

TA/TL/2006/0102

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/SELI	
TGL. TERIMA :	20 April 2007
NO. JUDUL :	002382
NO. INV. :	620002382001
NO. DOK. :	

**TUGAS AKHIR**

**EFEKTIFITAS ANAEROBIC HORIZONTAL ROUGHING FILTER  
DALAM MENURUNKAN NITRAT DAN CONDUKTIVITIVITY PADA  
LINDI SAMPAH DOMESTIK,  
"STUDI KASUS TPA PIYUNGAN BANTUL YOGYAKARTA"**



Disusun Oleh:

**DEDI SUKMA**

01 513 082

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

**2006**

MILIK PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

R.  
620.4  
Suk  
e  
n

XIV, 78. bul long 28

Ulf. Luf. ar. b. d.  
K. p. u. l. e. h. a. n. t. a.  
K. l. e. b. e. d. e. a. n. a. e. r. o. b. i. k.  
S. t. u. d. i. k. a. s. u. s. T. P. A. - p. i. y. u. n. g. a. n.  
j. u. d. u. l.

LEMBAR PENGESAHAN

**EFEKTIFITAS ANAEROBIC HORIZONTAL ROUGHING FILTER  
DALAM MENURUNKAN NITRAT DAN CONDUKTIVITY  
PADA LINDI SAMPAH DOMESTIK,  
"STUDI KASUS TPA PIYUNGAN BANTUL YOGYAKARTA"**

Disusun oleh :  
Nama Mahasiswa : **DEDI SUKMA**  
NIM : **01 513 082**  
Program Studi : **Teknik Lingkungan**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**IR. H. KASAM, MT**

Dosen Pembimbing I



Tanggal : **6-9-2006**

**ANDIK YULIANTO, ST**

Dosen Pembimbing II

Tanggal :

**EFEKTIFITAS ANAEROBIK HORIZONTAL ROUGHING FILTER  
DALAM MENURUNKAN NITRAT DAN KONDUKTIVITAS  
PADA LINDI SAMPAH DOMESTIK,  
"STUDI KASUS TPA PIYUNGAN BANTUL YOGYAKARTA"**

**Dedi Sukma, IR.H. Kasam, MT, Andik Yulianto, ST.  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN UII**

**INTISARI**

Cairan lindi sangat berbahaya apabila dibuang langsung ke alam, karena mengandung senyawa-senyawa organik maupun anorganik dalam konsentrasi yang tinggi, oleh karena itu lindi harus diolah terlebih dahulu agar aman bagi lingkungan. Dalam penelitian ini digunakan reaktor *anaerobic horizontal roughing filter* dengan parameter penelitian nitrat dan *conductivity*. Dalam proses biologis secara anaerobik nitrat akan didegradasi dalam proses *nitrifikasi*, sedangkan *conductivity* akan turun seiring berkurangnya jumlah mineral dalam lindi karena pemanfaatan oleh mikroorganisme sebagai sumber mineral. *Anaerobic horizontal roughing filter* merupakan jenis *filter* dengan media batu kerikil dengan ukuran 20-4 mm yang memanfaatkan mikroorganisme anaerobik yang tumbuh secara melekat maupun tersuspensi. Dalam pelaksanaan penelitian terdapat beberapa tahap, yaitu tahap pertama pembibitan mikroorganisme yang dilakukan dengan penambahan *starter*, kemudian tahap penyesuaian yaitu dengan memasukkan limbah dengan konsentrasi secara bertahap hingga mencapai 100%, setelah itulah dilakukan pengukuran dan analisis laboratorium, untuk nitrat pengujian dilakukan dengan metode *spektrofotometri* sedangkan *conductivity* menggunakan alat *multimeter*. Setelah diperoleh data-data selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi rata-rata dimana diperoleh hasil nitrat mengalami kenaikan 0,9%, sedangkan *conductivity* turun 1,1%. Setelah itu dilakukan uji statistik menggunakan *T-test*, dari pengujian ini diperoleh hasil bahwa untuk nitrat dan *conductivity* tidak terjadi perubahan yang signifikan antara *inlet* dan *outlet*.

Kata kunci: *anaerobic horizontal roughing filter*, mikroorganisme, nitrat, *conductivity*, degradasi, *nitrifikasi*.

**EFEKTIFITY ANAEROBIK HORIZONTAL ROUGHING FILTER  
TO REMOVAL NITRAT AND CONDUCTIVITY IN LEACHEATE  
"STUDY CASE TPA PIYUNGAN BANTUL YOGYAKARTA"**

**Dedi Sukma, IR.H. Kasam, MT, Andik Yulianto, ST.**

**ENVIRONMENTAL ENGINEERING OF UII**

**ABSTRACT**

*Leachate is very dangerous if to throw away into nature, because it is rich organic and anorganic compound in high concentrations, so leachate must be treatment before for secure nature. In this reseach has used anaerobic horizontal roughing filter reactor with parameter nitrate and conductivity. In anaerobic biological process nitrate going to degradation with denitrification process, and conductivity will be decrease as mineral compound in leachate because microorganisms used this to mineral sources. Anaerobic horizontal roughing filter is kind of filters which gravel size 20-4 mm and used anaerobic process with attach and suspended growth. This research has several stage, the first is seeding process, this process used microorganisms starters. Second stage is aclimation process to leachate until 100%. After that, we take and analysis sample in laboratory, for nitrate use spectrofotometry methods, and for conductivity with multimetre. After we get the analysis results, we makes a efficiency counts. The results is nitrate has increase 0,9% and conductivity decrease 1,1%. After thats we makes statistics analysis with T-test methods, and we get changed between inlet and outlet is not significans.*

*Key word : anaerobic horizontal roughing filter, microorganisms, nitrate, conductivity, degradation, nitrification.*

*Enjoy your life*

# BE YOUR SELF

*BERDOA.....*

*BERUSAH.....*

*BERDOA.....*

MOLO

# PERSEMBAHAN

Segala pengorbanan dalam suatu perjuangan akan menjadi kebahagiaan apabila perjuangan itu ditujukan untuk orang-orang yang kita sayangi. Walaupun perjuanganku ini tak akan berarti bila dibandingkan dengan perjuangan orang-orang yang biasa disebut pahlawan, namun untuk saat ini....hal inilah yang terbaik yang dapat kuberikan kepada kalian semua.

Seluruh hasil karya dan perjuanganku kupersembahkan bagi orang-orang yang sangat berarti dalam kehidupanku:

1. **Bapak saya yang terhormat dan tercinta Ir.H.M. IDRUS**, beliau adalah yang menjadi panutan saya dalam beribadah, berperilaku dan bekerja keras. Ketegaranmu menjadi penopang hidupku, kerja kerasmu menjadi api pemacu semangatku, dan harapanmu menjadi impianku. “**KUPERSEMBAHKAN INI UNTUKMU BAPAKKU**”. Terimalah salam hormat dan sujud bakti anakmu ini.
2. **Mamakku yang cantik dan tercinta Ny. Hj. MAKMUR**, beliau adalah belahan jiwaku dan sumber kasih sayangku. Suatu kebahagiaan dan kehormatan untuk menjadi anakmu dan dapat memanggilmu Mamak. Engkau adalah penyejuk dalam keluarga, dengan suaramu aku mendapat keselamatan, dalam pelukanmu aku mendapatkan ketenangan, dengan

belayanmu semua masalah malu untuk menghampiriku. Untuk mamakku yang tercinta mungkin aku tak pernah ucapkan sayang dan cinta untukmu, dalam kesempatan ini dengan segenap jiwaku kuucapkan “**aku sayang padamu**”. “**KUPERSEMBAHKAN INI UNTUKMU MAMAKKU**”, dan terimalah sujud bakti dari anakmu ini.

3. **Kakakku yang tersayang IRMA BERLIANA, SE.** Dialah berlian dan perhiasan keluarga kami, tak terkira beruntung dan bangganya aku dapat memiliki seorang kakak yang sangat cantik dan baik hati ini. Dialah yang paling sabar dan setia menjadi tempatku berkeluh kesah. Kakakku yang kusayang berkat doa dan dukunganmu jualan semua ini dapat tercapai, makasi ya. “**KUPERSEMBAHKAN INI UNTUKMU KAKAKKU TERSAYANG**”, terimalah salam sayang dan hormat adikmu ini.
4. **Adekku Alm. AFNI MAYA LESTARI,** kehilanganmu adalah kehilangan sebagian dari jiwaku. Telah habis air mataku mengantarkanmu wahai adikku tersayang. Maafkan kakakmu ini yang tak dapat menjagamu pada saat kau menangis, menemanimu saat kau kesepian. Wahai putri yang cantik, walau kau pulang terlebih dahulu kehadiratNya, namun doa dan hatiku akan selalu menemanimu. “**KUPERSEMBAHKAN INI UNTUKMU ADEKKU TERSAYANG**”. Kecup sayang untukmu.

5. **Adekku tersayang INTAN FITRIA SARI**, Adekku yang satu ini yang paling spesial, dia adalah intan yang berkilau didalam keluarga kami, cantik, pintar dan rajin beribadah. Salah satu kebahagiaan yang terbesar yang kumiliki adalah mempunyai adek-adek yang luar biasa. kalian adalah motivasiku, kekuatanku dan cintaku. Salam sayang kutujukan buatmu adekku tersayang.
6. **Adekku tersayang MUHAMMAD SIRRI ZAMANI**, ini adalah adekku yang paling ganteng, kebanggaan dan harapan keluarga kami. Semoga aku dapat memberikan yang terbaik untukmu adekku.
7. **Tuk orang-orang yang mencintaiku**, terima kasih telah menghiasi dan mewarnai hidupku.

Tak akan berarti hidupku tanpa kehadiran kalian semua. Terima kasih atas segalanya.

## KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Puja dan puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada hamba-hambaNya, tiada sekutu dan pantas untuk disekutukan dengan-Nya. Hanya dengan izin dan kemudahan-Nyalah sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Salawat dan salam saya haturkan kepada junjungan saya dan seluruh umat Islam yaitu Nabi besar Muhammad SAW. Berkat Beliaulah kami umatnya menemukan cahaya untuk menuju kebenaran yang sejati. Tiada cukup ucapan terima kasih dan doa kami untuk membalas perjuanganmu yang Engkau bayar dengan air mata dan darah, tiada pamrih yang kau minta untuk membimbing kami yang selalu berbuat kesalahan dan melupakanmu. Hanya doa yang mampu kupersembahkan untukmu wahai pemimpin, junjungan dan panutanku. Suatu kehormatan dan impianku untuk berada dalam barisanmu dihari yang telah dijanjikan.

Allah SWT. telah menciptakan manusia untuk saling membantu dalam suatu kebaikan, dan Allah sangat suka pada orang yang bersyukur. Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini saya mendapat dukungan dan

bantuan dari banyak pihak, maka dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati saya ingin menghaturkan ucapan terima kasih kepada :

1. **Bapak saya yang terhormat dan tercinta Ir.H.M. IDRUS**, terima kasih atas segala kepercayaan, dukungan dan doanya. *"You are really good father"*.
2. **Mamakku yang cantik dan tercinta Ny. Hj. MAKMUR**, terima kasih atas doa dan kasih sayangnya, semua ini berkat doamu wahai ibuku.
3. **Kakakku yang tersayang IRMA BERLIANA, SE. & Kak Fariz**, terima kasih atas doa dan bantuannya, maaf dedi banyak ngerepotin ya. Oiya selamat ya mau nikah sama kak Fariz, semoga menjadi keluarga yang sakinah.
4. **Adekku Alm. AFNI MAYA LESTARI**, terima kasih atas kenangannya adekku tersayang, *you're my spirits*.
5. **Adekku tersayang INTAN FITRIA SARI**, terima kasih atas doanya, belajar yang baik & jangan lupa beribadah ya.
6. **Adekku tersayang MUHAMMAD SIRRI ZAMANI**, hallo jagoan..... makasi sudah doain kak Dedi.
7. **Keluarga Abi (H. Agil Alaidrus) dan Umi, kak Iva, kak Yen, kak Didid, kak Yeni, kak Ilmi, kak Iwan, bang Iyek, kak Adi, Bi Selih**, teima kasih banyak atas segala bantuannya untuk keluarga kami.
8. **Niniq Kasme, Niniq Cun, Pakde Dikun, Paman As/Bi Uni, Paman Udin, Bukde Jerah, Paman Jaya/Bi Siti, Paman Usman, Paman Gani/Bi Nung**,

- Paman Adi, dan seluruh keluarga-keluarga yang lain** (mohon maaf yang belum disebutkan).
9. **Bapak Andik Yulianto, ST selaku pembimbing II**, terima kasih atas bantuan, bimbingannya dan nasehatnya. Suatu kebanggaan dapat dibimbing oleh Pak Andik. Salam hormat saya.
  10. **Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku pembimbing I TA saya**, terima kasih atas semua bimbingan dan arahnya hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
  11. **Bapak Luqman Hakim ST, M.si.**, selaku ketua jurusan teknik Lingkungan
  12. **Dosen-dosen teknik Lingkungan:** bapak Eko Siswoyo, ST, Bapak Hudori, ST. terima kasih atas pengalaman dan ilmu yang telah diajarkan.
  13. **Dosen-dosen yang lainnya**, yang telah memberikan ilmunya serta keluarga besar Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, UII.
  14. **Dian Anjarwani ST.**, terima kasih atas segala bantuannya, semoga Allah SWT. selalu memberikan yang terbaik buat Dian
  15. **Patner saya Mr. Affan Sophan ST.**, *thanks* sudah ngajak TA bareng, *you're a good man.*
  16. **Mas Tas dan mas Iwan**, selaku laboran dilaboratorium Kualitas Lingkungan, TL UII, makasi banyak mas atas bantuannya
  17. **Mas Agus** (administrasi jurusan), terimakasih atas bantuannya mengurus administrasi

18. **Keluarga bapak/ibu Samidi** (orang tua kos), terima kasih atas tempatnya yang nyaman. Keluarga bapak/ibu Samidi sudah saya anggap keluarga kedua, makasi bu/makasi pak
19. **Temen-temen kos**, Toto, Agus waluyo, E'en, Agus Suryadi, Madil, Degon, Zulqa, Ivan, Farid, Ataq, Levy, Asjar, thank's untuk semuanya.
20. **Temen-temen TL 2001**, Dian, Yuyun lombok, Nana, Mala, Affan, E'en, Ariyanty, Lukito, Bagoes, Imam, Mail, Anggoro, wiwin, Yuyun, Dwi, Ayu, Nur Evi, Wiwin fitria dan temen-temen yang lainnya, senang sekali bisa mengenal kalian semua & terima kasih atas semua pengalaman yang telah kalian berikan. Untuk temen-temen TL 2001 saya mohon maaf bila pernah melakukan kesalahan kepada kalian semua.

Penulis menyadari dalam penulisan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis membuka pintu seluas-luasnya bagi kritik dan saran dari pembaca. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat untuk melangkah menuju sesuatu yang lebih baik, Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, agustus 2006

Penulis,

Dedi Sukma

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>INTISARI/ABSTRACT</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
1.5. Batasan Masalah .....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2. 1. Sampah .....	7
2.1.1. Jenis-jenis sampah .....	7

2.1.2. Karakteristik Sampah .....	7
2.1.3. Komposisi Sampah .....	8
2.2. Lindi .....	9
2.2.1. Pengertian lindi .....	9
2.2.2. Proses Pembentukan lindi .....	10
2.2.3. Karakteristik lindi .....	11
2.2.4. Pengaruh lindi .....	16
2.3. Mikroorganisme Air .....	18
2.3.1. Kelompok Mikroorganisme Air .....	18
2.3.2. Metabolisme Mikroba .....	20
2.3.3. Glukosa Sebagai Sumber Energi .....	23
2.3.4. Mikroba <i>Starter</i> .....	24
2.4. Pengolahan Limbah Secara Biologis .....	26
2.4.1. Proses Pengolahan Secara Aerobik .....	26
2.4.2. Proses Pengolahan Secara Anaerobik .....	27
2.4.3. Proses Pengolahan Secara Fakultatif .....	33
2.5. Reaktor Pengolahan Secara Biologis .....	33
2.1. Reaktor Pertumbuhan Tersuspensi .....	33
2.2. Reaktor Pertumbuhan Melekat .....	34
2.6. Klasifikasi <i>Filter</i> .....	35
2.6.1. Teknologi <i>Roughing Filter</i> .....	36

2.6.2. Aspek Umum dari Desain <i>Roughing Filter</i> .....	38
2.6.3. Kriteria Desain <i>Roughing Filter</i> .....	40
2.6.4. Deskripsi Proses Biologis dalam <i>Roughing Filter</i> .....	42
2.7. Nitrat (NO <sub>3</sub> ) dan <i>Conductivity</i> .....	43
2.7.1. Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....	43
2.7.2. <i>Conductivity</i> .....	48
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>50</b>
3.1. Obyek penelitian .....	50
3.2. Lokasi Penelitian .....	50
3.3. Jenis Penelitian.....	50
3.4. Parameter Penelitian dan Metode uji .....	50
3.5. Alat yang digunakan .....	51
3.6. Variabel Penelitian .....	51
3.7. Desain Reaktor .....	52
3.8. Skema Tahapan Penelitian .....	54
3.9. Pelaksanaan Penelitian .....	55
3.10. Prosedur Penelitian .....	57
3.11. Pemeriksaan Sampel .....	58
3.12. Analisa Data .....	59

<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	61
4.1. Hasil Penelitian .....	61
4.1.1. Nitrat .....	61
4.1.2. <i>Conductivity</i> .....	63
4.2. Analisa Data .....	64
4.2.1. Nitrat .....	64
4.2.2. <i>Conductivity</i> .....	65
4.3. Pembahasan .....	67
4.3.1. Nitrat .....	67
4.3.2. <i>Conductivity</i> .....	69
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	71
5. 1. Kesimpulan .....	71
5. 2. Saran .....	72

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tipikal data komposisi lindi baru dan lama .....	14
Tabel 2.2. Komposisi lindi <i>lanfill</i> .....	15
Tabel 2.3. Contoh jenis bakteri .....	18
Tabel 2.4. Klasifikasi <i>filter</i> berdasarkan ukuran material filter dan kecepatan <i>filtrasi</i> .....	35
Tabel 3.1 Parameter penelitian dan metode uji .....	51
Tabel 4.1. Hasil laboratorium untuk pengujian nitrat .....	62
Tabel 4.2. Hasil pengukuran <i>conductivity</i> .....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perembesan lindi ke dalam air tanah .....	17
Gambar 2.2 Tipe <i>roughing</i> filter .....	38
Gambar 2.3 Mekanisme transformasi massa malam <i>biofilm</i> .....	42
Gambar 2.4. Siklus nitrogen di alam .....	44
Gambar 3.1. Skema unit pengolahan .....	52
Gambar 3.2. Reaktor <i>anaerobic horizontal roughing filter</i> .....	53
Gambar 3.3. Skema tahapan penelitian .....	54
Gambar 4.1. Grafik hubungan konsentrasi nitrat pada <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> dengan waktu .....	65
Gambar 4.2. Grafik hubungan nilai <i>conductivity</i> pada <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> dengan waktu .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisa statistik dengan *T-test* untuk nitrat dan *conductivity*

Lampiran 2. Prosedur pengujian nitrat dan *conductivity* berdasarkan SNI

Lampiran 3. Dokumentasi pelaksanaan kegiatan penelitian

Lampiran 4. Hasil analisis laboratorium untuk nitrat dan *conductivity*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Manusia merupakan makhluk yang paling sempurna yang diciptakan oleh Allah SWT. dibandingkan dengan makhluk lain yang ada di muka bumi, karena manusia diberikan kelebihan atas akal dan perasaan. Dengan perasaan manusia mengatur hubungan dalam berperikehidupan, dan dengan akal manusia dapat bertahan hidup dan berkembang sampai saat ini.

Dengan adanya perkembangan zaman yang sangat cepat manusia pun memerlukan kebutuhan hidup yang semakin tinggi, baik mengenai jumlah, kualitas dan jenisnya. Sisa dari pemanfaatan barang-barang kebutuhan hidup inilah yang akan dibuang dan disebut sebagai sampah, semakin besar kebutuhan manusia berarti semakin banyak jumlah sampah yang dihasilkan. Untuk menangani sampah-sampah itu yang dihasilkan dari aktifitas-aktifitas manusia maka dibuatlah sebuah tempat untuk penampungan dan penanganan sampah, tempat inilah yang sering dikenal dengan tempat pembuangan akhir (TPA).

Di Indonesia bahkan di dunia penanganan sampah pada umumnya menggunakan sistem sanitary landfill dimana sampah akan ditempatkan pada suatu lahan dan selanjutnya akan ditimbun dengan tanah. Sampah-sampah yang

ditimbun tersebut akan mengalami proses dekomposisi/pembusukan oleh mikroorganisme dan menghasilkan suatu cairan yang disebut lindi. Lindi selain bersumber dari air yang terjadi dalam proses dekomposisi sampah juga berasal dari cairan yang masuk ke *landfill* baik dari air permukaan, air hujan air tanah ataupun sumber-sumber lainnya. Lindi biasanya mengandung bahan-bahan organik terlarut serta ion-ion anorganik dalam konsentrasi yang tinggi (Damanhuri, 1993).

Karena tingginya beban organik yang terkandung dalam lindi, akan menyebabkan turunnya kadar oksigen dalam air dan terjadinya bau yang tidak enak. Bila lindi ini dibiarkan maka akan masuk dan mencemari badan air dan pada akhirnya menyebabkan gangguan kesehatan bila air tersebut dikonsumsi, dengan pertimbangan tersebut maka perlu dilakukan penanganan terhadap lindi untuk mengurangi beban pencemaran.

Nitrat merupakan salah satu senyawa yang terdapat pada lindi. Nitrat merupakan jenis nitrogen anorganik utama dalam air. Nitrat dapat berasal dari hancuran bahan organik, buangan domestik, limbah industri, limbah peternakan dan pupuk. Adanya Nitrat yang berlebihan dalam air dapat mempercepat tumbuhnya plankton dan ganggang yang tak terbatas mengakibatkan air kekurangan oksigen sehingga terjadi penurunan populasi organisme yang hidup didalam air, selain itu juga dapat menyebabkan bau busuk dan rasa tidak enak.

- b. *Rubbish*, yakni pengolahan yang tidak mudah membusuk. Pertama yang mudah terbakar, seperti halnya kertas, kayu dan sobekan kain, kedua yang tidak mudah terbakar misalnya kaleng, kaca dan lain-lain.
- c. *Ashes*, yakni semua jenis abu dari hasil pembakaran baik dari rumah maupun industri.
- d. *Street sweeping*, yakni sampah dari hasil pembersihan jalanan, seperti halnya kertas, kotoran, daun-daunan dan lain-lain
- e. *Dead animal*, yakni bangkai binatang yang mati karena alam, kecelakaan maupun penyakit.
- f. *Abandoned vehicle*, contoh dari jenis adalah bangkai kendaraan seperti sepeda, motor, becak, dan lain-lain.
- g. Sampah khusus, yaitu sampah yang memerlukan penanganan khusus misalnya kaleng-kaleng cat, zat radioaktif, obat-obatan dan lain-lain.

### 2.1.3. Komposisi Sampah

Menurut Tchobanoglous, theisen, vigil (1993), komponen sampah-sampah terdiri dari:

- 1) Organik
  - a. Sisa makanan.
  - b. Kertas.
  - c. Karbon.
  - f. Kain.
  - g. Kulit.
  - h. Kebun atau halaman

- d. Plastik.
- e. Karet.
- 2) Anorganik
  - a. kaca.
  - b. Aluminium.
  - c. Kaleng.
  - i. Kayu
  - d. Logam lain.
  - e. Abu, debu.

## 2. 2. Lindi

### 2.2.1. Pengertian lindi

Menurut Tchobanoglous (1993) lindi yaitu cairan yang meresap melalui sampah yang mengandung unsur-unsur yang terlarut dan tersuspensi. Lindi dalam ilmu kesehatan lingkungan adalah kombinasi dari perembesan air hujan langsung dan cairan apapun yang keluar dari hasil konsolidasi material-material sampah *landfill*. Defenisi secara umum lindi adalah cairan sampah yang ditimbulkan dari proses dekomposisi sampah padat dan perkolasi air kedalam timbunan sampah. Lindi yang dihasilkan *landfill* sebagian besar terdiri dari sejumlah senyawa khusus yaitu senyawa organik yang mempunyai relevansi satu sama lainnya. Sampah padat dengan kandungan air minimum 25% akan mengalami pembusukan secara organis oleh pengurai sebagai salah satu hasilnya yaitu lindi. Lindi ini akan terjadi apabila ada air eksternal yang berinfiltrasi kedalam timbunan sampah, misalnya dari air permukaan, air tanah, air hujan, atau sumber lainnya.

Cairan tersebut kemudian akan mengisi rongga-rongga pada sampah dan bila kapasitasnya sudah melebihi kapasitas tekanan air dari sampah, maka cairan tersebut akan keluar sebagai cairan lindi. Hasil dari proses tersebut maka lindi biasanya mengandung bahan-bahan organik terlarut serta ion-ion anorganik dalam konsentrasi tinggi.

Lindi merupakan hasil dari proses anaerobik karena oksigen yang terdapat pada senyawa organik sampah telah berkurang dan mempunyai hasil akhir berupa pembentukan gas  $\text{CH}_4$  dan  $\text{SO}_2$  sebagai hasil dan proses dekomposisi yang berbentuk cairan dan mempunyai konsentrasi kimia yang cukup tinggi. Lindi yang tidak dikelola akan menyebabkan terjadinya proses dekomposisi sampah padat terhambat, karena syarat kelembaban nisbinya tidak terpenuhi, juga dapat menimbulkan pencemaran udara karena bau busuk ( $\text{H}_2\text{S}$ ) yang ditimbulkan dari proses dekomposisi bahan-bahan organik yang terkandung dalam lindi.

### **2.2.2. Proses Pembentukan lindi**

Proses dekomposisi terjadinya lindi yaitu ketika terjadinya penumpukan sampah yang ditandai dengan adanya perubahan secara fisik, biologis, dan kimia pada sampah. Proses yang terjadi antara lain;

- a) Penguraian biologis bahan organik secara *aerob* dan *anaerob* yang menghasilkan gas dan cairan
- b) Oksidasi kimiawi

- c) Pelepasan gas dari timbunan sampah
- d) Pelarutan bahan organik dan anorganik oleh air dan lindi yang melewati timbunan sampah
- e) Perpindahan materi terlarut karena gradien konsentrasi dan osmosis
- f) Penurunan permukaan yang disebabkan oleh pemadatan sampah yang mengisi ruang kosong pada timbunan sampah.

Salah satu hasil dari rangkaian proses diatas adalah terbentuknya lindi yang berupa cairan. Air yang ada pada timbunan sampah ini antara lain berasal dari :

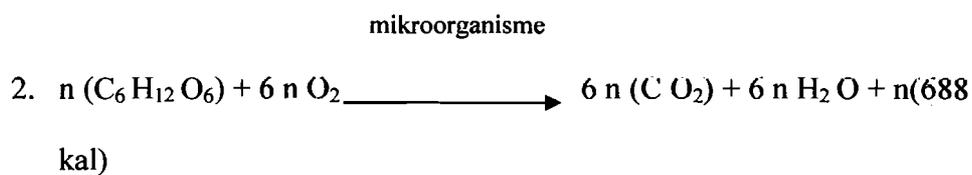
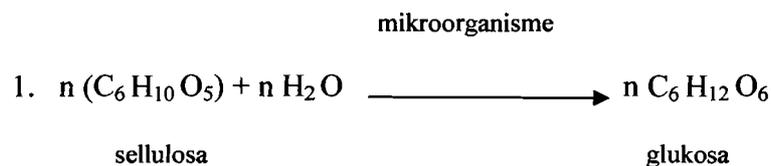
1. Presipitasi atau aliran permukaan yang berinfiltrasi kedalam timbunan
2. Air tanah dari sumber lain yang bergerak dalam arah horizontal melalui tempat penimbunan
3. Kandungan dari sampah itu sendiri
4. Air dari proses dekomposisi bahan organik padat sampah.

### **2.2.3. Karakteristik lindi**

Karakteristik lindi sangat bervariasi tergantung dari proses dalam *landfill* yang meliputi proses fisik, kimiawi dan biologis. Mikroorganisme di dalam sampah akan menguraikan senyawa organik yang terdapat dalam sampah menjadi senyawa organik yang lebih sederhana. Sedangkan senyawa anorganik seperti besi (Fe) dan logam lainnya dapat teroksidasi (Tchobanoglous, 1977).

Aktivitas didalam *landfill* pada umumnya mengikuti suatu pola tertentu, pada mulanya sampah terdekomposisi secara aerobik, tetapi setelah oksigen di dalamnya habis maka mikroorganismenya utama yang bekerja adalah mikroorganismenya fakultatif dan pada tahap akhir yaitu anaerob yang menghasilkan gas metan (CH<sub>4</sub>) yang tidak berwarna dan berbau.

Karakteristik penguraian secara aerobik adalah timbulnya karbondioksida, air dan nitrat. Sedangkan penguraian secara anaerobik menghasilkan metan, karbondioksida, air, asam organik, nitrogen, amoniak, sulfida, besi, mangan dan lain-lain. Reaksi kimia pada proses aerobik dijelaskan sebagai berikut. (Chen, 1974)



Dekomposisi sampah akibat aktivitas mikroba adalah sebagai berikut :

Tahap I: Degradasi dilakukan oleh mikroorganismenya aerobik menjadi bentuk yang lebih sederhana yaitu karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O).

Tahap II : Apabila oksigen yang tertangkap habis dikonsumsi oleh mikroorganisme aerobik dan diganti ( $\text{CO}_2$ ), maka proses degradasi diambil alih oleh organisme yang perkembangannya dengan atau tanpa adanya oksigen. Organisme ini akan memecah molekul organik menjadi lebih sederhana seperti; Hidrogen, amonia, air, karbon dioksida dan asam organik.

Tahap III : Pada tahap ini organisme anorganik berkembang biak dan menguraikan asam organik menjadi gas metan serta lainnya. Pada fase aerobik pengaruh terhadap kualitas lindi yang ditemukan hanya sedikit.

Pada fase anaerobik, lindi yang dihasilkan mempunyai kandungan organik yang tinggi, pH rendah, berbau dan perbandingan BOD dan COD yang tinggi.

Pada fase *methanogenesis*, sebagian besar karbon organik dirubah menjadi gas, maka pada tahap tersebut konsentrasi BOD dan COD menjadi rendah, pada fase ini pH meningkat sekitar 6,8-7,2.

Lindi mengandung berbagai jenis senyawa-senyawa baik yang organik maupun anorganik. Kandungan senyawa-senyawa yang terdapat di dalam lindi dipengaruhi oleh aktifitas mikroba (penguraian), kondisi lingkungan dan faktor-faktor lainnya yang terjadi pada *landfill*. Adapun komposisi *landfill* secara umum dapat dilihat pada tabel 2.1. dan 2.2.

Tabel 2.1. Tipikal Data Komposisi lindi Baru dan lama

Unsur pokok	Konsentrasi mg/l		
	<i>Landfill baru (&lt; 2 tahun)</i>		<i>Landfill lama (&gt; 10 tahun)</i>
	<i>Range</i>	<i>Tipikal</i>	
BOD <sub>5</sub>	2.000 - 30.000	10.000	100 - 200
TOC	1.500 - 20.000	6.000	80 - 160
COD	3.000 - 60.000	18.000	100 - 500
TSS	200 - 20.000	500	100 - 400
N organik	10 - 800	200	80 - 120
N amoniak	10 - 800	200	20 - 40
Nitrat	5 - 40	25	5 - 10
Total fospor	5 - 100	30	5 - 10
Ortho fospor	4 - 80	20	4 - 8
Alkalinitas (CaCO <sub>3</sub> )	1.000 - 10.000	3.000	200 - 1.000
pH	4,5 - 7,5	6	6,6 - 7,5
Total hardness (CaCO <sub>3</sub> )	300 - 10.000	3.500	200 - 500
kalsium	200 - 3.000	1.000	100 - 400
Magnesium	50 - 1.500	250	50 - 200
Potassium	200 - 1.000	300	50 - 400
Sodium	200 - 2.500	500	100 - 200
klorida	200 - 3.000	500	100 - 400
Sulfat	50 - 1.000	300	20 - 50
Total besi	50 - 1.200	60	20 - 200

Sumber : Tchobanoglous (1993)

Tabel 2.2. Komposisi lindi *lanfill*

Parameter	<i>Age of Landfill</i>		
	1 tahun	5 tahun	16 tahun
BOD	7.500-28.000	4000	80
COD	10.000-40.000	8.000	400
Ph	5,2-6,4	6,3	-
TDS	10.000-14.000	6.794	1.200
TSS	100-700	-	-
Specific	6.00-9.000	-	-
Conduktance	8.00-4.000	5.810	2.250
Alkaliniti (CaCO <sub>3</sub> )	3.500-5.000	2.200	540
Hardness (CaCO <sub>3</sub> )	25-35	12	8
Total P	23-33	-	-
Ortho P	56-482	-	-
NH <sub>4</sub> -N	0,2-0,8	0,5	1,6
Nitrat	900-1.700	308	109
Kalsium	600-800	1.330	70
Klorida	450-500	810	34
Sodium	295-310	610	39
Potassium	400-650	2	2
Sulfat	75-125	0,06	0,06

Mangan	160-250	450	90
Magnesium	210-325	6,3	0,6
Logam	10-30	0,4	0,1
Zinc	-	<0,5	<0,5
Copper	-	<0,05	<0,05
Cadmium	-	0,5	1.0
Lead			

Sumber : After Chan and DeWalle (1976. 1977a)

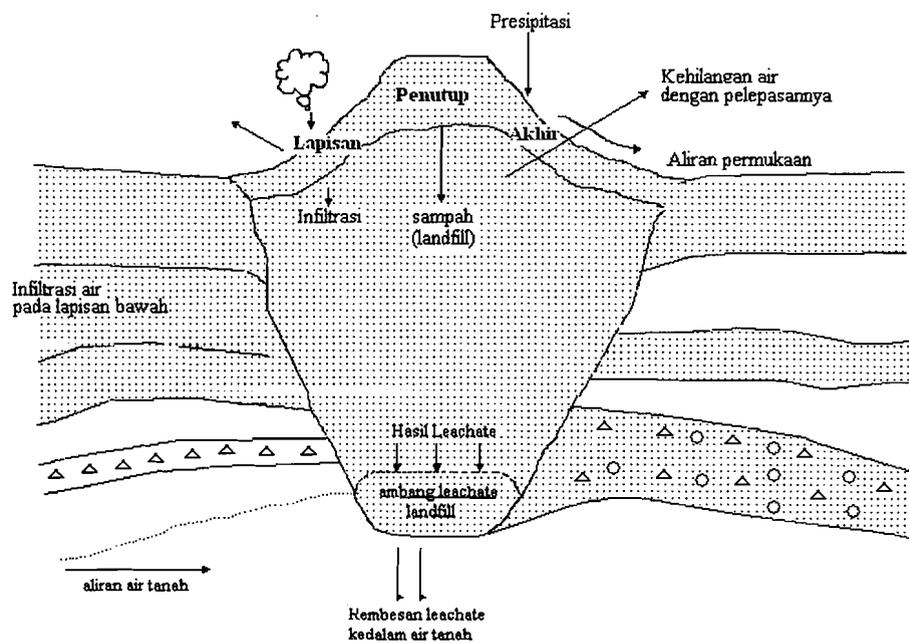
#### 2.2.4. Pengaruh lindi

Cairan sampah atau air lindi yang keluar akibat pembusukan sampah berpotensi mematikan nyawa makhluk hidup termasuk manusia karena didalam air lindi terdapat berbagai macam bahan organik, termasuk bakteri *coliform* dan *salmonella* yang merupakan penyebab penyakit diare dan disentri pada manusia. Jika air lindi tidak disalurkan pada saluran yang ada, maka lindi itu akan meresap kedalam tanah dan mencemari air tanah.

Pengaruh lindi terhadap polusi air adalah sebagai berikut:

- a. Air permukaan yang terpolusi oleh lindi dengan kandungan organik yang tinggi pada proses penguraian secara biologis akan menghabiskan kandungan oksigen dalam air dan pada akhirnya seluruh kehidupan yang tergantung pada air akan mati.

- b. Air tanah yang tercemar oleh lindi dengan konsentrasi tinggi, menyebabkan polutan tersebut akan menetap pada air tanah dalam jangka waktu yang lama, karena terbatasnya oksigen yang terlarut. Sumber air bersih yang berasal dari air tanah yang terpolusi tersebut dalam jangka waktu yang lama tidak sesuai lagi untuk sumber baku air bersih. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.1. sebagai berikut :



Gambar 2.1 Perembesan lindi ke dalam air tanah

Sumber: Chatib, 1986.

## 2.3. Mikroorganisme Air

### 2.3.1. Kelompok Mikroorganisme Air

Secara umum ada beberapa kelompok mikroba yang didapatkan hidup di air yaitu: kelompok bacteria, fungi, mikroalge, virus dan protozoa. Kelompok-kelompok mikroba ini kehadirannya didalam air ada yang bersifat menguntungkan dan ada pula yang merugikan.

Kelompok mikroba yang umum dapat ditemukan pada air antara lain:

#### a. Bakteria

umumnya *uniseluler*/sel tunggal, tidak mempunyai klorofil, berkembang-biak dengan pembelahan sel secara *transversal* atau *biner*. Hidup bebas secara kosmopolitan di mana-mana, khususnya di udara, tanah, air, pada bahan makanan, pada tubuh manusia, hewan atau tanaman.

Beberapa jenis bakteria yang bermanfaat dan merugikan antara lain (tabel 2.3).

Tabel 2.3. Contoh jenis bakteria

Kelompok/jenis bakteri	Keterangan
<b>Menguntungkan:</b>	
- Nitrosomonas europaea	- Proses nitrifikasi
- Nitrobacter winogradsky	- Penambah N <sub>2</sub> –udara
- Methanomonas methanica	- Proses pembentukan biogas
- Thiobacillus denitrificans	- proses denitrifikasi

- Cellvibrio speciosa	- Pengurai sellulosa
- Rhizobium japonicum	- Penambat N <sub>2</sub> –udara
- Lactobacillus plantarum	- Proses pembuatan asam laktat
- Propionibacterium rubrum	- Proses pembuatan asam propionat
<b>Merugikan:</b>	
- Vibrio cholerae	- Penyebab penyakit kolera
- Vibrio parahaemolyticus	- Pembusuk, penghasil racun
- Escherichia coli	- Pencemar
- Aerobacter aerogenes	- Pencemar
- Salmonella typhi	- Penyebab penyakit tifus
- Streptococcus aureus	- Pembusuk
- Clostridium botulinum	- Penghasil racun

Sumber: Unus Suriawiria, "mikrobiologi air dan dasar-dasar pengolahan secara biologis (hal 9-10)

b. Alge (biru, hijau, kersik)

c. Fungi atau jamur

d. Rotozoa

e. Virus

### 2.3.2. Metabolisme Mikroba

Untuk keperluan hidupnya mikroba memerlukan bahan makanan yang diambil dari bahan-bahan organik dan anorganik yang diambil dari lingkungannya, bahan-bahan tersebut dinamakan nutrien. Nutrien yang diserap akan digunakan sel untuk proses metabolisme, yaitu:

- a. Katabolisme atau dissimilasi atau bioenergi, dan
- b. Anabolisme atau asimilasi atau biosintesa

Pada proses bioenergi nutrien berfungsi sebagai sumber energi atau penerima elektron. Sumber energi pada bakteri misalnya, merupakan bahan-bahan organik sederhana yang diuraikan menjadi bahan-bahan yang lebih sederhana lagi. Energi yang dihasilkan berupa energi kimia yang diperlukan untuk aktifitas sel, misalnya: perkembangbiakan, pembentukan spora, pergerakan, biosintesa, dan sebagainya. Contoh nutrien yang berfungsi sebagai penerima elektron, antara lain: oksigen,  $\text{KNO}_3$ , dan sebagainya. Pada biosintesa nutrien berfungsi sebagai bahan baku, tanpa adanya nutrien maka proses biosintesa tidak akan berjalan.

Mikroba membutuhkan bahan makanan sebagai sumber energi, bahan pembangun sel dan aseptor-elektron di dalam reaksi bioenergetik (reaksi yang menghasilkan energi), bahan makanan yang dibutuhkan tersebut terdiri dari:

a. Air

Merupakan komponen utama di dalam sel dan media, baik sebagai sumber oksigen untuk bahan organik sel dan respirasi, ataupun sebagai pelarut dan sebagai alat pengangkut di dalam metabolisme.

b. Sumber energi

Senyawa organik dan anorganik yang dapat dioksidasi serta cahaya matahari, merupakan sumber energi untuk mikroorganisme.

c. Sumber karbon

Umumnya berbentuk hidrat arang, asam organik, garam organik dan polialkohol.

d. Sumber aseptor elektron

Oksidasi biologi merupakan proses pengambilan dan pemindahan elektron dari substrat. Karena elektron sel tidak dapat berada di dalam bentuk bebas, maka harus ada sumber yang dapat dengan segera menangkap elektron tersebut. Proses penangkapan elektron disebut aseptor elektron, yaitu:  $O_2$ , senyawa organik,  $NO_3^-$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_2$ , dan  $Fe^{3+}$ .

#### e. Sumber mineral

Merupakan bagian sel dengan konstituen utama ialah nitrogen, fosfor, karbon, oksigen dan hydrogen. Unsur-unsur lainnya yang diperlukan ialah K, Ca, Mg, Na, S, Cl, sedangkan Fe, Mn, Co, Ca, Bo, Zn, Mo, dan Al diperlukan didalam jumlah yang sangat kecil. unsur mineral selain sebagai komponen sel, juga berfungsi sebagai pengatur tekanan osmosa, kadar ion hidrogen, permeabilitas dan tekanan oksidasi-reduksi medium.

#### f. Faktor pertumbuhan

Semua proses biologis seperti nutrisi, bioenergi dan biosintesa, memerlukan biokatalisator yang disebut enzim. Reaksi yang terjadi didalam sel hanya mungkin berlangsung dengan pertolongan katalisator organik (biokatalisator) atau enzim, dimana enzim dihasilkan oleh sel berbentuk senyawa protein. Enzim sendiri tidak mengalami perubahan baik sebelum atau sesudah terjadinya reaksi, enzim hanya mengalami ikatan sementara dengan substrat kemudian akan terpecah kembali.

Reaksi enzimatik secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut:



Dimana :

E = enzim, ES = ikatan sementara antara substrat dan enzim

S = substrat, P = hasil reaksi akhir

### 2.3.3. Glukosa Sebagai Sumber Energi

Bakteri heterotrofik dapat menggunakan berbagai senyawa organik sebagai sumber energi. Senyawa-senyawa ini mencakup karbohidrat, asam organik, asam lemak serta asam-asam amino. Bagi banyak mikroorganisme senyawa yang lebih disukai ialah karbohidrat, terutama glukosa, yaitu gula yang berkarbon enam.

Perombakan glukosa dapat terjadi melalui proses *glikolisis*. *Glikolisis* adalah salah satu lintasan paling penting yang digunakan oleh sel untuk menghasilkan energi. *Glikolisis* tidak mensyaratkan adanya oksigen dan bisa terdapat pada sel-sel baik yang aerobik maupun anaerobik.

Pada glikolisis, fruktose -1,6-difosfat yang terbentuk dari glukosa terpecah menjadi dua unit berkarbon-tiga dihidroksiaseton fosfat dan gliseraldehyde-3-fosfat), keduanya kemudian dioksidasi menjadi asam piruvat. Pada langkah dioksidasinya gliseraldehyde-3-fosfat, terusir sepasang elektron (dua atom hidrogen). Bila tidak ada oksigen, pasangan elektron ini dapat digunakan untuk mereduksi asam piruvat menjadi asam laktat atau etanol.

Untuk setiap molekul glukosa yang mengalami metabolisme, dua molekul ATP dikonsumsi dan empat molekul ATP dibentuk. Karena itu untuk setiap molekul glukosa yang diuraikan melalui *glikolisis*, diperoleh hasil bersih dua molekul ATP (Michael J. Palezar, Jr, E.C.S. Chan , Dasar-dasar mikrobiologi Air-1, hal. 349).

Pada mikroorganisme yang menjalankan fermentasi, elektron yang terbentuk tidak diubah menjadi energi, tetapi diikat oleh asam piruvat sehingga terbentuk asam laktat. Dengan demikian ATP yang dihasilkan pada proses fermentasi hanya dua molekul. Asam piruvat hasil pemecahan glukosa menurut sistem HDP merupakan senyawa yang penting, karena senyawa tersebut dapat diubah menjadi senyawa-senyawa lain. Bentuk senyawa-senyawa yang dihasilkan misalnya asam laktat, etanol, asam format, asam butirat, asam propionat, dan asam butandiol (Unus Suriawiria, 2003 "Mikrobiologi air dan dasar-dasar pengolahan buangan secara biologis", hal. 175)).

#### **2.3.4. Mikroba Starter**

Sejak lama masyarakat mengenal dan menggunakan starter, baik di dalam pembuatan minuman ataupun bahan makanan, seperti: ragi pada pembuatan tempe, oncom, kecap, tauco, brem, tape, tuak, dan banyak lainnya. Starter adalah biakan mikroba tertentu yang ditumbuhkan di dalam substrat, untuk tujuan tertentu.

Penggunaan starter untuk proses pembuatan biogas (anaerobik) tidak dapat diabaikan, apalagi bahan baku yang digunakan adalah buangan seperti sampah. Hal ini mengingat bentuk dan sifat sampah yang aneka ragam bentuk, susunan dan sifatnya, serta kemungkinan kandungan bakteri metan didalamnya sangat terbatas.

Starter berdasarkan jenisnya dikenal beberapa tipe yang didalamnya mengandung bakteri metan, yaitu:

- a. Starter alami: kalau sumber berasal dari alam yang diketahui mengandung kelompok bakteri metan, misal lumpur aktif, timbunan sampah lama, timbunan kotoran hewan, dan sebagainya.
- b. Starter semi buatan: kalau sumber berasal dari bejana pembuat biogas, dimana diharapkan bahwa kandungan kelompok bakteri metan di dalamnya berada di dalam stadia aktif dan efektif.
- c. Starter buatan: kalau sumber bakteri metan sengaja dibuat, baik dengan media alami (sampah, lumpur, kotoran kandang, dan sebagainya) ataupun media buatan (sumber nutrisi dalam bentuk padat ataupun cair), sedangkan kelompok bakteri metan sebelumnya dibiakkan secara laboratoria.

Jenis starter mana yang akan dipergunakan tergantung kepada banyak faktor, antara lain:

- a. Letak pemakai
- b. Fasilitas pembuatan/penyedia starter
- c. Biaya yang harus dikeluarkan
- d. Bentuk dan sifat bahan baku
- e. Lingkungan dimana proses fermentasi-metan akan dilakukan.

(Unus Suriawiria, 2003 "Mikrobiologi air dan dasar-dasar pengolahan buangan secara biologis", hal. 272-273)).

## **2.4. Pengolahan Limbah Secara Biologis**

Pengolahan limbah cair secara biologis memegang peranan yang sangat penting dalam penanganan limbah yang akan merombak bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah, mikrobia mempunyai penanganan yang tinggi dalam mendegradasi bahan organik, sehingga peranannya dalam limbah cair cukup besar (Sugiharto, 1987).

Prinsip pengolahan air buangan secara biologis dipusatkan pada mikroorganisme yang menggunakan material limbah organik sebagai bahan makanannya untuk mendukung perkembangbiakan bakteri, pembentukan energi-energi esensial. Pertumbuhan bakteri sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang ada di lingkungan perairan seperti; jumlah oksigen terlarut, pH, suhu, adanya bahan-bahan beracun, jumlah dan material limbah, dan cahaya matahari.

Pengolahan limbah cair secara biologis merupakan pengolahan dengan memanfaatkan kegiatan mikroba untuk melakukan *degradasi* ataupun *transformasi* bahan organik. Pengolahan air buangan secara biologi terjadi dalam tiga keadaan yaitu; aerobik, anaerobik dan fakultatif.

### **2.4.1. Proses Pengolahan Secara Aerobik**

Proses biologis secara aerobik berarti proses dimana terdapat oksigen terlarut. Oksidasi bahan organik menggunakan molekul oksigen sebagai aseptor elektron akhir adalah proses utamayang menghasilkan energi kimia untuk

mikroorganisme dalam proses ini. Mikroba yang menggunakan oksigen sebagai akseptor elektron akhir adalah mikroorganisme aerobik. Beberapa pengolahan limbah cair secara aerobik adalah lumpur aktif, *trickling filter*, kolam oksidasi, *lagoon aerasi* dan parit oksidasi (Jenie, B.S.L, 1995).

Senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair dapat dipecah oleh mikroorganisme aerobik menjadi senyawa-senyawa yang tidak mencemari, dimana pemecahan ini berlangsung dalam suasana aerobik atau ada oksigen. Reaksi yang terjadi pada proses aerob sebagai berikut:



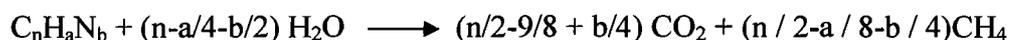
Pada teperatur 37 °C proses berjalan baik dan kenaikan 10°C kecepatan bereaksi akan berlipat, pH antara 6,5-8,5 (Mahida, 1993).

#### **2.4.2. Proses Pengolahan Secara Anaerobik**

Pengolahan air buangan secara anaerobik yaitu proses penguraian air buangan dilakukan oleh mikroorganisme anaerobik, dalam kondisi tanpa oksigen. Bahkan mikroba yang bersifat obligat anaerobik tidak dapat hidup bila ada oksigen terlarut. Bakteri tersebut antara lain bakteri *Methana* yang umumnya terdapat pada *digester anaerobik* dan *lagoon anaerobik*. Proses anaerobik memperoleh energi dari oksidasi bahan-bahan organik kompleks tanpa

menggunakan oksigen terlarut, tetapi menggunakan senyawa-senyawa lain sebagai pengoksidasi, yaitu; karbon dioksida, senyawa-senyawa organik yang teroksidasi sebagian, sulfat dan nitrat (Jenie B.S.L., 1995).

Pengubahan asam organik menjadi gas metan menghasilkan sedikit energi, sehingga laju pertumbuhannya lambat. Laju pengurangan buangan organik pada proses anaerobik dan lumpur yang dihasilkan menjadi lebih sedikit dibandingkan dengan proses pengolahan secara aerobik. Pada proses anaerobik sintesa sel lebih kecil sehingga nutrien yang dibutuhkan lebih sedikit bila dibandingkan dengan proses aerobik. Pada proses anaerobik ini keseluruhan dari prosesnya terdiri dari bakteri, sehingga stabilitas prosesnya mudah terganggu, karena itu perlu pengawasan yang ketat. Penguraian senyawa organik atau asam organik menjadi gas metan dan CO<sub>2</sub> adalah sebagai berikut :



Menurut Betty (1995), faktor-faktor yang harus diperhatikan pada proses anaerobik ini antara lain adalah tingkat keasaman, suhu, waktu retensi, *toksisitas*, dan bahan-bahan nutrisi yang diperlukan untuk proses.

#### a. Keasaman

Keasaman (pH) berpengaruh jika terjadi perubahan besar, oleh sebab itu perubahan pH yang terjadi perlu dimonitor. Hal ini disebabkan disebabkan

karena antara lain pada sistem anaerobik, asam organik sudah akan terbentuk pada tahap pertama fermentasi. Bila proses oksidasi asam organik tersebut lebih lambat dari proses pembentukannya maka dapat dimengerti, bila konsentrasi asam organik dalam sistem akan meningkat dan mempengaruhi besarnya pH. Pengaturan pH biasanya dilakukan dengan penambahan basa atau kapur, hingga pH mencapai 6,5-7,5. Menurut Benefield dan Randall (1980) pH yang baik untuk proses anaerobik berisar antara 6,0-8,5 dengan pH optimum 6,5-7,5.

b. Suhu

Penurunan suhu akan mengakibatkan gagalnya proses fermentasi, bakteri-bakteri anaerobik yang bersifat *mesofilik* biasanya dapat tumbuh pada suhu 20-45°C. Suhu yang optimum untuk proses fermentasi metana adalah sekitar 37-40°C. Sedangkan bakteri yang bersifat *termofilik* yaitu yang hidup pada kisaran suhu 50-65°C suhu optimumnya adalah 55°C. Hasil penelitian Hils dkk. (1969), menunjukkan bahwa pada suhu diatas 40°C menyebabkan produksi metana akan menurun dengan tajam.

c. Waktu Retensi

Waktu regenerasi bakteri metana umumnya mencapai 12 jam, sedangkan untuk bakteri yang bersifat fakultatif, waktu regenerasi hanya 0,3 jam atau kurang. Waktu retensi minimum untuk proses anaerobik ini umumnya berkisar antara 2-6 hari.

#### d. Bahan-bahan nutrisi

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, dan fosfat layak diperhatikan yaitu biasanya 150:55:1 bagian. Kekurangan nitrogen atau unsur fosfat dapat ditambah dari luar yaitu dengan penambahan amonium fosfat atau amonium klorida.

#### e. Toksisitas

Ion-ion logam berat seperti Hg, Ag, Cu, Au, Zn, Li dan Pb (Unus Suriawiria), walaupun pada kadar yang sangat rendah akan bersifat toksis terhadap mikroorganisme, karena ion-ion logam berat dapat bereaksi dengan gugusan senyawa sel. Menurut Betty, Rahayu, ion logam seperti: Na, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> pada konsentrasi lebih dari 1000 mg/L akan menyebabkan keracunan bagi mikroba dimana hal ini sangat tidak diinginkan dalam proses fermentasi, sedangkan bila konsentrasi ion logam tersebut hanya sekitar 50-200 mg/L akan memberikan pengaruh yang menguntungkan karena memberikan pengaruh stimulasi.

Daya bunuh logam berat pada kadar rendah disebut daya *oligodinamik*. Misalnya Hg<sup>2+</sup> yang bergabung dengan gugusan sulfidril (-SH) pada enzim akan menghambat kegiatan enzim tersebut. Beberapa kation seperti Li<sup>+</sup> dan

$Zn^{2+}$  bersifat racun terhadap bakteri, sehingga akibatnya kegiatan enzim terhenti, karena kation semacam ini bersifat antagonis terhadap  $H^+$ . Apabila nilai pH dinaikkan maka peracunan  $Li^+$  dan  $Zn^{2+}$  dapat dikurangi, sehingga antagonisma ini dapat berbalik.

Kation seperti sulfat, tetrat, klorida, nitrat dan benzoat, mempengaruhi kegiatan fisiologi mikroorganisma. Karena adanya adanya perbedaan sifat fisiologi yang besar pada masing-masing mikroorganisma, maka sifat meracun dari anion tadi juga berbeda-beda. Sifat meracun alkali juga berbeda-beda, tergantung pada jenis ligamnya.

Sifat meracun ini bukan disebabkan oleh karena nilai Ph, tetapi merupakan akibat langsung dari molekul asam organik tersebut terhadap gugusan di dalam sel.

Proses anaerobik memiliki beberapa kelebihan, akan tetapi juga memiliki kekurangan, berikut ini penjelasan mengenai kelebihan dan kekurangan yang dimiliki proses anaerobik:

a. Keuntungan pengolahan secara anaerobik

Proses anaerobik digestion adalah proses pengolahan buangan yang menawarkan keuntungan lebih dibandingkan sistem konvensional aerobik.

Keuntungan tersebut adalah:

1. Tingkat stabilisasi *effluent* lebih tinggi
2. Hanya dalam jumlah kecil bahan-bahan organik diubah kedalam *biomassa*, jadi akan mengurangi masalah dalam pengumpulan lumpur.
3. Tidak membutuhkan energi dan peralatan untuk *transfer* oksigen kedalam buangan, dan hasil akhir produksi berupa gas metan.
4. Metan merupakan sumber energi yang berharga, selain untuk operasi proses *anaerobic digestion* juga untuk operasi lainnya seperti penghasil listrik dan untuk pemanasan serta pendinginan.
5. Membutuhkan sedikit nutrisi.

b. Kerugian pengolahan secara anaerobik

Bagaimanapun terbatasnya proses fermentasi disebabkan oleh proses dan peralatan yang dipakai, banyak bagian penting dari bakteri yang hilang dan juga ketidaktahuan pada kepekaan lingkungan hidup dari bakteri. Kerugian-kerugian tersebut antara lain :

1. Lambatnya rate pertumbuhan dari bakteri penghasil *methan* (methanogen)
2. Lamanya *Solid Retention Time* (SRT), sehingga dibutuhkan volume reaktor yang lebih besar. Dibutuhkan bantuan panas untuk mempertahankan *digester* pada temperatur optimum (35°C) untuk pertumbuhan esensial dari bakteri.

### **2.4.3. Proses Pengolahan Secara Fakultatif**

Proses pengolahan secara fakultatif ini yaitu proses pengolahan dimana mikroorganisme yang hidup yaitu mikroorganisme yang dapat hidup pada kondisi aerob maupun anaerob. Jadi mikroorganisme ini dapat mendegradasi bahan-bahan organik dalam keadaan ada oksigen maupun tanpa oksigen.

## **2.5. Reaktor Pengolahan Secara Biologis**

Dalam beberapa dasawarsa ini telah berkembang berbagai metode pengolahan biologi dengan segala modifikasinya, pada dasarnya reaktor pengolahan secara biologi dibedakan atas dua jenis, yaitu; reaktor pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth reaktor*), dan reaktor pertumbuhan melekat (*attached growth reaktor*). Pada pertumbuhan tersuspensi mikroorganisme berkembang dan hidup secara tersuspensi (tercampur) didalam air itu sendiri, sedangkan pertumbuhan yaitu dimana mikroorganisme hidup dengan melekat pada media yang ditempatkan pada reaktor pengolahan (media yang biasa yang digunakan seperti batu kerikil).

### **2.5.1. Reaktor Pertumbuhan Tersuspensi (*Suspended Growth Reaktor*)**

Menurut Jenie (1995), pertumbuhan tersuspensi merupakan istilah campuran antara organisme dengan limbah organik. Pertumbuhan tersuspensi dapat terjadi pada reaktor aerob maupun anaerob. Mikroorganisme mampu

membentuk gumpalan menjadi masa flokulan dan mampu bergerak dalam aliran cairan. Contoh dari pertumbuhan tersuspensi yaitu unit lumpur aktif, *lagoon aerated*, parit oksidasi, dan *digester anaerobic* yang tercampur baik.

Didalam reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi, proses lumpur aktif yang banyak dikenal langsung dalam reaktor jenis ini. Proses lumpur aktif berkembang terus dengan berbagai modifikasi. Proses lumpur aktif dengan berbagai modifikasi ini mampu memurnikan BOD, COD dengan efisiensi 75-95%.

#### **2.5.2. Reaktor Pertumbuhan Melekat (*Attached Growth Reaktor*).**

Menurut Jenie (1995), pertumbuhan mikroba akan melekat bila mikroba tersebut tumbuh pada media padat sebagai pendukung dari aliran limbah yang kontak dengan mikroorganisme. Media pendukung antara lain batu-batu besar, karang, lembar plastik bergelombang, atau cakram berputar. Contoh unit pertumbuhan melekat untuk pengolahan limbah cair adalah *filter* yang menetes atau *trickling filter*, cakram biologi berputar dan *anaerobic filter*.

## 2.6. Klasifikasi *Filter*

Klasifikasi filter berdasarkan ukuran material *filter* dan kecepatan filtrasi dengan kategori sebagai berikut:

Tabel 2.4. Klasifikasi *filter* berdasarkan ukuran material filter dan kecepatan filtrasi

No	Tipe Filter	Ukuran Media Filter (mm)	Kecepatan Filtrasi (m/jam)
1	<i>Rock Filter</i>	>50 mm	1-5
2	<i>Roughing Filter</i>	20-4 mm	0,3-1, 5
3	Rapid Sand Filter	4-1 mm	5-15
4	Slow Sand Filter	0,35-0,15 mm	0,1-0,2

Sumber : Anonim, 2005

Tipe filter ini menggunakan *gravel* sebagai media *filter* yang dan dioperasikan tanpa bahan kimia, tidak dilengkapi dengan perlengkapan mekanik untuk operasi dan pemeliharaan, perbedaan dari tipe *roughing filter* adalah diklasifikasikan berdasarkan dibawah ini:

1. Lokasi dan suplai air
2. Tujuan aplikasi
3. Aliran
4. Desain *filter*
5. Teknik pembersihan *filter*

*Roughing Filter* umumnya ditempatkan pada Instalasi Pengolahan dan digunakan sebagai proses prapengolahan, dan kemudian dilanjutkan dengan *slow sand filter*. Filter ini dapat dioperasikan sebagai *up flow*, *down flow* atau *horizontal flow filter*. Perbedaan fraksi *gravel* dari *roughing filter* dapat dibuat di kompartemen yang berbeda dan dioperasikan dengan seri atau ditempatkan di kompartemen yang sama. Pembersihan *filter* dilakukan dengan manual dan hidraulik. Secara manual dilakukan dengan membersihkan bagian atas dari *filter* dengan sekop atau penggaruk sedangkan secara hidraulik dilakukan dengan flushing (pencucian) *solid media filter*. (Anonim, 2005).

#### **2.6.1. Teknologi *Roughing Filter***

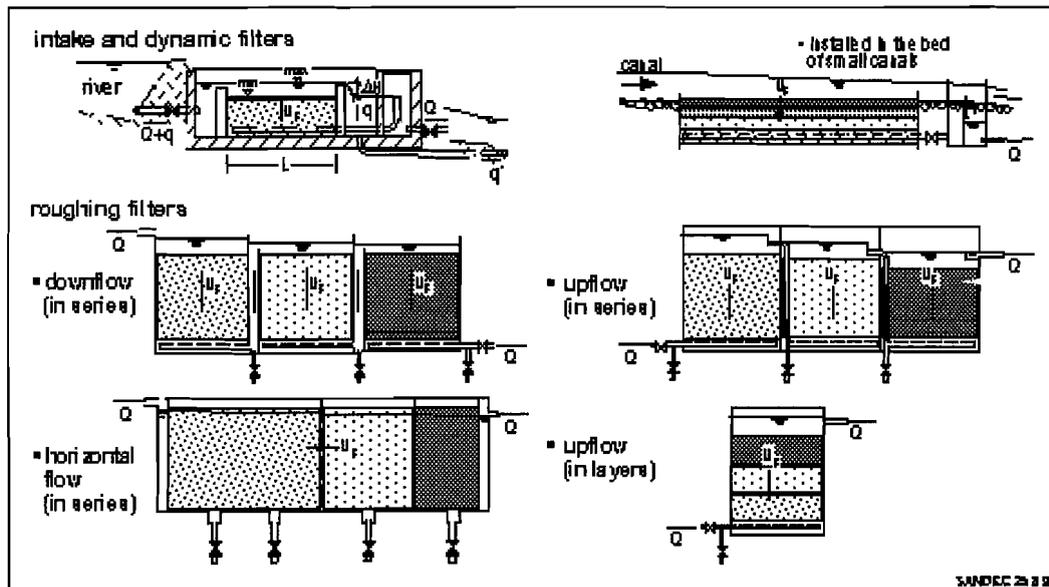
*Filter* yang menggunakan media dengan diameter lebih dari 2 mm disebut sebagai *roughing filter*. *Roughing filter* merupakan salah satu jenis filter yang mudah diterapkan di lapangan.

Sebagai suatu *filter*, partikel yang dihilangkan pada *roughing filter* sangat kecil dibandingkan dengan rongga pori pada media. Jadi proses filtrasi yang terjadi bukanlah *straining* (penyaringan). Proses-proses dasar *roughing filter* adalah pengendapan pada pori dan *adhesi* (melekat) pada partikel-partikel media.

Pada *roughing filter* terjadi *deep penetration* zat-zat tersuspensi ke dalam lapisan media. *Roughing filter* mempunyai kapasitas penampungan lumpur yang besar. Zat-zat padat yang tertahan oleh filter dibersihkan/dihilangkan dengan pembilasan atau jika perlu dengan menggali media filter, mencucinya dan menggantinya. *Roughing filter* menggunakan media yang jauh lebih besar dari media untuk *rapid sand filter* atau lebih tinggi dari kecepatan yang digunakan pada *rapid sand filter*, tergantung pada jenis *filter*, sifat kekeruhan dan penurunan kekeruhan yang diinginkan.

*Rouging Filter* utamanya digunakan untuk memisahkan material padatan dari air. *Roughing filter* merupakan proses yang lebih efektif untuk *meremoval* material padatan dari pada sedimentasi. Reaktor ini biasanya berisi material dengan ukuran yang berbeda pada aliran langsung. Bagian terbesar padatan dipisahkan oleh medium *filter* kasar untuk selanjutnya menuju *filter inlet*. Pengoperasian dilakukan pada *hydraulic loads* yang kecil, dengan kecepatan filtrasi antara 0,3-1,5 m/jam.

Desain dan aplikasi *roughing filter* sangat bervariasi bentuknya, seperti pada gambar 2.2. sebagai berikut:



Gambar 2.2 Tipe roughing filter

### 2.6.2. Aspek Umum dari Desain *Roughing Filter*

Bagian penting dari *filter* adalah bagian yang terdiri dari material *filter*.

Sebuah *filter* terdiri dari 6 elemen yaitu:

#### 1. Kontrol aliran inlet

*Inflow* ke sebuah *filter* harus dikurangi pada pemberian debit dan tetap dipertahankan. Sangat penting untuk mempertahankan kondisi aliran agar konstan untuk mencapai operasi *filter* yang efisien.

## 2. Distribusi air limbah

Pendistribusian air limbah di *filter* harus homogen untuk mencapai kondisi aliran yang seragam pada *filter*, karena itu aliran dari pipa atau saluran harus sama rata didistribusikan ke seluruh permukaan *filter*.

## 3. Media *filter*

Filter terdiri dari tingkatan material *filter*. Bentuk bangunan filter normalnya *rectangular* dengan dinding vertikal. Tetapi hal ini tergantung dari teknik konstruksinya, sirkular dan dinding yang miring juga bisa dibangun. Biasanya yang digunakan sebagai media *filter* adalah *gravel* disekitar sungai atau pecahan batu-batu dengan ujung yang tajam. Meskipun banyak dari material yang tahan untuk kecepatan mekanik, tidak larut dan tidak lemah untuk kualitas air (warna atau bau) dapat digunakan sebagai media *filter*.

## 4. Pengumpulan air yang telah diolah

Pengumpulan air hasil olahan harus seragam ke seluruh *filter*, baik untuk aliran horizontal dengan konstruksi *baffle* berlubang pada tiap sekat. *Outlet* adalah penting untuk pengumpulan dari air yang diolah.

## 5. Kontrol aliran *outlet*

Kontrol aliran *outlet* sangat berfungsi untuk mencegah *filter* dari kekeringan. Pembersihan secara hidroulik dari sebuah pengeringan *Roughing Filter* yang dipenuhi dengan akumulasi *solid* dan bahan-bahan

yang mengendap lainnya adalah sangat sulit jika bagian tidak memungkinkan. Karena itu, semua *Roughing Filter* harus dioperasikan di bawah kondisi jenuh. Sebuah *weir* dan pipa *effluent aerasi* mempertahankan air diatas level *filter bed*. Lagi pula, sebuah bendungan *V-Notch* boleh digunakan untuk pengukuran pada *outlet filter*.

#### 6. Sistem drainase

Sistem drainase dari *Roughing Filter* disiapkan untuk 2 tujuan:

1. Untuk pembersihan *filter* secara hidraulik
2. Untuk melengkapi dari kegiatan pemeliharaan atau perbaikan

Desain *Roughing Filter* mempunyai 3 tujuan, yaitu:

1. Mengurangi kekeruhan dan konsentrasi SS (mg/l)
2. Menghasilkan Q output spesifik setiap hari ( $m^3/s$ )
3. Mengijinkan operasional yang cukup berdasarkan determinan waktu *running filter*  $T_r$  (hari/minggu)

#### 2.6.3. Kriteria Desain *Roughing Filter*

Menurut (Anonim, 2005), kriteria desain untuk *roughing filter* yaitu :

1. Kecepatan filtrasi ( $V_f$ ), umumnya berkisar antara 0.3-1 m/jam
2. Ukuran rata-rata media *filter* yaitu *range* antara 20-4 mm. Fraksi media *filter* direkomendasikan seragam
3. Panjang  $l_i$  (m) dari setiap media *filter* yang spesifik

Setiap panjang li dari material *filter* tergantung pada tipe *filter*. Hal ini boleh berubah besarnya kedalaman dari *upflow roughing filter* dibatasi dengan bangunan, umumnya antara 80 dan 120 cm. Panjang *horizontal flow roughing filter* dalam hal ini tidak dibatasi, tetapi panjang normalnya 5 dan 7 m.

4. Angka  $n_1$  dari fraksi *filter*

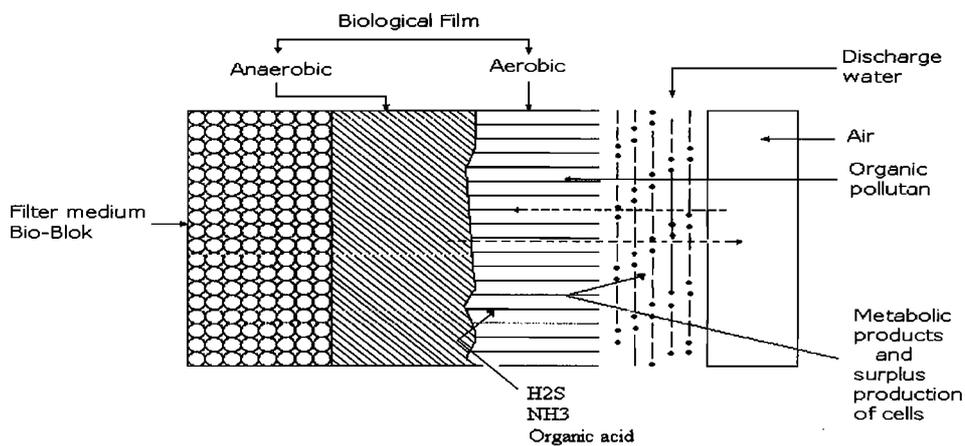
Angka  $n_1$  dari fraksi *filter* bergantung juga pada tipe *filter*. Permukaan *filter* boleh hanya 1 fraksi saja dimana roughing filter biasanya terdiri dari 3 fraksi gravel. Pada gambar 1 ditunjukkan rdeksi kekeruhan pada sebuah roughing filter. Akan tetapi, secara individual panjang filte li dari roughing filter sering di desain dengan rasio 3:2:1.

5. Tinggi H (m) dari luas permukaan *filter* ( $A(m^2)$ )

Tergantung pada aspek struktural dan operasional. Dirkomendasikan 1-2 m untuk menghindarkan dari masalah ketinggian air. Kedalaman 1 m juga dimungkinkan agar bila menggunakan pembersihan *filter* secara manual dilakukan dengan mudah untuk meremoval material *filter*. Lebar *filter* harus tidak melebihi 4-5 m dan A untuk *vertical flow filter* harus tidak lebih besar dari 25-30  $m^2$  atau 4-6  $m^2$  untuk *horizontal flow roughing filter*.

#### 2.6.4. Deskripsi Proses Biologis dalam *Roughing Filter*

Proses yang terjadi pada *roughing filter* serupa dengan *trickling filter*. Kandungan bahan organik didalam air buangan didegradasikan oleh sejumlah mikroorganisme pada media *filter*. Bahan organik *diadsorb* kedalam lapisan *slime*, sedang degradasi secara aerob terjadi pada lapisan luar *slime*. Seiring pertumbuhan mikroorganisme, maka ketebalan *slime*-pun meningkat. Oksigen terdifusi telah habis dikonsumsi sebelum sempat mencapai bagian dalam media, karenanya lingkungan anaerobik terdapat pada bagian sebelah dalam media. Adapun mekanisme transformasi massa dalam *biofilm* pada *roughing filter* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Mekanisme transformasi massa dalam *biofilm*.

Semakin menebalnya lapisan *slime* menyebabkan bahan organik teradsorpsi dan mengalami metabolisme sebelum mencapai mikroorganisme pada

permukaan media, sebagai akibatnya mikroorganisme tidak memperoleh sumber organik *eksternal* untuk sel karbon dan mikroorganisme mengalami fase *endogenous* lalu kehilangan kemampuan menempel pada media. Air yang mengalir akan menggerus lapisan *slime* untuk selanjutnya terbentuk lapisan *slime* baru. Keadaan dimana tergerus inilah yang dikenal sebagai *Cloughing*.

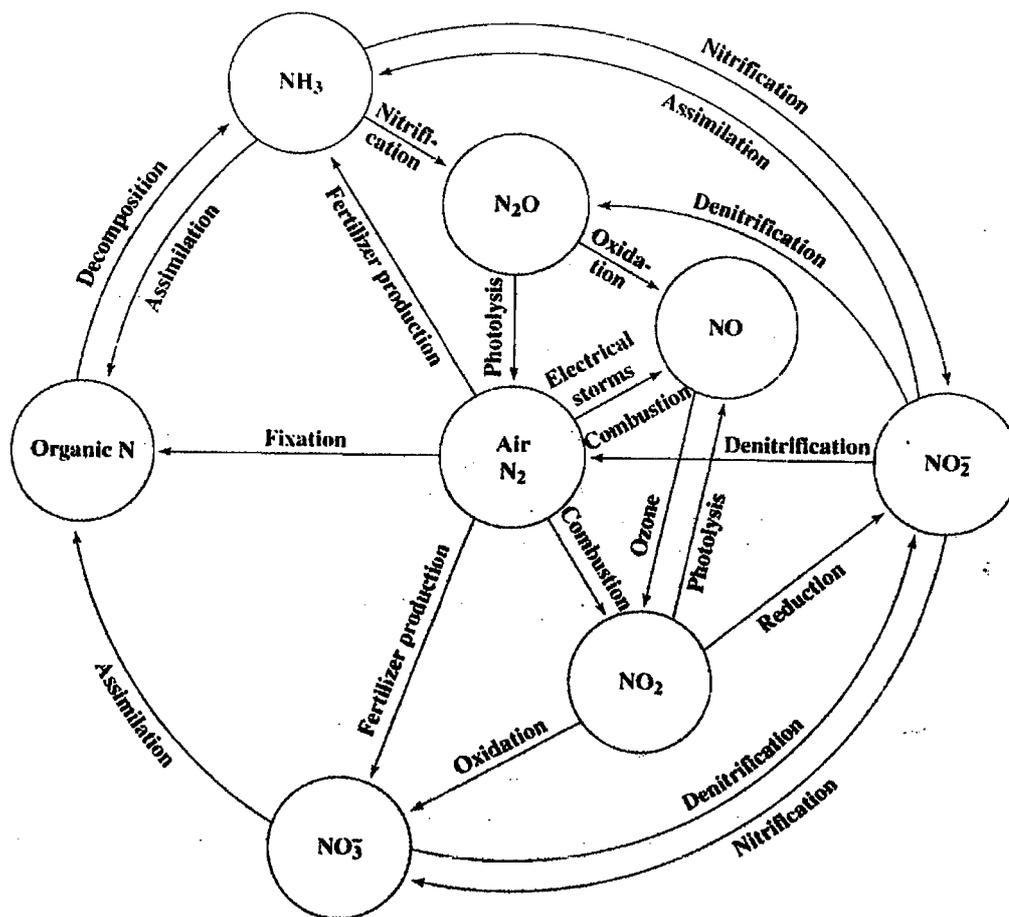
Komunitas biologis yang hidup didalam filter terdiri dari mikroorganisme perintis baik aerobik, anaerobik maupun fakultatif, juga terdapat bakteri, jamur, algae dan protozoa. Mikroorganisme tingkat tinggi yang terdapat adalah serangga, larva, siput dan cacing, namun bakteri fakultatif merupakan mikroorganisme paling dominan yang biasa hidup didalam *trickling filter*. Spesies bakteri yang umum ditemukan didalam siklus degradasi aerob dan anaerob didalam *trickling filter* adalah *Flayobacterium*, *pseudoimonas* dan *Alcaligenes*.

## **2.7. Nitrat (NO<sub>3</sub>) dan Conductivity**

### **2.7.1. Nitrat (NO<sub>3</sub>)**

Senyawa-senyawa nitrogen terdapat dalam keadaan terlarut atau sebagai bahan-bahan tersuspensi. Senyawa ini sangat penting dalam air dan memegang peranan yang sangat kuat dalam reaksi-reaksi biologi perairan. Jenis-jenis nitrogen anorganik utama dalam air merupakan ion nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), dan amoniak (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Dalam beberapa keadaan ion nitrit (NO<sub>2</sub>) juga ditemukan dalam air. Sebagian besar nitrogen total dalam air terikat sebagai nitrogen organik yaitu

dalam bahan-bahan yang berprotein. Sumber-sumber nitrogen dalam air dapat bermacam-macam, meliputi penguraian bahan-bahan organik, buangan domestik, limbah industri, kotoran hewan dan pupuk. Adapun siklus nitrogen di alam dapat dilihat pada gambar 2.4.



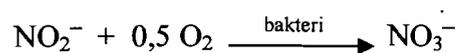
Gambar 2.4. Siklus nitrogen di alam

Nitrat mewakili produk akhir dari oksidasi zat yang bersifat nitrogen. Jumlah nitrat itu menunjukkan lajunya pembenahan menuju oksidasi lengkap dan mantap. Indikator populasi dalam nitrogen anorganik adalah nitrit, nitrat dan amonia. Nitrat dapat terbentuk karena tiga proses yaitu; badai listrik, mikroorganisme pengikat nitrogen, dan bakteri yang memanfaatkan amonia.

Nitrat dapat dibentuk dengan nitrifikasi yang melibatkan ion amonia, yang berubah ke nitrit kemudian ke bentuk nitrat.

Nitrifikasi ( $\text{NH}_4 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_3$ ) merupakan sebuah reaksi aerobik, terutama adanya organisme *autotropis* dan  $\text{NO}_3$  yang merupakan hasil akhir utama. (Bouma, 1979)

Reaksi pembentukan nitrat yang lain (Betty, Rahayu) adalah:



Reaksi pembentukan nitrat yang lain (Unus Suriawiria, 2003), dimana nitrosomanas dan nitrobacter mengoksidasi  $\text{NH}_3^+$  amonia menjadi  $\text{NO}_2^-$  adalah:



Adanya  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NO}_2$  dalam air, adalah petunjuk adanya pencemaran berat pada perairan. Nitrogen merupakan nutrisi kunci perhatian karena dia memberi kontribusi pada *eutrofikasi* air permukaan, dan besarnya nitrogen yang mencapai air tanah dapat berbahaya bagi kesehatan

Menurut Alarets dan Sri Sumestri , 1987 proses terjadinya nitrat adalah sebagai berikut :



Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) merupakan senyawa nitrogen yang menjadi  $\text{NH}_4$  pada pH rendah dan disebut amonium, amoniak sendiri berada dalam keadaan tereduksi. Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni dan tinja, juga oksidasi zat organik (HaOb Cc Nd) secara mikrobiologis, yang berasal dari air alam atau air buangan industri dan penduduk.

Denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat dan nitrit dimana nitrat digunakan sebagai terminal hidrogen pada saat potensial oksigen rendah dalam limbah (Jenie, 1993).

Meskipun oksigen pada umumnya merupakan elektron akseptor dalam oksidasi NADH pada sistem transport elektron, beberapa organisme dapat menggunakan elektron akseptor lainnya. Satu dari banyaknya alternatif elektron akseptor adalah nitrat. Dimana Nitrat akan direduksi ke dalam bentuk nitrogen, yaitu  $\text{N}_2\text{O}$  dan  $\text{N}_2$ , dimana proses ini disebut Denitrifikasi (Brock, 1984).

Menurut Rittmann (2001), denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) menjadi gas  $\text{N}_2$ . Dengan kata lain adalah sebagai elektron akseptor yang digunakan sebagai energi. Dalam proses denitrifikasi, nitrat akan direduksi menjadi *Nitrit* ( $\text{NO}_2^-$ ), *nitric oxide* (NO), *nitrous oxide* ( $\text{N}_2\text{O}$ ), dan gas  $\text{N}_2$ .

Reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut :





Dalam Denitrifikasi, bakteri heterotrofik fakultatif yang mampu menggunakan nitrat atau nitrit antara lain *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Denitro – bacillus*, *Spirillum*, *Vacilles* dan *Achromobacter* ( Jenie, 1993).

Bakteri yang berperan dalam proses denitrifikasi ini yaitu *Proteobacteria* seperti *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Paracoccus*, dan *Thiobacilus* (Rittmann, 2001).

Nitrat sangat beracun, tetapi tidak dapat bertahan lama. Jika kandungan nitrat sudah mencapai 45 ppm, akan berbahaya untuk diminum. Nitrat menyebabkan air menjadi keruh, menurunkan oksigen terlarut, penurunan populasi ikan, bau busuk, rasa tidak enak dan kurang sehat untuk keperluan rekreasi.

Bahaya nitrat bagi kesehatan manusia karena dapat menyebabkan terjadinya *methemoglobinemia* dalam darah, dimana nitrat direduksi menjadi nitrit ( $\text{NO}_2$ ) dalam perut, sehingga terjadinya pengikatan *haemoglobin* oleh nitrit dalam darah sehingga darah tidak dapat mengangkut  $\text{O}_2$ , disamping itu juga dapat menimbulkan kanker (Alarets dan Sri Sumestri, 1987). Keracunan ini menimbulkan muka biru dan kematian, sehingga disebut penyakit bayi biru. *Public Health Service Amerika* menganjurkan 45 ppm nitrat sebagai ambang batas.

### 2.7.2. Conductivity

*Conductivity* (daya hantar listrik) merupakan kemampuan suatu penghantar dalam mengantarkan arus listrik. Pengukuran daya hantar listrik dalam zat cair (DHL) berdasarkan kemampuan kation dan anion untuk menghantarkan arus listrik. Daya hantar listrik didefinisikan juga sebagai kebalikan dari tahanan listrik:

$$L = \frac{I}{R} = \frac{I}{\rho} = \frac{A}{I}$$

Dimana:

L = daya hantar

I = panjang (cm)

R = tahanan

$\rho$  = tahanan jenis

A = luas (cm<sup>2</sup>)

Rumus untuk daya hantar jenis:

$$L_s = \frac{I}{P}$$

Dimana:  $L_s$  = daya hantar jenis

Penentuan daya hantar listrik pada air dapat mengindikasikan secara perkiraan kadar garam yang terdapat didalamnya.

Dalam Satuan Internasional Daya hantar listrik dinyatakan dalam mS/m (millisiemens per meter); 1 mS/m = 10  $\mu$ mho/cm dan 1  $\mu$ S/cm = 1  $\mu$ mho/cm.

*Conductivity* listrik biasanya dan praktis digunakan untuk menentukan besarnya TDS (*total dissolved solids*). Secara umum *conductivity* listrik dapat dikonversi untuk mendapatkan nilai TDS, dimana:  $TDS \text{ (mg/L)} = 0,64 \times EC$  (*electrical conductivity*). (Ir. S. Veenstra, 1995)

*Conductivity* digunakan sebagai salah satu parameter fisik dalam pengukuran kualitas air, karena kemampuannya yang merupakan indikator hadirnya berbagai jenis garam-garam dalam air.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Obyek penelitian**

Pada penelitian ini obyek penelitian yang akan dilakukan yaitu lindi sampah yang diambil dari TPA Piyungan, Bantul.

#### **3.2. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di laboratorium kualitas lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan FTSP Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang km 14,5 Yogyakarta.

#### **3.3. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini termasuk kedalam penelitian eksperimen skala laboratorium.

#### **3.4. Parameter Penelitian dan Metode uji**

Dalam penelitian ini parameter yang akan diperiksa yaitu nitrat dan *conductivity* Adapun keterangan mengenai metode pengujian yang akan digunakan untuk tiap parameter dapat dilihat pada tabel 3.1 .

Tabel 3.1 Parameter Penelitian dan Metode Uji

Nomor	Parameter	Metode Uji
1.	Nitrat	* SNI 1991 - Standar 47 Metode Pengujian Kadar Nitrat dalam air dengan alat Spektrofotometer Secara Brusin Sulfat SK SNI M-49-1990-03
2.	<i>conductivity</i> (daya hantar listrik)	* SK SNI M. 03-1989-F Dengan alat multimeter

### 3.5. Alat yang digunakan

- 1 Reaktor *Anaerobic horizontal roughing filter*
- 2 Alat-alat uji nitrat dan alat penguji *conductivity* (multimeter).

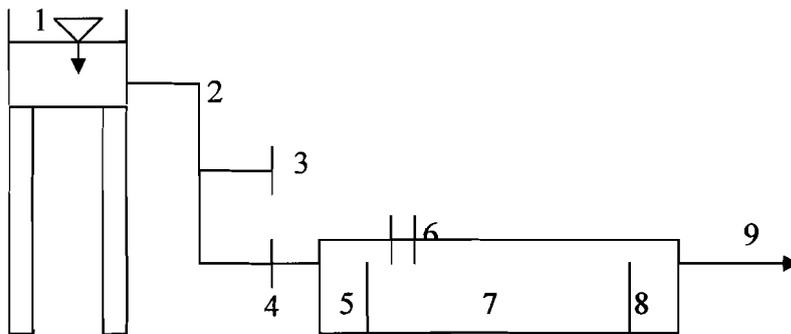
### 3.6. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Variabel tetap yaitu parameter nitrat dan *conductivity* pada lindi sampah
2. Variabel bebas yaitu variasi waktu pengambilan sampel (td).

### 3.7. Desain Reaktor

Reaktor yang direncanakan terbuat dari *fiber*, yang dilengkapi dengan pengendapan dan *outlet*. Secara garis besar skema unit pengolahan yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.1.

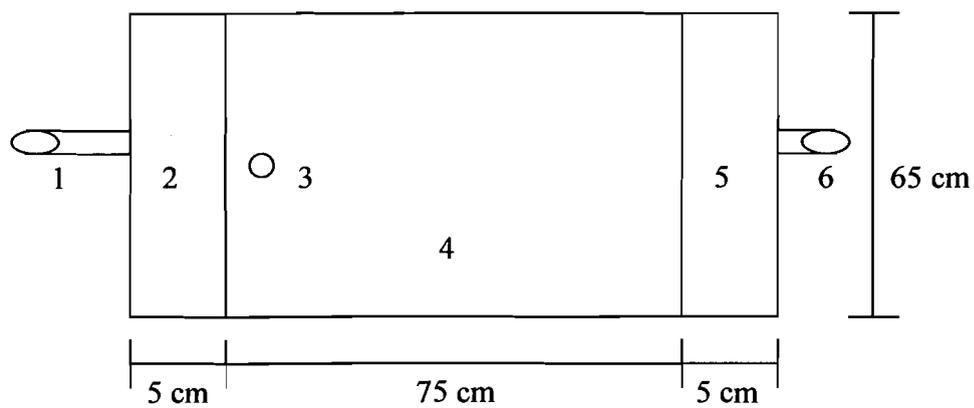


Gambar 3.1. Skema unit pengolahan

Keterangan:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. Tandon air                         | 6. Pipa gas                                      |
| 2. Pipa                               | 7. Media <i>Filter</i> (kerikil $\Phi$ 11-15 mm) |
| 3. Kran <i>inlet</i> (titik sampel 1) | 8. Bak Pengendap                                 |
| 4. Kran pengatur debit                | 9. <i>Outlet</i> (titik sampel 2)                |
| 5. Bak Pengendap                      |  |

Untuk gambar reaktor *anaerobic horizontal roughing filter* dapat dilihat pada gambar 3.2.



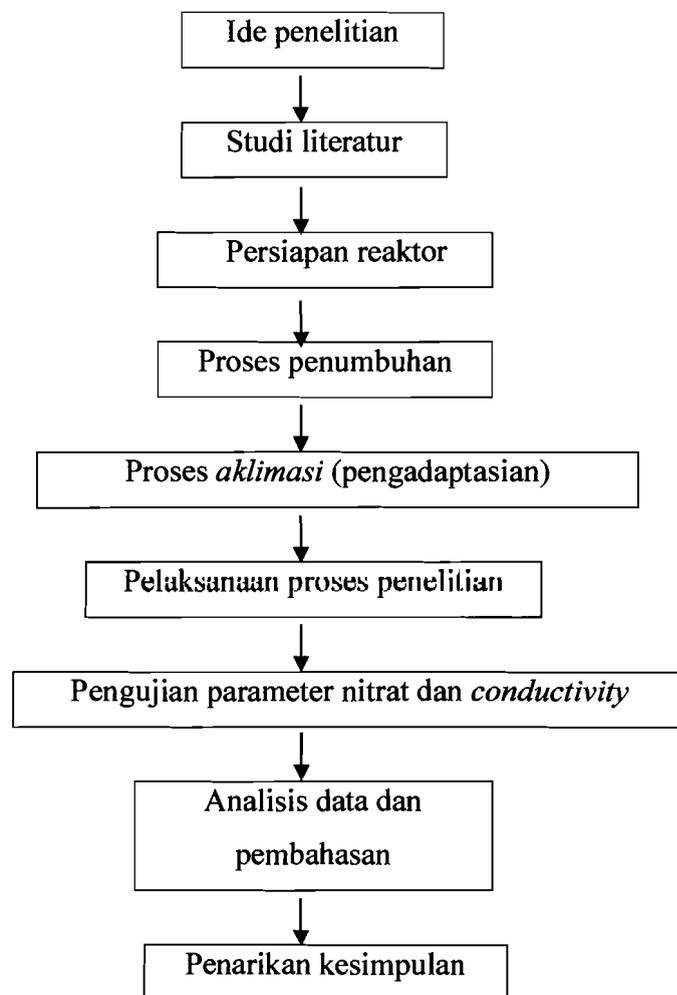
Gambar 3.2. Reaktor *anaerobic horizontal roughing filter*

Keterangan :

1. *Inlet*
2. Ruang pengendapan
3. Saluran gas
4. Media *filter* ( $\Phi$  11-15 mm)
5. Ruang pengendapan
6. *Outlet*

### 3.8. Skema Tahapan Penelitian

Adapun skema tahapan penelitian secara lengkap dan berurutan untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Skema tahapan penelitian

### 3.9. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

#### 3.9.1. Persiapan Alat

- Peralatan yang digunakan berupa reaktor *Roughing Filter* yang terdiri dari 3 (tiga) bagian yaitu: ruang pengendap awal, ruang media *filter* (batu kerikil) dengan ukuran  $\Phi$  11-15 mm dan ruang pengendap akhir. Selain itu reaktor *roughing filter* ini juga dilengkapi dengan saluran *inlet*, saluran *outlet* dan penyalur gas. Penyalur gas terbuat dari pipa yang diletakkan diatas ruang media *filter* dan dilengkapi dengan indikator terbentuknya gas yang berupa kantong plastik kecil yang dikondisikan kedap udara. Reaktor *roughing filter* ini juga dilengkapi dengan reservoir atas dan reservoir bawah untuk meyakinkan suplai air selalu tercukupi.
- Reaktor *roughing filter* dihubungkan dengan reservoir sebagai sumber suplai air yang akan diolah, dimana reservoir yang dipakai berupa ember yang didesain sebagai penampung dan penyalur air limbah. Ember (reservoir) dihubungkan dengan pipa menuju reaktor *roughing filter*. Reservoir diletakkan dengan posisi lebih tinggi daripada reaktor *roughing filter* (reservoir atas) untuk memberikan daya tekanan sebagai energi untuk mengalirkan air yang akan diolah.

### 3.9.2. Proses Penumbuhan

- Sebelum dilakukan proses pengolahan air limbah domestik, terlebih dahulu diadakan tahapan penumbuhan untuk mendapatkan jumlah mikroorganisme anaerobik yang cukup dan untuk pembentukan lapisan film biologis (*slime*) pada media pertumbuhan yang berupa batu kerikil.
- Proses penumbuhan ini dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah secara kontinyu selama 20 hari (rencana awal 15 hari) sampai adanya pembentukan gas (plastik penangkap gas mengembang) sebagai indikator berjalannya proses anaerobik.
- Dalam proses penumbuhan ini, untuk memastikan sumber nutrient mikroorganisme tercukupi agar dapat segera tumbuh dan berkembang dalam air limbah ditambahkan gula (glukosa) dan pupuk urca, yang diberikan 2-4 hari sekali.
- Setelah proses penumbuhan dilakukan dan diperkirakan kondisi reaktor telah anaerobik (dengan indikator munculnya gas), maka dilakukan proses *aklimasi* (penyesuaian) selama 10 (sepuluh) hari, dengan tahapan konsentrasi limbah mulai dari 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%, dimana masing-masing tahap dilakukan dalam waktu 2 hari.

### 3.9.3. Proses pengambilan contoh uji

- Proses pengambilan contoh uji dilakukan setelah konsentrasi limbah 100%
- Pengambilan contoh uji dilakukan selama 10 hari berturut-turut. Waktu pengambilan contoh uji yaitu pada pagi hari (pukul 06.00) untuk inlet dan kedua (untuk outlet) pada pukul 12.00. Sistem pengambilan contoh uji ini dilakukan dengan mempertimbangkan waktu detensi (td) untuk reaktor yang digunakan yaitu 6 (enam) jam. Setelah sampel diambil, kemudian dilakukan pengawetan dengan penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat sampai pH dibawah 2, dan selanjutnya didinginkan dalam lemari pendingin paling lama 2 (dua) hari. Langkah pengewetan dilakukan dengan pertimbangan efisiensi penggunaan alat spektrofotometer dan masih sesuai dengan prosedur pengujian.

### 3.10. Prosedur Penelitian

- Air limbah domestik yang berasal dari TPA Piyungan, Bantul, dimasukkan ke dalam bak reservoir bawah yang berfungsi sebagai bak penampung, kemudian dari bak reservoir bawah dipompa ke reservoir atas.
- Pengambilan contoh uji untuk *inlet* melalui saluran khusus yang telah disediakan, kemudian dilakukan pengawetan dengan penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

pekat sampai pH dibawah 2, dan selanjutnya didinginkan dalam lemari pendingin paling lama 2 (dua) hari.

- Mengalirkan air limbah kedalam reaktor yaitu dengan debit sebesar 23 l/jam = 86,67 ml/menit.
- Setelah pengaliran selama 6 (enam) jam dilakukan pengambilan contoh uji limbah untuk *outlet*, kemudian dilakukan pengawetan dengan penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat sampai pH dibawah 2, dan selanjutnya didinginkan dalam lemari pendingin paling lama 2 (dua) hari.

### 3.11. Pemeriksaan Sampel

Pemeriksaan dan prosedur pendukung lainnya dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI edisi 1991 dari Bidang Pekerjaan Umum tentang Kualitas Air, baik untuk pengujian nitrat maupun *conductivity*. Prosedur pengujian setiap parameter dapat dilihat pada lampiran 2.

Analisis sampel untuk parameter nitrat dilakukan setiap 2 hari sekali (sekali analisis untuk sampel 2 hari), ini dilakukan dengan pertimbangan efisiensi alat spektrofotometer dan masih sesuai dengan prosedur analisis. Pengukuran *conductivity* dilakukan secara langsung setelah pengambilan sampel.

### 3.12. Analisa Data

Tahap analisa data dilakukan dengan memasukkan data-data yang telah diperoleh dari tahap analisis laboratorium, baik mengenai konsentrasi nitrat maupun *conductivity* untuk *inlet* maupun *outlet* kedalam bentuk tabel. Setelah itu maka dilakukan perhitungan mengenai efisiensi untuk parameter nitrat dan *conductivity*, dan barulah diplotkan dalam bentuk grafik.

Tingkat efisiensi dinyatakan dengan cara membandingkan antara konsentrasi awal dan akhir dari parameter penelitian, jika hasil yang diperoleh positif maka sampel mengalami penurunan konsentrasi, namun apabila hasilnya negatif maka sampel mengalami kenaikan. Persamaan yang akan digunakan untuk perhitungan adalah *overall efficiency* yaitu:

$$\eta = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

$\eta$  = *Overall Efficiency* (%)

$C_o$  = Konsentrasi Awal (mg/L)

$C_e$  = Konsentrasi akhir (mg/L)

Selain itu dilakukan analisa data dengan uji t (*t test*) yang bertujuan untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel tersebut sama atau berbeda, dengan kata lain untuk menguji signifikansi hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel.

Perhitungan *T-test* menggunakan komputer (*Excel*) dengan memasukkan data-data yang dimiliki kedalam program *T-test*. Setelah diperoleh hasil perhitungan maka akan dimasukkan dalam kaidah pengujian *T-test*, yaitu membandingkan antara *t stat* (*t* hitung) dengan *t critical two tail* (*t* tabel).

Kesimpulan dari *T-test* akan diambil dari hasil perbandingan *t* hitung dengan *t* tabel. Kesimpulan yang dapat terjadi yaitu sebagai berikut:

Jika:  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{hitung}}$ , maka kesimpulannya  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak

Jika:  $-t_{\text{tabel}} \geq t_{\text{hitung}} \geq +t_{\text{tabel}}$ , maka kesimpulannya  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima

Keterangan kesimpulan :

$H_a$  : terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi pada *inlet* dan *outlet*

$H_0$  : tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi pada *inlet* dan *outlet*.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil Penelitian**

Penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahap yaitu: tahap penumbuhan selama 20 (duapuluh) hari dan tahap aklimasi selama 10 (sepuluh) hari, dilanjutkan dengan tahap pengujian laboratorium yang dilakukan selama 10 hari berturut-turut. Pengujian sampel dilakukan di laboratorium lingkungan FTSP UII. Parameter-parameter yang diuji adalah nitrat dan *conductivity*.

##### **4.1.1. Nitrat**

Pengujian nitrat dilakukan selama 10 (sepuluh) hari, dengan perlakuan triplo (tiga kali pengujian), kemudian akan diambil 2 (dua) sampel yang terdckat. Dari hasil pengujian diperoleh jumlah 20 sampel, akan tetapi 2 sampel tidak dapat dipakai karena adanya kesalahan analisis sehingga sampel yang dipakai berjumlah 18 (delapan belas) sampel. Hasil pengukuran dan besar efisiensi untuk nitrat dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil laboratorium untuk pengujian nitrat

Hari	Sampel	Sampel (mg/L)		Efisiensi (%)
		inlet	outlet	
1	A	13,495	11,464	4,2
	B	10,154	11,191	
2	A	16,127	15,645	0,8
	B	15,873	16,109	
3	A	10,053	10,480	-4,6
	B	9,991	10,484	
4	A	10,566	10,303	3,4
	B	10,771	10,303	
5	A	6,768	6,723	2,87
	B	6,753	6,410	
7	A	5,371	5,227	3,2
	B	5,410	5,208	
8	A	4,659	4,594	0,7
	B	4,588	4,588	
9	A	4,929	5,540	-18,8
	B	4,922	5,441	
10	A	4,408	5,100	-16
	B	4,359	5,076	
$\Sigma$		74,7655	75,443	
$X_R$		4,1536	4,191	-0,9

Keterangan: Tanda (-) menunjukkan adanya kenaikan dari konsentrasi Nitrat

#### 4.1.2. *Conductivity*

Pengujian *conductivity* dilakukan selama 10 (sepuluh) berturut-turut, dengan perlakuan triplo (tiga kali pengujian ulang), karena pada saat pengujian (tiga kali pengulangan) selalu diperoleh hasil yang sama maka hasil pengujian hanya diwakili oleh satu sampel. Adapun hasil pengujian secara lengkap dan besar efisiensi pengolahan untuk parameter *conductivity* dapat dilihat pada tabel 4.2. sebagai berikut:

Tabel 4.2. Hasil pengukuran *conductivity*

Hari	Ph	<i>Conductivity</i> (micromho/cm)		Efisiensi (%)
		inlet	outlet	
1	6,7	1.307	1.319	- 0,9
2	6,9	1.450	1.440	0,6
3	6,7	1.437	1.440	-0,2
4	6,6	1.217	1.080	11,3
5	6,9	941	940	0,1
6	7	798	815	-2,1
7	6,7	761	746	2
8	6,7	716	739	-3,2
9	6,7	713	716	-0,42
10	7,1	681	679	0,3
$\Sigma$		10.021	9.914	
$X_R$		1002,1	991,4	1,1

Keterangan: Tanda (-) menunjukkan adanya kenaikan dari *conductivity*

## 4.2. Analisa Data

### 4.2.1. Nitrat

Untuk analisa data digunakan *T-test*, dimana *T-test* bertujuan untuk menguji signifikansi hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel sebelum dan sesudah mengalami suatu perlakuan (proses) dari dua rata-rata sampel. Perhitungan *T-test* dilakukan dengan menggunakan komputer (*Excel*), dimana perhitungan yang lengkap akan dilampirkan.

Adapun hasil pengujian menggunakan *T-test* sebagai berikut:

\* hasil perhitungan : t tabel (*t critical two tail*) = 2,109815559, dan

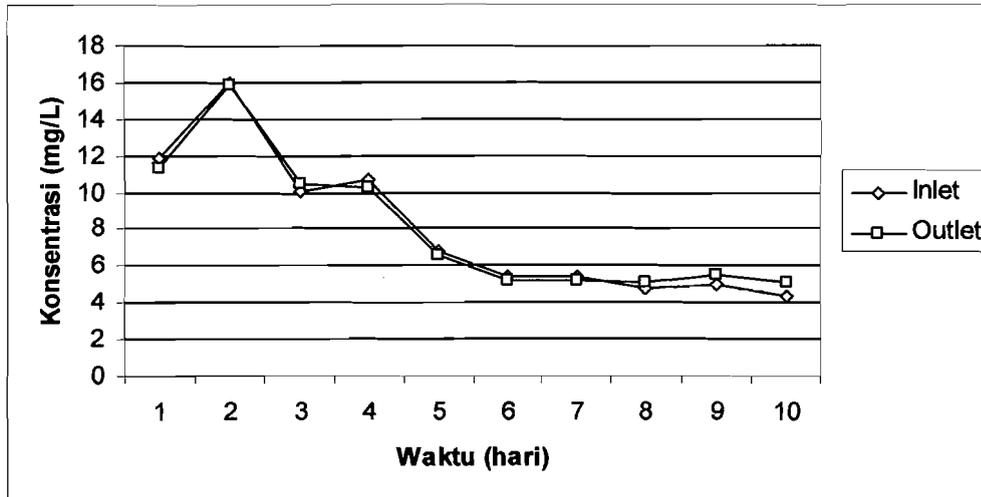
$$t \text{ hitung (t stat)} = -1,000032973$$

\*kriteria pengujian dua pihak:  $- t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t\text{-tabel}$ ,

Maka :  $- 2,109815559 \leq -1,000032973 \leq 2,109815559$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak.

\* Diperoleh kesimpulan bahwa: tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi nitrat pada inlet dan outlet.

Dibawah ini dapat dilihat gambar 4.1. mengenai grafik hubungan antara waktu dengan konsentrasi nitrat pada inlet dan outlet selama sepuluh hari pengukuran, yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.1. Grafik hubungan konsentrasi nitrat pada *inlet* dan *outlet* dengan waktu

#### 4.2.2. Conductivity

Untuk analisa data digunakan *T-test*, dimana *T-test* bertujuan untuk menguji signifikansi hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel sebelum dan sesudah mengalami suatu perlakuan (proses) dari dua rata-rata sampel. Perhitungan *T-test* dilakukan dengan menggunakan komputer (*Excel*), dimana perhitungan yang lengkap akan dilampirkan.

Adapun hasil pengujian menggunakan *T-test* sebagai berikut:

\* hasil perhitungan diperoleh:  $t$  tabel (*t critical two tail*) = 2,262157158, dan

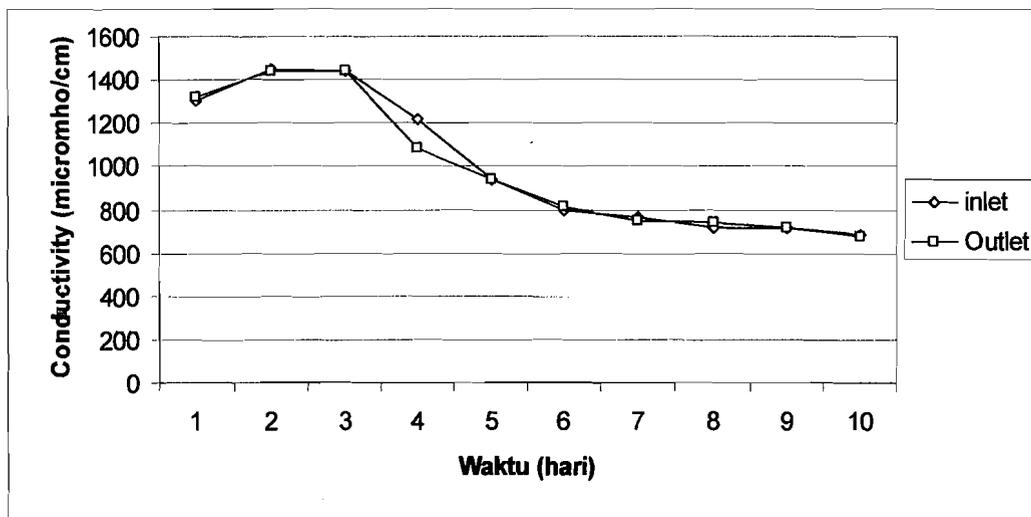
$$t \text{ hitung (t stat)} = 0,737704953$$

\*kriteria pengujian dua pihak:  $- t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{-tabel}$ ,

Maka diperoleh:  $-2,262157158 \leq 0,737704953 \leq 2,262157158$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak.

\* Diperoleh kesimpulan bahwa: tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara *conductivity* pada *inlet* dan *outlet*.

Pada gambar 4.2. dapat dilihat hubungan antara waktu dengan *conductivity* pada *inlet* dan *outlet* selama sepuluh hari pengukuran, yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.2. Grafik hubungan nilai *conductivity* pada *inlet* dan *outlet* dengan waktu

### 4.3. Pembahasan

Dari data-data hasil pengujian diketahui bahwa terjadi kenaikan konsentrasi pada nitrat, sedangkan untuk *conductivity* mengalami penurunan. Setelah dilakukan analisa data menggunakan *T-test*, diperoleh hasil bahwa tidak terjadi perubahan yang signifikan untuk nitrat dan *conductivity* antara *inlet* dan *outlet*.

Adapun penjelasan mengenai hasil penelitian yang diperoleh akan dibahas secara lengkap untuk masing-masing parameter, yaitu sebagai berikut:

#### 4.3.1. Nitrat

Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa konsentrasi nitrat naik dengan rata-rata kenaikan sebesar 0,9%. Setelah dilakukan analisa statistik dengan metode *T-test* diperoleh kesimpulan yaitu  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak, dimana  $H_0: \mu_1 = \mu_2$  atau dengan kata lain rata-rata konsentrasi *inlet* sama dengan rata-rata konsentrasi *outlet*. Ini menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan antara *inlet* dengan *outlet*.

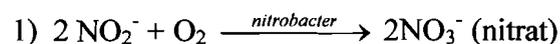
Dari penjelasan hasil pengujian statistik dengan metode *T-test* diatas yang menjelaskan bahwa tidak ada perubahan konsentrasi pada *inlet* dan *outlet*, maka dapat dikatakan bahwa proses pengolahan dalam reaktor tidak berjalan dan tidak sesuai dengan hipotesa yang dimiliki, dimana seharusnya pada proses anaerobik nitrat akan mengalami penurunan konsentrasi. Secara teoritis pada kondisi

anaerobik nitrat akan mengalami proses denitrifikasi dan akan terdegradasi oleh golongan bakteri *heterotrofik fakultatif* yang mampu menggunakan nitrat atau nitrit untuk metabolismenya, yaitu antara lain: *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Denitro-bacillus*, *Spirillum*, *Vacilles* dan *Achromobacter* (Jenie, 1993) yang akhirnya menghasilkan gas metan dan CO<sub>2</sub>, namun pada penelitian kali ini proses tersebut tidak berjalan.

Pada penelitian ini terjadi kenaikan nitrat dengan rata-rata sebesar 0,9%. Kenaikan yang terjadi ini dapat dikatakan sangatlah kecil, sehingga ada tiga kemungkinan yang dapat menyebabkan hal ini terjadi yaitu:

- 1) terjadi karena kurang-akuratan dalam analisis di laboratorium
- 2) terjadi pembentukan nitrat pada proses pengolahan
- 3) waktu kontak yang tidak terpenuhi

Untuk kemungkinan kedua kenaikan konsentrasi nitrat berarti adanya penambahan nitrat atau dengan kata lain masih terjadi pembentukan nitrat pada proses pengolahan. Secara teoritis nitrat hanya dapat terbentuk pada proses aerobik yaitu proses nitrifikasi NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (nitrit) dan oxidation NO<sub>2</sub> (nitrogen dioksida), adapun reaksi kimianya sebagai berikut:



Karena proses-proses ini hanya terjadi pada kondisi yang aerobik maka diperkirakan proses pengolahan yang terjadi masih bereaksi (kontak) dengan

udara. Kemungkinan yang dapat terjadi antara lain: pada saat pengolahan, reaktor masih belum dalam kondisi anaerobik penuh sehingga memungkinkan belum terjadinya proses denitrifikasi atau bahkan masih terjadinya pembentukan nitrat (nitrifikasi), kemungkinan yang lain adalah masih adanya reaksi limbah dengan udara pada saat pengambilan sampel sehingga memungkinkan terbentuknya nitrat.

Untuk kemungkinan ketiga yaitu waktu kontak tidak terpenuhi kemungkinan sangat bisa terjadi, dimana kemungkinan limbah keluar terlebih dahulu padahal belum mencapai waktu kontak yang direncanakan, hal itu dapat menyebabkan proses biologis yang diharapkan tidak bekerja secara optimum.

#### **4.3.2. Conductivity**

Pada pengujian *conductivity* diperoleh hasil bahwa terjadi penurunan *conductivity* pada *inlet* dan *outlet* dengan rata-rata sebesar 1,1%.

Setelah dilakukan analisa statistik dengan metode *T-test* diperoleh kesimpulan yaitu  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak, ini berarti bahwa penurunan yang terjadi tidak signifikan (relatif kecil).

Seperti yang telah diketahui bahwa *Conductivity* merupakan pengukuran perkiraan kadar mineral (ion) yang terdapat zat cair, ini berarti penurunan *conductivity* pada limbah lindi yang terjadi setelah melalui proses pengolahan

dengan *reaktor anaerobic horizontal roughing filter* menunjukkan penurunan kadar mineral yang terdapat di dalam lindi.

Penurunan kadar mineral disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme. Secara teoritis mikroorganisme memerlukan sumber mineral sebagai komponen sel, pengatur tekanan osmosa, kadar ion hidrogen, permeabilitas dan tekanan oksidasi-reduksi medium. Adapun sumber mineral yang dibutuhkan oleh mikroorganisme diperoleh dari komponen utama antara lain: nitrogen, fosfor, karbon, dan hidrogen. Unsur-unsur lainnya yang diperlukan ialah: K, Ca, Mg, Na, S, Cl, sedangkan Fe, Mn, Co, Bo, Zn, Mo, dan Al diperlukan di dalam jumlah yang kecil (Unus Suriawiria, 2003, hal 43), pemanfaatan beberapa jenis mineral inilah yang menyebabkan *conductivity* menjadi turun.

Mikroorganisme membutuhkan nutrien untuk pertumbuhannya, dimana nutrient tersebut salah satunya diperoleh dari beberapa jenis logam. Adapun logam yang dibutuhkan pertumbuhan biologi mikroorganisme dibagi menjadi dua golongan yaitu makro dan mikro. Logam-logam yang termasuk dalam golongan makro antara lain: Calcium (Ca), iron (Fe), Magnesium (Mg), potassium (K) dan sodium (Na), sedangkan golongan mikro yaitu: chromium (Cr), cobalt (Co), copper (Cu), Lead (Pb), magnesium (Mg), mangan (Mn), molybdenum (Mo), nikel (Ni), selenium (Se), tungsten (W), vanadium (V), zink (Zn).

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Terjadi kenaikan pada konsentrasi nitrat dengan rata-rata 0,9%, kenaikan ini dikatakan tidak signifikan yaitu cenderung tidak terjadi perubahan konsentrasi antara *inlet* dengan *outlet*. Ini menunjukkan bahwa proses pada reaktor tidak berjalan dan tidak sesuai dengan hipotesis, dimana pada proses anaerobik seharusnya terjadi degradasi nitrat pada proses denitrifikasi.
2. Terjadi penurunan pada *conductivity*, dengan prosentase rata-rata penurunan sebesar 1,1%. Penurunan *conductivity* yang terjadi disimpulkan tidak signifikan. Adapun penurunan *conductivity* yang terjadi disebabkan oleh pemanfaatan mineral-mineral yang terkandung dalam lindi untuk keperluan metabolisme mikroorganisme.

## 5.2. Saran

1. Perlu dilakukan pengembangan mengenai teknik pengujian kondisi anaerobik, misalnya dengan uji gas metan secara laboratorium, uji permanganat atau pengujian jumlah mikroorganisme yang lainnya.
2. Perlu lebih diperhatikan faktor-faktor penunjang pertumbuhan mikroorganisme, seperti: Ph, suhu, kelembaban, nutrisi, *toksisitas* dan faktor-faktor pendukung lainnya.
3. Khusus untuk *toksisitas*, apabila sumber limbah berpotensi mengandung bahan-bahan yang bersifat *toksik*, maka hendaknya dilakukan pengujian pendahuluan mengenai *toksisitas*. Jika pada limbah ditemukan senyawa-senyawa *toksik* dan konsentrasinya dianggap dapat mengganggu proses pengolahan, maka hendaknya dilakukan penanganan pendahuluan untuk mengurangi/menghilangkan bahan toksik tersebut agar tidak mengganggu proses penelitian yang dilakukan.
4. Perlu dilakukan pengujian aliran hidrolis agar mengetahui apakah waktu tinggal sudah sesuai dengan yang direncanakan, jika diperlukan waktu tinggal ditambah lagi untuk mengantisipasi hal-hal yang menyebabkan tidak terpenuhinya waktu tinggal.
5. Untuk pengambilan sampel untuk parameter-parameter yang sangat sensitif dengan udara maka hendaknya diusahakan baik cara (metode) maupun wadah pengambilan sampel seminimal mungkin kontak dengan udara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., Santika, S. S. 1984. *Metoda Penelitian Air, Usaha Nasional*, Surabaya.
- Anonim, 1991. *Kumpulan SNI Kualitas Air*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Brock, Smith, and Madigan, M. T, 1984. *Biology of Microorganisms*, Fourth Edition, Prentice hall, inc, USA.
- Dwidjoseputro, 1985. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*, Djambatan, Malang.
- Kim H. Tan. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mangunwidjaja, D. dan Suryani, A, 1994. *Teknologi Bioproses*, Swadaya, Jakarta.
- Metcalf and Eddy, 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, McGraw-Hill Companies, America.
- Qasim, S. R, 1985. *Wastewater Treatment Plants and Operation Planning, Design*, Holt, Rinehart and Winston, USA.
- Pranoto, I. S, 2002. *Proses Biokimia DEWATS*, LPTP-BORDA, Yogyakarta.
- Prescott, L. M., Harley, J. P., and Klein, D. A, 1999. *Microbiology*, McGraw-Hill Companies, USA.

- Riduwan, 2004. *Metode dan Teknik Menyusun Tesis*, Alfabeta, Bandung.
- Rittmann, B, 2001. *Environmental Biotechnology*, McGraw-Hill Companies, America.
- Sastrawijaya, A. T, 1991. *Pencemaran Lingkungan*, Rineka Cipta, Jakarta
- Sawyer, 2003. *Chemistry for Environmental Engineering and Science Fifth Edition*, McGraw-Hill, New York, America.
- Sudjana, 1989. *Metode Statistika*, Tarsito, Bandung.
- Syed, R, Qasiim and Walter Chiang, 1994. *Sanitary Landfill Leachate Generation, Control and Treatment*, Technomic Publishing Company, Inc., Pennsylvania U.S.A.
- Unus Suriawiria, 2003. *Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*, P.T. Alumni, Bandung.
- Veenstra, S, 1995. *Wastewater Treatment*, International Institute for Infrastructure, Hydraulic and Environmental Engineering Delft, Bangkok.
- Waluyo, L, 2004. *Mikrobiologi Umum*, UMM Press, Malang.

## LAMPIRAN 1. ANALISIS T-TEST NITRAT DAN *CONDUCTIVITY*

### A. T-test untuk analisa nitrat

**Langkah 1.** Membuat  $H_a$  dan  $H_o$  dalam bentuk kalimat

$H_a$ : terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Nitrat pada *inlet* dan *outlet*

$H_o$ : tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsntrasi Nitrat pada *inlet* dan *outlet*.

**Langkah 2.** Membuat  $H_a$  dan  $H_o$  model statistik

$H_a$ :  $\mu_1 \neq \mu_2$  dan  $H_o$ :  $\mu_1 = \mu_2$

**Langkah 3.** Mencari *Mean, Variance, Correlation* dengan *Excel*, pada tabel 1

**langkah 4.** Mencari  $t$  hitung (*t stat*) dengan *Excel*, pada tabel 1

\* Kriteria pengujian dua pihak

Jika  $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq +t_{tabel}$ , maka  $H_o$  diterima dan  $H_a$  ditolak

**Langkah 6.** Membandingkan  $t_{tabel}$  dengan  $t_{hitung}$

Diperoleh :  $-2,109815559 \leq -1,000032973 \leq 2,109815559$ , maka  $H_o$  diterima dan  $H_a$  ditolak.

**Langkah 7.** Kesimpulan

$H_a$  : terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi nitrat pada *inlet* dan *outlet*, DITOLAK

$H_o$  : tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi nitrat pada *inlet* dan *outlet*, DITERIMA

Hasil perhitungan menggunakan *T-test* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan untuk *T-test*

<i>t-Test: Paired Two Sample for Means</i>		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
<i>Mean</i>	8,288722222	310,3025
<i>Variance</i>	15,78642739	1639574,222
<i>Observations</i>	18	18
<i>Pearson Correlation</i>	-0,208698224	
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0	
<i>df</i>	17	
<i>t Stat</i>	-1,000032973	
<i>P(T&lt;=t) one-tail</i>	0,165658632	
<i>t Critical one-tail</i>	1,739606716	
<i>P(T&lt;=t) two-tail</i>	0,331317263	
<i>t Critical two-tail</i>	2,109815559	

## B. T-test untuk analisa *conductivity*

**Langkah 1.** Membuat  $H_a$  dan  $H_o$  dalam bentuk kalimat

$H_a$ : terdapat perbedaan yang signifikan antara *conductivity* pada *inlet* dan *outlet*

$H_o$ : tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara *conductivity* pada *inlet* dan *outlet*.

**Langkah 2.** Membuat  $H_a$  dan  $H_o$  model statistik

$H_a$ :  $\mu_1 \neq \mu_2$  dan  $H_o$ :  $\mu_1 = \mu_2$

**Langkah 3.** Mencari *Mean, Variance, Correlation* dengan *Excel*, pada tabel 2.

**langkah 4.** Mencari  $t$  hitung ( $t$  stat) dengan *Excel*, pada tabel 2.

\* Kriteria pengujian dua pihak

Jika  $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq +t_{tabel}$ , maka  $H_o$  diterima dan  $H_a$  ditolak

**Langkah 6.** Membandingkan  $t_{tabel}$  dengan  $t_{hitung}$

**Ternyata diperoleh** :  $-2,262157158 \leq 0,737704953 \leq 2,262157158$ , maka  $H_o$  diterima dan  $H_a$  ditolak.

**Langkah 7.** Kesimpulan

$H_a$  : terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi nitrat pada *inlet* dan *outlet*, DITOLAK

$H_o$  : tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi nitrat pada *inlet* dan *outlet*, DITERIMA

Hasil perhitungan menggunakan *T-test* dapat dilihat pada tabel 2.

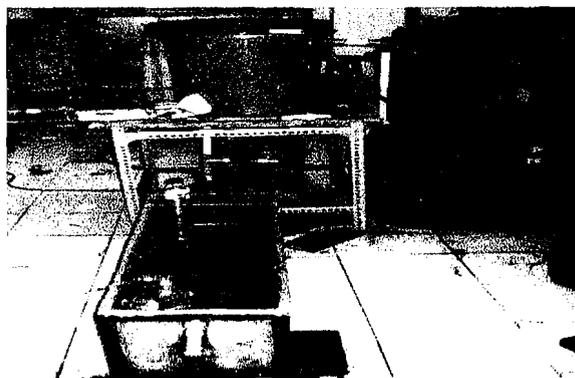
Tabel 2. Hasil perhitungan untuk *T-test*

<i>Conductivity</i>		
<i>t-Test: Paired Two Sample for Means</i>		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
<i>Mean</i>	1002,1	991,4
<i>Variance</i>	100106,1	94308,93333
<i>Observations</i>	10	10
<i>Pearson Correlation</i>	0,989618932	
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0	
<i>df</i>	9	
<i>t Stat</i>	0,737704953	
<i>P(T&lt;=t) one-tail</i>	0,239742536	
<i>t Critical one-tail</i>	1,833112923	
<i>P(T&lt;-t) two-tail</i>	0,479485072	
<i>t Critical two-tail</i>	2,262157158	

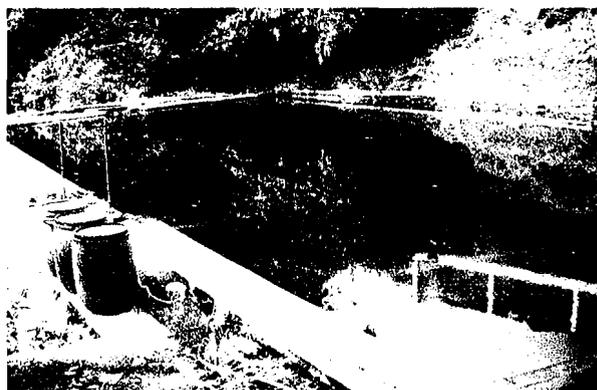
### LAMPIRAN 3. DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN



Gambar 1. *Anaerobic horizontal roughing filter*



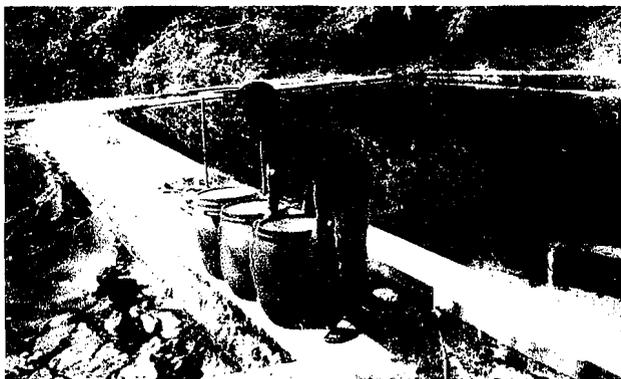
Gambar 2. Reaktor lengkap



Gambar 3. Kolam lindi di TPA Piyungan Bantul



Gambar 4. Persiapan pengambilan lindi



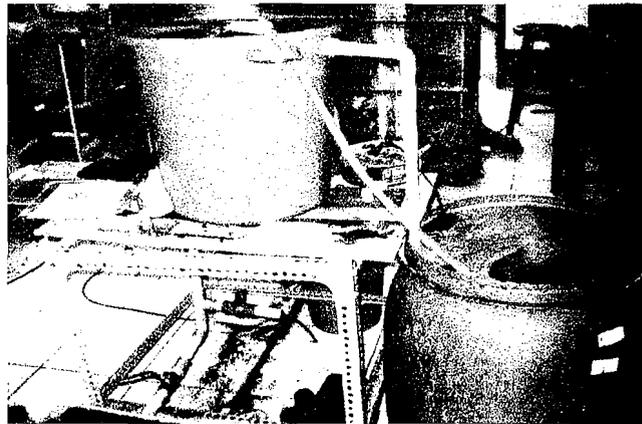
Gambar 5. Pengambilan lindi



Gambar 6. Pengangkutan lindi



Gambar 7. Pengambilan sampel



Gambar 8. Reaktor berjalan



Gambar 9. Sampel uji

**STANDAR**

SK SNI M-49-1990-03

**47**

**METODE PENGUJIAN KADAR  
NITRAT DALAM AIR DENGAN ALAT  
SPEKTROFOTOMETER SECARA BRUSIN SULFAT**



**DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM**

DAFTAR RUJUKAN

1. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1975 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14<sup>th</sup> 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.

REKAM PUSAT

PERPUSTAKAAN

REKAM PUSAT

" 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	
CARA PELAKSANAAN .....	2
2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji .....	2
2.1.1 Peralatan .....	2
2.1.2 Bahan Penunjang Uji .....	2
2.2 Persiapan Benda Uji .....	2
2.3 Persiapan Pengujian .....	3
2.3.1 Pembuatan Larutan Induk Nitrat, $\text{NO}_3\text{-N}$ .....	3
2.3.2 Pembuatan Larutan Baku Nitrat, $\text{NO}_3\text{-N}$ .....	3
2.3.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi .....	3
2.4 Cara Uji .....	4
2.5 Perhitungan .....	4
2.6 Pelaporan .....	4

## I. DESKRIPSI

## 1.1 Maksud dan Tujuan

## 1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pelaksanaan pengujian kadar nitrat,  $\text{NO}_3$  dalam air.

## 1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar nitrat dalam air.

## 1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi:

- 1) cara pengujian kadar nitrat yang terdapat dalam air antara 0,1-2,0 mg/L  $\text{NO}_3\text{-N}$ ;
- 2) penggunaan metode brusin dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

## 1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini:

- 1) kurva kalibrasi adalah grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan baku dengan hasil pembacaan serapan masuk yang biasanya merupakan garis lurus;
- 2) larutan induk adalah larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah;
- 3) larutan baku adalah larutan yang mengandung kadar yang sudah diketahui secara pasti dan langsung digunakan sebagai pembanding dalam pengujian.

## II. CARA PELAKSANAAN

### 2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

#### 2.1.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri atas:

- 1) spektrofotometer sinar tunggal atau sinar ganda yang mempunyai kisaran panjang gelombang 190-900 nm dan lebar celah 0,2-2,0 nm, serta telah dikalibrasi pada saat digunakan;
- 2) penangas air yang dilengkapi dengan pengatur suhu;
- 3) pipet mikro 250, 500 dan 1000  $\mu$ L;
- 4) labu ukur 100 dan 1000 mL;
- 5) gelas ukur 100 mL;
- 6) pipet ukur 10 mL;
- 7) labu erlenmeyer 50 mL;
- 8) gelas piala 100 dan 1000 mL.

#### 2.1.2 Bahan Penunjang Uji

Bahan kimia yang berkualitas p.a dan bahan lain yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas:

- 1) serbuk kalium nitrat,  $KNO_3$ ;
- 2) larutan natrium arsenit,  $Na_2AsO_2$ , 0,5%;
- 3) larutan campuran brusin dan asam sulfanilat;
- 4) asam klorida pekat, HCl;
- 5) asam sulfat pekat,  $H_2SO_4$ ;
- 6) natrium klorida, NaCl, 30%;
- 7) air suling atau air demineralisasi yang mempunyai DHL 0,5-2,0  $\mu$ mhos/cm.

### 2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) sediakan contoh uji yang telah diambil sesuai dengan Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air, SK SNI M- 02-1989-F;
- 2) ukur 50 mL contoh uji secara duplo dan masukkan ke dalam gelas piala 100 mL;

- 3) apabila mengandung sisa klor sampai 2,0 mg/L  $\text{Cl}_2$ , tambahkan 0,05 mL larutan natrium arsenit ke dalam 50 mL contoh uji;
- 4) apabila mengandung nitrit sampai 0,50 mg/L  $\text{NO}_2\text{-N}$ , tambahkan 1 mL asam sulfanilat ke dalam 50 mL contoh uji;
- 5) benda uji siap diuji.

### 2.3 Persiapan Pengujian

#### 2.3.1 Pembuatan Larutan Induk Nitrat, $\text{NO}_3\text{-N}$

Buat larutan induk nitrat 100 mg/L dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) larutkan 721,8 mg kalium nitrat,  $\text{KNO}_3$ , dengan 100 mL air suling di dalam labu ukur 1000 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera.

#### 2.3.2 Pembuatan Larutan Baku Nitrat, $\text{NO}_3\text{-N}$

Buat larutan baku nitrat dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) pipet 0,00; 0,25; 0,50; 1,00 dan 2,00 mL larutan induk nitrat dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera sehingga diperoleh kadar nitrat-N 0,00; 0,25; 0,50; 1,00 dan 2,00 mg/L.

#### 2.3.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Buat kurva kalibrasi dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) optimalkan alat spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian kadar nitrat;
- 2) pipet 10 mL larutan baku secara duplo kemudian masukkan ke dalam labu erlenmeyer 50 mL;
- 3) tambahkan 2 mL larutan  $\text{NaCl}$  dan 10 mL larutan asam sulfat, aduk perlahan-lahan dan biarkan sampai dingin;
- 4) tambahkan 0,50 mL larutan campuran brusin-asam sulfanilat, aduk perlahan-lahan dan panaskan diatas penangas air pada suhu tidak melebihi  $95^\circ\text{C}$  selama 20 menit kemudian dinginkan;
- 5) masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya;
- 6) apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih besar dari 2%, periksa keadaan alat dan ulangi tahapan 2) sampai 5), apabila perbedaannya lebih kecil atau sama dengan 2%, rata-ratakan hasilnya;

- 7) buat kurva kalibrasi berdasarkan data langkah 5) di atas atau tentukan persamaan garis lurusnya.

#### 2.4 Cara Uji

Uji kadar nitrat-N dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) pipet 10 mL benda uji kemudian masukkan ke dalam labu erlenmeyer 50 mL;
- 2) tambahkan 2 mL larutan NaCl dan 10 mL larutan asam sulfat, aduk perlahan-lahan dan biarkan sampai dingin;
- 3) tambahkan 0,50 mL larutan campuran brusin-asam sulfanilat, aduk perlahan-lahan dan panaskan diatas penangas air pada suhu tidak melebihi 95°C selama 20 menit kemudian dinginkan;
- 4) masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya.

#### 2.5 Perhitungan

Hitung kadar nitrat-N dalam benda uji dengan menggunakan kurva kalibrasi atau tentukan persamaan garis lurusnya dan perhatikan hal-hal berikut:

- 1) selisih kadar maksimum yang diperbolehkan antara dua pengukuran duplo adalah 2%, rata-ratakan hasilnya;
- 2) apabila hasil perhitungan kadar nitrat-N lebih besar dari 2,00 mg/L, ulangi pengujian dengan cara mengencerkan benda uji.

#### 2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut:

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) data kurva kalibrasi;
- 6) nomor contoh uji;
- 7) lokasi pengambilan contoh uji;
- 8) waktu pengambilan contoh uji;
- 9) pembacaan serapan masuk pertama dan kedua;
- 10) kadar dalam benda uji.

**Lampiran 4. HASIL LABORATORIUM PARAMETER DAYA HANTAR LISTRIK**

Hari	Ph	Konduktivitas (mS/cm)		Keterangan
		inlet	outlet	
1	6,7	13,07	13,19	Naik
2	6,9	14,50	14,40	Turun
3	6,7	14,37	14,40	Naik
4	6,6	12,17	10,80	Turun
5	6,9	9,41	9,40	Turun
6	7	7,98	8,15	Naik
7	6,7	7,61	7,46	Turun
8	6,7	7,16	7,39	Naik
9	6,7	7,13	7,16	Naik
10	7,1	6,81	6,79	Turun

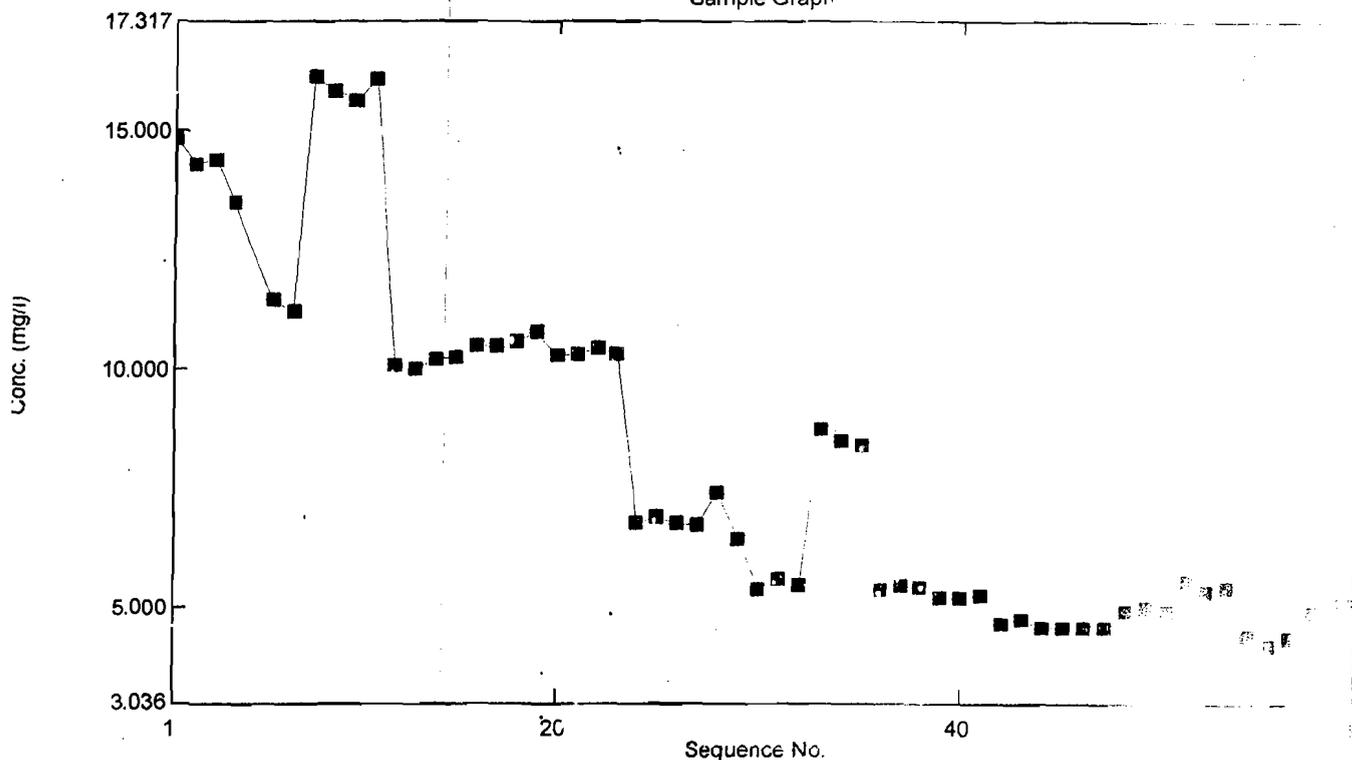
Keterangan : Laboran : Mas Iwan  
Praktikan : Dedi Sukma (01513082)

# Sample Table Report

06/03/2016 02:14 AI

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\dedi NO3.pho

Sample Graph



Sample Table

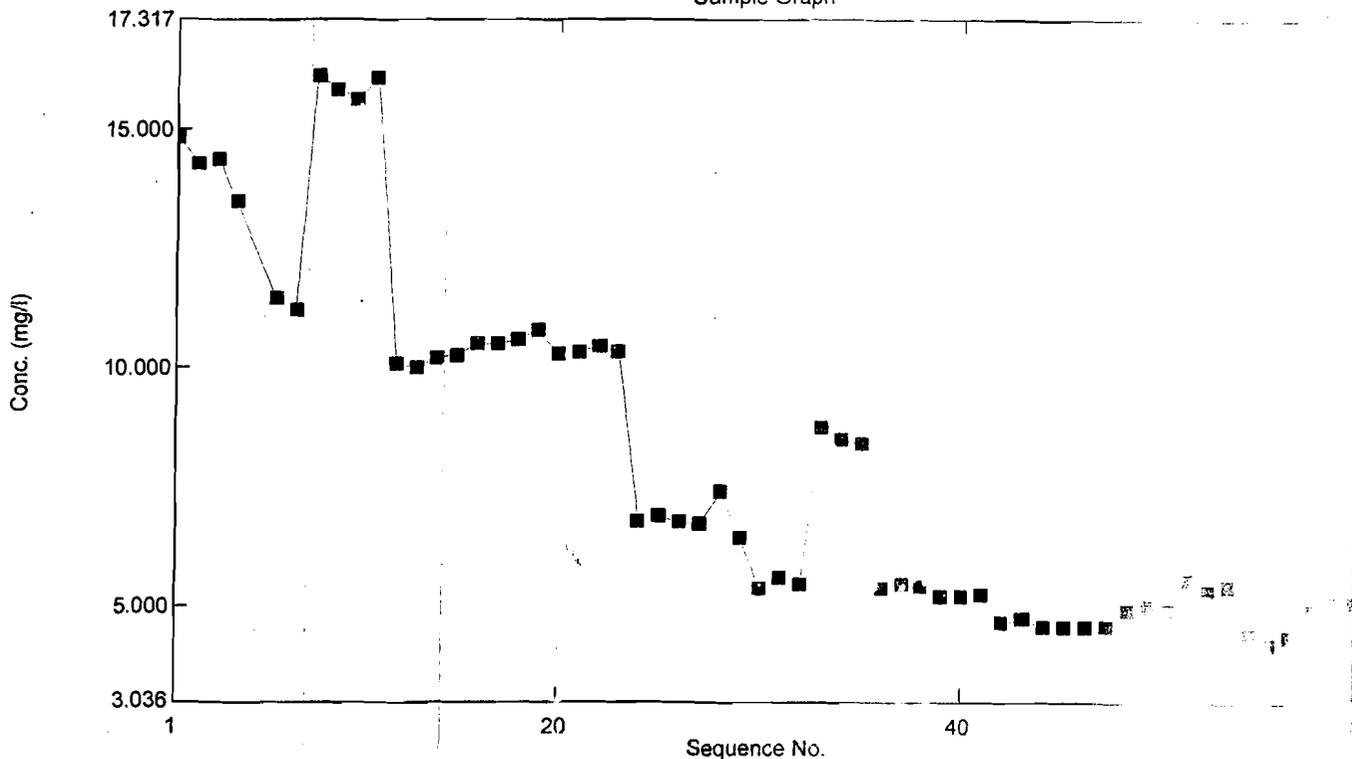
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
1	inlat 1	Unknown		14.853	1.369	
2	out 1	Unknown		14.317	1.320	
3	out 01	Unknown		14.403	1.328	tidak disaring
4	in H 1 A	Unknown		13.495	1.244	
5	in H 1 B	Unknown	✓	10.154	0.935	di buang
6	out H 1 A	Unknown		11.464	1.056	
7	out H 1 B	Unknown		11.191	1.031	
8	in H 2 A	Unknown		16.127	1.487	
9	in H 2 B	Unknown		15.873	1.464	
10	out	Unknown		15.645	1.443	
11	Out II	Unknown		16.109	1.485	
12	in hr 3 a ✓	Unknown		10.053	0.926	
13	in hr 3 b	Unknown		9.991	0.920	
14	in hr 3 c	Unknown		10.212	0.940	
15	out hr 3a	Unknown		10.252	0.944	
16	out hr 3 b	Unknown		10.480	0.965	
17	out hr 3 c	Unknown		10.484	0.965	
18	in h4 a	Unknown		10.566	0.973	

# Sample Table Report

06/01/06 10:00 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\dedi NO3.pho

Sample Graph



Sample Table

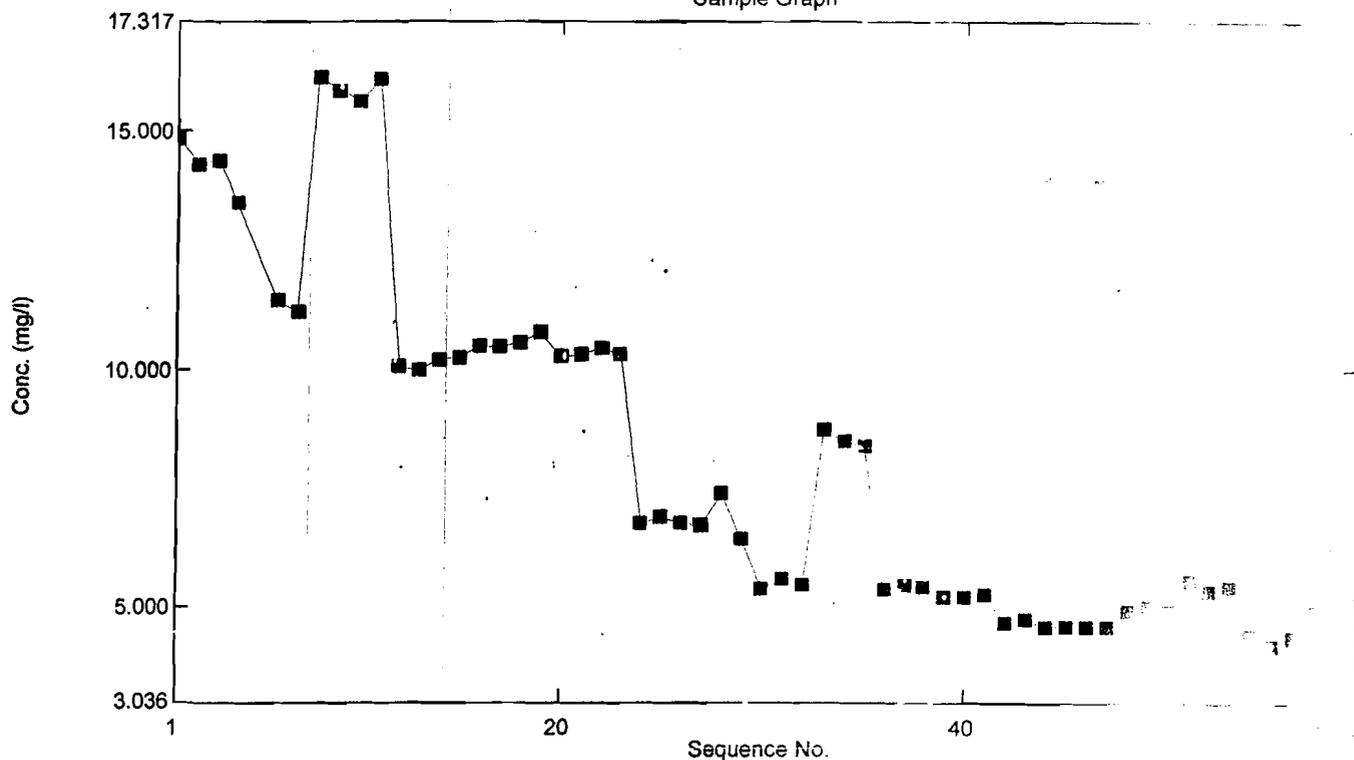
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
19	in h4 b	Unknown		10.771	0.992	
20	in h4 c	Unknown		10.282	0.947	
21	out h4 a	Unknown		10.303	0.949	
22	out h4 b	Unknown		10.453	0.963	
23	out h4 c	Unknown		10.303	0.949	
24	in h5 a ✓	Unknown		6.768	0.622	dimampatkan 25 ml
25	in h6 b	Unknown		6.869	0.631	
26	in h5 c	Unknown		6.753	0.620	
27	out h5 a	Unknown		6.723	0.618	
28	out h5 b	Unknown		7.378	0.678	
29	out h5 c	Unknown		6.410	0.589	
30	in h6 a ✓	Unknown		5.399	0.495	
31	in h6 b	Unknown		5.589	0.513	
32	in h6 c	Unknown		5.459	0.501	
33	out h6 a	Unknown		8.732	0.803	sample tdk diawetkan
34	out h6 b	Unknown		8.483	0.780	
35	out h6 c	Unknown		8.380	0.771	
36	in h 7a ✓	Unknown		5.371	0.493	

# Sample Table Report

06/03/2006 08:00 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\dedi NO3.pho

Sample Graph



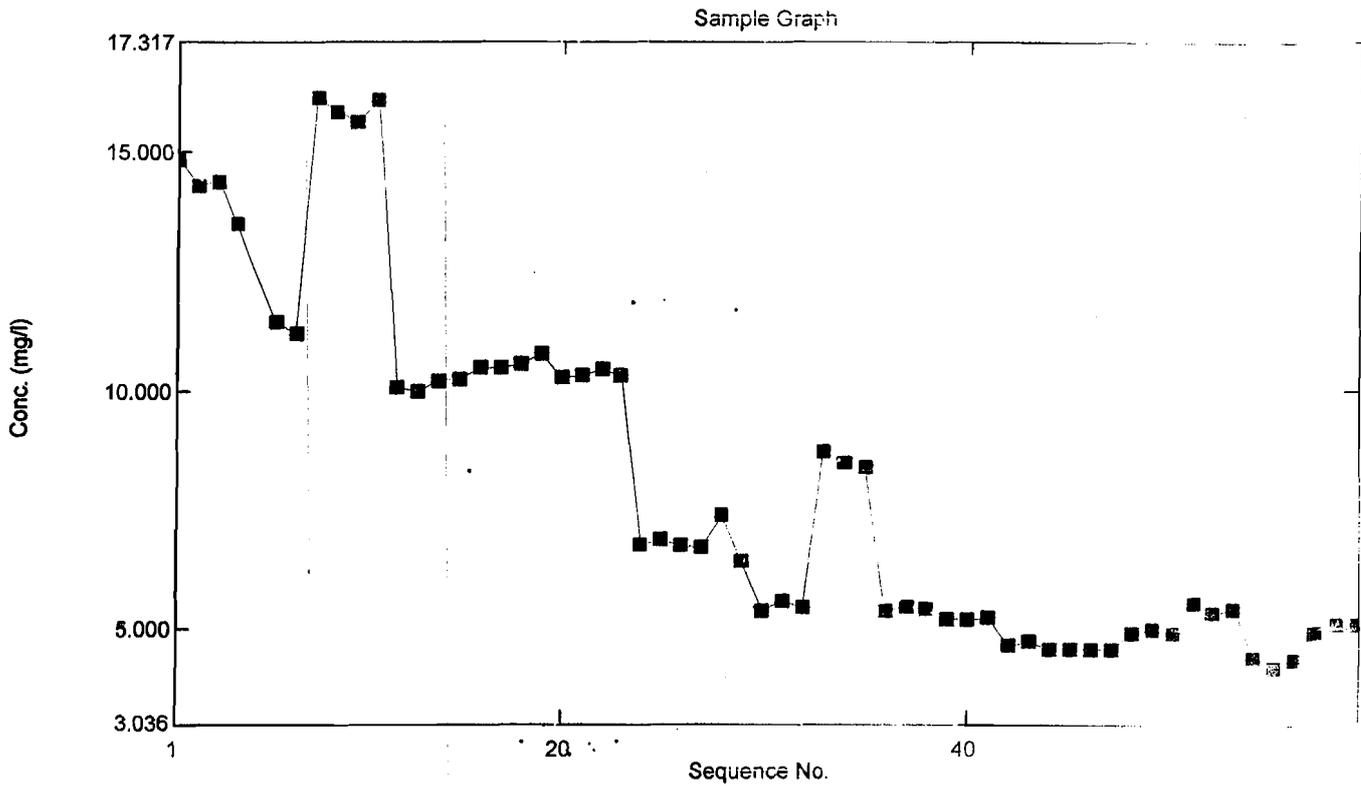
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
37	in h7b	Unknown		5.482	0.503	
38	in h7c	Unknown		5.410	0.496	
39	out h7a	Unknown		5.227	0.479	
40	out h7b	Unknown		5.208	0.478	
41	out h7c	Unknown		5.247	0.481	
42	in h8a	Unknown		4.659	0.427	
43	in h8b	Unknown		4.736	0.434	
44	in h8c	Unknown		4.588	0.420	
45	out h8a	Unknown		4.604	0.422	
46	out h8b	Unknown		4.594	0.421	
47	out h8c	Unknown		4.588	0.420	
48	in h9a	Unknown		4.929	0.452	
49	in h9b	Unknown		4.984	0.457	
50	in h9c	Unknown		4.922	0.451	
51	out h9a	Unknown		5.540	0.508	
52	out h9b	Unknown		5.336	0.490	
53	out h9c	Unknown		5.441	0.499	
54	in h10 a	Unknown		4.408	0.404	

# Sample Table Report

06/03/2006 02:09:22 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\dedi NO3.pho



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
55	in h10 b	Unknown		4.226	0.387	
56	in h10 c	Unknown		4.359	0.399	
57	out h10 a	Unknown		4.940	0.453	
58	out h10 b	Unknown		5.100	0.468	
59	out h10 c	Unknown		5.076	0.465	
30						

## Standar kualitas air

Parameter	Satuan	Standar baku	Keterangan
<u>Fisika</u> * Daya hantar listrik	Micro mho/cm  (25°C)	a) 400 – 1250  b) 1750 - 2250	- Untuk air minum  - Untuk pertanian, industri, listrik tenaga air dll.
<u>Kimia</u> * Nitrat	Mg/L	a) 5 – 10  b) 10 - 50	- Untuk air minum  - Standar kualitas air limbah

Sumber : Metode penelitian air

## Dasar Peraturan yang Digunakan

Parameter	Peraturan yang digunakan	Standar baku
* Nitrat	- Kep. Gub. Kep. DIY No. 281/KPTS/1998 (Baku mutu untuk lindi dimasukkan dalam baku mutu kegiatan-kegiatan lain)	- 20 mg/L