

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN PROSES BIOFILTER  
ANAEROB-AEROB TERHADAP LIMBAH CAIR  
RUMAH PEMOTONGAN AYAM**

***THE EFFECTIVENESS OF USING ANAEROB-AEROB BIO-FILTER  
PROCESS IN THE TREATMENT OF LIQUIT WASTE  
FOR CHICKEN SLAUGHTER HOUSE***

**SULASMI**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2009**

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN PROSES BIOFILTER  
ANAEROB-AEROB TERHADAP LIMBAH CAIR  
RUMAH PEMOTONGAN AYAM**

**Tesis**

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister**

**Program Studi  
Kesehatan Masyarakat**

Di susun dan diajukan oleh:

**SULASMI**

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2009**

## ABSTRAK

SULASMI, *Efektivitas Penggunaan Proses Biofilter Anaerob-Aerob Limbah Cair Rumah Pemotongan Ayam* (dibimbing oleh Hasanuddin Ishak dan Ambo Upe).

Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengukur kadar BOD<sub>5</sub>, COD, TSS dan bakteri *Coliform* sebelum dan sesudah proses pengolahan, (2) membandingkan kadar BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, dan bakteri *Coliform* terhadap variasi waktu alir, dan (3) mengukur kualitas air sumur gali (kandungan BOD<sub>5</sub> dan bakteri *Coliform*) disekitar rumah pemotongan ayam.

Metode penelitian bersifat eksperimen, menggunakan media filter batu pecah dengan proses anaerob-aerob dan variasi waktu alir 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam. Pengambilan sampel secara purposive dari rumah pemotongan ayam di Kecamatan Makassar, data dianalisis dengan menggunakan uji anova one way.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan yang bermakna pada penurunan kadar BOD, COD, TSS dan MPN Coliform dimana nilai  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ) terhadap variasi waktu alir 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam, dimana semakin lama waktu alir semakin besar penurunannya. Dengan demikian efektivitas waktu alir 9 jam dapat menurunkan kadar BOD<sub>5</sub> (77,65%), COD (79,39%), TSS (80,54%), dan Bakteri *Coliform* (68,33%). Pengukuran kualitas air sumur gali terhadap kandungan BOD dan MPN *Coliform* hasilnya lebih tinggi pada air sumur yang berjarak  $\leq 10$  meter dibandingkan dengan jarak sumur  $> 10$  meter dari rumah pemotongan ayam dan pada umumnya tidak memenuhi syarat kesehatan.

## ABSTRACT

SULASMI, *The Effectiveness of Using Anaerob-Aerob Bio-filter Process in the Treatment of Liquid Waste from Chicken Slaughter House* (supervised by Hasanuddin Ishak and Ambo Upe).

The aim of the study was to measure the levels of BOD<sub>5</sub>, COD, TSS and *Coliform* bacteria before and after process compare the levels of BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, and coliform bacteria to flow variations, and the quality of well water around the slaughter house.

This study was experiment using split stone as filters with anaerob-aerob process and flow time variations of 3 hours, 6 hours, 9 hours, and 12 hours. The selection of samples was done by purposive sampling. The data were analyzed by using one-way anova.

Study results of the study indicated that there is a significant difference of the lowering of BOD, COD, TSS and MPN *Coliform*  $p=0.000$  ( $p<0.05$ ) to the flow time variations. The longer the flow time the higher the decrease. The effectiveness of flow time 9 hours can lower the levels of BOD<sub>5</sub> (77.65%), COD (79.39%), TSS (80.54%), and *Coliform* bacteria (68.33%). The measurement of well water quality to BOD and MPN *Coliform* levels is higher in the wells of  $\leq 10$  m away from the slaughter house compared to the well of  $> 10$  m away from the slaughter house. In general the well water is not good for health.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS</b>	iii
<b>PRAKATA</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	vii
<b>ABSTRACT</b>	viii
<b>DAFTAR ISI</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL</b>	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xiii
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Pengertian-pengertian	9
B. Sumber dan Karakteristik Air Limbah RPA	10
C. Pengaruh Limbah Cair terhadap Kesehatan	13
D. Teknik Pengolahan Limbah Cair	17
E. Parameter Limbah Cair	33
F. Kerangka Teori	42
G. Kerangka Konsep	44
H. Defenisi Operasional	46
I. Hipótesis	47

**BAB III METODE PENELITIAN**

A. Jenis dan Desain Penelitian	48
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	49
C. Bahan dan Alat Penelitian	49
D. Proses Pengolahan Limbah Cair	50
E. Teknik Pengumpulan Data	53
F. Analisa Data	60

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian	
1. Biological Oxygen Demand (BOD)	61
2. Chemical Oxygen Demand (COD)	65
3. Total Suspended Solid (TSS)	68
4. Bakteri Coliform	72
5. Pengukuran Sumur Gali	77
B. Pembahasan	
1. Biological Oxygen Demand (BOD)	78
2. Chemical Oxygen Demand (COD)	85
3. Total Suspended Solid (TSS)	89
4. Bakteri Coliform	93
5. Kualitas Air Sumur Gali	96
C. Keterbatasan Penelitian	98

**BAB III PENUTUP**

A. Kesimpulan	100
B. Saran	101

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN-LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

<b>Nomor</b>	<b>Halaman</b>
1. Jenis Penyakit yang Dapat Ditularkan Melalui Air Limbah	16
2. Data-data Hasil Penelitian Eksperimen Limbah Cair	18
3. Rata-rata Kandungan BOD <sub>5</sub> dan Persentase Penyisihan Sebelum dan sesudah penyisihan	61
4. Rata-Rata Kandungan BOD <sub>5</sub> dan Persentase Penyisihan Sebelum dan sesudah pengolahan pada setiap Tahap Perlakuan	62
5. Rata-rata Kandungan COD dan Persentase Penyisihan Sebelum dan sesudah penyisihan	65
6. Rata-Rata Kandungan COD dan Persentase Penyisihan Sebelum dan sesudah pengolahan pada setiap Tahap Perlakuan	66
7. Rata-rata Kandungan TSS dan Persentase Penyisihan Sebelum dan sesudah penyisihan	69
8. Rata-Rata Kandungan TSS dan Persentase Penyisihan Sebelum dan sesudah pengolahan pada setiap Tahap Perlakuan	70
9. Rata-rata Kandungan MPN Coliform dan Persentase Penyisihan Sebelum dan sesudah penyisihan	73
10. Rata-Rata Kandungan MPN Coliform dan Persentase Penyisihan Sebelum dan sesudah pengolahan pada setiap Tahap Perlakuan	74
11. Hasil Pengukuran Air Sumur Gali	78

## DAFTAR GAMBAR

<b>Nomor</b>	<b>halaman</b>
1. Penyebaran Mikroorganisme dan Bahan Kimia dan Jangkauan Maksimumnya	14
2. Skema Pengolahan Limbah Cair	21
3. Bagan Kerangka Teori	43
4. Bagan Hubungan Antara Variabel	46
5. Skema Pengolahan Limbah Cair Biofilter anaerob Aerob	52
6. Pengaruh Waktu Alir terhadap Kandungan BOD <sub>5</sub> Pada Setiap Tahap Pengolahan	63
7. Pengaruh Waktu Alir terhadap Persentase Penyisihan Kandungan BOD <sub>5</sub> Setelah Melalui Pengolahan	64
8. Hubungan Kadar BOD <sub>5</sub> dengan Baku Mutu	64
9. Pengaruh Waktu Alir terhadap Kandungan COD Pada Setiap Tahap Pengolahan	67
10. Pengaruh Waktu Alir terhadap Persentase Penyisihan Kandungan COD setelah Melalui Pengolahan	67
11. Hubungan Kadar COD dengan Baku Mutu	68
12. Pengaruh Waktu Alir terhadap Penurunan Kandungan TSS Setiap Tahap Pengolahan	71
13. Pengaruh Waktu Alir terhadap Persentase Penyisihan Kandungan TSS setelah Melalui Pengolahan	71
14. Hubungan Kadar TSS dengan Baku Mutu	72
15. Pengaruh Waktu Alir terhadap Kandungan Coliform Setiap Tahap Pengolahan	75
16. Pengaruh Waktu Alir terhadap Persentase Penyisihan Coliform Setelah Pengolahan	76
17. Hubungan Bakteri Coliform dengan Baku Mutu	77

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil pengukuran BOD, COD, TSS, dan Bakteri Coliform dari limbah cair Rumah Pemotongan Ayam dan Air Sumur Gali
2. Analisis dengan SPSS
3. Baku Mutu Limbah Cair (Kep Gub Sul-sel No. 14 Tahun 2003)
4. Izin/Rekomendasi penelitian dari BALITBANGDA
5. Izin/Rekomendasi penelitian KESBANG
6. Izin dari Kecamatan Makassar
7. Surat Keterangan dari Poltekkes Jurusan Kesling Makassar
8. Foto tempat pengambilan sampel dari RPA dan model pengolahan Biofilter Anaerob-aerob.

**DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN**

Lambang/singkatan	Arti dan keterangan
BGLB	Brilliant Green Lactose Bile Broth
BOD	Biological Oxygen Demand, kebutuhan Oksigen Biologis
COD	Chemical Oxygen Demand, Kebutuhan Oksigen Kimiawi
FAS	Ferro Ammonium Sulfat
LB	Lactose broth
mg/l	Miligram/liter
MPN Coliform	Perkiraan terdekat jumlah kuman golongan coliform
RAL	Rancangan Acak Lengkap
RPA	Rumah Pemotongan Ayam
TSS	Total Suspended Solid, padatan tersuspensi

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Sulasmi  
Nomor Mahasiswa : P1801207007  
Program Studi : Kesehatan Masyarakat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti, bahwa sebagian tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juni 2009

Yang Menyatakan

**SULASMI**

## PRAKATA



Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, atas berkat dan karunia-Nya maka penyusunan tesis ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Apa yang tersirat masih sulit dituliskan dengan jelas, dan apa yang tersurat juga belum tentu mewakili realita alam yang ditinjau. Semua ini adalah perwujudan kekurangan yang ada pada penulis, untuk itu kritik dan saran dari berbagai pihak tetap diharapkan.

Tidak sedikit kendala yang dihadapi penulis dalam penyusunan tesis ini, namun atas bantuan berbagai pihak, tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada **dr. H. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D**, sebagai ketua komisi penasehat dan **Prof. Dr. H. Ambo Upe, DEA**, sebagai anggota komisi penasehat, atas bantuannya dan bimbingan yang diberikan selama penyusunan tesis ini.

Dengan terselesainya tesis ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar Prof.Dr.dr.A.Razak Thaha, M.Sc dan segenap guru besar, dosen beserta staf.

2. Prof. Dr. Rafael Djajakusli, MOH, dan Dr. dr. Arifin Seweng, MPH, serta Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, M.Sc. selaku tim penguji.
3. Dr. drg. A. Zulkifli Abdullah, M.Kes selaku ketua program Studi Kesmas dan dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc.,Ph.D selaku ketua konsentrasi Kesehatan Lingkungan.
4. Kepala Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia (PPSDM) kesehatan sebagai sponsor dana selama penulis menyelesaikan pendidikan pada Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
5. Direktur Politeknik Kesehatan Makassar dan Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan yang memberikan kesempatan kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan.
6. Kelurahan Bara-baraya Timur dan staf yang memberi izin dalam penelitian ini.
7. Instalasi Laboratorium dan work shop jurusan Kesling Poltekkes Makassar yang telah membantu dalam penelitian ini.

Ucapan terima kasih tak terhingga kepada suami tercinta **Aryana, SH** dan kedua anak kami **Healthy Makka Sarez dan Happy Nessa Maharani** serta kedua orang tua penulis yang telah banyak memberikan dorongan, doa restu, motivasi yang besar selama penulis mengikuti pendidikan.

Ucapan terima kasih buat sahabat-sahabat tercinta pada konsentrasi lingkungan angkatan 2007 yang telah memberi doa,

dukungan, saran, dalam membantu penulis selama proses pendidikan dan penyelesaian tesis ini.

Akhir kata semoga tesis ini bermanfaat bagi setiap orang yang membacanya. Amin.

Makassar, 10 Juni 2009

Penulis

**SULASMI**

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka penulis dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Limbah cair rumah pemotongan ayam sebelum pengolahan rata-rata kadar BOD<sub>5</sub> sebesar 646,30 mg/l, kadar COD 1327,17 mg/l, kadar TSS 334,00 mg/l, dan bakteri *Coliform* sebesar  $2,4 \times 10^7$ /100 ml, setelah mengalami perlakuan dengan proses pengolahan biofilter anaerob aerob kapasitas waktu alir 12 jam maka rata-rata kadar BOD<sub>5</sub> menjadi 103,22 mg/l, kadar COD 213,30 mg/l, kadar TSS 46,00 mg/l, dan kadar Bakteri Coliform  $5,37 \times 10^6$ /100 ml contoh.
2. Efektifitas waktu alir pada pengolahan biofilter anaerob aerob 9 jam, sedangkan untuk kandungan bakteri Coliform belum efektif.
3. Kualitas air sumur gali disekitar rumah pemotongan ayam tidak memenuhi persyaratan kualitas air bersih (Permenkes No.416/Menkes/Per/IX/1990).

## **B. Saran**

Berkaitan dengan kesimpulan diatas, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Diharapkan kepada masyarakat yang mempunyai industri pemotongan ayam agar membuat saluran pembuangan air limbah (SPAL) yang memenuhi syarat kesehatan.
2. Diharapkan kepada masyarakat yang menggunakan air sumur gali agar diolah terlebih dahulu sebelum digunakan agar tidak mengganggu kesehatan, atau sebaiknya menggunakan air PAM
3. Perlu dilakukan upaya penyuluhan kepada masyarakat disekitar rumah pemotongan ayam yang menggunakan sumur gali tentang dampak pencemaran air terhadap kesehatan.
4. Diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk mengadakan penelitian lanjutan dengan kombinasi ketebalan media dan waktu tinggal.

## **B. Saran**

Berkaitan dengan kesimpulan diatas, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Diharapkan kepada masyarakat yang mempunyai industri pemotongan ayam agar membuat pengolahan limbah cair biologis dengan biaya yang murah tetapi dapat mencegah terjadinya pencemaran.
2. Diharapkan kepada masyarakat yang menggunakan air sumur gali agar diolah terlebih dahulu sebelum digunakan agar tidak mengganggu kesehatan, atau sebaiknya menggunakan air PAM
3. Perlu dilakukan upaya penyuluhan kepada masyarakat disekitar rumah pemotongan ayam yang menggunakan sumur gali tentang dampak pencemaran air terhadap kesehatan.
4. Diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk mengadakan penelitian lanjutan dengan kombinasi ketebalan media dan waktu tinggal.

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Rumah pemotongan ayam termasuk industri ringan/industri rumahan yang semakin berkembang di masyarakat, yang memberi manfaat pada masyarakat, baik dalam hal terbukanya lapangan kerja, maupun pemenuhan gizi masyarakat. Rumah potong ayam yang biasanya banyak dijumpai di perkotaan, mempunyai kecenderungan berkelompok yang lokasinya di tengah-tengah pemukiman penduduk, karena pemanfaatan sumber daya yang sama, kebutuhan ketrampilan yang sama, dan lain-lain, faktor lokasi yang menguntungkan bagi jenis industri tersebut. Biasanya industri ringan atau industri rumahan ini, sangat sulit diawasi dalam hal pengolahan limbah. Padahal industri rumahan tersebut mempunyai potensi dampak negatif yang besar karena letaknya berada di tengah-tengah rumah penduduk. Peran serta masyarakat dalam hal pengolahan limbah cair, memang merupakan masalah yang nyata. Alasan utama adalah segi ekonomi maupun dana untuk pengolahan (Purbo, 1993).

Rumah pemotongan ayam adalah suatu tempat dimana unggas/ayam diproses sebelum didistribusikan pada konsumen. Rumah pemotongan ayam disamping menghasilkan produk utama daging, juga

menghasilkan produk sampingan yaitu berupa limbah, baik limbah padat maupun limbah cair.

Efluen cairan dari rumah pemotongan ayam memiliki tingkat kandungan yang tinggi dalam hal karbohidrat, protein, lemak, garam-garam mineral dan residu kimia yang digunakan dalam proses pembersihan. Limbah cair tersebut mengakibatkan bau dan muatan polutan yang tinggi dalam badan air penerima. Lebih jauh lagi rumah pemotongan ayam dapat membahayakan masyarakat karena merupakan media transformasi penyakit. Apabila langsung di buang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu, karena limbah tersebut mengandung kuman patogen. Kuman patogen yang ditemukan pada air limbah seperti Coliform, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Brucella*. Kuman ini dapat menyebabkan penyakit baik pada manusia maupun hewan (Bapedal Jawa Timur, 1999).

Darah merupakan komponen utama limbah cair dari sebuah rumah pemotongan. Misalnya darah seekor ayam adalah sekitar 6% berat ayam, dikaitkan dengan nilai BOD, maka untuk setiap 1000 ayam (seberat kira-kira 2 kg) yang di sembelih menghasilkan 7 kg BOD dan sekitar 35 gr BOD akan menghilangkan kandungan oksigen dari sekitar 4000 liter air pada suhu 25°C (Bapedal Jawa Timur, 1999).

Selain dari itu limbah cair rumah potong ayam yang berupa darah, air bekas celupan dan air pembilas yang semuanya dapat mengakibatkan tingginya nilai kadar BOD, COD, dan TSS, sedangkan oksigen terlarut

akan turun. Limbah cair tersebut termasuk limbah organik yang dapat mengalami proses pembusukan (proses degradasi) dan menjadi media yang sangat baik untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri baik bakteri patogen terutama *bakteri Coliform* maupun non patogen. Bakteri tersebut dapat tumbuh dengan cepat, terutama pada musim hujan sehingga menyebabkan pencemaran mikroorganisme melalui rembesan air permukaan dan pada akhirnya mempengaruhi kualitas air (Kusnoputranto, 1997).

Limbah cair pada rumah potong ayam yang tidak diolah terlebih dahulu dapat mencemari lingkungan dengan kadar BOD yang tinggi akibat kandungan zat organik, seperti pada rumah potong ayam Pasar Kobong di Semarang, kadar BOD<sub>5</sub> telah mencapai 504,5 mg/l, hal ini telah melampaui baku mutu limbah cair ( Sriwiendrayanti,2005).

Pada umumnya rumah pemotongan ayam di Kecamatan Makassar, berkelompok, ditengah-tengah perumahan penduduk. Dalam pelaksanaannya melakukan pemotongan ayam kurang lebih 1000 ekor setiap harinya. Setelah proses pemotongan limbah cairnya, dialirkan langsung pada saluran got/kanal, tanpa pengolahan terlebih dahulu. Air limbah yang langsung dibuang ke badan-badan air beresiko menimbulkan pencemaran terhadap sumber air masyarakat disekitarnya, dan tidak sesuai lagi dengan peruntukannya serta menimbulkan bau (Lataha, 2008).

Hasil penelitian yang dilakukan Anie Asriany (2001) terhadap air sumur penduduk disekitar lokasi rumah pemotongan hewan Tamangapa

menunjukkan telah terjadi pencemaran. Hal ini terbukti analisis biokimia air sumur menunjukkan adanya unsur BOD dan COD yang melebihi nilai ambang batas. Dengan kondisi seperti ini, maka tidak menutup kemungkinan air limbah potong ayam pun dapat mencemari lingkungan

Pada observasi awal di Kelurahan Barabaraya Kecamatan Makassar dari pengukuran kualitas air limbah pada rumah pemotongan ayam, di peroleh kandungan BOD<sub>5</sub> 551,32 mg/l, COD 702,57 mg/l, TSS 240,6 mg/l, MPN Coliform  $2,4 \times 10^4$  /100ml, kondisi pH rata-rata 6,8 dengan suhu air limbah 32 °C. Angka pengukuran parameter tersebut telah melewati baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan Keputusan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor: 14 Tahun 2003.

Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu adanya penanganan terhadap limbah cair rumah potong ayam, sebelum dibuang ke lingkungan, guna meminimalisasi pencemaran lingkungan. Sesuai dengan UU No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, menjelaskan bahwa tidak diperkenankan membuang limbah cair ke dalam tanah kecuali mendapat izin dari Menteri terkait dan berdasarkan hasil penelitian.

Diharapkan dengan penanganan/pengolahan limbah cair dapat mengurangi terjadinya pencemaran dan berkembangnya suatu penyakit. Dengan adanya sarana pengolahan pada air limbah sebelum di buang ke lingkungan, dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS maupun bakteri *Coliform*, berarti pencemaran dapat ditekan, seperti hasil penelitian

Azizah, dkk (2005) dengan adanya sarana pengolahan pada air limbah rumah sakit, kadar BOD turun sebesar 42%, kadar COD turun sebesar 41%, kadar TSS turun sebesar 18,75% dan kadar MPN *Coliform* turun sebesar 5,17%.

Dari hasil penelitian Sriwiendrayanti (2005) pada pengolahan air limbah potong ayam dengan menggunakan trickling filter media batu kali dapat menurunkan kadar BOD sekitar 70,76%. Hasil penelitian Miswan (2005), pengolahan limbah cair dari rumah potong hewan dengan menggunakan saringan sabut kelapa dengan kombinasi berat dan waktu dapat menurunkan kadar BOD sekitar 89% sedangkan kadar TSS turun sekitar 40%.

Menurut hasil penelitian Zaenab (2006), tentang pengolahan limbah rumah sakit dengan sistem filter aerob dan variasi waktu tinggal diperoleh efektifitas pengolahan penurunan kandungan BOD (59,9%), kandungan COD ( 63,4%) dan kandungan SS (52,1%), sedangkan penelitian Sahani (2006) menggunakan pengolahan biologis proses anaerob-aerob dapat menurunkan kadar BOD (79%), kadar TSS (74,8%) dan *Coliform* (64,5%).

Hasil penelitian Susilawati dkk (2007), pada air limbah domestik dengan menggunakan saringan multimedia dapat menurunkan parameter BOD sebesar 67,10%, kadar TSS sebesar 79,42% dan kadar MPN *Coliform* sebesar 76,25% sedangkan penelitian Lataha (2008) pada pengolahan air limbah tahu, dengan variasi ketebalan dapat menurunkan kadar BOD (75,5%), COD ( 70,3%) dan SS (62,6%).

Dengan memperhatikan karakteristik limbah cair dari rumah pemotongan ayam, limbahnya mengandung zat organik yang tinggi, maka diperlukan pengolahan secara biologis salahsatunya adalah pengolahan dengan proses biofilter media batu pecah/ciping, dengan media yang murah dan mudah didapat serta hasilnya efektif, kelemahannya memerlukan pemulihan dan perawatan. Dengan adanya pengolahan, tujuannya agar kualitas efluen dapat memenuhi standar sehingga aman terdapat lingkungan maupun masyarakat serta bernilai ekonomis pada industri itu sendiri.

Prinsip pengolahan secara biologi yaitu metode pengolahan yang menggunakan bakteri perombak limbah, dimana menggunakan media pecahan batu kali/kerikil/plastik guna menempelkan bakteri yang sengaja di biakkan, dengan tujuan untuk menguraikan senyawa polutan yang ada dalam air.

### **A. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang bahwa adanya limbah cair dari pemotongan ayam yang tidak diolah beresiko menimbulkan penyakit baik secara langsung maupun tidak langsung. Maka rumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Apakah proses biofilter anaerob-aerob dapat menurunkan kadar BOD<sub>5</sub>, COD, TSS dan bakteri *Coliform* pada air limbah rumah pemotongan ayam?

2. Berapa lama efektifitas proses biofilter anaerob-aerob dalam menurunkan kadar BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, dan bakteri *Coliform*?
3. Bagaimana kualitas air sumur gali (kandungan BOD<sub>5</sub> dan bakteri *Coliform*) di sekitar pembuangan limbah rumah pemotongan ayam?

## **B. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Untuk mengetahui efektifitas proses biofilter anaerob-aerob dalam pengolahan air limbah rumah pemotongan ayam terhadap penurunan kadar BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, dan bakteri *Coliform*.

### **2. Tujuan Khusus**

- a. Mengukur kadar BOD<sub>5</sub>, COD, TSS dan bakteri *Coliform* sebelum dan sesudah proses pengolahan.
- b. Membandingkan kadar BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, dan bakteri *Coliform* terhadap variasi waktu alir.
- c. Untuk mengukur kualitas air sumur gali (kandungan BOD<sub>5</sub> dan bakteri *Coliform*) disekitar buangan limbah rumah potong ayam.

## **C. Manfaat Penelitian**

### **1. Manfaat Ilmiah**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya khasanah ilmiah khususnya pada pengetahuan tentang pengolahan limbah cair terhadap rumah pemotongan ayam.

## **2. Manfaat bagi Instansi/Pemerintah**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu sumber informasi atau masukan terhadap pihak pemerintah ataupun pihak rumah pemotongan ayam itu sendiri, dalam rangka perencanaan, rancangan pengolahan limbah cair, sehingga dapat mencegah pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan.

## **3. Manfaat Bagi Peneliti**

Hasil penelitian ini menjadi pengalaman yang sangat berharga bagi peneliti dalam menerapkan ilmu yang diperoleh selama mengikuti pendidikan yang sesuai dengan tugas peneliti di lapangan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian-pengertian**

##### **1. Rumah Pemotongan ayam**

Rumah pemotongan ayam adalah kompleks bangunan dengan desain dan konstruksi khusus yang memenuhi persyaratan teknis dan higienis tertentu serta digunakan sebagai tempat pemotongan ayam bagi konsumsi masyarakat umum (SK MenPert No. 557/Kpts/TN. 520/9/1987).

Sedangkan menurut Bapedal Jawa Timur (1999) rumah pemotongan ayam adalah suatu tempat dimana hewan/unggas diproses sebelum didistribusikan kepada konsumen.

##### **2. Limbah cair rumah pemotongan ayam**

Limbah cair yang dihasilkan dari proses penjagalan/pemotongan ayam yang berupa darah, kotoran ayam, air bekas celupan ayam dan air bekas pencucian/pembilasan.

##### **3. Baku mutu limbah cair**

Baku mutu limbah cair rumah pemotongan ayam adalah batas maksimum limbah cair yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari suatu kegiatan proses pemotongan ayam (Kep Gub Sul-Sel No. 14 tahun 2003).

#### **4. Detention Time ( Waktu Tinggal)**

Waktu yang diperlukan oleh suatu tahap pengolahan agar tujuan pengolahan mencapai hasil optimal (Sugiharto,1987).

#### **5. Waktu Alir**

Rentang waktu yang diperlukan oleh suatu tahap pengolahan agar tujuan pengolahan mencapai hasil optimal.

#### **6. Efektifitas**

Keberhasilan dari segi tercapainya sasaran yang telah ditetapkan.

### **B. Sumber dan Karakteritik Air Limbah Pemotongan Ayam**

#### **1. Sumber Limbah Cair**

Limbah cair rumah pemotongan ayam adalah semua limbah cair yang berasal dari proses kegiatan pemotongan, terutama darah, air bekas kotoran ayam, air bekas pencelupan dan pembilasan. Darah yang dikaitkan dengan air limbah ini merupakan komponen utama dari limbah cair rumah penjagalan/pemotongan ayam.

Volume limbah cair tergantung banyaknya jumlah pemotongan ayam dalam setiap hari, tetapi biasanya dapat dirata-ratakan perhari, kemudian juga tergantung musim.

#### **2. Karakteritik Limbah Cair**

a. Karakteritis dan Komposisi Limbah Cair

Karakteristik limbah cair rumah pemotongan ayam yaitu kandungan protein terlarut yang tinggi, darah, lemak, zat organik dan tersuspensi ( Djajadiningrat,1993).

Komposisi air limbah sangat bervariasi di setiap tempat tergantung dari pada sumber asalnya seperti jumlah pemakaian bahan baku, dan air. Akan tetapi secara garis besar air limbah mengandung 99,9 % air dan 0,1% zat padat. Zat padat tersebut terbagi lagi 70% zat organik (terutama karbohidrat, protein dan lemak), serta sisanya 30% zat anorganik terutama pasir, garam-garam dan logam (Kusnopranto, 1997).

Pada limbah cair rumah pemotongan ayam komposisi zat organiknya lebih tinggi lagi dibandingkan zat anorganik yaitu, komponen besar protein terlarut seperti BOD yang berasal dari darah ayam, kemudian partikel-partikel lemak, garam-garam mineral, residu kimia yang digunakan dalam pembersihan. Limbah cair tersebut mengakibatkan bau dan muatan polutan yang tinggi dalam badan perairan penerima.

#### b. Sifat Fisik Limbah Cair

Sifat fisik suatu air limbah ditentukan berdasarkan bau, jumlah padatan terlarut, tersuspensi dan total padatan, alkalinitas, kekeruhan, warna, dan temperatur. Sifat fisik ini dapat dikenali secara visual, tetapi untuk mengetahui secara pasti maka digunakan analisa laboratorium (Ginting, 2007).

### 1) Bau

Bau yang timbul dari limbah cair rumah pemotongan ayam disebabkan oleh adanya darah ayam itu sendiri, kotoran ayam, air bekas pencelupan dan air pencucian setelah proses pemotongan. Kandungan zat organik yang tinggi dari air buangan rumah potong ayam, sulit diuraikan oleh bakteri aerob karena kekurangan oksigen, dengan demikian peranannya digantikan oleh bakteri anaerob, yang sering menurunkan oksigen terlarut sampai nol, dan terjadilah pembusukan. Bakteri ini menghasilkan gas metana dan hydrogen sulfida yang baunya sangat busuk (Sastrawijaya, 1991).

### 2) Suhu

Akibat kegiatan pemotongan dan proses pencelupan yang langsung dibuang dibadan air dan ditambah aktivitas biologis selama proses dekomposisi berlangsung akan mempengaruhi meningkatnya suhu air limbah. Peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Effendi, 2003).

### 3) Warna

Air limbah rumah pemotongan ayam yang baru atau masih segar berwarna merah karena bercampur dengan darah, dan lama kelamaan apabila sudah berada di badan air berubah menjadi keruh kemudian menjadi hitam dan umumnya berbau

busuk. Perubahan warna ini diakibatkan air limbah bereaksi dengan logam dan bakteri anaerob yang ada pada air limbah tersebut.

### **C. Pengaruh Limbah Cair**

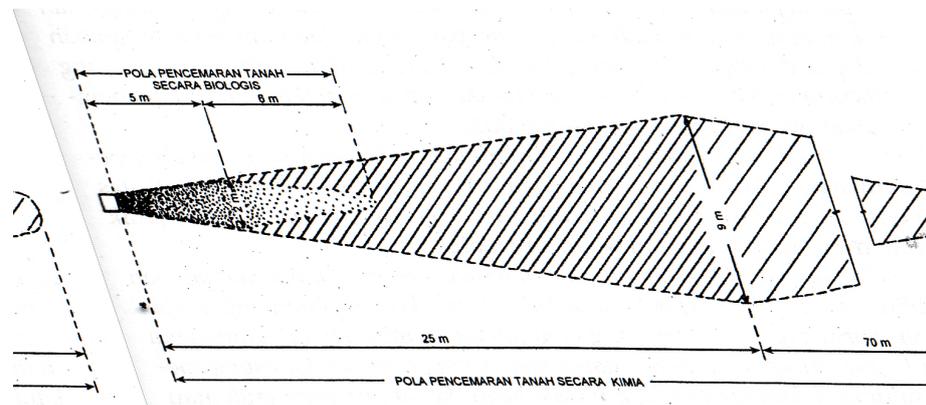
#### **1. Pengaruh Cair terhadap Lingkungan**

Air limbah yang dibuang langsung ke badan air (misalnya: kanal, sungai) akan mencemari badan air tersebut. Bahan pencemar yang ada didalamnya akan mengalami penyebaran (disporsi) dan pengenceran (dilution) dan bersifat reaktif dengan adsorpsi, reaksi atau penghancuran secara biologis. Karena peristiwa inilah maka penyebaran pencemaran akan cepat terjadi, dan badan air yang tercemar air limbah tersebut akan menurun kualitasnya (Djabu,1991).

Limbah cair dari pemotongan ayam banyak mengandung zat organik yang dapat mencemari badan air sehingga berpotensi terjadinya pencemaran air permukaan. Bahan organik yang terdapat dalam air limbah menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut di dalam badan air tersebut. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan dalam air akan terganggu, dalam hal ini mengurangi perkembangannya. Bila hal ini terus terjadi hingga kadar oksigen terlarut menurun sampai 2 ppm didalam air tersebut hanya hidup cacing, bakteri, jamur, dan mikroorganisme pengurai.

Adakalanya air limbah yang dapat merembes kedalam air tanah, sehingga menyebabkan pencemaran air tanah. Bila air tanah tercemar, maka kualitasnya akan menurun sehingga tidak dapat lagi digunakan sesuai dengan peruntukannya (Mulia, 2005).

Sebagai ilustrasi, berikut ini suatu gambaran pola pencemaran yang ada di dalam tanah, akibat adanya pembuangan kotoran terhadap tanah. Dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. : Penyebaran mikroorganismen dan bahan kimia dalam suatu pencemaran terhadap air tanah serta jangkauan maksimumnya (Wagner & Lanoix, 1958 hal. 30)

Air limbah banyak mengandung bakteri dan zat kimia, bila berada dalam tanah akan tersebar dan bergerak bersama air secara horizontal dan vertikal. Bakteri akan berpindah pada tanah yang basah, yaitu secara horizontal dapat mencapai 11 meter dimana jarak 5 meter melebar maksimum 2 meter, kemudian menyempit kembali pada jarak 6 meter. Sedangkan untuk bahan kimia meresap dan ikut aliran air secara horizontal melebar kira-kira 9 meter sejauh 25 meter dan menyempit kembali sejauh kira-kira 70 meter.

Tanah yang merupakan lingkungan penerima dari pembuangan limbah cair tanpa pengolahan akan mengalami pencemaran. Peristiwa distribusi larutan yang tidak seragam melalui pori-pori tanah adalah proses fisik mekanis sehingga terjadi penahanan partikel padat karena gaya berat. Peristiwa kimia yaitu, dengan adanya penyebaran monokuler yang dihasilkan.

## **2. Pengaruh Limbah Cair terhadap Kesehatan**

Limbah cair yang dibuang tanpa pengolahan dapat berakibat buruk terhadap kesehatan masyarakat atau lingkungan hidup manusia. Air limbah pada umumnya mengandung bahan-bahan yang beracun dan kuman patogen seperti kuman golongan fekal coli yaitu *Coliform* dan *E.coli*. Akibat peristiwa proses dekomposisi yang tidak sempurna, dan bila kontak dengan manusia atau memanfaatkan air tersebut.

Air limbah yang mencemari sumber-sumber air pendudukpun dapat menyebabkan penyakit seperti penyakit hepatitis, diare, dan sebagainya.

Air limbah yang mengandung organisme seperti bakteri patogen, protozoa tertentu, golongan metazoa contohnya cacing golongan ascaris, cacing pita, virus hepatitis maupun rotavirus, dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

**Tabel 1: Jenis Penyakit yang Dapat Ditularkan Melalui Air Limbah**

<b>Jenis Mikroba</b>	<b>Penyakit</b>
<b>Virus</b> Rota virus Virus Hepatitis Virus Poliomyelitie	Diare, terutama anak-anak Hepatitis A Poliomyelitis
<b>Bakteri</b> Vibrio cholerae Escherichia coli Salmonella typhi Salmonella paratyphi Shigella dysenteriae	Cholera Diare/dysentri Thyphus abdominale Patrathypus Dysentri
<b>Protozoa</b> Entamoeba histolytica Balantidia coli Gardia Lamblia	Dysentri amoeba Balantidiasis Giardiasis
<b>Metazoa</b> Ascaris lumbricoides Clonorchis sinensis Diphlobothrium latum Tania saginata/solium Schistosoma	Ascariasis Clonorchiasis Diphlobothriasis Taneasis Schistosomiasis

Sumber: Wardhana (1999)

### **3. Gangguan Bau dan Estetika.**

Bila air limbah dibuang tanpa pengolahan seperti air limbah dari rumah pemotongan ayam dapat menimbulkan bau, apalagi setelah mengalami pembusukan atau proses dekomposisi. Bau yang menyengat, orang menjadi mual dan tidak nafsu makan. Air limbah berwarna merah dan selanjutnya menjadi kehitam-hitaman. Dalam situasi seperti ini dapat menyebabkan pemandangan estetika terganggu terutama pada lingkungan pemukiman.

Air limbah yang tidak diolah juga terkesan jorok dan merupakan sarang serangga dan tikus yang dapat menyebabkan penularan penyakit. Hal ini pun jadi terkesan mengganggu pemandangan mengurangi keindahan pemukiman

### **D. Teknik Pengolahan Limbah Cair**

Menurut Djajadiningrat (1983) bahwa tujuan pengolahan limbah cair adalah untuk menurunkan kadar zat-zat pencemar yang terkandung di dalam air limbah sampai memenuhi persyaratan efluen yang berlaku. Proses pengolahan air limbah apapun tidak mungkin menghilangkan sama sekali kadar zat pencemar, melainkan hanya dapat menurunkan sampai batas-batas yang diperkenankan oleh peraturan yang berlaku.

Tujuan utama pengolahan limbah cair (Suparmin, 2002) adalah untuk mengurangi kandungan BOD, COD, TSS dan organisme patogen. Selain itu pengolahan limbah cair dibutuhkan untuk menghilangkan kandungan nutrisi, bahan kimia beracun, senyawa kimia yang tidak dapat diuraikan secara biologis (*non biodegradable*), dan padatan terlarut.

Pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan terdahulu terbukti bahwa dengan pengolahan baik dengan saringan maupun dengan sistem biologis dapat menurunkan parameter-parameter seperti: BOD, COD, SS, TSS, maupun bakteri *Coliform*. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

**Tabel 2: Data-data Hasil Penelitian Eksperimen Limbah Cair**

No.	Peneliti	Objek Penelitian	Jenis Pengolahan	Hasil (menurunkan)
1.	Azizah, dkk (2005)	Limbah RS	Biofilter Aerob	-BOD (42%), -COD (41%), -TSS (18,75), -Coliform (5,17%)
2.	Sriwiendrayanti,2005	Limbah Rumah pematangan ayam	Trickling Filter	BOD 70,76%.
3.	Miswan (2005)	Limbah Rumah Pematangan Hewan	Saringan Sabut Kelapa	- BOD (89%) - COD (60,88) - TSS (40%)
4.	Zaenab (2006)	Limbah RS	Biofilter Aerob	- BOD (59,9%) - COD (63,4%) - SS (52,1%)
5.	Sahani (2006)	Limbah RS	Biofilter Anerob-aerob	- BOD (79%) - TSS (74,8%) - Coliform (64,5%)
6.	Lataha (2008)	Limbah Industri Tahu	Biofilter aerob	- BOD (75,5%) - COD (70,3%) - SS (62,6%)

*Sumber: Data dari beberapa hasil penelitian*

Pengolahan limbah dengan memanfaatkan teknologi pengolahan dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia dan biologis, atau gabungan ketiga sistem pengolahan tersebut.

Jenis teknologi pengolahan air limbah tergantung dari analisa kualitas air limbah dan penggunaan effluen. Kekuatan ekonomi daerah terutama tergantung dari ekonomi penduduk memakai jasa dan digunakan untuk pengembalian uang investasi dan biaya pemeliharaan.

Jenis teknologi pengolahan air limbah menurut Kusnoputranto, (1997) meliputi:

#### 1. Pengolahan Primer ( Primary Treatment)

Sebelum pengolahan pertama, perlu kiranya dilakukan pengolahan pendahuluan ( pre treatment). Adapun kegiatannya berupa pengambilan benda terapung dan pengambilan benda kasar serta yang mengendap seperti pasir.

Tahap awal dari pengolahan awal adalah menghilangkan zat padat yang kasar yaitu dengan jalan melewatkan air limbah melalui para-para atau saringan kasar untuk menghilangkan benda yang besar.

Pengolahan pertama bertujuan untuk menghilangkan zat padat tercampur melalui pengendapan ataupun pengapungan ( seperti lemak). Pengendapan (sedimentasi) adalah kegiatan utama pada tahap ini dan pengendapan yang dihasilkan terjadi karena adanya kondisi yang sangat tenang, bahan kimia dapat juga ditambahkan

untuk menetralkan keadaan atau meningkatkan pengurangan dari partikel kecil yang tercampur. Dengan adanya pengendapan ini, maka akan mengurangi kebutuhan oksigen pada pengolahan biologis berikutnya dan pengendapan yang terjadi adalah pengendapan secara grafitasi.

Hampir seluruh tahapan pertama dari pengolahan air limbah konvensional adalah pengendapan bahan-bahan padat di dalam tangki sedimentasi. Fungsi utama daripada proses sedimentasi adalah pengambilan (*removal*) padatan tersuspensi yang bisa mengendap untuk menghasilkan supernatan yang jernih. Disamping itu, tangki sedimentasi juga harus mengumpulkan dan membuang subnatant berupa lumpur (*sludge*), karena itu pengumpulan lumpur dan pembuangannya merupakan hal penting agar tangki dapat berfungsi dengan baik.

Dari bak pengendap awal lumpur atau padatan tersuspensi sebagian besar mengendap. Waktu tinggal dalam bak pengendap awal kurang lebih 2-6 jam, dan lumpur atau padatan yang telah mengendap dikumpulkan pada bak pengendap lumpur (Sugiharto, 1987)

## 2. Pengolahan Skunder ( Secondary Treatment)

Pengolahan kedua umumnya mencakup proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada didalamnya. Pada proses ini sangat dipengaruhi banyak faktor antara lain jumlah limbah, tingkat kekotoran limbah, jenis kotoran dan

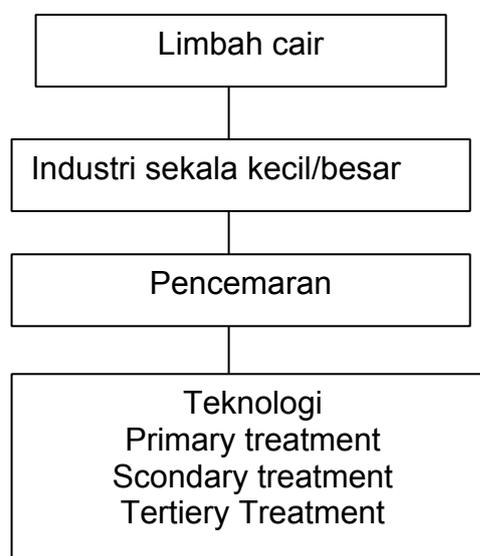
sebagainya. Unit yang biasa digunakan dalam pengolahan kedua dapat berupa saringan tetes (trickling filter), lumpur aktif dan kolam stabilisasi.

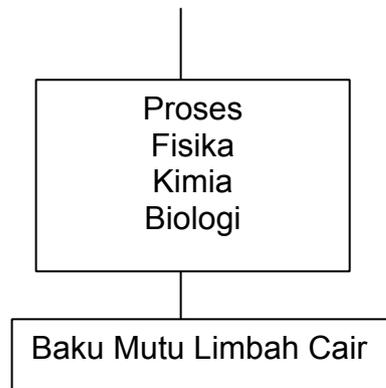
### 3. Pengolahan Tersier (Tertiary Treatment)

Pengolahan ini adalah kelanjutan dari pengolahan-pengolahan terdahulu. Oleh karena itu pengolahan jenis ini baru akan dipergunakan apabila pada pengolahan pertama dan pengolahan kedua masih banyak terdapat zat tertentu yang masih berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan.

Beberapa standar efluen membutuhkan pengolahan tahap ketiga, yaitu disamping untuk menghilangkan kontaminan-kontaminan tertentu, juga untuk menyiapkan limbah cair tersebut untuk di daur ulang atau dimanfaatkan kembali, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pabrik.

Di dalam air limbah dimungkinkan lebih dari satu parameter pencemar melampaui nilai yang ditetapkan, sehingga perlu kombinasi pengolahan limbah cair (Ginting, 2007) dapat dilihat pada skema berikut ini:





**Gambar 2. Skema Pengolahan Limbah Cair**

❖ **Metode Pengolahan secara Biologis**

Pengolahan secara biologis, merupakan salah satu bentuk perlakuan terhadap limbah cair dengan menggunakan organisme perombak limbah. Karena itu sering juga disebut metode biologis yang memanfaatkan kehidupan bakteri dalam merobak limbah cair (Ginting, 2007)

Metode ini gampang serta biayanya murah serta tidak menghasilkan limbah tambahan, hambatan memakai metode ini seringkali memerlukan lahan yang luas, bila limbah yang diolah cukup besar jumlahnya, disamping itu bakteri pengolah limbah memerlukan perawatan dan pemulihan.

Pengolahan air buangan secara biologis adalah suatu cara pengolahan yang diarahkan untuk menurunkan atau menyisihkan substrat tertentu yang terkandung dalam air buangan dengan

memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk melakukan perombakan substrat tersebut (Ineza dan Said, 2002).

Proses pengolahan air buangan secara biologis dapat berlangsung dalam tiga lingkungan utama, yaitu:

- Lingkungan aerob, yaitu lingkungan dimana oksigen terlarut (DO) di dalam air cukup banyak, sehingga oksigen bukan merupakan faktor pembatas.
- Lingkungan anoksik, yaitu lingkungan dimana oksigen terlarut (DO) di dalam air ada dalam konsentrasi lemah
- Lingkungan anaerob, merupakan kebalikan dari lingkungan aerob, yaitu tidak terdapat oksigen terlarut, sehingga oksigen menjadi faktor pembatas berlangsungnya proses metabolisme aerob.

Berdasarkan kondisi pertumbuhan mikroorganisme yang bertanggung jawab pada proses penguraian yang terjadi, reaktor dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu:

- Reaktor pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth reactor*), yaitu reaktor dimana mikroorganisme yang berperan dalam proses biologis tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi.
- Reaktor pertumbuhan lekat (*attached growth reactor*), yaitu reaktor dimana mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian substrat tumbuh dan berkembang di atas suatu media dengan membentuk suatu lapisan lendir (*lapisan biofilm*) untuk melekatkan diri di atas permukaan media tersebut.

## 1. Proses Pengolahan Biologis secara Anaerob

### a. Mekanisme Proses Anaerob

Polutan-polutan organik kompleks seperti: lemak, protein, dan karbohidrat dalam kondisi anaerobik akan dihidrolisa oleh enzim hydrolase yang dihasilkan oleh bakteri pada tahap pertama. Enzim penghidrolisa seperti lipase, protease dan cellulase. Hasil hidrolisa polimer-polimer diatas adalah monomer seperti monosakarida, asam amino, peptida dan gliserin, selanjutnya monomer-monomer ini akan diuraikan menjadi asam-asam lemak (*lower fatty acids*) dan gas hidrogen.

Kumpulan mikroorganisme, umumnya bakteri, terlibat dalam transformasi senyawa kompleks organik menjadi metan. Lebih jauh lagi terdapat interaksi sinergis antara bermacam-macam kelompok bakteri yang berperan dalam penguraian limbah yang dapat di reaksikan pada gambar berikut ini:

Senyawa Organik \_\_\_\_\_  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S}$

Meskipun beberapa jamur (fungi) dan protozoa dapat ditemukan dalam penguraian anaerobik, bakteri-bakteri merupakan mikroorganisme yang paling dominant bekerja didalam proses penguraian anarobik. Sejumlah besar bakteri anaerobik dan fakultatif (seperti: *Bacteroides*,

*Bifidobacterium, Clostridium, Lactobacillus, Streptococcus*) terlibat dalam proses hidrolisis dan fermentasi senyawa organik.

Ada empat grup bakteri yang terlibat dalam transformasi material kompleks menjadi molekul yang sederhana, seperti metan dan karbon dioksida, kelompok tersebut adalah kelompok bakteri hidrolitik, bakteri asidogenik fermentatif, bakteri asetonogenik dan bakteri metanogen.

b. Faktor-faktor yang mempengaruhi Mekanisme Proses Anaerob.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap penguraian secara anaerob antara lain:

1) Temperatur

Produksi metan dapat dihasilkan pada temperatur antara 0°C- 97°C walaupun bakteri metan psychrophilic tidak dapat di isolasi, bakteri thermophilic beroperasi secara optimum pada temperatur 50°C - 75°C di daerah panas.

Di dalam instalasi pengolahan air limbah pemukiman, penguraian anaerobik dilakukan dalam kisaran mesophilic dengan temperatur 25°C – 40°C dengan temperatur optimum mendekati 35°C.

Penguraian thermophilik beroperasi pada temperatur  $50^{\circ}\text{C}$  –  $65^{\circ}\text{C}$ . Penguraian ini memungkinkan untuk pengolahan limbah dengan beban berat dan efektif untuk mematikan kuman patogen

Karena pertumbuhan bakteri metan yang lebih lambat dibandingkan bakteri acidogenik, maka bakteri metan sangat sensitif terhadap perubahan kecil temperatur, karena penggunaan asam volatil oleh bakteri metan, penurunan temperatur cenderung menurunkan laju pertumbuhan bakteri metan. Oleh karena itu penguraian mesophilik harus didesain untuk beroperasi pada temperatur antara  $30^{\circ}\text{C}$  –  $35^{\circ}\text{C}$  untuk fungsi optimal.

## 2) Waktu Tinggal

Waktu tinggal air limbah dalam reaktor anaerob, yang tergantung pada karakteristik air limbah dan kondisi lingkungan, harus cukup lama untuk proses metabolisme oleh bakteri anaerob dalam reaktor pengurai.

## 3) Keasaman (pH)

Kebanyakan pertumbuhan bakteri metanogenik berada dalam kisaran pH antara 6,7 – 7,4, tetapi optimalnya antara 7,0 – 7,2 dan proses dapat gagal jika pH mendekati 6,0.

#### 4) Komposisi Kimia Air Limbah

Air limbah harus diseimbangkan makanannya (nitrogen, fosfor dan sulfur) untuk memelihara pencernaan aerobik. Selain itu zat toksik juga dapat mempengaruhi kegagalan dalam proses penguraian limbah dalam proses anaerobik.

#### c. Keunggulan dan Kekurangan Proses Anaerob

Keunggulan dari pada proses anaerob adalah sebagai berikut:

- 1) Proses anaerobik dapat segera menggunakan  $\text{CO}_2$  yang ada sebagai penerima elektron. Menghasilkan lebih sedikit lumpur, anergi yang dihasilkan oleh bakteri anaerobik relatif rendah.
- 2) Menghasilkan gas metan yang mengandung sekitar 90% energi untuk menghasilkan listrik untuk menurunkan BOD dalam penguraian lumpur limbah.

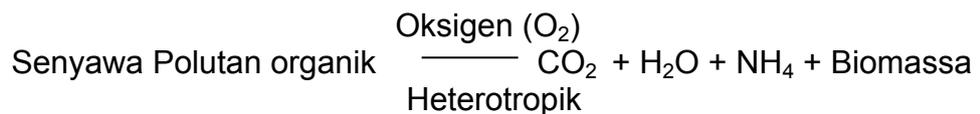
Kelemahan daripada proses anaerobik adalah:

- 1) Lebih lambat dari proses aerobik
- 2) Sensitif oleh senyawa toksik

## 2. Proses Pengolahan Biologis secara Aerob

### a. Mekanisme Proses Aerob

Di dalam proses pengolahan air limbah organik secara aerob, senyawa kompleks organik akan terurai oleh aktifitas mikroorganisme aerob. Mikroorganisme aerob tersebut didalam aktifitasnya memerlukan oksigen atau udara untuk memecah senyawa organik yang kompleks menjadi CO<sub>2</sub> dan air serta amonium, selanjutnya amonium akan dirubah menjadi nitrat dan H<sub>2</sub>S akan dioksidasi menjadi sulfat. Secara sederhana reaksi penguraian organik secara aerobik dapat digambarkan sebagai berikut:



b. Faktor-faktor yang mempengaruhi Mekanisme Proses Aerob

Proses aerob yang perlu diperhatikan:

1) Temperatur

Temperatur tidak hanya mempengaruhi aktivitas metabolisme dari populasi mikroorganisme, tetapi juga mempengaruhi beberapa faktor seperti kecepatan transfer gas dan karakteristik pengendapan lumpur. Temperatur optimum untuk mikroorganisme dalam proses aerob tidak berbeda dengan proses anaerob

2) Keasaman (pH)

Nilai pH merupakan faktor kunci bagi pertumbuhan mikroorganisme. Beberapa bakteri dapat hidup pada pH

diatas 9,5 dan dibawah 4,0. secara umum pH optimum bagi pertumbuhan mikroorganismenya adalah sekitar 6,5 – 7,5.

### 3) Waktu Tinggal Hidrolisis (WTH)

Waktu tinggal Hidrolisis ( WTH) adalah waktu perjalanan limbah cair didalam reaktor atau lamanya proses pengolahan limbah cair tersebut. Semakin lama waktu tinggal, maka penyisihan yang terjadi akan semakin besar. Sedangkan waktu tinggal pada reaktor sangat bervariasi dari mulai 1 jam hingga berhari-hari.

### 4) Nutrien

Disamping kebutuhan karbon dan energi, mikroorganismenya juga membutuhkan nutrien untuk sintesa sel dan pertumbuhan. Kebutuhan nutrien dinyatakan dalam bentuk perbandingan antara karbon dan nitrogen serta fosfor yang merupakan nutrien organik utama yang diperlukan mikroorganismenya dalam bentuk BOD :N : P

### c. Keunggulan dan Kekurangan Proses aerob

Keunggulan dari pada proses aerob adalah sebagai berikut:

- 1) Sudah dikenal dan pada umumnya dipakai baik untuk kapasitas besar maupun kecil

2) Diterapkan dalam pengolahan air limbah untuk konsentrasi BOD dan COD rendah dan temperatur 5°C-30°C

3) Efluen dapat langsung dibuang ke badan penerima

Kelemahan daripada proses aerobik adalah:

1) Membutuhkan area yang lebih luas

2) Pemakaian energi lebih tinggi dengan adanya aerator

3) Lumpur yang dihasilkan banyak.

#### ❖ Reaktor Biofilter

Reaktor biofilter lekat adalah suatu bioreaktor lekat diam, dimana mikroorganisme tumbuh dan berkembang diatas suatu media yang terbuat dari batu maupun plastik yang didalam operasinya dapat tercelup sebagian, atau keseluruhan, atau hanya dilewati air saja dengan membentuk suatu lapisan lendir, untuk melekat diatas permukaan media tersebut, sehingga membentuk lapisan biofilm (Said, 1999).

Biofilm tumbuh pada hampir semua permukaan di dalam suatu lingkungan perairan. Sistem biofilm ini kemudian dimanfaatkan dalam proses pengolahan air buangan untuk menurunkan kandungan senyawa organik. Biofilm merupakan lapisan yang terbentuk dari sel-sel biosolid dan material inorganik dalam bentuk polimetrik matriks yang menempel pada suatu lapisan penyokong (Ineza dan Said, 2002)

Proses pengolahan air limbah dengan sistem biofilm atau biofilter secara garis besar dapat dilakukan dalam kondisi anaerobik dan aerobik, atau kombinasi anaerobik dan aerobik. Proses aerobik dilakukan kondisi adanya oksigen terlarut di dalam reaktor air limbah, dan proses anaerobik dilakukan dengan tanpa oksigen di dalam reaktor air limbah. Sedangkan proses kombinasi anaerob-aerob adalah merupakan gabungan proses anaerobik dan aerobik.

Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilter atau biofilm tercelup dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang didalamnya diisi dengan dengan media penyangga untuk perkembangbiakan mikroorganisme, dengan atau tanpa aerasi. Posisi media filter tercelup dibawa permukaan air. Media biofilter yang digunakan secara umum dapat berupa bahan material organik atau bahan material anorganik

Untuk media biofilter dari bahan organik misalnya dalam bentuk tali, bentuk jaring, bentuk butiran tak teratur (*random packing*), bentuk papan (*plate*), bentuk sarang tawon dan lain-lain. Sedangkan untuk media dari bahan anorganik misalnya batu pecah (*split*), kerikil, batu marmer, batu tembikar, batu bara dan lainnya.

Di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem biofilter aerobik, sistem suplai udara dapat dilakukan berbagai cara, seperti aerasi samping, aerasi tengah, aerasi merata seluruh

permukaan, aerasi eksternal, aerasi dengan sistem "air lift pump" dan aerasi dengan sistem mekanik.

Jika sistem aliran dilakukan dari atas ke bawah (*down flow*), maka sedikit banyak akan terjadi efek filtrasi sehingga terjadi proses penumpukan lumpur organik pada bagian atas media yang dapat menyebabkan penyumbatan. Oleh karena itu perlu pencucian secukupnya. Jika terjadi penyumbatan maka dapat terjadi suatau aliran singkat dan juga terjadi penurunan jumlah aliran sehingga kapasitas pengolahan dapat menurun secara dratis.

Dewasa ini terdapat berbagai macam teknologi terapan yang telah dikembangkan oleh para peneliti dan ahli di bidang pengolahan limbah cair. Teknologi tersebut diharapkan dapat ikut mengurangi permasalahan limbah cair baik pada skala kecil ( rumah tangga) maupun secara institusional ( misalnya industri maupun perusahaan). Beberapa paket teknologi tersebut antara lain:

### **1. Tangki Septik-filter Up Flow**

Tangki jenis ini telah dikembangkan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), alat ini digunakan untuk mengolah limbah cair rumah tangga. Prinsip kerja tangki tersebut pada dasarnya sama dengan tangki septik biasa, yakni terdiri dari bak pengendap, ditambah dengan suatu filter kerikil atau batu. Sistem pengalirannya *up flow* , yaitu arah aliran dari bawah ke atas.

### **2. Proses Biofilter Anaerob-aerob**

Proses pengolahan ini merupakan pengembangan proses biofilter anaerob dengan proses aerasi kontak. Pengolahan ini terdiri dari beberapa bagian, yakni bak pengendap awal, biofilter anaerob, biofilter aerob, bak pengendap akhir (Said,1999).

Pada tahap awal limbah cair dimasukkan dalam bak kontrol atau bak pengendap, selanjutnya dialirkan pada bak anaerob yang merupakan bak pembiakan mikroorganisme yang akan menguraikan senyawa polutan, tetapi di dalam bak ini senyawa polutan masih tinggi dan berbau, sehingga masih perlu proses lanjutan. Dengan demikian dibutuhkan bak aerob, kemudian dialirkan pada bak aerob terakhir bak pengendapan setelah itu dapat dibuang pada badan penerima. Bak anaerob dan bak aerob ini berisi media batu kerikil ukuran 2 cm–3 cm maupun batu pecah dengan ukuran lebih besar lagi.

### **E. Parameter Limbah Cair**

Didalam lingkungan bahan organik banyak dalam bentuk karbohidrat, protein, lemak yang membentuk organisme hidup dan senyawa-senyawa lainnya yang merupakan sumber daya alam yang penting dan dibutuhkan manusia.

Bahan buangan organik pada umumnya berupa limbah yang mudah membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme. Oleh karena itu bahan organik yang mudah membusuk, sebaiknya jangan langsung

dibuang ke lingkungan karena akan menaikkan populasi mikroorganisme didalam air. Dengan bertambahnya mikroorganisme dalam air, tidak tertutup kemungkinan ikut pula berkembangnya bakteri patogen yang berbahaya bagi manusia.

Senyawa organik pada umumnya tidak stabil dan mudah dioksidasi secara biologis atau kimia menjadi senyawa stabil, antara lain menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Proses inilah yang menyebabkan permasalahan bagi kehidupan akuatik. Untuk menyatakan kandungan bahan organik dalam perairan dilakukan dengan mengukur kandungan  $\text{BOD}_5$  maupun COD.

Parameter yang diambil pada pengolahan limbah pemotongan ayam dengan proses biofilter yaitu parameter  $\text{BOD}_5$  ( limbah cair pemotongan ayam banyak mengandung zat organik sehingga membutuhkan oksigen, berarti untuk pengukuran oksigen secara biologi adalah pengukuran  $\text{BOD}_5$ , COD, kemudian parameter TSS diukur karena limbah cair banyak mengandung padatan-padatan tersuspensi sehingga perlu diukur sedangkan parameter bakteri *Coliform* di ukur karena, limbah cair banyak mengandung bakteri baik patogen maupun non patogen, bakteri *Coliform* juga sebagai indikator adanya bakteri-bakteri patogen lain.

Parameter limbah cair yang diukur dapat dijelaskan sebagai berikut:

### **1. Biochemical Oxygen Demand ( $\text{BOD}_5$ )**

Menurut Fardiaz (1992) BOD merupakan jumlah oksigen yang terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan didalam air. Nilai BOD menunjukkan jumlah bahan organik yang dibutuhkan untuk oksidasi secara relatif. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi.

Sedangkan menurut Rukaesih (2004), BOD adalah kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme selama penghancuran bahan organik dalam waktu tertentu pada suhu 20°C. Oksidasi biokimiawi ini merupakan proses yang lambat dan teoritis memerlukan reaksi sempurna. Dalam waktu 20 hari, oksidasi mencapai 95-99% sempurna dan dalam waktu 5 hari seperti umumnya digunakan untuk mengukur BOD yang kesempurnaan oksidasinya mencapai 60-70%. Suhu 20°C yang digunakan merupakan nilai rata-rata untuk perairan arus lambat.

Air dikatakan tercemar, jika konsentrasi oksigen terlarut menurun dibawah batas yang dibutuhkan oleh kehidupan biota. Penyebab utama kekurangan oksigen terlarut dalam air adalah adanya bahan-bahan buangan yang mengkonsumsi oksigen, bahan-bahan tersebut biasanya mudah diuraikan oleh bakteri dengan bantuan oksigen. Oksigen dalam air di konsumsi oleh

bakteri untuk menguraikan bahan tersebut. Bahan-bahan tersebut dapat berasal dari kotoran hewan maupun manusia, tanaman mati atau sampah organik, bahan-bahan dari industri pangan, pemotongan hewan dan ikan. Kebanyakan bahan buangan yang memerlukan bahan oksigen mengandung karbon sebagai unsur utama. Untuk mengetahui adanya pencemaran tersebut dapat dilakukan dengan uji BOD (Pomalingo, Ali,2003).

Prawiro, Ruslan (1988) menyatakan, mikroorganisme yang memerlukan oksigen untuk memecah bahan buangan organik sering disebut bakteri aerobik, sedangkan mikroorganisme yang tidak memerlukan oksigen disebut bakteri anaerobik. Bahan buangan organik tersebut dipecah dan diuraikan menjadi gas CO<sub>2</sub> dan gas NH<sub>3</sub>. timbulnya gas NH<sub>3</sub> inilah yang menyebabkan bau busuk pada air limbah yang dibuang ke lingkungan tanpa diolah. Waktu yang diperlukan dalam reaksi tersebut cukup lama kira-kira 10 hari dalam waktu 2 hari reaksi tersebut mencapai 50% dan dalam waktu 5 hari mencapai 75%.

Wardhana (1955) menyatakan bahwa apabila kandungan oksigen dalam air lingkungan menurun, maka kemampuan bakteri aerobik untuk memecah bahan buangan organik akan menurun pula, bahkan apabila oksigen yang terlarut sudah habis maka bakteri aerobik akan mati. Dalam keadaan seperti ini bakteri

anaerobik akan mengambil alih tugas untuk memecah bahan buangan yang ada didalam air lingkungan.

Sunu (2000), Faktor-faktor yang mempengaruhi BOD antara lain:

- Suhu

Aktivitas biologis ditingkatkan dengan meningkatkan suhu sampai maksimal 60°C tergantung jenis bakterinya. Suhu memberi pengaruh tertentu terhadap kebanyakan reaksi biokimia.

- Derajat Keasaman ( pH)

Organisme yang merombak bahan organik akan menyesuaikan pada kisaran pH 6,5-8,3. Proses penguraian limbah organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme dengan bakteri aerobik. Limbah organik dipecah dan diuraikan menjadi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), air dan gas amoniak (NH<sub>3</sub>). Timbulnya gas amoniak tersebut menyebabkan bau busuk pada air yang telah tercemar oleh limbah organik.

Nilai BOD untuk air limbah sangat bervariasi mulai 100 sampai 10.000 ppm, untuk itu sebelum dibuang ke lingkungan seperti sungai, danau, dan badan air lainnya harus dilakukan pengenceran untuk mencegah terjadinya penurunan konsentrasi oksigen terlarut, Apabila oksigen terlarut di dalam air menurun, dapat mengganggu kehidupan air dan tanaman air.

## 2. Chemical Oxygen Demand (COD)

Pengukuran kekutan limbah cair dengan COD adalah bentuk lain pengukuran oksigen dalam air limbah. Metode ini lebih singkat waktunya dibandingkan dengan analisa BOD. Pengukuran ini menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur adalah bahan-bahan yang tidak dipecah secara biokimia (Ginting, 2007).

Uji COD adalah suatu pembakaran kimia secara basah, dari bahan organik dalam sampel. Larutan asam dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) digunakan untuk mengoksidasi bahan organik pada suhu tinggi. Uji COD merupakan analisis kimia, uji ini mengukur senyawa-senyawa organik yang tidak dipecah secara biologik, sedangkan bahan yang dapat dipecah secara biologik diukur dalam uji BOD. Analisis BOD dan COD dari suatu limbah akan menghasilkan nilai-nilai yang berbeda. Nilai-nilai COD lebih tinggi dari nilai BOD. Perbedaan antara kedua nilai disebabkan oleh banyak faktor seperti bahan kimia, seperti lignin. Bahan kimia yang dapat dioksidasi secara kimia dan peka terhadap oksidasi biokimia tetapi tidak terhadap uji BOD<sub>5</sub>, misalnya lemak berantai panjang dan adanya bahan toksik dalam limbah yang akan mengganggu uji BOD dan COD (Betty dan Winiati, 1995).

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

Padatan yang tersuspensi total adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan pada air, tidak terlarut dan tidak dapat

mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sediment, seperti bahan-bahan organik tertentu, dan tanah liat. Misalnya air permukaan yang mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi.

Jumlah padatan tersuspensi total (TSS) adalah jumlah padatan dalam air setelah disaring dengan menggunakan filter yang kemudian dipanaskan 103<sup>0</sup>C sampai 105<sup>0</sup>C. TSS dapat berupa berbagai jenis material seperti endapan lumpur, hancuran senyawa tanaman dan binatang., dan limbah industri. Konsentrasi padatan tersuspensi yang tinggi dapat menyebabkan masalah pada perairan (murpy, 2002).

Padatan tersuspensi total adalah residu dari sampel cairan yang tertahan pada filter gelas sesudah difiltrasi dan dipanas pada temperatur 103<sup>0</sup>C sampai 105<sup>0</sup>C. Jadi berat padatan tersuspensi sama dengan berat filter sesudah difiltrasi dan dikeringkan dikurangi dengan berat filter bersih (PU, 2000).

Padatan tersuspensi total adalah jumlah bobot bahan yang tersuspensi dalam suatu volume tertentu, yang biasanya diberikan dalam milligram per liter atau ppm. Mengukur kekeruhan-turbiditas-air dilakukan untuk dapat memperkirakan zat padat tersuspensi dalam suatu contoh air. Turbiditas diukur dengan turbidimeter yang mengukur kemampuan cahaya untuk melewati suatu contoh air.

Limbah cair industri mengandung jumlah padatan tersuspensi dalam jumlah yang sangat bervariasi tergantung dari jenis industrinya. Padatan tersuspensi dapat mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air serta mengakibatkan kekeruhan air (Pandia,1995).

Menurut Effendi (2003) Padatan tersuspended total adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 $\mu$ m) yang tertahan pada saringan *Millipore* dengan diameter pori 0,45  $\mu$ m. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta *jasad-jasad renik*, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa ke badan air.

#### **4. Bakteri Coliform (Total Coliform)**

Bakteri coliform merupakan parameter mikrobiologis terpenting dalam kualitas air. Kelompok bakteri coliform terdiri atas *Eschericia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter fruendii* dan bakteri lainnya. Meskipun bakteri ini tidak menimbulkan penyakit secara langsung, keberadaannya di dalam air menunjukkan adanya pencemaran bila melampau nilai maksimum baku mutu yang ditetapkan. Jenis bakteri *Coliform* dapat menyebabkan diare, kram perut, mual dan rasa tidak enak badan. Mikroba sebagai kuman patogen juga ditemukan pada air limbah pemotongan ayam seperti kuman *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Bacillus anthracis* dan yang sejenisnya. Penyakit yang disebabkan oleh mikroba ini dapat menulari manusia (Bapedal Jawa Timur, 1995).

Menurut Darmono (2006) bahwa air limbah dari peternakan dan sejenisnya mengandung kuman patogen penyebab penyakit pada makhluk hidup seperti bakteri, virus, protozoa dan parasit. Salah satu penyebab penyakit diare, kuman penyebabnya adalah bakteri *E.coli*. Bakteri *E.coli* merupakan bagian atau golongan bakteri *Coliform*.

Air limbah yang mengandung zat organik yang tinggi dapat dipastikan air tersebut mengandung mikroba. Jenis dan jumlah mikroba dalam air tergantung dari lingkungan maupun bahan baku dari proses kegiatan serta perlakuan. Mikroba yang paling umum digunakan sebagai petunjuk adanya pencemaran adalah bakteri *E. coli* dan *Coliform*.

Bakteri *Coliform* berbentuk batang, bersifat gram negatif aerob dan fakultatif anaerob serta tidak membentuk spora. Kelompok ini mempunyai berbagai sifat biokimia yang sulit dideteksi. Oleh karena itu dalam mendeteksi golongan bakteri ini menggunakan metoda MPN (Most Probable Number) sebagai perhitungan jumlah kuman (Djariah,1997).

Hastowo (1992), bahwa bakteri *E.coli* penyebab penyebab diare selalu bersamaan dengan bakteri galur *klebsiela* yang biasa disebut *Coliform*. Bakteri *Coliform* bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik. Lebih tepatnya, bakteri *coliform* fekal adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen.

Penentuan *Coliform* menjadi indikator pencemaran bakteri patogen dikarenakan jumlah koloninya berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen selain itu mendeteksi *Coliform* lebih mudah dan cepat dibandingkan mendeteksi kuman patogen lain, dimana sampel diperiksa semakin sedikit kandungan *Coliform* artinya semakin baik kualitas sampel tersebut (Krisna,2005).

Bakteri penyebab diare antara lain E.coli yang sering menyebar melalui orang ke orang dapat merusak dinding usus pencernaan dan menyebabkan luka yang berdarah. E.coli maupun *Coliform* menghasilkan racun yang mengiritasi saluran pencernaan. Infeksi ini sering menyebar melalui air atau makanan yang terkontaminasi.

Menurut Muslimin (1995) bahwa *Coliform* dan E.coli merupakan pencemaran biologik dimana bahan pencemar tersebut masuk keperairan dapat berasal dari limbah manusia, makanan, dari prosesing hasil ternak, daging atau limbah kedokteran

Untuk mendeteksi adanya *Coliform* dalam air diperlukan tes mikrobiologi. Ada 3 metoda yang tersedia seperti: standar plate, metoda tabung fermentasi, dan penyaringan dengan membran. Menurut santika (2005) metoda yang tepat untuk perhitungan *Coliform* menggunakan tabung fermentasi, yang sebelumnya di sterilisasi baru kemudiam dieramkan didalam inkubator.

## F. Kerangka Teori

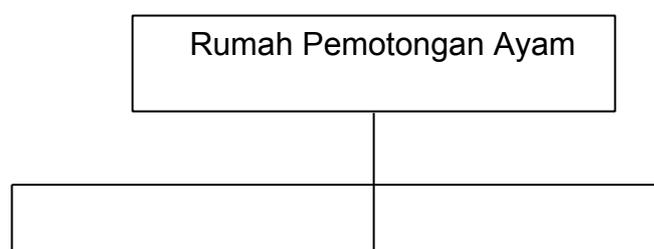
Limbah cair rumah pemotongan ayam adalah semua limbah cair yang berasal dari proses kegiatan pemotongan, terutama darah, air bekas pencelupan dan pembilasan. Limbah cair tersebut bila tidak diolah menimbulkan bau dan beresiko menimbulkan pencemaran serta merupakan media penularan penyakit.

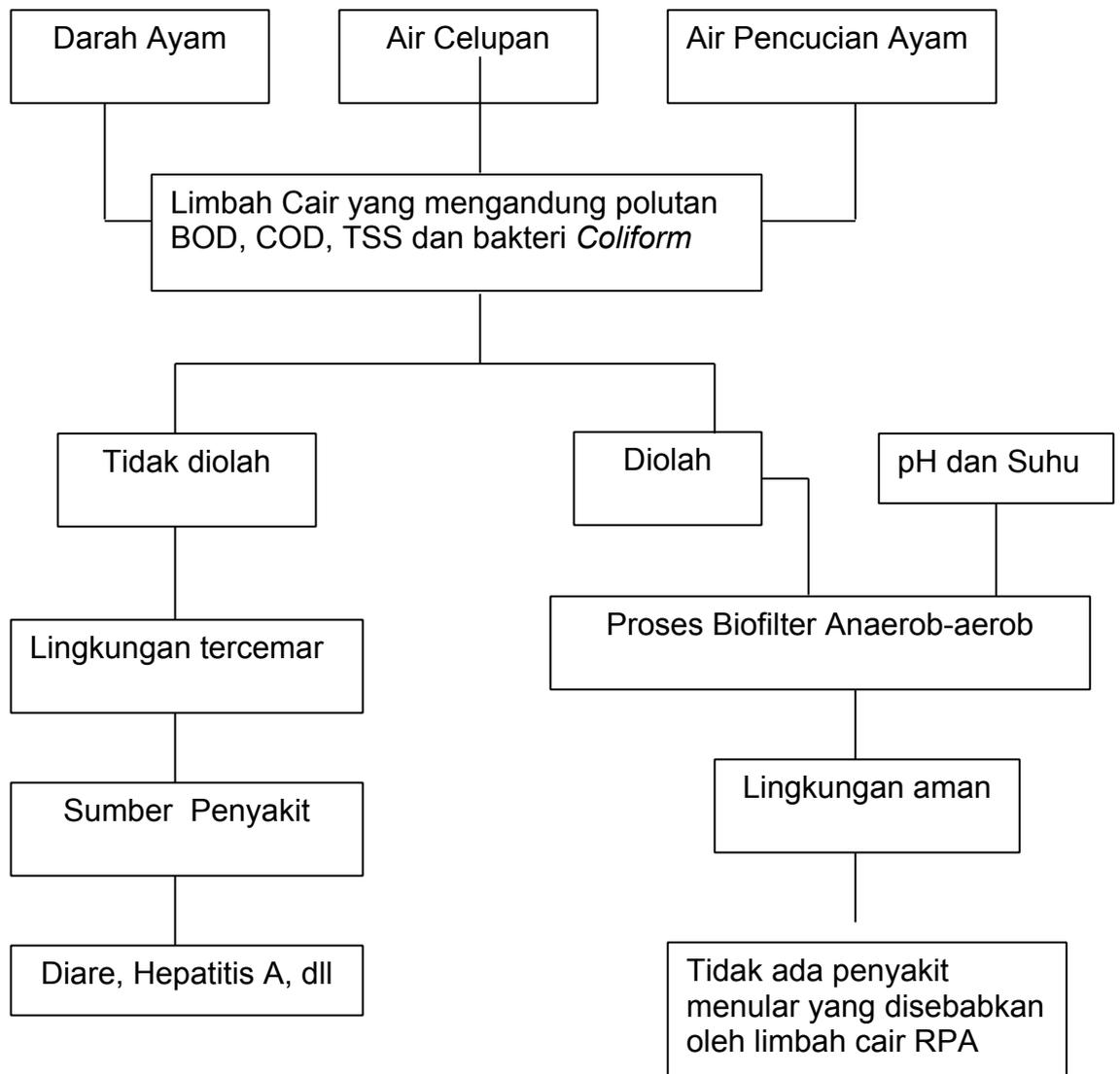
Untuk mengatasi hal tersebut diatas limbah cair potong ayam perlu dilakukan pengolahan. Karena limbah dari rumah potong ayam tersebut banyak mengandung zat organik maka diperlukan pengolahan secara biologis, prosesnya menggunakan biofilter anaerob-aerob.

Pada pengolahan biofilter diperlukan mikroorganismenya yang merombak limbah, baik bakteri anaerob yang tidak membutuhkan oksigen maupun bakteri aerob yang membutuhkan oksigen. Bakteri tersebut menempel pada media yang digunakan yaitu media batu pecah/cipring dengan diameter 1,5 inch sampai 2 inch.

Pengolahan biofilter tergantung debit dan waktu tinggal serta sangat dipengaruhi oleh pH dan suhu, sehingga selama proses harus dikontrol.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada skema berikut ini:





**Gambar 3. Bagan Kerangka Teori**

## G. Kerangka Konseptual

### 1. Kerangka pikir

Kualitas limbah cair yang berada di lingkungan rumah pemotongan ayam pada observasi awal untuk parameter pH berkisar

6,8, dan kadar BOD<sub>5</sub> berkisar antara 511,32 mg/l, COD 702,57 mg/l, kadar TSS 240,6 mg/l, kadar COD 711,31 mg/l, serta bakteri *Coliform*  $2,4 \times 10^4$  /100 ml .

Sedangkan baku mutu limbah cair bagi kegiatan sejenis rumah pemotongan ayam adalah Kep-Gub Sul-Sel Nomor: 14 tahun 2003, untuk baku mutu limbah cair golongan I kadar BOD maksimum 50 mg/l, kadar TSS = 200mg/l dan COD = 100 mg/l tetapi untuk Bakteri Coliform tidak dicantumkan, sedangkan baku mutu limbah cair golongan II untuk kadar BOD maksimum 150 mg/l, TSS = 400 mg/l, dan COD maksimum 300 mg/l.

Dengan demikian kadar BOD<sub>5</sub>, COD, dan TSS dari hasil observasi tersebut telah melewati kadar maksimum baku mutu yang telah ditetapkan, oleh sebab itu pada lokasi rumah pemotongan ayam perlu di adakan sarana pengolahan limbah cair yang sederhana sesuai ekonomi penduduk, tetapi hasilnya tidak mengotori lingkungan.

Pengolahan limbah cair pada rumah pemotongan ayam menggunakan sistem pengolahan biologis yaitu proses biofilter dengan menggunakan bahan batu pecah, guna membiakan bakteri. Air baku dialirkan ke bak pengendap yang kemudian air dialirkan pada bak anaerob dan bak aerob untuk mengendapan zat-zat yang terapung agar tidak mengganggu proses pada bak biologis. Waktu tinggal (detention time) telah ditentukan yaitu 2 jam pada bak anaerob dan

bak aerob. Kemudian divariasikan dengan waktu alir agar mendapatkan hasil yang efektif yaitu: 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam.

Pada pengolahan tersebut perlu diperhatikan suhu dan pH karena mempengaruhi proses penguraian limbah. Diharapkan pada pengolahan dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS, dan Bakteri Coliform sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.

Adapun variabel yang diteliti dalam penelitian ini:

**a. Variabel Bebas ( Independen Variabel )**

Adapun variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi waktu alir.

**b. Variabel Terikat ( Dependen Variabel )**

Adapun variabel terikat dalam penelitian ini adalah penurunan air limbah sesuai parameter yang diukur (BOD<sub>5</sub>, COD, TSS dan Bakteri Coliform)

**c. Variabel Kontrol**

Variabel kontrol meliputi: suhu dan pH

**d. Variabel Penekan**

Variabel penekan dalam penelitian ini adalah: standar atau baku mutu yang berlaku (SK Gub. Sulawesi Selatan Nomor: 14 Tahun 2003 ).

**2. Hubungan Variabel**

<b>Variabel Bebas</b>
<u>Proses Biofilter Anaerob-aerob</u>
Dengan waktu tinggal 2 jam dan variasi waktu alir 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam.

<b>Variabel terikat</b>
Penurunan kadar Limbah cair:
- BOD
- COD
- TSS
- Bakteri Coliform



**Gambar 4. Bagan hubungan antara variabel**

#### **H. Defenisi Operasional**

1. Limbah cair rumah pemotongan ayam adalah semua limbah cair dari hasil proses penjagalan/pemotongan seperti: darah, air bekas celupan ayam dan air bekas pencucian.
2. Efektifitas Proses Biofilter Anaerob-aerob adalah kemampuan dalam mengolah limbah cair rumah pemotongan ayam sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan Kep-Gub Sul-Sel Nomor:14 Tahun 2003.
3. Efektifitas waktu alir adalah kemampuan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk kontak dengan bak reaktor sehingga air limbah dari effluen sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan Kep-Gub Sul-Sel Nomor:14 Tahun 2003.
4. BOD<sub>5</sub> adalah Jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik terlarut dan tersuspensi dalam air, dengan waktu 5 hari pada suhu 20°C dengan metode Tetrimetik Winkler

5. COD adalah jumlah oksigen dalam mg/l yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik secara kimia dalam air limbah yang pengukurannya menggunakan metode kalium dikromat
6. TSS adalah Jumlah padatan yang tersuspensi dalam air limbah yang pengukurannya menggunakan metode Spektro Quick
7. Bakteri *Coliform* adalah untuk mengetahui jumlah coliform didalam contoh yang biasanya digunakan metode MPN (*Most Probable Number*) yang pengukurannya menggunakan metode tabung fermentasi

### I. Hipotesis

1. Ada perbedaan kadar BOD<sub>5</sub>, COD, TSS dan Bakteri *Coliform* sebelum dan setelah proses pengolahan biofilter anaerob-aerob
2. Ada perbedaan kadar BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, dan Bakteri *Coliform* terhadap variasi waktu alir.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen untuk mengetahui efektifitas waktu alir terhadap penurunan kadar BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, dan Bakteri *Coliform* pada effulen limbah cair rumah pemotongan ayam.

Desain penelitian menggunakan faktorial yang disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan asumsi bahwa populasi relatif homogen serta faktor yang dicobakan lebih dari satu sehingga terdapat kombinasi perlakuan (Sugiyono, 2007).

Pada penelitian ini akan dilakukan dengan dua faktor yaitu: macam perlakuan bak yaitu, bak Pengendap (P), Bak Anaerob (An), dan Bak Aerob (Ae) dan variasi waktu alir (W) yaitu  $W_1= 3$  jam,  $W_2$  6 jam,  $W_3$  9 jam, dan  $W_4$  12 jam.

Adapun kombinasi perlakuan sebagai berikut:

PW <sub>1</sub>	PW <sub>2</sub>	PW <sub>3</sub>	PW <sub>4</sub>
AnW <sub>1</sub>	AnW <sub>2</sub>	AnW <sub>3</sub>	AnW <sub>4</sub>
AeW <sub>1</sub>	AeW <sub>2</sub>	AeW <sub>3</sub>	AeW <sub>4</sub>

Masing-masing perlakuan di ulang sebanyak 3 kali, sehingga tersedia 36 satuan percobaan.

Namun demikian walaupun sampel diukur secara bertahap, seperti bak pengendap, bak anaerob, dan bak aerob tetapi sebenarnya bak-bak tersebut satu rangkaian proses biofilter seperti pada gambar 5, sehingga dalam menyimpulkan bukan pertahap tetapi satu rangkaian (satu unit pengolahan).

## **B. Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan Februari sampai April 2009. Lokasi penelitian bertempat di bengkel kerja dan dianalisis di laboratorium Politeknik Kesehatan Departemen Kesehatan Makassar Jurusan Kesehatan Lingkungan, sedangkan sampel limbah cair diambil dari Rumah Pemotongan Ayam Kecamatan Makassar.

## **C. Bahan dan Alat Penelitian**

### **1. Bahan Penelitian**

- a. Bahan untuk pengukuran BOD<sub>5</sub>: larutan mangan sulfat, larutan alkali-iodida-azida, larutan asam sulfat pekat, larutan natrium thiosulfat 0,025N, indicator larutan amilum 0,5%.
- b. Bahan untuk pengukuran kadar COD: merkuri sulfat, larutan kalium dikromat 0,25N, larutan asam sulfat, aquadest, larutan indikator ferroin, larutan baku ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1N.
- c. Bahan pengukuran TSS: -

- d. Bahan untuk pengukuran MPN Coliform: Lactosibroth (LB), brilliant green lactosibroth (BGLB), dan aquades steril
- e. Bahan media filter: pecahan batu pecah/ciping.

## **2. Alat Penelitian**

- a. Alat untuk mengukur BOD<sub>5</sub>: Jerigen, botol winkler, incubator, statif and clamp, buret, Bunsen, tabung erlenmeyer, karet penghisap, gelas ukur dan pipet ukur
- b. Alat pengukur COD: labu refluks, dispenser, kondensor, pipet, bunsen, buret labu erlenmeyer, gelas ukur dan karet penghisap.
- c. Alat untuk mengukur TSS: Spektro Quick, gelas ukur, pipet, flockulator
- d. Alat untuk mengukur MPN Coliform: Inkubator, gelas ukur, labu erlenmeyer, rak dan tabung reaksi, pipet, bunsen, autoclave
- e. Reaktor dan blower udara

### **D. Proses Pengolahan Limbah Cair**

Limah cair dari bak rumah pemotongan ayam sebagai sampel pada pengolahan biofilter anaerob aerob. Kemudian limbah dialirkan pada unit pengolahan pertama yaitu bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendap, juga berfungsi sebagai bak pengontrol

aliran serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, pengurai dan penampung lumpur.

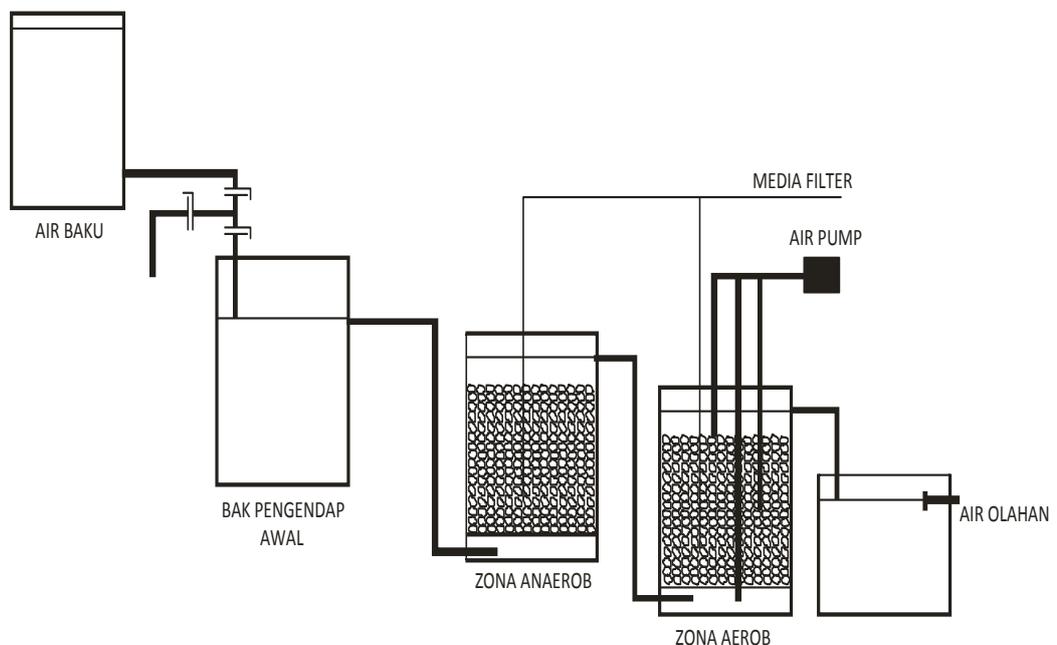
Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke bak kontaktor anaerob dengan arah aliran dari bawah keatas. Didalam bak kontaktor anaerob tersebut diisi dengan media batu pecah/ciping dengan ukuran 1,5 inch-2,0 inch . Penguraian zat-zat organik yang ada di dalam air limbah di lakukan bakteri anaerobik , setelah kurang lebih 15 hari beroperasi, permukaan media filter ditumbuhi lapisan film mikroorganisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap. Alasan mengapa tahap kedua menggunakan bak anaerob dikarenakan pada pengolahan ini menggunakan bakteri anaerob yang dapat mendegradasi zat organik yang tinggi walaupun hasilnya masih tinggi dan menghasilkan bau.

Air limpasan dari bak kontaktor anaerob dialirkan ke bak kontaktor aerob. Pada bak aerob yang menggunakan bakteri aerobik dimana akan mendegradasi polutan yang ringan dan tidak menghasilkan bau Didalam bak kontaktor aerob diisi media batu pecah, seperti halnya pada bak kontaktor anaerob, sambil di aerasi atau dihembus dengan air pump 50 Hz dengan kecepatan 30-50 l/menit, untuk menambah oksigen sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada pada air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Dengan demikian air limbah akan kontak dengan

mikroorganisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media. Hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik.

Aliran dari bak reaktor pertama sampai bak terakhir, sistem pengalirannya *up flow*, yaitu arah aliran dari bawah ke atas. Dengan aliran tersebut supaya dapat mengurangi kecepatan partikel yang terdapat pada air buangan dan partikel yang tidak terbawa aliran ke atas akan mengendap di dasar bak filter.

Sistem biofilter ini sangat sederhana, operasinya mudah dan tanpa memakai bahan kimia, serta membutuhkan sedikit energi, sehingga dapat diterapkan pada industri pemotongan ayam. Bentuk pengolahan dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini:



Gambar 5. Skema Proses Pengolahan Air Limbah Dengan Biofilter Anaerob-Aerob

## E. Teknik Pengumpulan Data

### 1. Perencanaan Bak Pengolahan

- Semua ukuran bak sama baik bak pengendap, bak anaerob dan bak aerob dengan ukuran panjang 38 cm, lebar 32 cm, dan tinggi 40 cm, terbuat dari kaca dengan ketebalan 0,5 cm.
- Pada bak anaerob dan bak aerob terdapat media batu pecah dengan ukuran 1,5-2,0 inch dengan tinggi 20 cm.
- Kapasitas bak yaitu: volume bak pengendap 32 liter, volume bak anaerob dan bak aerob 15,5 liter.
- Pada bak anaerob tertutup dengan kaca, sedangkan pada bak aerob dibantu dengan air pump 50 Hz dengan kecepatan 30-50 liter/menit.
- Menggunakan waktu tinggal 2 jam dengan variasi waktu alir 3jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam, dengan kecepatan aliran 0,129 liter/menit.
- proses pengolahan pertama dialirkan pada bak pengendap untuk mengendapkan lumpur, pasir dan zat organik tersuspensi, selanjutnya dialirkan pada bak anaerob untuk mendegradasi zat organik yang tinggi, kemudian dialirkan pada bak aerob untuk mendegradasi polutan yang rendah.

Bak pengolahan masih skala laboratorium untuk memudahkan pemantauan penelitian. (bak pengolahan dapat dilihat pada lampiran).

Untuk variasi waktu air peneliti mencoba menggunakan 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam, yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu Zaenab (2006) yang menggunakan variasi waktu tinggal 6 jam, 12 jam dan 18 jam terhadap limbah cair rumah sakit.

Pola aliran yang digunakan dalam rancangan tersebut adalah sistem *up flow* yaitu aliran dari bawah keatas.

## **2. Cara pengambilan sampel**

Pengambilan sampel limbah rumah pemotongan ayam dilaksanakan pada jam 06.00 pagi (pada saat operasi pemotongan ayam) pada titik outlet pembuangan limbah cair tersebut.

Sampel diambil pada rumah pemotongan ayam yang setiap harinya memotong lebih dari rata-rata dari rumah pemotongan ayam lainnya ( $\pm 1000$  ekor), sehingga limbah cairnya lebih banyak dibandingkan dengan rumah pemotongan ayam lain. Sampel yang diambil pada bak eksperimen secara kontinue.

## **3. Pengukuran parameter**

### **a. Metode Pengukuran BOD (Alaerts dan Santika, 1987)**

- 1) Sampel di dalam botol winkler di tambahkan 2 ml mangan sulfat di bawah permukaan cairan, dengan menggunakan pipet
- 2) Kemudian tambahkan 2 ml larutan alkali -iodida-azida dengan pipet lain. Botol ditutup dengan hati-hati untuk mencegah terperngkapnya udara dari luar kemudian dikocok dengan membolak-balikkan botol.

- 3) Dibiarkan gumpalan mengendap selama 10 menit, bila proses pengendapan telah sempurna, di tambahkan 2 ml asam sulfat pekat, pada sisa larutan yang mengendap dalam botol winkler, yang dialirkan melalui dinding bagian dalam dari leher botol, botol di tutup kembali, kemudian dikocok sampai endapan tersebut larut
- 4) Diambil 200 ml sampel dimasukkan ke dalam botol eelenmeyer dan ditritasi dengan larutan thiosulfat 0,025N sampai kuning muda, di catat angka titrasinya.
- 5) Kemudian tambahkan 1 ml amilum sehingga larutan menjadi warna biru tua dan ditritasi kembali dengan larutan thiosulfat sampai warna biru hampir hilang
- 6) Dilakukan hal yang sama terhadap sisa sampel yang masih tersisa dalam botol
- 7) Untuk sampel yang diinkubasi selama 5 hari dengan suhu 20°C, di mana diharapkan kurang lebih 70% zat organik terurai oleh mikroorganisme, hal ini dianalisa dengan cara yang sama seperti sampel diatas.

Untuk menghitung BOD dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BOD_{5,20} = \frac{X_0 - X_5}{B_0 - B_5} \cdot 1 - P$$

**Keterangan :**

$BOD_{5,20}$  : sebagai mg  $O_2/l$

- $X_0$  : DO sampel pada saat  $t = 0$  hari (mg  $O_2/l$ )
- $X_5$  : DO sampel pada saat  $t = 5$  hari (mg  $O_2/l$ )
- $B_0$  : DO blanko pada saat  $t = 0$  hari (mg  $O_2/l$ )
- $B_5$  : DO Blanko pada saat  $t = 5$  hari (mg  $O_2/l$ )
- P : Derajat pengenceran

**b. Metode Pengukuran COD (Alaerts dan Santika, 1987)**

- 1) Dipindah 0,4 gram  $HgSO_4$  ke dalam labu refluks
- 2) Dimasukan 5 sampai 6 batu didih ke dalam refluks
- 3) Sampel dimasukan sebanyak 50 ml, dan tambahkan larutan  $K_2Cr_2O_7$  0,25 N sebanyak 10 ml.
- 4) Disiapkan 30 ml reagen asam sulfat, dimasukan  $\pm$  5 ml reagen tersebut ke dalam sampel dengan menggunakan dispenser, dikocok perlahan-lahan dan hati-hati untuk mencegah penguapan, tetapi larutan harus tercampur dan panasnya merata.
- 5) Dituangkan sisa reagen asam sulfat yang 25 ml melalui kondensor, dan refluks larutan tersebut selama 2 jam.
- 6) Setelah dingin dibilas kondensor denga menggunakan aquadest sebanyak 25 sampai 50 ml.
- 7) Diencerkan larutan yang telah direfluks sampai menjadi 2 kali volume larutan dalam labu refluks.
- 8) Ditambahkan 2 sampai 3 tetes indikator ferroin

- 9) Dikromat yang tersisa dalam larutan yang sudah direfluks, dititrasi dengan larutan FAS 0,1N.
- 10) Larutan blanko terdiri dari 50 ml aquadest, dianalisa sama seperti diatas.
- 11) Sebaiknya untuk setiap sampel dibuatkan duplikat blanko. COD dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{COD} = \frac{(a - b) \times N \times 8000}{\text{ml sampel}}$$

Keterangan:

- a = ml FAS yang digunakan untuk titrasi blanko
- b = ml FAS yang digunakan untuk titrasi sampel
- N = normalitas larutan FAS (0,1005).

### c. Metode Pengukuran TSS

- 1) Sampel dimasukan kedalam alat flockulator selama 2 menit agar merata.
- 2) Kemudian sampel yang sudah diaduk masukkan dalam cuvet sesuai tanda batas.
- 3) Kuvet masukan pada alat Spektro Quick, cari pengukuran TSS, kemudian langsung diibaca hasilnya.

### d. Metode Pengukuran Bakteri (Suendra, 1991)

Pengukuran bakteri biasanya menggunakan bermacam-macam tahapan seperti dua tahap maupun 3 tahap.

Pemeriksaan kuman golongan koli (*Coliform*) dapat dilakukan dengan cara *the multiple tube fermentation technique* yang meliputi dua tahap pemeriksaan yaitu:

1) *Presumptive test*/tes perkiraan

Presumptive test didasarkan atas kenyataan bahwa bakteri coliform dapat meragikan laktosa dengan membentuk gas. Kedalam tabung laktosa yang didalamnya terdapat medium laktosa dan tabung durham yang terbalik, dituang contoh air yang akan diperiksa. Kemudian dieramkan selama 2 x 24 jam pada temperatur 35<sup>0</sup>C-37<sup>0</sup>C. Jika dalam waktu 2 x 24 jam terbentuk gas dalam tabung durham, maka presumptive test dinyatakan positif yang berarti air yang diperiksa tersebut mengandung coliform. Sebaliknya jika tidak terbentuk gas dinyatakan presumptive test negatif berarti air yang diperiksa tidak mengandung bakteri *Coliform*. Jika terjadi presumptive test positif, maka dilanjutkan dengan confirmed test untuk memastikan adanya coliform di dalam contoh air tersebut.

Prosedur pemeriksaan *Presumptive test* adalah sebagai berikut:

- a) 7 tabung bila digunakan porsi 5x10ml, 1x1ml,  
1x0,1ml
- b) 15 tabung bila digunakan porsi 5x10ml, 5x1ml,  
5x0,1ml

- c) Dengan pipet steril, sampel yang sudah dicampur rata dimasukkan secara aseptis ke dalam tabung media
- d) Tabung-tabung dalam rak digoyang supaya sampel dan media bercampur rata
- e) Dieramkan pada temperatur  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  selama jangka waktu 24 jam, gas yang terbentuk dalam tabung diamati. Tabung yang mengandung gas dilanjutkan dengan uji penegasan.

2) *Confirmed test*/tes penegasan

- a) Sampel yang mengandung gas baik dalam jangka waktu 24 jam maupun dalam jangka waktu 48 jam dilanjutkan dengan pengujian penegasan/*confirmed test*. Dimana jumlah tabung yang menghasilkan gas dalam pengujian tes perkiraan
- b) Dari masing-masing tabung yang menghasilkan gas pada pengujian perkiraan, diambil sampel sebanyak 1-2 ose steril.
- c) Sampel ini kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi yang sudah berisi media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB), kemudian dieramkan pada temperatur  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam
- d) Diamati gas yang berada dalam tabung durham, tabung yang mengandung gas dicatat sebagai sampel yang mengandung bakteri golongan Coliform. Tabung yang tidak

menghasilkan gas dilanjutkan lagi pengamatan selama 24 jam

- e) Bila ternyata dalam waktu 2x24 jam tidak berbentuk gas, maka pengujian penegasan dinyatakan negatif, bila positif bisa dilanjutkan dalam cawan untuk melihat kuman lain.

#### **4. Pengambilan sampel air sumur gali di sekitar rumah pemotongan ayam.**

Pengambilan air sumur gali berjumlah 8 sumur diambil secara proporsive dengan alasan sumur gali yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari oleh penduduk kemudian berjarak  $\leq 10$  meter dan  $> 10$  meter.

#### **F. Analisa Data**

Data hasil penelitian akan dianalisis dengan uji Anova *Repeated Measures* (Anova One Way) untuk melihat efektifitas media filter terhadap penurunan kadar BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform. Sedangkan untuk melihat kualitas air sumur gali yang berada disekitar rumah pemotongan ayam di bahas secara diskriptif.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Febuari–April 2009 dengan cara melakukan eksperimen di laboratorium dengan sampel limbah cair rumah pemotongan ayam, di Kecamatan Makassar dengan parameter yang diukur BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, dan bakteri Coliform, serta melakukan pengukuran kualitas air sumur gali disekitar rumah pemotongan ayam.

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Hasil Pengukuran BOD<sub>5</sub> (Biological Oxygen Demand)

Tabel 3 Rata-rata Kadar BOD<sub>5</sub> dan Persentase Penyisihan Sebelum dan Sesudah Pengolahan pada setiap Perlakuan Maret 2009

No	Perlakuan	Replikasi (n)	Rata-rata Kadar BOD <sub>5</sub> (mg/l)	SD	Penyisihan (%)	Keterangan
1.	A0	2	646,30	11.57	-	A0:BOD <sub>5</sub> sebelum perlakuan
2.	3 jam	2	165,15	10.42	74,45	
3.	6 jam	2	144,45	12.39	77,65	
4.	9 jam	2	123,14	5.14	80,95	
5.	12 jam	2	103,22	4.67	84,03	

Sumber: Data primer

Nilai  $p= 0.000$

Berdasarkan data pada tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata kandungan BOD<sub>5</sub> limbah cair rumah pemotongan ayam sebelum diolah sebesar 646,30 mg/l dan setelah pengolahan dengan waktu alir 12 jam, rata-rata kandungan BOD<sub>5</sub> turun menjadi 103,22 mg/l, sehingga penyisihan mencapai sebesar 84,03%, dan setelah diuji secara statistik dengan uji Anova One Way mempunyai nilai yang bermakna dimana nilai  $p = 0.000 (< 0,05)$ , berarti penurunan kadar BOD<sub>5</sub> pada setiap pengolahan mempunyai perbedaan yang signifikan terhadap variasi waktu alir.

Untuk melihat angka penurunan secara pertahap baik pada bak pengendap, bak anaerob dan bak aerob pada pengolahan biofilter ini dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

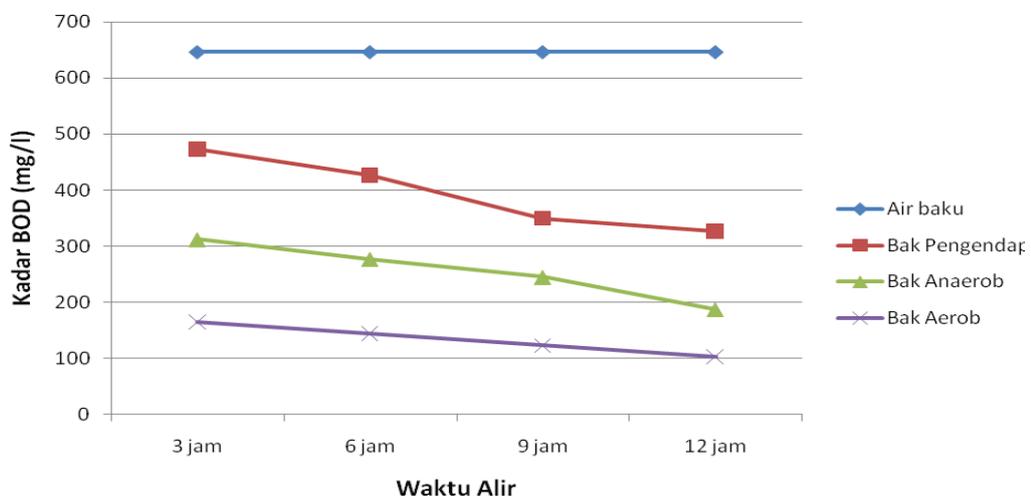
Tabel 4: Rata-rata Kandungan BOD<sub>5</sub> dan Persentase Penyisihan Sebelum dan Sesudah Pengolahan pada setiap Tahap Perlakuan Maret 2009

Waktu alir (Jam)	Tahapan perlakuan	Kadar BOD <sub>5</sub> mg/l	Penyisihan (%)	Keterangan
0	0	646,30	-	1. waktu alir = 0 tahap perlakuan = 0 (sebelum perlakuan/pengolahan)  2. Baku Mutu: Air Limbah Gol II BOD = 150 mg/l (Kep Gub Sulsel No. 14 Tahun 2003)
3	Bak Pengendap	472,77	26,85	

	Bak Anaerob	312,37	51,66	
	Bak Aerob	165,15	74,45	
6	Bak pengendap	425,23	34,21	
	Bak Anaerob	277,22	57,11	
	Bak Aerob	144,45	77,65	
9	Bak pengendap	350,02	45,84	
	Bak Anaerob	245,11	62,07	
	Bak Aerob	123,14	80,95	
12	Bak Pengendap	326,93	49,42	
	Bak Anaerob	187,43	71,00	
	Bak Aerob	103,22	84,03	

Sumber: Data primer

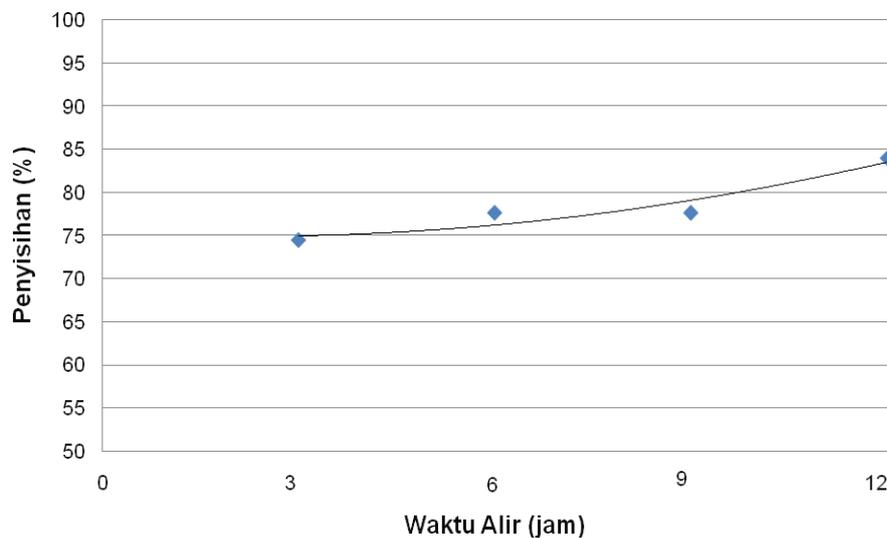
Berdasarkan data pada tabel 4, dapat dikemukakan bahwa rata-rata kandungan BOD<sub>5</sub> pada setiap tahapan perlakuan menurun, seperti pada waktu alir 3 jam pada bak pengendap menurun menjadi 472,77 mg/l, kemudian diikuti bak anaerob 312,37 mg/l, dan bak aerob mengalami penurunan sebesar 165,15 mg/l (74,45%). Pada waktu alir 12 jam merupakan penurunan kadar BOD<sub>5</sub> yang terbesar dibandingkan dengan waktu alir lainnya. Hal ini dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini:



### Gambar 6: Pengaruh Waktu Alir terhadap Kandungan BOD<sub>5</sub> pada Setiap Tahap Pengolahan

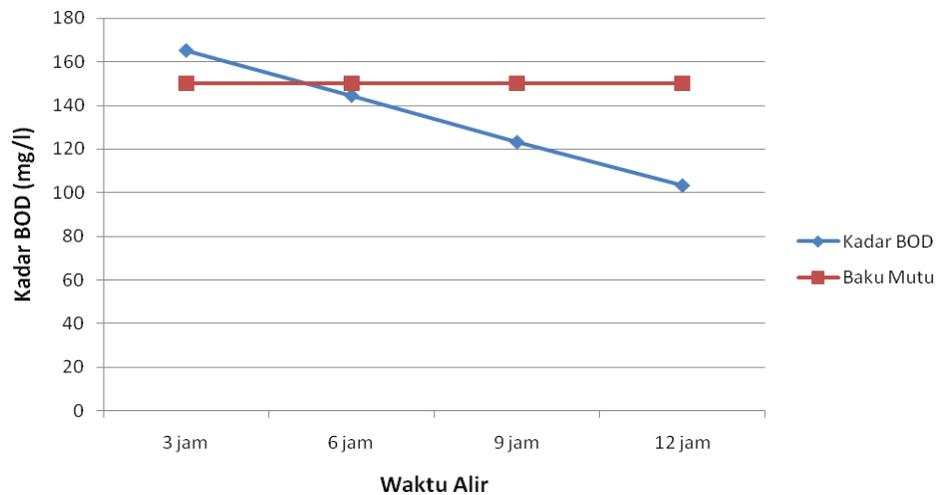
Berdasarkan gambar 6 diatas, dapat dijelaskan bahwa pengolahan biofilter dapat menurunkan kadar BOD pada waktu alir 12 jam, yaitu pada tahap pertama pada bak pengendap turun menjadi 326,93 mg/l, kemudian dilanjutkan pada tahap kedua pada bak anaerob turun menjadi 187,43 mg/l, dan terakhir tahap ketiga pada bak aerob turun menjadi 103,22 mg/l .

Pada pengolahan biofilter dapat dilihat angka penyisihan BOD yang terendah pada waktu alir 3 jam sedangkan penyisihan tertinggi pada waktu alir 12 jam. Hal ini dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini:



**Gambar 7: Pengaruh Waktu Alir terhadap Persentase Penyisihan Kandungan BOD<sub>5</sub> Setelah Melalui Pengolahan**

Pada gambar 7 menunjukkan bahwa penyisihan BOD<sub>5</sub> pada waktu alir 3 jam mencapai 74,45 %, dan terakhir pada waktu alir 12 jam mampu menyisihkan 84,03 %.



**Gambar 8: Hubungan Kadar BOD<sub>5</sub> dengan Baku Mutu**

Pada gambar 8 dapat dijelaskan bahwa hasil dari pada pengolahan bila dihubungkan dengan baku mutu, yang sesuai standar hanya waktu alir 6 jam, 9 jam, dan 12 jam.

## 2. COD (Chemical Oxygen Demand)

Tabel 5: Rata-Rata Kandungan COD dan Persentase Penyisihan Sebelum dan Sesudah Pengolahan pada Setiap Perlakuan Maret 2009

No	Perlakuan	Replikasi (n)	Rata-rata Kadar COD (mg/l)	SD	Penyisihan (%)	Keterangan
1.	A0	2	1327,17	22.45	-	A0:COD sebelum perlakuan
2.	3 jam	2	351,82	3.46	73,49	
3.	6 jam	2	310,76	7.06	76,58	
4.	9 jam	2	273,55	18.17	79,39	
5.	12 jam	2	213,30	5.28	83,93	

Sumber: Data primer

Nilai  $p = 0,000$

Berdasarkan data pada tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata kandungan COD limbah cair rumah pemotongan ayam sebelum diolah sebesar 1327,17 mg/l dan setelah pengolahan dengan waktu alir 12 jam, rata-rata kandungan COD turun menjadi 213,30 mg/l, sehingga penyisihan mencapai sebesar 83,93%, dan setelah diuji secara statistik dengan uji Anova One Way mempunyai nilai yang bermakna dimana nilai  $p = 0.000 (< 0,05)$ , berarti penurunan kadar COD pada setiap pengolahan mempunyai perbedaan yang signifikan terhadap variasi waktu alir.

Untuk melihat angka penurunan secara pertahap dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini:

Tabel 6: Rata-rata Kandungan COD dan Persentase Penyisihan Sebelum dan Sesudah Pengolahan pada Setiap Tahap Perlakuan Maret 2009

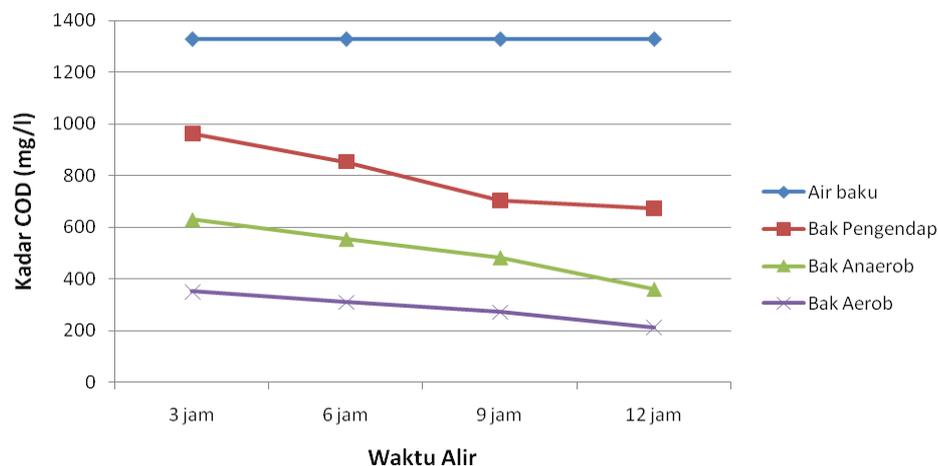
Waktu alir (Jam)	Tahapan Perlakuan	Kadar COD (mg/l)	Penyisihan (%)	Keterangan
0	0	1327,17	-	1. waktu alir = 0 tahap perlakuan = 0 ( sebelum perlakuan)  2. Baku Mutu: Air Limbah Gol II COD = 300 mg/l (Kep Gub Sulsel No. 14 Tahun 2003 )
3	Bak Pengendap	962,34	27,45	
	Bak Anaerob	630,13	52,52	
6	Bak Aerob	351,82	73,49	
	Bak pengendap	853,77	35,67	
	Bak Anaerob	554,46	58,22	
9	Bak Aerob	310,76	76,58	
	Bak pengendap	703,85	46,97	
	Bak Anaerob	482,87	63,62	
12	Bak Aerob	273,55	79,39	
	Bak Pengendap	672,71	49,31	
	Bak Anaerob	359,76	72,89	
	Bak Aerob	213,30	83,93	

Sumber: Data primer

Berdasarkan data pada tabel 6, dapat setiap tahapan perlakuan menurun, seperti pada waktu alir 3 jam pada bak pengendap menurun menjadi 962,34 mg/l, kemudian diikuti bak

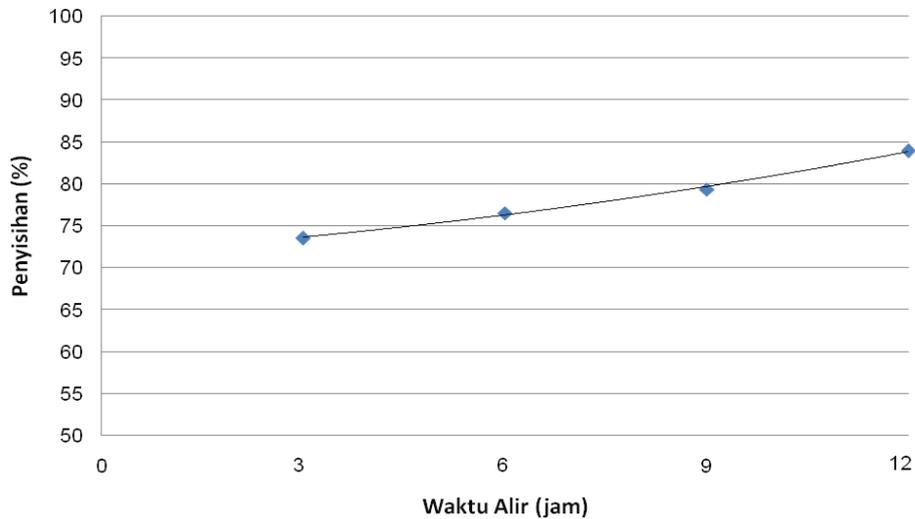
anaerob 630,13 mg/l, dan bak aerob mengalami penurunan sebesar 351,82 mg/l (73,49 %).

Hasi pengolahan dapat dilihat bahwa pada waktu alir 12 jam merupakan penurunan kadar COD yang terbesar dibandingkan dengan waktu alir lainnya, sedangkan waktu alir 3 jam merupakan penurunan kadar COD yang terkecil dibandingkan dengan waktu alir lainnya. Penurunan tersebut dapat terjadi baik pada bak pengendap, diikuti bak anaerob dan kemudian pada bak aerob. Hal ini dapat dilihat pada gambar 9 berikut ini:



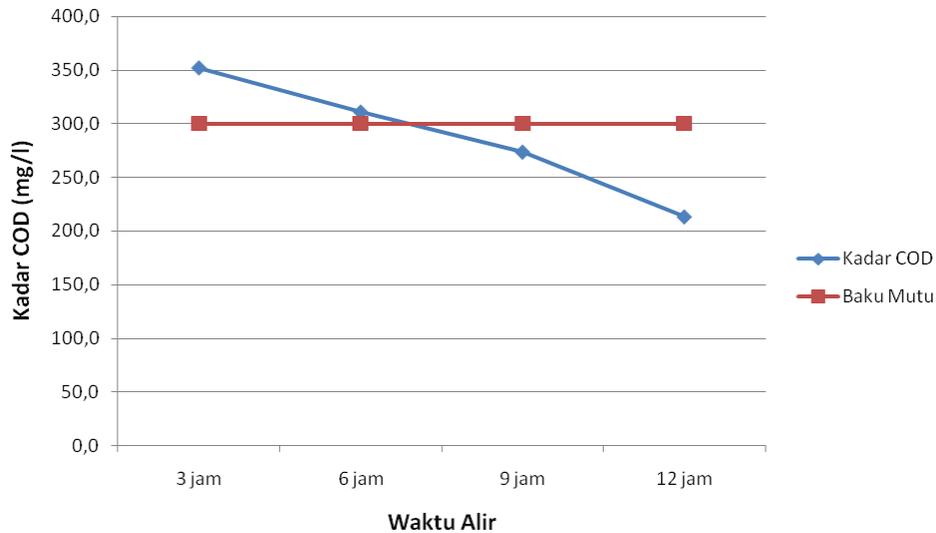
**Gambar 9: Pengaruh Waktu Alir terhadap Penurunan Kadar COD pada Setiap Tahap Pengolahan**

Untuk melihat angka penyisihan kadar COD dapat dilihat pada gambar 10 berikut ini:



**Gambar 10: Pengaruh Waktu Alir terhadap Persentase Penyisihan Kandungan COD Setelah Melalui Pengolahan**

Pada gambar 10 menunjukkan bahwa penyisihan COD pada waktu alir 3 jam mencapai 73,49 %, dan terakhir pada waktu alir 12 jam, mampu menyisihkan 83,93 %. Sedangkan untuk melihat pengaruh waktu alir bila dihubungkan dengan baku mutu dapat dilihat pada gambar 11 berikut ini:



**Gambar 11: Hubungan Kadar COD dengan Baku Mutu**

Pada gambar 11 dapat dikemukakan bahwa kadar COD hasil pengolahan yang memenuhi baku mutu yaitu pada waktu alir 9 jam dan 12 jam.

### 3. TSS (Total Suspended Solid)

Kandungan TSS sesudah pengolahan dengan menggunakan biofilter anaerob aerob mengalami penurunan. Penurunan tersebut terjadi pada waktu alir 3 jam, 6 jam, 9 jam, maupun 12 jam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini:

Tabel 7 Rata-Rata Kadar TSS dan Persentase Penyisihan Sebelum dan Sesudah Pengolahan pada Setiap Perlakuan Maret 2009

No	Perlakuan	Replikasi (n)	Rata-rata Kadar TSS (mg/l)	SD	Penyisihan (%)	Keterangan
1.	A0	2	334,00	8.71	-	A0:TSS sebelum perlakuan

2.	3 jam	2	134,00	1.73	59,88	
3.	6 jam	2	102,67	1.52	69,26	
4.	9 jam	2	65,00	1.00	80,54	
5.	12 jam	2	46,00	1.73	86,23	

Sumber: Data primer

Nilai  $p = 0,000$

Berdasarkan data pada tabel 7 menunjukkan bahwa rata-rata kandungan TSS limbah cair rumah pemotongan ayam sebelum diolah sebesar 334,00 mg/l dan setelah pengolahan dengan waktu alir 12 jam, rata-rata kandungan TSS turun menjadi 46,00 mg/l, sehingga penyisihan mencapai sebesar 86,23%, dan setelah diuji secara statistik dengan uji Anova One Way mempunyai nilai yang bermakna dimana nilai  $p = 0.000 (< 0,05)$ , berarti penurunan kadar TSS pada setiap pengolahan mempunyai perbedaan yang signifikan terhadap variasi waktu alir.

Untuk melihat angka penurunan kandungan TSS secara pertahap pada pengolahan biofilter anaerob aerob baik pada bak pengendap, kemudian pada bak anaerob dan selanjutnya pada bak aerob dapat dilihat pada tabel 8 berikut ini:

Tabel 8 Kandungan TSS dan Persentase Penyisihan Sebelum dan Sesudah Pengolahan pada Setiap Tahap Perlakuan Maret 2009

Waktu alir (Jam)	Tahapan Perlakuan	Kadar TSS mg/l	Penyisihan (%)	Keterangan
0	0	334,00	-	1. waktu alir = 0 tahap perlakuan = 0

				( sebelum perlakuan/pengola han)  2. Baku Mutu: Air Limbah Gol I TSS = 200 mg/l (Kep Gub Sulsel No. 14 Tahun 2003)
3	Bak Pengendap	190,33	43,01	
	Bak Anaerob	157,00	52,99	
	Bak Aerob	134,00	59,88	
6	Bak pengendap	152,00	54,49	
	Bak Anaerob	133,67	59,98	
	Bak Aerob	102,67	69,26	
9	Bak pengendap	127,33	61,88	
	Bak Anaerob	88,00	73,65	
	Bak Aerob	65,00	80,54	
12	Bak Pengendap	93,00	72,16	
	Bak Anaerob	60,00	82,04	
	Bak Aerob	46,00	86,23	

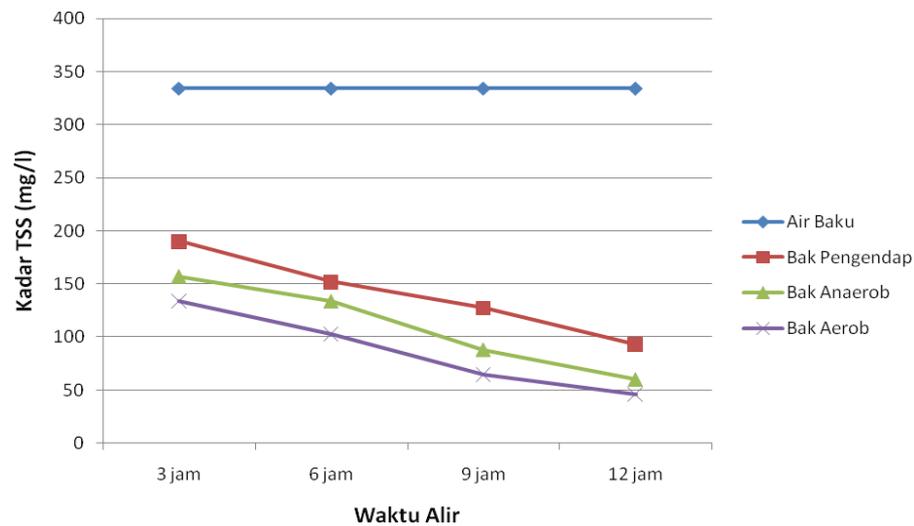
Sumber: data primer

Berdasarkan data pada tabel 8, dapat dikemukakan bahwa pada waktu alir 3 jam pada bak pengendap dapat menurunkan kadar TSS menjadi 190,33 mg/l, kemudian pada bak anaerob menjadi 157,00 mg/l, dan pada bak aerob dapat menurunkan kadar TSS menjadi 134,00 mg/l (59,88%).

Kemudian pada pengolahan ini pada waktu alir 12 jam merupakan penurunan yang terbesar dibandingkan dengan waktu alir lainnya dalam hal ini waktu alir 3 jam, 6 jam, dan 9 jam. Sedangkan waktu alir 3 jam dapat menurunkan kadar TSS dengan nilai terkecil bila

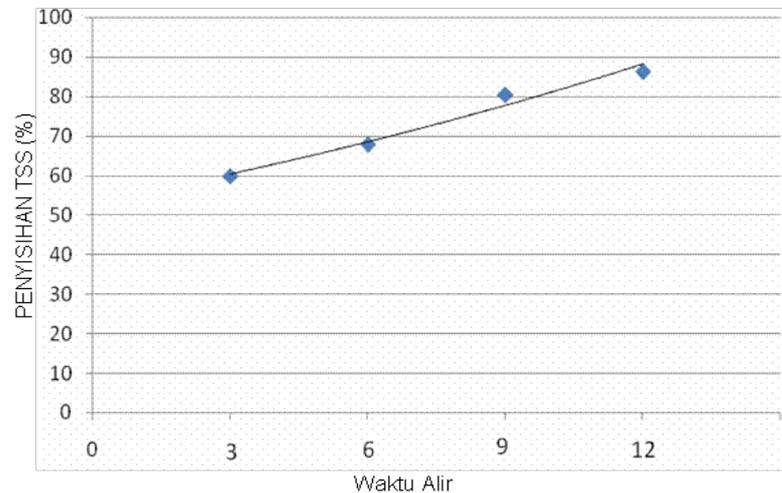
dibandingkan dengan waktu alir lainnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar gambar 12 berikut ini:

Berdasarkan gambar 12, dibawah ini dapat dijelaskan bahwa pada waktu alir 12 jam, kadar TSS pada bak pengendap turun menjadi 93,00 mg/l, bak anaerob menjadi 60,00 mg/l, dan pada bak aerob menjadi 46,00 mg/l.



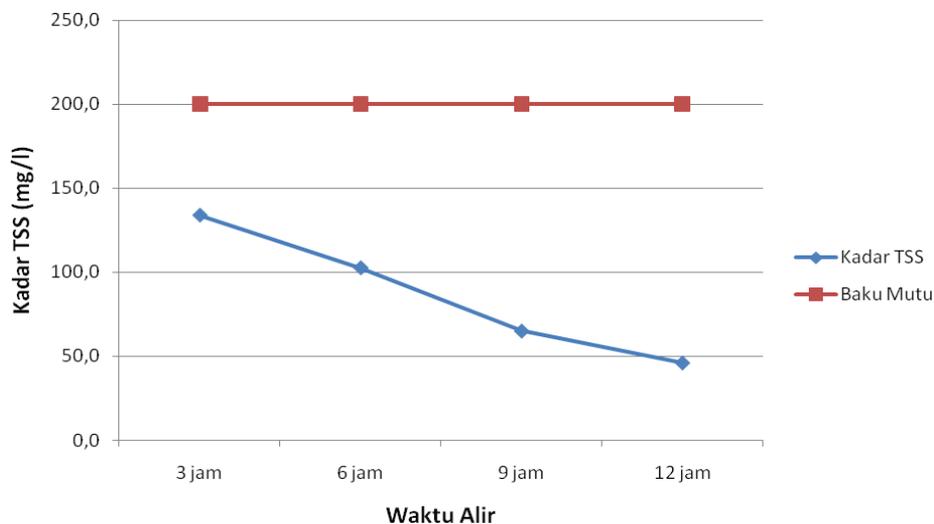
**Gambar 12: Pengaruh Waktu Alir terhadap Penurunan Kadar TSS pada Setiap Tahap Pengolahan**

Angka penyisihan kadar TSS baik pada waktu alir 3 jam hingga 12 jam dapat dilihat pada gambar 13 berikut ini:



**Gambar 13: Pengaruh Waktu Alir terhadap Persentase Penyisihan Kandungan TSS Setelah Melalui Pengolahan**

Pada gambar 13 dapat dijelaskan bahwa penyisihan TSS pada waktu alir 3 jam mencapai 59,88 %, dan terakhir pada waktu alir 12 jam mampu menyisihkan 86,23 %, untuk melihat nilai yang efektif penurunan kandungan TSS bila dihubungkan dengan baku mutu maka dapat dilihat pada gambar 14 berikut ini:



#### Gambar 14: Hubungan Kadar TSS dengan Baku Mutu

Pada gambar 14 menunjukkan bahwa waktu alir 3 jam, 6 jam, 9 jam dan 12 jam sudah dikatakan efektif bila dibandingkan dengan baku mutu.

#### 4. Bakteri Coliform/ MPN Coliform

Hasil pengukuran bakteri Coliform pada air baku limbah cair dari rumah pemotongan ayam sebesar  $2,4 \times 10^7/100$  ml, dimana kandungan tersebut terlalu tinggi bila dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan pada badan penerima limbah cair.

Bakteri Coliform setelah diadakan perlakuan dengan pengolahan biofilter anaerob aerob jumlahnya mengalami penurunan, hal ini dapat dilihat pada tabel 9 berikut ini:

Tabel 9: Kadar Bakteri Coliform dan Persentase Penyisihan Sebelum dan Sesudah Pengolahan pada Setiap Perlakuan Maret 2009

No	Perlakuan	Replikasi (n)	Rata-rata Coliform/ 100 ml	SD	Penyisihan (%)	Keterangan
1.	A0	2	$2,4 \times 10^7$	0.00	-	A0:BOD sebelum perlakuan
2.	3 jam	2	$1,7 \times 10^7$	6658328.11	29,16	
3.	6 jam	2	$1,23 \times 10^7$	77350.26	48,75	
4.	9 jam	2	$7,6 \times 10^6$	19615.24	68,33	
5.	12 jam	2	$5,37 \times 10^6$	0.00	77,63	

Sumber: Data primer

Nilai p = 0.000

Berdasarkan data pada tabel 9 diatas menunjukkan bahwa setelah pengolahan dengan waktu alir 3 jam dapat menurunkan kandungan bakteri Coliform menjadi  $1,7 \times 10^7/100$  ml (29,16%), sedangkan waktu alir 12 jam menurun menjadi  $5,37 \times 10^6/100$  ml sehingga mampu menyisihkan sebesar 77,63%.

Hasil pengolahan terjadi penurunan pada setiap tahap hanya saja pada bak pengendap tidak mengalami penurunan, tetapi pada bak anaerob dan bak aerob mengalami penurunan. Untuk melihat angka penurunan secara pertahap dapat dilihat pada tabel 10 berikut ini.

Tabel 10: Kandungan bakteri Coliform dan Persentase Penyisihan Sebelum dan Sesudah Pengolahan pada Setiap Tahap Perlakuan Maret 2009

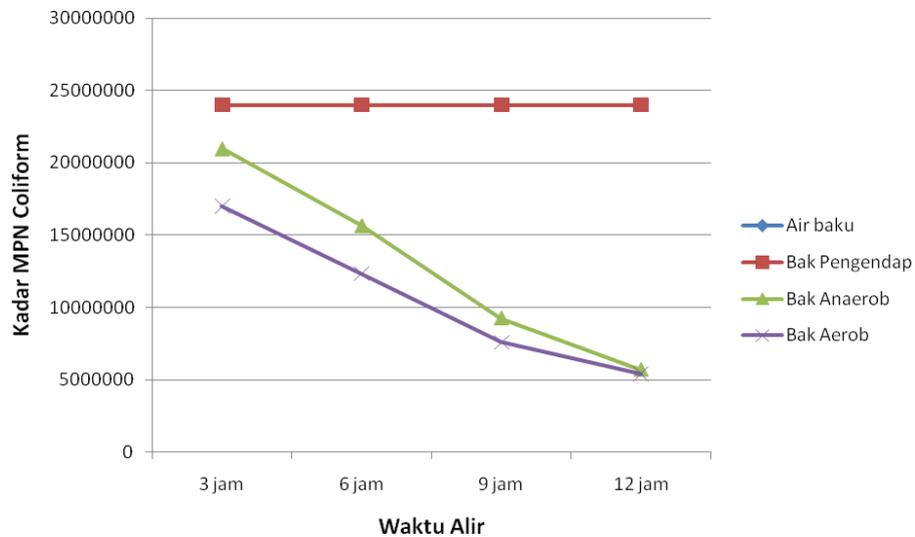
Waktu alir (Jam)	Tahapan perlakuan	Bakteri Coliform/100 mll	Penyisihan (%)	Keterangan
0	0	$2,4 \times 10^7$	-	1. waktu alir = 0 tahap perlakuan = 0 (sebelum perlakuan/ pengolahan)  2. Baku Mutu: Badan Penerima Air Limbah untuk MPN Coliform 10.000/100 ml (Kep Gub Sulsel No. 14 Tahun 2003)
3	Bak Pengendap	$2,4 \times 10^7$	-	
	Bak Anaerob	$2,1 \times 10^7$	12,50	
	Bak Aerob	$1,7 \times 10^7$	29,16	

6	Bak pengendapan	$2,4 \times 10^7$	-	
	Bak Anaerob	$1,57 \times 10^7$	34,58	
	Bak Aerob	$1,23 \times 10^7$	46,75	
9	Bak pengendap	$2,4 \times 10^7$	-	
	Bak Anaerob	$4,27 \times 10^6$	61,38	
	Bak Aerob	$7,6 \times 10^6$	68,33	
12	Bak Pengendap	$2,4 \times 10^7$	-	
	Bak Anaerob	$5,7 \times 10^6$	76,25	
	Bak Aerob	$5,37 \times 10^6$	77,63	

Sumber: Data primer yang diolah tahun 2009

Berdasarkan data pada tabel 10, dapat dikemukakan bahwa kandungan bakteri Coliform pada setiap tahapan perlakuan menurun, baik pada bak anaerob dan aerob, kecuali pada bak pengendapan tidak mengalami penurunan. Pada bak pengendap pada waktu alir 3 jam tidak mengalami penurunan, tetapi tetap seperti semula jumlahnya yaitu  $2,4 \times 10^7/100$  ml, kemudian diikuti pada bak anaerob dengan penyisihan MPN Coliform mengalami penurunan sebesar  $2,1 \times 10^7/100$  ml, sedangkan bak aerob menjadi  $1,7 \times 10^7/100$  ml. Pada waktu alir 12 jam merupakan penurunan kadar bakteri Coliform yang terbesar dibandingkan dengan waktu alir lainnya.

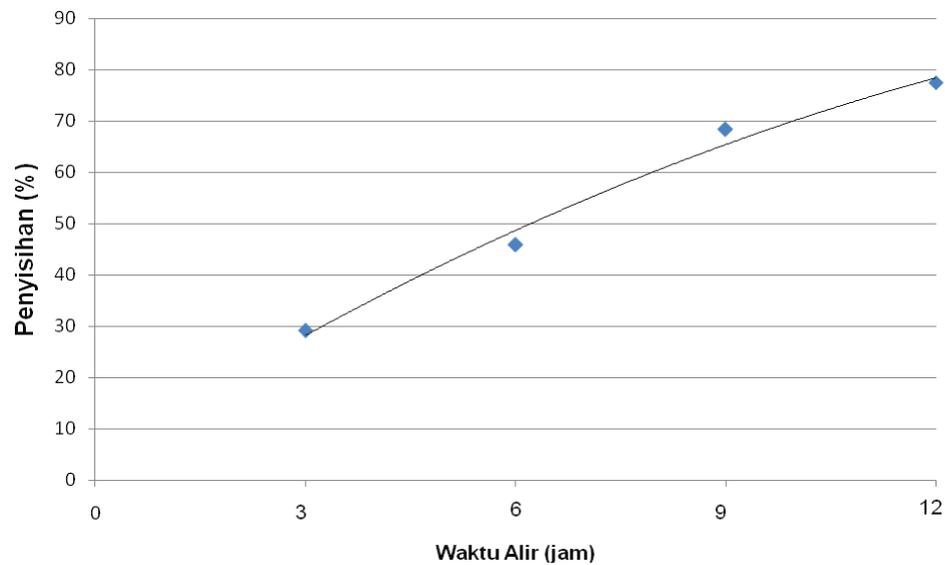
Pada pengolahan ini dapat dilihat penurunan bakteri Coliform setelah perlakuan dengan hasil dengan waktu alir 3 jam, hasil penurunan terkecil bila dibandingkan dengan waktu alir lainnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 15 berikut ini:



**Gambar 15: Pengaruh Waktu Alir terhadap Penurunan Bakteri Coliform pada Setiap Tahap Pengolahan**

Pada gambar 15 dapat dikemukakan bahwa pada air baku sejajar dengan air pada bak pengendap dikarenakan air pada bak pengendap tidak mengalami penurunan untuk kandungan coliform hasilnya tetap yaitu seperti air baku jumlahnya  $2,4 \times 10^7 / 100$  ml. Kemudian pada bak anaerob dan aerob baru terlihat angka penurunannya.

Dengan menurunnya angka bakteri pada pengolahan, berarti angka penyisihan dapat dilihat pada pada grafik 16 berikut ini dimana angka penyisihan waktu alir 12 jam dapat menyisihkan kadar bakteri terbesar bila dibandingkan dengan waktu alir dibawahnya yaitu waktu alir 3 jam, 6 jam, dan 9 jam.

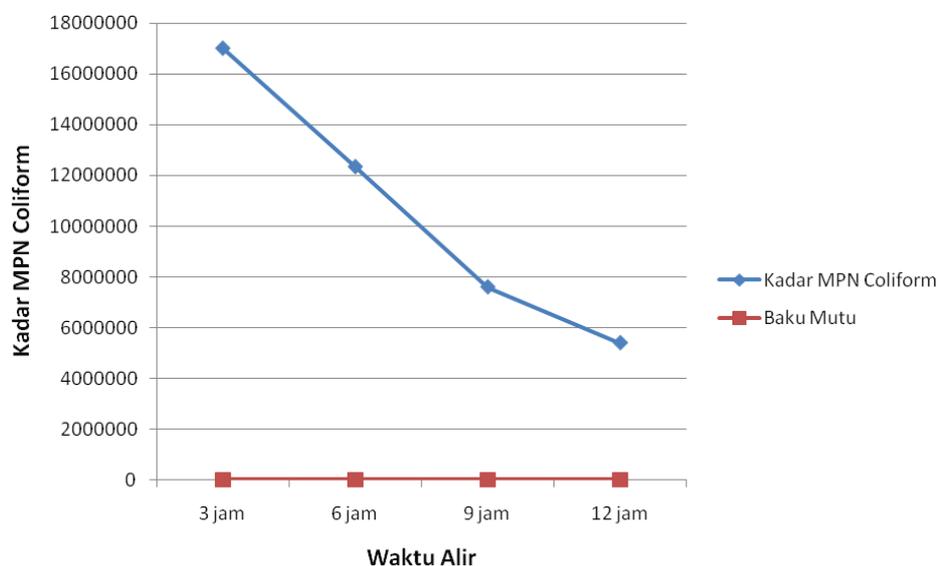


**Gambar 16: Pengaruh Waktu Alir terhadap Penyisihan Kadar Bakteri Coliform setelah melalui Pengolahan**

Pada gambar 16 dapat dijelaskan bahwa penyisihan bakteri Coliform pada waktu alir 3 jam mencapai 29,16 %, dan terakhir pada waktu alir 12 jam mampu menyisihkan 77,63 %.

Sedangkan untuk melihat apakah semua waktu alir dalam hal ini 3 jam, 6 jam, 9 jam dan 12 jam pada pengolahan tersebut dapat menurunkan kandungan bakteri Coliform sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan atau dengan kata lain bahwa pengolahan ini sudah memberikan nilai yang efektif, maka untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 17 berikut ini.

Pada gambar 17 dapat dikemukakan bahwa penurunan kandungan bakteri Coliform hanya dengan pengolahan secara biologis, tidak dapat menurunkan sesuai dengan baku mutu.



### Gambar 17: Hubungan Kandungan Bakteri Coliform terhadap Baku Mutu

Pada gambar 17 diatas menunjukkan bahwa hasil dari pengolahan kandungan bakteri Coliform masih diatas baku mutu (Kep-Gub Sulsel No.14 tahun 2003) bahwa kandungan bakteri Coliform dapat dibuang ke badan penerima seperti kanal sebesar 10.000/100 ml

#### 5. Pengukuran Air Sumur Gali di sekitar Rumah Pemotongan Ayam

Pengukuran sampel air sumur gali diambil sebanyak 8 buah sumur disekitar rumah pemotongan ayam. Parameter sampel air sumur gali yang diukur hanya kandungan BOD<sub>5</sub> dan kandungan bakteri coliform. Sedangkan hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 9 berikut ini:

Tabel 9: Hasil pengukuran Air Sumur Gali dengan parameter BOD<sub>5</sub> dan Bakteri Coliform Maret 2009

No.	Kode sampel	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	MPN Coliform	Keterangan
1.	SGL/D/HMD	3,5	2400	D ≤ 10 m
2.	SGL/D/BN	3,0	2400	J > 10 m
3.	SGL/D/MHJ	6,4	24000	
4.	SGL/D/MRT	2,9	2400	
5.	SGL/J/SLJ	1,0	2400	
6.	SGL/J/NUR	2,0	2400	
7.	SGL/J/TIN	1,2	2400	
8.	SGL/J/MUL	1,0	2400	

Sumber: Data primer

Data pada tabel 9 dapat dikemukakan bahwa kandungan BOD tertinggi pada sumur gali dengan kode SGL/D/MHJ yaitu sebesar 6,4 mg/l, sedangkan kandungan bakteri Coliform tertinggi juga pada sumur yang sama sebesar 24.000 ml/100 ml.

## **B. Pembahasan**

### **1. BOD<sub>5</sub> (Biological Oxygen Demand)**

BOD adalah ukuran kandungan bahan organik dalam limbah cair. BOD ditentukan dengan mengukur jumlah oksigen yang diserap oleh sampel limbah cair akibat adanya mikroorganisme selama satu periode tertentu, yakni 5 hari pada temperatur 20°C.

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri serta untuk mendesain sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, tetapi kalau suatu badan air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi sehingga dapat mengakibatkan kematian biota lain dalam air dan keadaan menjadi anaerobik sehingga dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut (Santika dan Alaerts, 1987).

Hasil pengukuran air baku limbah cair rumah pemotongan ayam sebesar 646,30 mg/l, berarti kadar BOD<sub>5</sub> pada limbah pemotongan ayam telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan.

Kadar BOD<sub>5</sub> yang tinggi bisa dijadikan indikasi tingginya kandungan zat organik pada limbah cair tersebut. Kandungan BOD yang tinggi beresiko menimbulkan pencemaran sehingga secara tidak langsung dapat mengganggu kesehatan penduduk disekitar rumah pemotongan ayam, maupun bau yang ditimbulkan, oleh sebab itu diperlukan pengolahan agar kadar BOD bisa turun sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Pengolahan untuk menurunkan kadar BOD menggunakan pengolahan biologis dengan kombinasi anaerob aerob yaitu pengolahan yang memanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan zat organik.

Hasil penelitian setelah diuji statistik secara keseluruhan dengan menggunakan Anova One Way menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair biofilter anaerob-aerob terhadap limbah cair dari rumah pemotongan ayam, dengan variasi waktu alir memberikan nilai yang bermakna yaitu  $p=0,000$  ( $< 0,05$ ) berarti hipotesis diterima, dengan interval kepercayaan 95%. Sehingga setiap perlakuan memberikan perbedaan secara signifikan pada penurunan kadar BOD. Perbedaan hasil sebelum dan sesudah pengolahan, didapatkan hasil yang signifikan, sedangkan perbandingan pada kapasitas waktu alirpun mengalami perbedaan yang signifikan, baik waktu alir 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter BOD<sub>5</sub> mengalami penurunan pada semua unit pengolahan. Persentase penurunan

kandungan BOD<sub>5</sub> paling besar pada perlakuan waktu alir 12 jam yaitu mengalami penurunan sebesar 84,03% berarti kadar BOD<sub>5</sub> sebesar 103,22 mg/l, dibandingkan dengan waktu alir lainnya (3 jam, 6 jam, dan 9 jam) , sedangkan penurunan terkecil terjadi pada waktu alir 3 jam kandungan BOD<sub>5</sub> mencapai 165,15 mg/l (74,45 %).

Proses penurunan kadar BOD sudah dimulai pada bak pengendap, yaitu adanya pengendapan partikel-partikel zat tersuspensi, walaupun nilainya sangat kecil bila dibandingkan dengan bak-bak yang berisikan media. Adanya pengendapan partikel zat organik ini diketahui dengan adanya endapan lumpur didasar bak pengendap. Selain sebagai bak pengendap, juga berfungsi sebagai bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan/pengurai lumpur (Said dan Wahyono, 1999).

Proses pengolahan pada penyisihan kadar BOD dari bak pengendap dilanjutkan pada bak anaerob dan aerob yang masing-masing berisikan media batu pecah yang diselimuti lapisan lendir yang biasa disebut *biological film*, dimana air limbah yang masih mengandung zat organik yang belum sempat teruraikan pada bak pengendap, maka melalui lapisan lendir ini akan mengalami proses penguraian secara biologis. Pada bak anaerob, mikroba yang tumbuh pada media batu pecah berperan sebagai pengurai zat organik di dalam limbah cair saat melewati media anaerobik. Saat masuk kedalam sistem ini mikroorganisme aerob masih hidup karena

kandungan oksigen dalam air limbah masih ada, tetapi kemudian mati karena kehabisan oksigen. Dengan kematian mikroorganisme aerob maka proses penguraian diambil alih oleh mikroorganisme anaerob. Degradasi zat organik secara anaerob menghasilkan  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ , dan  $\text{H}_2\text{S}$ , degradasi ini menyebabkan turunnya zat organik yang diikuti turunnya kadar BOD. Apabila dapat berlangsung dengan baik pada tahap anaerob, mampu menurunkan BOD sekitar 10-40%, sehingga masih diperlukan proses perombakan selanjutnya (Ginting,2007).

Proses pengolahan anaerobik menggunakan organisme yang aktif dimana oksigen tidak ada, dan proses ini ditunjukkan oleh proses fermentasi yaitu menghasilkan gas metan yang mengandung sekitar 90% energi, kemudian dibakar ditempat proses penguraian untuk menghasilkan listrik. Produksi metan dapat menurunkan BOD.

Pada proses anaerob memang BOD menurun, tetapi masih menghasilkan bau, serta konsentrasi polutan organiknya masih tinggi dan tidak bisa mematikan mikroorganisme yang menyebabkan penyakit menular, sehingga perlu dilanjutkan pada proses aerob (Tekno Limbah, 2006). Hal ini juga didukung dengan teori yang dikemukakan oleh Sunu (2001), yang mengatakan bahwa pengolahan dengan filter anaerobik, efektif untuk pengolahan limbah cair yang kental, dan ini sering digunakan sebagai langkah awal untuk mengurangi zat organik.

Penurunan BOD selanjutnya terjadi pada bak aerobik yaitu pada kapasitas waktu alir 9 jam yang mampu menurunkan BOD sebesar 77,65% sampai pada waktu alir 12 jam turun hingga 84,03%. Angka penyisihan BOD terbesar berada pada bak aerob, selain disebabkan oleh proses pendegradasian oleh mikroorganisme aerob dan sebagian kecil juga di sebabkan adanya proses flotasi sebagai efek langsung dari gelembung udara yang ditiupkan oleh pompa udara.

Didalam bak biofilter aerob suplai oksigen berasal dari air pump. Dimana keberadaan air pump dalam bak ini sangat membantu dalam hal menurunkan kadungan zat pencemar dalam air limbah. Adanya air pump yang berfungsi sebagai penyuplai oksigen sehingga mikroorganisme aerob dapat tumbuh dan berkembang biak, disamping itu sebagai penghilang bau yang berasal dari proses anaerob di bak pengurai anaerob dan meningkatkan DO pada effluent akhir.

Bak pengolahan biofilter aerob operasinya lebih sederhana dan mudah karena tidak adanya pembesaran lumpur, karena sudah tersaring pada bak anaerob, sehingga zat organik yang didegradasi semakin sedikit, sesuai dengan teori yang dikemukakan Ginting (2006), bahwa pengolahan biofilter aerob untuk mengolah BOD yang rendah.

Pengolahan biologis sistem anaerob aerob, mampu menurunkan kadar BOD dengan menyisihkan sebesar 84,03%, yang berarti bahwa kemampuan sistem ini dalam menurunkan kadar BOD

tergolong baik dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya. Hasil penelitian Sriwiendrayanti (2005), tentang pengolahan limbah cair rumah pemotongan ayam di Pasar Kobong Semarang, dengan menggunakan Trickling filter yang hanya mampu menurunkan BOD<sub>5</sub> sebesar 70,76%.

Namun demikian sistem biofilter anaerob-aerob tersebut kurang efektif apabila dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Miswan (2005), tentang penggunaan saringan sabut kelapa terhadap penurunan kadar BOD limbah cair rumah pemotongan hewan di Kecamatan Antang diperoleh penurunan kadar BOD<sub>5</sub> sebesar 89%. Hal ini disebabkan oleh kandungan dari sabut kelapa yang mengandung selulosa dan lignin yang dapat menyerap BOD.

Pengolahan proses biofilter Anaerob-aerob dengan waktu alir 3 jam dalam menurunkan BOD lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas waktu alir 6 jam, 9 jam, dan 12 jam, hal ini disebabkan oleh penggunaan waktu alir yang panjang. Semakin lama waktu alirnya semakin lama pula waktu kontak limbah cair dengan mikroorganisme berarti memberi kesempatan mikroorganisme untuk menguraikan zat organik, sehingga makin lama waktu alir semakin banyak persentase kadar BOD yang diturunkan.

Dengan melihat penurunan kadar BOD bila dibandingkan dengan baku mutu setelah melewati pengolahan biofilter anaerob aerob up flow dengan kapasitas waktu alir 3 jam (165,15 mg/l) belum

efektif karena masih berada diatas baku mutu limbah cair industri, sedangkan kandungan BOD<sub>5</sub> dengan waktu alir 6 jam (144,45 mg/l), 9 jam (123,14 mg/l), dan 12 jam (103,22 mg/l) lebih kecil dari baku mutu limbah cair golongan II untuk kegiatan industri yakni 150 mg/l (Kep-Gub Sulsel No.14 tahun 2003). Oleh karena itu sistem Biofilter anaerob-aerob up flow dengan kapasitas waktu alir 6 jam, 9 jam, dan 12 jam sudah efektif dalam menurunkan kadar BOD limbah cair rumah pemotongan ayam. Hasil yang diturunkan belum sesuai dengan baku mutu golongan I walaupun dapat menyisihkan kadar BOD yang tertinggi 84,03%.

Hal ini juga dikarenakan desain alat pengolahan yang kecil sehingga volume yang ditampung seperti media dan air limbah juga kecil. Dengan kecilnya volume maka kontak antara air limbah dan mikroorganisme juga kecil, hal ini didukung oleh pendapat Said (1999), bahwa efisiensi penguraian bahan organik tergantung dari luas kontak antara limbah cair dan mikroorganisme. Semakin luas bidang kontakannya semakin efisien, sehingga penurunan konsentrasi zat organiknya (BOD), makin besar.

## **2. COD (Chemical Oxygen Demand)**

COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oksidator untuk mengoksidasi bahan/zat organik dan anorganik dalam satu liter air limbah. Nilai COD kira-kira dua kali lebih besar dari nilai BOD, karena senyawa kimia yang dapat dioksida secara kimiawi lebih besar

dibandingkan dengan oksidasi secara biologis. Makin besar nilai BOD, COD, maka makin tinggi tingkat pencemaran dalam suatu perairan.

Hasil pengukuran air baku limbah cair rumah pemotongan ayam sebesar 1327,17 mg/l, berarti kadar COD pada limbah pemotongan ayam telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Apabila kadar COD telah melebihi baku mutu dapat berpotensi menimbulkan pencemaran yakni dapat mencemari badan-badan air maupun mencemari sumber-sumber air minum penduduk yang dampaknya dapat mengganggu kesehatan.

Untuk menurunkan kadar COD maka diperlukan pengolahan. Pengolahan yang dapat menurunkan angka COD antara lain dengan pengolahan biologis menggunakan biofilter anaerob aerob. Hasil pengolahan menurun baik waktu alir 3 jam kadar COD mencapai 351,82 mg/l dan terakhir pada waktu alir 12 jam mencapai sebesar 213,30 mg/l.

Hasil penelitian setelah diuji secara statistik menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara variasi waktu alir 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam terhadap penurunan kadar COD limbah cair rumah pemotongan ayam sebelum dan sesudah pengolahan. Dimana nilai  $p=0,000 (< 0,05)$ , Artinya bahwa setiap perlakuan memberikan perbedaan secara signifikan pada penurunan kadar COD, sedangkan perbandingan pada kapasitas waktu alirpun

mengalami perbedaan yang signifikan, baik waktu alir 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam.

Pada perlakuan dengan waktu alir yang pendek (3 jam) nilainya lebih kecil dibandingkan dengan waktu alir yang lainnya. Hal ini dapat dilihat pada air baku sebelum pengolahan 1327,17 mg/l, kemudian setelah mengalami perlakuan dengan waktu alir 3 jam, terjadi penurunan baik pada bak pengendap yang mengalami penurunan sebesar 962,34 mg/l, dan pada bak anaerob menjadi 962,84 mg/l, kemudian terakhir pada bak aerob turun menjadi 630,13mg/l. Pada waktu alir 12 jam, kandungan COD mengalami penurunan pada tiap tahap yaitu pada bak pengendap turun menjadi 672,71mg/l, bak anaerob turun menjadi 359,76 mg/l, dan terakhir pada bak aerob turun menjadi 213,30 mg/l.

Proses penurunan kadar COD berlangsung sejak limbah cair berada dalam bak pengendap, yaitu adanya pengendapan partikel-partikel zat organik tersuspensi. Dengan mengendapnya sebagai zat organik, menyebabkan kebutuhan oksigen untuk oksidasi zat organik berkurang. Selanjutnya penurunan terjadi pada bak anaerob yang dalam mendegradasi zat organik dilakukan oleh bakteri anaerob yakni bakteri yang tidak menggunakan oksigen. Kemudian proses perombakan zat organik dilanjutkan dengan proses aerob. Proses aerob dengan waktu alir 3 jam dapat menurunkan kadar COD sebesar 73,49 %, dan waktu alir 12 jam merupakan waktu yang dapat

menyisihkan kadar COD terbesar dibandingkan dengan waktu alir lainnya yaitu 83,93%.

Pengolahan biologis sistem anaerob aerob, mampu menurunkan kadar COD sebesar 83,93%, yang berarti bahwa kemampuan sistem ini dalam menurunkan kadar COD tergolong baik, dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya, seperti pada penelitian Miswan (2005), yang menggunakan saringan sabut kelapa terhadap limbah cair rumah pemotongan hewan di Kecamatan Antang hanya dapat menurunkan kadar COD sebesar 60,88 %.

Hal ini disebabkan karena sistem kombinasi anaerob-aerob yang dialirkan secara *up flow*, sehingga cukup waktu bagi mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik seperti halnya pada pengukuran kadar BOD. Pada pengolahan limbah cair dimana terjadi penurunan kadar BOD maka diikuti penurunan kadar COD.

Pengolahan proses biofilter Anaerob-aerob waktu alir 3 jam dalam menurunkan COD lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas waktu alir 6 jam, 9 jam, dan 12 jam dalam menurunkan kadar COD, hal ini disebabkan oleh penggunaan waktu alir yang panjang. Semakin lama waktu alirnya semakin lama pula waktu kontak limbah dengan mikroorganisme berarti memberi kesempatan mikroorganisme untuk menguraikan zat organik, sehingga makin lama waktu alir semakin banyak persentase kadar COD yang diturunkan.

Dengan melihat penurunan kadar COD setelah melewati pengolahan biofilter anaerob aerob up flow jika dibandingkan dengan baku mutu industri limbah cair maka kapasitas waktu alir 3 jam (165,15 mg/l) dan 6 jam ( 310,76 mg/l) belum efektif karena masih berada diatas baku mutu limbah cair industri, sedangkan kandungan COD dengan waktu alir 9 jam (273,55 mg/l), dan 12 jam (213,30 mg/l) lebih kecil dari baku mutu limbah cair golongan II untuk kegiatan industri yakni 300 mg/l (Kep-Gub Sulsel No.14 tahun 2003). Oleh karena itu sistem biofilter anaerob-aerob *up flow* dengan kapasitas waktu alir 9 jam, dan 12 jam sudah efektif dalam menurunkan kadar COD limbah cair rumah pemotongan ayam.

Hasil olahan hanya mampu menurunkan kandungan COD sebatas baku mutu limbah cair golongan II, walaupun penyisihan polutan sudah mencapai 83,93%. Hal ini disamping karena air baku air limbah potong ayam kadar COD terlalu tinggi, juga dikarenakan desain alat pengolahan yang kecil sehingga volume yang ditampung seperti media dan air limbah juga kecil. Sehingga kontak antara limbah dan mikroorganisme semakin kecil. Hal ini didukung oleh pendapat Ineza dan Said (2002) yang mengemukakan bahwa dengan kecilnya volume semakin kecil biomassa, dan ruang kosong yang kecil maka semakin kecil kontak biomassa yang menempel pada media pendukung dengan substrat yang ada dalam air buangan, sehingga dalam menguraikan zat organik juga kecil. Pendapat Said (1999), bahwa efesiensi

penguraian bahan organik tergantung dari luas kontak antara limbah cair dan mikroorganisme. Makin luas bidang kontakannya maka efisien, sehingga penurunan konsentrasi zat organiknya seperti COD makin besar.

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

Total Suspended Solid (TSS) adalah salah satu parameter kualitas limbah cair yang menyatakan besar kecilnya tingkat pencemaran terhadap limbah cair. Makin tinggi nilai TSS, makin tinggi nilai pencemaran di suatu perairan ( Manik,2003).

Menurut Santika dan Alaerts (1987), tingginya tingkat kekeruhan berhubungan dengan tingginya kandungan TSS , sehingga dapat menyebabkan sinar matahari tidak dapat menembus ke dalam air sehingga proses fotosintesis menjadi terganggu, maka berdampak terhadap kehidupan biota air.

Air baku limbah cair dari rumah pemotongan ayam kadar TSS setelah diukur mencapai 334,00 mg/l. Dengan demikian kandungan TSS telah melampaui baku mutu limbah cair yaitu 200 mg/l. limbah cair dengan kadar TSS yang tinggi bila dibuang ke lingkungan tanpa melalui pengolahan dapat mengganggu biota air dan akhirnya mengganggu pendegradasian senyawa organik.

Untuk menurunkan kadar TSS diperlukan pengolahan salah satunya pengolahan biologis. Hasil pengolahan yang dilakukan ternyata kadar TSS mengalami penurunan yaitu pada waktu alir 3

jam mencapai 134,00 mg/l dan waktu alir 12 jam kadar TSS menurun menjadi 46,00 mg/l.

Hasil penelitian setelah diuji secara statistik dengan menggunakan Anova One Way menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna disetiap penurunan kadar TSS baik waktu alir 3 jam, 6 jam, 9 jam, maupun 12 jam, dimana nilai  $p=0,000 (< 0,05)$ . Artinya bahwa setiap perlakuan memberikan perbedaan secara signifikan pada penurunan kadar TSS pada limbah cair rumah pemotongan ayam sebelum dan sesudah pengolahan, sedangkan perbandingan pada kapasitas waktu alirpun mengalami perbedaan yang signifikan, baik waktu alir 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam.

Pengolahan proses biofilter Anaerob-aerob waktu alir 3 jam dalam menurunkan TSS lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas waktu alir 6 jam, 9 jam, dan 12 jam, hal ini disebabkan oleh penggunaan waktu alir yang panjang. Semakin lama waktu alirnya semakin partikel-partikel mengendap, kemudian juga semakin lama pula waktu kontak limbah dengan media sebagai penyaring berarti TSS semakin tersaring, sehingga makin lama waktu alir semakin banyak persentase kadar TSS yang diturunkan.

Proses penurunan kadar TSS sudah dimulai pada tahap pengolahan pertama yaitu pada bak pengendap, dengan adanya pengendapan partikel-partikel zat organik tersuspensi, berarti kadar TSS menjadi menurun. Selanjutnya penurunan terjadi pada bak

anaerob untuk waktu alir 3 jam menjadi sebesar 52,52% dan bak aerob 86,23 %, hal ini terjadi dimana mikroba yang tumbuh di media berperan sebagai zat pengurai zat organik tersuspensi didalam limbah cair yang melewati filter tersebut. Selain itu adanya ketebalan media mampu memberi kontribusi dalam menurunkan kadar TSS pada limbah cair sebagai media saring.

Pada penyaringan terdapat proses filtrasi, sedimentasi dan adsorpsi dan panjangnya waktu kontak. Melalui saringan berpori serta waktu kontak yang panjang dapat memberi kesempatan partikel-partikel halus untuk saling berhubungan satu sama lain membentuk gugus yang lebih besar yang kemudian tertahan oleh pori-pori saringan pada kedalaman tertentu.

Dengan melihat penurunan kadar TSS setelah melewati pengolahan biofilter anaerob aerob jika dibandingkan dengan baku mutu maka dapat dilihat kapasitas waktu alir 3 jam (134,00 mg/l) sampai waktu alir 12 jam (46,00 mg/l) dapat menurunkan kadar TSS yang nilainya lebih kecil dari baku mutu dibawa baku limbah cair golongan I untuk kegiatan industri yakni 200 mg/l (Kep-Gub Sulsel No.14 tahun 2003). Oleh karena itu sistem Biofilter anaerob-aerob up flow dengan kapasitas waktu alir 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam sudah efektif dalam menurunkan kadar TSS limbah cair rumah pemotongan ayam.

Pada pengolahan biofilter anaerob aerob ini mampu menurunkan kadar TSS dengan berbagai variasi waktu alir sesuai dengan baku mutu limbah cair golongan I yang telah ditetapkan. Hal ini dikarenakan efisiensi penyaringan besar dengan adanya biofilter *up flow* yakni penyaringan dengan sistem aliran dari bawah ke atas, akan mengurangi kecepatan partikel yang terdapat pada air buangan dan partikel yang tidak terbawa aliran keatas akan mengendap di dasar bak filter, disamping itu kandungan TSS pada air baku rendah yaitu 334,00 mg/l. Dengan rendahnya kandungan TSS sehingga memudahkan proses kerja pengolahan biofilter anaerob aerob.

#### **4. MPN Coliform**

Hampir setiap badan air, terdapat bakteri-bakteri yang mempunyai jenis tertentu, terutama bakteri-bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau yang dapat membahayakan kesehatan. Limbah cair dari rumah pemotongan atau rumah jagal biasanya ditemukan mikroba-mikroba seperti yang ditemukan pada tinja hewan tersebut. Mikroba tersebut diantaranya mikroba golongan coliform. Bakteri Coliform adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain. Lebih tepatnya, sebenarnya, bakteri coliform adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen.

Hasil penelitian pada air baku untuk kandungan bakteri Coliform sangat tinggi ( $2,4 \times 10^7/100$  ml), apabila tidak dilakukan pengolahan

bila langsung dibuang ke lingkungan dapat mencemari air permukaan. Dengan adanya kuman yang tinggi berpotensi menimbulkan penyakit.

Hasil uji statistik secara keseluruhan pada pengolahan biofilter menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna disetiap penurunan kadar MPN Coliform, dimana nilai  $p=0,000 (< 0,05)$ , artinya bahwa setiap perlakuan waktu alir dari 3 jam sampai 12 jam memberikan perbedaan secara signifikan pada penurunan kadar MPN Coliform pada limbah cair rumah pemotongan ayam sebelum dan sesudah pengolahan.

Pada bak pengolahan anaerob dan bak aerob dapat menyisihkan bakteri Coliform pada waktu alir 3 jam mencapai  $1,7 \times 10^7 / 100 \text{ ml}$  (29,81 %), dan terakhir pada waktu alir 12 jam mampu menurunkan kandungan bakteri Coliform mencapai  $5,37 \times 10^6 / 100 \text{ ml}$  yang berarti menyisihkan 86,23 %. Hal ini dikarenakan pada bak tersebut adanya media batu pecah, dengan adanya batu pecah sebagai media penyaring, sehingga limbah cair yang melewati media penyaring akan berkurang kadar bakterinya dalam hal ini bakteri Coliform.

Pendapat tersebut diperkuat dengan hasil penelitian Susilawaty,A,dkk (2007) tentang pengaruh penyaringan multimedia terhadap penurunan kadar MPN Coliform pada limbah cair di Kota Makassar, dapat menurunkan sebesar 76,25%. Dimana penurunan MPN Coliform terjadi karena proses filtrasi, dimana ukuran pori yang

tidak mampu menahan bakteri yang panjangnya 15 mikron, maka ketebalan penyaringan akan membantu proses penyaringan terhadap mikroba termasuk bakteri Coliform, begitu juga dengan pendapat Waluyo (2008) bahwa dengan filtrasi dapat menyaring mikroorganisme dari suatu cairan. Memang bakteri tidak mati sewaktu filtrasi tetapi secara fisik akan terpisah dengan yang lainnya, sehingga setelah melewati filtrasi konsentrasi mikroorganisme semakin kecil.

Menurut Said (1999) bahwa biofilter juga berfungsi sebagai media penyaring air limbah yang melalui media ini. Sebagai akibatnya, air limbah yang mengandung TSS maupun bakteri E.coli dan sejenisnya setelah melalui filter ini akan berkurang konsentrasinya.

Hasil uji statistik dengan menggunakan Anova One Way, untuk membandingkan waktu alir 0 jam dengan 3 jam tidak ada perbedaan yang bermakna dimana nilai ( $p=0,165 > 0,05$ ), hal ini disebabkan karena jarak waktu yang pendek yakni 3 jam, maka kesempatan untuk menyaring kuman juga kecil sehingga penurunan bakteri Coliform juga kecil.

Perbandingan waktu alir antara 6 jam dan 9 jam nilainya ( $p=0,082 > 0,05$ ), serta waktu alir 9 jam dengan 12 jam nilainya ( $p=0,390 > 0,05$ ) sehingga angka penurunannya MPN Coliform tidak ada perbedaan yang bermakna, hal ini dimungkinkan bak-bak yang berisikan media sebagai penyaring sudah mengalami penjuanan, aliran air yang menyebabkan media saring tidak rapat lagi sehingga

kemampuan untuk menyaring semakin kecil. Dengan demikian kuman yang lolos dari penyaringan semakin banyak sehingga alat tersebut tidak efektif lagi.

Hasil pengolahan pada kandungan bakteri Coliform bila dibandingkan dengan baku mutu pada badan penerima pada semua variasi waktu alir yang dicobakan belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan, walaupun dapat menyisihkan sebesar 76,25%. Hal ini dikarenakan limbah cair dari pemotongan ayam jumlah kumannya terlalu tinggi yakni  $2,4 \times 10^7/100$  ml. Kuman yang banyak dikarenakan limbah cair dari pemotongan ayam tersebut banyak mengandung protein sebagai nutrisinya. Hal ini didukung oleh pendapat Djarijah (1997) yang mengemukakan bahwa kecepatan pertumbuhan kuman mengikuti kurva logaritmik mencapai maksimum dipengaruhi oleh kandungan nutrisi, pH, maupun kondisi lingkungan.

Dengan demikian apabila untuk mengurangi konsentrasi kandungan kuman hingga sedikit pada limbah cair pemotongan ayam tidak cukup dengan penyaringan tetapi harus ditambahkan dengan bahan kimia.

##### **5. Kualitas Air Sumur Gali disekitar Rumah Pemotongan Ayam**

Pengukuran kualitas air sumur gali disekitar rumah pemotongan ayam sebanyak 8 buah sumur gali, dimana yang dijadikan sampel yaitu 4 buah sumur gali jaraknya dekat dengan rumah

pemotongan ayam ( $\leq 10$  meter) dan 4 buah sumur berjarak jauh dengan rumah pemotongan ayam ( $> 10$  meter).

Hasil pengukuran kualitas air sumur gali seperti pada tabel 9 menunjukkan bahwa sumur gali yang berjarak  $\leq 10$  meter kadar BOD<sub>5</sub> tertinggi sebesar 6,4 mg/l dan terendah 2,9 mg/l, sedangkan kandungan bakteri Coliform tertinggi 24000/100 ml dan terendah 2400/100 ml. Hasil pemeriksaan untuk sumur gali yang jaraknya  $> 10$  meter kadar BOD tertinggi 2 mg/l dan terendah 1,0 mg/l, sedangkan kandungan bakteri Coliform semuanya berjumlah 2400/100 ml.

Dengan melihat hasil pengukuran, maka dapat dikatakan bahwa kandungan BOD maupun bakteri Coliform pada sumur gali yang jaraknya  $\leq 10$  meter lebih tinggi dibandingkan dengan sumur gali yang jaraknya  $> 10$  dari rumah pemotongan ayam.

Kandungan BOD dalam air sumur gali menunjukkan bahwa oksigen terlarut menurun, sehingga kualitas air juga dapat menurun. Hal ini bisa dimungkinkan adanya rembesan ataupun pencemaran air permukaan dari limbah cair yang mengandung zat organik yang tinggi, dimana oksigen digunakan untuk mendegradasi zat organik.

Pernyataan ini didukung oleh pendapat Mulia (2005) yang menyatakan bahwa adakalanya air limbah yang dapat merembes kedalam air tanah, sehingga menyebabkan pencemaran air tanah. Bila air tanah tercemar, maka kualitasnya akan menurun sehingga tidak dapat lagi digunakan sesuai dengan peruntukannya.

Dengan adanya bakteri coliform pada sumur gali, hal tersebut memberikan gambaran kemungkinan sumur-sumur tersebut telah tercemar limbah cair dari rumah pemotongan ayam yang banyak mengandung bakteri coliform, yang sudah berlangsung lama atau ada sumber pencemar lain, sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Muslimin (1995) bahwa kuman coliform merupakan pencemaran biologik dimana bahan pencemar tersebut masuk keperairan dapat berasal dari limbah manusia, maupun prosesing hasil ternak atau daging.

Bakteri coliform merupakan parameter mikrobiologis terpenting bagi kualitas air minum. Jadi, bakteri coliform adalah indikator kualitas air. Makin sedikit kandungan coliform, artinya, kualitas air semakin baik.

Meskipun jenis bakteri ini tidak menimbulkan penyakit tertentu secara langsung, namun keberadaannya dalam air minum menunjukkan tingkat sanitasi yang rendah. Semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri ini, maka risiko kehadiran bakteri patogen lain yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia semakin tinggi.

Dari 8 sumur gali yang diperiksa semuanya baik yang berjarak dekat maupun jauh dari pemotongan ayam mengandung bakteri coliform yang melebihi nilai ambang batas baku mutu yang ditetapkan (Permenkes No.416/Menkes/Per/IX/1990) bahwa jumlah bakteri

coliform non perpipaan sebesar 50/100 ml contoh air. Dengan demikian sumur gali yang berada disekitar rumah pemotongan ayam tidak ada yang memenuhi syarat sebagai air bersih, sehingga apabila dipergunakan diperlukan pengolahan terlebih dahulu, walaupun hanya dipergunakan untuk mencuci peralatan rumah tangga maupun sayuran dan untuk mandi, dikarenakan bakteri maupun kuman lain dapat menempel pada peralatan, sayuran maupun pada manusia sehingga beresiko menimbulkan gangguan kesehatan.

### **C. Keterbatasan Penelitian**

1. Keterbatasan penelitian dalam desain penelitian tidak ada kontrol dikarenakan ada bak pengendap.
2. Keterbatasan dana dan waktu sehingga didalam penelitian ini tidak sampai pada titik jenuh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika,S,S, 1987, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya-Indonesia
- Anonim, 1999, *Peternakan, Rumah Pemotongan Hewan, dan Kualitas Air*, Bapedal Jawa Timur
- Anonim, 2006, Dari Industri Ke Komunal, *Tekno Limbah Majalah Pusat Teknologi Limbah Cair*, Volume 1-Tahun 2006, 7-10.
- Achmad Rukaesih, 2004, *Kimia Lingkungan*, Andi, Jonyakarta
- Andisusilawati,A,dkk,2007, *Efektivitas Sistem Saringan Multi Media dalam menurunkan SS, BOD, NH3-N, PO4 dan Total Coliform pada Limbah Cair Rumah Tangga*, (online) ([www.Foxid](http://www.Foxid) reader1-3, J.sain & Teknologi, April 2007 NO.1: 4556) diakses tanggal 8 September 2008
- Ali, I, dan Nelson,P, 2003, *Pengetahuan Lingkungan (Edisi Revisi)*, Konsorsium Perguruan Tinggi Kawasan Timur Indonesia, Gorontalo
- Asriany, A, 2001, *Studi Pencemaran Rumah Potong Hewan Tamangapa dan Potensi sebagai Sumber Pakan Ternak*, Tesis Program Pascasarjana Unhas Makassar.
- Azizah, R & Rahmawati, 2005, *Perbedaan kadar BOD, COD, TSS dan MPN Coliform pada Air Limbah Sebelum dan Sesudah Pengolahan di RSUD Nganjuk*, <http://pasca.unair.ac.id/jurnal> Kesehatan Lingkungan Vol 2 No. 1 , Juli 2005 :97-110 diakses tanggal 8 September 2008
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 2001, UU RI Nomor 23 Tahun 1997, *tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup* BAPEDAL Regional III, Makassar
- Betti dan Winiati, 1995, *Penanganan Limbah Industri Pangan*, IPB, Kanisius, Jogjakarta.
- Darmono, 2006, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. UI-Press, Jakarta.
- Djabu, U, dkk, 1991, *Pedoman Bidang Studi Pembuangan Tinja dan Air Limbah pada Institusi Pendidikan Sanitasi/Kesehatan Lingkungan*, Pusdiknakes, Jakarta.

- Djajadiningrat, A, 1993, *Karakteristik Limbah Cair*, pusat penelitian lingkungan hidup & jurusan teknologi lingkungan, ITB
- Djarajah, AS & Nurwantoro, 1997, *Mikrobiologi Pangan Hewani-Nabati*, Kanisius Jogjakarta
- Effendi, H, 2003, *Telaah Kualitas Air Bersih*, Jakarta
- Fardiaz S, 1992, *Polusi Air & Udara*, Kanisius, Jogjakarta
- Ginting, P, 2007, *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Hastowo s dan Lay BW, 1992, *Mikrobiologi*, Rajawali Jakarta
- Ineza dan Said, 2002, *Uji Performance Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Proses Biofilter Celup*, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Jakarta
- Keputusan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor: 14 Tahun 2003, *tentang Pengelolaan, Pengendalian Pencemaran Air, Udara, Penetapan Baku Mutu Limbah Cair, Udara ambient dan Emisi serta Baku Tingkat Gangguan Kegiatan yang Beroperasi di Propinsi Sulawesi Selatan*, BAPEDALDA Sulawesi Selatan.
- Kusnoputranto H, 1997, *Air Limbah dan Ekskreta Manusia (Aspek Kesehatan Masyarakat dan Pengelolaannya)* Dirjen Pendidikan Tinggi, Dep P&K, Jakarta.
- Krisna, 2005, *Ada Coliform di Water Tap ITB*, (online) <http://www.itb.ac.id/news/trackback/557> diakses tanggal 5 September 2008
- La-taha, 2008, *Penggunaan Proses Biofilter Dalam Pengolahan Air Limbah Tahu Sebagai Upaya Mengurangi Pengaruh Bau Dan penurunan Kualitas Air Sumur Gali Di Sekitar Industri Tahu Di Kota Makassar*, Tesis tidak Diterbitkan, Pascaunhas, Kesehatan Masyarakat
- Manik, K.E.Sontang, 2003, *Pengelolaan Lingkungan Hidup*, Djambatan, Jakarta.
- Miswan, 2005, *Penurunan Tingkat Pencemaran Limbah Cair Rumah Potong Hewan dengan Menggunakan Sabut Kelapa*, Tesis tidak diterbitkan, Makassar, Pengelolaan Lingkungan Hidup Unhas.

- Mulia R, 2005, *Kesehatan Lingkungan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Muslimin W. L, 1995, *Mikrobiologi Lingkungan*, Dirjen Pendidikan Tinggi Depdikbud
- Murphy,S, 2002, *Total Suspended Solid* (online) ([www.bcn.Boulder/co.us/basin/data/fecal/info/TSS.htm](http://www.bcn.Boulder/co.us/basin/data/fecal/info/TSS.htm)) diakses tanggal 5 September 2008
- Notoatmojo S, 2003, *Ilmu Kesehatan Masyarakat*, Penerebit reneka Cipta, Jakarta
- Sastrawijaya T, 2000, *Pencemaran Lingkungan*, Rineka Cipta, Jakarta
- Said dan Wahyono, 1999, *Teknologi Pengolahan Air*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Jakarta
- Suendra, dkk, 1991, *Buku Pedoman Mata Ajaran Mikrobiologi Lingkungan*. Pusat Pendidikan Tenaga Kesehatan depkes RI, Jakarta.
- Sugiharto, 1997, *Dasar-Dasar Pengelolaan Limbah Cair*. Universitas Indonesia, Jakarta
- Sugiyono, 2007, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Alfabeta, Bandung.
- Sunuh, P., 2001, *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*, Gramedia Widasarana Indonesia, Jakarta.
- Suparmin S, 2002, *Pembuangan Tinja & limbah Cair*, Buku Kedokteran EGC, Jakarta
- Sriwiendrayanti, 2005, *Penurunan Kadar BOD5 Air Limbah Rumah Pemotongan Ayam Tradisional Pasar Kobong Semarang Menggunakan Trickling Filter Media Batu Kali*, majalah Kemas-volume 1/No.1/Juli-Desember 2005, FIK. Universitas Negeri Semarang
- Standar Nasional Indonesia, SNI, SNI 01-6160-1999, *Rumah Pemotongan Unggas*, SK MenPert No. 557/Kpts/TN. 520/9/1987), .Diakses tanggal 8 September 2008
- Pandia, S, dkk, 1995, *Kimia Lingkungan*, Dirjen Pendidikan Tinggi, Jakarta

- Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, 2006, *Pedoman Penulisan Tesis dan Disertasi Edisi 4*, Makassar.
- Poerbo H, 1993, *Peran serta Masyarakat dalam Pengelolaan Limbah, pelatihan dan teknologi limbah*, pusat penelitian lingkungan hidup & jurusan teknologi lingkungan, ITB
- Zaenab, 2006, *Efektifitas Media Filter Aerob dan Waktu Tinggal terhadap Penurunan Kadar SS, BOD, COD, dan MBAS Limbah cair Rumah Sakit Labuang Baji, Makassar, Tesis Tidak Diterbitkan*, Makassar, Kesehatan Masyarakat UNHAS.
- Waluyo L, 2008, *Teknik metode dasar Mikrobiologi*, Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang.
- Wardhana W, A, 1995, *Dampak Pencemaran Lingkungan*. (Edisi Revisi) Penerbit Andi Yogyakarta.
- Wisnuprpto, 1993, *Pengelolaan Limbah Cair Secara Fisik-Biologi*, PPLH & Jurusan Teknik Lingkungan ITB

Lampiran 8

**TEMPAT PENGAMBILAN SAMPEL  
LIMBAH CAIR RPA**



**PENGOLAHAN BIOFILTER ANAEROB-AEROB**



**SGL DISEKITAR RPA**

