

**EFEKTIVITAS METODE *MULTI SOIL LAYERING* (MSL)  
DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH POTONG  
HEWAN (RPH)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**ADELIA MAYSARAHMAN  
NIM. 170702044  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2022 M/1443 H**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**EFEKTIVITAS METODE *MULTI SOIL LAYERING* (MSL) DALAM  
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH POTONG HEWAN (RPH)**

**TUGAS AKHIR**

**Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus  
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
Dalam Teknik Lingkungan**

Pada Hari/Tanggal : Kamis, 13 Januari 2022  
10 Jumadil Akhir 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

**Ketua,**



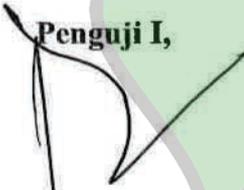
(Aulia Rohendi, M.Sc.)  
NIDN. 2010048202

**Sekretaris,**



(Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.)  
NIDN. 2015118002

**Penguji I,**



(Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.)  
NIDN. 2013128901

**Penguji II,**



(Sri Nengsih, S.Si., M.Sc.)  
NIDN. 2010088501

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



  
Dr. Azhar Amsal, M.Pd.  
NIDN. 2001066802

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**EFEKTIVITAS METODE *MULTI SOIL LAYERING* (MSL) DALAM  
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH POTONG HEWAN (RPH)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan oleh  
**ADELIA MAYSARAHMAN**  
NIM. 170702044

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Banda Aceh, 07 Januari 2022  
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I



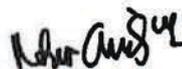
(Aulia Rohendi, M.Sc.)  
NIDN: 2010048202

Pembimbing II



(Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.)  
NIDN: 2015118002

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



(Dr. Eng. Nur Aida, M.Si)  
NIDN: 201606781

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adelia Maysarahman  
NIM : 170702044  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Tugas : Efektivitas Metode *Multi Soil Layering* (MSL) Dalam  
Akhir Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, saya:

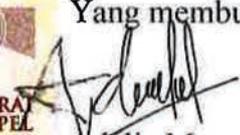
1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 13 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,



  
Adelia Maysarahman  
NIM. 170702044

## ABSTRAK

Nama : Adelia Maysarahman  
NIM : 1170702044  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Efektivitas Metode *Multi Soil Layering* (MSL) Dalam Pengolahan Limbah Cair UPTD Rumah Potong Hewan (RPH)  
Tanggal Sidang : 13 Januari 2022  
Tebal Tugas Akhir : 65 Halaman  
Pembimbing 1 : Aulia Rohendi, M.Sc.  
Pembimbing 2 : Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc  
Kata Kunci : *Multi Soil Layering* (MSL), Rumah Potong Hewan (RPH), *Hydraulic Loading Rate* (HLR)

Rumah Potong Hewan (RPH) merupakan salah satu industri penghasil limbah setiap harinya. Limbah cair tercemar apabila tidak diolah dengan benar akan menjadi sumber masalah bagi manusia dan lingkungan. Penelitian ini memanfaatkan zeolit, kerikil, tanah, arang, dan serbuk kayu sebagai bahan penyusun reaktor *Multi Soil Layering* (MSL) dalam mengolah limbah cair RPH. Reaktor MSL dapat mengolah limbah secara fisika dan biologi dengan kombinasi antara *Permeable Layer* (PL) dan material organik yang disusun menjadi *Soil Mixture Block* (SMB). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas MSL dalam mengolah limbah cair RPH berdasarkan parameter pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dengan variasi volume sampel air limbah masing-masing 0,5 liter, 0,75 liter dan 1 liter dengan hasil variasi *Hydraulic Loading Rate* (HLR). Metode MSL mampu menetralkan pH dari 5,6 menjadi 6,6-7,6 dan mereduksi COD hingga efektivitas 84,1%-90,90% serta menyisihkan TSS dengan efektivitas 78,98%-93,42%. Berdasarkan nilai efektivitas yang didapatkan dalam penelitian ini membuktikan bahwa metode MSL mampu memperbaiki pH dan menyisihkan COD dan TSS sehingga sesuai dalam standar baku mutu air limbah industri PERMEN LH No.5 Tahun 2014 dan dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pengolahan air limbah RPH

## **ABSTRACT**

*Name* : Adelia Maysarahman  
*NIM* : 1170702044  
*Study Program* : Environmental Engineering  
*Title* : *The Effectivity of Multi Soil Layering (MSL) Method on Liquid Waste Treatment UPTD Rumah Potong Hewan (RPH)*  
*Session Date* : January 13, 2022  
*Final Project Thickness* : 65 pages  
*Supervisor I* : Aulia Rohendi, M.Sc.  
*Supervisor II* : Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc  
*Keywords* : Multi Soil Layering (MSL), Rumah Potong Hewan (RPH), Hydraulic Loading Rate (HLR)

*Rumah Potong Hewan (RPH) or slaughter house is one of industries that produce waste every day. The polluted liquid waste if not treated properly will be a source of problems for humans and the environment. Research utilizes zeolite, gravel, soil, charcoal, and sawdust as the building blocks for the Multi Soil Layering (MSL) reactor in treating RPH liquid waste. The MSL reactor can treat waste physically and biologically with a combination of Permeable Layer (PL) and organic material arranged into Soil Mixture Block (SMB). This study aims to determine the effectiveness of MSL in treating RPH wastewater based on the parameters of pH, Chemical Oxygen Demand (COD) and Total Suspended Solid (TSS) with variations in the volume of wastewater samples, respectively 0.5 liters, 0.75 liters and 1 liter. liters with the results of variations in the Hydraulic Loading Rate (HLR). The MSL method is able to neutralize pH from 5.6 to 6.6-7.6 and reduce COD to 84.1%-90.90% effectiveness and eliminate TSS with 78.98%-93.42% effectiveness. Based on the effectiveness value obtained in this study, it proves that the MSL method is able to improve pH and eliminate COD and TSS so that it is in accordance with the quality standards of industrial wastewater PERMEN LH No. 5 of 2014 and can be used as an alternative for RPH wastewater treatment.*

## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT yang telah melimpahkan segala karunia nya yang tak terhingga, khususnya nikmat Iman dan Islam, yang dengan keduanya diperoleh kebahagiaan dunia dan akhirat. Sholawat dan Salam semoga selalu tercurah kepada baginda Nabi Muhammad SAW, dan atas keluarga dan sahabat beliau serta orang-orang yang mengikuti jejak langkah mereka itu hingga akhir zaman. Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT tugas akhir ini telah dapat saya selesaikan, dengan judul “Efektivitas Metode *Multi Soil Layering* (MSL) Dalam Pengolahan Limbah Cair UPTD Rumah Potong Hewan (RPH)” sebagai salah satu syarat untuk syarat kelulusan mata kuliah tugas akhir pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Selama proses penyusunan tugas akhir ini penulis sadar betul tugas akhir ini sepenuhnya sangat sulit terbentuk tanpa adanya dukungan, bimbingan, bantuan dan do’a dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Ibu Shinta Maya Sari, SST., SKM., MKM dan Bapak Abdul Rahman, SE. selaku orang tua penulis yang telah memberikan dukungan dan doa tiada henti untuk penulis.
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si selaku Kepala Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan atas kesempatan dan bantuan yang diberikan kepada penulis.
4. Bapak M. Faisi Ikhwal, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing akademik atas segala arahan dan bimbingannya.
5. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. sebagai dosen pembimbing I tugas akhir yang telah banyak memberikan arahan, dukungan dan bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc. sebagai dosen pembimbing II yang telah membiimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam meengerjakan tugas akhir.

7. Dr. Abdul Mujahid Hamdan, M.Sc. sebagai dosen penguji I dan Ibu Sri Nengsih, S.Si., M.Sc. sebagai dosen penguji II dalam Siding Tugas Akhir.
8. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku kepala Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry yang telah memberikan izin kepada penulis dalam penelitian tugas akhir.
9. Seluruh Bapak dan Ibu dosen di Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry yang telah memberikan ilmu serta senantiasa membantu proses pembelajaran selama perkuliahan.
10. Kakak Ida Royani dan Kakak Nurul Huda, S.Pd yang telah membantu dalam pengurusan administrasi dan peralatan penelitian di laboratorium.
11. Seluruh Staf Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
12. Adinda Tsabitha Mawarni, Shiro dan Memel yang selalu mendukung dan menghibur penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
13. Fathiya Nabila, Mohammad Ichlasul Awal, Muhammad Tri Fajar, Ferdiansyah dan Aulia Mirnanda yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan tugas akhir.
14. Teman seperbimbingan dan seluruh angkatan Teknik Lingkungan 2017.

Penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu penulisan tugas akhir. Semoga tugas akhir ini dapat menjadi manfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis katakan terima kasih.

Banda Aceh, 13 Januari 2021

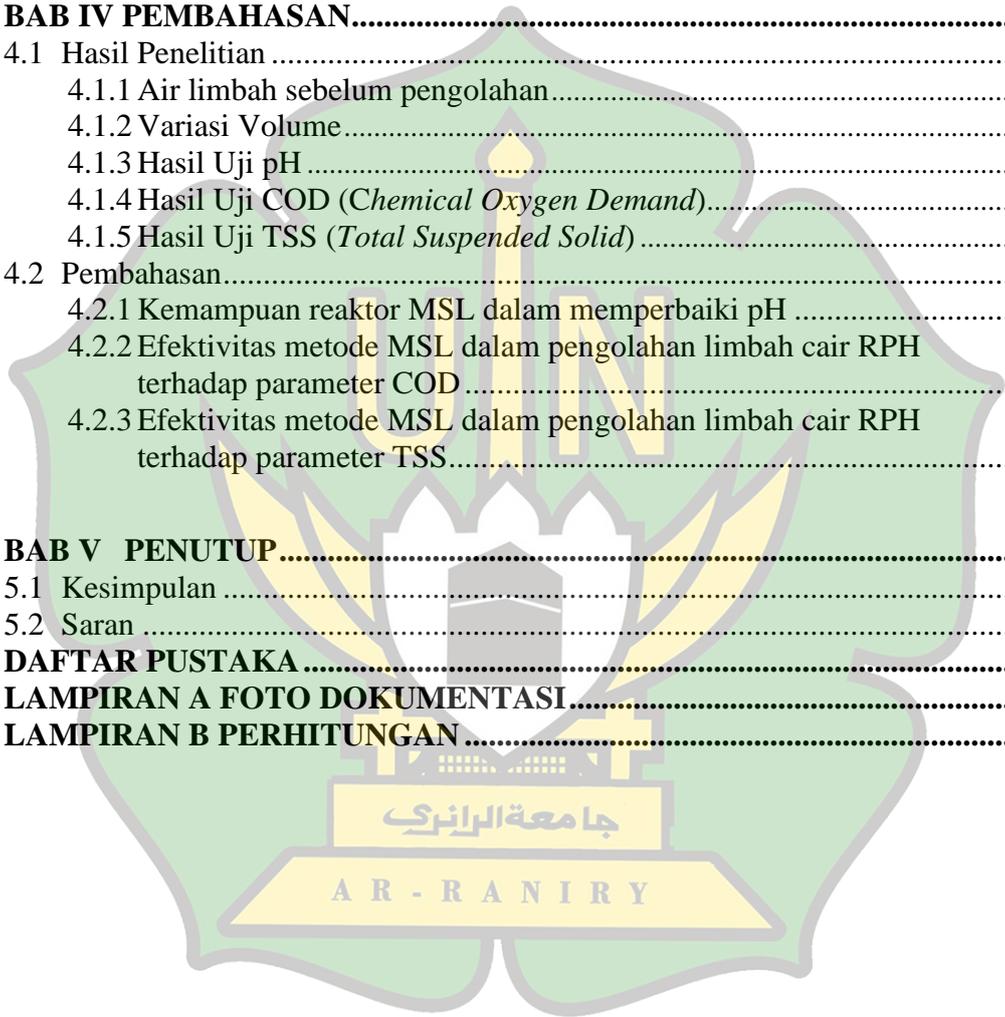
Penyusun

Adelia Maysarahman

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Karakteristik Air Limbah .....	5
2.1.1 Karakteristik fisik .....	5
2.1.2 Karakteristik kimia .....	6
2.1.3 Karakteristik biologi .....	6
2.2 Parameter Air Limbah.....	7
2.3 Standar Baku Mutu Air Limbah .....	8
2.4 Pengolahan Air Limbah .....	8
2.5 Metode <i>Multi Soil Layering</i> (MSL) .....	10
2.6 Material MSL .....	11
2.6.1 Zeolit .....	12
2.6.2 Kerikil .....	14
2.6.3 <i>Soil Mixture Block</i> (SMB).....	14
2.7 Prinsip Kerja <i>Multi Soil Layering</i> (MSL) .....	15
2.8 Siklus Pengoperasian MSL .....	17
2.8.1 Debit air limbah RPH .....	17
2.8.2 <i>Hydraulic Loading Rate</i> (HLR) .....	18
2.8.3 Waktu detensi .....	18
2.9 Penelitian Terdahulu .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>21</b>
3.1 Metode Penelitian .....	21
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	21
3.2.1 Lokasi penelitian .....	21
3.2.2 Waktu penelitian.....	22
3.3 Sumber dan Jenis Data.....	24
3.4 Instrumen, Alat dan Bahan Penelitian.....	24
3.5 Prosedur Penelitian .....	24
3.6 Tahap Persiapan .....	25

3.7 Tahap Pelaksanaan.....	26
3.7.1 Metode observasi debit.....	26
3.7.2 Metode sampling air limbah.....	26
3.7.3 Prosedur pengujian sampel.....	27
3.7.4 Penentuan laju aliran (HLR) dan waktu detensi.....	31
3.7.5 Prosedur eksperimental.....	31
3.8 Tahap Analisis dan Pengolahan Data.....	33
3.9 Hasil Observasi Awal.....	33
3.10 Tahap Pelaporan.....	34
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	35
4.1.1 Air limbah sebelum pengolahan.....	35
4.1.2 Variasi Volume.....	37
4.1.3 Hasil Uji pH.....	38
4.1.4 Hasil Uji COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	40
4.1.5 Hasil Uji TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ).....	41
4.2 Pembahasan.....	42
4.2.1 Kemampuan reaktor MSL dalam memperbaiki pH.....	43
4.2.2 Efektivitas metode MSL dalam pengolahan limbah cair RPH terhadap parameter COD.....	43
4.2.3 Efektivitas metode MSL dalam pengolahan limbah cair RPH terhadap parameter TSS.....	45
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN A FOTO DOKUMENTASI.....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN B PERHITUNGAN.....</b>	<b>55</b>



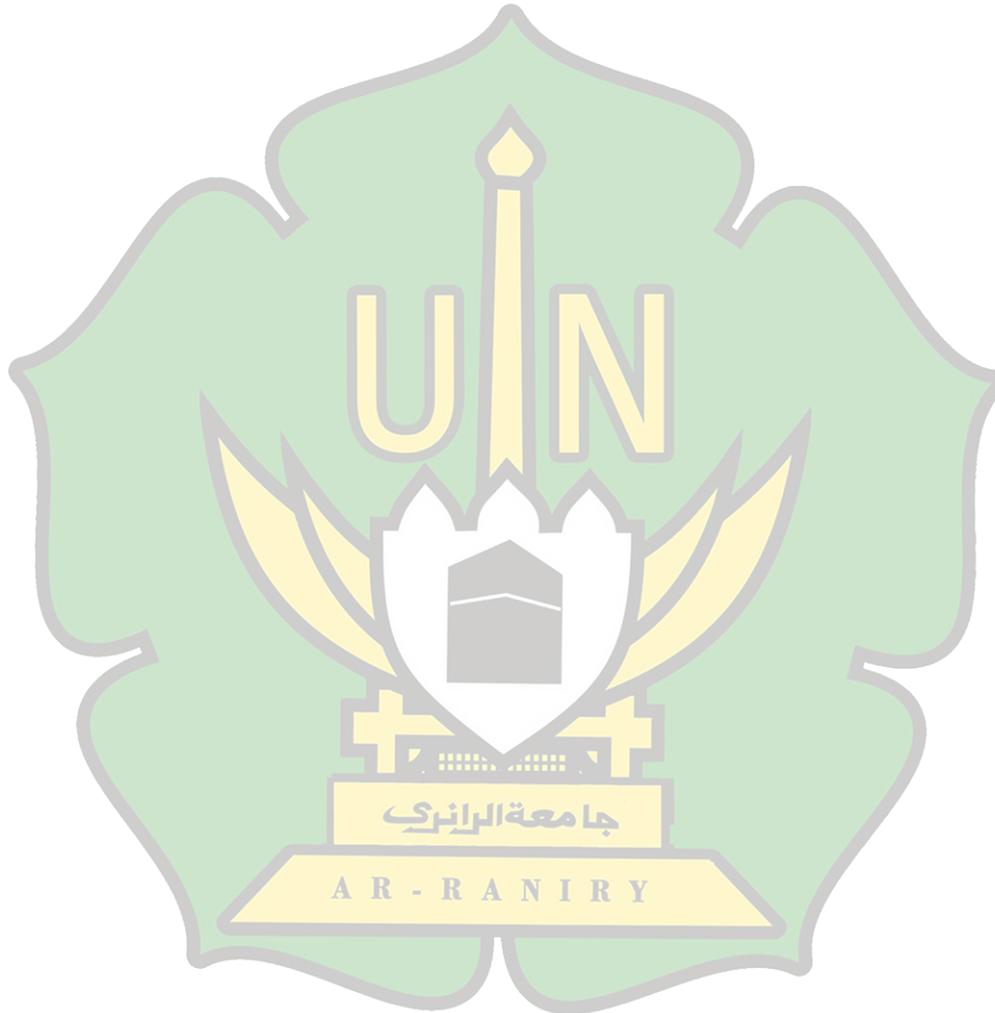
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel .....	22
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian .....	26
Gambar 3.3 Desain Reaktor MSL.....	36
Gambar 3.4 Dokumentasi Observasi Awal RPH Banda Aceh .....	37



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah RPH.....	8
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Tentang Penggunaan Metode MSL.....	20
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	24
Tabel 3.2 Perhitungan Debit Air Limbah RPH Banda Aceh.....	27
Tabel 3.3 Hasil Penentuan Waktu Detensi.....	35



## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan/Lambang	Kepanjangan/Makna	Halaman Pertama Digunakan
RPH	Rumah Potong Hewan	1
UPTD	Unit Pelaksana Teknis Daerah	1
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah	1
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	2
BOD	<i>Biological Oxygen Demand</i>	2
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>	2
pH	<i>Power Hydro</i>	2
MSL	<i>Multi Soil Layering</i>	3
MBR	<i>Membran Bio Reactor</i>	10
SMB	<i>Soil Mixture Block</i>	11
HLR	<i>Hydraulic Loading Rate</i>	18
SNI	Standar Nasional Indonesia	21
DO	<i>Dissolved Oxygen</i>	32



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan konsumsi rakyat Indonesia terhadap daging kian bertambah seiring meningkatnya pertumbuhan masyarakat. Daging hewan seperti sapi dan ayam menjadi bahan pangan yang sangat populer di kalangan penduduk Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan daging yang Aman, Sehat Utuh dan Halal (ASUH) maka penyembelihan dan pemeriksaan hewan yang akan dikonsumsi masyarakat harus dilaksanakan di Rumah Potong Hewan (RPH) sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.95 Tahun 2012 tentang Kesehatan Masyarakat Veteriner dan Kesejahteraan Hewan. Rumah Potong Hewan (RPH) merupakan bangunan atau kompleks bangunan dengan desain yang memenuhi persyaratan-persyaratan teknis dan higienis tertentu sebagai tempat menyembelih hewan di antaranya sapi, kerbau, kambing, domba hingga unggas untuk konsumsi masyarakat umum. UPTD RPH Banda Aceh merupakan salah satu RPH yang aktif beroperasi di Banda Aceh dan berada di bawah Dinas Kelautan Perikanan dan Pertanian Kota Banda Aceh. Umumnya penyembelihan hewan dilakukan pada RPH ialah hewan yang akan dijual di pasar-pasar induk di Kota Banda Aceh. Persyaratan teknis yang diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian No.13 Tahun 2010 tentang Persyaratan Rumah Potong Hewan Ruminansia Dan Unit Penanganan Daging (*Meat Cutting Plant*) adalah lokasi rumah potong hewan harus tidak menimbulkan gangguan dan pencemaran lingkungan.

Potensi pencemaran lingkungan dari RPH secara dominan berasal dari limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan penyembelihan. Limbah cair RPH selain mengandung padatan tersuspensi, protein dan lemak darah, protein, lemak RPH juga mengandung bahan kimia yang digunakan dalam kegiatan pencucian dan pembersihan lokasi yang menyebabkan tingginya bahan organik dan nutrisi berlebih. Menurut hasil observasi awal yang dilakukan, limbah cair RPH Banda Aceh telah melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) akan tetapi IPAL tidak dijalankan dengan baik. Sehingga, limbah cair RPH tidak melalui proses pengolahan limbah efektif terlebih dahulu dan dilepaskan dalam lingkungan sekitar

RPH. Tingginya bermacam jenis dan residu yang terlarut memberikan efek negatif yang dapat mencemari sungai dan badan air. Berdasarkan hal ini, maka sangat perlu dilakukan pengolahan pada limbah cair RPH sebelum dilepas ke lingkungan agar kandungan bahan pencemar tidak melewati batas baku mutu air limbah. Baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan RPH adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 menyebutkan bahwa standar baku mutu limbah cair untuk BOD adalah 100 mg/l, COD adalah 200 mg/l, TSS adalah 100 mg/l, minyak/lemak adalah 15 mg/l, NH<sub>3</sub>-N adalah 25 mg/l dan pH adalah 6-9.

Limbah cair RPH yang melampaui baku mutu air limbah dapat menyebabkan bahaya pada lingkungan sekitar RPH. Limbah cair RPH yang dilepaskan pada sungai dalam keadaan kadar BOD dan COD yang tinggi akan mengikat oksigen pada sungai sehingga biota air maupun ikan pada sungai akan kekurangan oksigen serta bakteri dan penyakit yang ikut larut dalam darah pada proses penyembuhan mampu mencemari air sungai dan lingkungan sungai apabila air limbah tidak diolah. Jika ditelusuri lebih dalam, sungai yang paling dekat dengan RPH Banda Aceh ialah aliran Sungai Krueng Aceh yang aktif dimanfaatkan dan digunakan masyarakat sekitar sungai dalam aktivitas sehari-hari, sehingga dampak dari pencemaran air limbah RPH yang tidak sesuai baku mutu air limbah secara tidak langsung akan memberikan bahaya kepada masyarakat sekitar.

Upaya dalam mencapai baku mutu air limbah industri seperti RPH Banda Aceh dapat dilakukan dengan melakukan pengolahan (*treatment*) berdasarkan dengan komposisi dan jenis pencemar pada air limbah. Pengolahan air limbah secara fisika mampu diwujudkan dengan memisahkan material pencemar yang kasat mata dengan penyaringan melalui proses sedimentasi dan filtrasi. Pengolahan secara kimia dapat berupa penambahan bahan kimia pada air limbah untuk memisahkan maupun mengikat zat pencemar pada limbah cair dengan proses koagulasi, oksidasi hingga pertukaran ion. Pengolahan air limbah juga dapat dilakukan secara biologi yaitu dengan memanfaatkan mikroba atau mikroorganisme yang mampu mengurai zat pencemar pada air limbah serta dapat menggunakan tumbuhan yang mampu membantu mengurangi zat pencemar pada air limbah seperti enceng gondok. Selain pengolahan limbah tersebut, pengolahan air limbah dapat diwujudkan dengan menggunakan bahan-bahan yang dapat

ditemukan disekeliling kita. Salah satu metode pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan memanfaatkan tanah untuk bahan utama pengolahan, yang disebut dengan metode *Multi Soil Layering* (MSL).

Metode MSL diaplikasikan dengan menggunakan reaktor yang disusun dari campuran tanah andosol, bebatuan kerikil, zeolit dan terdiri dari dua zona pengolahan utama yaitu zona aerob dan anaerob. Menurut penelitian Salmariza dan Sofyan (2011), metode MSL cukup efektif jika dimanfaatkan dalam mengolah limbah cair (domestik), air sungai tercemar dan digunakan untuk pengolahan limbah cair industri *crumb rubber* (karet), kelapa sawit, industri tahu, industri makanan, minyak goreng dan limbah domestik dengan efisiensi reduksi rata-rata 70–99%. Berdasarkan sumbernya, limbah-limbah tersebut memiliki kemiripan karakteristik dengan limbah cair RPH seperti kandungan organik dari proses penyembelihan dan kandungan anorganik dari proses pencucian lokasi penyembelihan.

Berdasarkan uraian di atas, penulis akan melakukan penelitian lebih lanjut terhadap efektivitas metode *Multi Soil Layering* (MSL) dalam pengolahan air limbah di RPH Banda Aceh.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kadar pencemaran limbah cair di RPH Banda Aceh terkait kandungan parameter pH, COD dan TSS?
2. Bagaimana efektivitas metode *Multi Soil Layering* (MSL) dalam pengolahan limbah cair RPH Banda Aceh terhadap parameter COD, TSS dan dalam memperbaiki pH pada limbah cair RPH Banda Aceh?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kadar pencemaran limbah cair RPH terhadap kandungan parameter pH, COD dan TSS.

2. Untuk mengetahui bagaimana efektivitas metode MSL (*Multi Soil Layering*) dalam pengolahan limbah cair RPH terhadap parameter COD, TSS dan pH limbah cair RPH.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

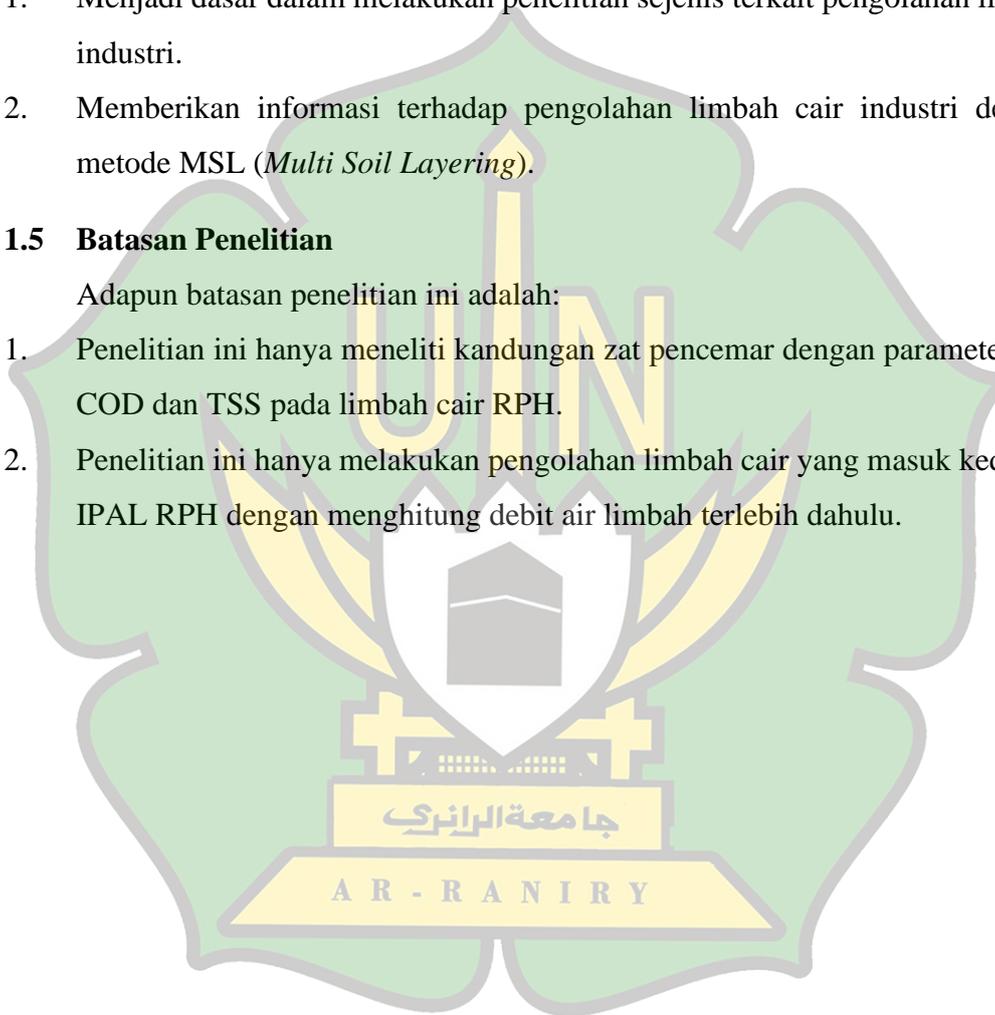
Dengan mengetahui tujuan dari penelitian ini maka manfaat yang didapatkan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Menjadi dasar dalam melakukan penelitian sejenis terkait pengolahan limbah industri.
2. Memberikan informasi terhadap pengolahan limbah cair industri dengan metode MSL (*Multi Soil Layering*).

#### 1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya meneliti kandungan zat pencemar dengan parameter pH, COD dan TSS pada limbah cair RPH.
2. Penelitian ini hanya melakukan pengolahan limbah cair yang masuk kedalam IPAL RPH dengan menghitung debit air limbah terlebih dahulu.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Karakteristik Air Limbah**

Air buangan industri (*industrial wastes water*) dihasilkan oleh proses produksi dari berbagai jenis industri. Zat yang ada dalam limbah industri sangat bervariasi, dengan kandungan zat pencemar air limbah berdasarkan penggunaan bahan utama saat proses produksi. Umumnya beberapa zat yang terdapat dalam air limbah industri ialah nitrogen, lemak, amonia, zat pewarna, zat kimia pembersih, zat pelarut hingga logam berat. Zat-zat tersebut mampu menimbulkan dampak yang merugikan lingkungan jika air limbah dilepaskan tanpa pengolahan (Notoadmodjo, 2003).

Limbah cair memiliki karakteristik yang sesuai menurut sumbernya. Karakteristik dalam limbah cair dapat digolongkan terbagi 3 golongan, yaitu karakteristik fisik, karakteristik kimia serta biologi (Indrayani & Rahmah, 2018).

##### **2.1.1 Karakteristik fisik**

Karakteristik fisik air limbah berdasarkan Wardhana (2004) meliputi, temperatur, bau, warna, padatan dan kekeruhan yang dijabarkan sebagai berikut:

1. Temperatur pada limbah cair menunjukkan derajat suhu pada limbah cair yang akan mempengaruhi kandungan oksigen pada limbah cair.
2. Warna pada limbah cair umumnya disebabkan oleh meningkatnya kondisi anaerob dan senyawa *suspended* pada air limbah sehingga menjadi berwarna abu-abu hingga kehitaman.
3. Proses dekomposisi materi pada senyawa organik maupun anorganik pada limbah menyebabkan bau menyengat pada air limbah.
4. Padatan pada air limbah dapat diketahui melalui pengujian TSS (*Total Suspended Solid*). Padatan adalah partikel padat pada air limbah yang akan tertahan pada saringan 2,0  $\mu\text{m}$ . Padatan dalam air dapat berupa pasir halus, tanah liat serta lumpur alami yang terdiri dari bahan organik. Padatan yang tersuspensi pada air limbah mampu menghambat masuknya sinar matahari dalam badan air yang sehingga turbiditas pada air limbah akan meningkat (Indrayani & Rahmah, 2018).

5. Kekeruhan (*Turbidity*) pada air limbah dapat diketahui dengan melakukan perbandingan antar intensitas cahaya yang dipendarkan oleh sampel air limbah dengan cahaya yang dipendarkan oleh sebuah suspensi standar dengan konsentrasi yang sama (Eddy, 2008).

### 2.1.2 Karakteristik kimia

Karakteristik kimia air limbah meliputi organik dan anorganik dan gas, seperti uraian berikut:

1. Kandungan organik pada air limbah berasal dari tumbuhan, hewan dan aktivitas manusia. Karakteristik kimia dalam limbah diantaranya ialah minyak, lemak, protein, karbohidrat, *Biological Oxygen Demand* (BOD) hingga *Chemical Oxygen Demand* (COD). Nilai BOD tinggi menunjukkan jumlah pencemar cukup tinggi (Sugiharto, 2011), dan nilai COD yang tinggi menunjukkan adanya zat pencemar organik berjumlah besar pada air limbah sehingga kualitas air limbah akan semakin buruk (Ricki M, 2010).
2. Bahan anorganik yang ada pada air limbah biasanya berbentuk senyawa logam berat seperti Fe, Mn, Cu, Pb, senyawa fosfat dan senyawa nitrogen dan derajat keasaman pH yang akan meningkat apabila kandungan oksigen pada air meningkat.
3. Gas dalam air limbah ialah karbon dioksida, oksigen, nitrogen, metana dan amonia yang berasal dari proses degradasi dan dekomposisi kandungan organik dan anorganik dalam air limbah juga berasal dari lingkungan sekitar.

### 2.1.3 Karakteristik biologi

Karakteristik biologi pada air limbah ialah banyaknya kandungan mikroorganisme yang terdapat dalam air. Mikroorganisme pada air dapat berupa bakteri, fungi, alga, protozoa hingga virus serta cacing (Mallongi & Rahmat, 2018). Karakteristik biologi dalam air limbah juga digunakan sebagai acuan dalam mengontrol alur penyebaran penyakit melalui air. Penyakit dapat menular dalam air melalui mikroorganisme patogen yang berasal dari proses dekomposisi senyawa organik (Eddy, 2008).

## 2.2 Parameter Air Limbah

Parameter digunakan untuk memudahkan klasifikasi sebuah kondisi maupun status pada sebuah objek penelitian. Penelitian ini dilakukann dengan meliputi pengujian terhadap parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), pH dan *Total suspended solid* (TSS). Penjelasan terhadap parameter diuraikan sebagai berikut:

### 1. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Kandungan organik pada air dengan nilai BOD tinggi menunjukkan jumlah pencemar yang tinggi. BOD adalah banyaknya oksigen dalam satuan ppm atau milligram/liter (mg/L) yang merupakan kebutuhan bakteri untuk mendegradasi benda atau bahan buangan organik dalam air limbah. Proses degradasi pada air limbah dapat dilakukan apabila oksigen pada air limbah tercukupi dan bakteri/mikroorganisme pengurai tidak akan bekerja apabila oksigen dalam air tidak mencukupi (Sugiharto, 2011).

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

COD menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam air untuk mengoksidasi bahan pencemar organik secara kimiawi baik *biodegradable* ataupun *non-biodegradable*. COD yang tinggi menunjukkan adanya bahan pencemar organik dalam jumlah besar pada air limbah sehingga kualitas air limbah akan semakin buruk (Ricki M, 2010).

### 3. pH

Nilai pH pada air limbah merupakan sebuah indikator yang menunjukan derajat keasaman pada air. Nilai pH akan meningkat apabila kandungan oksigen pada air meningkat. Pada siang hari, saat proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen terjadi pada sekitar air limbah maka derajat keasaman pada pH akan meningkat. Tingginya kandungan ion hidrogen dan proses pembusukan atau dekomposisi bahan organik yang terjadi pada air limbah mampu menyebabkan pelepasan karbon sehingga pH pada air limbah akan turun. Naik turunnya pH dapat mempengaruhi kelangsungan hidup biota air, sebagai contoh Ikan dapat hidup pada kisaran pH 5-9. Ikan akan mati apabila pH dalam air kurang dari 4 atau lebih dari 11 (Indrayani & Rahmah , 2018).

#### 4. TSS (*Total suspended solid*)

TSS merupakan padatan yang tersuspensi dalam air dengan diameter  $> 1\mu\text{m}$  sehingga mampu bertahan pada penyaringan dengan saringan *milipore* dengan diameter pori  $0,45\ \mu\text{m}$ . Padatan yang tersuspensi pada air limbah memiliki dampak buruk terhadap kualitas karena mampu menghambat masuknya sinar matahari dalam badan air yang akan meningkatkan turbiditas pada air limbah. (Indrayani & Rahmah , 2018).

### 2.3 Standar Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu air limbah ialah jumlah atau ukuran kadar bahan pencemar yang ada dalam air limbah buangan dari sebuah usaha atau kegiatan yang akan dilepaskan pada badan air seperti sungai dan laut. Peraturan standar baku mutu air limbah di Indonesia telah ditentukan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah dan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Baku Mutu Air Limbah RPH

Parameter	Satuan	Kadar Paling Tinggi
BOD	mg/L	100
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	100
Minyak dan Lemak	mg/L	15
NH <sub>3</sub>	mg/L	25
pH	-	6-9
Volume air limbah paling tinggi untuk sapi, kerbau dan kuda: 1.5 m <sup>3</sup> /ekor/hari		
Volume air limbah paling tinggi untuk kambing dan domba: 0.15 m <sup>3</sup> /ekor/hari		
Volume air limbah paling tinggi untuk babi: 0.65 m <sup>3</sup> /ekor/hari		

Sumber: PERMEN LH No.5 Tahun 2014

### 2.4 Pengolahan Air Limbah

Air limbah dari proses produksi industri akan berakhir pada badan air seperti danau, laut hingga sungai maupun badan air lainnya. Pengolahan air limbah adalah sebuah upaya dimaksud untuk mengendalikan pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh air limbah itu sendiri. Tujuan utama dalam pengolahan air limbah diharapkan dapat mencegah serta mereduksi kandungan pencemar terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroorganisme hingga bakteri patogen

yang tidak mampu terurai secara alami. Dengan mengendalikan dan menstabilkan zat-zat pencemar yang masuk pada badan air, akan mengurangi dan mengontrol dampak pencemaran air limbah terhadap kerusakan lingkungan (Wulandari, 2014). Menurut UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada pasal 20 disebutkan bahwa setiap orang diperbolehkan untuk membuang limbah pada lingkungan hidup meliputi beberapa syarat yaitu berada dalam standar baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah serta mendapatkan izin dari pihak yang berwenang.

Beberapa solusi pengolahan air limbah yang bisa dilakukan untuk meminimalisir dampak limbah terhadap lingkungan ialah dengan pengolahan secara fisika, biologi dan kimia. Proses pengolahan limbah secara fisika bertujuan untuk memperbaiki kualitas air limbah akibat berlangsungnya proses fisis pada air limbah. Beberapa pengolahan limbah secara fisika meliputi proses *screening*, flotasi, filtrasi, sedimentasi dan absorpsi. Salah satu proses pengolahan fisika yaitu flotasi sering digunakan dalam pengolahan limbah yang memiliki kadar minyak atau lemak yang tinggi. Dalam jurnal pengolahan limbah kelapa sawit, Maulida (2013) menyebutkan flotasi bertujuan untuk menyisahkan partikel-partikel dalam air limbah dengan metode pengapungan sehingga kandungan minyak/lemak pada limbah pabrik tersebut berkurang. Pengolahan limbah secara flotasi ialah dengan memasukkan gelembung udara ke dalam limbah cair pabrik minyak kelapa sawit sehingga flok-flok dari lumpur, padatan tersuspensi, serta minyak/lemak yang terapungkan kemudian disaring keluar secara bertahap. Pengolahan limbah secara flotasi mudah dioperasikan sebab beberapa zat padat atau substansi dengan kerapatan yang renggang sulit untuk diendapkan namun akan dengan mudah untuk dapat diapungkan.

Pengolahan limbah secara kimia memiliki tujuan utama untuk memisahkan partikel zat pencemar dari air limbah. Hal ini dapat diwujudkan dengan cara koagulasi-flokulasi yaitu menambahkan bahan koagulan seperti  $\text{Al}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{Cl}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{SO}_4$ , PAC untuk menciptakan gumpalan yang lebih besar pada air limbah dan dilanjutkan dengan proses flokulasi. Tahapan flokulasi hanya dapat dilakukan jika ada pengadukan sebagai pembubuhan energi agar terjadi kontak antar partikel tersuspensi dengan koloid sehingga membentuk gumpalan (*flok*) dan dapat

dipisahkan dalam proses pengendapan maupun penyaringan. Cara lain yang digunakan ialah dengan proses adsorpsi dan pertukaran ion pada zat terlarut air limbah dengan memanfaatkan karbon aktif dan zeolit (Yuliasuti & Cahyono, 2017).

Pengolahan limbah secara biologi memanfaatkan mikroorganisme dan tumbuhan fitoremediasi sebagai bahan utama pengolahan air limbah. Setiap pengolahan limbah dengan cara biologi umumnya melalui proses aerob dan anaerob. Pengolahan secara biologi dapat dilakukan dengan pemanfaatan lumpur aktif yakni dengan memasukkan air limbah beserta lumpur aktif ke dalam tangki aerasi dengan pemberian oksigen sehingga terjadi peroses penguraian zat organik pada air dalam tangka aerasi oleh mikroorganisme yang ada dalam lumpur (Utami dkk, 2019). Selain menggunakan mikroorganisme, pemanfaatan tumbuhan dapat dilakukan sesuai dengan karakteristik air limbah dan kemampuan tumbuhan dalam mengolah air limbah. Salah satu contoh pemanfaatan tumbuhan dilakukan oleh Disyanto dkk (2014) dalam jurnalnya dengan menggunakan tumbuhan *Thypha Latifolia* atau umum disebut sebagai tanaman ekor kucing dalam mengolah limbah cair industri tahu. Tumbuhan *Thypha Latifolia* memiliki daya tahan tinggi serta akar serabut lebat sehingga dapat menyerap zat pencemar yang mampu menurunkan BOD pada air limbah industri tahu.

## **2.5 Metode Multi Soil Layering (MSL)**

*Multi Soil Layering* (MSL) ialah salah satu solusi berupa metode pengolahan air limbah dengan menggunakan tanah (*soil*) sebagai media utama. Pemanfaatan tanah dalam metode MSL dilakukan semaksimal mungkin dengan mempertinggi fungsi tanah melalui strukturnya. Pada negara berkembang, teknologi metode MSL akan sangat dibutuhkan karena mampu melindungi kelestarian lingkungan di masa depan. Pengolahan air limbah dengan metode MSL terbukti dapat menurunkan berbagai macam kontaminan dan bahan organik dan telah diterapkan pada negara seperti Jepang, Amerika dan Thailand juga Indonesia dengan menunjukkan efisiensi pengolahan yang tinggi dan berkontribusi dalam perlindungan lingkungan terutama (Chen, 2009).

MSL dikenal murah dari aspek biaya, dibandingkan dengan pengolahan air limbah secara Laguna, dan *Membran Bio Reactor* (MBR) serta mudah dari segi

pengoperasian dan pengontrolan (*Maintenance*) serta dapat dikatakan sederhana dalam pembuatannya karena memanfaatkan bahan yang berasal dari alam dan bahan organik seperti batuan kerikil, zeolit dan tanah serta serbuk gergaji yang mampu dengan mudah di temui pada daerah tropis termasuk Indonesia (Wakatsuki dkk, 1993).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Megah dan Hariwibowo (2015), metode *Multi Soil Layering* (MSL) yang tersusun dari lapisan tanah dan arang tempurung kelapa dalam pengolahan limbah domestik mampu menyisihkan konsentrasi TSS dengan efisiensi penurunan sebesar 58,42-71,05%. Penelitian lainnya yang dilakukan Adinda (2015) menjelaskan bahwa metode *Multi Soil Layering* (MSL) pada *treatment* air gambut menggunakan aneka variasi *Hydraulic Loading Rate* (HLR) serta material organik yang terdapat pada lapisan penyusun dapat menetralkan pH (pH influen bersifat asam dan pH air gambut efluen cenderung bersifat netral) sehingga berdasarkan angka efisiensi penyisihan parameter pencemar yang tinggi pada penelitian ini membuktikan bahwa metode MSL dapat dijadikan salah satu alternatif pengolahan air gambut. Sementara itu menurut Luanmanee dkk (2001) keunggulan sistem MSL yaitu mampu mengurai dan menurunkan kadar zat organik maupun anorganik (BOD, COD, fosfor dan N) dari air limbah secara simultan, memiliki kemampuan yang tinggi untuk menerima dan menyerap air (1000 - 4000 L/m<sup>2</sup> perhari, untuk tanah konvensional yaitu 10 - 40 L/m<sup>2</sup> perhari) dan komposisi material penyusunnya dapat diganti dengan material yang tersedia.

## 2.6 Material MSL

Reaktor MSL terdiri dari batu krikil, zeolit, tanah, arang, serbuk gergaji yang digabungkan dalam bata *Soil Mixture Blok* (SMB). Sebenarnya material-material yang digunakan dapat disesuaikan dengan kekayaan dan ketersediaan pada daerah dimana metode ini mau diterapkan dengan tetap menyesuaikan fungsinya. Pengolahan air limbah dapat ditingkatkan dengan penambahan bubuk arang dan aerasi tambahan, absorpsi fosfat dengan penambahan bijih besi, reduksi nitrogen dengan penambahan sumber karbon pada aerasi optimal, serta proses nitrifikasi dan denitrifikasi dapat diketahui dengan menambahkan serbuk gergaji sebagai material organik (Wakatsuki, 1993). Bahan dasar wadah reaktor MSL pada penelitian ini

dibuat dengan bahan dasar kaca sedangkan reaktor MSL berbahan lain seperti *fiberglass* dan akrilik pernah dilakukan Luanmane (2001) dan pada penelitian Sato (2005) pembuatan reaktor MSL menggunakan material beton.

Reaktor MSL disusun oleh 2 zona pengolahan air limbah yaitu aerob dan anaerob. Pada penelitian ini, lapisan aerob terdiri dari zeolit dan batu krikil dan lapisan anaerob ialah campuran tanah *Soil Mixture Blok* (SMB). Sedangkan MSL yang digunakan pada Thailand dan Jepang pada lapisan anaerob menggunakan campuran tanah dengan bahan organik tanah, bijih besi (Elystia dkk, 2012). Proses pengolahan air limbah yang terjadi pada MSL meliputi filtrasi, adsorpsi, absorpsi, biodegradasi, fiksasi, nitrifikasi, dan denitrifikasi.

Sistem MSL pada penelitian ini dilengkapi oleh pipa *inlet* ½ inch (pada permukaan lapisan batuan teratas), pipa *outlet* ½ inch (pada bagian bawah sistem MSL). wadah air limbah disusun pada atas tatakan yang *outlet* nya berada lebih tinggi dari sistem MSL, sehingga *outlet* wadah air limbah akan mudah mengalirkan limbah ke *inlet* sistem MSL melalui pipa ½ inch. Kemudian wadah ditempatkan di bawah *outlet* untuk menampung efluen dari *outlet* sistem MSL.

### 2.6.1 Zeolit

Zeolit ialah suatu mineral yang dihasilkan dari proses hidrotermal pada batuan beku basa, secara umum zeolit memiliki kemampuan untuk menyerap, menukar ion dan menjadi katalis. Salah satu kandungan zeolit ialah kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensi. Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit tetrahedral  $\text{AlO}_2$  dan  $\text{SiO}_2$  yang saling berhubungan melalui atom O, sehingga zeolit mempunyai rumus empiris  $x/n \text{ Mn} + [(\text{AlO}_2)_x(\text{SiO}_2)_y] \cdot z\text{H}_2\text{O}$  (Ginting dkk, 2017)

Menurut Said dkk (2008) zeolit pertama kali ditemukan oleh Axel Frederick Constedt pada tahun 1756 di Swedia. Istilah zeolit berasal dari Bahasa Yunani dari kata “zein” yang artinya membuih dan “lithos” yang berarti batu, Nama ini sesuai dengan sifat zeolit yang akan berbuih jika dipanaskan pada suhu  $100^\circ\text{C}$ . Batuan zeolit mudah di temukan di wilayah Indonesia seperti di daerah Sumatra Utara, Bayah, Tasikmalaya, Cibinong, Lampung, Bogor, hingga Sukabumi,

Sifat alami zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul didasari oleh struktur zeolit yang berongga, sehingga mampu menyerap sejumlah besar molekul

yang ukurannya lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Kristal zeolit yang terdehidrasi memiliki keefektifitasan adsorpsi yang sangat baik. Zeolit sebagai penukar ion terjadi karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah. Kation mampu bergerak secara bebas dalam rongga dan bisa ditukar dengan kation logam lain jika jumlahnya sama. Karena strukturnya berongga, anion atau molekul ukuran kecil lainnya dapat masuk dan terjebak pada zeolit (Widyastuti & Sari, 2011).

Zeolit memiliki berbagai kegunaan yang dapat dimanfaatkan. Kegunaan zeolit berdasarkan strukturnya menurut Ginting dkk (2007) di antaranya:

- a. Zeolit dapat berfungsi sebagai penyaring ion karena mempunyai saluran dan rongga dalam strukturnya. Zeolit mampu dimanfaatkan sebagai katalis dalam mempercepat sebuah proses reaksi kimia karena memiliki pori pada strukturnya.
- b. Zeolit dapat digunakan sebagai bahan penyerap apabila dipanaskan pada suhu yang tinggi sehingga terjadi proses dehidrasi yang menyebabkan zeolit mampu menyerap molekul  $N_2$ , He,  $O_2$ ,  $CO_2$ , Ar dan Kr karena struktur zeolit yang memiliki polaritas tinggi. Namun sifat dehidrasi pada zeolit mampu mempengaruhi terhadap kemampuan adsorpsinya. Zeolit mampu melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan sehingga medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan efektif berinteraksi terhadap molekul yang akan di adsorpsi.

Selain zeolit yang dapat dimanfaatkan dari alam, zeolit juga dapat berupa zeolit sintetis. Jenis-jenis zeolit menurut Said dkk (2008), di antaranya:

- a. Zeolit alam terdapat lebih dari 40 jenis mineral zeolit yang mampu dijumpai. Zeolit yang berasal dari alam akan ditemukan pada lubang-lubang batuan lava pada batuan sedimen-sedimen khususnya sedimen piroklastik halus.
- b. Berdasarkan sifat unik zeolit dengan susunan atom hingga kandungannya yang mampu dimodifikasi, para peneliti berinovasi menciptakan zeolit sintetis dengan sifat khusus yang sesuai dengan keperluannya. Zeolit sintesis diwujudkan dengan bahan kimia lain yang dapat menyerupai zeolit. Berbagai macam rekayasa sintesis zeolit diantara adalah zeolit kandungan Si rendah, zeolit Si sedang, zeolit Si tinggi dan zeolit Si.

### 2.6.2 Kerikil

Batu kerikil merupakan batu butiran yang berukuran lebih kecil dari kerakal serta lebih besar daripada pasir, dikira-kira sebesar biji kacang tanah. Batu kerikil berasal dari letusan gunung berupa berupa lahar dingin yang biasanya terkandung dalam abu vulkanik. Batu kerikil dikelompokkan sebagai batu pasir dengan kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) maupun alumina ( $\text{AlO}_3$ ) yang tinggi. Kerikil tersedia dalam macam warna ukuran dan bentuk, namun biasanya bertekstur halus dengan bentuk bulat akibat dari pecahan batu gunung yang terseret air hingga ke laut dan saling beradu dan terkikis air selama ribuan tahun, sehingga dapat dijumpai di pesisir pantai. Dalam pemanfaatannya sebagai filter air fungsi kerikil ialah sebagai celah agar air dapat mengalir pada lubang bawah (Fajri dkk, 2017).

Yuliani dkk (2018) dalam jurnalnya menyebutkan bahwa penggunaan kerikil dalam kondisi anaerob selama 10 hari menjadi 267,2 mg/L pada pengolahan air limbah, terjadi penurunan BOD sebesar 1.050,8 mg/L dengan efektivitas 79,73%. Sedangkan dalam kondisi aerob selama 7 hari dengan media botol plastik bekas dan diberi aerator diperoleh kadar BODs yaitu dari 267,2 mg/L menjadi 110 mg/L sehingga terjadi penurunan sebesar 157,2 mg/L dengan efektifitas 58,83%.

Kerikil berasal dari batu besar yang hancur akibat adanya reaksi alam yang dikenal dengan pelapukan. Pelapukan pada batu besar dapat terjadi karena perubahan suhu secara tiba-tiba dan aktivitas lumut pada batu. Kerikil umumnya berwarna kuning hingga abu-abu dan tahan terhadap cuaca juga dikatakan sebagai agregat kasar yang keras dan mengandung mineral seperti batu, karena pengerasan dan banyaknya kuarsa. Berdasarkan ukuran, krikil dibedakan atas beberapa jenis, diantaranya (Wuryati dan Candra, 2001):

- a. Ukuran 5-10mm adalah krikil/kricak halus.
- b. Ukuran 10-20mm adalah krikil/kricak sedang.
- c. Ukuran 20-40mm adalah krikil/kricak kasar.
- d. Ukuran 40-70mm adalah krikil/kricak kasar sekali.
- e. Ukuran >70mm biasanya digunakan dalam pembuatan beton siklop

### 2.6.3 Soil Mixture Block (SMB)

*Soil Mixture Block* (SMB) dapat diartikan sebagai gabungan tanah yang dibentuk menyerupai batu bata dan memiliki peran yang sangat penting pada sistem

MSL. Pada SMB, komponen bahan penyusun akan sangat mempengaruhi kinerja MSL. Komponen SMB pada penelitian ini terdiri dari tanah andosol, serbuk gergaji, dan arang. Tanah andosol dapat ditemukan pada daerah tropis pegunungan vulkanik karena tanah ini sendiri merupakan tanah yang mengandung bahan organik tinggi dan memiliki karakteristik berwarna hitam kecoklatan, memiliki tekstur yang bervariasi dari lempung berpasir hingga liat berpasir tergantung dari aktivitas vulkanis yang telah terjadi pada tanah dan bersifat *smeary* yaitu terasa licin apabila tanah dalam keadaan lembab yang menunjukkan kandungan non-kristalis pada tanah yang mempengaruhi pada pengembangan fisik tanah dengan sangat baik sebagai sebuah media (Sukarman & Dariah, 2014). Tanah dapat berperan sebagai penyaring (*filtrasi*) dan sebagai zona mikroorganisme berkembang. Bahan organik seperti serbuk gergaji menjadi sumber karbon sebagai pasokan untuk proses denitrifikasi. Arang dapat menyerap beragam kontaminan dari air limbah. Serbuk gergaji mengandung lignin, selulosa, serta zat ekstraktif kayu sebagai komponen utama dengan sifat mudah menyerap air (hidroskopik). Serbuk kayu mudah menyerap air karena merupakan bahan yang berpori. Arang sangat efektif untuk menyerap ion logam berat, dan mampu dimanfaatkan untuk penanganan limbah organik pada perairan yang terdampak polusi (Ademiluyi dkk, 2009).

## 2.7 Prinsip Kerja *Multi Soil Layering* (MSL)

Proses pengolahan air limbah MSL menurut Luanmanee dkk (2001) memiliki prinsip kerja yang meliputi proses filtrasi, adsorpsi, absorpsi, dekomposisi, nitrifikasi dan denitrifikasi. Uraian mengenai prinsip kerja MSL adalah sebagai berikut:

### 1. Filtrasi

Filtrasi dalam metode MSL terjadi pada lapisan dimulai dari masuknya air melalui *inlet* kemudian melalui SMB dan lapisan batu kerikil. Filtrasi merupakan tahapan pemisahan antara solid dan *liquid* yang dilakukan dengan mengalirkan cairan melalui media berpori. Proses filtrasi dapat terjadi disebabkan adanya gaya gravitasi, gaya tekanan dan gaya sentrifugal. Filtrasi pada metode MSL bertujuan untuk memisahkan air dengan kotoran tersuspensi, dan memisahkan kandungan bakteri pada air limbah (Wakatsuki dkk, 1993).

2. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses ketika fluida terikat pada suatu padatan yang kemudian membentuk lapisan tipis pada permukaan padatan yang mengikatnya. Pada metode MSL adsorpsi terjadi pada lapisan permukaan SMB. Bahan organik limbah cair akan diadsorpsi pada lapisan teratas SMB serta pada permukaan zeolit (Wakatsuki, 1993).

3. Absorpsi

Pada metode MSL, absorpsi terjadi pada lapisan SMB. Absorpsi adalah pemindahan sebuah fase fluida dari satu media ke media lainnya. Absorpsi akan terjadi jika proses penyerapan berlangsung pada lapisan dalam (Wakatsuki, 1993).

4. Dekomposisi

Menurut Sunarto (2003) proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme aerob akan terjadi ketika material organik air limbah telah melalui proses adsorpsi pada metode MSL di lapisan atas SMB dan permukaan kerikil. Berdasarkan hal tersebut, dekomposisi dapat diketahui sebagai proses penghancuran bahan organik dengan bantuan mikroorganisme secara fisika. Dekomposisi dipengaruhi oleh oksigen, bakteri, bahan organik, nutrisi, suhu, kelembaban dan pH.

5. Nitrifikasi

Nitrifikasi dalam MSL berlangsung pada lapisan batuan dan sekat antara lapisan batuan dan lapisan SMB. Nitrifikasi merupakan sebuah reaksi oksidasi pembentukan nitrit atau nitrat dari amonia. Proses nitrifikasi berlangsung secara biologi dan kimia. Kelancaran proses nitrifikasi sangat dipengaruhi dengan ketersediaan oksigen pada limbah cair dan akan terhenti apabila pH pada air dalam keadaan rendah. (Hastuti, 2011).

6. Denitrifikasi

Denitrifikasi adalah proses reaksi reduksi kandungan nitrat menjadi nitrit, nitrit oksida dan gas nitrogen. Denitrifikasi mampu terjadi apabila bakteri yang ada dalam tanah tidak mencukupi. Pada metode MSL, denitrifikasi terjadi pada lapisan SMB (Hastuti, 2011).

## 2.8 Siklus Pengoperasian MSL

### 2.8.1 Debit air limbah RPH

Debit air limbah merupakan aliran air limbah yang bersifat *continue* (terus-menerus), diperoleh berdasarkan proses produksi pada sebuah industri tersebut. Beberapa industri melakukan beroperasi produksi sepanjang hari dan sebagian beroperasi pada waktu-waktu yang ditentukan (pagi hingga sore atau sore hingga pagi hari). Menurut Imam dan Elnakar (2014), penentuan faktor jam puncak didapatkan dengan perbandingan debit jam puncak dan debit rata-rata harian pada waktu 1 minggu, dan faktor harian maksimum dapat diperoleh dengan perbandingan debit maksimum hari dan debit rata-rata harian pada waktu 1 minggu.

Macam-macam jenis debit pada air limbah menurut Oktiawan (2015), di antaranya:

a. Debit rata-rata

b. Debit infiltrasi

Debit infiltrasi didapatkan dari penambahan limpasan air hujan lubang *manhole* dan tutup-tutup bak kontrol (*debit inflow*). Debit infiltrasi merupakan 10 hingga 20% dari besarnya debit air buangan perhitungan debit infiltrasi.

$$Q_{inf} = 10\% \times Q_{ab}$$

c. Debit harian maksimum

Debit maksimum harian ialah debit yang air limbah yang dihasilkan pada keadaan pemakaian air maksimum. Saat mengukur debit air pada waktu yang ditentukan dalam sehari debit maksimum dapat ditentukan melalui grafik dengan mengetahui titik puncaknya. Perhitungan debit maksimum dapat dicari dengan rumus:

$$Q_{maks} = f_p \times Q_{ab}$$

d. Debit Puncak

Debit puncak merupakan debit air limbah untuk menghitung dan menentukan dimensi saluran. Debit puncak diperoleh dari penjumlahan debit maksimum dan debit infiltrasi. Perhitungan debit puncak (*Q peak*) air limbah adalah dengan akumulasi pada setiap segmen pipa hingga memasuki IPAL Debit puncak dapat dihitung dengan rumus:

$$Q_{\text{peak}} = Q_{\text{maks}} + Q_{\text{infiltrasi}}$$

e. Debit Minimum

Debit minimum dikatakan sebagai debit air buangan saat minimum yang berguna dalam menentukan kedalaman minimum untuk menentukan apakah saluran harus digelontorkan atau tidak. Perhitungan  $Q_{\text{min}}$  dapat ditentukan dengan rumus:

$$Q_{\text{min}} = 0,2 \times Q_{\text{rata-rata}}$$

### 2.8.2 Hydraulic Loading Rate (HLR)

*Hydraulic Loading Rate (HLR)* dapat dikatakan sebagai besar kecilnya laju pembebanan hidrolis air limbah berdasarkan bidang permukaan dalam satuan waktu tertentu. Dalam pengoperasian metode MSL, HLR memiliki peran penting dalam menentukan seberapa banyak air limbah yang akan dialiri ke reaktor MSL dan mempengaruhi penentuan waktu detensi. Semakin rendah HLR, maka akan semakin tinggi persentase MSL untuk mereduksi konsentrasi zat pencemar. Namun, tingkat penghapusan BOD, COD, nitrogen dan fosfor lebih tinggi pada HLR yang lebih tinggi. Penentuan HLR yang tepat akan mampu menghindari terjadinya penyumbatan (*clogging*) pada reaktor MSL ketika dioperasikan (Masunaga 2007).

Menurut Salmariza (2011), HLR 250 L/m<sup>2</sup>hari dan 500 L/m<sup>2</sup>hari adalah perlakuan yang sangat efektif dengan presentase penyisihan 70% dan konsentrasi di bawah baku mutu bagi seluruh bahan organik. Efisiensi penurunan BOD 86-99%, COD 71-96%, TSS 77-88% serta minyak/lemak 60-80%.

### 2.8.3 Waktu detensi

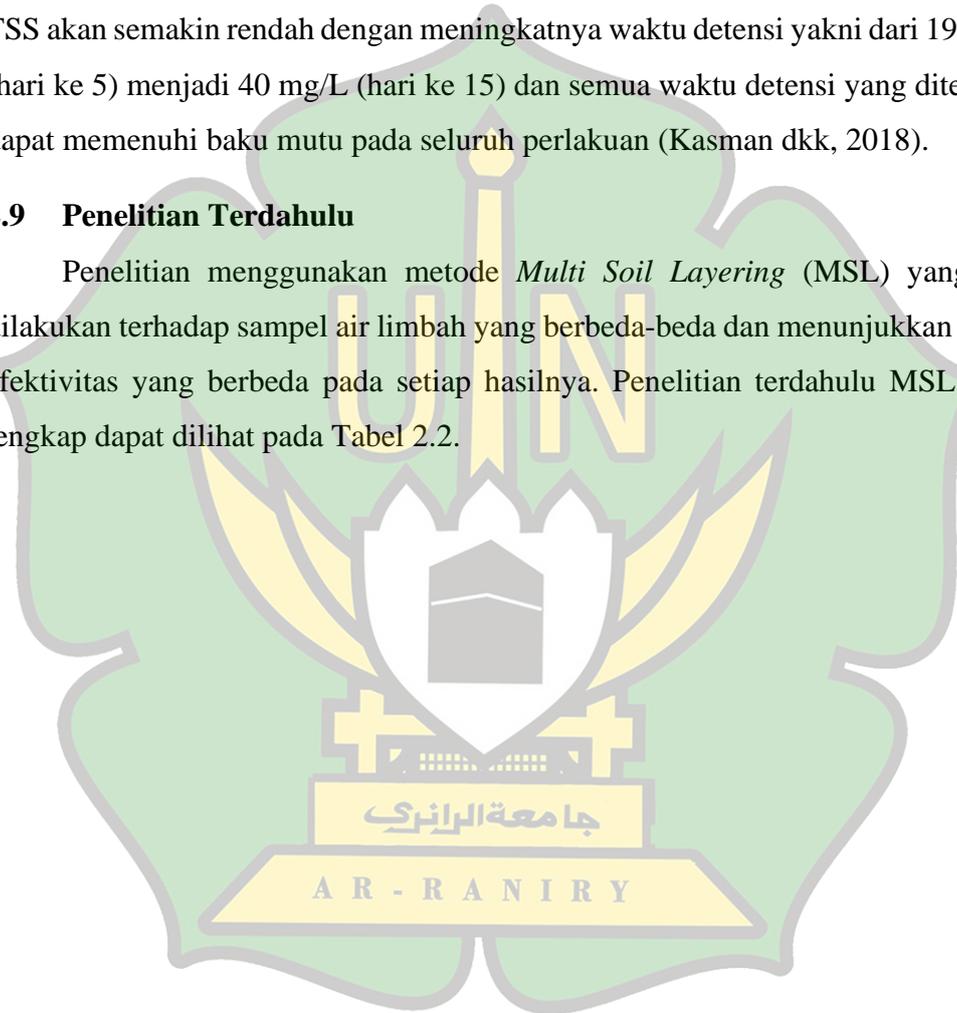
Waktu detensi merupakan waktu yang dibutuhkan dalam sistem pengolahan sehingga pengolahan dapat dilakukan secara optimal. Semakin lama durasi waktu tinggal air limbah pada sistem pengolahan dan semakin lama waktu kontak antara bahan organik dengan mikroorganisme pada limbah cair menyebabkan penyisihan kandungan organik dapat efisien. Maka, lamanya waktu detensi menghasilkan penyisihan yang semakin besar (Tasbieh, Ahmad, & Muria, 2015). Waktu detensi akan mempengaruhi keefisienan serta keefektifitasan pengolahan sebab menjadi penentu durasi kontak antar limbah cair dan mikroorganisme serta oksigen yang dihasilkan. Semakin lama durasi waktu detensi, akan semakin menurun konsentrasi pencemar dan meningkat pula efisiensi reduksi. Hal yang dapat mempengaruhi

waktu detensi diantaranya permeabilitas serta konduktivitas hidrolis media sistem pengolahan.

Pada penelitian Kasman dkk (2018) waktu detensi selama 15 hari mampu menghasilkan reduksi tertinggi dengan konsentrasi BOD 97 mg/L, TSS 40 mg/L dan minyak/lemak 4,2 mg/L hingga memenuhi standar baku mutu limbah cair industri tahu yaitu PERMEN LH No.5 tahun 2014. Pengaruh waktu detensi pada proses reduksi BOD, TSS dan minyak/lemak sangat besar hingga konsentrasi nilai TSS akan semakin rendah dengan meningkatnya waktu detensi yakni dari 192 mg/L (hari ke 5) menjadi 40 mg/L (hari ke 15) dan semua waktu detensi yang ditetapkan dapat memenuhi baku mutu pada seluruh perlakuan (Kasman dkk, 2018).

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian menggunakan metode *Multi Soil Layering* (MSL) yang telah dilakukan terhadap sampel air limbah yang berbeda-beda dan menunjukkan tingkat efektivitas yang berbeda pada setiap hasilnya. Penelitian terdahulu MSL secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.2.



**Tabel 2.2** Penelitian Terdahulu Tentang Penggunaan Metode MSL

No	Peneliti	Jenis Media	Jenis Sampel	HLR	Parameter yang Diuji	Konsentrasi Awal	Efektivitas Penurunan
1	Pasaribu, 2006	Tanah andosol dan arang aktif tempurung kelapa	Air limbah industri karet remah	480 L/m <sup>2</sup> /hari	TSS BOD COD N-NH <sub>3</sub>	55 mg/L 50,2 mg/L 51,9 mg/L 11,0 mg/L	52,79-62,96% 57,87-61,53% 43,17-50,7% 94,03-95,88%
2	Irmanto, 2009	Tanah andosol dan arang aktif tempurung kelapa	Air limbah industri tahu	160 L/m <sup>2</sup> /hari, 320 L/m <sup>2</sup> /hari, 480 L/m <sup>2</sup> /hari, 800 L/m <sup>2</sup> /hari	BOD COD TSS	3595,05 mg/L 7860 mg/L 820 mg/L	94,21-98,89% 90,32-95,53% 71,55-78,62%
3	Herman dkk, 2017	Tanah andosol, serbuk gergaji, besi dan arang	Air irigasi	250 L/m <sup>2</sup> /hari, 500 L/m <sup>2</sup> /hari, 1000 L/m <sup>2</sup> /hari.	BOD COD NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	496,3 mg/L 1306 mg/L 2,32 mg/L < 0,01 mg/L < 0,2 mg/L	98,84-99,73% 97,21-99,59% - - -
4	Salmariza dkk, 2011	Tanah andosol, arang dan serbuk gergaji	Limbah industry <i>edible oil</i>	250 L/m <sup>2</sup> /hari, 500 L/m <sup>2</sup> /hari, 1000 L/m <sup>2</sup> /hari, 1500 L/m <sup>2</sup> /hari.	BOD COD TSS Minyak dan Lemak	146,87 mg/L 242-751 mg/L 84-580 mg/L 58 – 87 mg/L	86-99% 71-96% 77-88% 60-80%

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

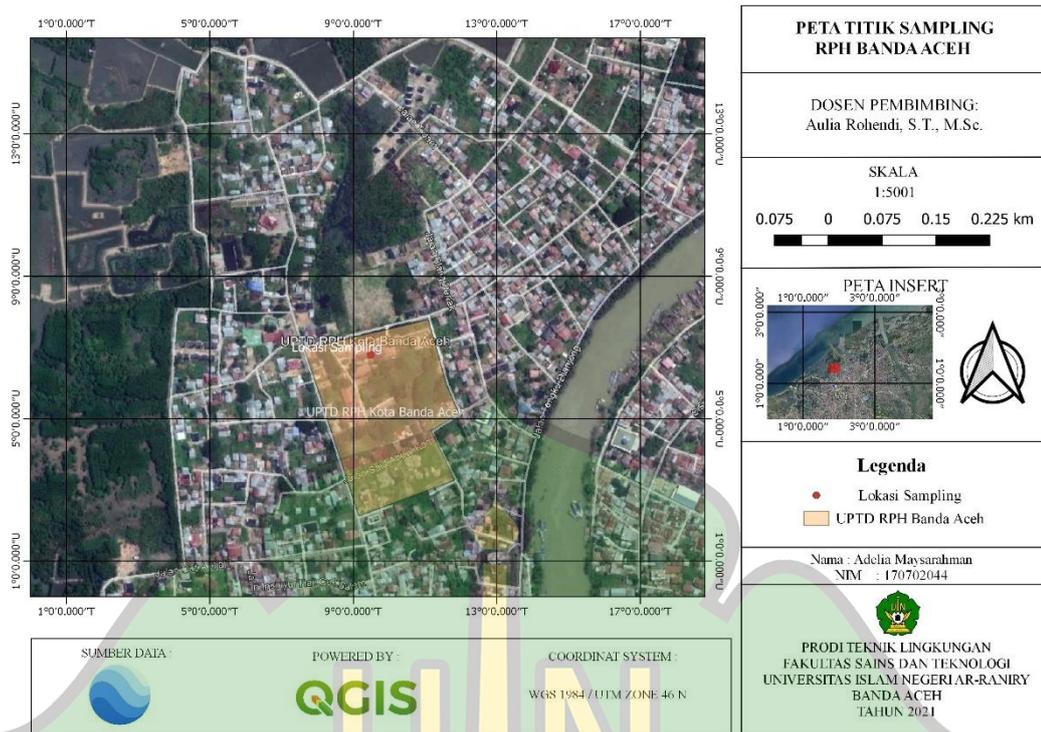
#### **3.1 Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif menggunakan metode eksperimental. Pendekatan metode eksperimental yang digunakan ialah dengan perlakuan *Multi Soil Layering* (MSL) untuk memperbaiki kandungan pH dan mereduksi COD dan TSS pada limbah cair RPH Banda Aceh. Pengujian kualitas air berdasarkan parameter pH dilakukan berdasarkan SNI 6989.11-2009, pengujian COD dengan metode yang sesuai SNI 6989.2-2009 serta pengujian TSS mengacu pada SNI 6989.3-2004. Pembuatan reaktor MSL (*Multi Soil Layering*) ialah dengan menyusun batuan kerikil, zeolit dan SMB (*Soil Mixture Blok*) yang merupakan gabungan dari tanah andosol, arang dan serbuk gergaji. Sampel yang digunakan ialah dari *outlet* Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) limbah cair Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Rumah Potong Hewan (RPH) Kota Banda Aceh. Pengambilan sampel air limbah pada RPH Banda Aceh dilakukan merujuk pada SNI 6989.59.2008 tentang Metode Pengambilan Air Limbah. Setelah dilakukan pengujian dan pengolahan terhadap limbah cair dengan MSL, maka dapat diketahui efektivitas metode reaktor MSL dalam menurunkan kadar pencemar limbah cair UPTD RPH Banda Aceh berdasarkan parameter pH, COD dan TSS.

#### **3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

##### **3.2.1 Lokasi penelitian**

Lokasi pengambilan sampel limbah cair ialah pada UPTD Rumah Potong Hewan (RPH) Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja, Kota Banda Aceh yang merupakan salah satu fasilitas milik Dinas Kelautan Perikanan dan Pertanian Kota Banda Aceh. Titik Koordinat lokasi pengambilan sampel ialah 5°34'7.14"U dan 95°18'55.84"T dan peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Peta Lokasi Pengambilan Sampel

*Sumber: Google Earth*

Lokasi pengujian terhadap parameter pH, COD dan TSS pada limbah cair RPH Banda Aceh dilakukan di Laboratorium Multifungsi Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.

### 3.2.2 Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan 11 bulan yaitu pada bulan Februari hingga Desember 2021. Awal bulan Februari dilakukan penentuan judul dan studi literatur Proposal Tugas Akhir hingga Juni. Setelah itu, pada bulan Juli dilaksanakan perhitungan debit aliran dan observasi awal pada kondisi limbah cair UPTD RPH Banda Aceh dan diikuti akhir Juli dilakukan pembuatan reaktor *Multi Soil Layering* (MSL) serta dilakukan pengolahan sampel limbah cair UPTD RPH Banda Aceh dengan reaktor MSL. Akhir bulan September 2021 setelah pengolahan dengan reaktor MSL, dilakukan pengujian pH, COD dan TSS terhadap hasil limbah cair setelah dilakukan pengolahan dengan reaktor MSL dan dilihat efektivitasnya dan pada akhir November hingga Desember dilakukan tahap analisis data dan pelaporan hasil penelitian. Jadwal pelaksanaan penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.1.



### 3.3 Sumber dan Jenis Data

Data primer dapat dikatakan sebagai salah satu teknik pengumpulan data yang didapatkan dari hasil pengamatan, observasi dan wawancara pada sebuah objek penelitian. Data primer yang dipakai pada penelitian ini ialah data hasil uji sampel air limbah RPH, data pengukuran debit air limbah RPH, pengamatan dan observasi secara langsung pada RPH.

Data Sekunder didapatkan dari studi penelitian maupun laporan serta dokumentasi terdahulu seperti jurnal, buku dan artikel ilmiah yang terkait. Sumber data sekunder penelitian ini ialah studi literatur buku tentang pengolahan limbah cair, jurnal, undang-undang, PERMEN LH No. 5 Tahun 2014, peta lokasi penelitian dari *Google Earth*.

### 3.4 Instrumen, Alat dan Bahan Penelitian

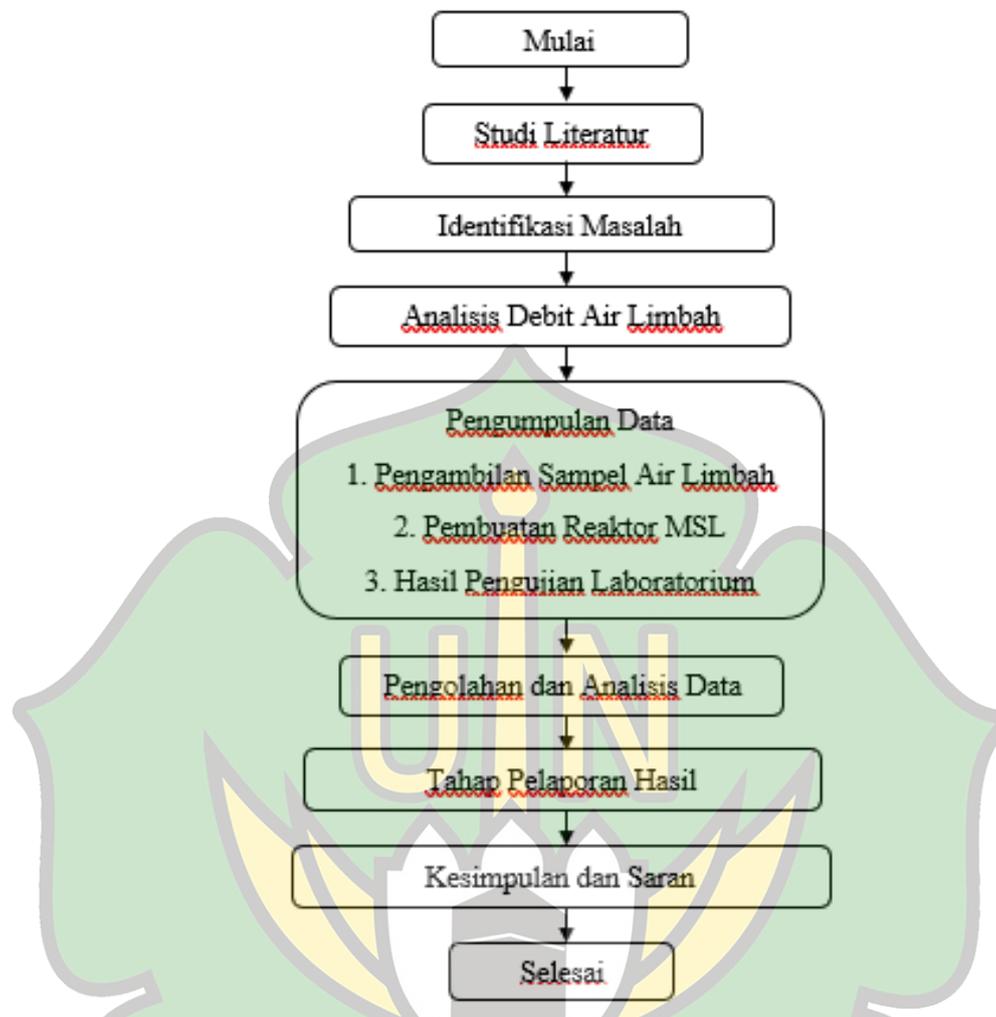
Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah lembar observasi yang ditujukan untuk mengetahui lebih lanjut mengenai keadaan limbah cair RPH Banda Aceh, lembar wawancara yang dilakukan dengan kepala UPTD RPH Banda Aceh dan reaktor MSL sebagai metode pengolahan limbah cair.

Reaktor MSL dibuat menggunakan bahan dasar kaca dengan susunan kerikil, jaring plastik, zeolit, blok campuran tanah dan ditutup dengan lapisan zeolit secara berurutan. Pada dasar reaktor akan diberikan pipa sebagai *outlet* dan pada bagian atas reaktor juga diberikan pipa sebagai *inlet*.

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya meliputi Kamera, *Stopwatch*, Alat Perekam, Sarung Tangan, Masker, Kotak *fiber*, Gelas Beker, Gelas Ukur, Pipet Ukur, Pipet Tetes, Corong, *Stirrer*, Oven, Kertas Saring. Sementara itu, bahan- bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah sampel air limbah RPH Banda Aceh, Es Batu, Aquadest,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $H_2SO_4$ , NaOH,  $MnSO_4$ ,  $Na_2S_2O_3$ .

### 3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah tahapan yang digunakan ketika menyusun penelitian. Prosedur penelitian dapat dijadikan sebagai acuan alur dalam penelitian. Pada penelitian ini, prosedur penelitian dapat secara lengkap dilihat di bagan alir Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Bagan Alir Penelitian

### 3.6 Tahap Persiapan

Tahapan persiapan merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan sebelum dimulainya penelitian. Hal-hal penting yang digunakan dan mempengaruhi penelitian harus mendapatkan perhatian pada tahapan persiapan. Tahap persiapan bertujuan untuk memaksimalkan proses dan tahapan dalam penelitian ini sehingga penelitian semakin efektif dan efisien. Persiapan yang dilakukan dengan merumuskan latar belakang masalah dan mengidentifikasi masalah, melakukan observasi awal dan peninjauan lokasi penelitian serta mengurus administrasi terkait penelitian yang dibutuhkan.

### 3.7 Tahap Pelaksanaan

#### 3.7.1 Metode observasi debit

Debit air limbah pada penelitian ini diperoleh dengan menghitung debit air limbah hasil daripada kegiatan proses pemotongan hewan pada UPTD RPH Banda Aceh. Observasi debit aliran air limbah UPTD RPH Banda Aceh dilakukan selama 2 minggu setiap hari Senin, Sabtu dan Minggu. Pemilihan hari perhitungan debit dilakukan berdasarkan informasi yang diperoleh dari Pak Gunawan selaku Kepala UPTD RPH Banda Aceh. Menurut Pak Gunawan, jumlah pemotongan sapi Senin hingga Jumat relatif sama sehingga pengambilan dilakukan pada hari Senin, sedangkan pada hari Sabtu dan Minggu jumlah pemotongan relatif berbeda dari hari biasanya, hal ini disebabkan oleh faktor hari kerja dan kebutuhan akan daging yang meningkat saat menjelang hari libur setiap minggunya.

Perhitungan debit dihitung dengan menampung air limbah dalam gelas ukur berukuran 1000 ml dan dicatat waktunya menggunakan *stopwatch*. Setelah diperoleh volume tampungan air limbah, hasil dibagi dengan waktu yang telah dicatat sehingga didapatkan debit satuan air limbah UPTD RPH Banda Aceh. Debit rata-rata didapatkan dengan menjumlahkan seluruh hasil debit harian kemudian dibagi dengan total hari pengambilan debit.

#### 3.7.2 Metode sampling air limbah

Sampel air limbah yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari saluran *outlet* IPAL air limbah yang ada pada UPTD RPH Banda Aceh dan diambil tanggal 18 November 2021 pukul 05:00 WIB. Metode sampling yang dilakukan merujuk pada SNI 6989.59.2008 Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Adapun cara sampling dilakukan dengan tahapan sebagai berikut dan dapat dilihat pada Gambar 3.2.

- a. Alat-alat yang digunakan adalah botol plastik, tisu, sarung tangan, masker, kertas label, gayung dan kotak *fiber* besar.
- b. Bahan yang digunakan yaitu es batu untuk pengawetan sampel air limbah.
- c. Prosedur pengambilan sampel dengan tujuan mengetahui kualitas air sebagai berikut: disiapkan alat pengambil sampel sesuai dengan jenis air yang diuji, lalu dibilas alat menggunakan air sampel yang diambil sebanyak 3 kali, kemudian dilakukan pengambilan sampel air limbah dengan

menggunakan gayung, lalu dimasukkan sampel air ke dalam botol plastik. Selanjutnya, sampel yang sesuai untuk peruntukan analisis dan dimasukkan ke dalam botol plastik sesuai. selanjutnya, diberi label dengan mencantumkan nomor sampel, tanggal dan waktu pengambilan. Lalu, sampel dimasukkan dalam wadah berupa kotak *fiber* besar yang berisi es batu, kemudian dilakukan pengujian dengan segera untuk parameter pH secara langsung dilapangan, sedangkan pengujian COD, dan TSS dilakukan pada Laboratorium yang telah ditentukan.

- d. Ketika sampling air limbah, air limbah RPH Banda Aceh diambil untuk dilakukan pengolahan pada reaktor MSL ialah sebanyak 10000 ml dan dimasukkan pada wadah plastik



(a)

(b)

**Gambar 3.3** Pengambilan Sampel

(Sumber: Dokumen Pribadi)

### 3.7.3 Prosedur pengujian sampel

Parameter air limbah yang di uji pada penelitian ini ialah pH, COD dan TSS. Seluruh pengujian terhadap parameter dilakukan berdasarkan SNI yang berlaku dan terbaru.

#### 1. pH

Pengujian nilai pH menggunakan SNI 6989.20-2019. Metode pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter dengan melihat ion hidrogen pada sampel. Pengujian dilakukan dengan cara berikut:

- a. Keringkan elektroda dan bilas menggunakan air suling.

- b. Alirkan atau bilas alat elektroda menggunakan air sampel.
  - c. Dimasukkan elektroda ke sampel hingga pH meter menampilkan pembacaan yang tetap.
  - d. Catat hasil yang muncul pada pH meter.
2. *Chemical Oxygen Demand (COD)*  
 Pengujian COD merujuk SNI 6989.72 2009 Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (COD).

a. Bahan

- Sampel limbah cair RPH
- *Digestion solution* konsentrasi rendah. Ditambahkan  $K_2Cr_2O_7$  sebanyak 1,022 g yang dikeringkan selama 2 jam dengan suhu  $150\text{ }^\circ\text{C}$  pada 500 mL air suling. Selanjutnya ditambahkan  $H_2SO_4$  pekat sebanyak 167 mL dan  $HgSO_4$  33,3 g. dilarutkan, dan didinginkan pada suhu ruang dan diencerkan hingga 1000 mL.
- Larutan pereaksi asam sulfat. 13 Larutkan kristal  $Ag_2SO_4$  sebanyak 10,12 g dalam 1000 mL  $H_2SO_4$  pekat dan dilakukan pengadukan hingga terlarut.

b. Alat

- Spektrofotometer sinar tampak (400 nm - 700 nm).
- Kuvet.
- *Digestion vessel*, kultur tabung borosilikat ukuran 16 mm x 100 mm bertutup ulir.
- Pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung (*heating block*).
- Pipet volumetrik 5,0 ml, 10,0 ml, 15,0 ml, 20,0 ml dan 25,0 ml.
- Timbangan analitik ketelitian 0,1 mg.

c. Prosedur proses pengujian

1) Proses *digestion*

- Pipet volume contoh uji, ditambahkan *digestion solution* dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang pada tabung kultur 16 x 100 mm, volume yang ditambahkan sebagai berikut:
  - Sampel (2,50 ml)
  - *Digestion solution* (1,50 ml)
  - Larutan pereaksi asam sulfat (3,5 mL)

- Ditutup tabung lalu dikocok pelan hingga mencapai homogen;
- Tabung ditempatkan pada pemanas dengan suhu 150 °c, dan dilakukan refluks selama 2 jam. Kurva kalibrasi dibuat dengan beberapa tahapan diantaranya:
  - Dihidupkan alat lalu optimalkan alat uji spektrofotometer dengan petunjuk kemudian atur panjang gelombang pada 420 nm;
  - Diukur serapan masing-masing larutan kerja kemudian catat dan plotkan terhadap kadar COD.

2) Pengukuran contoh uji

- Didinginkan perlahan contoh yang telah direfluks hingga suhu ruang untuk mencegah adanya endapan;
- Dibiarkan mengendap dan dipastikan yang diukur benar-benar jernih;
- Digunakan pereaksi air sebagai larutan referensi;
- Diukur serapan contoh uji pada panjang gelombang 420 nm.
- Dihitung kadar COD berdasarkan linear pada kurva kalibrasi.

3. *Total Suspended Solid (TSS)*

Pengujian TSS dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.3:2004 Air dan air limbah pada Bagian 3 yaitu Cara uji padatan tersuspensi total (TSS). Berikut merupakan prosedur pengujiannya:

a. Prinsip

Sampel homogen dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring yang sudah ditimbang. Hasil residu pada kertas saringan dikeringkan sampai menyentuh berat konstan dengan suhu 103°C - 105°C. Kenaikan berat saringan akan mewakili TSS. Jika dalam penyaringan padatan tersuspensi menghambat saringan sehingga penyaringan menjadi lama, diameter pori-pori saringan harus diperbesar maupun mengurangi volume sampel. TSS dapat diperoleh dengan menghitung perbedaan antar padatan terlarut total dan padatan total.

b. Bahan

- Jenis kertas saring:
  - Jenis Whatman Grade 934 AH, ukuran pori (*Particle Retention*) 1,5 µm
  - Jenis Gelman tipe A/E, ukuran pori (*Particle Retention*) 1,0 µm

- E-D *Scientific Specialities* grade 161 (VWR brand grade 161) dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,1  $\mu\text{m}$
- Saringan dengan ukuran pori 0,45  $\mu\text{m}$ .

- Air suling

c. Peralatan

Alat dibutuhkan dalam pengujian TSS adalah desikator dengan silika gel, oven sebagai alat pengoperasian dengan suhu 103°C - 105°C, timbangan analitik ketelitian 0,1 mg, pipet volum, gelas ukur, alat pengaduk magnetic, cawan aluminium dan cawan *Gooch*, penjepit dan kaca arloji serta alat vakum.

d. Persiapan Pengujian

Persiapan awal yang dilakukan adalah persiapan kertas saring, diletakkan pada alat filtrasi kemudian dipasang vakum dan tempat pencuci dengan 20ml air suling. Selanjutnya, dilakukan penyedotan sehingga sisa air dapat dihilangkan dan matikan vakum kemudian hentikan pencucian. Kertas saring pada alat filtrasi dipindahkan menuju wadah timbang aluminium. Dengan memakai *Gooch* bisa langsung dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 103°C - 105°C selama 1 jam, dinginkan dengan desikator dan ditimbang. Diulangi tahap pengeringan sampai didapatkan berat konstan sampai lebih kecil dari 4% atau lebih kecil dari 0,5 mg terhadap penimbangan sebelumnya.

e. Prosedur

Tahapan pengujian TSS yaitu dilakukan penyaringan dengan menggunakan alat vakum dengan membasahi saringan dengan air suling sedikit kemudian dilakukan pengadukan sampel menggunakan alat pengaduk magnetik dengan tujuan memperoleh contoh uji yang semakin homogen. Pipet sampel dengan volume tertentu, dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik. Kertas saring atau saringan dicuci menggunakan 3 x 10 mL air suling. Setelah kering, lanjutkan penyaringan menggunakan vakum hingga 3 menit hingga diperoleh penyaringan sempurna. Bagi contoh uji dengan yang mengandung padatan terlarut yang tinggi diperlukan pencucian tambahan. Selanjutnya, dipindahkan dengan hati-hati kertas saring dari alata penyaring menuju ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika dipakai cawan *Gooch*, maka dipindahkan cawan dari peralatannya dan keringkan menggunakan oven dengan suhu

103°C - 105°C selama 1 jam dan dinginkan dengan desikator sehingga dapat seimbang suhu dan timbang. Pengulangan dilakukan pada pengeringan, pendinginan dengan desikator, dan dilakukan penimbangan hingga diperoleh berat konstan atau perubahan berat yang sampai lebih kecil dari 4% atau lebih kecil dari 0,5 mg terhadap penimbangan sebelumnya.

f. Perhitungan

$$\text{TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (mL)}}$$

Keterangan:

A = Berat kertas saring + residu kering, mg

B = Berat kertas saring, mg.

#### 3.7.4 Penentuan laju aliran (HLR) dan waktu detensi

Besarnya HLR yang diberikan berpengaruh dalam menentukan beban air limbah yang akan dialirkan ke dalam sistem (ml/menit) Adapun variasi HLR yang akan didapatkan berdasarkan besaran volume air limbah yang dimasukkan dalam reaktor. Dalam penelitian ini volume air limbah yang dimasukkan ialah 0,5 liter, 0,75 liter dan 1 liter dengan masing-masing tiga kali percobaan. Sedangkan waktu detensi ditetapkan berdasarkan waktu tetesan air pertama masuk kedalam reaktor MSL hingga air tidak menetes lagi dari *outlet* reaktor.

#### 3.7.5 Prosedur eksperimental

Reaktor MSL direncanakan berbahan dasar kaca dengan ukuran 15 cm x 60 cm x 60 cm. Susunan reaktor MSL lapisan pada dasar reaktor ialah batu kerikil berukuran 1-3 cm dengan ketinggian 5 cm kemudian dilapisi dengan jaring plastik. Lapisan kedua diisi zeolit berukuran 0,25-0,5 cm dan tinggi 5cm. Lapisan ketiga diisi dengan *Soil Mixture Block (SMB)* yaitu blok yang berisi campuran tanah andosol, arang dan serbuk gergaji dengan perbandingan 2:1:1 yang berukuran 10 cm x 30 cm x 6 cm dengan ukuran yang akan dicetak menjadi bata menggunakan tripleks. Batu kerikil yang digunakan akan seragam bertujuan untuk mencegah terjadinya penyumbatan yang mungkin terjadi. Pencampuran bahan penyusun SMB dapat dilihat pada Gambar 3.3



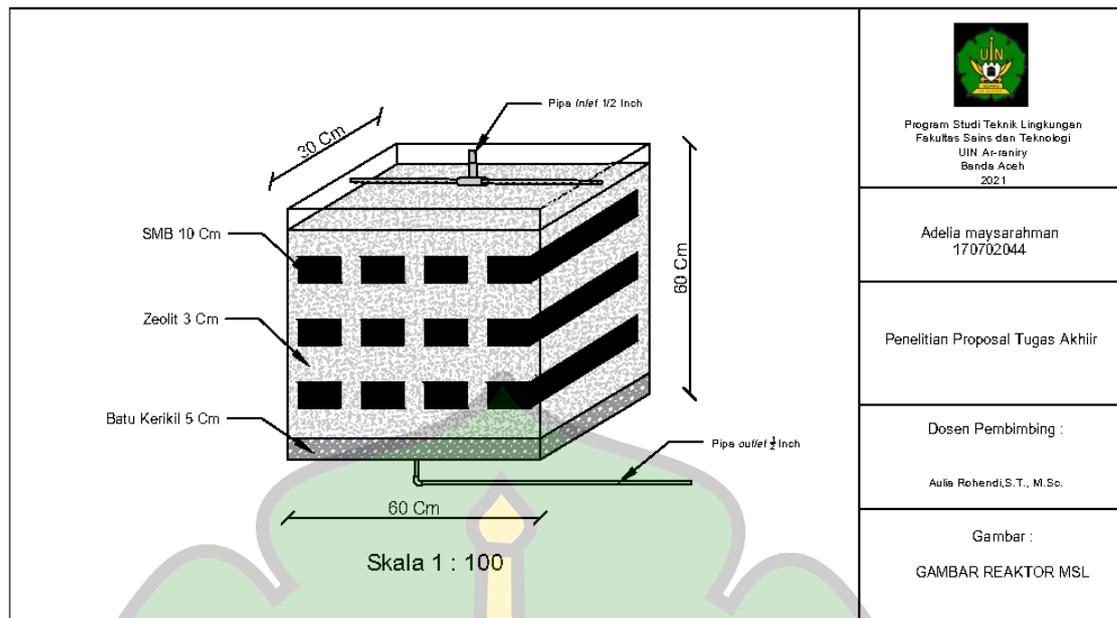
**Gambar 3.4** Pembuatan SMB

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Reaktor MSL terdiri dari dua zona, yang pertama ialah zona anaerob yaitu campuran tanah yang dicampur dengan arang dan serbuk gergaji pada SMB dan zona aerob ialah lapisan kerikil atau zeolit. Sebelum air limbah dimasukkan dalam reaktor, dilakukan masa inkubasi selama 1 minggu pada reaktor dengan memasukkan air limbah yang diencerkan pada reaktor. Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan memvariasikan volume air limbah sehingga menghasilkan variasi waktu detensi dan *Hydraulic Loading Rate* (HLR). Desain dimensi reaktor MSL selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Prosedur kerja dalam melakukan pengolahan air limbah menggunakan reaktor MSL dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Disiapkan air limbah RPH berdasarkan masing-masing volume air 0,5 liter, 0,75 liter, dan 1 liter ke dalam wadah plastik.
- b. Dimasukkan air limbah yang telah disiapkan ke dalam reaktor MSL melalui pipa *inlet*.
- c. Dicatat waktu detensi dan dihitung masing-masing HLR pada reaktor MSL.
- d. Air limbah yang telah diolah pada reaktor MSL, dimasukkan ke dalam wadah plastik dan dimasukkan dalam kotak *fiber* yang berisi es batu untuk pengawetan dan kemudian dilakukan pengujian pH, COD dan TSS pada laboratorium yang telah ditentukan.



**Gambar 3.5** Desain Reaktor MSL

*Sumber: Dokumen Pribadi*

### 3.8 Tahap Analisis dan Pengolahan Data

Tahapan analisis data dan pembahasan dilakukan berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis parameter COD dan TSS limbah RPH sebelum pengolahan dan berdasarkan hasil sampling efluen limbah cair RPH yang telah melalui pengolahan pada reaktor MSL. Hasil efluen pengolahan limbah cair RPH dibawa ke Laboratorium yang telah ditentukan untuk diuji. Hasil uji Laboratorium kemudian dianalisis untuk ditentukan efektivitas metode *Multi Soil Layering* (MSL) berdasarkan rumus efektivitas limbah cair dan dibandingkan terhadap baku mutu yang telah ditetapkan.

$$\text{Rumus efektivitas} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan

- a = Nilai parameter sebelum pengolahan
- b = Nilai parameter setelah dilakukan pengolahan

### 3.9 Hasil Observasi Awal

Menurut hasil observasi awal yang telah dilakukan pada UPTD RPH Banda Aceh, dapat diketahui bahwa air limbah yang dihasilkan dari proses pemotongan

dan pencucian lokasi langsung dialirkan menuju *inlet* Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) melalui saluran air limbah. Lingkungan sekitar IPAL terlihat kurang bersih dan tercium bau yang tidak sedap. Menurut informasi yang diperoleh dari salah satu staf RPH Banda Aceh, air limbah dari *outlet* IPAL dialiri ke saluran drainase namun rembesan air dari *outlet* IPAL juga masuk ke lingkungan RPH Banda Aceh sehingga turut tercium bau tidak sedap pada beberapa sudut lingkungan sekitar RPH Banda Aceh. Jadwal pemotongan hewan pada RPH dilakukan mulai pukul 01:00 hingga pukul 05:00 dini hari setiap hari. Foto yang dapat di dokumentasikan pada saat mengunjungi RPH Banda Aceh dapat dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.6** Dokumentasi Observasi Awal RPH Banda Aceh  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

### 3.10 Tahap Pelaporan

Tahap pelaporan ialah penyusunan laporan akhir dari data yang didapatkan dari seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan. Tahapan pelaporan sangat penting agar peneliti dapat mempresentasikan penelitian dengan baik dan sesuai data.

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

#### 4.1.1 Air limbah sebelum pengolahan

Penelitian ini dilakukan menggunakan reaktor *Multi Soil Layering* (MSL) untuk mengetahui keefektifan gabungan susunan tanah dengan zeolit dalam memperbaiki nilai pH dan mengurangi COD serta TSS dari limbah Rumah Potong Hewan (RPH). Limbah ini berasal dari hasil pemotongan hewan sapi serta proses pembersihan area pemotongan pada UPTD RPH Kota Banda Aceh di Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja Kota Banda Aceh. Sebelum dilakukannya tahapan pengolahan menggunakan reaktor MSL, dilakukan pengujian terdahulu terhadap air sampel air limbah RPH yang ditunjukkan dalam Tabel 4.1. Pengujian dilakukan terhadap parameter pH, COD dan TSS dengan berpedoman pada baku mutu air limbah industri pada PERMEN LH Nomor 5 Tahun 2014.

Tabel 4.1 Hasil Uji Sampel Air Limbah RPH Sebelum Pengolahan

No.	Parameter	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji Sebelum Pengolahan	Baku Mutu
1	pH	SNI 6989.20.2019	-	5,6 mg/l	6-9
2	COD	SNI 6989.73-2009	mg/L	444	200
3	TSS	SNI 6889.3-2004	mg/L	471	100

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Berdasarkan hasil pengujian sebelum pengolahan limbah pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai parameter pH tidak sesuai baku mutu dan nilai COD serta TSS melampaui baku mutu. Dengan tingginya nilai COD dan TSS, dapat diketahui bahwa dalam air limbah terdapat banyak kandungan pencemar (yang terutama terdiri dari zat organik) dan berpotensi mencemari lingkungan. Dalam uji tahap awal sebelum pengolahan pada Tabel 4.1 kualitas air limbah RPH dinilai tercemar karena melewati batas baku mutu yang telah ditetapkan. Sebelum dilepaskan pada perairan, limbah RPH harus melalui tahapan pengolahan untuk menetralkan nilai

pH serta mereduksi COD dan TSS sehingga tidak berimbas buruk pada lingkungan perairan tempat pembuangan akhir limbah cair RPH.

Dalam produksi limbah, kegiatan pemotongan hewan sapi di RPH Kota Banda Aceh dilakukan setiap hari dalam seminggu. Banyak tidaknya limbah yang dihasilkan dapat diketahui dengan mewawancarai salah satu petugas RPH dan menghitung debit selama 2 minggu pada lokasi pemotongan hewan di RPH Kota Banda Aceh. Didapatkan hasil bahwa dalam seminggu, pemotongan terbanyak dilakukan pada hari Senin, Sabtu dan Minggu. Hal ini dipengaruhi oleh tingginya permintaan daging sapi pada hari-hari tersebut sehingga besar volume pemotongan yang dilakukan serta meningkatnya limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan ini. Perhitungan debit pada RPH Kota Banda Aceh dilakukan pada pukul 02:00 WIB dan 09:00 WIB dimulai dari tanggal 5 Juli 2021 s/d 18 Juli 2021 setiap Senin, Sabtu dan Minggu. Hasil perhitungan debit dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengukuran debit air limbah harian RPH Kota Banda Aceh

Minggu	Waktu Pengambilan Sampel	Hari Perhitungan Debit RPH Banda Aceh		
		Senin	Sabtu	Minggu
1	02:00 WIB	7,44 liter/dtk	7,68 liter/dtk	7,48 liter/dtk
	09:00 WIB	3,69 liter/dtk	2,55 liter/dtk	3,19 liter/dtk
	Rata-rata Harian	5,56 liter/dtk	5,11 liter/dtk	5,33 liter/dtk
2	02:00 WIB	7,55 liter/dtk	6,93 liter/dtk	7,36 liter/dtk
	09:00 WIB	3,31 liter/dtk	3,24 liter/dtk	3,08 liter/dtk
	Rata-rata Harian	5,43 liter/dtk	5,08 liter/dtk	5,22 liter/dtk

(Sumber: Perhitungan Pribadi)

Debit harian yang dihitung ialah berdasarkan besaran air yang keluar dari keran air selama proses pemotongan berlangsung. Berdasarkan Tabel 4.2 perhitungan debit minggu ke-1 didapatkan rata-rata harian dengan waktu debit tersingkat ialah 5,11 liter/dtk di hari Sabtu dan debit terbesar 5,56 liter/dtk di hari Senin. Minggu ke-2 nilai rata-rata debit harian tersingkat 5,08 liter/dtk pada hari Sabtu dan terbesar 5,43 liter/dtk di hari Senin.



(a)



(b)

**Gambar 4.1** Perhitungan Debit RPH Banda Aceh

(Sumber:Dokumen Pribadi)

#### 4.1.2 Variasi Volume

Volume air yang dimasukkan pada reaktor MSL pada penelitian ini divariasikan menjadi 0,5 liter, 0,75 liter dan 1 liter dengan masing-masing volume dilakukan 3 kali percobaan. Percobaan 3 kali pada masing-masing volume menghasilkan waktu detensi yang berbeda setiap percobaannya dan hasilnya ialah *Hydraulic Loading Rate* (HLR) yang bervariasi. Untuk menghitung laju HLR, dapat menggunakan rumus berikut.

$$\text{Hydraulic Loading Rate (HLR)} = \frac{\text{Volume air}}{\left(\frac{\text{Waktu detensi}}{\text{Luas permukaan}}\right)} \dots\dots\dots (\text{Lampiran})$$

Tujuan dilakukannya variasi volume pada penelitian ini untuk melihat efektivitas reaktor berdasarkan perbedaan besar laju aliran serta waktu detensi antara air limbah RPH dengan reaktor MSL. Waktu detensi ialah lamanya waktu tinggal limbah selama dialirkan ke dalam reaktor hingga keluar melalui outlet. Dalam proses eksperimental, pada masing-masing volume air dilakukan 3 kali percobaan sehingga diketahui perbedaan waktu tinggal masing-masing HLR pada reaktor MSL. Waktu detensi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Waktu Detensi Reaktor MSL

Percobaan Ke-	Luas Permukaan Reaktor	Volume Air Limbah	HLR (l/m <sup>2</sup> .d)	Waktu Detensi (detik)
1	0,18 m <sup>2</sup>	0,5 liter	0,0140	197,4

2		0,75 liter	0,0132	209,4
3			0,0130	213
1			0,0158	262,8
2			0,0152	273,6
3			0,0138	300,6
1			0,0122	454,2
2		1 liter	0,0114	484,2
3			0,0114	486,6

(Sumber: Perhitungan Pribadi)

Berdasarkan Tabel 4.3, masing-masing waktu detensi dan HLR pada percobaan uji eksperimental pengolahan limbah cair RPH menggunakan reaktor MSL memiliki waktu yang berbeda. HLR yang dihasilkan dipengaruhi oleh luas permukaan reaktor dan volume air serta waktu detensi. Waktu detensi paling singkat ialah 197,4 detik pada HLR 0,0140 l/m<sup>2</sup>.d sedangkan waktu detensi paling lama ialah 486,6 detik pada HLR 0,0114 l/m<sup>2</sup>.d. Tinggi rendahnya waktu detensi dipengaruhi oleh besarnya volume air limbah yang dimasukkan dalam reaktor. Dalam penelitian ini, semakin sedikit volume air yang dimasukkan maka akan semakin singkat waktu detensi yang terhitung.

#### 4.1.3 Hasil Uji pH

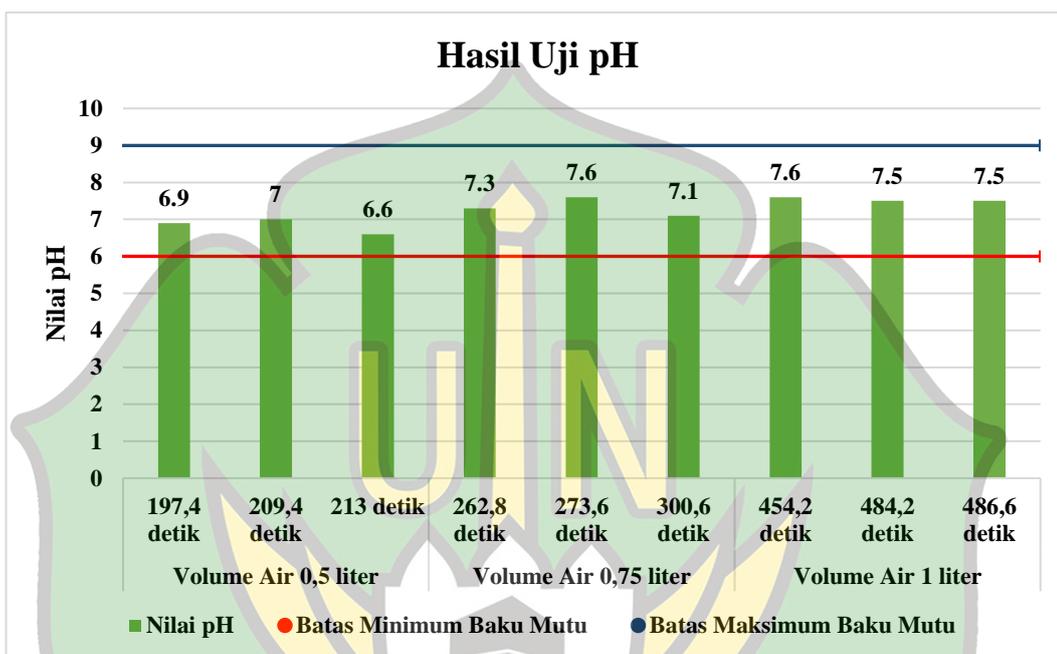
Hasil uji pH dilakukan secara langsung saat sesudah air limbah keluar dari reaktor MSL menggunakan pH meter. Hasil pengujian pH pada masing-masing air limbah setelah dilakukan pengolahan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan pada grafik di Gambar 4.2.

Tabel 4.4 Hasil pengukuran parameter pH

Parameter	Baku Mutu	Luas Permukaan Reaktor (m <sup>2</sup> )	Volume Air Limbah (liter)	HLR (l/m <sup>2</sup> .d)	Percobaan Ke-	Hasil Uji
pH	6-9	0,18	0,5	0,0140	1	6,9
				0,0132	2	7
				0,0130	3	6,6
			0,75	0,0158	1	7,3

				0,0152	2	7,6
				0,0138	3	7,1
			1	0,0122	1	7,6
				0,0114	2	7,5
				0,0114	3	7,5

(Sumber: Perhitungan Pribadi)



**Gambar 4.2** Grafik Hasil Uji pH

(Sumber: Perhitungan Pribadi)

Berdasarkan Tabel 4.4 hasil pengukuran pH sebelum dilakukan pengolahan ialah 5,6. Secara keseluruhan, setelah pengolahan menggunakan reaktor MSL, nilai pH termasuk dalam nilai yang diperbolehkan oleh baku mutu. Tinggi rendahnya nilai pH dapat berpengaruh pada kualitas air limbah. Menurut Woon (2007) nilai pH yang optimal ialah 6,5 hingga 7,5 agar proses perbaikan kualitas air akan maksimal, dan jika nilai pH berada jauh dibawah atau diatas nilai tersebut akan mempengaruhi efisiensi peningkatan kualitas air dengan menurunnya kemampuan bakteri dalam proses denitrifikasi. pH yang tinggi juga meningkatkan konsentrasi ammonia pada air dan nilai toksisitas pada air akan meningkat (Supriatna, Mahmud, Musa, & Kusriani, 2020).

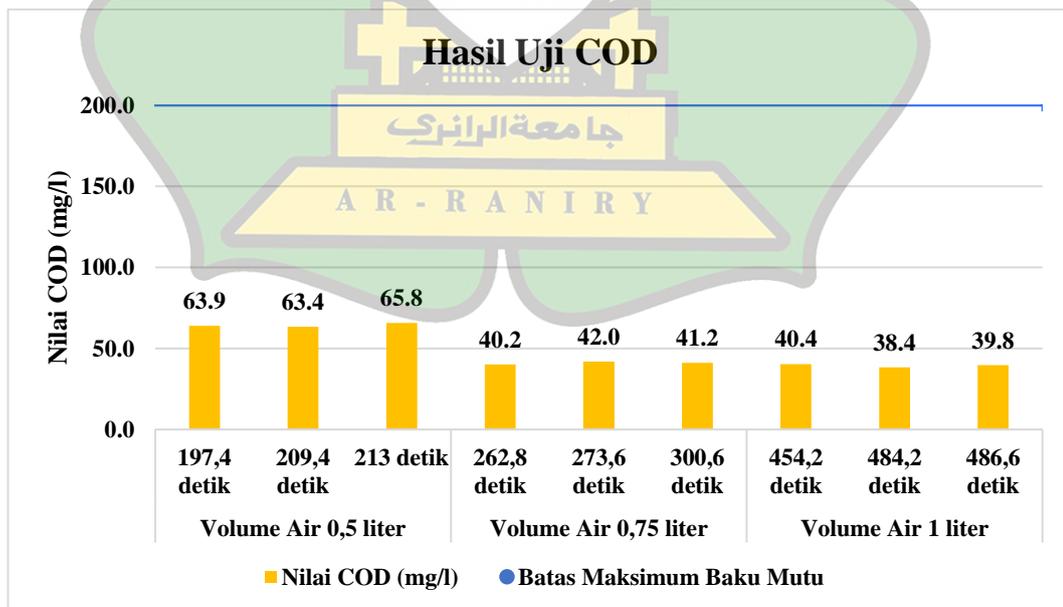
#### 4.1.4 Hasil Uji COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Hasil pengujian nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) setelah pengolahan menggunakan reaktor MSL yang diuji pada laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry dengan pedoman SNI 6989.73.2009 selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan pada grafik di Gambar 4.3.

Tabel 4.5 Hasil Uji Parameter COD

Parameter	Baku Mutu (mg/l)	Luas Permukaan Reaktor (m <sup>2</sup> )	Volume Air Limbah (liter)	HLR (l/m <sup>2</sup> .d)	Percobaan Ke -	Hasil Uji (mg/l)
COD	100	0,18	0,5	0,0140	1	63,9
				0,0132	2	63,4
				0,0130	3	65,8
			0,75	0,0158	1	40,2
				0,0152	2	42,0
				0,0138	3	41,2
				0,0122	1	40,4
				0,0114	2	38,4
				0,0114	3	39,8
1						

(Sumber: Perhitungan Pribadi)



Gambar 4.3 Grafik Hasil Uji COD

(Sumber: Perhitungan Pribadi)

Hasil pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa sebelum dilakukan pengolahan pada sampel air limbah RPH nilainya jauh melampaui baku mutu yang telah ditetapkan. Setelah pengolahan, nilai parameter COD dapat direduksi sehingga memenuhi nilai yang telah ditetapkan oleh baku mutu. Dalam pengolahan parameter COD menggunakan MSL, nilai reduksi terendah ialah pada HLR 0,0114 l/m<sup>2</sup>.d yaitu dengan nilai 38,4 mg/l pada percobaan kedua. Menurut Tabel 4.5, secara keseluruhan parameter COD dalam sampel air limbah RPH yang diolah menggunakan reaktor MSL mengalami penurunan baik pada setiap HLR.

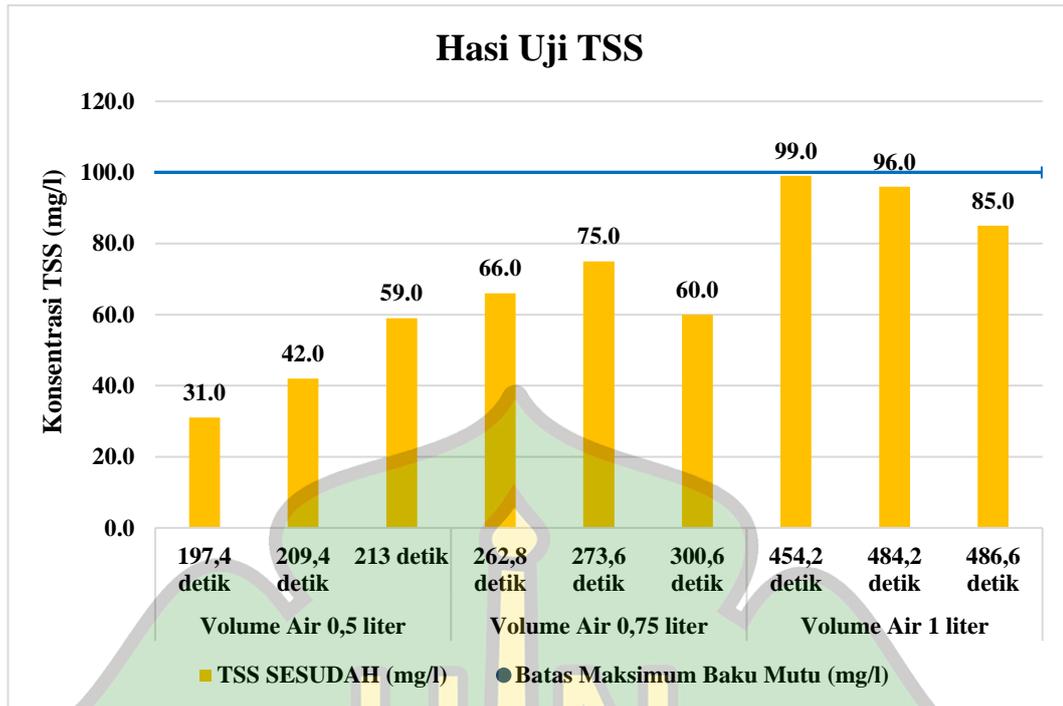
#### 4.1.5 Hasil Uji TSS (*Total Suspended Solid*)

Pengujian TSS (*Total Suspended Solid*) dilakukan di laboratorium Multifungsi Fakultas Sains dan Teknologi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry setelah dilakukan pengolahan menggunakan reaktor MSL menggunakan standar pengujian SNI.6989.73-2009, hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan grafik pada Gambar 4.4.

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Parameter TSS

Parameter	Baku Mutu (mg/l)	Luas Permukaan Reaktor (m <sup>2</sup> )	Volume Air Limbah (liter)	HLR (l/m <sup>2</sup> .d)	Percobaan Ke-	Hasil Uji (mg/l)	
TSS	100	0,18	0,5	0,0140	1	31	
				0,0132	2	42	
				0,0130	3	59	
		0,75	0,18	0,75	0,0158	1	42
					0,0152	2	75
					0,0138	3	60
					0,0122	1	99
					0,0114	2	96
					0,0114	3	85

(Sumber: Perhitungan Pribadi)



**Gambar 4.4** Grafik Hasil Uji TSS

(Sumber: Perhitungan Pribadi)

Berdasarkan Tabel 4.4 nilai TSS setelah pengolahan mengalami penurunan dibawah nilai yang ditentukan dalam baku mutu air limbah industri. Hasil penurunan terendah ialah pada HLR 0,0140 l/m<sup>2</sup>.d percobaan ke 2 dengan nilai 31 mg/l dibandingkan dengan nilai TSS sebelum dilakukan pengolahan ialah sebesar 471 mg/l.

#### 4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil uji parameter pH, COD dan TSS pada sampel air limbah RPH setelah pengolahan menggunakan reaktor MSL dengan tiga variasi HLR serta tiga kali percobaan, terbukti bahwa reaktor MSL mampu memperbaiki nilai pH serta menyisihkan nilai konsentrasi COD dan TSS menjadi di bawah nilai baku mutu yang telah ditetapkan sehingga dapat mengurangi dampak buruk bagi lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah cair RPH. Efektivitas reaktor dan hubungan variasi HLR dalam memperbaiki pH dan mereduksi parameter COD dan TSS dapat dihitung menggunakan rumus efektivitas.

#### 4.2.1 Kemampuan reaktor MSL dalam memperbaiki pH

Nilai pH sebelum pengolahan diketahui sebesar 5,6 dan setelah pengolahan menjadi 6,6-7,6. Perubahan nilai pH setelah dilakukan pengolahan dengan reaktor MSL dikarenakan adanya lapisan tanah SMB (*Soil Mixture Block*) dalam reaktor. Tanah dapat memperbaiki nilai pH menjadi netral karena adanya kemampuan tanah dalam menahan kation-kation asam seperti H<sup>+</sup> dan Al<sup>3+</sup> dan kation basa seperti Na, K, Ca dan Mg. Apabila kondisi tanah dalam keadaan asam, maka terjadi pertukaran kation asam dengan kation basa juga sebaliknya. Akibat pertukaran inilah yang membuat nilai pH dapat dinetralkan hingga menyentuh nilai baku mutu pH air limbah dalam PERMEN LH No 5 tahun 2014 (Salmariza & Sofyan, 2011). Menurut Matsunaga (2001), kemampuan tanah lainnya ialah menjadi penetral (*buffering capacity*) terhadap perubahan kondisi kimia dan fisika akibat aktivitas mikroorganisme dan reaksi fisik yang ditimbulkan saat terjadinya mekanisme pengolahan limbah cair dalam sistem MSL juga mempengaruhi perubahan nilai pH. Nilai pH pada air sangat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme didalamnya pada pH 6,5 hingga 8,3 aktivitas mikroorganisme pada air akan sangat prima sedangkan pada pH yang terlalu rendah akan menyebabkan mikroorganisme tidak aktif dan bahkan mati.

#### 4.2.2 Efektivitas metode MSL dalam pengolahan limbah cair RPH terhadap parameter COD

Parameter COD menjadi hal penting dalam penentuan kualitas air limbah. Air limbah dengan kandungan COD tinggi cenderung tercemar dan kekeruhan dalam air juga dipastikan tinggi. Dalam pengolahan limbah cair RPH menggunakan reaktor MSL, nilai COD sebelum pengolahan diketahui 444 mg/l dan setelah pengolahan mampu direduksi sehingga sesuai dengan nilai yang ditetapkan oleh baku mutu.

Tingkat efektivitas parameter COD limbah cair RPH setelah pengolahan pada hasil masing-masing HLR dapat dihitung menggunakan rumus efektivitas sebagai berikut.

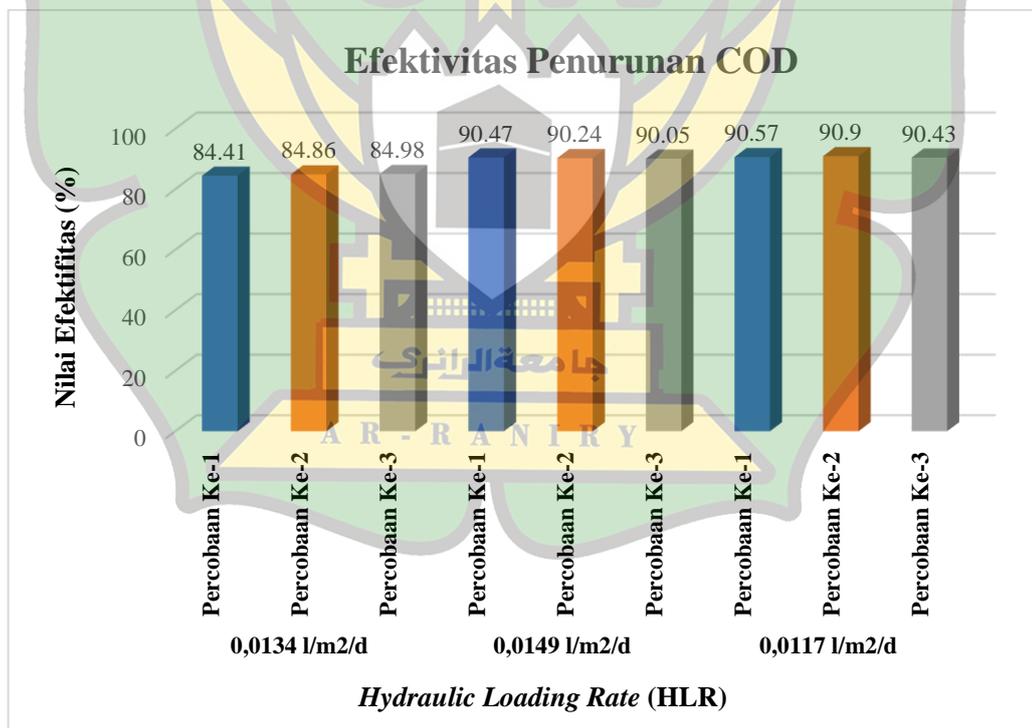
$$\text{Efektivitas Nilai COD} = \frac{(\text{Kadar COD Awal} - \text{Kadar COD Akhir})}{\text{Kadar COD Awal}} \times 100\% \dots \dots \text{. (Lampiran)}$$

Hasil perhitungan efektivitas COD air limbah PRH setelah pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.5.

Tabel 4.7 Efektivitas COD Setelah Pengolahan

Parameter	Sebelum Pengolahan (mg/l)	Percobaan Ke-	HLR (l/m <sup>2</sup> .d)	Hasil Uji (mg/l)	Efektivitas
COD	444	1	0,0140	63,9	84,86%
		2	0,0132	63,4	84,98%
		3	0,0130	65,8	84,41%
		1	0,0158	40,2	90,47%
		2	0,0152	42,0	90,05%
		3	0,0138	41,2	90,24%
		1	0,0122	40,4	90,43%
		2	0,0114	38,4	90,90%
		3	0,0114	39,8	90,57%

(Sumber: Perhitungan Pribadi)



Gambar 4.4 Grafik Efektivitas Penurunan COD

(Sumber: Perhitungan Pribadi)

Menurut Tabel 4.7 reaktor MSL mampu menurunkan nilai COD pada sampel limbah cair RPH hingga persentasi keefektivitasan terbesar ialah pada HLR 0,0114 l/m<sup>2</sup>.d pada percobaan ke 2, yaitu 90,90%. Kandungan beban organik dalam air limbah berpengaruh pada laju dekomposisi parameter organik. Dalam penurunan COD, peran mikroba dalam perombakan kandungan pencemar air limbah terdiri atas kelompok bakteri, jamur dan protozoa yang hidup bersimbiosis mutualisme. Dekomposisi COD air limbah RPH terjadi secara aerob dan anaerob. dimana proses aerob ialah terjadi pada lapisan zeolit dan lapisan tanah. Waktu detensi yang berbeda juga mengakibatkan perbedaan efektivitas penurunan COD menggunakan reaktor MSL, khususnya ialah hubungan kontak antara SMB dengan air limbah, dimana air limbah yang dialirkan kedalam reaktor MSL akan terserap dalam pori-pori SMB sehingga hasilnya COD air limbah akan tereduksi.

#### 4.2.3 Efektivitas metode MSL dalam pengolahan limbah cair RPH terhadap parameter TSS

Parameter TSS menjadi hal penting dalam penentuan kualitas air limbah. Air limbah dengan kandungan TSS tinggi cenderung tercemar sebab kekeruhan dalam air juga dipastikan tinggi. Dalam pengolahan limbah cair RPH menggunakan reaktor MSL, nilai TSS sebelum pengolahan diketahui 471 mg/l dan setelah pengolahan mampu direduksi sehingga sesuai dengan nilai yang ditetapkan oleh baku mutu.

Tingkat efektivitas parameter TSS limbah cair RPH setelah pengolahan pada hasil masing-masing HLR dapat dihitung menggunakan rumus efektivitas sebagai berikut.

$$\text{Efektivitas Nilai TSS} = \frac{(\text{Kadar TSS Awal} - \text{Kadar TSS Akhir})}{\text{Kadar TSS Awal}} \times 100 \dots \dots \dots \text{. (Lampiran)}$$

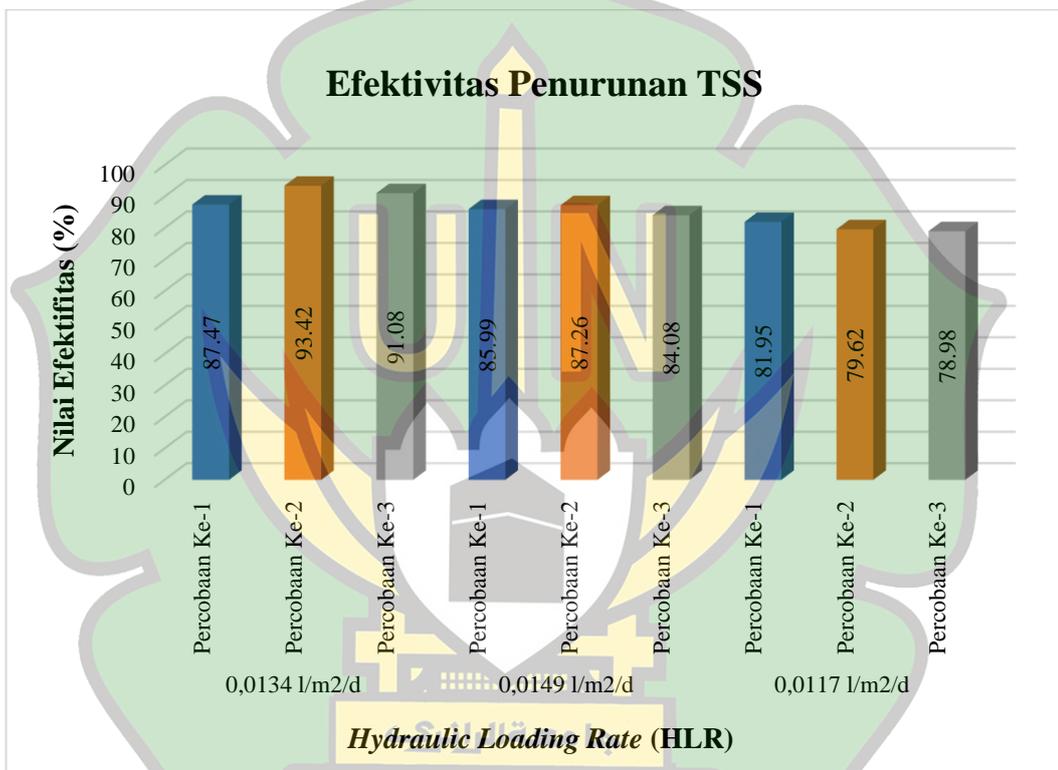
Hasil perhitungan efektivitas TSS air limbah PRH setelah pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.6.

Tabel 4.8 Efektivitas TSS Setelah Pengolahan

Parameter	Sebelum Pengolahan (mg/l)	Volume (liter)	Percobaan Ke-	HLR (l/m <sup>2</sup> .d)	Hasil Uji (mg/l)	Efektivitas
TSS	471	0,5	1	0,0140	31	93,42%

			2	0,0132	42	91,08%
			3	0,0130	59	87,47%
			0,75	1	0,0158	66
		1	2	0,0152	75	84,08%
			3	0,0138	60	87,26%
			1	0,0122	99	78,98%
			2	0,0114	96	76,62%
			3	0,0114	85	81,95%

(Sumber: Perhitungan Pribadi)



**Gambar 4.6** Grafik Efektivitas Penurunan TSS

(Sumber: Perhitungan Pribadi)

Menurut Tabel 4.8, reaktor MSL mampu menurunkan nilai TSS pada limbah cair RPH hingga persentase efektivitas terbesar ada pada HLR 0,0140 l/m<sup>2</sup>.d pada percobaan ke 3 sebesar 93,42%. Perbedaan tingkat efektivitas dalam hal ini dipengaruhi oleh volume air yang dialirkan kedalam reaktor MSL serta waktu detensi setiap HLR. Untuk volume air 1 liter efektivitas 78,98%-81,95% akan mencapai nilai efektivitas lebih tinggi apabila lapisan permiabelitas dalam reaktor ditambah sehingga proses absorpsi menjadi lebih optimal. Penurunan konsentrasi nilai TSS pada pengolahan limbah dengan reaktor MSL dapat terjadi secara optimal

sebab zat tersuspensi dalam air limbah lebih berat dari air sehingga akan tertahan pada lapisan permiabel yang ada dalam reaktor MSL (Salmariza & Sofyan, 2011).



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yang didasarkan pada rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

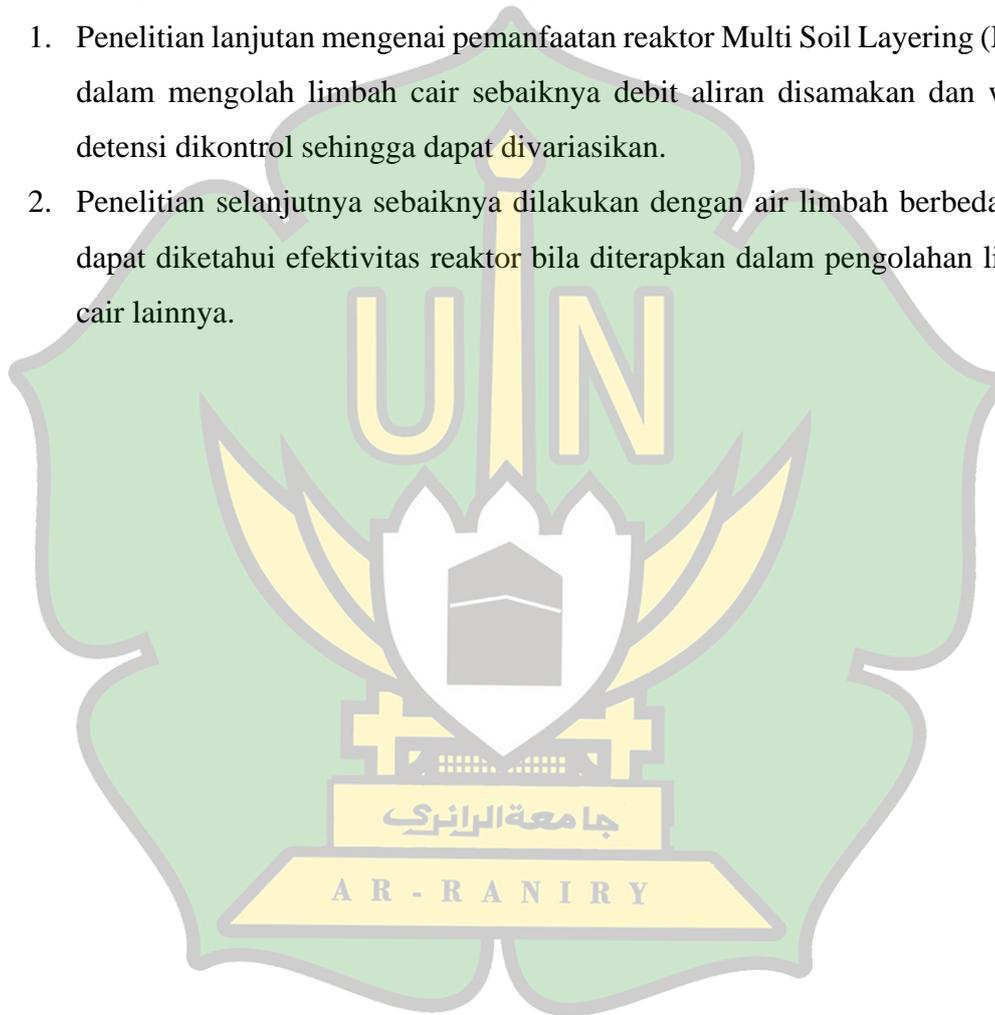
1. Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap limbah cair RPH Banda Aceh sebelum pengolahan diperoleh nilai pH ialah 5,6, nilai COD 444 mg/l dan nilai TSS 471 mg/l sehingga dapat disimpulkan limbah cair RPH adalah limbah tercemar karena nilai pH, COD dan TSS melampaui baku mutu air limbah industri PERMEN LH No.5 Tahun 2014.
2. Pengolahan limbah cair RPH Banda Aceh dengan reaktor *Multi Soil Layering* (MSL) dengan volume air masing-masing sebesar 0,5 liter, 0,75 liter dan 1 liter efektif terhadap penetralan pH, penyisihan kadar COD dan TSS. Efektivitas penurunan menurut masing-masing volume air limbah ialah:
  - a. Volume air 0,5 liter dengan HLR 0,0130 l/m<sup>2</sup>.d hingga 0,0140 l/m<sup>2</sup>.d, pH dapat dinetralkan dari 5,6 menjadi 6-6,7, parameter COD mengalami penurunan menjadi 63,4 mg/l–65,8 mg/l dengan Efektivitas 84,41%-84,98% serta parameter TSS mengalami penurunan menjadi 31 mg/l–59 mg/l dengan Efektivitas 87,47%-93,42%.
  - b. Volume air 0,75 liter dengan HLR 0,0138 l/m<sup>2</sup>.d hingga 0,0158 l/m<sup>2</sup>.d, nilai pH dapat dinetralkan dari 5,6 menjadi 7,3-7,6 dan parameter COD mengalami penurunan menjadi 40,2 mg/l–42 mg/l dengan Efektivitas 90,05%-90,47% serta parameter TSS mengalami penurunan menjadi 60 mg/l– 75mg/l dengan efektivitas 84,08%-87,26%.
  - c. Volume air 1 liter dengan HLR 0,0122 l/m<sup>2</sup>.d hingga 0,0114 l/m<sup>2</sup>.d, pH dapat dinetralkan dari 5,6 menjadi 7,5-7,6 dan parameter COD mengalami penurunan menjadi 38,4 mg/l–40,4 mg/l dengan Efektivitas 90,43%-90,57% serta parameter TSS mengalami penurunan menjadi 85 mg/l– 99 mg/l dengan Efektivitas 78,98%-81,95%.

3. Berdasarkan penelitian, reaktor *Multi Soil Layering* (MSL) efektif dalam memperbaiki nilai pH dan menurunkan COD dan TSS sehingga limbah cair RPH Banda Aceh menjadi ramah lingkungan dan sesuai dengan nilai yang ditetapkan dalam baku mutu.

## 5.2 Saran

Adapun saran dan masukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan reaktor Multi Soil Layering (MSL) dalam mengolah limbah cair sebaiknya debit aliran disamakan dan waktu detensi dikontrol sehingga dapat divariasikan.
2. Penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan dengan air limbah berbeda agar dapat diketahui efektivitas reaktor bila diterapkan dalam pengolahan limbah cair lainnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ademiluyi, F. T., Amadi, S. A., & Amakama, N. J. (2009). Adsorption and Treatment of Organic Contaminants using Activated Carbon from Waste Nigerian Bamboo. *J. Appl. Sci Environ. Manage.*, 13(3), 39-47.
- Adinda. (2015). Metoda Multi Soil Layering Dalam Pengolahan Air Gambut Dengan Variasi Hydraulic Loading Rate Dan Material Organik Pada Lapisan Anaerob. *JOM FTEKNIK*, 2(1).
- Disyanto, D. A., Elystia, S., & Andesgur, I. (2014). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Thypha Latifolia* Dengan Proses Fitoremediasi. *Jurnal JOM FTEKNIK*, 1(2), 1-13.
- Eddy. (2008). Karakteristik Limbah Cair. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2, 20.
- Elystia, S., Indah, S., & Herald, D. (2012). Efisiensi Metode Multi Soil Layering (MSL) dalam Penyisihan COD dari Limbah Cair Hotel X Padang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9 (2), 98-105.
- Fajri, M. N., Handayani, Y. L., & Sutikno, S. (2017). Efektifitas Rapid Sand Filter Untuk Meningkatkan Kualitas Air Daerah Gambut Provinsi Riau. *Jurnal FTEKNIK*, 4, 1-9.
- Ginting, A. B., Anggraini, D., Indrayati, S., & Kriswarini, R. (2007). KARAKTERISASI KOMPOSISI KIMIA, LUAS PERMUKAAN PORI DAN SIFAT TERMAL DARI ZEOLIT BAYAH, TASEK MALAYA, DAN LAMPUNG. *Jurnal Teknik Bahan Nuklir*, 3, 1-48.
- Hastuti, Y. (2011). Nitrifikasi dan denitrifikasi di Tambak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10, 89-98.
- Herman, W., Darmawan, & Gusnidar. (2017). Pemanfaatan Tanah Vulkanik dalam Sistem Multiple Soil Layering (MSL) terhadap Pemurnian Air Irigasi Terpolusi. *Jurnal Bibiet*, 2(2), 49-59.
- Iman, E., & Elnakar, H. (2014). Design Flow Factors for Sewerage Systems in Small Arid Communities. *Journal of Advanced Research*, 5(5), 537-542.
- Indrayani, L., & Rahmah, N. (2018). Nilai Parameter Kadar Pencemar sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12, 41-50.

- Irmanto, S. (2009). Pengeloaan Limbah Cair Industri Tahu di Desa Kalisari Kecamatan Cilonggok dengan Metode Multi Soil Layering. *Molekul*, 4(1), 21-32.
- Kasman, M., Riyanti, A., Salmariza, & Ridwan, M. (2018). Reduksi Pencemar Limbah Cair Industri Tahu dengan Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dalam Sistem Kombinasi Constructed Wetland dan Filtrasi. *Jurnal Litbang Industri*, 8, 39-46.
- Luanmanee, S., Attanandana, T., Masunaga , T., & Wakatsuki. (2001). The Efficiency of A Multi-Soil-Layering System on Domestic Wastewater Treatment During the Ninth and Tenth Years of Operation. *Ecological Engineering*, 18(2), 185-199.
- Mallongi, A., & Rahmat, B. (2018). Studi Karakteristik dan Kualitas BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto Kabupaten Jenepento. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNK)*, 1.
- Masunaga , T., Sato, K., Mori, J., Shirahama, & Kudo, H. (2007). Characteristics of wastewater treatment using a multi-soil-layering system in relation to wastewater contamination levels and hydraulic loading rates. *Original article. Soil Science and Plant Nutrition*, 53(2), 215-223.
- Maulida, L. (2013). Pengolahan Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit Secara Fisika. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 31-41.
- Megah, S., & Haribowo, R. (2015). *Efisiensi Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Metode Multi Soil Layering*. Jawa Timur: Teknik Pengairan Universitas Brawijaya-Malang.
- Notoadmodjo, S. (2003). *Pendidikan Dan Perilaku Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Oktiawan, W., Nugraha, W. D., & Triyani, D. (2015). Masterrplan Sistem Pengelolaan Air Limbah Industri di Kawasan Industri BSB City, Mijen-Semarang. *Jurnal Universitas Diponogoro*, 1-6.
- Pasaribu, N. (2006). Penggunaan Sistem Multi Lapisan Tanah untuk Menurunkan Tingkat Pencemaran Limbah Cair Karet Remah. *Jurnal Komunikasi Penelitian*, 18(2).

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.* (2014). Jakarta.
- Peraturan Menteri Pertanian No.13 Tahun 2010 tentang Persyaratan Rumah Potong Hewan (RPH) Ruminansia dan Unit Penanganan Daging.* (2010). Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.95 Tahun 2012 tentang Kesehatan Masyarakat Veteriner dan Kesejahteraan Hewan.* (2012). Jakarta.
- Ricki M, M. (2010). *Kesehatan Lingkungan.* Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Said, M., Prawati, A. W., & Murenda, E. (2008). Aktifasi Zeolit Alam Sebagai Absorbent Pada Adsorpsi Larutan Iodium. *Jurnal Teknik Kimia*, 15, 50-56.
- Salmariza, & Sofyan. (2011). Aplikasi Metoda MSL (Multi Soil Layering) untuk Mengolah Air Limbah Industri Edible Oil. *Jurnal Riset Industri*, 5(3), 227-238.
- Sato, K., Matsunaga, T., & Wakatsuki, T. (2005). Water Movement Characteristics in a Multi Soil Layering. *Soil Science & Plant Nutrition*, 51(1), 75-82.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.11-2009 Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan pH Meter.* (2009). Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.2.2009 Cara Pengujian COD.* (2009). Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.3-2004 Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (TSS).* (2004). Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.72.2009 Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD).* (2009). Jakarta.
- Sugiharto. (2011). *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah.* Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Sukarman, & Dariah, A. (2014). *Tanah Andosol di Indonesia: Karakteristik, Potensi, Kendala dan Pengolahan untuk Pertanian.* Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Sunarto. (2003). *Peranan Dekomposisi dalam Proses Produksi pada Ekosistem Laut.* Bogor: Institut Pertanian Bandung.

- Supriatna, Mahmud, M., Musa, M., & Kusriani. (2020). Hubungan pH Dengan Parameter Kualitas Air Pada Tambak Intensif Udang Vannamei. *Journal Of Fisher And Marine Research*, 4, 368-374.
- Tasbieh, H., Ahmad, A., & Muria, S. R. (2015). Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Efisiensi Penyisihan COD Limbah Cair Pulp dan Kertas dengan Reaktor Kontak Stabilisasi. *Jurnal FTEKNIK*, 2, 1-9.
- Undang-Undang No.32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. (2009). Jakarta.
- Utami, L. I., Wahyusi, K. N., Utari, Y. K., & Wafiyah, K. (2019). Pengolahan Limbah Cair Rumpun Laut Secara Biologi Aerob Proses Batch. *Jurnal Teknik Kimia*, 13(2), 39-43.
- Wakatsuki, T., Esumi, H., & Omura, S. (1993). High Performanc N and P Removable on site domestic wastewater treatment system by Multi Soil layering Method. *Wat. Sc;l. Tech.*, 31-40.
- Wardhana W, A. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Widyastuti, S., & Sari, A. S. (2011). Kinerja Pengolahan Air Bersih dengan Proses Filtrasi Daja, Mereduksi Kesadahan. *Jurnal Teknik Waktu*, 9, 42-53.
- Woon, B. H. (2007). Removal Of Nitrate Nitrogen in Conventional Wastewater Treatment Plants. *Thesis Civil Engineering*.
- Wulandari, P. (2014). Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kaus Perumahan PT. Pertamina Sumatra Selatan). *Jurnal Teknik Sipil*, 2, 499-509.
- Yuliani, E., Harahap, S., & Purwanto, E. (2018). Efektifitas Biofilter Bermedia Kerikil, Pasir, Ijuk, Botol Plastik dan Tumbuhan Kiapu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 1-9.
- Yuliasuti, R., & Cahyono, H. B. (2017). Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Industri Asbes Menggunakan Flokulan Dan Adsorben. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 2(2), 77-83.

## LAMPIRAN A FOTO DOKUMENTASI

No	Gambar	Keterangan
1		<p>Pengambilan tanah sebagai bahan penyusun <i>Soil Mixture Block (SMB)</i></p>
2		<p>Tanah sebagai bahan penyusun <i>Soil Mixture Block (SMB)</i></p>
3		<p>Batu kerikil sebagai bahan penyusun dalam reaktor <i>Multi Soil Layering (MSL)</i></p>
4		<p>Campuran tanah untuk membuat <i>Soil Mixture Block (SMB)</i></p>

5		Campuran tanah untuk membuat <i>Soil Mixture Block</i> (SMB)
6		Cetakan Campuran tanah untuk membuat <i>Soil Mixture Block</i> (SMB)
7		<i>Soil Mixture Block</i> (SMB)
8		Reaktor <i>Multi Soil Layering</i> (MSL)

9		Melakukan perhitungan debit air limbah Rumah Potong Hewan (RPH)
10		Melakukan perhitungan debit air limbah Rumah Potong Hewan (RPH)
11		Sampel air limbah RPH sebelum dilakukan pengolahan menggunakan MSL
12		Sampel air limbah RPH setelah dilakukan pengolahan menggunakan MSL

13		<p>Pengujian pH pada air limbah RPH setelah pengolahan menggunakan MSL</p>
14		<p>Kertas saring hasil uji TSS</p>
15		<p>Pengujian COD sampel air limbah setelah pengolahan oleh MSL</p>
16		<p>Hasil uji COD air limbah</p>

## LAMPIRAN B PERHITUNGAN

### 1. Perhitungan HLR

Diketahui:

Luas Permukaan = 0,18 m<sup>2</sup>

Waktu Detensi

- Waktu detensi 0,5 liter percobaan 1 = 197,4 detik
- Waktu detensi 0,5 liter percobaan 2 = 209,4 detik
- Waktu detensi 0,5 liter percobaan 3 = 209,4 detik
  
- Waktu detensi 0,75 liter percobaan 1 = 262,8 detik
- Waktu detensi 0,75 liter percobaan 2 = 273,6 detik
- Waktu detensi 0,75 liter percobaan 3 = 300,6 detik
  
- Waktu detensi 1 liter percobaan 1 = 454,2 detik
- Waktu detensi 1 liter percobaan 2 = 284,2 detik
- Waktu detensi 1 liter percobaan 3 = 486,6 detik

Penyelesaian

a. Volume 0,50 liter

$$\begin{aligned} \text{HLR 1} &= \frac{(\text{Volume air} / \text{waktu detensi})}{\text{luas permukaan}} \\ &= \frac{(0,5 \text{ liter} / 197,4 \text{ detik})}{0,18 \text{ m}^2} \\ &= \mathbf{0,0140 \text{ L/m}^2 \cdot \text{d}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR 2} &= \frac{(\text{Volume air} / \text{waktu detensi})}{\text{luas permukaan}} \\ &= \frac{(0,5 \text{ liter} / 209,4 \text{ detik})}{0,18 \text{ m}^2} \\ &= \mathbf{0,0132 \text{ L/m}^2 \cdot \text{d}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR 3} &= \frac{(\text{Volume air} / \text{waktu detensi})}{\text{luas permukaan}} \\ &= \frac{(0,5 \text{ liter} / 213 \text{ detik})}{0,18 \text{ m}^2} \\ &= \mathbf{0,0130 \text{ L/m}^2 \cdot \text{d}} \end{aligned}$$

b. Volume 0,75 liter

$$\begin{aligned}\text{HLR 1} &= \frac{(\text{Volume air / waktu detensi})}{\text{luas permukaan}} \\ &= \frac{(0,75\text{liter} / 262,8 \text{ detik})}{0,18 \text{ m}^2} \\ &= \mathbf{0,0132 \text{ L/m}^2.\mathbf{d}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HLR 2} &= \frac{(\text{Volume air / waktu detensi})}{\text{luas permukaan}} \\ &= \frac{(0,75 \text{ liter} / 273,6 \text{ detik})}{0,18 \text{ m}^2} \\ &= \mathbf{0,0152 \text{ L/m}^2.\mathbf{d}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HLR 3} &= \frac{(\text{Volume air / waktu detensi})}{\text{luas permukaan}} \\ &= \frac{(0,75 \text{ liter} / 300,6 \text{ detik})}{0,18 \text{ m}^2} \\ &= \mathbf{0,0138 \text{ L/m}^2.\mathbf{d}}\end{aligned}$$

c. Volume 1 liter

$$\begin{aligned}\text{HLR 1} &= \frac{(\text{Volume air / waktu detensi})}{\text{luas permukaan}} \\ &= \frac{(1 \text{ liter} / 454,2 \text{ detik})}{0,18 \text{ m}^2} \\ &= \mathbf{0,0122 \text{ L/m}^2.\mathbf{d}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HLR 2} &= \frac{(\text{Volume air / waktu detensi})}{\text{luas permukaan}} \\ &= \frac{(1 \text{ liter} / 484,2 \text{ detik})}{0,18 \text{ m}^2} \\ &= \mathbf{0,0114 \text{ L/m}^2.\mathbf{d}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HLR 3} &= \frac{(\text{Volume air / waktu detensi})}{\text{luas permukaan}} \\ &= \frac{(1 \text{ liter} / 486,2 \text{ detik})}{0,18 \text{ m}^2} \\ &= \mathbf{0,0114 \text{ L/m}^2.\mathbf{d}}\end{aligned}$$

## 2. Pehitungan nilai *Total Suspenden Solid* (TSS)

Rumus mencari TSS:

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{W_1 - W_0}{V_{\text{sampel}}} \times 1000$$

Keterangan:  $W_0$  = Berat awal (mg)

$W_1$  = Berat Akhir (mg)

$V$  = volume sampel (mL)

### a. TSS Volume Air Limbah 0,50 liter Percobaan 1

Diketahui:

$$W_0 = 0,1816 \text{ mg}$$

$$W_1 = 0,1875 \text{ mg}$$

$$V = 0,1 \text{ Liter}$$

Penyelesaian:

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{W_1 - W_0}{V_{\text{sampel}}} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,1875 - 0,1816}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,0059}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{5,9}{0,1}$$

$$TSS \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 59 \text{ mg/L}$$

### a. TSS Volume Air Limbah 0,50 liter Percobaan 2

Diketahui:

$$W_0 = 0,1816 \text{ mg}$$

$$W_1 = 0,1847 \text{ mg}$$

$$V = 0,1 \text{ Liter}$$

Penyelesaian:

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{W_1 - W_0}{V_{\text{sampel}}} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,1847 - 0,1816}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,0031}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{3,1}{0,1}$$

$$TSS \frac{\text{mg}}{\text{l}} = \mathbf{31 \text{ mg/L}}$$

b. TSS Volume Air Limbah 0,50 liter Percobaan 3

Diketahui:

$$W_0 = 0,1816 \text{ mg}$$

$$W_1 = 0,1858 \text{ mg}$$

$$V = 0,1 \text{ Liter}$$

Penyelesaian:

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{W_1 - W_0}{V_{\text{sampel}}} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,1858 - 0,1816}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,0042}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{4,2}{0,1}$$

$$TSS \frac{\text{mg}}{\text{l}} = \mathbf{42 \text{ mg/L}}$$

c. TSS Volume Air Limbah 0,75 liter Percobaan 1

Diketahui:

$$W_0 = 0,1816 \text{ mg}$$

$$W_1 = 0,1882 \text{ mg}$$

$$V = 0,1 \text{ Liter}$$

Penyelesaian:

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{W_1 - W_0}{V_{\text{sampel}}} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,1882 - 0,1816}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,0066}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{6,6}{0,1}$$

$$TSS \frac{\text{mg}}{\text{l}} = \mathbf{66 \text{ mg/L}}$$

d. TSS Volume Air Limbah 0,75 liter Percobaan 2

Diketahui:

$$W_0 = 0,1816 \text{ mg}$$

$$W_1 = 0,1876 \text{ mg}$$

$$V = 0,1 \text{ Liter}$$

Penyelesaian:

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{W_1 - W_0}{V_{\text{sampel}}} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,1876 - 0,1816}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,006}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{6}{0,1}$$

$$TSS \frac{\text{mg}}{\text{l}} = \mathbf{60 \text{ mg/L}}$$

e. TSS Volume Air Limbah 0,75 liter Percobaan 3

Diketahui:

$$W_0 = 0,1816 \text{ mg}$$

$$W_1 = 0,1891 \text{ mg}$$

$$V = 0,1 \text{ Liter}$$

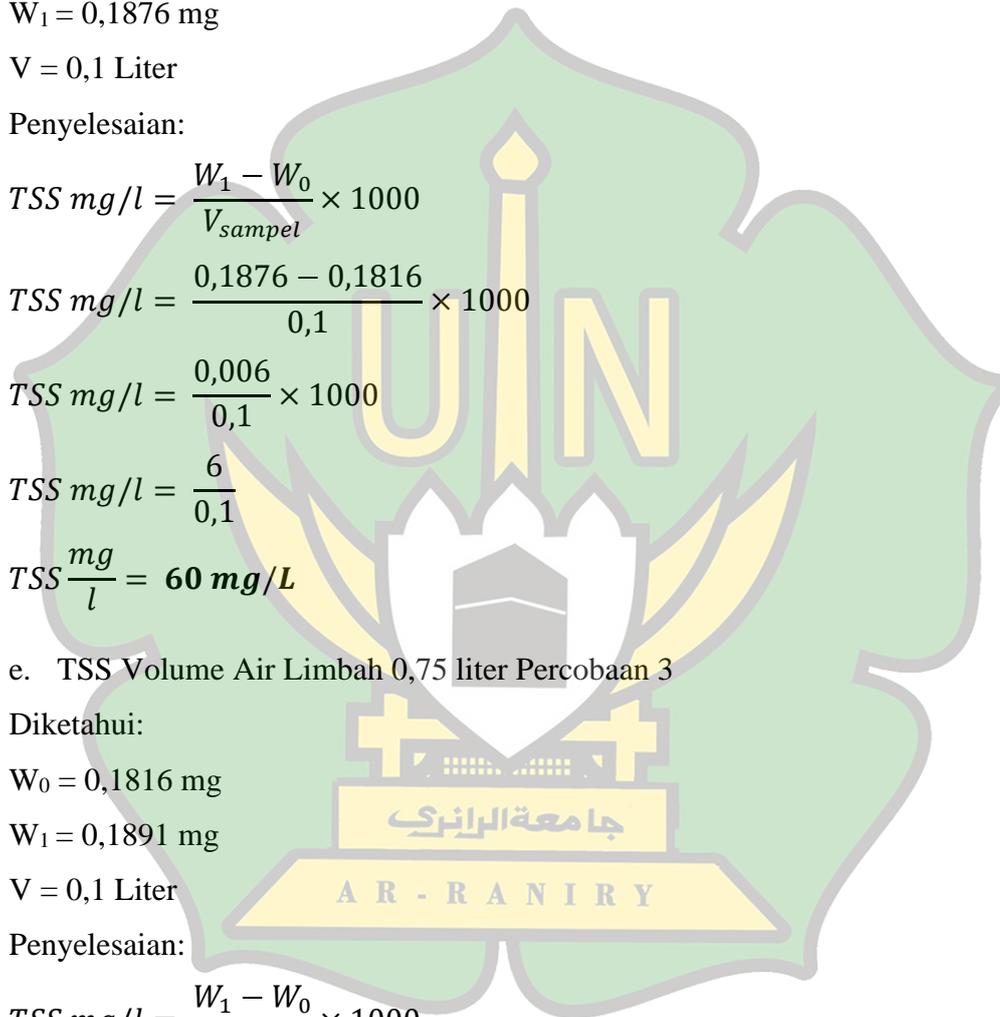
Penyelesaian:

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{W_1 - W_0}{V_{\text{sampel}}} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,1891 - 0,1816}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,0075}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{7,5}{0,1}$$



$$TSS \frac{mg}{l} = 75 \text{ mg/L}$$

f. TSS Volume Air Limbah 1 liter Percobaan 1

Diketahui:

$$W_0 = 0,1816 \text{ mg}$$

$$W_1 = 0,1901 \text{ mg}$$

$$V = 0,1 \text{ Liter}$$

Penyelesaian:

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{W_1 - W_0}{V_{sampel}} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,1901 - 0,1816}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,0085}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{8,5}{0,1}$$

$$TSS \frac{mg}{l} = 85 \text{ mg/L}$$

g. TSS Volume Air Limbah 1 liter Percobaan 2

Diketahui:

$$W_0 = 0,1816 \text{ mg}$$

$$W_1 = 0,1912 \text{ mg}$$

$$V = 0,1 \text{ Liter}$$

Penyelesaian:

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{W_1 - W_0}{V_{sampel}} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,1912 - 0,1816}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,0096}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{9,6}{0,1}$$

$$TSS \frac{mg}{l} = 96 \text{ mg/L}$$

h. TSS Volume Air Limbah 1 liter Percobaan 3

Diketahui:

$$W_0 = 0,1816 \text{ mg}$$

$$W_1 = 0,1915 \text{ mg}$$

$$V = 0,1 \text{ Liter}$$

Penyelesaian:

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{W_1 - W_0}{V_{\text{sampel}}} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,1915 - 0,1816}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{0,0099}{0,1} \times 1000$$

$$TSS \text{ mg/l} = \frac{9,9}{0,1}$$

$$TSS \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 99 \text{ mg/L}$$

**3. Perhitungan Efektivitas Chemical Oxygen Demand (COD)**

Diketahui:

$$\text{Nilai COD Awal} = 444 \text{ mg/l}$$

Nilai COD Akhir setelah pengolahan:

- Volume air limbah 0,50 liter percobaan 1 = 65,8 mg/l
- Volume air limbah 0,50 liter percobaan 2 = 65,8 mg/l
- Volume air limbah 0,50 liter percobaan 3 = 65,8 mg/l
- Volume air limbah 0,75 liter percobaan 1 = 40,2 mg/l
- Volume air limbah 0,75 liter percobaan 2 = 41,2 mg/l
- Volume air limbah 0,75 liter percobaan 3 = 42,0 mg/l
- Volume air limbah 1 liter percobaan 1 = 39,8 mg/l
- Volume air limbah 1 liter percobaan 2 = 38,4 mg/l
- Volume air limbah 1 liter percobaan 3 = 40,4 mg/l

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\text{HLR } 0,0134 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 1} &= \frac{(\text{Kadar COD A} - \text{Kadar COD B})}{\text{Kadar COD A}} \times 100\% \\ &= \frac{444-65,8}{444} \times 100\% \\ &= \mathbf{85,18\%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HLR } 0,0134 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 2} &= \frac{(\text{Kadar COD A} - \text{Kadar COD B})}{\text{Kadar COD A}} \times 100\% \\ &= \frac{444-63,9}{444} \times 100\% \\ &= \mathbf{85,61\%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HLR } 0,0134 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 3} &= \frac{(\text{Kadar COD A} - \text{Kadar COD B})}{\text{Kadar COD A}} \times 100\% \\ &= \frac{444-63,4}{444} \times 100\% \\ &= \mathbf{85,72\%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HLR } 0,0149 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 1} &= \frac{(\text{Kadar COD A} - \text{Kadar COD B})}{\text{Kadar COD A}} \times 100\% \\ &= \frac{444-40,2}{444} \times 100\% \\ &= \mathbf{90,95\%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HLR } 0,0149 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 2} &= \frac{(\text{Kadar COD A} - \text{Kadar COD B})}{\text{Kadar COD A}} \times 100\% \\ &= \frac{444-41,2}{444} \times 100\% \\ &= \mathbf{90,72\%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HLR } 0,0149 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 3} &= \frac{(\text{Kadar COD A} - \text{Kadar COD B})}{\text{Kadar COD A}} \times 100\% \\ &= \frac{444-42}{444} \times 100\% \\ &= \mathbf{90,54\%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HLR } 0,0117 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 1} &= \frac{(\text{Kadar COD A} - \text{Kadar COD B})}{\text{Kadar COD A}} \times 100\% \\ &= \frac{444-39,8}{444} \times 100\% \\ &= \mathbf{91,04\%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HLR } 0,0117 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 2} &= \frac{(\text{Kadar COD A} - \text{Kadar COD B})}{\text{Kadar COD A}} \times 100\% \\ &= \frac{444-38,4}{444} \times 100\%\end{aligned}$$

$$= \mathbf{91,35\%}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR } 0,0117 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 3} &= \frac{(\text{Kadar COD A} - \text{Kadar COD B})}{\text{Kadar COD A}} \times 100\% \\ &= \frac{444 - 40,4}{444} \times 100\% \\ &= \mathbf{90,90\%} \end{aligned}$$

#### 4. Perhitungan Efektivitas *Total Suspended Solid* (TSS)

Diketahui:

Nilai TSS Awal = 471 mg/l

Nilai TSS Akhir setelah pengolahan

- HLR 0,0134 l/m<sup>2</sup>/d percobaan 1 = 59 mg/l
- HLR 0,0134 l/m<sup>2</sup>/d percobaan 2 = 31 mg/l
- HLR 0,0134 l/m<sup>2</sup>/d percobaan 3 = 42 mg/l
- HLR 0,0149 l/m<sup>2</sup>/d percobaan 1 = 66 mg/l
- HLR 0,0149 l/m<sup>2</sup>/d percobaan 2 = 60 mg/l
- HLR 0,0149 l/m<sup>2</sup>/d percobaan 3 = 75 mg/l
- HLR 0,0117 l/m<sup>2</sup>/d percobaan 1 = 85 mg/l
- HLR 0,0117 l/m<sup>2</sup>/d percobaan 2 = 96 mg/l
- HLR 0,0117 l/m<sup>2</sup>/d percobaan 3 = 99 mg/l

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{HLR } 0,0134 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 1} &= \frac{(\text{Kadar TSS awal} - \text{Kadar TSS akhir})}{\text{Kadar TSS Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(471 - 59)}{471} \times 100\% \\ &= \mathbf{87,47\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR } 0,0134 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 2} &= \frac{(\text{Kadar TSS awal} - \text{Kadar TSS akhir})}{\text{Kadar TSS Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(471 - 31)}{471} \times 100\% \\ &= \mathbf{93,42\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR } 0,0134 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 3} &= \frac{(\text{Kadar TSS awal} - \text{Kadar TSS akhir})}{\text{Kadar TSS Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(471 - 42)}{471} \times 100\% \\ &= \mathbf{91,08\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR } 0,0149 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 1} &= \frac{(\text{Kadar TSS awal} - \text{Kadar TSS akhir})}{\text{Kadar TSS Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(471 - 66)}{471} \times 100\% \\ &= \mathbf{85,99\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR } 0,0149 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 2} &= \frac{(\text{Kadar TSS awal} - \text{Kadar TSS akhir})}{\text{Kadar TSS Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(471 - 60)}{471} \times 100\% \\ &= \mathbf{87,26\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR } 0,0149 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 3} &= \frac{(\text{Kadar TSS awal} - \text{Kadar TSS akhir})}{\text{Kadar TSS Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(471 - 75)}{471} \times 100\% \\ &= \mathbf{84,08\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR } 0,0117 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 1} &= \frac{(\text{Kadar TSS awal} - \text{Kadar TSS akhir})}{\text{Kadar TSS Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(471 - 85)}{471} \times 100\% \\ &= \mathbf{81,95\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR } 0,0117 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 2} &= \frac{(\text{Kadar TSS awal} - \text{Kadar TSS akhir})}{\text{Kadar TSS Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(471 - 96)}{471} \times 100\% \\ &= \mathbf{79,62\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR } 0,0117 \text{ l/m}^2/\text{d percobaan 3} &= \frac{(\text{Kadar TSS awal} - \text{Kadar TSS akhir})}{\text{Kadar TSS Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(471 - 99)}{471} \times 100\% \\ &= \mathbf{78,98} \end{aligned}$$

