

TA/TL/2006/0105

PEPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/SELI	
TGL. TERIMA :	26 April 2007
NO. JUDUL :	002395
NO. INV. :	02000395001
NO. INDIK. :	

**TUGAS AKHIR**

**PENURUNAN KADAR BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND (BOD)  
DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA LIMBAH CAIR  
PETERNAKAN SAPI DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI  
MEMBRAN KERAMIK**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Program Studi Teknik Lingkungan

Universitas Islam Indonesia



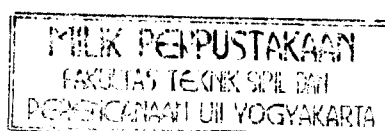
Oleh :

**M. ALI AKBAR**

02 513 099

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

**2006**



**LEMBAR PENGESAHAN****PENURUNAN KADAR BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND  
(BOD) DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA  
LIMBAH CAIR PETERNAKAN SAPI DENGAN  
MENGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN KERAMIK**


*Disusun oleh :*

**NAMA : M. ALI AKBAR**  
**NIM : 02 513 099**  
**PROGRAM STUDI : TEKNIK LINGKUNGAN**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

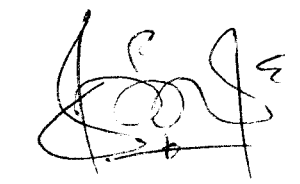
**IR. H. KASAM, MT**

Dosen Pembimbing I

  
Tanggal : 6-9-2006

**EKO SISWOYO, ST**

Dosen Pembimbing II

  
Tanggal : 6-9-2006

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### MOTTO

Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan dan  
bersama kesukaran pasti ada kemudahan. Karena itu bila  
selesai suatu tugas, mulailah tugas yang lain  
dengan sungguh-sungguh.

(QS. Asy Syarh : 5-7)

Tuntutlah ilmu dan belajarlh untuk ilmu,  
ketenangan, dan kehormatan diri, dan bersikaplah rendah hati  
kepada orang-orang yang mengajarmu

(HR. Athabrani)

Sebuah sukses lahir bukan karena kebetulan atau  
keberuntungan semata, sebuah sukses terwujud karena ikhtiar  
melalui perencanaan yang matang, keyakinan, keuletan,  
ketabahan dan karena niat baik kepada Allah SWT.

(Prof. Dr. Kuswadi Harjo Sumantri, SH.)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya manis ini ku persembahkan kepada :

***Mama dan Papa Tercinta.***

(Terima kasih atas kasih sayang yang tiada terhingga, terima kasih atas bantuan serta dukungan moril, sprituil dan finansialnya)

***Kakak dan Adik-adikku tersayang.***

(Terima kasih telah mambantu dalam menyelesaikan karya manis ini hingga selesai)

***My Lovely Tiyas Asri Rosselie***

(Terima kasih banyak untuk cinta, do'a, dukungan, kesabaran dan ketabahan)

***My Best Friend Anyonk***

(Terima kasih atas segala dukungan dan motivasinya dalam membantu penyelesaian karya tulis ini)

### *Thanx to...*

1. Bapak Luqman Hakim, ST. MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan izin dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. H. Kasam. MT selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Eko Siswoyo, ST yang telah memberikan masukan dan judul serta selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
5. Papaku (H. A. Aziz Ali Hamid) dan Mamaku (Hj. Siti Aisyah) atas kasih sayang dan cinta yang tak terhingga, bimbingan dan dukungan saat proses penulisan dan untuk selamanya.
6. Kakak dan adek-adekku yang tersayang (Wiwik, Aqso, Azhar dan Dian) atas bantuan dan dukungan selama ini, *I love you forever*.
7. Sayangku Tiyas Asri Rosselie atas semua kasih sayang, dukungan, waktu, doa dan motivasi yang telah diberikan.
8. Seluruh keluarga besar H. Ali Hamid yang ada di Jakarta, Makasar, Jambi dan Riau, atas kasih sayang dan dukungannya selama ini.
9. Bapak Suharto yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti limbah peternakan sapi di CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah.
10. Bapak Eka yang telah memberikan masukan-masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Seluruh teman-teman terbaikku (Anyonk, Yana\_Ndut, Imunk, Eno, Dina, Linda, Yayaq, Adi, Aconk, Vita, Donan, Alan, Saly, Putra, Aulia, Wati, Arnis) dan teman-teman TL'02 yang tidak disebutkan, terima kasih atas dukungan dan motivasi hingga tugas akhir ini bisa diselesaikan.

12. Teman-teman seperjuangan “CERAMICS MEMBRAN TEAM” (*Thio, Tia, The\_Unk, Lala, Rina, N'chur, Maz Anto, Heru, Tika, Enny*..Tetap kompak preNdz!!!)
13. Mas Iwan yang selalu sabar dan meluangkan waktu serta masukan-masukan dalam rangka penyelesaian tugas akhir ini.
14. Mas Pur yang telah membantu dalam pembuatan reaktor membran keramik
15. Semua pihak yang tidak disebutkan, terima kasih atas dukungan dan motivasi hingga tugas akhir ini bisa diselesaikan.

**PENURUNAN KADAR BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND (BOD)  
DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA LIMBAH CAIR  
PETERNAKAN SAPI DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI  
MEMBRAN KERAMIK**

Oleh :  
M.ALI AKBAR  
Ir. H. KASAM, MT\* EKO SISWOYO, ST\*\*

**ABSTRAK**

Kegiatan pembangunan peternakan sapi perlu memperhatikan daya dukung dan kualitas lingkungan. Usaha peternakan sapi dengan skala lebih dari 20 ekor dan relatif terlokalisasi akan menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Pencemaran ini disebabkan oleh pengolahan limbah yang belum dilakukan dengan baik, tetapi jika dikelola dengan baik, limbah tersebut akan memberikan nilai tambah bagi usaha peternakan dan lingkungan disekitarnya.

Sistem pengolahan limbah cair dengan menggunakan membran keramik merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk dapat meminimalisasi limbah peternakan sapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi membran keramik dalam mengolah Biological Oxygen Demand (BOD) dan Total Suspended Solid (TSS) pada limbah peternakan sapi yang di hasilkan dari CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah.

Hasil analisa BOD dan TSS pada limbah peternakan sapi dengan menggunakan membran keramik yang dilakukan, menunjukkan bahwa pada membran keramik dengan serbuk gergaji 7,5%, konsentrasi BOD mengalami penurunan sampai dengan 99,99981% dari 210,30912 mg/L menjadi 0,0004 mg/L dan konsentrasi TSS mengalami penurunan sampai dengan 87.32394% dari 142 mg/L menjadi 18 mg/L. Sedangkan pada membran keramik dengan serbuk gergaji 10%, konsentrasi BOD mengalami penurunan sampai dengan 84,375% dari 210,30192 mg/L menjadi 32,8608 mg/L dan TSS mengalami penurunan sampai dengan 82.58065% dari 155 mg/L menjadi 27 mg/L. Kadar polutan dalam limbah cair tersebut masih berada di bawah baku mutu limbah cair yang diperbolehkan.

**Kata kunci** : *Usaha peternakan sapi, limbah cair, membran keramik, solo*

# **THE REDUCING OF BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND (BOD) & TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) OF WASTEWATER OF COW HUSBANDRY BY USING CERAMICS MEMBRANE TECHNOLOGY**

By :  
M.ALI AKBAR  
Ir. H. KASAM, MT\* EKO SISWOYO, ST\*\*

## ***ABSTRACT***

Development activities should take into account the environment capacity and quality. Cow husbandry business with scale more than 20 cattle's and located in same place tends to pollute environment. But, better waste management applied will give and additional benefit to the environment.

Wastewater treatment system by using ceramic membrane was an alternative in minimizing cow husbandry waste. This research aimed to evaluate how big efficiency of ceramic membrane to treat Biological Oxygen Demand (BOD) and Total Solid Suspension (TSS) of cow husbandry from CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM), Solo, Central Java.

The BOD and TSS analysis result of cow husbandry by using ceramic membrane were analyzed, showed that ceramic membrane with 7,5% of saw dust BOD concentrated has got reduce until reached 99,99981% from 210,30912 mg/L to 0,0004 mg/L and TSS concentrated has got reduce until reached 87.32394% from 142 mg/L to 18 mg/L. While ceramic membrane with 10% of saw dust BOD have got reduce until reached 84,375% from 210,30192 mg/L to 32,8608 mg/L and TSS have got reduce until reached 82.58065% from 155 mg/L to 27 mg/L. These concentrations were still below the quality standard allowed.

**Key words :** *Cow husbandry, Wastewater, Ceramic Membrane, Solo*



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh*

Dengan mengucapkan *Alhamdulillah*, kita panjatkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Taufik, Rahmat serta Hidayah-Nya kepada penulis. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul **PENURUNAN KADAR BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND (BOD) DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA LIMBAH CAIR PETERNAKAN SAPI DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN KERAMIK.**

Tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai derajat Sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Luqman Hakim, ST. MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan izin dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. H. Kasam. MT selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Eko Siswoyo, ST yang telah memberikan masukan dan judul serta selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan tugas akhir ini.

4. Papaku (H. A. Aziz Ali Hamid) dan Mamaku (Hj. Siti Aisyah) atas kasih sayang dan cinta yang tak terhingga, bimbingan dan dukungan saat proses penulisan dan untuk selamanya.
  5. Kakak dan adek-adekku yang tersayang (Wiwik, Aqso, Azhar dan Dian) atas bantuan dan dukungan selama ini, *I love you forever*.
  6. Seluruh keluarga besar H. Ali Hamid yang ada di Jakarta, Makasar, Jambi dan Riau, atas kasih sayang dan dukungannya selama ini.
  7. Bapak Suharto yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti limbah peternakan sapi di CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah.
  8. Bapak Eka yang telah memberikan masukan-masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
  9. Mas Pur yang telah membantu dalam pembuatan reaktor membran keramik
  10. Semua pihak yang tidak disebutkan, terima kasih atas dukungan dan motivasi hingga tugas akhir ini bisa diselesaikan.
- Akhirnya penulis hanya dapat mengharapkan semoga amal baik tersebut akan mendapat Rahmat serta Karunia dari Allah SWT dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak sebagaimana mestinya.

*Wassalamu 'Alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh*

Yogyakarta,

Penulis

**DAFTAR ISI**

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Motto .....	iii
Halaman Persembahan .....	iv
Abstrak .....	vii
Kata Pengantar .....	xi
Daftar Isi .....	xiii
Daftar Tabel .....	xvi
Daftar Gambar .....	xvii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Definisi Air Limbah .....	6
2.1.1 Karakteristik Air Limbah .....	8
2.1.2 Sifat-Sifat Air Limbah .....	9
2.1.3 Dekomposisi Air Limbah .....	10
2.1.4 Sumber Air Limbah .....	12

2.2	Membran Keramik .....	13
2.2.1	Keramik .....	17
2.2.2	Bahan Baku Keramik .....	18
2.2.3	Pembuatan Keramik .....	28
2.3	Parameter Yang Diteliti .....	32
2.3.1	Biological Oxygen Demand (BOD) .....	33
2.3.2	Total Suspended Solid (TSS) .....	35
BAB III.	METODOLOGI PENELITIAN .....	39
3.1	Jenis Penelitian .....	39
3.2	Objek Penelitian .....	39
3.3	Lokasi Penelitian .....	39
3.4	Waktu Penelitian .....	39
3.5	Variabel Penelitian .....	40
3.6	Desain Reaktor .....	40
3.7	Dimensi Reaktor .....	41
3.8	Metode Penelitian .....	41
3.9	Tahapan Penelitian .....	43
3.10	Analisa Laboratorium .....	43
3.11	Analisa Data .....	44
3.11.1	Analisa Data Dengan T-test .....	44
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	46
4.1	Data Hasil Uji Laboratorium .....	47
4.1.1	Biological Oxygen Demand (BOD) .....	47

4.1.2	Total Suspended Solid (TSS) .....	49
4.2	Analisa Data .....	52
4.2.1	Analisa Data Dengan Menggunakan T-test .....	52
4.2.1.1	T-test Untuk BOD Pada Komposisi Membran 7,5% .....	53
4.2.1.2	T-test Untuk BOD Pada Komposisi Membran 10% .....	54
4.2.1.3	T-test Untuk TSS Pada Komposisi Membran 7,5% .....	55
4.2.1.4	T-test Untuk TSS Pada Komposisi Membran 10% .....	56
4.3	Pembahasan terhadap hasil Uji Laboratorium .....	57
4.3.1	Penurunan Konsentrasi BOD .....	57
4.3.2	Penurunan Konsentrasi TSS .....	60
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	65
5.1	Kesimpulan .....	65
5.2	Saran .....	66

Daftar Pustaka

Lampiran

**DAFTAR TABEL**

2.1	Perubahan Komposisi Koalin Dalam Pembakaran	.....	32
4.1	Penurunan BOD Dengan Membran 7,5%	.....	47
4.2	Penurunan BOD Dengan Membran 10%	.....	48
4.3	Penurunan TSS Dengan Membran 7,5%	.....	50
4.4	Penurunan TSS Dengan Membran 10%	.....	51

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Lokasi Pengambilan Air Limbah .....	13
3.1	Gambar Reaktor Membran Keramik .....	41
3.2	Diagram Alir Penelitian .....	42
4.1	Penurunan BOD Dengan Membran 7,5% .....	47
4.2	Penurunan BOD Dengan Membran 10% .....	49
4.3	Penurunan TSS Dengan Membran 7,5% .....	50
4.4	Penurunan TSS Dengan Membran 10% .....	51

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Bahan buangan organik pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme. Oleh karena itu akan sangat bijaksana apabila bahan buangan yang termasuk kelompok ini tidak dibuang ke air lingkungan karena akan meningkatkan populasi mikroorganisme di dalam air. Dengan bertambahnya mikroorganisme di dalam air maka tidak tertutup pula kemungkinan untuk ikut berkembangnya bakteri patogen yang berbahaya bagi manusia.

Usaha peternakan sapi, dengan skala lebih besar dari 20 ekor dan relatif terlokalisasi akan menimbulkan masalah terhadap lingkungan. Populasi sapi di Indonesia terus meningkat dan limbah yang dihasilkan pun semakin banyak (*BPS 2001*). Satu ekor sapi dengan bobot badan 400 – 500 kg dapat menghasilkan limbah padat dan cair sebesar 27,5 – 30 kg/ekor/hari.

Limbah peternakan umumnya meliputi semua kotoran yang dihasilkan dari suatu kegiatan usaha peternakan, baik berupa limbah padat dan cair, gas ataupun sisa pakan (*Soehadji, 1992*). Limbah padat merupakan semua limbah yang berbentuk padatan atau dalam fase padat (kotoran ternak, ternak yang mati atau isi perut dari pembedahan ternak). Limbah cair adalah semua limbah yang berbentuk cairan atau berada dalam fase cair (air seni atau urine, air



pencucian alat dan dari pencucian sapi itu sendiri). Sedangkan limbah gas adalah semua limbah yang berbentuk gas atau berada dalam fase gas.

Menurut Juheini (1999), sebanyak 56,67% peternak membuang limbah ke badan sungai tanpa pengolahan, sehingga terjadi pencemaran lingkungan. Pencemaran ini disebabkan oleh aktifitas peternakan, terutama berasal dari limbah yang dikeluarkan oleh ternak yaitu feses, urine, sisa pakan dan pembersihan ternak dan kandang (*Charles, 1991; Prasetyo et al., 1993*). Adanya pencemaran limbah peternakan sapi sering menimbulkan berbagai protes dari kalangan masyarakat sekitarnya.

Berdasarkan alasan-alasan tersebut diatas, maka pada kesempatan ini dilakukan penelitian tentang penurunan kadar BOD dan TSS pada limbah cair peternakan sapi dengan menggunakan teknologi *membran keramik*. Teknologi membran keramik merupakan teknologi yang sangat terkenal saat ini. Dalam prakteknya teknologi membran keramik ini digunakan dalam pengolahan air baik untuk air baku maupun untuk air limbah yang akan menghasilkan air bersih tanpa mengandung zat-zat berbahaya lagi, sehingga diharapkan teknologi *membran keramik* ini dapat meremoval kandungan BOD dan TSS.

Air limbah peternakan sapi hasil akhir dari penggunaan *membran keramik* diharapkan menghasilkan effluent yang berkualitas lebih baik dan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan-kebutuhan yang lain. Pada penelitian ini teknologi *membran keramik* menggunakan komposisi bahan baku antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Teknologi *membran keramik* merupakan

teknologi yang kini sedang dikembangkan. Teknologi ini memiliki kelebihan-kelebihan antara lain:

1. Bahan-bahannya mudah ditemukan karena telah ada di alam (alami).
2. Murah dan mudah dalam pembuatannya dan.
3. Mempunyai nilai ekonomi yang tinggi.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang ada diatas maka diperoleh rumusan masalah :

- a) Apakah reaktor *membran keramik* dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi BOD dan TSS pada limbah cair peternakan sapi dan berapa besar efisiensinya.
- b) Pada komposisi berapakah serbuk gergaji dapat menurunkan konsentrasi BOD dan TSS yang optimum.
- c) Berapakah waktu yang optimum untuk dapat menurunkan konsentrasi BOD dan TSS.

### **1.3. Batasan Masalah**

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

- a) Metode yang digunakan adalah metode filtrasi dengan menggunakan reaktor *membran keramik*, dengan komposisi reaktor adalah tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji.
- b) Jenis tanah lempung yang digunakan adalah tanah lempung dengan bakaran suhu rendah.
- c) Sampel limbah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair peternakan sapi yang diambil dari CV. Lembah Hijau Multifarm, Solo
- d) Parameter yang diuji dalam penelitian adalah BOD dan TSS.
- e) Komposisi yang digunakan untuk air limbah adalah 100% air limbah peternakan sapi.
- f) Variasi dari serbuk gergaji adalah 5%, 7.5%, dan 10%.
- g) Variasi dari waktu tinggal adalah 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah :

- a) Untuk mengetahui besarnya efisiensi penurunan konsentrasi BOD dan TSS pada limbah cair peternakan sapi
- b) Mencari komposisi membran keramik yang paling optimum, dari komposisi serbuk gergaji 5%, 7,5%, dan 10% dalam menurunkan konsentrasi BOD dan TSS pada limbah cair peternakan sapi

- c) Mengetahui waktu yang optimal dari variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit dalam menurunkan konsentrasi BOD dan TSS pada limbah cair peternakan sapi.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

- a) Mendapatkan suatu teknologi yang murah dan sederhana, yang dapat menurunkan konsentrasi BOD dan TSS dalam limbah cair peternakan sapi
- b) Memberikan salah satu alternatif pengolahan pada limbah cair peternakan sapi dalam menurunkan konsentrasi BOD dan TSS.
- c) Menghasilkan effluent akhir dari limbah cair peternakan sapi setelah melalui proses *membran keramik* berkualitas baik dan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan-kebutuhan lain.
- d) Sebagai referensi dan bahan kajian bagi peneliti berikutnya untuk mengembangkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dan mencoba berbagai variasi sehingga akan diperoleh data yang lebih lengkap tentang kemampuan *membran keramik* dalam menurunkan konsentrasi BOD dan TSS.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Air Limbah**

Air limbah merupakan air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil dari adanya berbagai kegiatan manusia sehari-hari. Air limbah tersebut biasanya dibuang ke alam yaitu tanah dan badan air (*Sugiarto, 1987*). Bahan buangan organik pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme. Oleh karena itu akan sangat bijaksana apabila bahan buangan yang termasuk kelompok ini tidak dibuang ke air lingkungan karena akan meningkatkan populasi mikroorganisme di dalam air.

Dengan bertambahnya mikroorganisme di dalam air maka tidak tertutup pula kemungkinan untuk ikut berkembangnya bakteri patogen yang berbahaya bagi manusia. Oleh karena itu, kegiatan pembangunan peternakan perlu memperhatikan daya dukung lingkungan. Usaha peternakan sapi dengan skala usaha lebih dari 20 ekor relatif terlokalisasi akan menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan, antara lain dapat meningkatkan kandungan Biological Oxygen Demand (BOD) dan Total Suspended Solid (TSS).

Biological Oxygen Demand, atau kebutuhan oksigen biologis, adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan untuk memecah bahan buangan organik yang ada di dalam air lingkungan tersebut. Sebenarnya peristiwa penguraian bahan buangan organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan adalah

proses alamiah yang mudah terjadi apabila air lingkungan mengandung oksigen yang cukup.

Pada umumnya air lingkungan atau air alam mengandung mikroorganisme yang dapat memakan, memecah, mengurai bahan buangan organik. Jumlah mikroorganisme dalam air lingkungan tergantung pada tingkat kebersihan air. Air yang bersih biasanya mengandung jumlah mikroorganisme yang relatif lebih sedikit, sedangkan air yang berasal dari bungan atau limbah cair peternakan yang berasal mengandung jumlah mikroorganisme yang relatif lebih banyak jika dibandingkan dengan air yang bersih. Apabila kandungan oksigen dalam air lingkungan menurun maka kemampuan bakteri aerob untuk memecah bahan buangan organik akan menurun pula.

Dekomposisi bahan organik pada dasarnya terjadi melalui dua tahap. Pada tahap pertama, bahan organik diuraikan menjadi bahan anorganik. Pada tahap kedua, bahan anorganik yang lebih stabil, misalnya amonia mengalami oksidasi menjadi nitrit dan nitrat (nitrifikasi). BOD hanya menggambarkan bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis (biodegradable). Bahan organik ini dapat berupa lemak, protein, kanji, glukosa, aldehida, ester, dan sebagainya. Bahan organik merupakan hasil pembusukkan tumbuhan dan hewan yang telah mati atau hasil dari buangan limbah seperti limbah cair peternakan sapi.

Sedangkan Total Suspended Solid adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan pada air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendapkan secara langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran dan beratnya lebih kecil dari pada sedimen. Pada limbah cair peternakan, kandungan

padatan tersuspensi sangatlah tinggi, sehingga dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Hal ini dapat terjadi karena mikroorganisme yang terdapat pada limbah cair tidak dapat bekerja secara maksimal karena kurangnya oksigen yang masuk ke dalam air.

### 2.1.1. Karakteristik Air Limbah

Jenis dan tingkat kandungan bahan pencemar di dalam limbah cair akan sangat mempengaruhi dan menentukan karakteristik dari limbah tersebut. Karakteristik limbah cair pada prinsipnya dapat dibagi menjadi empat, yaitu (*Kasmidjo, 1991*)

a. Parameter kimia anorganik.

Beberapa parameter yang telah digunakan adalah keasaman dan alkalinitas, kesadahan, logam-logam halogen, nitrogen (berupa sulfida, sulfit, sulfat, atau thio sulfat), fosfat, dan sianida.

b. Parameter kimia organik

Kecuali untuk memonitor senyawa organik yang bersifat racun, parameter organik biasanya dimasukkan untuk mengetahui bahan pencemar (limbah) dalam menyerap oksigen dalam proses perombakannya, seperti BOD, COD.

c. Parameter biologi

Pencemaran biologi oleh mikrobia penyebab penyakit (*patogen*) biasanya dinyatakan dengan perkiraan jumlah terdekat (*MPN*) bakteri bentuk Coli. Kelompok bakteri bentuk Coli sebagai indikator mikrobia patogen

dikarenakan bahwa bakteri ini berasal dari usus dan mempunyai ketahanan hidup di dalam air yang cukup lama.

d. Parameter fisika

Yang termasuk di dalam parameter ini antara lain : Radioaktifitas, warna, kekeruhan, suhu, total residu penguapan, daya hantar listrik, kadar zat padat tersuspensi, dan kadar zat padat terlarut.

### 2.1.2. Sifat-Sifat Air Limbah

Kualitas air merupakan karakteristik air yang dicerminkan oleh parameter kimia organik, kimia anorganik, fisik, biotik, dan radioaktif bagi perlindungan dan pembagian air untuk berbagai peruntukkan tertentu (*Anonim, 1990*)

Pencemaran air dapat disebabkan karena limbah yang masuk kedalam danau, sungai, estuaria, perairan pantai, laut bebas atau badan air lainnya yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air. Untuk mengetahui lebih luas tentang air limbah, perlu diketahui secara mendalam tentang kandungan yang ada didalam air limbah dan juga sifat-sifatnya. (*Soegiharto, 1987*), membedakan air limbah berdasarkan atas sifatnya, yaitu sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologisnya.

a. Sifat fisik air

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik air limbah tersebut. Termasuk sifat fisik yang penting antara lain



adalah kandungan zat padat, kejernihan, suhu, warna dan bau (*Mahida, 1984*), juga menganalisis kekeruhan dalam uji coba terhadap sifat fisik air.

b. Sifat kimia air

Kandungan bahan kimia yang terdapat dalam air limbah dapat merugikan lingkungan dalam berbagai cara. Bahan kimia dan limbah dapat merubah pH, alkalinitas, kandungan benda padat terlarut, kandungan nutrien kimia (*Dix, 1981*). Pemeriksaan kimia air selain meliputi tolak ukur konsentrasi hidrogen ion (pH), alkalinitas, kandungan benda padat terlarut, kandungan nutrien kimia seperti zat organik, amoniak, nitrogen, nitrat, nitrit, sulfida, khlorida, dan kimia toksis juga menganalisis kandungan oksigen terlarut, BOD, dan COD. Namun demikian (*Mahida, 1984*) mengatakan bahwa penentuan konsentrasi hidrogen ion (pH), dan kebutuhan khlor bukan merupakan uji coba baku.

c Sifat biologi air

Indikator biologis di dalam air dan air limbah yang digunakan sebagai indikator adanya pertumbuhan bakteri patogen.

### **2.1.3. Dekomposisi Air Limbah**

(*Sugiarto, 1987*) menjelaskan, air limbah yang dibuang ke alam (baik tanah maupun badan air) akan mengalami proses dekomposisi secara alami yang dilakukan oleh mikroorganisme baik organik yang terdapat dalam air limbah dapat menjadi bahan yang stabil dan diterima oleh lingkungan. Namun alam

memiliki keterbatasan dalam melakukan proses tersebut apabila jumlah limbah yang dibuang melebihi kemampuannya (daya dukungnya).

Proses dekomposisi air limbah seperti diuraikan di atas dapat diuraikan sebagai berikut :

1) Secara Anaerobik

Bahan organik terlarut akan dirombak/ diuraikan/ dibusukkan oleh bakteri Anaerob (yang dapat hidup tanpa adanya  $O_2$  = oksigen) menjadi senyawa organik sederhana seperti :

- Karbon dioksida ( $CO_2$ )
- Metan ( $CH_4$ )
- Hydrogen Sulfida ( $H_2S$ )
- Amonia ( $NH_3$ ) dan Gas-gas bau

Dalam proses ini air limbah menjadi keruh, kotor, berbau busuk, serta terjadi pengendapan lumpur cukup besar. Proses perombakannya berjalan dalam waktu yang cukup lama.

2) Secara Aerobik

Bahan organik terlarut akan dirombak/ diuraikan/ dibusukkan oleh bakteri Aerob (hidupnya memerlukan  $O_2$ ) dan Fakultatif menjadi energi, gas, bakteri baru dan bahan buangan akhir yang stabil seperti :

- Karbon dioksida ( $CO_2$ )
- Nitrat ( $NO_3$ )
- Sulfat ( $SO_4$ )
- Senyawa organik stabil

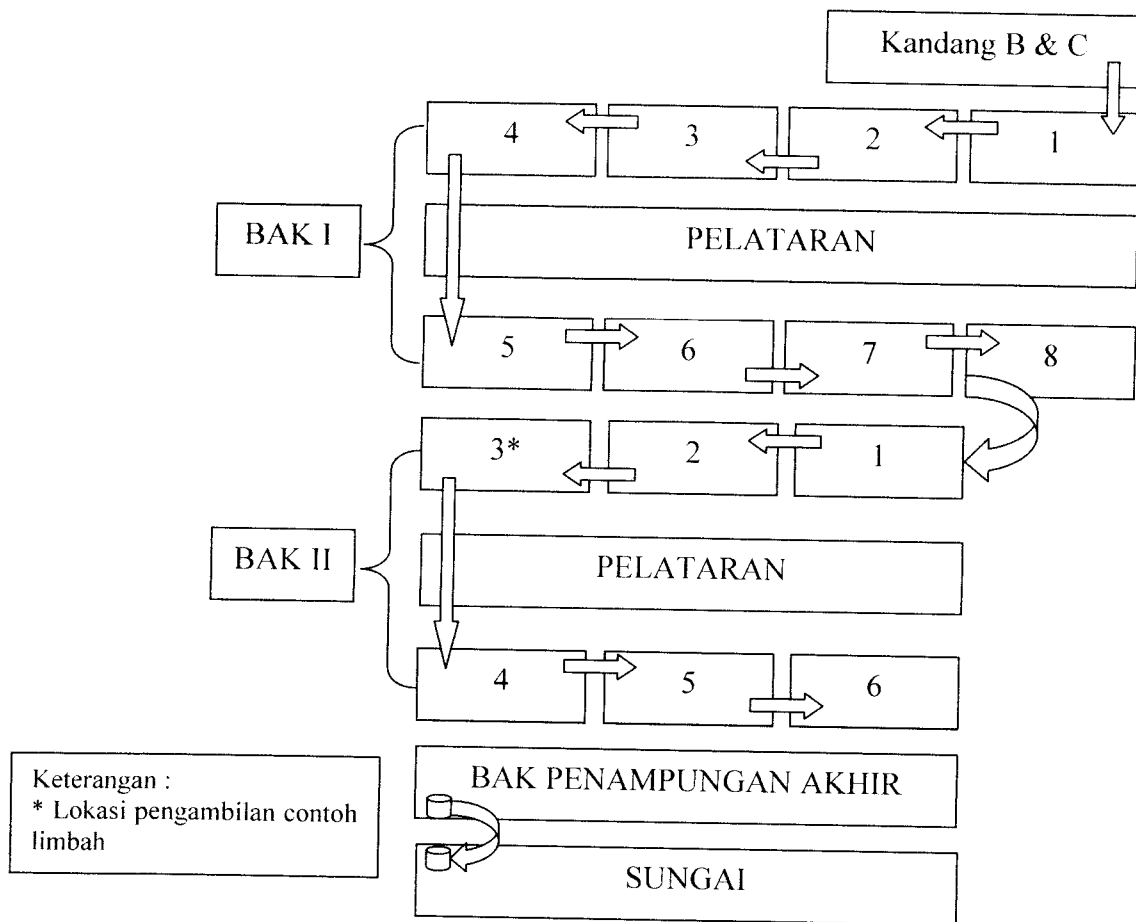
Proses perombakan/ penguraian/ pembusukkan biologis dilakukan oleh bakteri Aerob dengan menggunakan/ memanfaatkan  $O_2$  (yang terlarut dalam air limbah untuk mengoksidasi bahan organik terlarut sampai semuanya terurai secara lengkap.

Agar proses pembusukkan biologis dapat berjalan dengan baik maka diperlukan  $O_2$  yang terlarut dalam air limbah dalam jumlah cukup besar.

#### **2.1.4 Sumber Air Limbah**

Pencemaran yang terjadi pada lingkungan perairan berasal dari beberapa sumber. Di dalam media air tawar dipenuhi oleh substansi-substansi yang berasal dari tiga sumber, yaitu pencemar-pencemar domestik, pencemar-pencemar industri, dan pencemar-pencemar pertanian. Pencemar-pencemar tersebut pada umumnya merupakan hasil dari kegiatan domestik, industri, dan pertanian. Limbah tersebut ada yang berupa padatan, limbah yang berupa bahan padat dibagi menjadi limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik meliputi protein, karbohidrat, dan lemak, sedangkan limbah anorganik terdiri dari butiran garam dan metal (*Sugiharto, 1987*).

Pada penelitian ini, limbah cair diambil dari CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah. Adapun lokasi pengambilan contoh air dapat dilihat pada diagram pengolahan dibawah ini :



Gambar 2.1 Lokasi Pengambilan Air Limbah

## 2.2 Membran Keramik

*Membran keramik* merupakan suatu proses penyaringan air (dalam penelitian ini adalah air limbah peternakan sapi) dimana air yang akan diolah ditampung pada suatu media proses yaitu reaktor *membran keramik*. Dengan bantuan pompa dialirkan ke reaktor, sehingga diharapkan air yang masuk ke dalam reaktor dapat merembes melewati pori-pori dinding reaktor. Hal ini dipengaruhi oleh kombinasi campuran antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji yang dapat menurunkan konsentrasi air limbah domestik.

Mekanisme Proses yang terjadi dalam proses penyaringan adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah antara lain:

- a. Proses penyaringan adalah proses pemurnian air dari partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dengan jumlah pemisahan melalui celah-celah diantara butiran pasir (pori) yang berlangsung diantara permukaan pasir.
- b. Proses sedimentasi adalah proses pengendapan yang terjadi tidak berbeda seperti pada bak pengendap biasa, tetapi pada bak pengendap biasa endapan akan berbentuk hanya pada dasar bak, sedangkan pada filtrasi endapan dapat terbentuk pada seluruh permukaan butiran.
- c. Proses adsorpsi atau penyerapan dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan, merupakan hasil daya tarik menarik antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan. Media pasir yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif
- d. Aktivitas kimia, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.
- e. Aktivitas biologis yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam filter

Adsorpsi secara umum adalah proses pengumpulan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisik antara substansi dengan zat penyerap. Karena

keduanya sering muncul bersamaan dalam suatu proses maka ada yang menyebut sorpsi, baik adsorpsi sebagai sorpsi yang terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya. Namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi. Adapun adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua:

- a. Adsorpsi fisik, yaitu terutama terjadi adanya gaya *van der Waals* dan berlangsung bolak-balik. Ketika gaya tarik-menarik molekul antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari gaya tarik-menarik zat terlarut dengan pelarut, maka zat terlarut akan teradsorpsi di atas permukaan adsorben.
- b. Adsorpsi kimia yaitu reaksi kimia yang terjadi antara zat padat dengan adsorbat larut dan reaksi ini tidak berlangsung bolak-balik.

Mekanisme Adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (*Reynolds, 1982*).

Pada proses adsorpsi terhadap air limbah mempunyai empat tahapan antara lain:

1. Transfer molekul-molekul adsorbat menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi adsorbat melalui lapisan film (*film diffusion process*).
3. Difusi adsorbat melalui kapiler atau pori-pori dalam adsorben (*pore diffusion*).
4. Adsorpsi adsorbat pada dinding kapiler atau permukaan adsorben (proses adsorpsi sebenarnya), (*Reynolds, 1982*).

Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori-pori. Semakin halus atau kecil ukuran partikel adsorben, semakin luas permukaannya dan daya serap semakin besar. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap yaitu:

1. Mempunyai luas permukaan yang besar
2. Berpori-pori
3. Aktif dan murni
4. Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap

Pemilihan adsorben pada proses adsorpsi sangat mempengaruhi sorpsi. Beberapa adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi misalnya: bentonit, tuff, pumice, zeolit, dan silika gel. Pemilihan adsorben juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi yaitu:

1. Luas permukaan adsorben.

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben.

2. Ukuran partikel

Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0,1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (*Tchobanoglous, 1991*).

### 3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontakannya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit (*Reynolds, 1982*).

### 4. Distribusi ukuran pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk kedalam partikel adsorben.

#### 2.2.1. Keramik

Keramik berasal dari bahasa Yunani “Keramos” yang berarti periuk atau belanga yang dibuat dari tanah (*Asuti, 1997*). Yang dimaksud dengan keramik adalah segala macam benda yang dibuat dari tanah liat, setelah kering kemudian dibakar hingga pijar sampai suhu tertentu, setelah itu didinginkan sehingga menjadi keras. Menurut golongannya, keramik dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu :

##### 1. Keramik bakaran rendah (gerabah lunak)

Keramik bakaran rendah adalah semua bahan keramik yang dibakar dan dapat mencapai suhu pembakaran antara 900°C sampai 1050°C, misalnya keramik Plered Purwakarta, Kasongan, Keramik Pejaten, Bali dan lain-lain. Keramik bakaran rendah pada umumnya berpori (*porous*), sehingga air di dalamnya dapat merembes keluar melalui pori-pori dindingnya.



Sering kita jumpai sebuah kendi terbuat dari tanah liat merah setelah diisi air tampak basah bagian dinding luarnya.

## 2. Keramik bakaran tinggi (gerabah keras)

Keramik bakaran tinggi adalah semua barang keramik yang dibakar hingga mencapai suhu pembakaran antara 1250°C dan 1350°C atau lebih. Yang termasuk dalam kelompok gerabah keras diantaranya adalah *stoneware* (lempung batu) dan porselen. Pada umumnya barang-barang keramik hasil dari bakaran tinggi sangat baik untuk tempat menyimpan air, jelasnya air tidak akan merembes keluar dari dinding keramik yang diisi air itu, karena tidak berpori-pori. Bila dipukul-pukul suaranya berdencing nyaring serta tidak akan mudah pecah bila saling bersentuhan dengan benda lainnya. Benda-benda porselen dapat dibuat setipis mungkin, seperti misalnya cangkir porselen yang biasa kita pakai untuk minum tipis sekali sehingga dapat ditembus cahaya lampu.

### 2.2.2 Bahan Baku Keramik

Bahan baku untuk produk-produk keramik berupa bahan alami yaitu bahan-bahan asli yang berasal dari alam dan belum mengalami proses pengolahan oleh manusia. Bahan pembuat keramik berupa bahan plastis dan bahan non plastis. Yang termasuk bahan plastis antara lain adalah *kaolin*, *ball clay* (tanah bola), *stone ware clay* (tanah benda batu), *earthen ware clay* (tanah batu merah), *fire clay* (tanah api) dan *bentonit*, sedangkan bahan non plastis antara lain *silika* ( $\text{SiO}_2$ ) disebut juga *glass former*, *flint* ( $\text{SiO}_2$ ), *fedspar* ( $\text{KNaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ),

Kapur/ *calcite* dan *magnesit* (CaO dan MgO), *aluminium* ( $Al_2O_3$ ), *talk* ( $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ ) *chamotte* atau *Grog*, *cornwall stone*, *nepheline syenite* ( $KNaO \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ ), *ptalite/lithium feldspat* ( $Li_2O_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 8SiO_2$ ), dan *stone ash/calcium phosphate* ( $Ca_3(PO_4)_2$ ). Dalam penelitian ini bahan baku keramik terdiri dari komposisi tanah lempung (liat) lokal, pasir kuarsa dan serbuk gergaji.

## 1. Mineral Lempung

### a. Susunan Tanah Lempung

Mineral lempung adalah mineral yang mempunyai komposisi silikat terhidrat aluminium dan magnesium dan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Berukuran lebih kecil dari 0,002 m
- 2) Struktur terutama berbentuk lapisan dan sebagian kecil berbentuk rantai.
- 3) Berdosiasi permukaan.

Beberapa lempung terdiri dari sebuah mineral tunggal, tetapi ada juga yang tersusun dari campuran beberapa mineral lempung. Beberapa bahan lempung mengandung variasi dari sejumlah mineral non lempung seperti kuarsa, kalsit, pirit dan *feldepar* yang merupakan contoh-contoh penting. Selain itu juga, mengandung bahan-bahan organik dalam air (*Grim, 1953*).

Mineral lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu tetrahedral dan aluminium oktahendra. Setiap unit tetrahedra (berisi empat) terdiri dari empat

atom oksigen mengelilingi satu atom silicon. Kombinasi dari unit-unit silica tetrahedra membentuk lembaran silica (*silica sheet*).

#### **b. Klasifikasi Mineral Lempung**

Berdasarkan struktur mineral lempung dapat diklasifikasikan sebagai berikut (*Grim, 1953*) :

##### 1) Amorf

Kelompok alofan

##### 2) Kristalin

a. Tipe dua lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh satu lapisan silica tetrahedra dan satu lapisan aluminium oktahedra).

###### i. Ekuidimensional

Kelompok kaolinite: kaolinite, nacrite, dictrite

###### ii. Memanjang

Kelompok halloysite

b. Tipe tiga lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh dua lapisan silica tetrahedron dan satu pusat lapisan dioktahedral atau trioedral).

###### i. Kisi yang mengembang

###### ▪ Ekuidimensional

Kelompok montmorillonite: montmoriloni, saukonit, vermikulit

- Memanjang

Kelompok montmorilonit: nontronit, saonit, hektorit

- ii. Kisi yang tidak mengembang

Kelompok illite

- c. Tipe lapisan campuran yang teratur (susunan yang teratur pada lapisan yang bergantian dari tipe yang berbeda).

- d. Tipe struktur rantai (rantai yang mirip *hornblende* pada silica tetrahedron yang mengandung atom Al dan Mg).

Kelompok miscellaneous: Atapulgit, sepiolite, poligorskit.

### c. Sifat Fisik Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat sebagai berikut

(Grim, 1953) :

#### 1) Flokulasi dan Deflokulasi

Flokulasi dan deflokulasi melukiskan keadaan agregasi dari butir-butir lempung bila bercampur dengan air, lempung-lempung kering atau mineral lempung dengan cepat akan menyerap air, dan air yang terserap itu akan mengendap dengan pemanasan 100-200°C.

Flokulasi adalah proses penggumpalan butir-butir lempung menjadi gumpalan yang lebih besar, sedangkan deflokulasi merupakan kebalikannya yaitu proses dispersi gumpalan-gumpalan menjadi bagian-bagian yang kecil

## 2) Plastisitas

Plastisitas adalah sifat yang memungkinkan lempung dapat diberi bentuk tanpa rekahan-rekahan dan bentuk tersebut akan tetap setelah gaya pembentuknya dihilangkan.

## 3) Thixoptropy

*Thixoptropy* atau daya bersuspensi adalah suatu sifat mineral lempung atau material lempung yang bila bercampur dengan suatu cairan akan membentuk suspensi. Sifat ini berkaitan dengan keplastisan.

## 4) Tekstur mineral lempung

Tekstur mineral lempung meliputi ukuran dan bentuk partikel lempung yang mempengaruhi keplastisan, kekuatan, mekanis, kemudahan pada pengeringan dan karakter produk setelah dibakar.

## 5) Warna lempung

Warna lempung ditentukan oleh kandungan senyawa-senyawa besi atau bahan-bahan karbon, kadang-kadang juga mineral mangan dan titan dalam jumlah yang cukup bisa mempengaruhi warna pada lempung.

## 6) Kekuatan panas pada mineral lempung

Mineral lempung akan kehilangan air pori-pori bila dilakukan pemanasan diatas suhu  $150^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pemanasan pada suhu  $400-900^{\circ}\text{C}$  air akan meloncat ke atas dari kisi-kisi sebagai

kelompok OH dan struktur kristal akan terhancurkan sebagian atau berubah.

#### **d. Sifat Kimiawi Mineral Lempung**

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat kimiawi sebagai berikut :

##### **1. Pertukaran ion**

Salah satu sifat yang penting dari mineral lempung adalah pertukaran elektrik pada partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau menetralsir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion-ion lain pada larutan yang encer (*Olphen, 1963*).

##### **2. Interaksi dengan air**

###### **a. Sifat hidrasi pada kandungan air yang relatif rendah**

Sifat mineral lempung dalam air adalah kompleks dan penting sekali. Sifat ini mempertimbangkan penyerapan air oleh mineral lempung dari suatu keadaan yang relatif kering, yaitu interaksi terjadi ketika molekul air melekat pada permukaan partikel atau berhubungan dengan kation yang dapat berpindah. Penyerapan air oleh mineral lempung dapat terjadi baik oleh hidrasi permukaan kristal ataupun pertukaran kation (*Olphen, 1963*).

b. Kandungan air yang tinggi (sifat lempung koloid)

Pengembangan osmosis pada ruang antar lapisan relatif besar diperlihatkan oleh bentuk pertukaran  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Li}^+$  pada montmorilonit yang dapat dijelaskan dari teori lapisan ganda elektrik. Dasarnya adalah lapisan lempung berharga negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion (*Olphen, 1963*).

c. Interaksi dengan bahan organik

Beberapa molekul organik yang terdapat di air, dapat dengan mudah diserap oleh mineral lempung. Pada beberapa kejadian, terutama untuk molekul organik tak terkutub, kekuatan interaksinya relatif lemah hanya dengan penyerapan secara fisik. Ikatan antara mineral lempung dan bahan organik terjadi melalui :

- i. Ikatan hidrogen
- ii. Kekuatan ion dwi kutub
- iii. Pertukaran kation
- iv. Pertukaran anion

Pada lempung-lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya *exchangeable cation* (ion-ion positif yang mudah diganti) lempung tersebut dan terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik elektrostik. Bila air kemudian ditambahkan pada lempung tersebut, kation-kation

dan sejumlah kecil anion-anion (ion-ion bermuatan negatif) akan “berenang” diantara partikel-partikel itu. Keadaan seperti ini disebut sebagai lapisan ganda terdifusi (*diffuse double layer*).

**e. Permeabilitas Tanah (Lempung)**

Permeabilitas didefinisikan sebagai bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang cair atau minyak mengalir lewat rongga pori. Pori-pori tanah saling berhubungan antara yang satu dengan yang lainnya, sehingga air dapat mengalir dari titik dengan energi tinggi ke titik energi yang lebih rendah. (*Christady, 2002*).

Untuk tanah lempung yang dibuat gerabah mengalami perlakuan seperti pemadatan, pengeringan, pembakaran. Gerabah yang masih mentah pori-porinya lebih kecil, karena pori lempung berisi air dan udara, setelah mengalami pembakaran air dan udara menguap sehingga pori melebar.

**f. Porositas Tanah (Lempung)**

Porositas merupakan sejumlah ruang pori-pori yang berisi air dan udara. Ruang pori-pori ini menjadi penting karena di dalamnya air dan udara bebas bergerak. Banyaknya air yang bergerak melalui tanah lempung berkaitan erat dengan jumlah dan ukuran pori-pori tanah.

Banyaknya ruang kosong di dalam tanah tergantung pada butir-butir, semakin besar butir-butir semakin besar pula ruang pori demikian juga sebaliknya (*Kartasapoetra, 1991*). Menurut Sarwo Hardjowigeno



udara dan air mengisi pori-pori tanah. Banyaknya pori-pori  $\pm 50\%$  dari volume tanah, sedangkan jumlah air dan udara berubah-ubah.

## 2. Pasir Kuarsa

Dalam penelitian ini pasir kuarsa digunakan sebagai komposisi campuran dalam pembuatan reaktor *membran keramik*. Pasir kuarsa mempunyai beberapa sifat cukup spesifik, sehingga untuk pemanfaatannya yang maksimal diperlukan pengetahuan yang cukup mengenai sifat-sifatnya. Sifat tersebut antara lain:

- a. Bentuk butiran pasir. Bentuk butiran pasir dapat dibagi 4 (empat) macam yaitu : membulat (*rounded*), menyudut tanggung (*sub-angular*), menyudut (*angular*), dan gabungan (*compound*). Pasir yang berbentuk bundar memberikan kelolosan yang lebih tinggi daripada bentuk yang menyudut.
- b. Ukuran butiran pasir. Butiran pasir yang berukuran besar/kasar memberikan kelolosan yang lebih besar sedangkan yang berbutir halus memberikan kelolosan yang lebih rendah. Pasir yang berbutir halus mempunyai luas permukaan yang lebih luas.
- c. Sebaran ukuran butiran pasir, dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu :
  1. Sebaran ukuran butir sempit. yaitu susunan ukuran butir hanya terdiri dari kurang lebih 2 (dua) macam saja.
  2. Sebaran ukuran butir sangat sempit, yaitu 90 % ukuran butir pasir terdiri dari satu macam saja.

3. Sebaran butir pasir lebar, yaitu susunan ukuran butir terdiri dari kurang lebih 3 (tiga) macam.
  4. Sebaran ukuran butir pasir sangat lebar, yaitu susunan ukuran butiran pasir terdiri dari lebih dari tiga macam.
- d. Susunan kimia, beberapa senyawa kimia yang perlu diperhatikan dalam pasir kuarsa adalah  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Kandungan  $\text{SiO}_2$  dipilih setinggi mungkin dan kandungan senyawa yang lain serendah mungkin. Makin tinggi kandungan  $\text{SiO}_2$  makin tinggi daya penyerapannya.

Secara umum pasir kuarsa Indonesia mempunyai komposisi :

- a.  $\text{SiO}_2$  : 35.50 - 99.85 %
- b.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 0.01 – 9.14 %
- c.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 0.01 – 18.00 %
- d.  $\text{CaO}$  : 0.01 – 0.29 %

### 3. Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji digunakan sebagai campuran dalam pembuatan reaktor *membran keramik*. Serbuk gergaji merupakan limbah yang selalu ada pada tiap industri pengolahan kayu. Pada industri penggergajian, serbuk gergaji yang dihasilkan berkisar 11-15%, sedang pada industri kayu lapis dan molding biasanya lebih kecil. Besarnya persentase limbah serbuk gergaji yang dihasilkan pada proses pengolahan kayu seperti penggergajian, tergantung dari beberapa faktor seperti jenis kayu, tipe

gergaji, tebal bilah gergaji (*kerf*), diameter log, kualitas yang ingin dihasilkan dan lain-lain.

Serbuk gergaji umumnya banyak dimanfaatkan untuk bahan baku tungku pemanas atau bila diperkirakan akan menguntungkan, dimanfaatkan sebagai bahan baku pada pembuatan papan partikel. Juga ada yang dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan di persemaian. Selain itu, serbuk gergaji dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket arang.

### 2.2.3 Pembuatan Keramik

Pembuatan keramik dimulai dari proses pengolahan tanah, pembentukan badan keramik, pengeringan, penyusunan dalam tungku pembakaran.

#### 1. Pengolahan bahan baku.

Bahan pembuat keramik harus diolah terlebih dahulu sebelum bahan siap dibentuk karena hampir semua bahan alami murni mengandung banyak *grit*. Pemisahan dapat dilakukan secara manual atau secara mekanis. Bahan-bahan keramik alam dihancurkan, disaring dan diambil ukuran butir bahan yang dikehendaki. Penyaringan dapat dilakukan dengan cara basah atau kering.

#### 2. Pembentukan badan keramik

Pembentukan badan keramik ada beberapa cara antara lain *die pressing*, *rubbermold pressing*, *extrusion molding*, *slip testing* dan *injection*

*molding* (Ichinose, 1997). *Die Pressing* (tekan mati) digunakan pada bahan pembuat tepung dengan kadar cairan 10-20% dan cukup menjadi padat dengan tekanan. Produknya antara lain ubin lantai dan ubin dinding. *Rubber mold pressing* digunakan pada bubuk padat seragam. Disebut *rubber mold pressing* karena penggunaan cetakan yang seperti sarung dari batu penggosok. Bahan diletakkan dalam cetakan dan ditekan dengan menggunakan tekanan hidrostatik dalam ruang.

*Ektrusion molding* merupakan pembentukan bahan dengan menggunakan menggeser campuran bahan plastis kaku pada lubang mati, contoh produknya adalah pipa selokan dan ubin lekuk. *Slip casting* dipakai jika larutan bahan cukup encer dan dimanfaatkan untuk membuat barang-barang yang cukup banyak. *Injection molding* merupakan teknik pembuatan badan keramik dengan cara menekan bahan keramik pada cetakan.

### 3. Pengeringan

Pengeringan disini dimaksudkan untuk menghilangkan apa yang disebut dengan plastisnya saja, sedang air yang terikat dalam molekul tanah liat (air kimia) hanya bias dihilangkan melalui pembakaran. Tujuan dari pembakaran adalah untuk memberikan kekuatan kepada barang-barang mentah sehingga dapat disusun dalam tungku dan menghilangkan air yang berlebihan, yang menimbulkan kesukaran-kesukaran dalam proses pembakaran. Kerusakan yang dapat terjadi antara lain perubahan bentuk dan retak-retak

Beberapa cara pengeringan yang dapat dilakukan antara lain diangin-anginkan, dipanaskan dalam alat khusus dan membungkus benda dengan kain yang agak basah (Astuti, 1997). Pada pembuatan keramik dengan teknologi maju, proses pengeringan ini dilakukan langsung dengan proses pembakaran.

#### 4. Pembakaran

Proses pembakaran bahan keramik sering juga disebut *Sinering processes*. Suhu yang dipakai dalam pembakaran sangat tergantung dari metode, bahan yang akan dibakar dan benda hasil bakar. Sebagai contoh pada metode standar *pressure sintering* dengan materi dasar  $\text{Si}_3\text{N}_4$  memerlukan suhu  $1700^\circ\text{C}$ - $1800^\circ\text{C}$  pada gas Nitrogen ( $\text{N}_2$ ). *Hot pressing* dengan bahan dasar  $\text{Si}_3\text{N}_4$  memerlukan suhu  $1700^\circ\text{C}$ - $1800^\circ\text{C}$  dengan tekanan 200-500  $\text{Kg/cm}^2$ . *Reaction sintering* dengan bahan dasar  $\text{SiO}_2$  dibakar pada suhu  $1350^\circ\text{C}$  - $1600^\circ\text{C}$ . *Chemical vapor deposition (CVD)* dengan bahan dasar  $\text{SiH}_4$  dan  $\text{NH}_3$  dipanaskan pada suhu  $800^\circ\text{C}$ - $1400^\circ\text{C}$ . Selain itu masih ada metode-metode lain seperti *Hot Isolatic Press (HIP)*, *atmospheric pressure sintering*, *Ultra high pressure sintering*, *Post reaction sintering* dan *recrystallization sintering* (Ichinose, 1987).

Dalam proses pembakaran, jenis air yang harus dihilangkan adalah air suspensi, air antar partikel, air pori antar partikel setelah pengerutan, air terserap (*adsorpsi*) pada partikel dan air kisi dalam struktur kristalnya (Hartono, 1992).

Tahap dalam pembakaran dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Tahap penghilangan uap

Suhu bakar tahap ini berlangsung dari awal sampai sekitar suhu 500°C. Tujuannya adalah untuk menghilangkan molekul-molekul air pada bahan, membakar unsur karbon dan unsur organis bahan. Pembakaran harus dilakukan perlahan-lahan sampai semua molekul air hilang, jangan sampai ada molekul air yang terjebak dalam bahan karena akan terjadi letupan yang merusak bahan. Pada suhu 300°C-400°C zat-zat organis dan unsur karbon akan terbakar habis.

2) Tahap penggelasan

Setelah air dalam bahan habis, suhu dapat ditingkatkan sedikit demi sedikit. Pembakaran suhu yang paling menentukan adalah pada suhu 573°C. Pada suhu ini tungku pembakaran mulai menjadi merah panas dan terjadi penggantian fisik silika. Pada proses pendinginan suhu 573°C juga merupakan titik kritis, sehingga sering disebut sebagai *inverse kwarsa*. Setelah suhu mencapai 600°C tingkat bakar dapat dipercepat sampai terbentuk sinter (kilau) dari bahan yaitu terjadi pada suhu 900°C-1200°C.

3) Tahap pendinginan

Pendinginan dilakukan perlahan-lahan, setelah suhu bakar yang dikehendaki tercapai. Jika suhu pembakaran dihentikan maka suhu tungku akan turun sedikit demi sedikit, sampai pada suhu kamar. Penurunan suhu yang demikian bertujuan untuk menghindari

terjadinya keretakan pada keramik dan menjaga kondisi tungku bakar (Astuti, 1997). Untuk tungku bakar yang bagus disediakan fasilitas pendingin dengan mengalirkan udara.

Perubahan komposisi kaolin dalam pembakaran adalah sebagai berikut

Tabel 2.1 Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran

Temperatur	Peristiwa yang Terjadi
30 -150°C	- Penguapan air mekanis dan air terserap
500 – 600°C	- Penguapan air mineral/ air kimia/ air kristal dari mineral lempung kaolinit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
850 – 1050°C	- Terjadi reaksi eksotermal ketika terjadi reaksi peruraian keseimbangan ( <i>disosiasi</i> ) membentuk Mullite dan Trydimite $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \rightarrow 3\text{AlO}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \text{ (amorph)} + 4\text{SiO}_2 \text{ (trydimate)}$
1350°C	- Kristalisasi awal dari mineral Mullite ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ )
1470°C	- Tyrdimite berubah menjadi Crystobalite stabil ( $\text{SiO}_2$ )
1470 + 1790°C	- Keseimbangan Mullite-Crystobalit
+ 2000°C	- Melebur

### 2.3 Parameter Yang Akan Diteliti

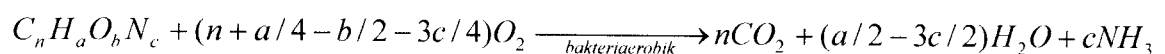
Pada penelitian ini parameter yang akan diteliti adalah *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Total Suspended Solid* (TSS).

### 2.3.1 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*), atau kebutuhan oksigen biologis, adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air untuk mendegradasi bahan buangan organik yang terdapat dalam air tersebut.

Dekomposisi bahan organik pada dasarnya terjadi melalui dua tahap. Pada tahap pertama, bahan organik diuraikan menjadi bahan anorganik. Pada tahap kedua, bahan anorganik yang lebih stabil, misalnya ammonia mengalami oksidasi menjadi nitrit dan nitrat (*nitrifikasi*). BOD hanya menggambarkan bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*). Bahan organik ini dapat berupa lemak, protein, kanji, glukosa, aldehida, ester, dan sebagainya. Bahan organik merupakan hasil pembusukan tumbuhan dan hewan yang telah mati atau hasil dari buangan limbah seperti limbah cair peternakan sapi.

Proses penguraian bahan buangan organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme atau oleh bakteri aerobik adalah sebagai berikut :



Seperti tampak pada reaksi diatas, bahan buangan organik dipecah dan diuraikan menjadi gas CO<sub>2</sub>, air dan gas NH<sub>3</sub>. Timbulnya gas NH<sub>3</sub> inilah yang menyebabkan bau busuk pada air yang telah dicemari oleh bahan buangan organik.

Reaksi tersebut diatas memerlukan waktu yang cukup lama kira-kira 10 hari dalam waktu 2 hari mungkin reaksi telah mencapai 50% dan dalam waktu 5 hari mencapai sekitar 75%. (*Wisnu Arya W, 2001*). Bila dibandingkan



dengan reaksi COD yang hanya memakan waktu sekitar 2 jam, maka reaksi uji BOD ini relatif sangat lambat karena tergantung pada kerja bakteri.

### **Pengukuran BOD**

Studi kinetika reaksi BOD memperlihatkan bahwa reaksi ini mengikuti orde pertama atau laju reaksi sebanding dengan jumlah organik teroksidasi yang tersisa pada waktu tertentu yang dilakukan oleh populasi dimana variasi yang terjadi relatif kecil, laju dikontrol oleh jumlah makanan yang tersedia untuk organisme dan diekspresikan sebagai berikut :

$$\frac{-dC}{dt} \propto C \text{ atau } \frac{-dC}{dt} = k' C \quad (\text{Pers. 2.1})$$

Dimana C : konsentrasi bahan organik awal teroksidasi pada waktu awal reaksi

T : lamanya reaksi berjalan

k' : konstanta laju reaksi

Persamaan diatas menunjukkan bahwa lajur reaksi secara perlahan berkurang jika konsentrasi bahan makanan atau bahan organik, C berkurang.

Dalam berbagai kasus, lebih diutamakan nilai BOD yang biasa ditentukan oleh aktual dengan pengukuran oksigen terlarut. Seringkali dinyatakan sebagai BOD 5 hari atau BOD pada waktu tertentu lainnya. Hal ini dinyatakan sebagai :

$$y = L(1 - 10^{-kt}) \quad (\text{Pers. 2.2})$$

Dengan y = BOD pada waktu t, L = BOD total atau ultimat. Nilai k harus ditentukan berdasarkan percobaan.

Selain itu untuk memperkirakan pengaruh konsentrasi adanya mikro organisme diadakan dilusi dan penambahan mikro organisme (seeding) dengan cara ini BOD dapat dihitung dengan persamaan :

$$BOD = \frac{D_1 - D_2}{P} \text{ mg/l} \quad (\text{Pers.2.3})$$

Dimana  $D_1$  : DO dilusi sebelum inkubasi

$D_2$  : DO setelah inkubasi

$P$  : dilusi sample

### 2.3.2. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS adalah jumlah berat dalam mg/L kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron (*Sugiharto, 1987*).

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

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

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (*efek tyndall*) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan (*presipitasi*) yang merupakan keadaan kejenuhan dari suatu senyawa kimia. Partikel-partikel tersuspensi biasa, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak dapat dikatakan keruh, karena sebenarnya air diantara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang.

Seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul (zat yang terlarut), zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat inorganik (tanah liat, kwarts) dan organis (protein, sisa makanan dan ganggang, bakteri). Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa

sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti pada keterangan dibawah ini :

Zat padat total , terbagi menjadi dua :

- Zat padat terlarut
- Zat padat tersuspensi, terbagi menjadi dua :
  1. Zat padat tersuspensi Organik
  2. Zat padat tersuspensi Inorganik

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklarifikasikan sekali lagi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan inorganik. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. Penentuan zat padat terendap ini dapat melalui volumenya, disebut Analisa Volume Lumpur (sludge volume), dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut zat padat terendap (*settleable solids*). Dimensi dari zat-zat padat diatas adalah dalam mg/L atau g/L, namun sering pula ditemui % berat yaitu kg zat padat / kg larutan, atau % volum yaitu  $\text{dm}^3$  zat padat/liter larutan.

Apabila jumlah materi tersuspensi ini banyak dan kemudian mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu aliran dalam saluran, pendangkalan cepat terjadi, sehingga diperlukan pengerukan lumpur yang lebih sering. Apabila zat-zat ini sampai di muara sungai dan bereaksi dengan air

yang asin, maka baik koloid maupun zat terlarut dapat mengendap di muara-muara dan proses inilah yang menyebabkan terbentuknya delta-delta. Dapat dimengerti, bahwa pengaruh terhadap kesehatan pun menjadi titik langsung.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan (*field eksperiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap konsentrasi BOD dan TSS dari sumber limbah cair peternakan sapi dengan menggunakan *membran keramik*

#### **3.2. Objek Penelitian**

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan BOD dan TSS dari sumber limbah cair peternakan sapi .

#### **3.3. Lokasi Penelitian**

Lokasi pengambilan sampel air bertempat di Lembah Hijau Multifarm (LHM), Solo dan sebagai tempat analisa sampel yaitu di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta.

#### **3.4. Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dilakukan pada bulan April-Juli 2006 yang dilanjutkan dengan pengolahan data, penyusunan data dan penyusunan skripsi.

### 3.5. Variabel Penelitian

#### 1. Variabel bebas ( *Independent Variable* )

- Variasi komposisi serbuk gergaji 5%, 7.5%, dan 10% dalam menurunkan konsentrasi BOD dan TSS.
- Variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit dan 180 menit untuk menghitung laju penurunan BOD dan TSS.
- Tinggi media 12,5 cm.
- Diameter keramik 9 cm.

#### 2. Variabel terikat ( *Dependent Variable* )

Parameter yang diteliti adalah BOD dan TSS.

### 3.6. Desain reaktor

Perencanaan pembuatan reaktor yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Tanah Lempung
2. Pasir Kuarsa

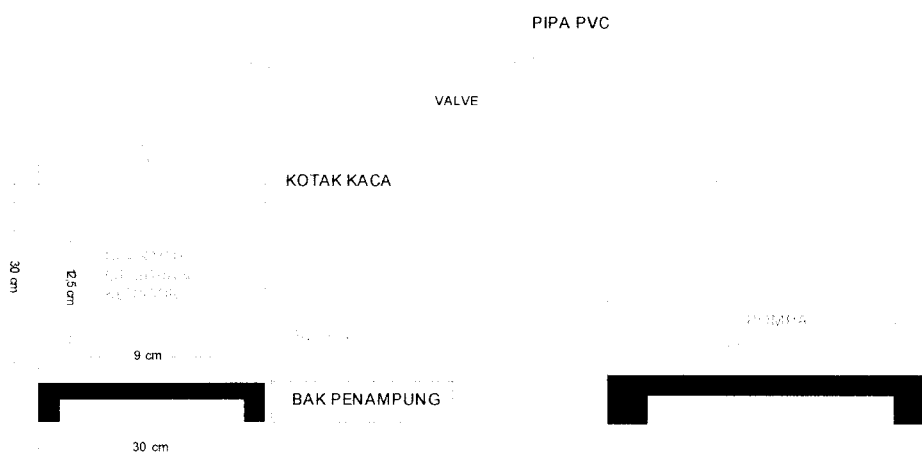
Komposisi pasir kuarsa adalah 10% dari berat tanah lempung

3. Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji diambil dari sisa penggergajian dengan penggunaan mesin listrik, yang berukuran sekitar  $\geq 50$  mesh. Untuk disaring dengan ayakan.

### 3.7. Dimensi Reaktor

Reaktor yang direncanakan terbuat dari komposisi antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Proses dari reaktor ini adalah air limbah dari tempat penampungan (inlet) akan mengalir melalui pipa menuju *membran keramik* (gerabah), dengan bantuan pompa. Air limbah yang mengalir kedalam membran keramik tersebut akan merembes melewati pori-pori dinding keramik, yang kemudian ditampung di dalam reaktor luar. Air limbah yang ditampung didalam reaktor luar dialirkan ke pipa outlet untuk kemudian diteliti (diuji) di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan. Desain reaktor dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini

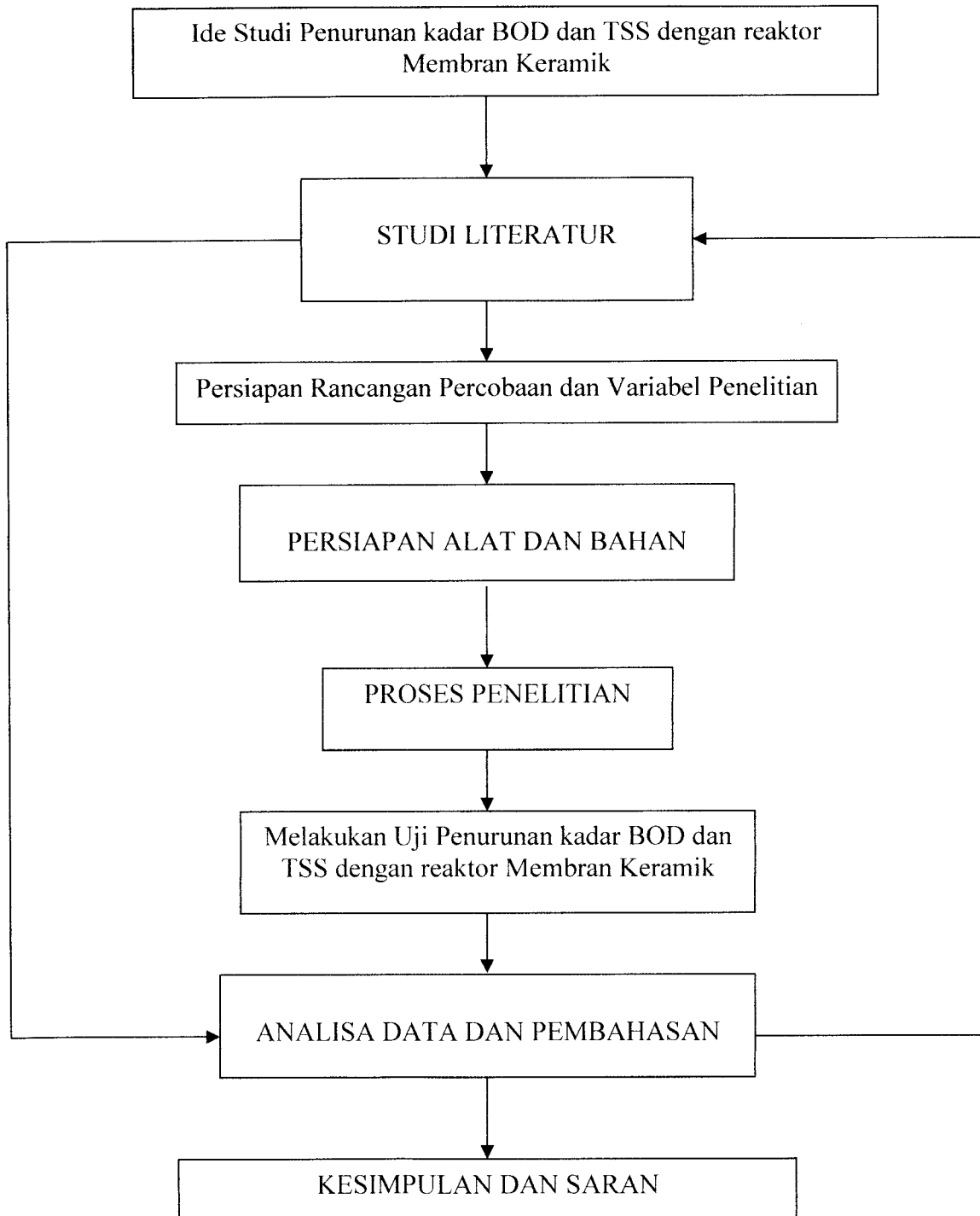


Gambar 3.1. Gambar Reaktor Membran keramik

### 3.8. Metode Penelitian

Untuk mendapatkan data-data dalam penelitian ini, maka dilakukan tahapan-tahapan, adapun tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:





Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

### **3.9. Tahapan Penelitian**

#### **a. Studi Literatur**

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

#### **b. Persiapan Penelitian**

Bahan-bahan dan alat dalam penelitian adalah :

- a. Pasir kuarsa (silika) 10% dari berat tanah lempung 1 kg ;
- b. Tanah lempung
- c. Serbuk gergaji
- d. Pipa PVC
- e. Stop kran  $\frac{1}{2}$  " 2 buah
- f. Bak penampung (ember)
- g. Botol sampel air limbah

### **3.10 Analisa Laboratorium**

Effluent hasil penyaringan dianalisa di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta menggunakan metode titrimetrik menurut SNI M-69-1990-03 untuk BOD dan gravimetri menurut SNI M-03-1989-F untuk TSS.

### 3.11. Analisa Data

Data hasil percobaan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar BOD dan TSS pada limbah cair peternakan sapi dalam penelitian ini digunakan formula sebagai berikut :

$$E = \frac{\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir}}{\text{Kadar Awal}} \times 100 \%$$

#### 3.11.1 Analisis Data Dengan Menggunakan T-Test

Tujuan dari dilakukannya uji t dua variabel bebas adalah untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel tersebut sama atau berbeda. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi) hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel. Atau dengan kata lain, t-test digunakan untuk menguji rata-rata tetapi variannya tidak diketahui.

Adapun rumus uji t dua variabel sebagai berikut :

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r \left( \frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) + \left( \frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)^2}}$$

$r$  = nilai korelasi  $X_1$  dengan  $X_2$

$n$  = jumlah sampel

$\bar{x}_1$  = rata-rata sampel ke-1

$\bar{x}_2$  = rata-rata sampel ke-2

$s_1$  = standar deviasi sampel ke-1

$s_2$  = standar deviasi sampel ke-2

$S_1$  = varians sampel ke-1

$S_2$  = varians sampel ke-2

Langkah-langkah menjawab :

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

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD dan TSS pada inlet dan outlet.

$H_o$  : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD dan TSS pada inlet dan outlet.

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

$H_a$  :  $\mu_1 \neq \mu_2$

$H_o$  :  $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3. Mencari rata-rata ( $\bar{X}$ ): standar deviasi ( $s$ ): varians ( $S$ ) dan korelasi.

Langkah 4. Mencari  $t$  hitung

Langkah 5. Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0.05$ )

2.  $dk = n_1 + n_2 - 2$

3. Kriteria pengujian dua pihak

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

Langkah 6. Membandingkan  $t$  tabel dengan  $t$  hitung

Langkah 7. Kesimpulan



#### 4.1. Data Hasil Uji Laboratorium

##### 4.1.1. Biological Oxygen Demand (BOD)

Adapun data hasil uji Biological Oxygen Demand (BOD) dari air buangan peternakan sapi berdasarkan variasi membran keramik yang digunakan, yaitu :

1. Membran keramik 5%

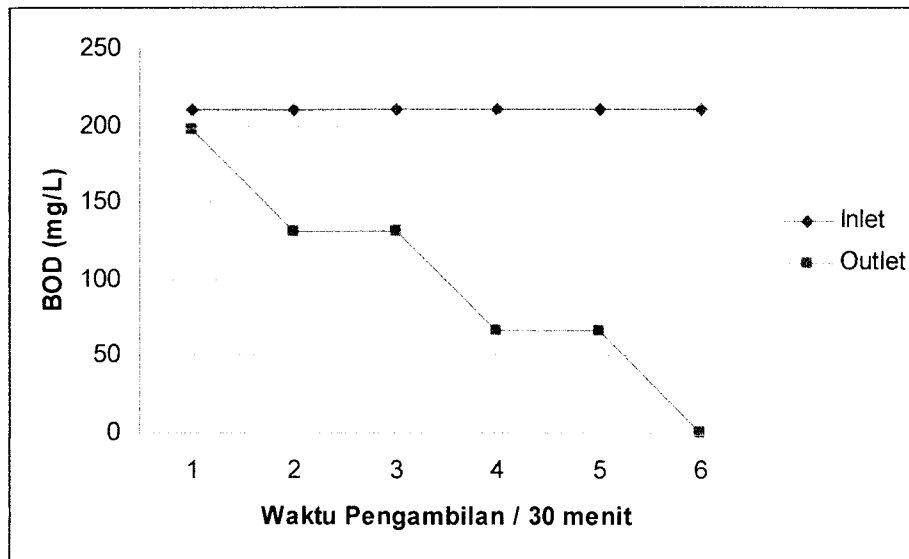
Membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji 5% tidak mampu mengolah air buangan peternakan sapi yang memiliki konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) yang sangat tinggi yaitu 318 mg/l. Hal ini disebabkan karena porositas pada membran keramik sangat kecil sehingga air buangan tidak mampu melewati pori-pori pada membran kramik.

2. Membran keramik 7,5%

Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi BOD menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 7,5% dari berat tanah, dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1. Penurunan BOD dengan membran keramik 7,5%

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Removal %
1	30	210.30912	197.1648	6.25
2	60	210.30912	131.4432	37.5
3	90	210.30912	131.4432	37.5
4	120	210.30912	65.7216	68.75
5	150	210.30912	65.7216	68.75
6	180	210.30912	0.0004	99.99981



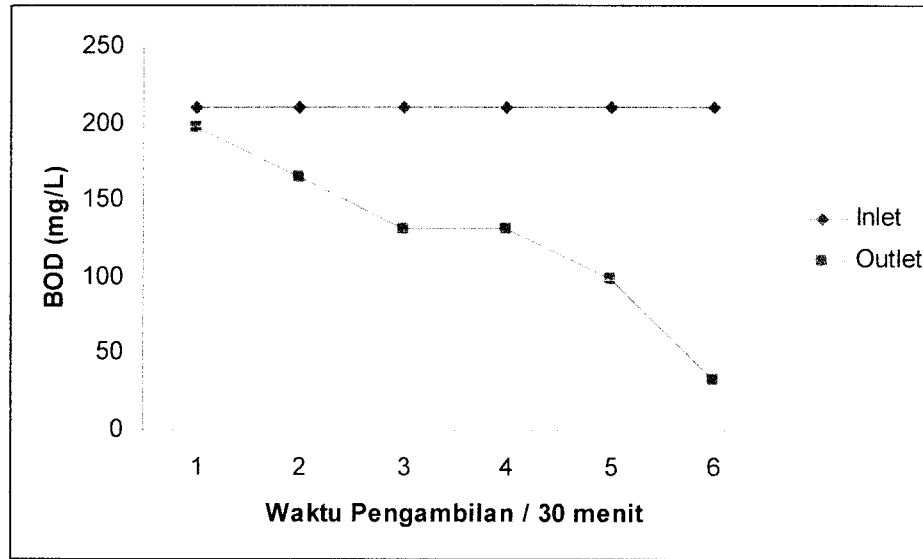
Gambar 4.1. Penurunan BOD dengan membran keramik 7,5%

### 3. Membran keramik 10%

Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi BOD menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 10% dari berat tanah, dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2. Penurunan BOD dengan membran keramik 10%

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Removal %
1	30	210.30912	197.1648	6.25
2	60	210.30912	164.304	21.875
3	90	210.30912	131.4432	37.5
4	120	210.30912	131.4432	37.5
5	150	210.30912	97.8696	53.46393
6	180	210.30912	32.8608	84.375



Gambar 4.2. Penurunan BOD dengan membran keramik 10%

#### 4.1.2. Total Suspended Solid (TSS)

Adapun data hasil uji Total Suspended Solid (TSS) dari air buangan peternakan sapi berdasarkan variasi membran keramik yang digunakan, yaitu :

##### 1. Membran keramik 5%

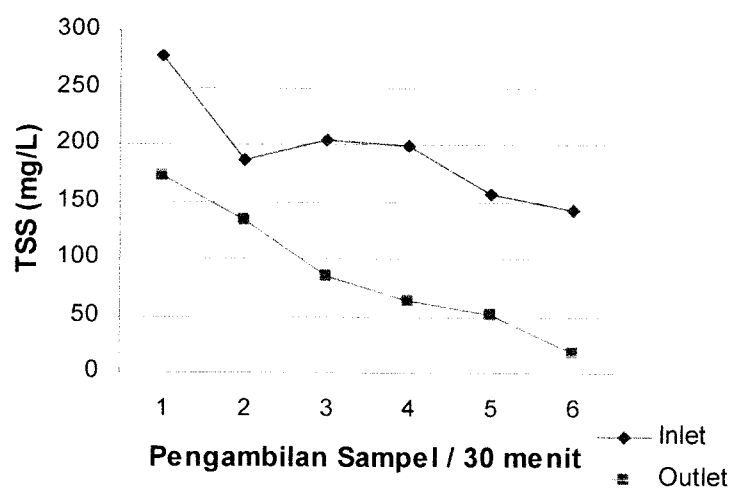
Membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji 5% tidak mampu mengolah air buangan peternakan sapi yang memiliki konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) yang sangat tinggi yaitu 318 mg/L. Hal ini disebabkan karena porositas pada membran keramik sangat kecil sehingga air buangan tidak mampu melewati pori-pori pada membran keramik.

## 2. Membran keramik 7,5%

Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi TSS menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 7,5% dari berat tanah, dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.3 dibawah ini :

Tabel 4.3. Penurunan TSS dengan membran keramik 7,5%

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Removal %
1	30	277	172	37.90614
2	60	186	133	28.49462
3	90	204	84	58.82353
4	120	198	63	68.18182
5	150	157	51	67.51592
6	180	142	18	87.32394



Gambar 4.3. Penurunan TSS dengan membran keramik 7,5%

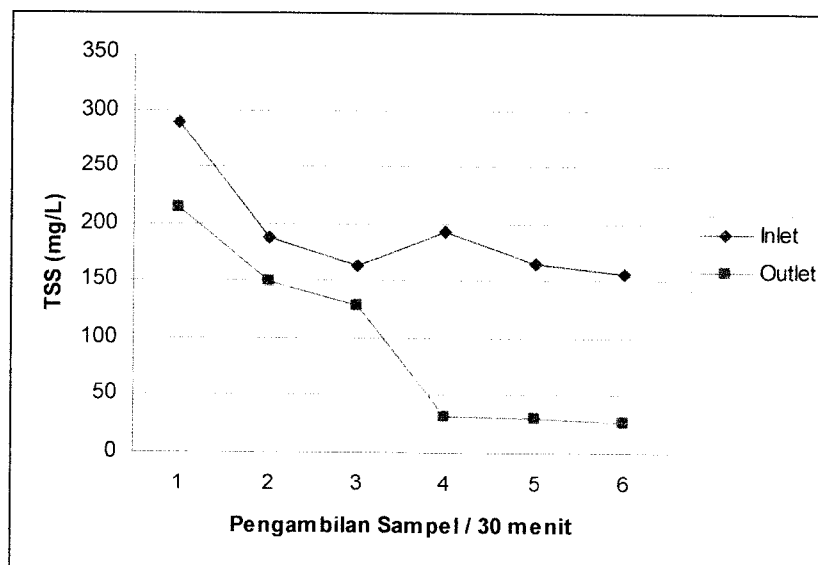


### 3. Membran keramik 10%

Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi TSS menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 10% dari berat tanah, dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.4. Penurunan TSS dengan membran keramik 10%

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Removal %
1	30	289	213	26.29758
2	60	188	148	21.2766
3	90	163	127	22.08589
4	120	192	31	83.85417
5	150	165	29	82.42424
6	180	155	27	82.58065



Gambar 4.4. Penurunan TSS dengan membran keramik 10%

## 4.2 Analisis Data

### 4.2.1 Analisis Data Dengan Menggunakan T-Test

Tujuan dari dilakukannya uji t dua variabel bebas adalah untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel tersebut sama atau berbeda. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi) hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel. Atau dengan kata lain, t-test digunakan untuk menguji rata-rata tetapi variannya tidak diketahui.

Adapun rumus uji t dua variabel sebagai berikut :

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r \left( \frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) + \left( \frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)^2}}$$

$r$  = nilai korelasi  $X_1$  dengan  $X_2$

$n$  = jumlah sampel

$\bar{x}_1$  = rata-rata sampel ke-1

$\bar{x}_2$  = rata-rata sampel ke-2

$s_1$  = standar deviasi sampel ke-1

$s_2$  = standar deviasi sampel ke-2

$S_1$  = varians sampel ke-1

$S_2$  = varians sampel ke-2

#### 4.2.1.1 T-Test Untuk Analisa BOD Pada Komposisi Media 7,5 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata	: $\bar{x}_1$	= 210,30912
	$\bar{x}_2$	= 98,58246667
Standar deviasi	: $s_1$	= 4,82525E-06
	$s_2$	= 68,92928118
Varians	: $S_1$	= 2,32831E-11
	$S_2$	= 4751,245804
Korelasi	: $r_1$	= 2,22689E-11

$$t_{\text{hitung}} = 3,901629333$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$ , atau  $-1,812 < 3,901629333 > 1,812$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

Sehingga dapat disimpulkan :

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet DITERIMA

$H_0$  : Tidak Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet DITOLAK

#### 4.2.1.2 T-Test Untuk Analisa BOD Pada Komposisi Media 10 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata	: $\bar{x}_1$	= 210,30912
	$\bar{x}_2$	= 125,8476
Standar deviasi	: $s_1$	= 4,82525E-06
	$s_2$	= 56,66916737
Varians	: $S_1$	= 2,32831E-11
	$S_2$	= 3211,394531
Korelasi	: $r_1$	= 0,000315059

$$t_{\text{hitung}} = 3,574364367$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$ , atau  $-1,812 < 3,574364367 > 1,812$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

Sehingga dapat disimpulkan :

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet DITERIMA

$H_0$  : Tidak Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet DITOLAK

#### 4.2.1.3 T-Test Untuk Analisa TSS Pada Komposisi Media 7,5 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata	: $\bar{x}_1$	= 194
	$\bar{x}_2$	= 86,83333333
Standar deviasi	: $s_1$	= 47,20593183
	$s_2$	= 56,53818768
Varians	: $S_1$	= 2228,4
	$S_2$	= 3196,566667
Korelasi	: $r_1$	= 0,001469308

$$t_{\text{hitung}} = 3,519461891$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$ , atau  $-1,812 < 3,519461891 > 1,812$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

Sehingga dapat disimpulkan :

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet **DITERIMA**

$H_0$  : Tidak Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet **DITOLAK**

#### 4.2.1.4 T-Test Untuk Analisa TSS Pada Komposisi Media 10 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} \quad : \quad \bar{x}_1 = 192$$

$$\bar{x}_2 = 95,83333333$$

$$\text{Standar deviasi} \quad : \quad s_1 = 49,72725611$$

$$s_2 = 78,52239596$$

$$\text{Varians} \quad : \quad S_1 = 2472,8$$

$$S_2 = 6165,766667$$

$$\text{Korelasi} \quad : \quad r_1 = 0,001929686$$

$$t_{\text{hitung}} = 2,506738927$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$ , atau  $-1,812 < 2,506738927 > 1,812$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

Sehingga dapat disimpulkan :

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet **DITERIMA**

$H_0$  : Tidak Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet **DITOLAK**

### **4.3. Pembahasan Terhadap Hasil Uji Laboratorium**

#### **4.3.1. Penurunan Konsentrasi Biological Oxygen Demand (BOD)**

Penelitian yang dilakukan terhadap limbah peternakan sapi berasal dari CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) solo, Jawa Tengah, dengan menggunakan membran keramik sebagai media pengolahan air limbah yang terdiri dari 3 variasi membran keramik yaitu 5%, 7,5%, dan 10% konsentrasi serbuk gergaji.

Biological Oxygen Demand (BOD) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa organik ini digunakan oleh mikroorganisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (*Pescod, 1973*).

BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi.

Dari Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pada reaktor membran keramik 7,5% dan reaktor membran keramik 10% tidak terjadi penurunan konsentrasi BOD pada inlet yaitu sebesar 210,30912 mg/L, Hal ini dapat terjadi karena selama pemeriksaan BOD, contoh yang akan diperiksa tidak mengalami aerasi maupun kontaminasi dari oksigen yang ada di udara bebas, baik

pada proses pengambilan maupun pada proses pemeriksaan contoh limbah peternakan. Hal ini perlu diperhatikan mengingat kelarutan oksigen dalam air terbatas dan hanya berkisar  $\pm 9$  ppm pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  (Sawyer & Mc Carthy, 1978).

Sedangkan untuk outlet yang dihasilkan dari pengolahan dengan menggunakan membran keramik 7,5% dan membran keramik 10%, menunjukkan hasil yang sangat signifikan yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Pada membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji 7,5%, reaktor dapat menurunkan konsentrasi BOD sampai dengan 99.99981 % pada menit ke 180 dengan nilai konsentrasi BOD sebesar 0,0004 mg/L. Sedangkan pada membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji 10%, reaktor dapat menurunkan konsentrasi BOD sampai dengan 84.375 % pada menit ke 180 dengan konsentrasi BOD sebesar 32.8608 mg/L.

Selain hal tersebut diatas, penurunan konsentrasi BOD dengan menggunakan membran keramik juga dapat terjadi karena adanya proses penyaringan (filtrasi) dan penyerapan (adsorpsi), dimana bahan-bahan organik yang terdapat pada air buangan disaring dan diserap oleh membran keramik. Dengan tekanan yang kuat menyebabkan bahan-bahan organik menempel pada dinding membran, sehingga air yang keluar menjadi lebih bersih.

Bahan-bahan organik merupakan makanan dan sumber energi bagi mikroorganisme, dengan berkurangnya bahan-bahan organik maka dapat pula mengurangi pertumbuhan mikroorganismenya yang terdapat dalam air buangan sehingga kebutuhan oksigen menjadi berkurang. Hal ini dapat terjadi karena tanah lempung memiliki sifat plastis, yaitu sifat yang memungkinkan tanah lempung



untuk dibentuk dan dibakar (*Grim, 1953*). Dengan bakaran yang rendah antara 900°C sampai dengan 1050°C tanah lempung tetap kuat dan dapat mengeluarkan air melalui pori yang terdapat pada tanah lempung dan serbuk gergaji.

Proses filtrasi pada membran keramik berfungsi untuk menyaring dan menangkap bahan-bahan padat, bahan-bahan terlarut dan bahan-bahan tersuspensi yang terdapat pada air buangan. Sedangkan proses penurunan konsentrasi BOD dengan menggunakan membran keramik sangat dipengaruhi oleh proses adsorpsi, hal ini dapat terjadi karena adanya aerasi pada air buangan selama proses adsorpsi berlangsung. Aerasi terjadi karena adanya udara pada pori-pori membran keramik, semakin kecil ukuran pori maka semakin luas permukaannya dan daya serap semakin tinggi sehingga proses aerasipun semakin besar.

Hal tersebut diatas dapat terjadi karena pada membran keramik yang memiliki pori yang lebih kecil terjadi proses aerasi yang maksimal, dimana air yang terserap oleh membran keramik dibagi dalam bentuk yang lebih kecil sehingga proses aerasi lebih merata dan maksimal. Sedangkan pada membran keramik yang memiliki pori yang lebih besar air buangan yang terserap pun menjadi lebih besar menyebabkan proses aerasi yang berlangsung tidak maksimal.

Dengan kombinasi campuran tanah lempung, pasir kuarsa, dan serbuk gergaji, membuat membran keramik sebagai alat penyaring yang dapat menurunkan konsentrasi BOD pada air buangan peternakan secara maksimal. Hal ini dapat terjadi karena membran keramik memiliki sifat adsorpsi, yaitu suatu

proses, dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (*Reynolds, 1982*).

#### **4.3.2. Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS)**

Total Suspended Solid (TSS) adalah jumlah berat dalam mg/L kering lumpur yang ada di dalam air buangan setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron (*Sugiharto, 1987*). Total Suspended Solid menyebabkan kekeruhan air, tidak larut, dan tidak dapat mengendap langsung.

Total Suspended Solid (TSS) dapat melayang di dalam air dan akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam lapisan air. Padahal sinar matahari sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk melakukan fotosintesis. Karena tidak adanya sinar matahari maka proses fotosintesis tidak dapat berlangsung dan akibatnya kehidupan mikroorganisme jadi terganggu.

Dari Gambar 4.3 dan Gambar 4.4, pada reaktor membran keramik 7,5% dan membran keramik 10% menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi TSS pada inlet yang disebabkan karena terjadinya proses pengendapan partikel-partikel yang terdapat dalam air buangan. Hal ini dapat terjadi karena kondisi air buangan pada inlet sangat tenang (laminer) sehingga partikel-partikel yang memiliki berat yang lebih besar mudah untuk mengendap.

Sementara itu, outlet yang dihasilkan dari pengolahan air buangan peternakan sapi menggunakan membran keramik menunjukkan hasil yang sangat baik, hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4. Pada Tabel 4.3 dan Tabel

4.4 dapat dilihat efisiensi membran keramik dalam menurunkan konsentrasi TSS yang terdapat pada air buangan. Membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji 7,5% mampu menurunkan konsentrasi TSS sampai dengan 87.32394% dari konsentrasi 142 mg/L menjadi 18 mg/L pada menit ke 180. Sedangkan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji 10%, mampu menurunkan konsentrasi TSS sampai dengan 83.85417% dari konsentrasi 192 mg/L menjadi 31 mg/L pada menit ke 120.

Hal tersebut diatas dapat terjadi karena membran keramik memiliki kemampuan untuk menyaring (filtrasi) dan menyerap (adsorpsi) padatan tersuspensi (Total Suspended Solid) yang terdapat pada air buangan. Membran keramik sebagai penyaring (filter), karena pada membran keramik terdapat campuran serbuk gergaji berukuran 50 mesh yang berfungsi untuk merembeskan air. Sedangkan fungsi membran keramik sebagai penyerap (adsorpsi) dapat terjadi karena pada membran keramik terdapat mineral lempung yang dapat dengan mudah menyerap beberapa molekul organik yang terdapat di dalam air buangan. Pada beberapa kejadian, terutama untuk molekul organik tak berkulutub, kekuatan interaksi antara mineral lempung dengan bahan organik relatif lemah, hanya sesuai dengan penyerapan secara fisik. Ikatan antara mineral lempung dan bahan organik terjadi melalui :

1. Ikatan hidrogen

Ikatan hidrogen adalah ikatan antara atom-atom yang terdapat pada air ( $H_2O$ ) yang membentuk kutub-kutub (polar)

## 2. Kekuatan ion dwi-kutub

Kekuatan ion dwi-kutub adalah molekul-molekul air yang berkelakuan seperti batang-batang kecil yang mempunyai muatan positif di satu sisi dan muatan negatif di sisi yang lain.

## 3. Pertukaran ion

Pertukaran ion adalah pertukaran elektrik pada partikel-partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau menetralsir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion lain pada larutan yang encer (*Van Olphen, 1963*).

Tanah lempung memiliki sifat plastis yang memungkinkan tanah lempung untuk menyerap air pada bakaran yang rendah. Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat partikel pada permukaan dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap, yaitu :

1. Mempunyai luas permukaan yang besar
2. Berpori-pori
3. Aktif ,murni dan tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorbsi, yaitu :

### 1. Luas permukaan adsorben

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga adsorbsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben.

## 2. Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorbsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0,1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (*Tchobanoglous, 1991*).

## 3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan menempel adsorbat berlangsung lebih baik.

Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontakannya cukup dan waktu kontak berkisar antara 10 – 15 menit (*Reynolds, 1982*).

## 4. Distribusi ukuran pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran partikel yang mau masuk kedalam partikel adsorben.

Penurunan konsentrasi Biological Oxygen Demand (BOD) dan Total Suspended Solid (TSS) pada limbah peternakan sapi dapat pula terjadi, karena pada membran terdapat 3 proses yang mempengaruhi efektifitas kerja membran selain yang telah disebutkan diatas. Proses tersebut antara lain:

### 1. Osmosis balik

Osmosis balik merupakan suatu proses yang terjadi karena adanya tekanan yang berasal dari pompa sehingga membran mampu menahan semua ion dan melepaskan air yang terdapat didalam membran.

## 2. Elektrodialisis

Elektrodialisis adalah proses perpindahan ion melalui membran yang terjadi karena adanya aliran searah, artinya bahwa aliran air menyusuri membran sedangkan ionnya tegak lurus membran (menembus).

## 3. Ultrafiltrasi

Ultrafiltrasi juga merupakan proses bertekanan untuk memisahkan larutan yang mengandung koloid, padatan terlarut, dan bahan-bahan yang memiliki berat molekul tinggi.

Konsentrasi Biological Oxygen Demand (BOD) yang berlebihan pada suatu badan air, dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri patogen yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Bila konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) pada suatu badan air memiliki konsentrasi yang tinggi maka akan mempengaruhi proses fotosintesis, sehingga dapat mengganggu kehidupan mikroorganisme. Konsentrasi BOD dan TSS setelah melalui proses pengolahan dengan membran keramik, berada dibawah standart baku mutu limbah cair yang ditetapkan oleh IPTEKDA – Pusat Penelitian Kimia - LIPI yaitu 50 mg/L untuk BOD dan 100 mg/L untuk TSS.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, analisis, dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan penelitian tersebut:

1. Reaktor Membran Keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 7,5 % mampu menurunkan konsentrasi BOD sebesar 99,99981% dari 210, 30192 mg/L menjadi 0,0004 mg/L dan TSS sebesar 87,32394% dari 142 mg/L menjadi 18 mg/L.
2. Reaktor Membran Keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 10% mampu menurunkan konsentrasi BOD sebesar 84,375% dari 210, 30192 mg/L menjadi 32,8608 mg/L dan TSS sebesar 83,85417% dari 192 mg/L menjadi 31 mg/L.
3. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 7,5%, mampu menurunkan konsentrasi BOD dan TSS dengan optimum yaitu sampai dengan 99,99981% untuk BOD dan 87,32394% untuk TSS.
4. Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 7,5%, mampu menurunkan konsentrasi BOD dan TSS dengan optimum pada waktu 180 menit. Sedangkan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 10%, mampu menurunkan konsentrasi BOD dengan optimum pada waktu 180 menit dan TSS pada waktu 120 menit.

## 5.2 Saran

Dari hasil penelitian, analisis, dan pembahasan, penulis dapat memberikan beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian tersebut:

1. Perlu diketahui waktu yang terbaik dalam upaya menghomogenisasikan limbah cair peternakan, sehingga ditemukan hasil awal yang sempurna.
2. Perlunya perlakuan yang benar dalam pengujian sampel di laboratorium untuk menghindari kesalahan dalam analisa data.
3. Perlu dilakukannya perpanjangan waktu dalam pengolahan menggunakan membran keramik untuk mengetahui waktu jenuh membran keramik dalam mengolah limbah cair.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts,G. 1984, *Metodologi Penelitian Air*, Usaha Nasional Indonesia, hal. 86-102,149-244
- Alimuddin. *Optimasi Pengolahan Secara Konvensional Air Sungai Karang Mumus dan Pemanfaatan Serbuk gergaji Dalam Pengolahannya*. Diambil dari website [www.google.com](http://www.google.com)
- Amsyari, F. 1997, *Prinsip-prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan*, Khalia Indonesia, Jakarta hal; 50-52.
- Aristianto, 2005. *Pengembangan Keramik Berpori Dengan Proses Ekstrusi Pada Skala Laboratorium. Jurnal kimia Indonesia*, Vol. 4 No. 2, Agustus 2005. Diambil dari website [www.google.com](http://www.google.com)
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Propinsi DKI Jakrta. *Saringan Air Keramik Penjernih Air Minum Bebas bakteri*. Diambil dari website [www.yahoo.com](http://www.yahoo.com)
- Charles RT dan Hariono, B. 1991. *Pencemaran Lingkungan oleh Limbah Peternakan dan Pengelolaannya*. Bull.FKH-UGM Vol. X: 2.
- Cristady, H. Hadiyatmo. 2002. *Mekanika Tanah I, Edisi Kedua*, Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius, Yogyakarta
- Fardiaz, S.1992. *Polusi Air Dan Udara*. Kanisius, Yogyakarta
- Gunawan, 2005, *Pengelolaan Limbah Cair Usaha Peternakan Sapi Perah Melalui Penerapan Konsep Produksi Bersih.*, Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Vol 8, No 1., Maret 2005. Diambil dari website [www.google.com](http://www.google.com)
- Prasetyo, S dan Padmono, J. 1993. *Alternatif Pengelolaan Limbah Cair dan Padat RPH*. Prosiding Workshop Teknologi Lingkungan. BPPT. Jakarta.
- Reynolds, T., D., 1982. *Unit Operations and Process in Environmental Engineering*, Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA, pp. 165 – 166.

- Salmin, 2005. *Oksigen Terlarut (DO) Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Kualitas Air*. Oseana, Volume XXX, No. 3. Diambil dari website [www.google.com](http://www.google.com)
- Soehadji, 1992. *Kebijaksanaan Pemerintah dalam Pengembangan Industri Peternakan dan Penanganan Limbah Peternakan*. Makalah Seminar. Direktorat Jenderal Peternakan
- Sugiharto, 1987, *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Wardana, 1995. *Analisis Mengenai Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit: Andi Offset, Yogyakarta
- Yuliantra, S., Skripsi STTL, *Pengaruh Aditif (Na – Silikat) dan Suhu Bakar Terhadap Pembentukan Keramik Sebagai Imobilisasi Limbah*. STTL, Yogyakarta.

LAMPIRAN

## T-test untuk Analisa BOD Pada Komposisi Media 7,5 %

### Langkah 1 : Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet.

### Langkah 2 : Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha :  $\mu 1 \neq \mu 2$

Ho :  $\mu 1 = \mu 2$

### Langkah 3 : Mencari rata-rata (Xr): standar deviasi (s): varians (S) dan korelasi.

Menit ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	X1*X2	X1 <sup>2</sup>	X2 <sup>2</sup>
30	210,30912	197,1648	41465,5556	44229,926	38873,95836
60	210,30912	131,4432	27643,7037	44229,926	1956286350
90	210,30912	131,4432	27643,7037	44229,926	1956286350
120	210,30912	65,7216	13821,8519	44229,926	1956286350
150	210,30912	65,7216	13821,8519	44229,926	1956286350
180	210,30912	0,0004	0,08412365	44229,926	1956286350
$\Sigma$	1261,85472	591,4948	124396,751	265379,56	9781470624
Xr	210,30912	98,58246667			
Standar Deviasi (s)	4,82525E-06	68,92928118			
Varians (S)	2,32831E-11	4751,245804			
Korelasi (r)	2,22689E-11				

### Langkah 4 : Mencari t hitung

3,901629333

### Langkah 5 : Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0.05$ )

2.  $dk = n1 + n2 - 2 = 6+6-2=10$

sehingga diperoleh t tabel = 1,812

3. Kriteria pengujian dua pihak

jika :  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$ , maka Ho diterima dan Ha ditolak

### Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

Ternyata  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$

atau  $-1,812 < 3,9016 > 1,812$ , maka Ho diterima dan Ha ditolak.

### Langkah 7 : Kesimpulan

Ha : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet DITOLAK.

Ho : Tidak terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet DITERIMA.

## T-test untuk Analisa BOD Pada Komposisi Media 10 %

### Langkah 1 : Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet.

### Langkah 2 : Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha :  $\mu 1 \neq \mu 2$

Ho :  $\mu 1 = \mu 2$

### Langkah 3 : Mencari rata-rata (Xr): standar deviasi (s): varians (S) dan korelasi.

Menit ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	X1*X2	X1 <sup>2</sup>	X2 <sup>2</sup>
30	210,30912	197,1648	41465,55558	44229,93	38874
60	210,30912	164,304	34554,62965	44229,93	2E+09
90	210,30912	131,4432	27643,70372	44229,93	2E+09
120	210,30912	131,4432	27643,70372	44229,93	2E+09
150	210,30912	97,8696	20582,86945	44229,93	2E+09
180	210,30912	32,8608	6910,92593	44229,93	2E+09
$\Sigma$	1261,85472	755,0856	158801,3881	265379,6	9,8E+09
Xr	210,30912	125,8476			
Standar Deviasi (s)	4,82525E-06	56,66916737			
Varians (S)	2,32831E-11	3211,394531			
Korelasi (r)	6,68068E-11				

### Langkah 4 : Mencari t hitung

3,574364367

### Langkah 5 : Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0.05$ )

2.  $dk = n1 + n2 - 2 = 6+6-2=10$

sehingga diperoleh t tabel = 1,812

3. Kriteria pengujian dua pihak

jika :  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$ , maka Ho diterima dan Ha ditolak

### Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

Ternyata  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$

atau  $-1,812 < 3,5744 < 1,812$ , maka Ho diterima dan Ha ditolak.

### Langkah 7 : Kesimpulan

Ha : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet DITOLAK.

Ho : Tidak terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet DITERIMA.

## T-test untuk Analisa TSS Pada Komposisi Media 7,5 %

### Langkah 1 : Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet.

### Langkah 2 : Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha :  $\mu 1 \neq \mu 2$

Ho :  $\mu 1 = \mu 2$

### Langkah 3 : Mencari rata-rata (Xr): standar deviasi (s): varians (S) dan korelasi.

Menit ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	X1*X2	X1^2	X2^2
30	277	172	47644	76729	29584
60	186	133	24738	34596	1196883216
90	204	84	17136	41616	1731891456
120	198	63	12474	39204	1536953616
150	157	51	8007	24649	607573201
180	142	18	2556	20164	406586896
$\Sigma$	1164	521	112555	236958	5479917969
Xr	194	86,83333333			
Standar Deviasi (s)	47,20593183	56,53818768			
Varians (S)	2228,4	3196,566667			
Korelasi (r)	0,001469308				

### Langkah 4 : Mencari t hitung

3,519461891

### Langkah 5 : Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0.05$ )

2.  $dk = n1 + n2 - 2 = 6+6-2=10$

sehingga diperoleh t tabel = 1,812

3. Kriteria pengujian dua pihak

jika :  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$ , maka Ho diterima dan Ha ditolak

### Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

Ternyata  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$

atau  $-1,812 < 3,5195 > 1,812$ , maka Ho diterima dan Ha ditolak.

### Langkah 7 : Kesimpulan

Ha : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet DITOLAK.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet DITERIMA

## T-test untuk Analisa TSS Pada Komposisi Media 10 %

### Langkah 1 : Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet.

### Langkah 2 : Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha :  $\mu 1 \neq \mu 2$

Ho :  $\mu 1 = \mu 2$

### Langkah 3 : Mencari rata-rata (Xr): standar deviasi (s): varians (S) dan korelasi.

Menit ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	X1*X2	X1^2	X2^2
30	289	213	61557	83521	45369
60	188	148	27824	35344	1249198336
90	163	127	20701	26569	705911761
120	192	31	5952	36864	1358954496
150	165	29	4785	27225	741200625
180	155	27	4185	24025	577200625
$\Sigma$	1152	575	125004	233548	4632511212
Xr	192	95,83333333			
Standar Deviasi (s)	49,72725611	78,52239596			
Varians (S)	2472,8	6165,766667			
Korelasi (r)	0,001929686				

### Langkah 4 : Mencari t hitung

2,506738927

### Langkah 5 : Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0.05$ )

2.  $dk = n1 + n2 - 2 = 6+6-2=10$

sehingga diperoleh t tabel = 1,812

3. Kriteria pengujian dua pihak

jika :  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$ , maka Ho diterima dan Ha ditolak

### Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

Ternyata  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$

atau  $-1,812 < 2,5067 > 1,812$ , maka Ho diterima dan Ha ditolak.

### Langkah 7 : Kesimpulan

Ha : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet DITOLAK.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet DITERIMA

**Tabel 7.6-22 : Baku Mutu Limbah Cair (bagi industri yang tidak termasuk 21 industri sebelumnya) <sup>19)</sup>**

No.	Parameter	Satuan	Gol. Baku Mutu Limbah Cair	
			I	II
<b>FISIKA</b>				
1.	Temperatur	°C	38	40
2.	Zat padat terlarut	mg/L	2000	4000
3.	Zat padat tersuspensi	mg/L	200	400
<b>KIMIA</b>				
1.	pH	Satuan pH	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0
2.	Besi terlarut (Fe)	mg/L	5	10
3.	Mangan terlarut (Mn)	mg/L	2	5
4.	Barium (Ba)	mg/L	2	3
5.	Tembaga (Cu)	mg/L	2	3
6.	Seng (Zn)	mg/L	5	10
7.	Krom (VI), Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0,1	0,5
8.	Krom total (Cr)	mg/L	0,5	1
9.	Kadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,1
10.	Air raksa (Hg)	mg/L	0,002	0,005
11.	Timbal (Pb)	mg/L	0,1	1
12.	Stanum (Sn)	mg/L	2	3
13.	Arsen (As)	mg/L	0,1	0,5
14.	Selenium (Se)	mg/L	0,05	0,5
15.	Nikel (Ni)	mg/L	0,2	0,5
16.	Kobal (Co)	mg/L	0,4	0,6
17.	Sianida (CN)	mg/L	0,05	0,5
18.	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/L	0,05	0,1
19.	Fluorida (F)	mg/L	2	3
20.	Klor bebas (Cl <sub>2</sub> )	mg/L	1	2
21.	Amonia bebas (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	1	5
22.	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	20	30
23.	Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	1	3
24.	BOD <sub>5</sub>	mg/L	50	150
25.	COD	mg/L	100	300
26.	Senyawa MBA	mg/L	5	10
27.	Fenol	mg/L	0,5	1
28.	Minyak Nabati	mg/L	5	10
29.	Minyak Mineral	mg/L	10	50
30.	Radio aktivitas	Mengikuti peraturan yang berlaku		

Catatan :

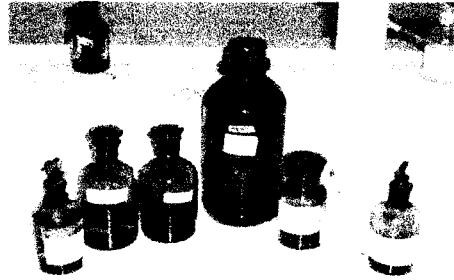
Baku Mutu diatas tidak boleh dicapai dengan mengencerkan dengan air dari sumber air.



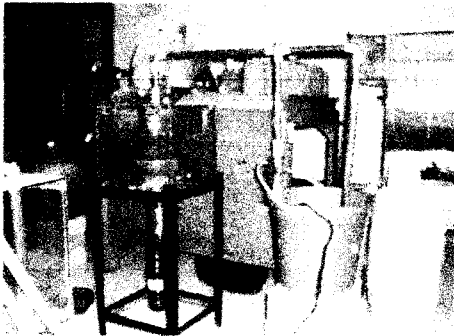
## DOKUMENTASI



Membran Keramik



Bahan-Bahan Kimia Yang  
Digunakan



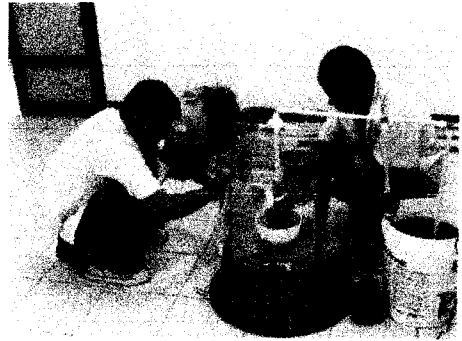
Sket Reaktor



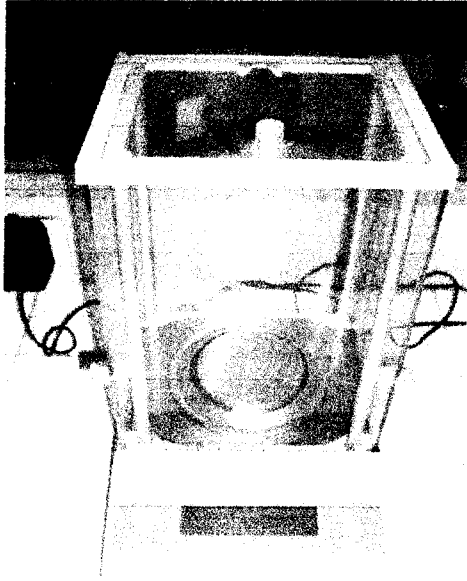
Oven



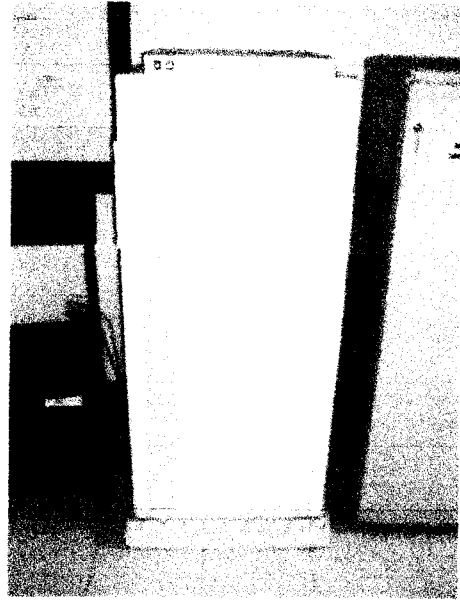
Botol BOD



Pengambilan Sampel



Timbangan



Inkubator

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

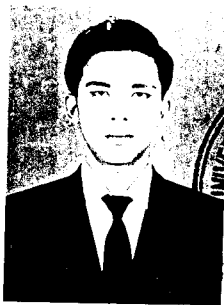
NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	M. Ali Akbar	02513099	Teknik Lingkungan
2			

**JUDUL TUGAS AKHIR :** Penurunan BOD dan TSS pada limbah cair peternakan sapi dengan menggunakan membran keramik

PERIODE : II  
TAHUN : Genap 2005/2006

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

DOSEN PEMBIMBIG I : Ir. H. Kasam, MT  
DOSEN PEMBIMBIG II : Eko Siswoyo, ST  
DOSEN PEMBIMBIG III ;






Yogyakarta, 1 Agustus 2006  
Koordinator TA

*(Handwritten signature)*  
(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar : .....  
Sidang : .....  
Pendadaran : .....

## CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
			Pemb I	Pemb II
1.	15/07 06	Eak kembali nilai tsc pada membran 10%		
2.	20/07 06	Lengkapi dengan Pembahasan dan BAB yang lain		
3.	9/8 06	→ Perbaiki catatan saya dan laporan → lengkapi dgn bab-bab lainnya!		
4.	18/08 06	Lanjutkan sesuai arahan saya!		
5.	22/8 06	persiapkan 10/ seminar selanjutnya ke pibang I.		
6.	26/8 06	- Ace with seminar	