



**EFEKTIVITAS INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DAN  
KUALITAS AIR SUNGAI BERDASARKAN PARAMETER  
BOD, COD, TSS**  
*(Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh  
Kabupaten Lumajang)*

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Hasnah Tsanibillah  
NIM 172110101165**

**PEMINATAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2024**



**EFEKTIVITAS INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DAN  
KUALITAS AIR SUNGAI BERDASARKAN PARAMETER  
BOD, COD, TSS**

*(Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh  
Kabupaten Lumajang)*

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

**Oleh:**

**Hasnah Tsanibillah  
NIM 172110101165**

**PEMINATAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2024**

**PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah, segala puji dan syukur yang telah diberikan Allah SWT sehingga begitu banyak kelancaran dan petunjuk-Nya yang dirasakan dalam penyelesaian skripsi ini. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua saya yaitu Ibu Umi Zahroh (Almh.) dan Ayah Saifuddin. Terima kasih atas segala pengorbanan, jerih payah, kasih sayang, semangat, pengertian hingga lantunan doa yang senantiasa mengalir.
2. Kakak saya Dini Syarifah dan adik saya Bintang Auliyaul Haq yang telah memberi dukungan dan semangat selama ini.
3. Tunangan saya Moh. Ali Yasidil Busthamy M. yang telah memberikan kebahagiaan, dukungan, waktu, tenaga, dan motivasi selama pengerjaan skripsi ini.
4. Almamater Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
5. Saya, karena telah menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

**MOTTO**

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya.”

Terjemahan Q.S Al Baqarah ayat 286<sup>1</sup>



---

<sup>1</sup> Kementerian Agama RI. 2021. *Aufa*. Bandung: PT. Dinamika Cahaya Pustaka.  
DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

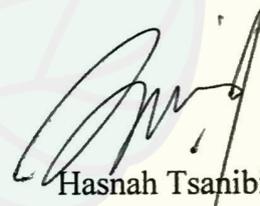
Nama : Hasnah Tsanibillah

NIM : 172110101165

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul “*Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter BOD, COD, TSS (Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang)*” adalah benar-benar hasil karya tulis sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya tulis plagiasi. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Desember 2023



Hasnah Tsanibillah

NIM 172110101165

**PEMBIMBINGAN**

**SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DAN  
KUALITAS AIR SUNGAI BERDASARKAN PARAMETER  
BOD, COD, TSS**

*(Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang)*

Oleh:

Hasnah Tsanibillah

NIM 172110101165

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ellyke, S.KM., M.KL.

Dosen Pembimbing Anggota : Globila Nurika, S.KM., M.KL.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul *Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter BOD, COD, TSS (Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang)* telah diujikan dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 12 Desember 2023

Tempat : Ruang Sidang 2 Lantai 2 FKM UNEJ

Pembimbing :

1. DPU : Ellyke, S.KM., M.KL.

NIP. 198104292006042002

2. DPA : Globila Nurika, S.KM., M.KL.

NIP. 199306142019032022

Penguji :

1. Ketua : Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes.

NIP. 197509142008121002

2. Sekretaris : Dimas Bagus Cahyaningrat W., S.Si., M.Si.

NIP. 199105282023211021

3. Anggota : Lutfiatun Nidah, S.T.

NIP. 427049199304282001

Tanda Tangan

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Mengesahkan

Dekan,



Dr. Farida Wahyu Ningtyias, S.KM., M.Kes.

NIP. 19801009200512002

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan judul “*Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter BOD, COD, TSS (Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang)*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar S1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Ibu Ellyke, S.KM., M.KL. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Globila Nurika, S.KM., M.KL. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, masukan serta saran hingga terselesaikan penelitian ini. Terima kasih dan penghargaan kami sampaikan pula kepada yang terhormat :

1. Ibu Dr. Farida Wahyu Ningtyias, S.KM., M.Kes. selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
2. Ibu Dr. Elok Permatasari, S.KM., M.Kes. selaku Koordinator Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
3. Bapak Yunus Ariyanto, S.KM., M.Kes. selaku Dosen Pembimbing Akademik di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
4. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes. selaku Ketua Penguji, Bapak Dimas Bagus Cahyaningrat W., S.Si., M.Si. selaku Sekretaris Penguji, dan Ibu Lutfiatun Nidah, S.T. selaku Penguji Anggota.
5. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang dan UPT PSDA WS Bondoyudo Baru Kabupaten Lumajang yang telah memberikan perizinan dan membantu penulis dalam melakukan penelitian.

Skripsi ini telah penulis susun dengan optimal, namun tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan tangan terbuka menerima masukan yang membangun. Semoga tulisan ini berguna bagi semua pihak yang memanfaatkannya.

Jember, 12 Desember 2023

Penulis

## RINGKASAN

**Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter BOD, COD, TSS (Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang);** Hasnah Tsanibillah; 172110101165; 2023; 61 halaman; Peminatan Kesehatan Lingkungan Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Kualitas lindi memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap efektivitas IPAL. Efektivitas digunakan untuk mengukur kinerja tiap unit pada IPAL dalam mengolah lindi dengan tujuan menurunkan kadar parameter bahan organik seperti *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solid* (TSS). Lindi yang tidak diolah dengan baik dan langsung di buang ke badan air, maka dapat mencemari air dan tanah di sekitarnya. Kualitas air sungai memiliki pengaruh terhadap timbulnya keluhan kesehatan. Air sungai yang tercemar dan dimanfaatkan oleh masyarakat dapat menjadi media bagi bakteri masuk ke dalam tubuh manusia, sehingga dapat terjadi munculnya penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas IPAL dan kualitas air sungai di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah berdasarkan parameter BOD, COD, dan TSS.

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan sampel lingkungan berjumlah 5 (lima) sampel yang terdiri dari 2 (dua) sampel lindi pada IPAL TPA Lempeni dan 3 (tiga) sampel air sungai pada Sungai Kali Pancing. Teknik pengambilan sampel menggunakan *grab sampling*. Sampel masyarakat berjumlah 38 responden dan dilakukan dengan teknik pengambilan sampel *purposive sampling*. Pengambilan data dilakukan dengan teknik observasi dan wawancara mengenai IPAL TPA Lempeni, pemanfaatan air sungai, dan keluhan kesehatan, serta mengidentifikasi kadar parameter BOD, COD, TSS pada lindi yang dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang dan air sungai yang dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Lumajang. Data disajikan dalam bentuk tabel yang kemudian dinarasikan.

Berdasarkan hasil penelitian, IPAL TPA Lempeni menggunakan sistem pengolahan secara biofilter anaerob. IPAL memiliki rangkaian unit kolam yang

terdiri dari *inlet*, kolam anaerob, kolam fakultatif, kolam maturasi, *wetland*, dan *outlet*. Kualitas lindi pada IPAL TPA Lempeni terhadap parameter BOD, COD, dan TSS tidak sesuai baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016. Efektivitas kinerja IPAL TPA Lempeni belum efektif dalam mengolah air limbah khususnya menurunkan kadar parameter BOD, COD, dan TSS. Kualitas badan air sekitar TPA Lempeni yaitu Sungai Kali Pancing terhadap parameter BOD, COD, dan TSS telah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan berdasarkan klasifikasi mutu air kelas IV Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Pemanfaatan air Sungai Kali Pancing oleh responden mayoritas digunakan sebagai tempat buang air besar/kecil (92%). Keluhan kesehatan dialami oleh 12 responden dengan gejala paling banyak gatal-gatal (75%) dan mencret (25%).

Saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah masyarakat diharapkan dapat mengurangi timbulan sampah di TPA dengan melakukan metode 3R (*Reuse, Reduce, dan Recycle*) dari sumber. Masyarakat diharapkan tidak menggunakan air sungai untuk kebutuhan sehari-hari seperti mencuci tangan/kaki, mandi, buang air besar/kecil, bahkan sebagai air baku air minum. Hal tersebut bertujuan agar menciptakan lingkungan yang bersih dan meminimalisir timbulnya penyakit akibat pemanfaatan air sungai.

## SUMMARY

***The Effectiveness of The Wastewater Treatment Plant (WWTP) and River Water Quality Based on BOD, COD, TSS Parameters (Study at Lempeni's Landfill, Lempeni Village, Tempeh District, Lumajang Regency); Hasnah Tsanibillah; 172110101165; 2023; 61 pages; Environmental Health Studies, Undergraduate Public Health Studies Program Faculty of Public Health University of Jember.***

The quality of the leachate has quite a big influence on the effectiveness of the WWTP. Effectiveness are used to measure the performance of each unit in the WWTP in processing leachate to reduce levels of organic material parameters such as *Biological Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, and *Total Suspended Solid (TSS)*. Leachate that is not processed properly and is thrown directly into water bodies can pollute the surrounding water and soil. River water quality influences the emergence of health complaints. River water that is polluted and used by the community can become a medium for bacteria to enter the human body so that disease can occur. This research aims to determine the effectiveness of IPAL and river water quality at the Landfill based on BOD, COD, and TSS parameters

This type of research was descriptive research with 5 environmental samples consisting of 2 leachate samples from the WWTP Lempeni's Landfill and 3 river water samples from the Kali Pancing River. The sampling technique used is *grab sampling*. The community sample consisted of 38 respondents and was carried out using techniques of *purposive sampling*. Data collection was carried out using observation and interview techniques regarding WWTP Lempeni's Landfill, river water utilization, and health complaints, as well as identifying levels of BOD, COD, and TSS parameters in leachate which was carried out at the Lumajang Regency Environmental Service Laboratory and river water which was carried out at the Regional Health Laboratory Lumajang Regency. The data is presented in table form which is then narrated.

Based on the research results, the WWTP Lempeni's Landfill uses an anaerobic biofilter processing system. WWTP has a series of pool units consisting of *inlet*, anaerobic ponds, facultative ponds, maturation ponds, *wetland*,

and *outlet*. The quality of the leachate at the WWTP Lempeni's Landfill in terms of BOD, COD, and TSS parameters does not comply with the quality standards stipulated based on the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia Number 59 of 2016. The performance effectiveness of the WWTP Lempeni's Landfill has not been effective in treating wastewater, especially in reducing levels of BOD, COD, and TSS parameters. The quality of the water body around the Lempeni landfill, namely the Kali Pancing River, in terms of BOD, COD, and TSS parameters, is by the quality standards determined based on class IV water quality classification, Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 22 of 2021. The majority of respondents use Kali Pancing River water as a place to defecate/urinate (92%). Health complaints were experienced by 12 respondents with the most common symptoms being itching (75%) and loose stools (25%).

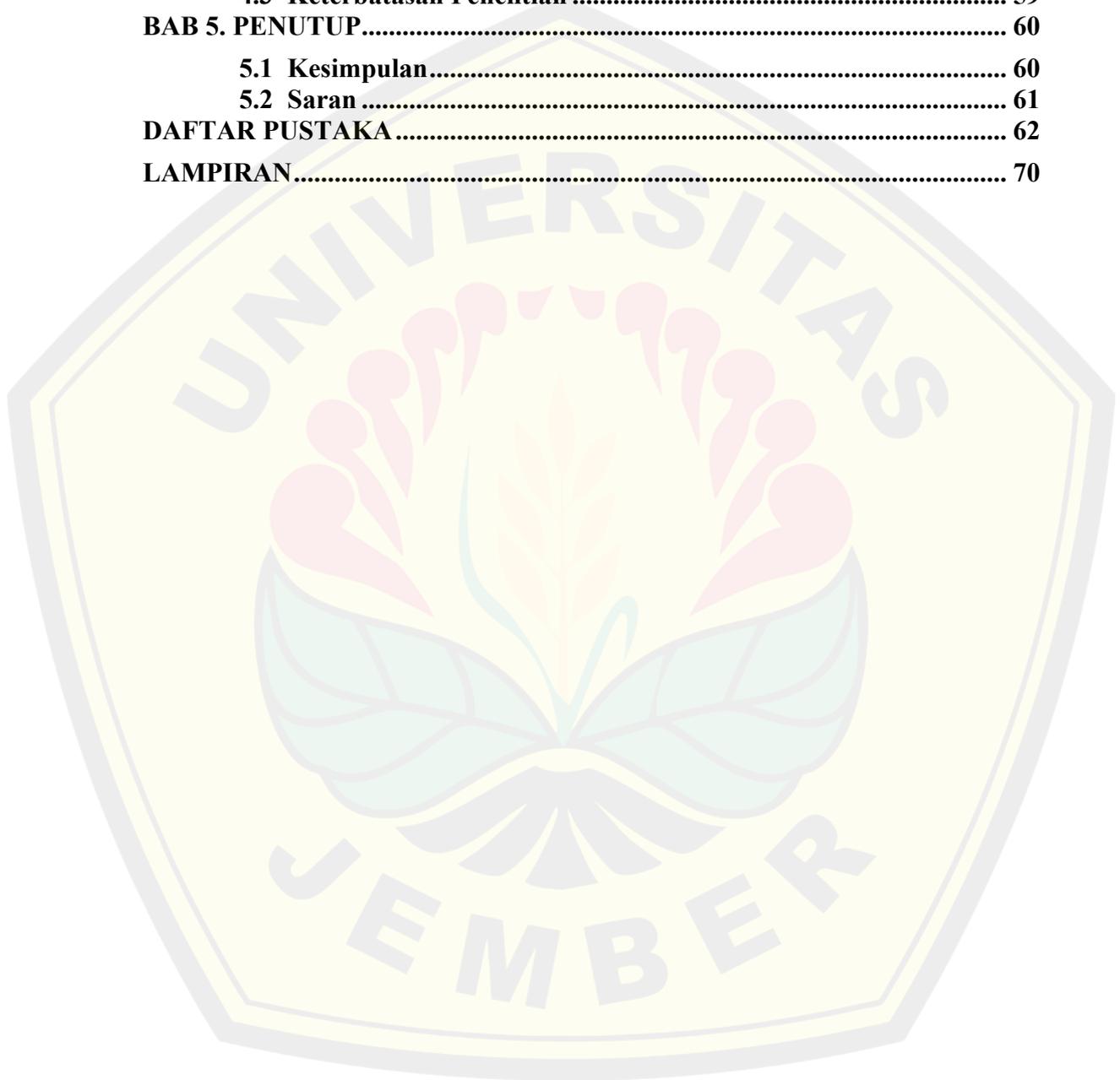
The advice given based on the results of this research is that the community is expected to reduce waste generation in landfills by implementing the 3R method (*Reuse, Reduce, and Recycle*) from the source. People are expected not to use river water for daily needs such as washing hands/feet, bathing, defecating/urinating, or even raw drinking water. This aims to create a clean environment and minimize the incidence of disease due to the use of river water.

DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>x</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 Tujuan</b> .....	<b>5</b>
1.3.1 Tujuan umum .....	<b>5</b>
1.3.2 Tujuan khusus .....	<b>5</b>
<b>1.4 Manfaat</b> .....	<b>5</b>
1.4.1 Manfaat teoritis .....	<b>5</b>
1.4.2 Manfaat praktis.....	<b>6</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Limbah Padat</b> .....	<b>7</b>
2.1.1 Definisi limbah padat .....	<b>7</b>
2.1.2 Sumber limbah padat.....	<b>7</b>
<b>2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)</b> .....	<b>8</b>
2.2.1 Definisi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).....	<b>8</b>
2.2.2 Metode <i>sanitary landfill</i> .....	<b>9</b>
<b>2.3 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)</b> .....	<b>10</b>
2.3.1 Definisi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).....	<b>10</b>
2.3.2 Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).....	<b>10</b>
2.3.3 Tahapan pengolahan air limbah .....	<b>11</b>

<b>2.4 Efektivitas Pengolahan Air Limbah.....</b>	<b>12</b>
<b>2.5 Lindi (<i>Leachate</i>) .....</b>	<b>13</b>
2.5.1 Definisi lindi ( <i>leachate</i> ) .....	13
2.5.2 Sumber lindi ( <i>leachate</i> ).....	14
2.5.3 Dampak lindi terhadap lingkungan .....	14
2.5.4 Baku mutu lindi .....	15
<b>2.6 Air Sungai.....</b>	<b>16</b>
2.6.1 Definisi air sungai .....	16
2.6.2 Pemanfaatan air sungai .....	18
2.6.3 Dampak pencemaran air sungai .....	18
2.6.3 Baku mutu air sungai .....	19
<b>2.7 Dampak BOD, COD, dan TSS Terhadap Keluhan Kesehatan dan Lingkungan .....</b>	<b>20</b>
<b>2.8 Kerangka Teori .....</b>	<b>21</b>
<b>2.9 Kerangka Konsep .....</b>	<b>22</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>24</b>
3.2.1 Tempat penelitian.....	24
3.2.2 Waktu penelitian .....	24
<b>3.3 Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel .....</b>	<b>24</b>
3.3.1 Populasi.....	24
3.3.2 Sampel penelitian.....	25
<b>3.4 Variabel dan Definisi Operasional .....</b>	<b>27</b>
3.4.1 Variabel penelitian .....	27
3.4.2 Definisi operasional .....	28
<b>3.5 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>30</b>
3.5.1 Prosedur pengambilan sampel lindi .....	30
3.5.2 Prosedur pengambilan sampel air sungai.....	31
3.5.3 Prosedur pengujian sampel laboratorium.....	31
<b>3.6 Data dan Sumber Data .....</b>	<b>33</b>
3.6.1 Data primer .....	33
3.6.2 Data sekunder.....	34
<b>3.7 Teknik Pengumpulan Data .....</b>	<b>34</b>
<b>3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data.....</b>	<b>35</b>
3.8.1 Teknik analisis data.....	35
3.8.2 Teknik penyajian data .....	36
<b>3.9 Alur Penelitian .....</b>	<b>37</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Hasil.....</b>	<b>38</b>
4.1.1 Gambaran umum TPA Lempeni .....	38
4.1.2 Proses pada IPAL TPA Lempeni .....	38
4.1.3 Efektivitas IPAL TPA Lempeni.....	41
4.1.4 Kualitas air Sungai Kali Pancing .....	44
4.1.5 Pemanfaatan air Sungai Kali Pancing.....	47

4.1.6	Keluhan kesehatan .....	47
<b>4.2</b>	<b>Pembahasan.....</b>	<b>49</b>
4.2.1	Proses pada IPAL TPA Lempeni .....	49
4.2.2	Efektivitas IPAL TPA Lempeni.....	50
4.2.3	Kualitas air Sungai Kali Pancing .....	54
4.2.4	Pemanfaatan air Sungai Kali Pancing .....	57
4.2.5	Keluhan kesehatan .....	58
<b>4.3</b>	<b>Keterbatasan Penelitian .....</b>	<b>59</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>		<b>60</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan.....</b>	<b>60</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran .....</b>	<b>61</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>62</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>70</b>

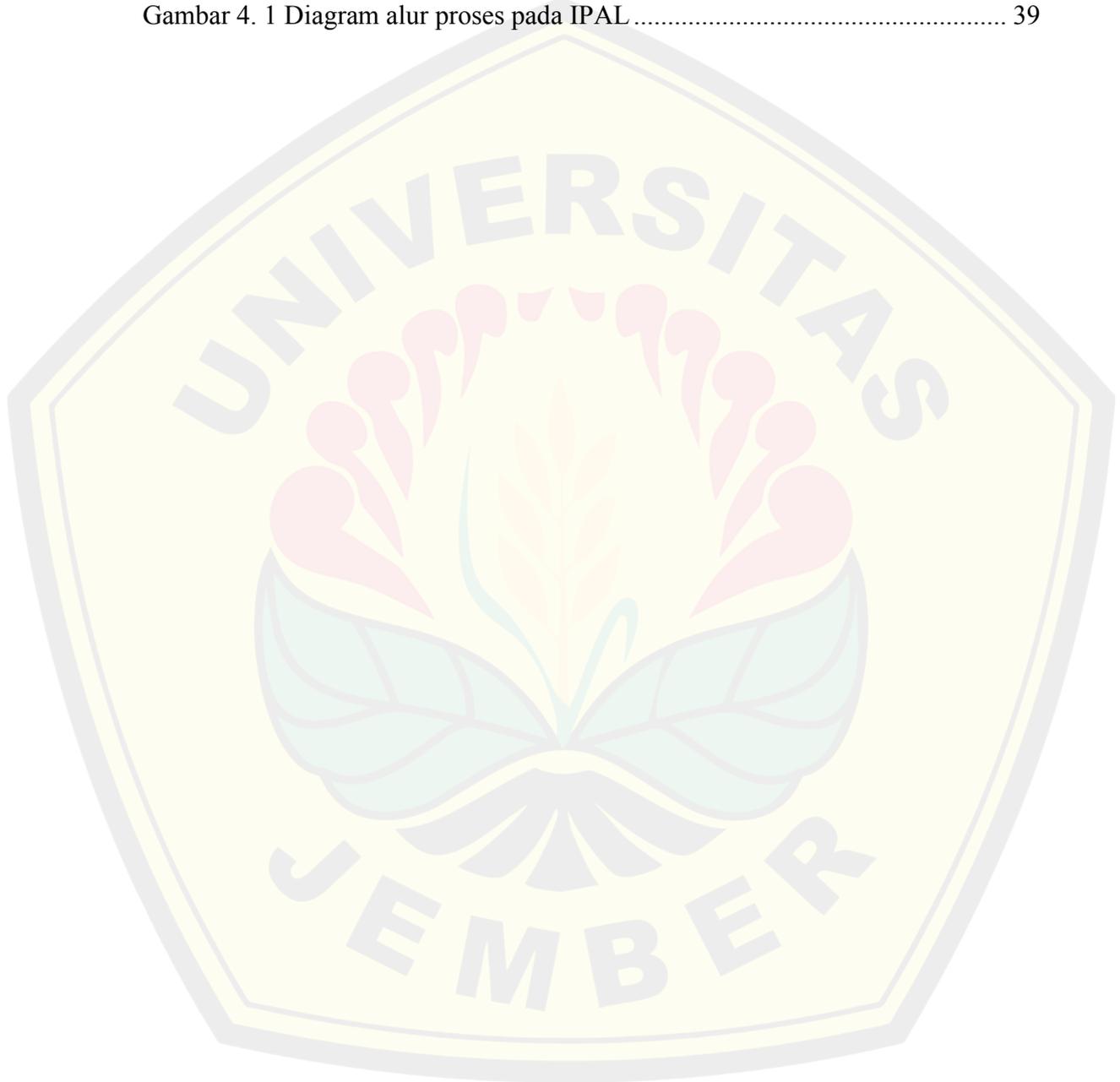


**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2. 1 Perbandingan Sistem Pengolahan Limbah.....	11
Tabel 2. 2 Baku Mutu Lindi.....	15
Tabel 2. 3 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas .....	19
Tabel 3. 1 Tabel Lokasi Pengambilan Sampel.....	26
Tabel 3. 2 Definisi Operasional .....	28
Tabel 4. 1 Komposisi sampah.....	41
Tabel 4. 2 Hasil uji kadar BOD, COD, dan TSS pada sampel lindi .....	42
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran efektivitas IPAL TPA Lempeni .....	43
Tabel 4. 4 Hasil uji kadar BOD pada sampel air sungai .....	45
Tabel 4. 5 Hasil uji kadar COD pada sampel air sungai.....	45
Tabel 4. 6 Hasil uji kadar TSS pada sampel air sungai.....	46
Tabel 4. 7 Jenis penggunaan air sungai.....	47
Tabel 4. 8 Mengalami keluhan kesehatan .....	47
Tabel 4. 9 Gejala keluhan kesehatan.....	48
Tabel 4. 10 Tabulasi silang jenis penggunaan air sungai dan gejala keluhan.....	48

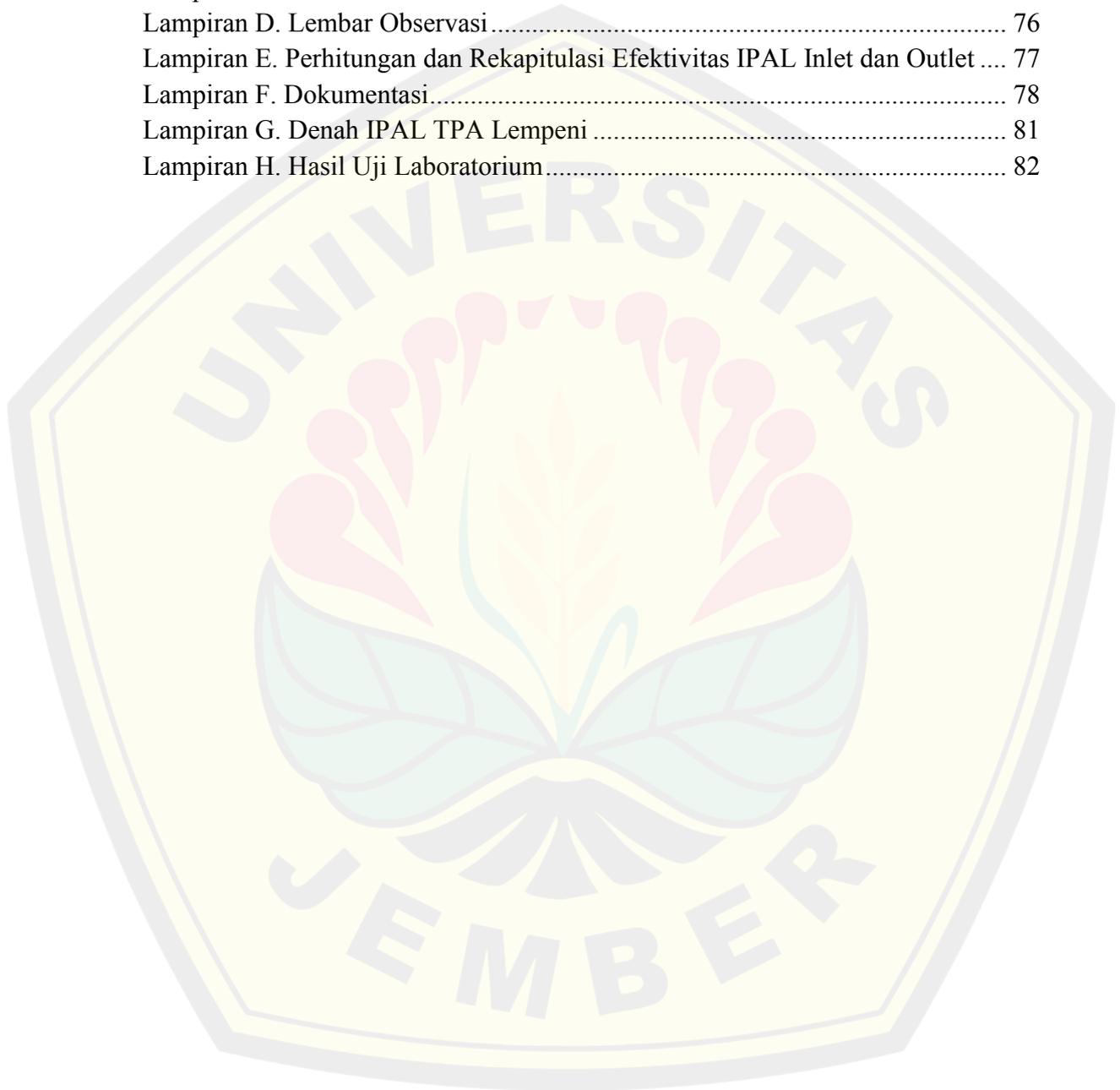
**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2. 1 Kerangka Teori.....	21
Gambar 2. 2 Kerangka Konsep.....	22
Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel.....	26
Gambar 4. 1 Diagram alur proses pada IPAL.....	39



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran A. Kaji Etik.....	70
Lampiran B. Lembar Persetujuan (Informed Consent).....	71
Lampiran C. Lembar Wawancara .....	72
Lampiran D. Lembar Observasi.....	76
Lampiran E. Perhitungan dan Rekapitulasi Efektivitas IPAL Inlet dan Outlet ....	77
Lampiran F. Dokumentasi.....	78
Lampiran G. Denah IPAL TPA Lempeni .....	81
Lampiran H. Hasil Uji Laboratorium.....	82



**DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI**

**Daftar Singkatan**

BOD	: <i>Biological Oxygen Demand</i>
CM	: <i>Centi Meter</i>
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>
DAS	: Daerah Aliran Sungai
DLH	: Dinas Lingkungan Hidup
H <sub>2</sub> S	: Hidrogen Sulfida
IPAL	: Instalasi Pengolahan Air Limbah
IPLT	: Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja
KM	: Kilo Meter
M <sup>3</sup>	: Meter Kubik
MCK	: Mandi Cuci Kakus
PDAM	: Perusahaan Daerah Air Minum
pH	: <i>Potential Of Hydrogen</i>
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
SNI	: Standar Nasional Indonesia
TSS	: <i>Total Suspended Solid</i>
TPA	: Tempat Pemrosesan Akhir
TPS	: Tempat Penampungan Sementara
mg/L	: miligram per Liter

**Daftar Notasi**

.	: Titik
,	: Koma
?	: Tanda Tanya
“ ”	: Petik
o	: Derajat
( )	: Tanda Kurung
:	: Titik Dua
/	: Garis Miring
%	: Persentase
+ -	: Kurang Lebih
-	: Sampai
<	: Kurang Dari
>	: Lebih Dari
°C	: Derajat Celsius

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI dalam Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) (2023) menunjukkan bahwa timbulan nasional pada tahun 2020 mencapai 32.632.440,41 ton/tahun, tahun 2021 mencapai 30.868.405,56 ton/tahun, dan tahun 2022 mencapai 20.344.774,13 ton/tahun, sehingga dapat dilihat bahwa timbulan sampah nasional dari tahun ke tahun terus berkurang, namun capaian kinerja pengelolaan sampah untuk pengurangan sampah masih sebesar 17,54% dari target 30% dan penanganan sampah sebesar 49,42% dari 70%. Masalah sampah sering terjadi di beberapa negara berkembang, termasuk Indonesia. Beberapa kota di Indonesia belum mampu mengatasi masalah sampah karena produksi yang meningkat, sehingga sampah masih menjadi masalah yang serius (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, 2017).

Definisi Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) merupakan tempat di mana limbah diproses secara aman bagi manusia dan lingkungan serta dikembalikan ke lingkungan. Definisi tersebut berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah. Cairan yang terkonsentrasi di tempat pemrosesan akhir disebut lindi. Lindi adalah air dengan konsentrasi bahan organik tinggi, yang dihasilkan di TPA setelah air hujan masuk ke kumpulan sampah dan sebagai hasil dari proses penguraian sampah yang disebabkan oleh mikroorganisme. Lindi merupakan cairan yang sangat berbahaya karena selain mengandung bahan organik dengan konsentrasi tinggi, juga dapat mengandung logam berat. Lindi yang tidak diolah melalui IPAL akan merembes dan mencemari air tanah di sekitar TPA. Komposisi dan karakteristik lindi akan bervariasi tergantung pada aktivitas fisik, kimia dan biologi yang terjadi pada limbah tersebut (Muryani & Widiarti, 2018:73). Lindi adalah air limbah dari tempat pemrosesan akhir dan umumnya dianggap sebagai sumber pencemar di air tanah dan air sungai di sekitarnya (Royani, et al., 2021:41).

Sebagian besar kualitas air sungai di Indonesia sangat tercemar dan sangat memprihatinkan, karena air sungai digunakan sebagai sumber utama air bersih bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Buruknya kualitas air sungai mengancam kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Perubahan nilai parameter seperti derajat keasamaan/kadar pH, *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) menunjukkan penurunan kualitas air sungai (KLHK RI, 2017:9). *Total Suspended Solid* (TSS) mempengaruhi kekeruhan dengan membatasi sinar matahari masuk ke dalam air, yang dapat mempengaruhi proses fotosintesis dengan mengurangi jumlah oksigen terlarut yang dikeluarkan oleh tanaman ke dalam air (Rinawati, et al., 2016).

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), menunjukkan bahwa timbulan sampah Provinsi Jawa Timur menurun tiap tahunnya ditunjukkan dengan data pada tahun 2019 sebanyak 5.497.163,42 ton/thn, tahun 2020 sebanyak 5.876.637,02 ton/thn, tahun 2021 sebanyak 3.592.952,80 ton/thn, dan tahun 2022 sebanyak 1.770.017,63 ton/thn, sedangkan setiap tahun sampah yang masuk ke TPA Lempeni terus meningkat. Pada tahun 2019 sebanyak 55.315,75 ton/thn, tahun 2020 sebanyak 60.590,00 ton/thn, dan tahun 2021 sebanyak 63.619,50 ton/thn. Hal ini menjadi alasan untuk melakukan penelitian di TPA Lempeni. TPA Lempeni pernah menjadi TPA percontohan di Indonesia yang memiliki sejumlah sarana yang memadai, mulai dari jembatan timbang untuk menghitung *traffict* sampah, satu unit ekskavator, dua unit bulldozer, instalasi gas methan dari sampah, peralatan pengoplos sampah organik sampai menjadi kompos, taman dan kolam serta aula pertemuan (Kompasiana, 2020). TPA Lempeni yang terletak di Desa Lempeni, Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang berdiri di atas lahan seluas 6,69 Ha. Di TPA ini juga terdapat *landfill* yang sangat luas untuk memproses sampah. Pengolahan sampah di TPA Lempeni menggunakan metode *sanitary landfill*. Berdasarkan studi pendahuluan, sumber sampah yang masuk ke TPA Lempeni yaitu sampah rumah tangga, pasar, industri, fasilitas kesehatan, instansi, dan sampah hasil penyapu jalan. Di TPA Lempeni juga memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Instalasi Pengolahan Air Limbah yang kemudian disebut dengan IPAL merupakan sistem yang baik untuk mengolah air limbah

domestik dan industri sebelum airnya dibuang langsung ke lingkungan seperti badan air. Jika tidak dilakukan tahap ini, maka air limbah yang langsung di buang dapat mencemari air dan tanah di sekitarnya (Kholif, 2020:31). Sumber lindi yang masuk ke IPAL TPA Lempeni berasal dari hasil dekomposisi sampah, di TPA Lempeni terdapat IPLT yang limbah cairnya tidak dialirkan ke IPAL namun ditampung di kolam pengolahan dan dibuang ke sungai.

IPAL TPA Lempeni sudah dilakukan pengujian terkait kualitas lindi secara rutin tiap satu kali dalam sebulan. Namun, yang menjadi kendala yaitu kurangnya *maintenance* terhadap IPAL, karena minimnya anggaran untuk pemeliharaan atau perawatan, seperti belum pernah dilakukan resirkulasi atau pengurasan serta tidak dilakukan perhitungan efektivitas. Adapun salah satu perawatan yang dilakukan yaitu pembersihan setiap hari pada got atau drainase sekitar bak *outlet*, hal tersebut dilakukan agar aliran lindi dapat lancar menuju badan air. Daun-daun yang jatuh di kolam-kolam IPAL terutama pada pipa aliran lindi, maka akan dibersihkan dan diangkat dengan menggunakan jaring. Ini merupakan salah satu masalah yang sering terjadi pada IPAL TPA Lempeni. Selain itu pada *wetland* IPAL TPA kurang berfungsi dengan baik sebagai filtrasi karena lahannya tertutup dengan tanah dan kurangnya tanaman. Jenis teknologi yang digunakan pada IPAL TPA Lempeni yaitu biofilter anaerob.

Masalah selanjutnya yaitu mengenai efektivitas IPAL. Hasil perhitungan efektivitas IPAL TPA Lempeni dapat diketahui bahwa untuk parameter BOD pada tahun 2022 bulan Maret 1,5%, Juli 6,1%, Agustus 17%, dan September 17% (tidak efektif), bulan Januari 22,3% dan Mei 23,5% (kurang efektif), dan bulan Juni 50% (cukup efektif); untuk parameter COD pada bulan Januari 11,4%, Maret 13,6%, Juli 18,9%, dan Agustus 17% (tidak efektif), bulan Mei 30,6% dan Juni 28,3% (kurang efektif), dan bulan September 71% (efektif); untuk parameter TSS pada bulan Agustus -230% dan September -230% (tidak efektif), bulan Maret 78,4% (efektif) dan bulan Januari, Mei, Juni, dan Juli memiliki nilai >80% (sangat efektif) (DLH Kabupaten Lumajang, 2022). Dilihat dari data tersebut diketahui bahwa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) TPA Lempeni memiliki kinerja yang

belum optimal dan efektif dalam penurunan kadar pada air limbah, sehingga dikhawatirkan lindi dapat mencemari air sungai di dekat TPA.

Berdasarkan studi pendahuluan, diketahui jarak TPA Lempeni dengan pemukiman terdekat yaitu Dusun Kali Pancing sejauh 1,5 km dan dikelilingi oleh tebing, oleh karena itu air limbah yang dihasilkan oleh pemukiman warga sudah dinetralisasikan oleh lingkungan sehingga tidak sampai mempengaruhi air sungai. Bagian selatan TPA Lempeni terdapat badan air berupa sungai yang merupakan aliran Sungai Kali Pancing. Bagian hilir sungai setelah TPA Lempeni tidak ada pemukiman warga dan aliran sungai langsung menuju ke laut melalui pertemuan dengan aliran Sungai Kalimujur. Air sungai tersebut tidak dimanfaatkan oleh warga sekitar, namun dimanfaatkan oleh para penambang pasir yang datang untuk proses pengambilan pasir, mencuci truk, dan membilas badan serta dimanfaatkan oleh pemulung yang bermukim maupun yang tidak bermukim di TPA untuk Mandi, Cuci, dan Kakus (MCK) dan terdapat keluhan mencret yang dialami oleh pemulung. Pemulung terpapar bukan dari akses sungai saja, namun dapat terpapar langsung dari sampah saat bekerja. Kondisi air sungai pada saat kemarau yaitu kering, sehingga tidak ada aliran yang sampai ke air laut. Beberapa area di hilir sungai masih alami atau belum dikeruk dengan alat berat. Adanya TPA dapat menimbulkan bau yang dirasakan oleh masyarakat sekitar terutama pada malam hari. Pada musim hujan lindi yang keluar melalui *outlet* dan menuju sungai tidak terlalu keruh karena tercampur dengan air hujan, namun sebaliknya jika pada musim kemarau lindi yang dibuang ke sungai terlihat keruh. Beberapa masalah pada TPA Lempeni antara lain yaitu tidak ada *maintenance* terhadap IPAL, tidak adanya kajian mengenai efektivitas IPAL, dan potensi pencemaran air sungai di sekitar TPA Lempeni. Berdasarkan latar belakang diatas maka diperlukan adanya penelitian mengenai kualitas lindi dan air sungai di TPA Lempeni berdasarkan parameter BOD, COD, TSS.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini diperoleh berdasarkan latar belakang diatas yaitu “Bagaimanakah Efektivitas IPAL dan Kualitas Air Sungai di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Berdasarkan Parameter BOD, COD, TSS (Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang)?

## 1.3 Tujuan

### 1.3.1 Tujuan umum

Penelitian ini secara umum memiliki tujuan untuk mengkaji efektivitas IPAL dan kualitas air sungai berdasarkan parameter BOD, COD, TSS (Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang).

### 1.3.2 Tujuan khusus

- a. Mendeskripsikan proses pada IPAL TPA Lempeni.
- b. Mengkaji efektivitas pada IPAL TPA Lempeni berdasarkan parameter BOD, COD, TSS.
- c. Mengkaji kualitas air Sungai Kali Pancing berdasarkan parameter BOD, COD, TSS.
- d. Mengkaji pemanfaatan air Sungai Kali Pancing.
- e. Mengkaji keluhan kesehatan pada masyarakat sekitar TPA Lempeni.

## 1.4 Manfaat

### 1.4.1 Manfaat teoritis

Kajian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pemangku kepentingan kesehatan lingkungan mengenai efektivitas IPAL dan kualitas air sungai di TPA Lempeni, Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang berdasarkan parameter BOD, COD, TSS.

#### 1.4.2 Manfaat praktis

##### a. Bagi Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang

Hasil penelitian ini harus memberikan tolok ukur tambahan untuk kegiatan pemantauan dan pengendalian yang dapat menyebabkan pencemaran air terkait dengan pengolahan air limbah.

##### b. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai efektivitas IPAL dan kualitas air sungai di sekitar TPA Lempeni, Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang.

##### c. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini dapat memberikan pengalaman dan menambah pengetahuan serta pandangan peneliti mengenai topik efektivitas IPAL dan kualitas air sungai di TPA Lempeni, Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Limbah Padat

#### 2.1.1 Definisi limbah padat

Berdasar pada Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah mendefinisikan limbah padat merupakan sisa aktivitas manusia sehari-hari dan/atau proses alam dalam bentuk padat. Limbah padat atau sampah merupakan bahan sisa yang tidak digunakan ataupun diinginkan dari akhir proses suatu kegiatan (Arief, 2016). Menurut *World Health Organization* (WHO) dalam Chandra (2018:111), sampah adalah sesuatu yang tidak dimanfaatkan, tidak terpakai, tidak disukai dan berasal dari tindakan manusia serta tidak tercipta dengan sendirinya.

#### 2.1.2 Sumber limbah padat

Terdapat beberapa sumber limbah padat yang ada di bumi ini, yaitu berasal dari:

##### 1. Pemukiman penduduk

Salah satu sumber penghasil limbah padat yaitu pemukiman/perumahan penduduk, dapat berasal dari aktivitas rumah tangga dan keluarga. Ada berbagai jenis limbah padat dari rumah tangga, yaitu sampah basah atau sisa makanan (*garbage*), sampah kering (*rubbish*) dan sisa tanaman dari kebun.

##### 2. Tempat umum dan tempat perdagangan

Tempat umum adalah tempat berkumpulnya banyak orang dan tempat dilakukannya berbagai kegiatan, dan jual beli atau dagang adalah salah satunya. Terdapat beberapa jenis sampah yang timbul di tempat umum, antara lain sampah makanan, sampah kering, dan sampah berpotensi bahaya.

##### 3. Sarana layanan masyarakat milik pemerintah

Definisi layanan masyarakat yang relevan mencakup fasilitas rekreasi, jalan umum, tempat atau lokasi parkir, layanan medis, instalasi militer, tempat

pertemuan, dan fasilitas pemerintah lainnya. tempat layanan masyarakat biasanya dapat menghasilkan limbah padat khusus dan limbah kering.

#### 4. Industri berat dan ringan

Industri berat dan ringan memiliki potensi yang sama dalam hal menghasilkan limbah padat. Ini dapat berupa industri seperti distribusi atau pengolahan bahan baku, kayu, kimia, logam, industri pengolahan air limbah dan air minum, industri makanan dan minuman. . Limbah padat dari kawasan industri dapat berupa limbah basah, limbah kering, limbah konstruksi, limbah khusus, dan limbah B3.

#### 5. Pertanian

Limbah padat dari proses pertanian dapat berupa hewan dan tumbuhan. Lahan pertanian seperti kebun, ladang dan sawah dapat menghasilkan limbah berupa makanan busuk, limbah pertanian, pupuk dan residu pestisida yang digunakan pada tanaman (Chandra, 2018).

## 2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

### 2.2.1 Definisi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 mengenai Pengelolaan Sampah menerangkan bahwa Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan tempat yang diperuntukan dalam memproses dan memastikan keamanan sampah terhadap lingkungan dan kesehatan manusia apabila dikembalikan ke media lingkungan. Sampah yang berasal dari Tempat Penampungan Sementara (TPS) akan diterima dan ditampung oleh TPA dengan tujuan untuk mengurangi timbunan sampah di lingkungan masyarakat (Suyono dan Budiman, 2014:131). Undang-Undang No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah pada pasal 22 menerangkan terkait proses di TPA yang sebaiknya dilakukan, sebagai berikut:

- a. Melakukan pemilahan sampah dengan mengelompokkan dan memisahkan sampah sesuai pada jenis, jumlah, serta sifatnya.
- b. Mengumpulkan sampah menuju TPS ataupun Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST).

- c. Pengangkutan sampah dari TPST menuju TPA.
- d. Sampah diolah dengan mengganti sifat, susunan, serta kuantitas sampah.
- e. Menjamin keamanan limbah di lingkungan, memperhatikan bentuk pengembalian limbah atau residu dari pengolahan sebelumnya.

### 2.2.2 Metode *sanitary landfill*

*Sanitary Landfill* merupakan metode yang dilakukan untuk memusnahkan sampah melalui proses menumpuk dan memadatkan sampah pada lokasi cekung yang kemudian ditimbun dengan tanah. Pada sistem ini sampah diisolasi dari lingkungan untuk memperoleh kondisi aman sehingga tidak memberikan dampak degradasi. Pengelolaan sampah dengan metode *Sanitary Landfill* mempunyai keuntungan:

- a. Mengurangi jumlah vektor seperti tikus, lalat, dan *vermin* lain.
- b. Mencegah terjadinya kebakaran
- c. Mengurangi aroma tidak sedap
- d. Mengurangi polusi air permukaan dan air tanah.
- e. Metode dengan sistem yang dilengkapi dengan kolam pengumpul lindi dan gas yang dihasilkan oleh proses pembusukan (Rina dan Iskandar, 2021:140-144).

Metode *sanitary landfill* merupakan suatu cara pengelolaan sampah dengan teknologi terbaik saat ini yang dapat diterapkan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Namun terdapat beberapa hal yang menyebabkan metode *sanitary landfill* belum tentu dapat diterapkan di seluruh daerah, penyebabnya yaitu biaya investasi, pengoperasian serta pemeliharaan yang tinggi. Penerapan metode *sanitary landfill* akan lebih efektif dan ekonomis secara finansial apabila digunakan dengan skala yang besar serta waktu yang cukup panjang (>10 tahun). Permasalahan pengelolaan sampah dengan metode *Sanitary Landfill* antara lain:

- a. Gas metana. Gas metana menjadi tertimbun di dalam liang tanah dan berpotensi menyebabkan suatu ledakan.
- b. Lindi. Lindi dapat mengontaminasi air permukaan dan air tanah, dikarenakan tidak adanya sistem saluran yang baik pada lokasi lahan uruk.

- c. Waktu operasi. Jangka waktu yang panjang karena dapat membuat lahan uruk terisi penuh oleh sampah dan menyebabkan pekebaran lokasi untuk digunakan sebagai lahan uruk baru. Sehingga lahan uruk bukanlah suatu pilihan yang tepat dalam menangani timbunan sampah jangka panjang.
- d. Pasca operasi. Lahan uruk harus selalu dalam pengawasan, hal ini bertujuan untuk mencegah air permukaan dan tanah mengalami kontaminasi, selain itu bertujuan juga untuk memastikan tidak terjadinya ledakan akibat timbunan. Karena kondisi seperti ini, maka lokasi sekitar lahan uruk tidak diperbolehkan adanya bangunan. Limbah dengan kondisi tidak dapat terbakar dan yang tidak digunakan lagi perlu adanya lahan uruk untuk menimbun limbah tersebut (Rina dan Iskandar, 2021:140-144).

### **2.3 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)**

#### **2.3.1 Definisi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)**

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan suatu cara pengolahan air limbah secara terpusat dengan tujuan untuk memastikan limbah cair domestik aman dan sesuai baku mutu apabila dikembalikan ke lingkungan. Air limbah dari instalasi pengolahan dapat dibuang di sumur filter atau sungai. Pabrik sistem ini dibangun untuk mencegah polusi limbah mencemari lingkungan (Almufid dan Rully Permadi, 2020:94). Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, bahwa IPAL adalah seperangkat peralatan beserta perlengkapan yang bertujuan untuk mengolah cairan sisa produksi agar ketika dibuang ke lingkungan telah layak dan aman.

#### **2.3.2 Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)**

Secara umum terdapat tiga jenis teknologi IPAL dalam mengolah limbah, yaitu anaerob, aerob, dan campuran. Kehadiran oksigen untuk metabolisme mikroorganisme (bakteri) terdapat pada jenis teknologi IPAL anaerob dan aerob. Oksigen dibutuhkan pada proses aerob, sedangkan oksigen tidak dibutuhkan pada

proses anaerob (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016: 18-19).

a. Pengolahan Aerob

Pengolahan aerob merupakan teknologi paling efisien yang dapat diterapkan di wilayah perkotaan (*sewerage*), karena dianggap lebih efisien dalam menangani sampah skala besar. Pada sistem yang dikelola fasilitas institusi, penggunaan peralatan mekanis seperti kipas atau aerator di unit pemrosesan dapat dikontrol oleh operator yang terlatih dengan tepat.

b. Pengolahan Anaerob

Pengolahan anaerobik adalah teknik yang paling banyak digunakan dalam sistem pemukiman berbasis masyarakat. Ini didasarkan pada kemudahan penggunaan, karena tidak memerlukan pemasukan oksigen ke dalam unit pemrosesan. Septic tank individu atau instalasi pengolahan kota/perumahan diketahui menggunakan prinsip pengolahan anaerobik.

c. Pengolahan Kombinasi

Kombinasi atau sistem campuran antara pengolahan anaerobik dan aerobik merupakan pilihan paling populer untuk sistem pengolahan lumpur (IPLT) atau instalasi pengolahan limbah karena lebih efisien dalam pengoperasian dan pemeliharaan serta meningkatkan kapasitas sistem.

Tabel 2. 1 Perbandingan Sistem Pengolahan Limbah

Pilihan Teknologi	Kebutuhan Lahan Perkapita	Mekanikal Elektrikal	Gangguan Bau (estetika)	Biaya Operasi dan Pemeliharaan
<b>Aerob</b>	Lebih sedikit	Ya	Lebih rendah	Lebih tinggi
<b>Anaerob</b>	Lebih luas	Tidak	Lebih tinggi	Lebih rendah
<b>Kombinasi Aerob-Anaerob</b>	Sedang	Ya	Relatif masih ada	Sedang

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016

### 2.3.3 Tahapan pengolahan air limbah

Pada pengolahan IPAL TPA terdapat empat tahapan unit, sebagai berikut.

- a. Kolam anaerob. Bak yang digunakan untuk pengolahan cairan yang didapat dari kolam pengumpul. Pada kolam ini umumnya banyak mengandung kadar BOD.

Proses pada bak anaerob tidak perlu dengan bantuan oksigen. Kolam dibuat dengan kedalaman yang menyesuaikan daya tampung dan pada permukaan kolam terdapat kerak buih yang dibiarkan dengan fungsi agar sinar matahari tidak masuk ke dalam kolam.

- b. Kolam fakultatif. Air limbah yang telah diolah pada kolam anaerob akan distabilisasi pada bak fakultatif. Selanjutnya, cairan tersebut akan dialirkan ke kolam maturasi atau selokan kering.
- c. Kolam maturasi. Bak pematangan yang menggunakan proses aerob untuk mengolah air limbah. Penggunaan proses aerob dikarenakan pada bak unit anaerob dan fakultatif zat-zat organik sebagian besar telah terambil. Penyusutan dan menghilangkan kadar BOD, COD, TSS, merupakan fungsi utama pada bak maturasi.
- d. *Constructed wetland*. Rawa buatan untuk pengolahan limbah domestik, selain itu, dimaksudkan untuk pengolahan aliran air hujan dan limbah atau sebagai habitat alami lainnya. Lahan basah buatan juga dapat dimanfaatkan untuk reklamasi lahan pertambangan atau gangguan lingkungan lainnya. Lahan basah bisa menjadi biofilter yang mampu menghilangkan sedimen dan polutan seperti logam berat. Lahan basah menggunakan spesies tumbuhan asli dengan biaya minimal, tetapi masih berhasil mencapai misinya (Thomas dan Santoso, 2019: 6-7).

#### 2.4 Efektivitas Pengolahan Air Limbah

Efektivitas pengolahan adalah tingkat pengurangan atau peningkatan konsentrasi parameter yang diteliti sebelum dan sesudah pengolahan yang dinyatakan dalam nilai efisiensi dalam bentuk persentase (%) dengan rumus umum yang digunakan untuk menghitung efektivitas pengolahan menurut Metcalf & Eddy (1991), yaitu:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100\%$$

Keterangan:

E = Efektivitas pengolahan air limbah (%)

So = Konstanta *inlet* (mg/L)

S = Konstanta *outlet* (mg/L)

Kriteria efektivitas unit pengolahan air limbah berdasarkan Soeparman dan Suparmin (2002), disajikan pada tabel berikut.

- a. Sangat Efektif =  $x > 80\%$
- b. Efektif =  $60\% < x \leq 80\%$
- c. Cukup Efektif =  $40\% < x \leq 60\%$
- d. Kurang Efektif =  $20\% < x \leq 40\%$
- e. Tidak Efektif =  $x \leq 20\%$

## 2.5 Lindi (*Leachate*)

### 2.5.1 Definisi lindi (*leachate*)

Metode *open dumping* digunakan sebagian besar oleh pengelolaan TPA limbah domestik di Indonesia. *Open dumping* dilakukan dengan menimbun limbah di suatu daerah dengan kondisi wilayah yang terbuka dan dapat diakses oleh masyarakat. Lindi dapat terbentuk ketika hujan turun yang mengenai TPA yang terbuka (*leachate*) (Said & Hartaja, 2015).

Lindi (*leachate*) merupakan cairan yang merembes keluar melewati timbunan sampah serta mengangkut bahan terlarut, terutama hasil penguraian material limbah (Damanhuri dan Padmi, 2010). Secara fisik, lindi adalah limbah berbentuk cairan berwarna hitam, berbau busuk, dan mengandung banyak patogen berbahaya yang berpotensi menimbulkan penyakit. Keberadaan lindi yang berbau menyengat menarik kedatangan beberapa serangga yang dapat mengganggu kesehatan, contohnya adalah lalat dan kecoak. Lindi dapat menembus masuk ke dalam tanah, sumber air, mengalir di permukaan tanah, hingga akhirnya berada di muara sungai. Aktivitas tersebut menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan yang menurunkan kualitas kehidupan manusia (Susanto, et al., 2004).

### 2.5.2 Sumber lindi (*leachate*)

Beberapa tempat di daerah perkotaan yang berpotensi menghasilkan lindi adalah :

- a. TPA. Mengandung bermacam-macam limbah anorganik dan organik. Limbah anorganik berupa sisa konstruksi dan rongsokan logam.
- b. Perumahan. Produknya berupa limbah plastik, kertas, limbah selokan, dan sisa makanan membusuk.
- c. Pasar tradisional. Limbah organik berasal dari sayur, buah, dan sisa ikan/daging yang membusuk.
- d. Lahan pertanian. Limbah produk hasil panen, limbah sisa makanan, dan limbah kimia.
- e. Industri. Limbah bahan kimia berupa lumpur biologis hasil pengolahan limbah kimia, limbah kertas, dan plastik (Sari & Afdal, 2017).

Lazimnya ditemukan di kebanyakan TPA di Indonesia, lindi terbentuk terutama karena adanya rembesan air yang terkandung di dalam limbah maupun sumber daya yang berasal dari luar antara lain pengaruh drainase dan air hujan yang melalui tumpukan limbah. Walaupun terbentuk cair, tetapi lindi mengandung bahan pencemar padat tersuspensi dan terlarut, serta bahan kimia organik dan anorganik yang konsentrasi limbahnya cukup tinggi yaitu amoniak, nitrit, logam berat, nitrogen, dan lain-lain. Oleh karena itu, tingginya konsentrasi polutan dapat berpotensi terjadinya pencemaran lingkungan dan harus segera dilakukan penanggulangannya (Said & Hartaja, 2015).

### 2.5.3 Dampak lindi terhadap lingkungan

Walaupun lindi banyak mengandung bahan organik dan anorganik, tetapi lindi mempunyai dampak negatif yang sangat besar terhadap lingkungan, khususnya pada tanah. Tanah merupakan media utama penanaman tanaman budi daya. Lindi yang meresap ke dalam tanah dalam jumlah berlebihan dapat mematikan tanaman. Selain itu, lindi menjadi sumber polutan air tanah karena memuat logam berat yang berasal dari limbah sehingga tidak dapat dikonsumsi oleh

manusia dan mikroorganisme lain. Tidak adanya pengolahan lindi serta dibuang langsung ke tanah dapat menyebabkan pencemaran tanah serta sumber air yang berada di tempat tersebut. Masuknya air hujan pada timbunan limbah dapat mengalirkan material organik yang telah melalui pembusukan mendatangkan lindi yang selanjutnya dapat merembes keluar dari tempat pemrosesan akhir sampah. Selain menghasilkan lindi, material limbah organik memiliki potensi mengeluarkan gas metana yang berasal dari reaksi biokimia. Gas metana yang dihasilkan memiliki potensi menyebabkan terjadinya ledakan gas dan kebakaran di tempat pemrosesan akhir sampah (Ngatimin & Syatrawati, 2020).

#### 2.5.4 Baku mutu lindi

Kualitas lindi dapat diketahui dengan mengacu pada baku mutu yang berlaku dengan cara membandingkan konsentrasi parameter terukurnya. Berikut ini baku mutu lindi yang tertera dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.

Tabel 2. 2 Baku Mutu Lindi

Parameter	Kriteria Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
<b>Ph</b>	6-9	-
<b>BOD</b>	150	mg/L
<b>COD</b>	300	mg/L
<b>TSS</b>	100	mg/L
<b>N Total</b>	60	mg/L
<b>Merkuri</b>	0,005	mg/L
<b>Kadmium</b>	0,1	mg/L

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 59 Tahun 2016

Berdasarkan Soeparman dan Suparmin (2002:25), parameter yang digunakan untuk mengetahui air telah tercemar sebagai berikut.

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

Limbah cair akan menyerap besaran oksigen yang dibutuhkan sehingga dapat diukur, dan dapat diketahui jumlah bahan organik dalam limbah tersebut merupakan definisi dari BOD. Mikroorganisme dalam limbah cair biasanya 5

hari dan pada suhu tertentu (biasanya 20°C). BOD merupakan ukuran utama dari soliditas limbah cair. Selain itu, BOD merupakan salah satu indikator dari efek yang diharapkan dalam badan air. Secara umum, tingkat perawatan yang dicapai oleh bangunan harus dipilih agar BOD yang mengalir tidak menurunkan kadar oksigen badan air, tetapi tujuannya agar sungai atau badan air tetap berfungsi sebagaimana mestinya.

b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD adalah parameter yang digunakan untuk menentukan kekuatan limbah cair. COD adalah permintaan oksidasi sampel dalam kondisi tertentu. COD dapat ditentukan menggunakan oksidator kimia. Pada umumnya indikator ini berguna untuk limbah industri. Ada hubungan antara tingkat COD dan BOD dalam sistem tertentu.

c. *Total Suspended Solid (TSS)*

Total Suspended Solid (TSS) merupakan material padat yang dihilangkan pada saat proses filtrasi oleh media standar halus dengan diameter 1 mikron. TSS dapat digolongkan menjadi padatan tetap (*fixed solids*) dan padatan menguap (*volatile solids*). Padatan tetap adalah padatan tersuspensi dan dikelompokkan lagi berdasarkan kemampuannya untuk mengendap, yaitu padatan yang bisa diendapkan (*settleable solids*) dan padatan yang tidak bisa diendapkan (*nonsettleable solids*). Padatan yang mudah menguap adalah bahan yang memiliki sifat organik dan diharapkan dapat terurai. Kadar padatan penting dalam perencanaan dan pembuangan limbah, karena merupakan persyaratan yang menentukan dalam pengelolaan lumpur konstruksi, termasuk persyaratan dalam pengeringan dan pembuangan lumpur (Soeparman & Suparmin, 2002).

## 2.6 Air Sungai

### 2.6.1 Definisi air sungai

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 menerangkan bahwa air merupakan semua air yang ditemukan di atas maupun di bawah permukaan bumi, tidak termasuk air laut dan air fosil. Definisi sungai sebagaimana

yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah RI Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai menerangkan bahwa sungai merupakan badan alami dan buatan di dalamnya berupa jaringan pengaliran air, mulai dari mata air hingga muara, dengan kontur di kanan dan kiri. Sungai memiliki beberapa bagian yaitu hulu, tengah dan hilir. Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah daratan yang berbagi kesatuan dengan sungai dan anak sungai. DAS berfungsi sebagai tempat pengumpulan, penyimpanan dan pengalihan air hujan alami dan memiliki batas daratan berupa distribusi topografi dan wilayah laut.. Menurut Seyhan (1990) dan Asdak (2002) dalam Lihawa (2017:5) menyatakan Daerah Aliran Sungai dibagi dalam tiga zona yaitu:

1. Zona Hulu (daerah sumber air sungai)
  - a. daerah konservasi
  - b. Kepadatan drainase yang tinggi
  - c. Area dengan kemiringan lereng  $>15\%$
  - d. Area bebas genangan/banjir
  - e. Vegetasi umumnya tegakan hutan

Daerah hulu DAS adalah daerah yang menguasai aliran sungai dan menjadi bagian integral dari daerah hilir yang menerima aliran tersebut. Debit aliran sungai di hulu lebih besar daripada di hilir.
2. Zona Tengah (daerah transisi dari zona hulu dan hilir)
  - a. Sebagian kawasan merupakan gudang dan sebagian lagi merupakan kawasan pertanian
  - b. Tingkat drainase yang berbeda
  - c. Jenis vegetasinya lebih beragam, ada yang vegetasi tinggi dan ada yang vegetasi budidaya
3. Zona Hilir (daerah akhir dari sungai yang kemudian akan menuju ke laut)
  - a. Menjadi ladang kegunaan
  - b. Frekuensi pengurusan lebih rendah
  - c. Area dengan kemiringan lereng  $<8\%$
  - d. Beberapa tempat sering terjadi banjir/genangan
  - e. Vegetasi didominasi oleh tanaman pertanian

### 2.6.2 Pemanfaatan air sungai

Sungai senantiasa memiliki keterkaitan yang erat dengan manusia pada kehidupan sehari-harinya. Terdapat hubungan antara manusia dan sungai, yaitu masyarakat membutuhkan sungai untuk menunjang kebutuhan dan aktivitasnya, sedangkan keberadaan sungai juga dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia (Darmanto & Sudarmadji, 2013). Salah satu bentuk pemanfaatan air sungai yang dilakukan adalah pemanfaatan sungai sebagai tempat mandi, cuci, kakus (MCK) sehingga perilaku tidak terpuji yaitu melakukan pembuangan sampah (Gayosia, et al., 2015).

Fungsi sungai bagi kehidupan manusia antara lain untuk memperoleh dan menyimpan untuk kebutuhan rumah tangga, penyehatan lingkungan, pertanian, industri, pariwisata, olah raga, perikanan, pembangkit listrik, transportasi dan kebutuhan lainnya (Debora, 2018).

### 2.6.3 Dampak pencemaran air sungai

Dampak yang timbul dari pencemaran air adalah sebagai berikut (Suyasa, 2015:44):

#### a. Dampak pada Kualitas Air Tanah

Kualitas air tanah dapat dipengaruhi oleh adanya polutan yang ada, yaitu polutan yang meresap masuk ke dalam lapisan tanah melalui celah pori-pori tanah sehingga tanah dapat tercemar. Hal ini dapat menimbulkan gangguan terhadap kualitas air tanah dan dapat menyebabkan gangguan kesehatan, mengingat sumber air minum yang digunakan oleh masyarakat berasal dari air tanah.

#### b. Dampak pada Estetika Lingkungan

Mekanisme pada suatu pabrik pasti memproduksi sampah yang berupa limbah. Kuantitas limbah yang diproduksi suatu pabrik/industri akan berbanding lurus dengan tingginya kegiatan produksi pada industri tersebut. Beberapa metode yang dapat digunakan dalam mengelola limbah, salah satunya ialah pengendapan atau penumpukan limbah. Namun hal ini memiliki sisi negatif

terhadap lingkungan dan kesehatan karena metode ini menimbulkan bau yang menyengat serta membutuhkan lahan yang luas sehingga tidak mengganggu saluran air limbah dan jauh dari pemukiman manusia, sehingga cara ini dapat menimbulkan masalah estetika lingkungan. Limbah minyak dan lemak dapat memicu masalah estetika lingkungan yaitu TPA menjadi licin. Di fasilitas pengelolaan dan pemrosesan limbah, masalah bau biasanya muncul dari sejumlah aktivitas, termasuk fasilitas pembuangan limbah industri, tangki dekomposisi limbah yang mengandung Hidrogen Sulfida (H<sub>2</sub>S), dan penanganan bahan organik.

### 2.6.3 Baku mutu air sungai

Kriteria dan standar kualitas air diperlukan untuk memastikan kualitas sumber air dapat memadai ketersediaan untuk semua pengguna. Aturan yang digunakan bertujuan untuk mengatur dan mempertahankan kualitas air pada badan air (Machdar, 2018:45). Standar baku mutu kualitas air yang ditetapkan oleh Pemerintah Indonesia diatur melalui Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pada peraturan ini klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi IV kelas.

- a. Kelas I, peruntukan air minum.
- b. Kelas II, peruntukan prasarana atau sarana rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan, dan irigasi.
- c. Kelas III, peruntukan budidaya ikan air tawar, peternakan, dan irigasi.
- d. Kelas IV, peruntukan mengairi pertanaman.

Tabel 2. 3 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Ph	-	6-9	6-9	6-9	6-9
BOD	mg/L	2	3	6	12
COD	mg/L	10	25	40	80
TSS	mg/L	40	50	100	400

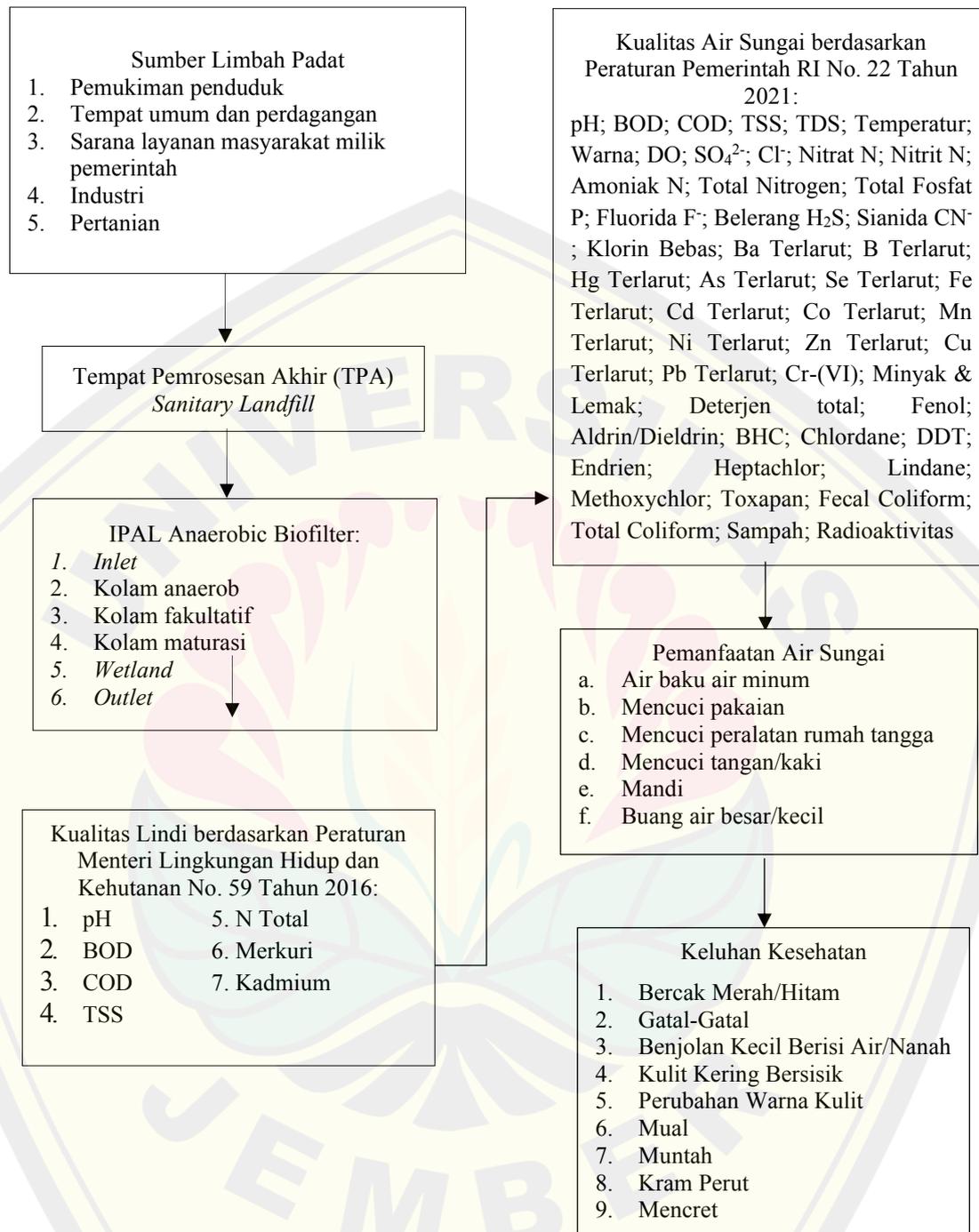
Sumber: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021

## 2.7 Dampak BOD, COD, dan TSS Terhadap Keluhan Kesehatan dan Lingkungan

Pencemaran air oleh air limbah yang memiliki kadar BOD, COD, dan TSS tinggi dengan kadar mikroorganisme dapat menimbulkan masalah kesehatan seperti, keluhan dan penyakit yang disebarkan oleh virus ataupun bakteri patogen. Media air yang telah terkontaminasi dapat menjalar cepat ke semua sistem jaringan tubuh, dan menimbulkan terjadinya wabah atau ledakan besaran penderita penyakit dalam waktu singkat pada suatu wilayah (Herniwanti, 2020). Beberapa keluhan kesehatan yang dapat ditimbulkan antara lain bercak merah/hitam, benjolan kecil berisi air/nanah, gatal-gatal, kulit kering bersisik, perubahan warna kulit, mual, muntah, kram perut, dan mencret (Handayani, 2021). Penyakit yang timbul disebabkan karena air antara lain *Disentri*, *Parathyphus*, *Typus*, *Hepatitis A*, *Diare*, *Cholera*, *Poliomelitis Anterior Acute*, dan penyakit kulit (Herniwanti, 2020:35).

Air limbah yang dihasilkan dari proses dekomposisi mengandung zat berbahaya, berupa BOD dan COD yang kadarnya melebihi syarat mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Sehingga jika tidak ditangani dengan tepat akan menimbulkan masalah pencemaran lingkungan yang serius dan gangguan ekosistem. Oleh karena itu, limbah cair perlu diolah sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan pencemaran badan air pada saat limbah tersebut dialirkan secara langsung ke badan air (Amri & Widayanto, 2023). Zat polusi dalam air dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut di dalamnya. Oksigen memecah atau mengurai polutan yang ada. Organisme air membutuhkan oksigen yang cukup untuk bertahan hidup. Ketika konsentrasi oksigen dalam air turun ke tingkat tertentu, kehidupan biota air terganggu. Organisme air seperti bakteri bekerja dalam proses penjernihan air, sehingga ketika bakteri atau organisme air mati, proses penjernihan air menjadi lebih sulit. Pencemaran panas yang disebabkan oleh sampah juga mengganggu kehidupan organisme akuatik (Suyasa, 2015).

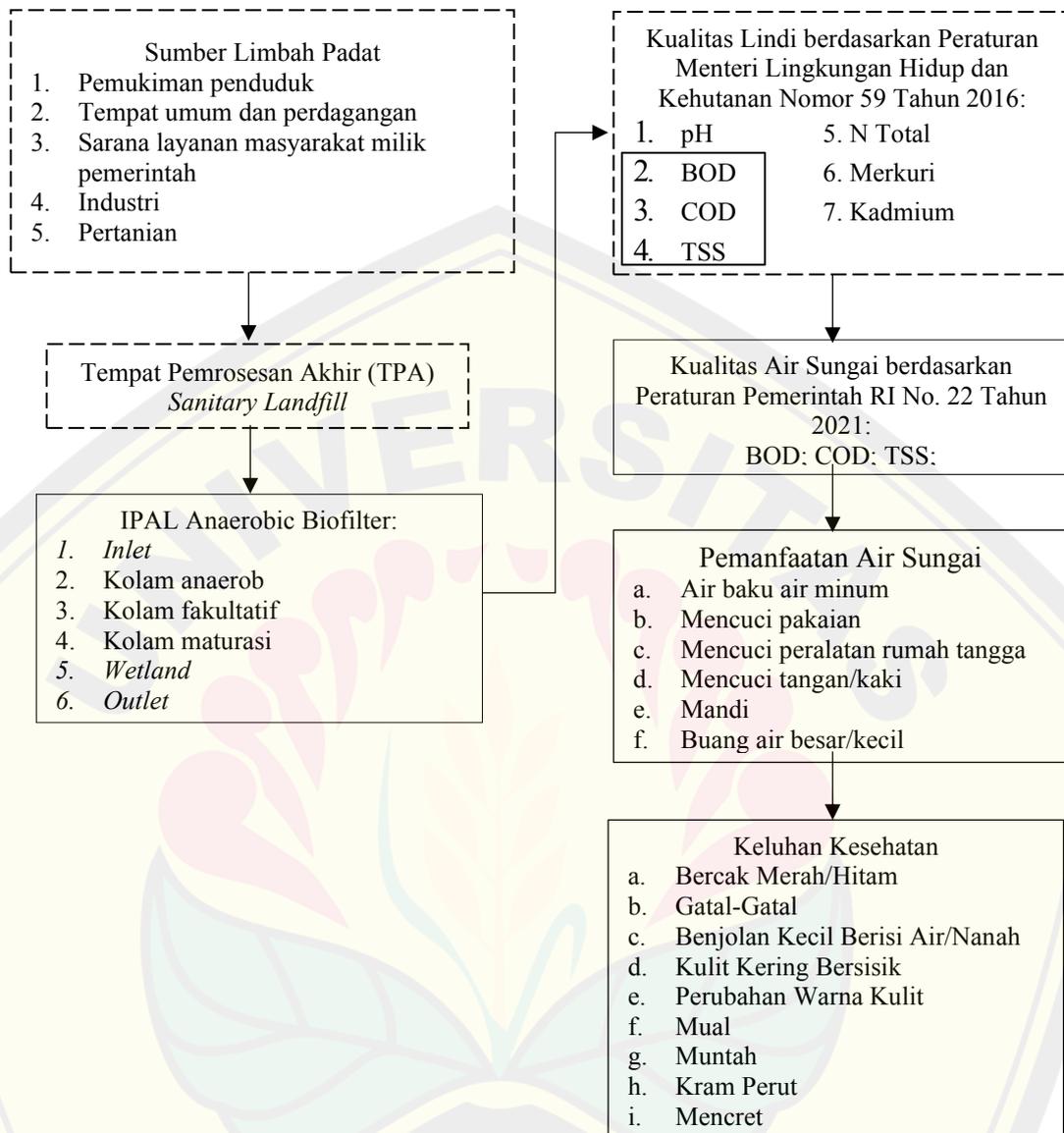
## 2.8 Kerangka Teori



Gambar 2. 1 Kerangka Teori

Sumber: Teori Ini dimodifikasi dari Chandra (2018:113-114), Kemenkes RI (2011), Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 59 Tahun 2016, PP RI Nomor 22 Tahun 2021, dan Yunita (2021)

**2.9 Kerangka Konsep**



Gambar 2. 2 Kerangka Konsep

Keterangan:



: Variabel Diteliti



: Variabel Tidak Diteliti

Berdasarkan kerangka konseptual diatas, berbagai sumber limbah padat yang berasal dari berbagai tempat dapat mempengaruhi kuantitas sampah yang masuk ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Metode pengolahan sampah yang digunakan oleh TPA Lempeni yaitu *sanitary landfill*. Limbah padat yang masuk ke TPA akan mengalami proses dekomposisi sehingga menjadi lindi dan mengalir masuk ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Lindi masuk ke dalam IPAL yang terdiri dari kolam-kolam dan akan diolah dengan metode *Anaerobic Biofilter*. Lindi kemudian diukur kadar BOD, COD, dan TSS dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas dari IPAL yang hasilnya dapat mempengaruhi kualitas air sungai. Pengaruh kualitas air sungai dapat menimbulkan keluhan kesehatan bagi masyarakat akibat dari pemanfaatan air sungai.

Variabel independen terdiri dari parameter BOD, COD, TSS, dan pemanfaatan air sungai, serta variabel dependen terdiri dari kualitas lindi, kualitas air sungai, dan keluhan kesehatan. Alasan peneliti menggunakan parameter tersebut karena air limbah memiliki komponen utama senyawa organik sehingga peneliti menggunakan parameter BOD dan COD. BOD merupakan parameter utama dalam menentukan tingkat pencemaran perairan dan COD juga merupakan parameter utama selain BOD, serta Uji COD sebagai alternatif uji perairan untuk beberapa komponen yang stabil dalam reaksi biologis atau tidak dapat didegradasi/dioksidasi oleh mikroorganisme. Sedangkan pemilihan TSS karena parameter tersebut merupakan karakteristik fisik pertama yang dapat dilihat dengan tingkat kekeruhan pada air limbah. Variabel sumber limbah padat dan TPA tidak diteliti dikarenakan penelitian ini fokus pada kualitas dan bukan kuantitas. Selanjutnya, untuk parameter yang tidak diteliti dikarenakan hasil uji laboratorium oleh DLH Kabupaten Lumajang tidak signifikan menunjukkan kadar yang melebihi baku mutu lingkungan, sehingga untuk kualitas lindi dan air sungai juga hanya menggunakan tiga parameter yaitu BOD, COD, TSS sesuai dengan tujuan penelitian yang akan dilakukan.

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan deskriptif untuk jenis penelitiannya. Penelitian jenis deskriptif merupakan proses penelitian dengan objek sebagai bahan penelitian dan bertujuan untuk mendeskripsikan suatu fenomena dalam populasi tertentu (Notoatmodjo, 2012:35). Pada penelitian ini penulis bertujuan untuk mengkaji kualitas lindi dan air sungai di TPA Lempeni, Kabupaten Lumajang berdasarkan parameter BOD, COD, TSS.

#### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **3.2.1 Tempat penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan di IPAL TPA Lempeni dan Sungai Kali Pancing Desa Lempeni, Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang. Sungai Kali Pancing memiliki panjang 44,78 km, kedalaman rata-rata 1 m, lebar 3-17 m, dan volume 273 m<sup>3</sup>. Pengujian sampel lindi dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang dan air sungai dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Lumajang.

##### **3.2.2 Waktu penelitian**

Penelitian dilaksanakan mulai Juli 2023 yang dimulai dengan penyusunan proposal, pengambilan sampel lindi dan air sungai, pengujian sampel lindi dan air sungai, wawancara, observasi serta menyusun hasil dan pembahasan.

#### **3.3 Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel**

##### **3.3.1 Populasi**

Populasi merupakan suatu wilayah umum yang terdiri dari objek/subjek dengan sifat dan karakteristik tertentu yang ditentukan oleh peneliti dan dari situlah

diambil kesimpulan (Sugiyono, 2018:80). Populasi dalam penelitian ini adalah lindi IPAL, air Sungai Kali Pancing, dan masyarakat yang berada di kawasan TPA Lempeni serta bermata pencaharian sebagai pemulung sebanyak 60 orang.

### 3.3.2 Sampel penelitian

Sampel merupakan bagian dari populasi dan karakteristik (Sugiyono, 2018:81). Objek yang diteliti dan dianggap dapat mewakili seluruh populasi ini disebut sampel penelitian (Notoatmodjo, 2012:115). Sampel penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut.

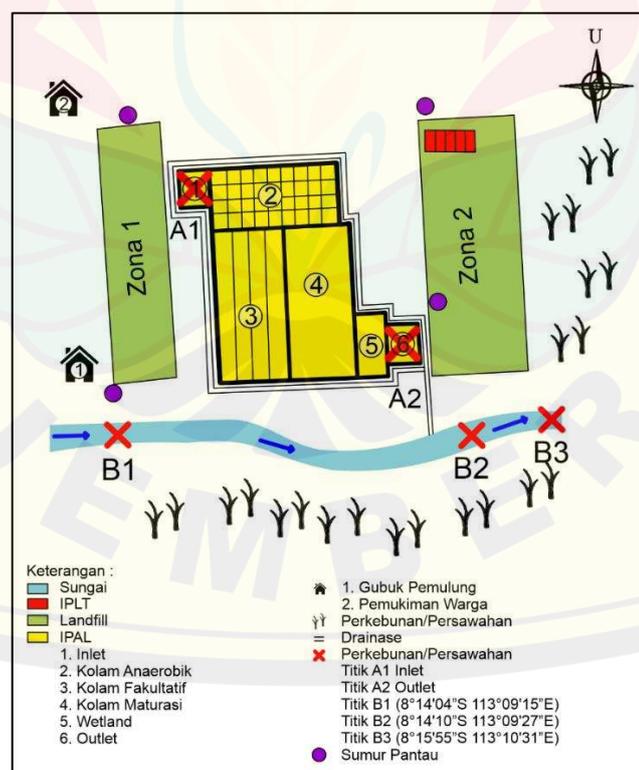
#### a. Sampel Lingkungan

Sampel air sungai pada penelitian ini homogen, karena air di sepanjang sungai memiliki keanekaragaman yang sama, sehingga bisa dilakukan dengan metode *grab sample* dengan satu kali waktu. Pengambilan sampel dengan metode *grab sample* juga dilakukan pada sampel lindi. *Grab Sampling* adalah sampling yang dilakukan sesaat atau dalam satu waktu dan satu lokasi tertentu (Lestari, 2009:61). Lokasi titik sampling pada penelitian ini adalah dua titik lokasi di IPAL TPA Lempeni yaitu titik A1 (*inlet*), titik A2 (*outlet*). Selanjutnya, tiga titik lokasi di Sungai Kali Pancing yaitu titik B1, titik B2, dan titik B3. Titik B1 ( $8^{\circ}14'04''S$   $113^{\circ}09'15''E$ ) merupakan titik sebelum air limbah masuk ke badan air dan berjarak  $+290$  m, serta memiliki lebar sungai  $+508$  cm dan kedalaman  $+30$  cm. Titik B2 ( $8^{\circ}14'10''S$   $113^{\circ}09'27''E$ ) merupakan titik sesudah air limbah masuk ke badan air dan berjarak  $+150$  m, serta memiliki lebar sungai  $+590$  cm dan kedalaman  $+27$  cm. Titik B3 ( $8^{\circ}15'55''S$   $113^{\circ}10'31''E$ ) merupakan titik sesudah air limbah masuk ke badan air dan berjarak  $+5$  km, serta memiliki lebar sungai  $+700$  cm dan kedalaman  $+42$  cm penentuan jumlah titik lokasi pada penelitian ini berdasar pada SNI-6989.59:2008 tentang Air dan Air Limbah-Bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah menjelaskan bahwa untuk mengetahui efisiensi IPAL maka contoh diambil pada lokasi sebelum dan setelah IPAL. Pengambilan sampel lingkungan dilakukan oleh petugas dari Laboratorium DLH Kabupaten Lumajang. Frekuensi pengambilan

sampel lingkungan sebanyak satu kali pada setiap titik lokasi dengan satu kali waktu yaitu pukul 09.00-11.00 dengan mempertimbangkan pengaruh suhu sehingga didapatkan hasil kadar tinggi pada parameter tertentu dan aktivitas TPA sehingga total sampel lingkungan sebanyak 5 sampel.

Tabel 3. 1 Tabel Lokasi Pengambilan Sampel

Waktu	Lokasi	Parameter
09.00-11.00	Titik A1	BOD
		COD
		TSS
	Titik A2	BOD
		COD
		TSS
	Titik B1	BOD
		COD
		TSS
	Titik B2	BOD
		COD
		TSS
	Titik B3	BOD
		COD
		TSS



Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel

b. Sampel Masyarakat

*Purposive Sampling* digunakan dalam penentuan sampel masyarakat pada penelitian ini. *Purposive Sampling* adalah teknik menentukan sampel oleh peneliti dengan suatu pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2018:85). Peneliti mempertimbangan sampel masyarakat pada penelitian ini yaitu masyarakat yang berada di kawasan TPA Lempeni serta bermata pencaharian sebagai pemulung, sehingga bersifat homogen. Penentuan jumlah sampel menggunakan rumus *Slovin* dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

$$n = \frac{60}{1+60.0,1^2}$$

$$n = \frac{60}{1,6} = 37,5 \text{ dibulatkan } \Rightarrow 38 \text{ responden}$$

Keterangan:

n = ukuran sampel keseluruhan

N = ukuran populasi

e = taraf kesalahan 10%

### 3.4 Variabel dan Definisi Operasional

#### 3.4.1 Variabel penelitian

Variabel penelitian adalah sifat atau karakteristik, objek atau kegiatan yang memiliki beberapa variabilitas yang dipilih peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya. (Sugiyono, 2018:39). Variabel termasuk pentingnya ukuran atau karakteristik anggota kelompok yang berbeda dari kelompok lain (Notoatmodjo, 2012:103). Adapun variabel independen dalam penelitian ini adalah kadar BOD, COD, TSS, dan pemanfaatan air sungai serta variabel dependennya adalah kualitas lindi IPAL TPA Lempeni, kualitas air sungai di Sungai Kali Pancing, dan keluhan kesehatan.

### 3.4.2 Definisi operasional

Definisi operasional adalah batasan ruang lingkup atau pengertian dari variabel yang diamati/dipelajari. Definisi operasional juga digunakan dalam mengukur variabel yang signifikan dan mengembangkan alat ukur (Notoatmodjo, 2012). Definisi operasional penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 2 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Kriteria Penilaian
1.	Proses IPAL TPA	Pengolahan air limbah untuk memproses lindi agar lebih layak dan aman ketika dikembalikan ke lingkungan		
	a. <i>Inlet</i>	Bak tempat berkumpulnya lindi sebelum mengalami pengolahan	Observasi dan wawancara	a. Sesuai b. Tidak sesuai (Sari, 2018)
	b. Kolam anaerob	Bak penerima lindi yang memiliki beban organik tinggi dan diolah tanpa bantuan oksigen	Observasi dan wawancara	a. Sesuai b. Tidak sesuai (Sari, 2018)
	c. Kolam fakultatif	Bak untuk terurai dan mengurangi konsentrasi bahan organik dalam limbah yang diolah dalam tangki anaerobik	Observasi dan wawancara	a. Sesuai b. Tidak sesuai (Sari, 2018)
	d. Kolam maturasi	Bak pematangan menghilangkan mikroba dari lindi	Observasi dan wawancara	a. Sesuai b. Tidak sesuai (Sari, 2018)
	e. <i>Wetland</i>	Area yang ditanami tumbuhan tertentu serta pasir dan kerikil sebagai filtrasi lindi sebelum masuk ke bak <i>outlet</i>	Observasi dan wawancara	a. Sesuai b. Tidak sesuai (Sari, 2018)
	f. <i>Outlet</i>	Bak pengumpul lindi setelah mengalami pengolahan dan sebagai tempat sebelum masuk ke badan air	Observasi dan wawancara	a. Sesuai b. Tidak sesuai (Sari, 2018)
2.	Kualitas Lindi	Unsur polusi air yang harus ditoleransi dalam air limbah yang akan dilepas ke sumber air		PERMENLHK No. 59 Tahun 2016
	a. Kadar BOD	Tingkat kebutuhan kadar oksigen oleh mikroorganisme dalam air (Soeparman dan Suparmin, 2002:13)	Uji Laboratorium (SNI 6989.72.2009)	a. Sesuai ( $\leq 150$ mg/L) b. Tidak sesuai

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Kriteria Penilaian
	b. Kadar COD	Tingkat kebutuhan senyawa kimia terhadap oksigen untuk penguraian (Soeparman dan Suparmin, 2002:13)	Uji Laboratorium (SNI 6989.73.2019)	a. Sesuai ( $\leq 300$ mg/L) b. Tidak sesuai
	c. Kadar TSS	Tolak ukur padatan yang menimbulkan kekeruhan, tidak larut dan tidak dapat mengendap secara langsung (Soeparman dan Suparmin, 2002:13)	Uji Laboratorium (SNI 6989.3.2019)	a. Sesuai ( $\leq 100$ mg/L) b. Tidak sesuai
3.	Efektivitas	Tingkat pengurangan atau peningkatan konsentrasi parameter yang diperiksa sebelum dan sesudah pengolahan yang dinyatakan dalam nilai efisiensi dalam bentuk persentase	Perhitungan dengan rumus	a. Sangat Efektif = $x > 80\%$ b. Efektif = $60\% < x \leq 80\%$ c. Cukup Efektif = $40\% < x \leq 60\%$ d. Kurang Efektif = $20\% < x \leq 40\%$ e. Tidak Efektif = $x \leq 20\%$
4.	Kualitas Air Sungai	Unsur polusi air yang harus ditoleransi dalam badan air (PP RI No. 22 Tahun 2021)		PP RI No. 22 Tahun 2021
	a. Kadar BOD	Tingkat kebutuhan kadar oksigen oleh mikroorganisme dalam air (Soeparman dan Suparmin, 2002:13)	Uji Laboratorium (SNI 6989.72.2009)	a. Sesuai ( $\leq 12$ mg/L) b. Tidak sesuai
	b. Kadar COD	Tingkat kebutuhan senyawa kimia terhadap oksigen untuk penguraian (Soeparman dan Suparmin, 2002:13)	Uji Laboratorium (SNI 6989.73.2019)	a. Sesuai ( $\leq 80$ mg/L) b. Tidak sesuai
	c. Kadar TSS	Tolak ukur padatan yang menimbulkan kekeruhan, tidak larut dan tidak dapat mengendap secara langsung (Soeparman dan Suparmin, 2002:13)	Uji Laboratorium (SNI 6989.3.2019)	a. Sesuai ( $\leq 400$ mg/L) b. Tidak sesuai
5.	Pemanfaatan Air Sungai	Penggunaan air untuk mendukung keperluan dan aktivitas (Darmanto dan Sudarmadji, 2013) a. Air baku air minum b. Mencuci pakaian c. Mencuci peralatan rumah tangga d. Mencuci tangan/kaki	Wawancara	a. Iya b. Tidak (Handayani, 2021)

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Kriteria Penilaian
		e. Mandi f. Buang air besar/kecil g. Lain-lain (sebutkan)		
6.	Keluhan Kesehatan	Keadaan seseorang yang mengalami gangguan kesehatan dan kejiwaan (BPS, 2023) a. Bercak Merah/Hitam b. Gatal-Gatal c. Benjolan Kecil Berisi Air/Nanah d. Kulit Kering Bersisik e. Perubahan Warna Kulit f. Mual g. Muntah h. Kram Perut i. Mencret	Wawancara	c. Iya d. Tidak (Handayani, 2021)

### 3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pada penelitian ini terbagi menjadi prosedur pengambilan sampel lindi, air sungai, dan prosedur pengujian sampel laboratorium.

#### 3.5.1 Prosedur pengambilan sampel lindi

Pengukuran dilakukan dengan cara titrasi dan cara pengambilan sampel sesuai dengan SNI 6989.59:2008 Bagian 59: Metoda Pengambilan sampel Air Limbah dilakukan sesuai dengan tahapan berikut:

- Menyiapkan alat untuk mengambil contoh.
- Membilas alat tersebut dengan contoh sebanyak tiga kali.
- Mengambil contoh dan ditampung dalam penampung sementara, kemudian dihomogenkan.
- Memasukkan contoh ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis.
- Melakukan pengukuran segera untuk parameter pH, suhu, kekeruhan, oksigen terlarut, dan daya hantar listrik yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan

- f) Mencatat hasil pengujian parameter lapangan yang telah dilakukan ke buku catatan khusus.
- g) Pengukuran yang dilakukan di laboratorium, contoh diawetkan.

### 3.5.2 Prosedur pengambilan sampel air sungai

Cara pengambilan sampel sesuai dengan SNI 6989.57:2008 Bagian 57: Metoda Pengambilan Sampel Air Permukaan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Menyiapkan alat untuk mengambil contoh.
- b) Membilas alat tersebut dengan contoh sebanyak tiga kali.
- c) Mengambil contoh dan ditampung dalam penampung sementara, kemudian dihomogenkan.
- d) Memasukkan contoh ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis.
- e) Melakukan pengukuran segera untuk parameter pH, suhu, kekeruhan, oksigen terlarut, dan daya hantar listrik yang dapat berubah cepat dan tidak dapat diawetkan
- f) Mencatat hasil pengujian parameter lapangan yang telah dilakukan ke buku catatan khusus.
- g) Pengukuran yang dilakukan di laboratorium, contoh diawetkan.

### 3.5.3 Prosedur pengujian sampel laboratorium

Prosedur penelitian, termasuk alat dan bahan yang diperlukan, telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

1. Parameter BOD (SNI 6989.72.2009 Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD))
  - a) Siapkan 2 botol DO, beri label masing-masing botol C1 dan C2.
  - b) Tuangkan contoh uji ke dalam masing-masing botol DO C1 dan C2 sampai meluap, kemudian menutup setiap botol dengan hati-hati untuk menghindari adanya gelembung udara.

- c) Kocok beberapa kali lalu tambahkan air demineralisasi di sekitar mulut botol DO yang tertutup.
  - d) Simpan labu C2 dalam inkubator pada suhu 20°C hingga 1°C selama 5 hari.
  - e) Ukur oksigen terlarut dari larutan dalam botol C1 dengan DO meter yang telah dikalibrasi. Hasil pengukuran adalah nilai oksigen terlarut zero-day (C1). Pengukuran oksigen terlarut pada hari ke nol harus dilakukan paling lambat 30 menit setelah pengenceran.
  - f) Ulangi langkah e untuk labu C2 yang diinkubasi selama 5 hari sampai 6 jam. Hasil pengukuran adalah nilai oksigen terlarut (C2) selama 5 hari.
  - g) Lakukan langkah a) sampai f) untuk menentukan blanko dengan menggunakan larutan pengencer tanpa contoh uji. Hasil yang diukur adalah nilai oksigen terlarut nol hari (D1) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (D2).
  - h) Lakukan langkah a) sampai f) untuk membuat kontrol standar menggunakan larutan glukosa-asam glutamat. Hasil pengukuran yang diperoleh adalah nilai oksigen terlarut (E1) nol hari dan nilai oksigen terlarut (E2) 5 hari.
  - i) Ulangi langkah a) sampai f) untuk beberapa pengenceran sampel uji
2. Parameter COD (SNI 6989.73.2019 Bagian 73: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand*/COD) dengan refluks tertutup secara titrimetri)
    - a) Pipet sampel uji ke dalam bejana didih dan tambahkan larutan didih dan larutan pereaksi asam sulfat satu per satu.
    - b) Tutup tabung dan kocok perlahan hingga homogen.
    - c) Tempatkan tabung pada pemanas yang dipanaskan hingga 150°C, lelehkan selama 2 jam.
    - d) Dinginkan benda uji ke suhu kamar menggunakan pendingin vertikal.
    - e) Pindahkan sampel secara kuantitatif untuk dianalisis ke labu Erlenmeyer untuk penyaringan.
    - f) Tambahkan 1-2 tetes indikator ferroin dan titrasi dengan larutan baku FAS sampai terjadi perubahan warna dari hijau muda-biru menjadi coklat kemerahan, catat volume larutan FAS yang digunakan ( $V_c$ , ml).

- g) Laksanakan butir a)-f) sebagai blangko dengan air bebas organik. Catat volume larutan FAS yang digunakan ( $V_b$ , ml) dan laporkan hasil pengujiannya
3. Parameter TSS (SNI 6989.3.2019 Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solids/TSS*) secara gravimetri)
- Lakukan penyaringan dengan alat penyaring. Basahi bahan filter dengan sedikit air demineralisasi.
  - Campurkan contoh uji sampai diperoleh contoh yang homogen, kemudian secara kuantitatif ambil volume tertentu dari contoh uji dan masukkan ke dalam saringan. Nyalakan sistem vakum.
  - Bilas bahan penyaring sebanyak 3 kali dengan 10 ml air demineralisasi, lanjutkan penyaringan dengan sistem vakum sampai kosong.
  - Pindahkan filter (filter serat kaca) dengan hati-hati dari peralatan filter ke wadah pemberat (cawan Petri). Jika menggunakan cangkir Gooch, keluarkan cangkir dari kit.
  - Keringkan media penimbangan atau cawan Gooch yang berisi bahan penyaring dalam oven selama minimal satu jam pada suhu 103-105 oC, dinginkan dalam desikator dan timbang.
  - Ulangi langkah e) sampai berat konstan tercapai (catat sebagai  $W_1$ ).
  - Hitung TSS dan laporkan hasil pengujian.

### 3.6 Data dan Sumber Data

Sumber informasi dalam penelitian ini adalah objek informasi yang ingin diperoleh. Sumber data dalam penelitian ini menggunakan sumber data primer dan sumber data sekunder.

#### 3.6.1 Data primer

Data primer dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Hasil observasi pada kolam-kolam IPAL TPA Lempeni dan Sungai Kalipancing, Kabupaten Lumajang.

- b. Hasil wawancara yaitu karyawan TPA Lempeni dan DLH Kabupaten Lumajang terkait proses IPAL, serta masyarakat yang bermata pencaharian sebagai pemulung terkait pemanfaatan sungai dan keluhan kesehatan.
- c. Hasil pengujian sampel lindi pada *inlet* dan *outlet* IPAL TPA Lempeni dari Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang.
- d. Hasil pengujian sampel air Sungai Kalipancing dari Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Lumajang.

### 3.6.2 Data sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Hasil pengujian sampel lindi pada *inlet* dan *outlet* IPAL TPA Lempeni dari Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang.
- b. Studi literasi dari buku, jurnal, dan peraturan-peraturan yang digunakan sebagai penunjang penelitian.

### 3.7 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini ada beberapa, diantaranya sebagai berikut:

#### a. Wawancara (*Interview*)

Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data ketika ingin melakukan penelitian pendahuluan untuk menemukan masalah penelitian (Sugiyono, 2018). Penelitian ini menggunakan teknik wawancara dengan proses tanya jawab dengan karyawan DLH Kabupaten Lumajang dan karyawan TPA Lempeni. Hal yang ditanyakan mengenai proses dan cara kerja IPAL TPA Lempeni dan beberapa masalah yang timbul seputar TPA Lempeni. Kemudian wawancara terhadap sampel masyarakat yaitu masyarakat yang bermata pencaharian sebagai pemulung terkait pemanfaatan air sungai dan keluhan kesehatan.

b. Observasi

Menurut Sutrisno Hadi (1986) dalam (Sugiyono, 2018) menerangkan bahwa observasi merupakan mekanisme yang tidak sederhana, suatu proses yang terdiri dari berbagai proses biologis dan psikologis. Dua yang paling penting adalah proses persepsi dan ingatan. Pada penelitian ini observasi dilakukan pada kolam-kolam IPAL TPA Lempeni untuk mengetahui kelengkapan komponen.

c. Pengambilan Sampel Lindi dan Air Sungai

Pengambilan sampel lindi dan air sungai dilakukan satu kali pada tiap titik di lima (5) titik lokasi dengan satu kali waktu. Titik lokasi terdiri dari *inlet* (titik A1), *outlet* (titik A2), sebelum air limbah masuk ke badan air (titik B1), sesudah air limbah masuk ke badan air (titik B2), dan sesudah air limbah masuk ke badan air dengan jarak +5 km (B3). Pengambilan menggunakan metode *grab sampling*.

d. Uji Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan dengan tujuan menguji sampel lindi dan air sungai di TPA Lempeni, Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang, dengan menggunakan parameter BOD, COD, TSS.

e. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan metode yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi pengamatan. Pengamatan dapat berupa pengamatan tulisan, gambar atau karya manusia yang monumental (Nazir, 2005:28). Dokumentasi pada penelitian ini meliputi studi kepustakaan yang terdiri dari buku, jurnal, peraturan, data sekunder dari DLH Kabupaten Lumajang, serta foto dan video saat observasi dilakukan.

### 3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data

#### 3.8.1 Teknik analisis data

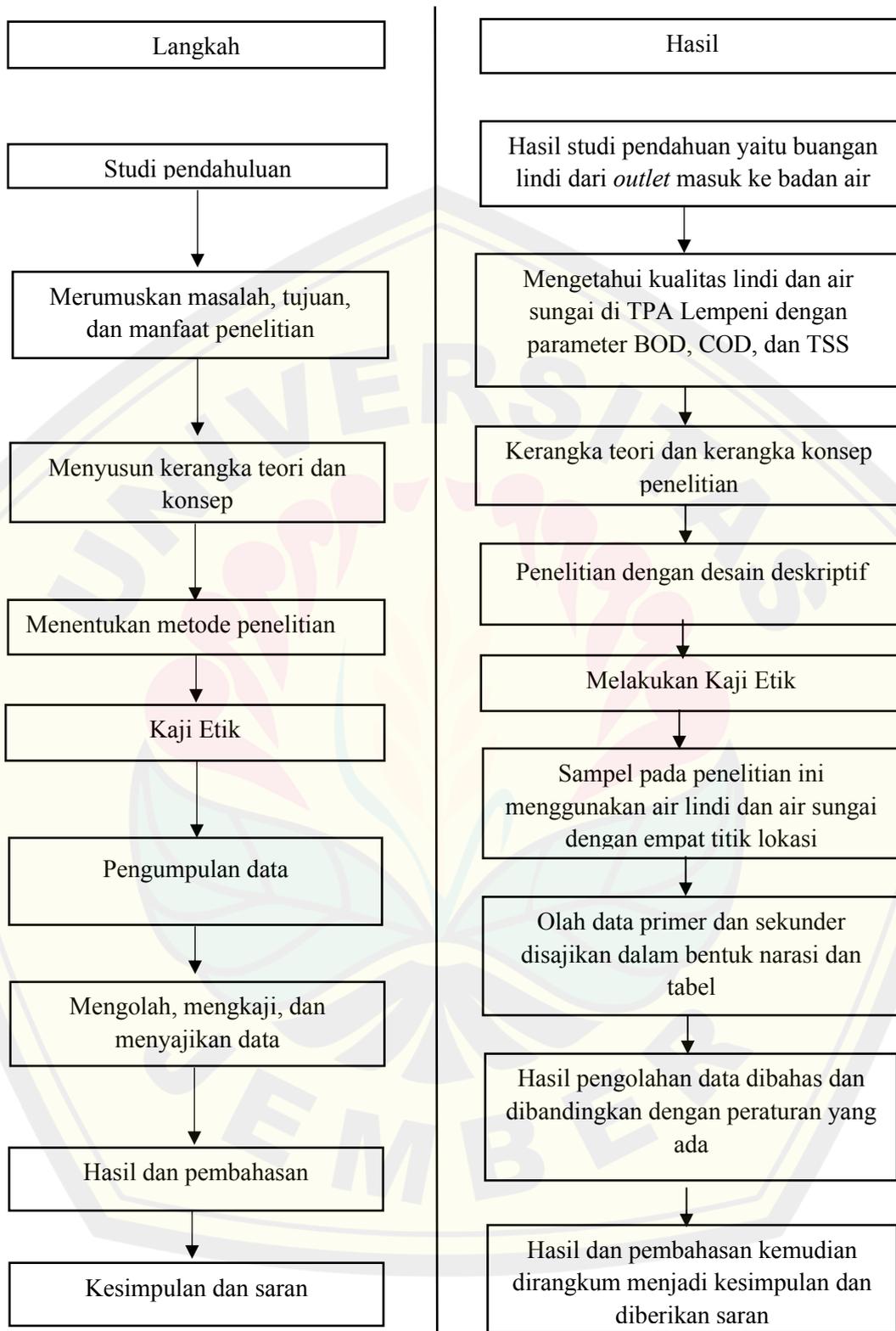
Pada penelitian ini, data yang didapatkan berupa data primer dan data sekunder. Data tersebut akan dianalisis secara deskriptif berdasarkan regulasi dari peraturan-peraturan yang ada. Analisis data lindi akan disesuaikan dengan

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah dan data kualitas air sungai disesuaikan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pemanfaatan air sungai dan keluhan kesehatan akan dianalisis secara deskriptif dengan penelitian terdahulu.

### 3.8.2 Teknik penyajian data

Teknologi penyajian informasi adalah serangkaian operasi, yang digunakan untuk menghasilkan laporan penelitian. Materi disajikan dalam format naratif dan tabel agar mempermudah pemahaman, pengkajian, dan pengambilan kesimpulan untuk mendapatkan gambaran penelitian yang jelas.

### 3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.5 Bagan Alur Penelitian

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

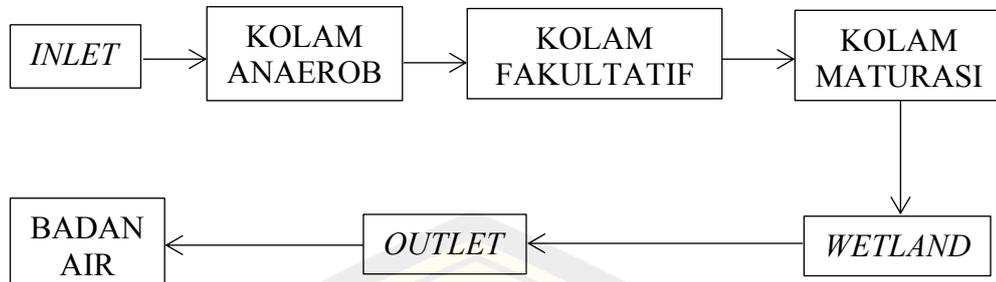
### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Gambaran umum TPA Lempeni

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah Lempeni terletak di Desa Lempeni, Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur sekitar 18 km dari pusat Kabupaten Lumajang. TPA Lempeni ini berdiri di atas lahan seluas 6,69 Ha dan sudah beroperasi sejak tahun 2016. Di TPA Lempeni juga memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk mengolah lindi atau *leachate* yang ditimbulkan dari proses dekomposisi sampah. IPAL TPA Lempeni menggunakan teknologi biofilter anaerob dan terdiri dari kolam-kolam seperti *inlet*, kolam anaerob, kolam fakultatif, kolam maturasi, *wetland*, dan *outlet*. Sebelah selatan TPA Lempeni terdapat badan air yaitu Sungai Kali Pancing yang memiliki panjang 44,78 km, kedalaman rata-rata 1 m, lebar 3-17 m, dan volume 273 m<sup>3</sup>. Lindi yang telah diolah di IPAL akan keluar dari bak *outlet* dan mengalir ke sungai tersebut.

#### 4.1.2 Proses pada IPAL TPA Lempeni

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan dengan salah satu pegawai bidang Pengelolaan Sampah, Limbah, dan B3 (PSLB3) Dinas Kabupaten Lumajang diketahui bahwa jarak antara IPAL TPA Lempeni dengan pemukiman yaitu 3 (tiga) km. Topografi lahan TPA Lempeni memiliki kemiringan 1-2% dan elevasi tanah yang daerah pemukiman lebih tinggi lebih tinggi dari letak IPAL. Di dekat IPAL terdapat badan air yaitu Sungai Kali Pancing dan termasuk kelas IV yang berarti peruntukan air sungai untuk mengairi pertanian (sawah). Lokasi IPAL bebas banjir karena IPAL lebih tinggi permukaannya dari pada badan air atau sungai yang cukup tinggi, sehingga mengurangi resiko IPAL terkena luapan banjir sungai. Jenis tanah yang ada di lokasi IPAL yaitu variasi antara latosol dan regosol yang berupa pasir/abu dan batuan vulkan dengan struktur remah sampai liat lempung (Lihat Lampiran C).



Gambar 4. 1 Diagram alur proses pada IPAL

IPAL TPA Lempeni memiliki rangkaian kolam yang terdiri dari inlet, kolam anaerob, kolam fakultatif, kolam maturasi, wetland, dan outlet, serta menggunakan metode *anaerobic biofilter*. Kebanyakan TPA di Indonesia menggunakan anaerob, sistem pengolahan secara anaerob dipilih karena beberapa pertimbangan yaitu biaya operasional murah, cara kerjanya mudah, cukup mudah untuk menurunkan efisiensi dari kadar zat organik atau bahan pencemar, dan tidak perlu oksigen dalam mengolah air limbah. Tujuan dari pengolahan IPAL secara anaerob yaitu menurunkan kadar zat organik seperti BOD, COD, dan TSS. Lindi sendiri dihasilkan dari proses dekomposisi sampah di *landfill*, yang kemudian akan diolah di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Kolam pertama dari sistem IPAL TPA Lempeni yaitu bak *inlet*. *Inlet* memiliki dimensi ukuran dengan tepi dalam panjang 1,2 m, lebar 1,2 m, dan tinggi 1,2 m, serta batas volume lindi sebesar 1,7 m<sup>3</sup>. Pada *inlet* juga terdapat pintu yang digunakan untuk mengatur debit lindi yang keluar masuk. Bak *inlet* ini berfungsi sebagai bak pengumpul yang menampung lindi dari pipa-pipa sebelum lindi tersebut masuk ke kolam anaerob.

Selanjutnya lindi akan masuk ke kolam anaerob. Kolam anaerob ini berdimensi ukuran dengan tepi dalam panjang 30 m, lebar 14 m, dan tinggi 4,5 m, serta batas volume lindi sebesar 1890 m<sup>3</sup>. Pada kolam ini terbagi menjadi 36 kolam dengan ukuran panjang 3,35 m, lebar 3,15 m, dan tinggi 4,95 m. Kolam anaerob banyak mengandung kadar pencemar yang tinggi dikarenakan umur lindi yang masih baru, sehingga fungsi utama dari kolam ini yaitu menurunkan kadar pencemar tersebut dengan dibantu bakteri anaerob.

Setelah dari kolam anaerob, lindi akan masuk ke kolam fakultatif. Kolam ini memiliki dimensi ukuran dengan tepi dalam panjang 37 m, lebar 16 m, dan tinggi 2,7 m, serta batas volume lindi sebesar 1598 m<sup>3</sup>. Pada kolam fakultatif terbagi menjadi 4 kolam dengan ukuran panjang 37 m, lebar 3,85 m, dan tinggi 3,15 m. Pada kolam ini juga berfungsi untuk menguraikan bahan pencemar organik yang belum terurai pada kolam sebelumnya. Pada kolam fakultatif seharusnya terdapat proses aerasi, yaitu proses yang membutuhkan alat berupa aerator sehingga lumpur endapan yang ada di bawah kolam akan bersirkulasi dan bakteri dapat hidup berkembang biak agar dapat mengurai zat organik. Ketika terdapat endapan lumpur maka bakteri akan mati, sehingga tidak ada proses penguraian dan kadar bahan pencemar akan tinggi.

Selanjutnya kolam maturasi. Kolam maturasi memiliki dimensi ukuran dengan tepi dalam panjang 30 m, lebar 15 m, dan tinggi 2,4 m, serta batas volume lindi sebesar 1080 m<sup>3</sup>. Kolam ini juga berfungsi sama seperti kolam-kolam sebelumnya yaitu terjadi proses penguraian di mana sisa-sisa kadar bahan pencemar organik akan mengalami penyusutan dan dihilangkan agar kadarnya semakin rendah. Dari ketiga (kolam anaerob, kolam fakultatif, dan kolam maturasi) kolam ini berfungsi sama untuk menurunkan kadar kadar zat organik seperti BOD, COD, dan TSS.

Setelah dari kolam maturasi kemudian akan masuk ke *wetland*. *Wetland* memiliki dimensi ukuran dengan tepi dalam panjang 14,8 m, lebar 7 m, dan tinggi 1,2 m. Dikarenakan sampah yang masuk ke TPA bukan hanya sampah residu, sehingga lindi juga mengandung logam berat selain BOD, COD, dan TSS. Oleh karena itu *wetland* ini berfungsi untuk menurunkan kadar logam berat yang berada di lindi tersebut, salah satunya melalui media tanah, pasir, kerikil, dan tanaman.

Terakhir bak *outlet* dengan dimensi ukuran dengan tepi dalam panjang 1,5 m, lebar 1 m, dan tinggi 1,2 m, serta batas volume lindi sebesar 1,8 m<sup>3</sup>. *Outlet* memiliki fungsinya sama seperti bak *inlet* yaitu sebagai bak pengumpul sebelum lindi dibuang ke badan air atau sungai (Lihat Lampiran D). Volume lindi pada tiap unit kolam tidak melebihi batas volume yang telah diukur. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu pegawai bidang PSLB3 Dinas lingkungan Hidup Kabupaten

Lumajang, dikarenakan banyaknya endapan lumpur pada kolam mengakibatkan aliran lindi tidak besar/kuat, sehingga debit lindi pada tiap kolam IPAL tidak dapat diukur. Kualitas lindi juga dipengaruhi beberapa faktor seperti usia TPA yang telah beroperasi selama kurang lebih 7 tahun, jumlah sampah yang masuk ke TPA sebesar 182,08 ton/hari, serta komposisi sampah yang masuk TPA terdiri dari sisa makanan, kayu ranting dan daun, kertas/karton, plastik, logam, kain/tekstil, karet/kulit, kaca, dan lainnya.

Tabel 4. 1 Komposisi sampah

Komposisi Sampah Menurut Materi	Jumlah (ton/hari)	Persentase (%)
Sisa makanan	73,287	40,25
Kayu ranting, daun	19,392	10,65
Kertas/karton	31,591	17,35
Plastik	5,918	3,25
Logam	2,640	1,45
Kain/tekstil	32,410	17,80
Karet/kulit	2,094	1,15
Kaca	2,731	1,50
Lainnya	12,017	6,60
<b>Total komposisi sampah</b>	<b>182,08</b>	<b>100,00</b>

Dapat dilihat pada tabel 4.1 bahwa sampah organik merupakan jenis sampah paling banyak yang masuk ke TPA, sehingga memberi pengaruh tingginya kadar BOD dan COD dalam lindi. Jika yang masuk hanya sampah residu maka kadar BOD, COD, dan TSS tidak terlalu tinggi

#### 4.1.3 Efektivitas IPAL TPA Lempeni

Lindi yang muncul karena adanya proses dekomposisi sampah akan diolah di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) TPA Lempeni. Kinerja IPAL perlu diukur agar mengetahui efektivitas IPAL dalam mengolah lindi tersebut. Lindi termasuk ke dalam golongan air limbah. Pada penelitian ini, kualitas lindi diukur dengan menggunakan parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solid* (TSS) berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah. Pemilihan parameter tersebut karena berkaitan dengan karakteristik utama

air limbah. Titik lokasi pengambilan sampel pada IPAL TPA Lempeni adalah titik A1 (*inlet*) dan titik A2 (*outlet*), sehingga terdapat 2 (dua) sampel. Pengambilan sampel A1 dan A2 dilakukan pada pukul 09.00-10.00 WIB. Keadaan cuaca saat pengambilan sampel cerah dengan suhu udara 28°C.

a. Kualitas lindi pada *inlet* dan *outlet* IPAL TPA Lempeni

Hasil analisis laboratorium mengenai kadar TSS pada sampel air sungai dapat dilihat di Tabel 4.2 sebagai berikut

Tabel 4. 2 Hasil uji kadar BOD, COD, dan TSS pada sampel lindi

Parameter	Baku Mutu PermenLHK RI No. 59 Tahun 2016 (mg/L)	Hasil Pemeriksaan Sampel (mg/L)			
		<i>Inlet</i>	Keterangan	<i>Outlet</i>	Keterangan
BOD	150	350	TMS	210	TMS
COD	300	2857	TMS	3258	TMS
TSS	100	132	TMS	104	TMS

Keterangan:

A1 : *Inlet*

A2 : *Outlet*

MS : Memenuhi Syarat

TMS : Tidak Memenuhi Syarat

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang ditunjukkan oleh Tabel 4.1, diketahui bahwa kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada seluruh sampel lindi di *inlet* maupun *outlet* IPAL TPA Lempeni menunjukkan hasil > 150 mg/L. Jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, maka kadar BOD di seluruh sampel tidak memenuhi syarat sesuai baku mutu yakni melebihi batas baku mutu yang ditetapkan.

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang ditunjukkan oleh Tabel 4.1, diketahui bahwa kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada seluruh sampel lindi di *inlet* maupun *outlet* IPAL TPA Lempeni menunjukkan hasil > 300 mg/L. Jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, maka kadar COD di seluruh

sampel tidak memenuhi syarat sesuai baku mutu yakni melebihi batas baku mutu yang ditetapkan.

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang ditunjukkan oleh Tabel 4.1, diketahui bahwa kadar *Total Suspended Solid* (TSS) pada seluruh sampel lindi di *inlet* maupun *outlet* IPAL TPA Lempeni menunjukkan hasil  $> 100$  mg/L. Jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, maka kadar TSS di seluruh sampel tidak memenuhi syarat sesuai baku mutu yakni melebihi batas baku mutu yang ditetapkan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas lindi adalah jumlah komposisi sampah organik yang besar yaitu sampah sisa makanan sebesar 40,25% dan kayu ranting/daun sebesar 10,65%.

b. Efektivitas IPAL TPA Lempeni

Perhitungan nilai efektivitas bertujuan untuk mengetahui kemampuan IPAL TPA Lempeni dalam menjalankan tugasnya yaitu mengolah air limbah dengan tepat. Perhitungan efektivitas IPAL berdasarkan rumus dapat diketahui pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Hasil pengukuran efektivitas IPAL TPA Lempeni

Parameter	Baku Mutu PermenLHK RI No. 59 Tahun 2016 (mg/L)	Hasil Pemeriksaan Sampel (mg/L)		Efektivitas (%)	Keterangan
		Inlet	Outlet		
BOD	150	350	210	40	Kurang Efektif
COD	300	2857	3258	-14	Tidak Efektif
TSS	100	132	104	21	Kurang Efektif

Keterangan:

A1 : Inlet

A2 : Outlet

Skala Efektivitas :

a. Sangat Efektif :  $x > 80\%$

b. Efektif :  $60\% < x \leq 80\%$

c. Cukup Efektif :  $40\% < x \leq 60\%$

d. Kurang Efektif :  $20\% < x \leq 40\%$

e. Tidak Efektif :  $x \leq 20\%$  (Soeparman dan Suparmin, 2002)

Berdasarkan hasil perhitungan efektivitas yang ditunjukkan oleh Tabel 4.2 dengan kriteria efektivitas didasarkan oleh Soeparman dan Suparmin (2002),

didapatkan efektivitas IPAL dalam penurunan BOD sebesar 40% (kurang efektif), COD sebesar -14% (tidak efektif), dan TSS sebesar 21% (kurang efektif), sehingga efektivitas IPAL TPA Lempeni Desa Lempeni, Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang belum memenuhi standar rujukan efektivitas dalam mengolah air limbah (lindi).

Berdasarkan hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa kualitas lindi pada IPAL TPA Lempeni terhadap parameter BOD, COD, dan TSS tidak sesuai baku mutu yang ditetapkan serta kinerja IPAL TPA Lempeni yang belum efektif dalam mengolah air limbah khususnya menurunkan kadar parameter BOD, COD, dan TSS. Sejalan dengan tabel 4.1 terkait komposisi sampah, jenis sampah yang paling banyak masuk ke TPA Lempeni yaitu sampah organik sebesar 50,9% yang terdiri dari sampah sisa makanan (40,25%) dan kayu ranting/daun (10,65%). Hal tersebut menunjukkan bahwa sampah organik merupakan salah satu faktor tingginya kadar BOD dan COD dalam lindi yang banyak mengandung bahan organik.

#### 4.1.4 Kualitas air Sungai Kali Pancing

Buangan limbah merupakan penyebab pencemaran perairan, dimana dalam buangan limbah tersebut terdapat kandungan pencemar seperti BOD, COD, dan TSS, sehingga berpengaruh terhadap kualitas air sungai.

Lindi yang sudah diolah melalui IPAL TPA Lempeni akan dibuang ke Sungai Kali Pancing. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, aliran Sungai Kali Pancing termasuk golongan kelas IV (empat) merupakan air yang peruntukannya digunakan untuk mengairi pertanian dan parameter baku mutu air limbah adalah BOD, COD, dan TSS. Pada penelitian ini, parameter yang diteliti untuk uji kualitas air sungai adalah BOD, COD, dan TSS. Pemilihan parameter tersebut karena berkaitan dengan karakteristik utama air limbah.

Titik lokasi pengambilan sampel pada aliran Sungai Kali Pancing adalah titik B1 (sebelum air limbah masuk ke badan air), titik B2 (sesudah air limbah masuk ke badan air), dan titik B3 (sesudah air limbah masuk ke badan air dan berjarak +-5

km), sehingga total terdapat 3 (tiga) sampel. Pengambilan sampel B1, B2, dan B3 dilakukan pada pukul 10.00-11.00 WIB. Keadaan cuaca saat pengambilan sampel cerah dan kondisi sungai tidak banjir. Titik lokasi B1 dan B2 tidak berwarna dengan suhu air 28° C, sedangkan titik lokasi B3 memiliki air sungai yang keruh dengan suhu air 31° C.

a. Kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada air sungai

Hasil analisis laboratorium mengenai kadar BOD pada sampel air sungai dapat dilihat di Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Hasil uji kadar BOD pada sampel air sungai

Kode Sampel	Baku Mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 (mg/L)	Hasil Pemeriksaan BOD (mg/L)	Keterangan
B1		6	MS
B2	12	8	MS
B3		11	MS

Keterangan:

B1 : Sebelum air limbah masuk ke badan air

B2 : Sesudah air limbah masuk ke badan air

B3 : Sesudah air limbah masuk ke badan air dan berjarak +/- 5 km.

MS : Memenuhi Syarat

TMS : Tidak Memenuhi Syarat

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang ditunjukkan oleh Tabel 4.3, diketahui bahwa kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada seluruh sampel air sungai di tiap titik lokasi menunjukkan hasil < 12 mg/L. Jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, maka kadar BOD di seluruh sampel telah sesuai baku mutu.

b. Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air sungai

Hasil analisis laboratorium mengenai kadar COD pada sampel air sungai dapat dilihat di Tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Hasil uji kadar COD pada sampel air sungai

Kode Sampel	Baku Mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 (mg/L)	Hasil Pemeriksaan COD (mg/L)	Keterangan
B1		25	MS
B2	80	25	MS
B3		35	MS

Keterangan:

- B1 : Sebelum air limbah masuk ke badan air  
 B2 : Sesudah air limbah masuk ke badan air  
 B3 : Sesudah air limbah masuk ke badan air dan berjarak +- 5 km.  
 MS : Memenuhi Syarat  
 TMS : Tidak Memenuhi Syarat

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang ditunjukkan oleh Tabel 4.4, diketahui bahwa kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada seluruh sampel air sungai di tiap titik lokasi menunjukkan hasil < 80 mg/L. Jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, maka kadar COD di seluruh sampel telah sesuai baku mutu.

c. Kadar *Total Suspended Solid* (TSS) pada air sungai

Hasil analisis laboratorium mengenai kadar TSS pada sampel air sungai dapat dilihat di Tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4. 6 Hasil uji kadar TSS pada sampel air sungai

Kode Sampel	Baku Mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 (mg/L)	Hasil Pemeriksaan TSS (mg/L)	Keterangan
B1	400	66	MS
B2		69,8	MS
B3		171,6	MS

Keterangan:

- B1 : Sebelum air limbah masuk ke badan air  
 B2 : Sesudah air limbah masuk ke badan air  
 B3 : Sesudah air limbah masuk ke badan air dan berjarak +- 5 km.  
 MS : Memenuhi Syarat  
 TMS : Tidak Memenuhi Syarat

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang ditunjukkan oleh Tabel 4.5, diketahui bahwa kadar *Total Suspended Solid* (TSS) pada seluruh sampel air sungai di tiap titik lokasi menunjukkan hasil < 400 mg/L. Jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, maka kadar TSS di seluruh sampel telah sesuai baku mutu.

Berdasarkan hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa kualitas badan air sekitar TPA Lempeni yaitu Sungai Kali Pancing terhadap parameter BOD, COD, dan TSS telah sesuai baku mutu yang ditetapkan.

#### 4.1.5 Pemanfaatan air Sungai Kali Pancing

Berdasarkan hasil wawancara mengenai pemanfaatan air Sungai Kali Pancing, diketahui bahwa seluruh responden (100%) menyatakan sungai adalah sumber air utama yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari dan dan juga seluruh (100%) responden menggunakan air sungai untuk kebutuhan sehari-hari. Penggunaan air Sungai Kali Pancing di sekitar TPA Lempeni, Desa Lempeni, Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang ditunjukkan oleh Tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4. 7 Jenis penggunaan air sungai

Jenis Penggunaan	Ya	%	Tidak	%	Total	%
Mencuci pakaian	8	21	30	79	38	100
Mencuci tangan/kaki	32	84	6	16		
Mandi	29	76	9	24		
Buang air besar/kecil	35	92	3	8		

Berdasarkan Tabel 4.6 diatas menunjukkan bahwa mayoritas responden menggunakan air sungai untuk buang air besar/kecil yaitu sebanyak 35 orang (92%).

#### 4.1.6 Keluhan kesehatan

Keluhan kesehatan yang dialami oleh responden yaitu pemulung di TPA Lempeni, Desa Lempeni, Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang ditunjukkan oleh Tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4. 8 Mengalami keluhan kesehatan

Mengalami Keluhan Kesehatan	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
Ya	12	32
Tidak	26	68
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>100</b>

Berdasarkan Tabel 4.8 diatas menunjukkan bahwa paling banyak responden mengalami keluhan kesehatan yaitu sebanyak 12 orang (32%), sedangkan 26 orang (68%) lainnya tidak mengalami keluhan kesehatan.

Tabel 4. 9 Gejala keluhan kesehatan

Gejala	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
Gatal-gatal	9	75
Mencret	3	25
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100</b>

Berdasarkan Tabel 4.9 diatas menunjukkan bahwa gejala keluhan kesehatan yang paling banyak dialami yaitu gatal-gatal sebanyak 9 orang (75%) dan yang lainnya mengalami mencret sebanyak 3 orang (25%).

Tabel 4. 10 Tabulasi silang jenis penggunaan air sungai dan gejala keluhan kesehatan

	Mencuci Pakaian		Mencuci Tangan/Kaki		Mandi		Buang Air Besar/Kecil	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
<b>Gatal-Gatal</b>	1	8	9	0	6	3	7	2
<b>Mencret</b>	1	2	3	0	3	0	3	0
<b>Total</b>								

Berdasarkan Tabel 4.10 diatas menunjukkan bahwa responden yang mengalami gejala keluhan kesehatan gatal-gatal mengakses air sungai untuk mencuci tangan/kaki sebanyak 9 orang, buang air besar/kecil sebanyak 7 orang, mandi sebanyak 6 orang, dan mencuci pakaian sebanyak 1 orang. Kemudian responden yang mengalami gejala mencret mengakses air sungai untuk buang air besar/kecil sebanyak 3 orang, mandi sebanyak 3 orang, mencuci tangan/kaki sebanyak 3 orang, dan mencuci pakaian sebanyak 1 orang. Hal ini menjadi penyebab timbulnya gejala keluhan kesehatan dikarenakan pemulung yang kontak dengan badan air sebagai kebutuhan sehari-hari.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Proses pada IPAL TPA Lempeni

Pengolahan limbah bertujuan untuk menetralkan air dari bahan-bahan tersuspensi dan terapung, menguraikan bahan organik *biodegradable*, meminimalkan bakteri patogen, serta memperhatikan estetika dan lingkungan. Salah satu cara untuk pengolahan air limbah yaitu menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) (Arief, 2016:89). Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah sebuah sistem yang didesain menggunakan teknologi biofilter aerob dan anaerob yang akan melibatkan bakteri untuk proses filtrasi (Alfian, 2023:45). Pada IPAL TPA Lempeni terdapat tahapan untuk mengolah lindi, yaitu kolam anaerob, kolam fakultatif, kolam maturasi, dan *wetland*. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum RI (2013) Nomor 03 Tahun 2013, menerangkan bahwa pengolahan secara biologis dilakukan secara bertahap, dimulai dari kolam anaerob, fakultatif, maturasi penyaringan biologi (*biofilter*) dan penyaringan sendiri (*land treatment*).

Menurut Said dan Hartaja (2015), umumnya pengolahan lindi sebagian besar TPA di Indonesia masih menggunakan teknologi sistem kolam, yakni menggunakan kolam penampung, kolam anaerob, kolam aerob, kolam stabilisasi, dan dilanjutkan dengan menggunakan *wetland*. Kelemahan teknologi tersebut adalah waktu tinggal yang relatif lama, yakni antara 30-50 hari sehingga bangunan kolam membutuhkan lahan yang cukup luas. Selain itu, hasil olahan lindi jauh dari standar baku kualitas yang diizinkan untuk dibuang ke lingkungan.

Menurut Thomas dan Santoso (2019:6-7), pengolahan IPAL TPA terdapat empat tahapan unit. Pertama, kolam anaerob merupakan bak yang digunakan untuk pengolahan cairan yang didapat dari kolam pengumpul. Pada kolam ini umumnya banyak mengandung kadar BOD. Proses pada bak anaerob tidak perlu dengan bantuan oksigen. Kolam dibuat dengan kedalaman yang menyesuaikan daya tampung dan pada permukaan kolam terdapat kerak buih yang dibiarkan dengan fungsi agar sinar matahari tidak masuk ke dalam kolam. Kedua, kolam fakultatif. Air limbah yang telah diolah pada kolam anaerob akan distabilisasi pada bak fakultatif. Selanjutnya, cairan tersebut akan dialirkan ke kolam maturasi atau

selokan kering. Ketiga, kolam maturasi. Bak pematangan yang menggunakan proses aerob untuk mengolah air limbah. Penggunaan proses aerob dikarenakan pada bak unit anaerob dan fakultatif zat-zat organik sebagian besar telah terambil. Penyusutan dan menghilangkan kadar BOD, COD, TSS, merupakan fungsi utama pada bak maturasi. Keempat, *constructed wetland*. Rawa buatan untuk pengolahan limbah domestik, selain itu, dimaksudkan untuk pengolahan aliran air hujan dan limbah atau sebagai habitat alami lainnya. Lahan basah buatan juga digunakan untuk reklamasi lahan pertambangan atau gangguan lingkungan lainnya. Lahan basah bisa menjadi biofilter yang mampu menghilangkan sedimen dan polutan seperti logam berat. Lahan basah menggunakan spesies tumbuhan asli dengan biaya minimal, tetapi masih berhasil mencapai misinya.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Saleh & Purnomo (2014:107-108), usulan Instalasi Pengolah Limbah (IPL) lindi utama pada TPA Supit Urang Kota Malang, merupakan kolam stabilisasi secara alamiah yang dilanjutkan dengan kolam aerasi secara mekanis, kolam maturasi dengan bantuan sinar matahari dan lahan sanitasi berupa kolam filtrasi sorpsi. Sistem pipa penampung lindi juga berfungsi sebagai penampung air hujan pada saat lahan belum beroperasi (masih kosong) kemudian dialirkan ke sungai. Sedangkan setelah lahan beroperasi, saluran pipa pembuangan ke sungai ditutup, setelah itu air lindi dialirkan menuju instalasi pengolahan lindi.

#### 4.2.2 Efektivitas IPAL TPA Lempeni

##### a. Kualitas lindi pada *inlet* dan *outlet* IPAL TPA Lempeni

Kualitas lindi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti usia TPA Lempeni yang sudah beroperasi kurang lebih 7 tahun, komposisi material sampah yang terdiri dari sisa makanan, kayu ranting dan daun, kertas/karton, plastik, logam, kain/tekstil, karet/kulit, kaca, dan sebagainya, musim, temperatur dan kelembaban, teknis operasional dari pengolahan lindi, dan umur timbunan. Pemantauan kualitas lindi dilakukan dengan uji laboratorium dan diukur agar ketika dibuang ke lingkungan tidak menimbulkan dampak pencemaran bagi kualitas air permukaan

dan air tanah (Sari & Ridhani, 2022). Parameter-parameter kualitas lindi pada penelitian ini menggunakan parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solid* (TSS) dan kemudian dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.

Berdasarkan hasil laboratorium yang dilakukan pada 2 (dua) sampel lindi menunjukkan bahwa konsentrasi BOD kedua sampel lindi pada IPAL TPA Lempeni melebihi batas baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah yakni sebesar 150 mg/L. Nilai BOD pada bak pengumpul *inlet* tinggi, namun nilai ini menurun setelah masuk ke dalam bak pengumpul *outlet*, tetapi nilainya masih tinggi. Hal ini menandakan tingginya bahan organik pada lindi dikarenakan usia lindi yang masih baru. *Inlet* dan *outlet* juga hanya berfungsi sebagai bak pengumpul atau penampungan saja, tidak ada perlakuan tambahan untuk mengurangi kadar BOD pada lindi. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari & Afdal (2017:96) nilai BOD sebelum masuk kolam penampung cukup tinggi yaitu 173,6 mg/L. Nilai tersebut mengalami penurunan setelah masuk ke dalam kolam penampungan, namun nilainya masih tinggi yaitu dengan nilai BOD 152,2 mg/L. Dibandingkan dengan nilai baku mutu air lindi menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup P.59/2016, maka nilai BOD pada titik saluran sebelum masuk ke kolam, kolam, dan saluran keluar telah melebihi baku mutu. Hasil penelitian oleh Muryani & Widiarti (2018:5) menunjukkan bahwa dari seluruh parameter yang diuji, 3 parameter yaitu BOD, COD dan TSS melebihi baku mutu. Nilai BOD dan COD yang tinggi menunjukkan bahwa air lindi tersebut mengandung bahan organik hasil dekomposisi timbunan sampah.

Berdasarkan hasil laboratorium yang dilakukan pada 2 (tiga) sampel lindi menunjukkan bahwa konsentrasi COD kedua sampel lindi pada IPAL TPA Lempeni jauh melebihi batas baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016

tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah yakni sebesar 300 mg/L. Nilai COD pada titik A1 sangat tinggi dan meningkat pada titik A2, dimana seharusnya nilai COD pada titik A2 lebih rendah daripada titik A1 dikarenakan lindi telah melewati proses pengolahan yang mengindikasikan bahwa proses pengolahan limbah tersebut berfungsi dengan baik. Tingginya kadar COD menandakan jumlah bahan pencemar yang sangat tinggi pada lindi. Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ramadhan & Ikhsan (2020) yang menunjukkan kadar BOD dan COD di luar batas baku mutu. Hal ini dibuktikan dengan kadar BOD sebesar 2890 mg/L yang jauh diatas batas maksimum, dan kadar COD sebesar 3407,5 mg/L juga jauh melebihi batas maksimum. Kadar BOD dan COD pada data *outlet* air lindi dihilir kolam IPAL lebih besar dibandingkan data *inlet* air lindi pada hulu kolam IPAL. Menurut Saleh & Purnomo (2014:108) untuk memenuhi kebutuhan oksigen, kolam aerasi dilengkapi dengan aerator yang bertugas menyediakan oksigen yang diperlukan untuk menurunkan kadar BOD/COD. Hal tersebut tidak sesuai dengan kondisi di IPAL TPA Lempeni, dimana di IPAL TPA Lempeni tidak terdapat aerator, sehingga menjadi penyebab kadar COD di *outlet* lebih besar daripada di *inlet*.

Berdasarkan hasil laboratorium yang dilakukan pada 2 (tiga) sampel lindi menunjukkan bahwa konsentrasi TSS kedua sampel lindi pada IPAL TPA Lempeni melebihi batas baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah yakni sebesar 100 mg/L. Nilai TSS yang tinggi dapat dilihat dengan kondisi lindi yang berwarna hitam pekat dan terdapat endapan suspensi pada kolam-kolam. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Angrianto, *et al.*, (2021:224) kadar TSS pada sampel lindi TPA Sowi Gunung menunjukkan bahwa potensi material TSS pada limbah TPA ini cukup tinggi dan masih terlihat pada proses sirkulasi menuju unit IPAL yang ditunjukkan dengan adanya endapan suspensi pada kolam IPAL yang berwarna hitam pekat. Nilai TSS pada air lindi menunjukkan tingginya kadar zat tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan pada air lindi. TSS yang tinggi disebabkan oleh banyaknya zat yang melayanglayang di air lindi yang dapat berasal

dari bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme dan lain sebagainya (Muryani & Widiarti, 2018:6).

b. Efektivitas IPAL TPA Lempeni

Perhitungan efektivitas IPAL dilakukan guna mengetahui tingkat keberhasilan IPAL dalam menurunkan kadar zat polutan. Penilaian efektivitas terhadap IPAL TPA Lempeni, Kabupaten Lumajang dilakukan berdasarkan nilai *inlet* dan *outlet*.

Proses pengolahan air limbah yang dilakukan dengan menggunakan IPAL jenis sistem anaerob pada parameter BOD memiliki efektivitas sebesar 40% dengan kriteria kurang efektif dalam menurunkan kadar BOD, untuk parameter COD memiliki efektivitas sebesar -14% dengan kriteria tidak efektif dalam menurunkan kadar COD, dan untuk parameter TSS memiliki efektivitas sebesar 20% dengan kriteria kurang efektif dalam menurunkan kadar TSS. Tidak efektifnya kolam IPAL tersebut dikarenakan beban bahan organik yang sangat tinggi dan penurunan kadar yang rendah, dimana agar didapatkan hasil yang efektif maka penurunan kadar parameter harus besar. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil pengolahan pada *outlet* IPAL tidak sesuai dengan baku mutu yang dipersyaratkan. Efektivitas proses pengolahan pada IPAL TPA Lempeni tidak berbanding lurus dengan pemenuhan baku mutu air limbah sesuai dengan PerMenLHK No. 59 Tahun 2016 dan kriteria rujukan efektivitas pengolahan. Hal ini menunjukkan bahwa IPAL TPA Lempeni belum efektif dalam mengolah air limbah khususnya parameter BOD, COD, dan TSS dikarenakan penurunan kadar parameter dari *inlet* dan *outlet* yang kecil sehingga berpengaruh pada hasil efektivitas. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rarasari, *et al.*, (2019:160) debit influen limbah yang tinggi juga dapat menyebabkan parameter pengolahan limbah menjadi kurang optimal, sehingga mengakibatkan rendahnya efektivitas pengolahan air limbah IPAL. Kadar pencemar yang tinggi disebabkan oleh tingginya kadar bahan organik yang masuk ke dalam sistem pengolahan namun tidak diimbangi dengan proses pengolahan air limbah yang memadai. Akibat semakin menurunnya tingkat oksigen terlarut maka kadar bahan organik dalam air limbah masih banyak dan melebihi baku mutu air limbah domestik. Hasil analisis terhadap ketiga parameter yang diteliti serta

perubahan kualitas air menunjukkan bahwa pada sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung Denpasar masih belum efektif atau tingkat efektivitasnya masih rendah dibandingkan dengan baku mutu air limbah domestik (Sulihingtyas, *et al.*, 2010:144-145). Hal ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Saleh & Purnomo (2014:109) yang mendapatkan hasil bahwa efektivitas instalasi pengolahan limbah lindi dapat menurunkan kadar BOD dan COD sebesar 97%.

#### 4.2.3 Kualitas air Sungai Kali Pancing

Kualitas air adalah sifat air dan kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain yang ada di dalam air. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter, yaitu parameter fisika (suhu, kekeruhan, padatan terlarut dan sebagainya), parameter biologi (keberadaan plankton, bakteri, dan sebagainya), dan parameter kimia (pH, oksigen terlarut, BOD, COD, kadar logam, dan sebagainya) (Tarigan, 2019:6). Penurunan kualitas air sungai ditandai dengan menurunnya beberapa parameter kualitas air, antara lain adalah parameter fisika, kimia, maupun mikrobiologi. Penurunan kualitas air sungai ini mengindikasikan adanya pencemaran air sungai pada wilayah tersebut (Nurbaya & Sari, 2023:2). Parameter-parameter kualitas air dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

##### a. Kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada air Sungai Kali Pancing

*Biological Oxygen Demand* (BOD) atau Kebutuhan Oksigen Biologi adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan organisme hidup untuk menguraikan bahan organik di dalam air. BOD merupakan suatu sifat yang menunjukkan berapa banyak oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme (bakteri) untuk menguraikan atau mendekomposisi bahan organik (Suhaemi & Manaf, 2022:36). Kadar BOD merupakan salah satu parameter yang dapat dijadikan tolak ukur beban pencemaran air. Kajian BOD sangat penting dalam memantau aliran pencemaran, karena dapat digunakan untuk menentukan beban pencemaran yang dihasilkan dari

air limbah dan untuk merancang system pembuangan biologis untuk air yang tercemar (Setianto & Fahritsani, 2019:191).

Berdasarkan hasil laboratorium yang dilakukan pada 3 (tiga) sampel air sungai menunjukkan bahwa konsentrasi BOD ketiga sampel air sungai tidak melebihi batas baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yakni sebesar 12 mg/L, namun dari ketiga sampel, sampel B3 memiliki konsentrasi paling tinggi, hal ini dikarenakan titik B3 merupakan aliran sungai utama dan adanya sumber pencemar lain yaitu limbah domestik dari pemukiman dengan jarak terdekat sejauh 900 m dan kegiatan industri tambang pasir di aliran sungai tersebut. Kadar BOD air sungai yang rendah dapat terjadi karena debit yang keluar dari *outlet* lindi menuju sungai kecil dan adanya pencampuran dengan air sungai tersebut sehingga konsentrasi kadar BOD dibawah baku mutu. Menurut Angrianto, *et al.*, (2021:225-226) yakni nilai BOD yang berada di bawah baku mutu karena jumlah bahan organiknya relatif sedikit sehingga tidak memerlukan banyak oksigen. Apabila kadar BOD melebihi baku mutu, maka konsentrasi BOD tersebut menunjukkan bahwa bahan tersebut juga mengandung material organik. Adanya konsentrasi yang tinggi memerlukan banyak oksigen untuk melakukan proses penguraian secara biologis (*biodegradable*) oleh mikroorganisme aerob. Berdasarkan penelitian oleh Widiarti & Muryani (2018:8) nilai BOD yang melebihi baku mutu dapat menyebabkan pencemaran air tanah akibat rembesan lindi dari TPA sehingga menyebabkan kualitas air tanah di sekitar TPA semakin menurun.

b. Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air Sungai Kali Pancing  
*Chemical Oxygen Demand* (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimiawi adalah kebutuhan oksigen kimiawi dalam sumber air, dan jumlah oksigen yang diperlukan untuk penguraian kimiawi dan konversi zat organik menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Semakin tinggi nilai COD maka semakin tercemar air tersebut (Hertika, *et al.*, 2022:21).

Berdasarkan hasil laboratorium yang dilakukan pada 3 (tiga) sampel air sungai menunjukkan bahwa konsentrasi COD ketiga sampel air sungai tidak melebihi batas baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Republik

Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yakni sebesar 80 mg/L, namun dari ketiga sampel, sampel B3 memiliki konsentrasi COD paling tinggi, hal ini dikarenakan titik B3 merupakan aliran sungai utama dan adanya sumber pencemar lain yaitu limbah domestik dari pemukiman dengan jarak terdekat sejauh 900 m dan kegiatan industri tambang pasir di aliran sungai tersebut. Kadar COD air sungai yang rendah dapat terjadi karena debit yang keluar dari *outlet* lindi menuju sungai kecil dan adanya pengenceran dengan air sungai tersebut sehingga konsentrasi kadar COD dibawah baku mutu. Hal ini sejalan dengan penelitian Yuniarti & Biyatmoko (2019:61) mengatakan konsentrasi COD di hulu lebih rendah dibandingkan dihilir karena kawasan pemukiman dan aktivitas industri rumah tangga di sekitar aliran sungai merupakan pemasok bahan organik yang besar. Seperti halnya dengan konsentrasi BOD, nilai konsentrasi COD yang tinggi dalam air menunjukkan tingginya pencemaran air. Menurut hasil penelitian Ramadhan & Ikhsan (2020:385), kondisi air lindi yang masuk ke aliran Sungai Opak tidak terlalu mempengaruhi kadar air Sungai Opak. Proses filtrasi alamiah dan pengenceran serta peningkatan volume air aliran sungai yang dialami lindi menjadi faktor penyebab konsentrasi COD di Sungai Opak rendah.

c. Kadar *Total Suspended Solid* (TSS) pada air Sungai Kali Pancing

*Total Suspended Solid* (TSS) atau Padatan Tersuspensi Total adalah sisa dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2  $\mu\text{m}$  atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. TSS menyebabkan kekeruhan air akibat padatan yang tidak larut dan tidak dapat langsung mengendap. TSS terdiri dari partikel-partikel yang ukuran dan beratnya lebih kecil dari sedimen, seperti tanah liat, bahan organik tertentu, sel mikroorganisme, dan lain-lain. TSS berkontribusi terhadap kekeruhan (*turbidity*) dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas di perairan (Tarigan, 2019:32).

Berdasarkan hasil laboratorium yang dilakukan pada 3 (tiga) sampel air sungai menunjukkan bahwa konsentrasi TSS ketiga sampel air sungai tidak melebihi batas baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang tentang Penyelenggaraan Perlindungan

dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yakni sebesar 400 mg/L, namun dari ketiga sampel terdapat sampel B3 yang memiliki nilai paling tinggi hal ini dikarenakan titik B3 merupakan aliran sungai utama dan adanya sumber pencemar lain yaitu limbah domestik dari pemukiman dengan jarak terdekat sejauh 900 m dan kegiatan industri tambang pasir di aliran sungai tersebut. Kadar TSS air sungai yang rendah dapat terjadi karena debit yang keluar dari *outlet* menuju sungai kecil dan adanya pencampuran dengan air sungai tersebut sehingga konsentrasi kadar TSS menurun. Sampel B3 memiliki nilai TSS paling tinggi dikarenakan titik lokasi yang jauh dari IPAL serta merupakan aliran sungai utama, dan adanya pengaruh dari limbah pemukiman dan industri. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Setianto & Fahrtsani (2019:194-195) yakni tingginya nilai konsentrasi TSS dapat disebabkan oleh banyaknya bahan padat dari limbah domestik dan industri di sekitar Sungai Musi sehingga mempengaruhi kejernihan air sungai. Rendahnya konsentrasi TSS di beberapa tempat dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan di sekitar sungai yang masih terdapat lahan hijau dan memperoleh tambahan oksigen dari proses fotosintesis tumbuhan air. Menurut Bahagia, *et al.*, (2020:1105) tingginya nilai TSS yang melebihi baku mutu pada musim kemarau disebabkan oleh rendahnya debit air, sehingga massa air yang kecil tidak dapat membawa dan mengangkut padatan dalam jumlah besar sehingga mengakibatkan zat padat yang tersuspensi semakin banyak.

#### 4.2.4 Pemanfaatan air Sungai Kali Pancing

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh responden setuju bahwa sungai merupakan sumber air utama yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari serta memanfaatkan air sungai tersebut. Dari berbagai jenis penggunaan air sungai, mayoritas responden menggunakan air sungai untuk buang air kecil maupun besar (92%), kemudian digunakan untuk membersihkan tangan dan kaki (84%), mandi (76%), mencuci pakaian (21%), dan tidak ada yang menggunakan air sungai sebagai bahan baku air minum. Hal ini dikarenakan tidak adanya fasilitas jamban bagi pemulung untuk BAK maupun BAB dan tidak ada kamar mandi untuk

pemulung membersihkan badan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Handayani (2021:40) pemanfaatan air sungai oleh masyarakat menunjukkan bahwa masyarakat kurang mengetahui sungai Deli sudah tercemar dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Hal ini terlihat dari masyarakat yang masih melakukan aktivitas rumah tangga di sungai. Masyarakat merasa air sungai masih layak digunakan sehingga masih menggunakan air sungai untuk kebutuhan hidup sehari-hari. Menurut Rismawati, *et al.*, (2022) salah satu kawasan pemukiman warga yang terletak ditepian Sungai Martapura, umumnya masyarakat memanfaatkan air sungai untuk beraktivitas sehari-hari, air sungai yang sudah tercemar dan masyarakat yang kontak dengan air sungai menyebabkan gangguan kulit pada masyarakat.

#### 4.2.5 Keluhan kesehatan

Berdasarkan Tabel 4.7 dan 4.8 menunjukkan bahwa paling banyak pemulung mengalami keluhan kesehatan yaitu sebanyak 12 orang (32%) dan lainnya tidak mengalami keluhan kesehatan. Jenis keluhan kesehatan yang dialami oleh pemulung paling banyak mengalami gatal-gatal sebanyak 9 orang (75%) dan mencret sebanyak 3 orang (25%). Keluhan kesehatan yang berupa gatal-gatal disebabkan karena pemulung melakukan kontak dengan air sungai dimana air sungai tersebut dimanfaatkan untuk kebutuhan setiap harinya. Kebiasaan Buang Air Kecil (BAK) dan Buang Air Besar (BAB) membuka jalan bagi bakteri masuk ke dalam tubuh manusia sehingga menyebabkan keluhan mencret. Kebiasaan lain pemulung yaitu mandi atau membersihkan badan dengan menggunakan air sungai yang tercemar dapat menyebabkan gatal-gatal yang dapat mengganggu aktivitas pemulung.

Manalu & Putri (2019:19), menyimpulkan bahwa terdapat hubungan antara pemanfaatan air sungai oleh masyarakat sekitar sungai Lantasan Lama di desa Lantasan Lama Kecamatan Patumbak Kabupaten Deli Serdang yang menggunakan air sungai untuk mencuci dengan kejadian gejala dermatitis. Penelitian menunjukan terdapat hubungan antara frekuensi pajanan penggunaan air pada keluhan dermatitis, artinya responden yang memiliki frekuensi pajanan > 3 kali/hari

kemungkinan mengalami dermatitis dengan frekuensi pajanan  $< 3$  kali/hari. Semakin sering responden terpapar dengan air sungai yang tercemar, maka akan semakin besar pula peluang responden untuk mengalami gangguan kulit seperti gatal-gatal (Asyahri, 2021). Gejala yang paling banyak dialami oleh pengguna air sungai adalah gatal-gatal (48,0%), sebagian besar mengalami kulit kering bersisik dan mencret (20,0%), beberapa mengalami bercak merah/ruam (18,0%), dan ada juga yang mengalami mual dan muntah (8,0%), serta benjolan kecil berisi air dan kram perut (6,0%).

#### 4.3 Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan pada pengalaman peneliti dalam proses penelitian, terdapat beberapa keterbatasan yang dialami dan dapat menjadi faktor yang dapat diperhatikan oleh peneliti yang akan datang dalam menyempurnakan penelitian. Beberapa keterbatasan dalam penelitian tersebut antara lain:

- a. Tidak dapat mengetahui debit lindi setiap unit kolam pada IPAL, sehingga tidak dapat menghitung waktu tinggal setiap unit kolam pada IPAL dan tidak dapat melakukan pengukuran efektivitas setiap unit kolam pada IPAL.
- b. Tidak melakukan pengukuran kualitas lindi tiap unit kolam IPAL, hanya melakukan pengukuran kualitas lindi pada *inlet* dan *outlet* IPAL, sehingga dapat membuat hasil bias.
- c. Hanya mengambil sampel 1x waktu pada tiap titik sampling, sehingga dapat membuat hasil bias.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter BOD, COD, TSS (Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang) diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. IPAL TPA Lempeni memiliki rangkaian kolam yang terdiri dari *inlet*, kolam anaerob, kolam fakultatif, kolam maturasi, *wetland*, dan *outlet*, serta menggunakan metode *anaerobic biofilter*.
- b. Kualitas lindi pada IPAL TPA Lempeni terhadap parameter BOD, COD, dan TSS tidak sesuai baku mutu yang ditetapkan dan efektivitas kinerja IPAL TPA Lempeni yang belum efektif dalam mengolah air limbah khususnya menurunkan kadar parameter BOD, COD, dan TSS.
- c. Kualitas badan air sekitar TPA Lempeni yaitu Sungai Kali Pancing terhadap parameter BOD, COD, dan TSS telah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.
- d. Pemanfaatan air Sungai Kali Pancing oleh 38 responden sebagai tempat buang air besar/kecil (92%), mencuci tangan/kaki (84%), mandi (76%), dan mencuci pakaian (21%), namun demikian tidak ada yang menggunakan air sungai sebagai air baku air minum.
- e. Keluhan kesehatan dialami oleh 12 responden dengan gejala paling banyak gatal-gatal (75%) dan mencret (25%). Gejala gatal-gatal timbul dikarenakan responden kontak dengan air sungai untuk mencuci tangan/kaki sebanyak 9 orang dan gejala mencret timbul dikarenakan responden kontak dengan air sungai untuk mencuci tangan/kaki, mandi, dan buang air besar/kecil masing-masing sebanyak 3 orang

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter BOD, COD, TSS (Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang), maka saran yang dapat dipertimbangkan pada pihak-pihak terkait antara lain :

a. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang

Diharapkan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang meningkatkan efektivitas IPAL dengan cara menambahkan aerator pada kolam IPAL agar padatan di dasar kolam bersirkulasi, sehingga dapat menurunkan kadar pencemar terutama menurunkan kadar COD. Menambahkan filter pada *wetland* seperti tanaman, kerikil, dan pasir untuk membantu mengurangi kadar pencemar, melakukan pengujian lindi 2-3 kali tiap bulan untuk menghindari hasil bias, serta melakukan resirkulasi atau pengurasan pada kolam-kolam IPAL sebagai salah satu bentuk *maintenance*.

b. Bagi Masyarakat

Masyarakat diharapkan dapat mengurangi timbulan sampah di TPA dengan melakukan metode 3R (*Reuse, Reduce, dan Recycle*) dari sumber. Masyarakat diharapkan tidak menggunakan air sungai untuk kebutuhan sehari-hari seperti mencuci tangan/kaki, mandi, buang air besar/kecil, bahkan sebagai air baku air minum.

c. Bagi Peneliti

Perlu adanya penelitian selanjutnya mengenai pengukuran kualitas lindi pada tiap unit kolam IPAL, evaluasi kinerja pada tiap unit kolam IPAL, dan menganalisis hubungan penggunaan air sungai dengan keluhan kesehatan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alfian, A. R. 2023. *Krisis Air di Indonesia*. Agam: CV. Suluah Kato Khatulistiwa.
- Almufid & Permadi, R. 2020. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Studi Kasus Proyek IPAL PT. Sumber Masanda Jaya di Kabupaten Brebes Provinsi Jawa Tengah Kapasitas 250 m<sup>2</sup>/Hari. *Jurnal Teknik*, Volume 9 (1), pp. 92-100.
- Amri, A. A. & Widayanto, T. 2023. Penurunan Kadar BOD, COD, TSS, dan pH pada Limbah Cair Tahu dengan Menggunakan Biofilter. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, Volume 8 (1), pp. 6-10.
- Andika, B., Wahyuningsih, P. & Fajri, R. 2020. Penentuan Nilai BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, Volume 2 (1), pp. 14-22.
- Angrianto, N. L., Manusawai, J. & Sinery, A. S. 2021. Analisis Kualitas Air Lindi dan Permukaan Diareal TPA Sowi Gunung dan Sekitarnya di Kabupaten Manokwari, Papua Barat. *Jurnal Cassowary*, Volume 4 (2), pp. 221-233.
- Apriyantono, A. 2011. *Pembangunan Pertanian di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Arief, L. M., 2016. *Pengolahan Limbah Industri*. Yogyakarta: Andi.
- Asyahri, S. W. 2021. Hubungan Pengetahuan dan Lama Pajanan Air Sungai dengan Keluhan Dermatitis Tahun 2021. *Skripsi*. Banjarmasin: FKM Universitas Arsyad Al Banjari.
- Axmalia, A. & Mulasari, S. A. 2020. Dampak Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Terhadap Gangguan Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, Volume 6 (2), pp. 171-176.
- Bahagia, Suhendrayatna & Ak, Z. 2020. Analisis Tingkat Pencemaran Air Sungai Krueng Tamiang Terhadap COD, BOD, dan TSS. *Jurnal Serambi Engineering*, Volume 5 (3), pp. 1099-1106

- Chandra, B. 2018. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Damanhuri, P. 2010. *Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Darmanto, D. & Sudarmadji. 2013. Pengelolaan Sungai Berbasis Masyarakat Lokal di Daerah Lereng Selatan Gunung Api Merapi (River Management Based on Local Community in the Southern Slope of Marapi Volcano). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Volume 20 (2), pp. 229-239.
- Debora, M. 2018. Analisis Kualitas Air di Sepanjang Sungai Dolok dan Sumber Pencemaran dengan Keluhan Kesehatan Kulit di Desa Perdamaian Simpang Penara 2018. *Skripsi*. Medan: FKM USU.
- Gayosia, A. P., Basri, H. & Syahrul. 2015. Kualitas Air Akibat Aktivitas Penduduk di Daerah Tangkapan Air Danau Laut Tawar Kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, Volume 4 (1), pp. 543-555.
- Handayani, Y. 2021. Analisis Kualitas Air dan Keluhan Kesehatan Bagi Pengguna Air Sungai Deli di Kelurahan Kampung Aur Kota Medan Tahun 2021. *Skripsi*. Medan: FKM USU.
- Herniwanti. 2020. *Kesehatan Lingkungan (Ide Riset dan Evaluasi Kesling Sederhana)*. Lombok: Forum Pemuda Aswaja.
- Hertika, A. M. S., Putra, R. B. D. S. & Arsad, S. 2022. *Buku Ajar Kualitas Air dan Pengelolaannya*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Kementerian Kesehatan RI. 2011. *Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. 2017. *Petunjuk Teknis Restorasi Kualitas Air Sungai*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI.

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat RI. 2016. *Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik-Terpusat Skala Pemukiman*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kholif, M. A. 2020. *Pengelolaan Air Limbah Domestik*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka.
- Koda, E., Miszkowska, A. & Siczka, A. 2017. Levels of Organic Pollution Indicators in Groundwater at the Old Landfill and Waste Management Site. *Applied Sciences*, Volume 7 (6), p. 638.
- Kompasiana. 2020. *Pengolahan Sampah di TPA Lempeni Kabupaten Lumajang*. [Online] Available at: [https://www.kompasiana.com/rezamegananda/5fc85c588ede4854ee1ede72/pengolahan-sampah-di-tpa-lempeni-kabupaten-lumajang?page=2&page\\_images=1](https://www.kompasiana.com/rezamegananda/5fc85c588ede4854ee1ede72/pengolahan-sampah-di-tpa-lempeni-kabupaten-lumajang?page=2&page_images=1) [Accessed 20 Oktober 2023].
- Lestari, F. 2009. *Bahaya Kimia: Sampling & Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara*. Jakarta: EGC.
- Lihawa, F. 2017. *Daerah Aliran Sungai Alo Erosi, Sedimentasi dan Longsor*. Yogyakarta: Deepublish.
- Machdar, I. 2018. *Pengantar Pengendalian Pencemaran: Pencemaran Air, Pencemaran Udara, dan Kebisingan*. 1 ed. Yogyakarta: Deepublish.
- Manalu, S. M. & Putri, A. K. 2019. Hubungan Pemanfaatan Air Sungai dengan Kejadian Gejala Dermatitis. *Jurnal Penelitian Kesmas*, Volume 2 (1), pp. 15-20.
- Marina, R. & Muda, I. 2021. *Rekayasa Lingkungan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Muryani, E. & Widiarti, I. W. 2018. Kadar BOD dan COD Air Lindi dengan Perlakuan Fitoremediasi Tanaman Teratai (*Nymphaea Sp.*) dan Apu-Apu (*Pistia Stratiotes L.*) (Studi Kasus TPA Jetis Purworejo). *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*, Volume 2 (2), pp. 72-86.
- Nazir. 2005. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

- Ngatimin, S. N. A. & Syatrawati. 2020. *Teknik Menanggulangi Pencemaran Tanah Pertanian di Kota dan Desa*. Palembang: LeutikaPrio.
- Notoatmodjo. 2012. *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nurbaya, F. & Sari, D. P. 2023. *Parameter Air dan Udara Serta Uji Kualitas Air Sungai*. Cirebon: PT Arr Rad Pratama.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492 Tahun 2010. 2010. *Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2010.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016. 2016. *Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah*. Jakarta: Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 1050.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. 2021. *Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 32.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011. 2011. *Sungai*. Jakarta: Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 74.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. 2001. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta: Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153.
- Rahmi, A. & Edison, B. 2019. Identifikasi Pengaruh Air Lindi (Leachate) Terhadap Kualitas Air di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tanjung Belit. *Jurnal APTEK*, Volume 11 (1), pp. 1-6.
- Ramadhani, J., Asrifah, R. D. & W., I. W. 2019. Pengolahan Air Lindi Menggunakan Metode Constructed Wetland di TPA Sampah Tanjungrejo, Desa Tanjungrejo, Kecamatan Jekulo, Kabupaten Kudus. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumihan*, Volume 1 (2), pp. 1-8.

- Ramadhan, M. R. & Ikhsan, J. 2020. Pengaruh Air Lindi (Leachet) TPST Piyungan Terhadap Kualitas Air di Sungai Opak. *Proceedings The 1st UMYGrace 2020*, Volume 1 (1), pp. 375-386.
- Rarasari, D. M. G., I. W. R. & Ernawati, N. M. 2019. Efektivitas Pengolahan Limbah Domestik di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Suwung-Denpasar, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, Volume 5 (2), pp. 153-163.
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto & Dewi, P. S. 2016. Penentuan Kandungan Zat Padat di Perairan Teluk Lampung. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, Volume 1 (1), pp. 36-45.
- Rismawati, L., Priatmadi, B. J., Hidayat, A. S. & Indrayatie, E. R. 2022. Hubungan Pola Perilaku Masyarakat dan Penggunaan Air Sungai dengan Kejadian Keluhan Gangguan Kulit di Kampung Sasirangan Kota Banjarmasin. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, Volume 8 (1), pp. 1-8.
- Royani, S., Fitriana, A. S., Enarga, A. B. P. & Bagaskara, H. Z. 2021. Kajian COD dan BOD dalam Air di Lingkungan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kaliori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, Volume 13 (1), pp. 40-49.
- Said, N. I. & Hartaja, D. R. K. 2015. Pengolahan Air Lindi dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob dan Denitrifikasi. *JAI*, Volume 8 (1), pp. 1-20.
- Saleh, C. & Purnomo, H. 2014. Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Limbah Lindi di TPA Supit Urang Kota Malang. *Jurnal Teknik Pengairan*, Volume 5 (1), pp. 103-109.
- Sari, D. A. P. & Ridhani, C. 2022. *Pemanfaatan Black Soldier Fly (BSF) dalam Pengelolaan Sampah Organik dan Strategi Pemasaran Produk yang Dhasilkan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Sari, R. N. & Afdal. 2017. Karakteristik Air Lindi (Leachate) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang. *Jurnal Fisika Unand*, Volume 6 (1), pp. 93-99.

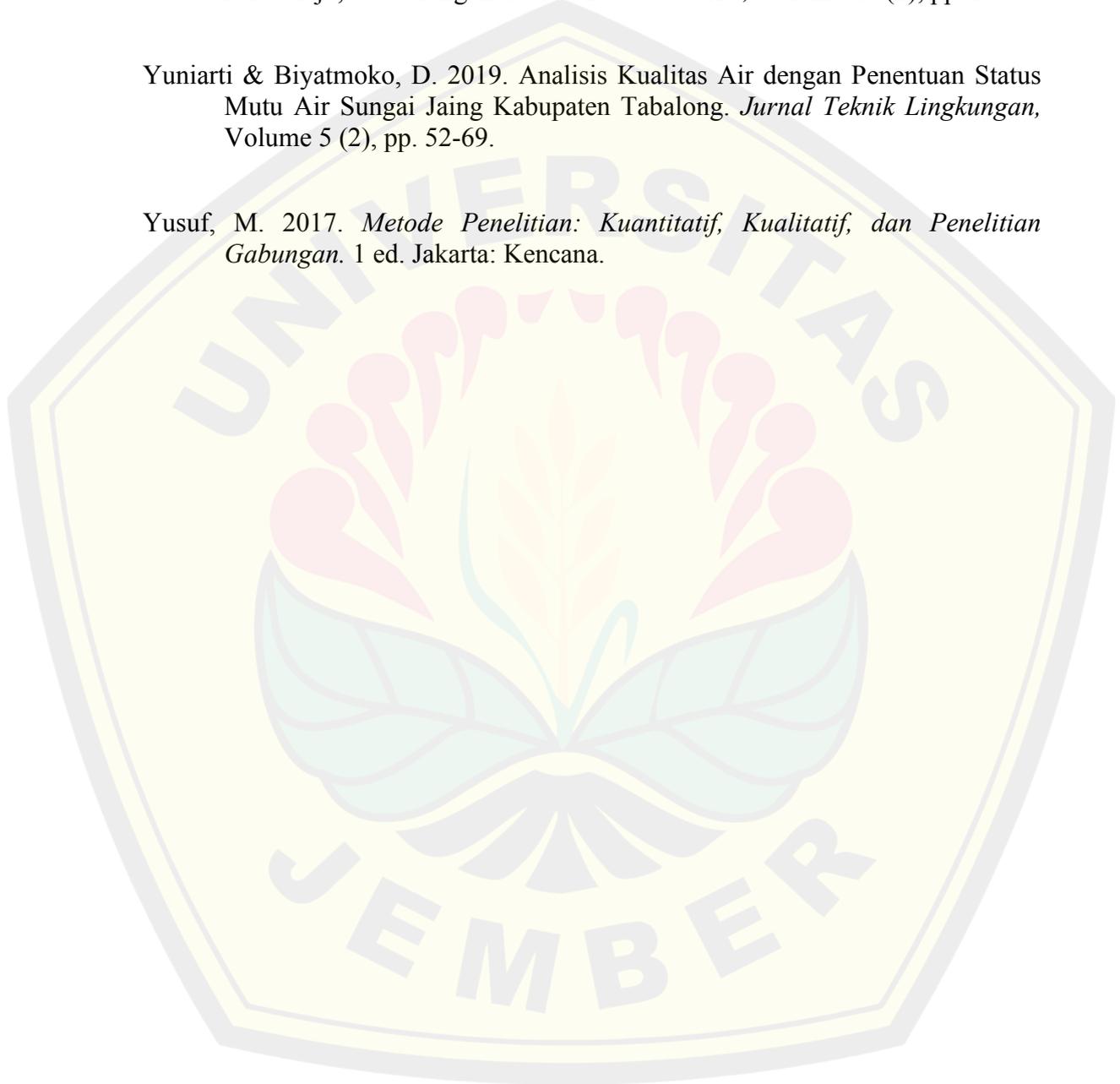
- Sari, R. P. 2018. Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berdasarkan Parameter BOD, COD, dan TSS. *Skripsi*. Jember: FKM UNEJ.
- Setianto, H. & Fahrītsani, H. 2019. Faktor Determinan yang Berpengaruh Terhadap Pencemaran Sungai Musi Kota Padang. *Jurnal Media Komunikasi Geografi*, Volume 20 (2), pp. 186-198.
- Soeparman & Suparmin. 2002. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. 1 ed. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suhaemi & Manaf, M. 2022. *Status Mutu Kualitas Perairan Teluk Sawaibu*. Pasaman Barat: CV. Azka Pustaka.
- Sulihingtyas, W. D., Suyasa, I. W. B. & Wahyuni, N. M. I. 2010. Efektivitas Sistem Pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung Denpasar Terhadap Kadar BOD, COD, dan Amonia. *Jurnal Kimia*, Volume 4 (2), pp. 141-148.
- Susanto, J. P., Ganefati, S. P. & Muryani, S. 2004. Pengolahan Lindi (Leachate) dari TPA dengan Menggunakan Sistem Koagulasi - Biofilter Anaerobic. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Volume 5 (3), pp. 167-173.
- Suyasa, W. B. 2015. *Pencemaran Air & Pengolahan Air Limbah*. Denpasar: Udayana University Press.
- Suyono & Budiman. 2014. *Ilmu Kesehatan Masyarakat dalam Konteks Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Tarigan, I. L. 2019. *Dasar-Dasar Kimia Air, Makanan dan Minuman*. Malang: Media Nusa Creative.
- Thomas, R. A. & Santoso, D. H. 2019. Potensi Pencemaran Air Lindi terhadap Air Tanah dan Teknik Pengolahan Air Lindi di TPA Banyuroto Kabupaten Kulon Progo. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, Volume 5 (2), pp. 1-12.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008. 2008. *Pengelolaan Sampah*. Jakarta: lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 69.

Widiarti, I. W. & Muryani, E. 2018. Kajian Kualitas Air Lindi Terhadap Kualitas Air Tanah di Sekitar TPA Sampah Jetis, Desa Pakem, Kecamatan Gebang, Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Tanah dan Air*, Volume 15 (1), pp. 1-9.

Yuniarti & Biyatmoko, D. 2019. Analisis Kualitas Air dengan Penentuan Status Mutu Air Sungai Jaing Kabupaten Tabalong. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Volume 5 (2), pp. 52-69.

Yusuf, M. 2017. *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan*. 1 ed. Jakarta: Kencana.





LAMPIRAN

Lampiran A. Kaji Etik

 KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN (KEPK)  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI UNIVERSITAS JEMBER  
(THE ETHICAL COMMITTEE OF MEDICAL RESEARCH  
FACULTY OF DENTISTRY UNIVERSITY OF JEMBER)

No.2150/UN25.8/KEPK/DL/2023

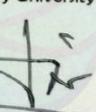
Title of research protocol : " The Effectiveness of Wastewater Treatment Plant (WWTP) and River Quality Based On BOD, COD, TSS Parameters (Study at Lempeni Landfill, Lempeni Village, Tempeh District, Lumajang Regency). "

Document Approved : Research Protocol  
Principal investigator : Hasnah Tsanibillah  
Member of research : -  
Physician : -  
Date of approval : July-August 2023  
Place of research : Lumajang

The Research Ethic Committee Faculty of Dentistry University of Jember states that the above protocol meets the ethical principle outlined and therefore can be carried out.

Jember, June 27<sup>th</sup> 2023

Chairperson of Research Ethics Committee  
of Dentistry University of Jember

  
(Irena Priyatmoko, Ph.D.)



**Lampiran B. Lembar Persetujuan (*Informed Consent*)****LEMBAR PERSETUJUAN**  
**INFORMED CONSENT**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :  
Usia :  
Jenis Kelamin :  
Pekerjaan :

Menyatakan bersedia menjadi responden penelitian dan secara sukarela untuk ikut serta dalam penelitian dari :

Nama : Hasnah Tsanibillah  
NIM : 172110101165  
Instansi : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember  
Judul : Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter BOD, COD, TSS (Studi di TPA Lempeni Desa Lempeni Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang)

Persetujuan ini saya buat dengan tanpa paksaan untuk menjadi responden penelitian. Prosedur penelitian ini tidak akan memberikan risiko dan dampak apapun kepada saya sebagai responden. Kerahasiaan jawaban yang saya berikan telah dijamin sepenuhnya oleh peneliti.

Lumajang, ..... 2023

Responden

(.....)

**Lampiran C. Lembar Wawancara****IPAL TPA  
(Studi Pendahuluan)**

Nama Lengkap :

Jenis Kelamin :

Usia :

Pekerjaan :

**Pertanyaan**

1. Darimana asal limbah cair?
2. Kapan IPAL TPA Lempeni mulai beroperasi?
3. Darimana sumber dana pembangunan IPAL TPA Lempeni?
4. Berapa besaran sampah yang masuk ke TPA Lempeni?
5. Apa jenis teknologi pengolahan IPAL TPA Lempeni yang digunakan?
6. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk memproses air limbah pada IPAL TPA Lempeni?
7. Bagaimana struktur bangunan IPAL TPA Lempeni?
8. Bagaimana proses IPAL TPA Lempeni pada tiap rangkaian unitnya?
9. Apakah ada biaya operasional untuk pemeliharaan IPAL TPA Lempeni?
10. Bagaimana perawatan untuk menjaga agar IPAL TPA Lempeni selalu dalam kondisi baik?
11. Apakah rutin dilaksanakan pengujian terkait kualitas air limbah pada IPAL TPA Lempeni?
12. Apakah terdapat kendala dalam mengelola limbah cair pada IPAL TPA Lempeni? (Sari, 2018)

**KELUHAN KESEHATAN**

No.	Pertanyaan	Jawaban	Keterangan
<b>I. Identitas</b>			
1.	Nama		
2.	Jenis Kelamin		
3.	Umur		
4.	Pendidikan Terakhir	a. Tidak sekolah/tidak tamat SD b. Tamat SD c. Tamat SLTP/SMP d. Tamat SLTA?SMA e. Perguruan tinggi	
<b>II. Pemanfaatan Air Sungai</b>			
1.	Menurut Bapak/Ibu apakah sungai merupakan sumber air utama yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari?	a. Ya b. Tidak	
2.	Apakah Bapak/Ibu menggunakan air sungai untuk kebutuhan hidup sehari-hari?	a. Ya b. Tidak	
	Jika ya, untuk apa saja? (boleh menjawab lebih dari satu)	a. Air baku air minum b. Mencuci pakaian c. Mencuci peralatan rumah tangga d. Mencuci tangan/kaki e. Mandi f. Buang air besar/kecil g. Lain-lain (sebutkan)	
<b>III. Keluhan Kesehatan</b>			
1.	Apakah Bapak/Ibu pernah mengalami keluhan kesehatan karena penggunaan air sungai?	a. Ya b. Tidak	
2.	Gejala keluhan penyakit yang Bapak/Ibu rasakan (1 bulan terakhir)?	a. Bercak merah/ruam b. Gatal-gatal c. Benjolan kecil berisi air/tanah d. Kulit kering bersisik e. Perubahan warna kulit f. Mual g. Muntah h. Kram perut i. Mencret	

**IPAL TPA**  
**(Penelitian)**

Nama Lengkap :

Jenis Kelamin :

Usia :

Pekerjaan :

No.	Pertanyaan	Jawaban	Keterangan
<b>I. Kriteria Teknis Lokasi IPAL</b>			
1. Jarak			
	a. Berapa jarak minimum antara IPAL dengan pemukiman?	Jarak antara IPAL dengan pemukiman yaitu 2 km	3 km
2. Topografi lahan			
	a. Berapa kemiringan tanah yang dinilai baik?	Topografi lahan TPA Lempeni memiliki kemiringan 1-2%	Kemiringan tanah yang dinilai lebih baik jika mempunyai kemiringan 2%
	b. Bagaimana elevasi tanah lokasi IPAL?	Elevasi tanah yang daerah pemukiman lebih tinggi lebih tinggi dari letak IPAL	Sistem pendistribusian IPAL dinilai lebih baik jika perumahan terletak lebih tinggi dari letak IPALnya (elevasi tanah yang baik apabila sistem distribusinya bisa dialirkan secara gravitasi), sedangkan sistem pendistribusian IPLT kebalikannya
3. Badan air penerima			
	a. Apa yang dimaksud dengan badan air penerima?	Badan air yaitu sungai	Sungai
	b. Bagaimana pembagian kelas sungai? dan	Sungai Kali Pancing termasuk kelas IV	Kelas I-IV, semakin bagus kualitas sungai

	Sungai Kali Pancing termasuk kelas apa?		semakin tinggi kelasnya, sehingga apabila ingin membuang air hasil olahan IPAL perlu memperhatikan kelas sungainya
<b>4. Bahaya banjir</b>			
	a. Apakah lokasi IPAL bebas banjir?	Lokasi IPAL bebas dari banjir	Lokasi dipilih pada lokasi yang bebas akan banjir
<b>a. Jenis tanah</b>			
	a. Bagaimana jenis tanah yang baik untuk lokasi IPAL? (Sumber: Modul D-Perencanaan Teknis Pengolahan Air Limbah)	Jenis tanah di lokasi IPAL yaitu variasi antara latosol dan regosol yang berupa pasir/abu dan batuan vulkan dengan struktur remah sampai liat lempung	Pilihan terbaik untuk lokasi IPAL adalah tanah dengan jenis yang kedap air seperti lempung
<b>II. Komponen IPAL</b>			
1.	Bagaimana proses yang terjadi di bak <i>inlet</i> ?		
2.	Bagaimana proses yang terjadi di kolam anaerob?		
3.	Bagaimana proses yang terjadi di kolam fakultatif?		
4.	Bagaimana proses yang terjadi di kolam maturasi?		
5.	Bagaimana proses yang terjadi di <i>wetland</i> ?		
6.	Bagaimana proses yang terjadi di bak <i>outlet</i> ?		

## Lampiran D. Lembar Observasi

## KOMPONEN IPAL

No	Komponen	Hasil Pengamatan		Dimensi Ukuran
		Ada	Tidak	
1.	<i>Inlet</i>	✓		P = 1,2 m L = 1,2 m T = 1,2 m V = 1,7 m <sup>3</sup>
2.	Kolam Anaerob	✓		P = 30 m L = 14 m T = 4,5 m V = 1890 m <sup>3</sup>
3.	Kolam Fakultatif	✓		P = 37 m L = 16 m T = 2,7 m V = 1598 m <sup>3</sup>
4.	Kolam Maturasi	✓		P = 30 m L = 15 m T = 2,4 m V = 1080 m <sup>3</sup>
5.	<i>Wetland</i>	✓		P = 14,8 m L = 7 m T = 1,2 m
6.	<i>Outlet</i>	✓		P = 1,5 m L = 1 m T = 1,2 m V = 1,8 m <sup>3</sup>

**Lampiran E. Perhitungan dan Rekapitulasi Efektivitas IPAL *Inlet* dan *Outlet***1. Rekapitulasi efektivitas IPAL *inlet* dan *outlet*a. Efektivitas IPAL *inlet* dan *outlet* Tahun 2021

	Efektivitas (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
<b>pH</b>	-3 (T)	-5 (T)	-4 (T)	5 (T)	-6 (T)	-	-	-	-	-10 (T)	-	-
<b>BOD</b>	0,5 (T)	52 (C)	11 (T)	11 (T)	20 (T)	-	-	-	-	2 (T)	8 (T)	22 (K)
<b>COD</b>	-58 (T)	22 (K)	4 (T)	37 (K)	11 (T)	-	-	-	-	-	-	-
<b>TSS</b>	20 (T)	30 (K)	63 (E)	60 (E)	22 (K)	-	-	-	-	88 (S)	48 (C)	77 (E)

Keterangan: (-) tidak dilakukan sampling

b. Efektivitas IPAL *inlet* dan *outlet* Tahun 2022

	Efektivitas (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
<b>pH</b>	-8 (T)	-	-7 (T)	-	-7 (T)	-4 (T)	-6 (T)	-8 (T)	-8 (T)	-	-	-
<b>BOD</b>	22 (K)	-	2 (T)	-	24 (K)	50 (C)	6 (T)	17 (T)	17 (T)	-	-	-
<b>COD</b>	11 (T)	-	14 (T)	-	31 (K)	28 (K)	19 (T)	17 (T)	71 (E)	-	-	-
<b>TSS</b>	82 (S)	-	78 (E)	-	82 (S)	95 (S)	87 (S)	-230 (T)	-230 (T)	-	-	-

Keterangan: (-) tidak dilakukan sampling

**Lampiran F. Dokumentasi**

Gambar 1. Titik A1 (*inlet*)



Gambar 2. Titik A2 (*outlet*)



Gambar 3. Titik B1  
(sebelum air limbah masuk ke badan air)



Gambar 4. Titik B2  
(setelah air limbah masuk ke badan air)



Gambar 5. Titik B3 (setelah air limbah masuk ke badan air dan berjarak +-5 km)



Gambar 6. Pengukuran suhu air di lapangan



Gambar 7. Drainase IPAL



Gambar 8. Drainase lindi menuju badan air



Gambar 9. IPAL



Gambar 10. Wawancara pada pemulung

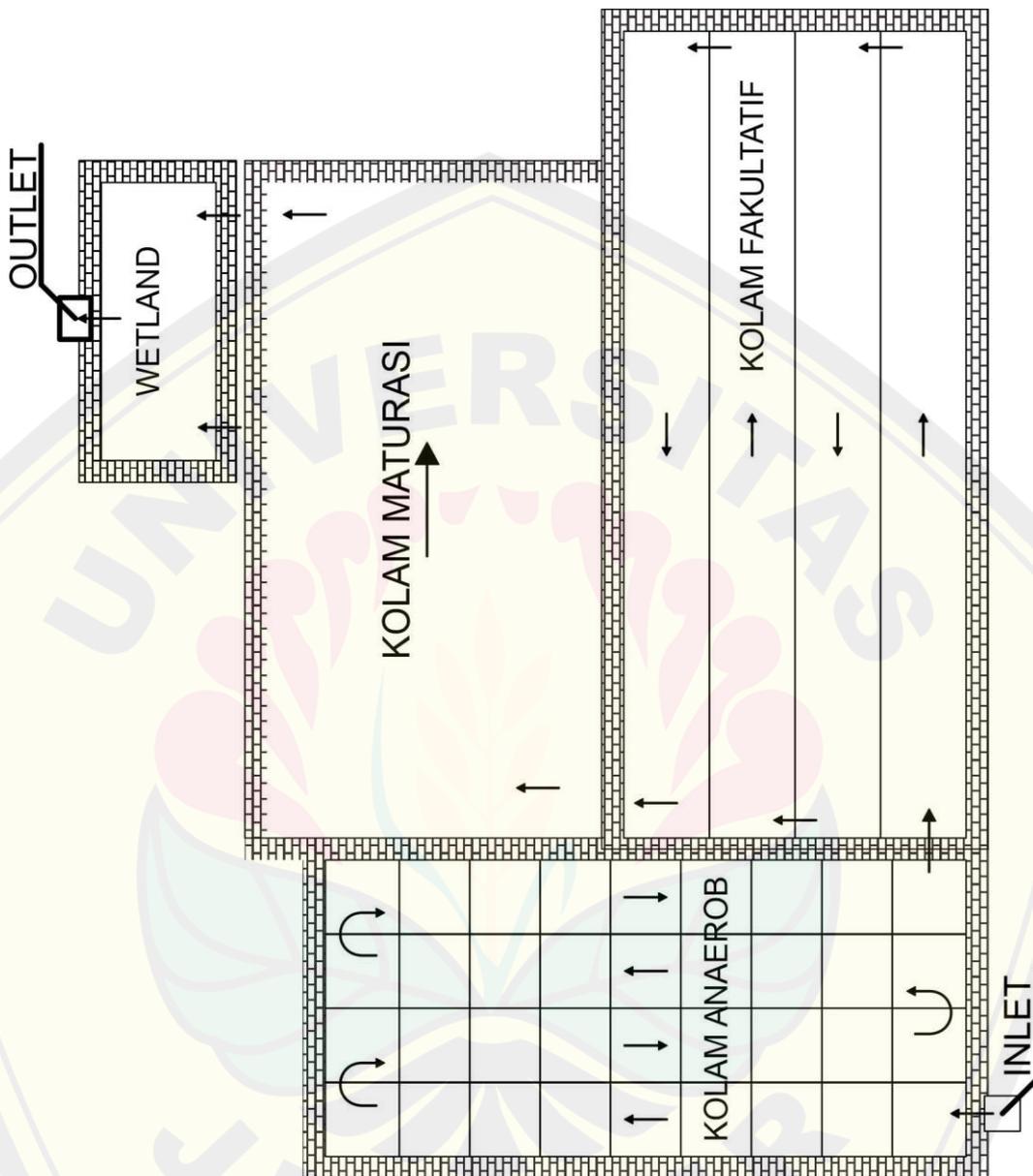


Gambar 11. Wawancara pada pemulung



Gambar 12. Pemukiman pemulung

Lampiran G. Denah IPAL TPA Lempeni



Lampiran H. Hasil Uji Laboratorium

2) Hasil Uji Laboratorium Sampel Lindi



**PEMERINTAH KABUPATEN LUMAJANG  
DINAS LINGKUNGAN HIDUP  
LABORATORIUM PENGUJIAN**

JL. LANGSEP NO. 15 Telp./Fax. (0334) 888031 LUMAJANG 67316  
Email : [labling.dhlumajang@gmail.com](mailto:labling.dhlumajang@gmail.com) Website : [dlh.lumajangkab.go.id](http://dlh.lumajangkab.go.id)



---

**SERTIFIKAT HASIL UJI**  
No. 660/23/SHU-LP/IX/2023

**I. UMUM**

1. Kode Contoh	: AL 019 2023
2. Jenis Industri / Kegiatan	: Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)
3. Alamat	: Lempeni, Tempeh, Lumajang
4. Telp / Fax	: (0334) 888358
5. Jenis Contoh	: Air Limbah
6. Rentang Pengujian	: 30 Agustus 2023 – 19 September 2023

**II. DATA PENGIRIM CONTOH UJI**

1. Nama / Instansi	: Bidang Pengelolaan Sampah dan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang
2. Alamat	: Jalan Langsep No. 15 Lumajang
3. Petugas Pengambil Contoh	: Petugas Sampling Laboratorium Pengujian
4. Tanggal / Jam Pengambilan Contoh	: 30 Agustus 2023 / 09.12 WIB
5. Tanggal / Jam Penerimaan Contoh	: 30 Agustus 2023 / 12.15 WIB
6. Lokasi / Titik Pengambilan Contoh	: Inlet IPAL Air Lindi (TPA, Lempeni) / S : 08° 04' 55,4" dan E : 113° 14' 17,3"
7. Metode Pengambilan Contoh Uji	: SNI 06.6989.59.2008
8. Abnormalitas	: Pengawetan

**III. HASIL PENGUJIAN**

No.	Parameter	Metode Pengujian	Hasil Pengukuran	Satuan
1.	pH <sup>*)</sup>	SNI 6989.11:2019	8,13	-
2.	BOD <sub>5</sub> <sup>*)</sup>	SNI 6989.72:2009	350	mg/L
3.	TSS <sup>*)</sup>	SNI 6989.3:2019	132	mg/L
4.	COD <sup>*)</sup>	SNI 6989.73:2019	2.857	mg/L

Keterangan : -



Lumajang, 11 September 2023

**KEPALA LABORATORIUM  
PENGUJIAN**



**YUNUS HAROHAWAN, ST**  
NIP. 198201312011011007

\*) Tidak diperiksa  
) Terakreditasi  
) Pengukuran Lapangan (In-situ) oleh Petugas Sampling Laboratorium Pengujian Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang  
) Pengukuran Lapangan (In-situ) oleh Perusahaan atau Pelanggan  
) Pengukuran dilakukan dilaboratorium telah melampaui holding time, Laboratorium Pengujian DLH Kabupaten Lumajang tidak bertanggung jawab atas keabsahan hasil pengukuran tersebut.  
) Hasil uji dibawah batas deteksi: limit metode (Methode Detection Limit - MDL)  
) Tidak terakreditasi

Nomor Dokumen	LP.F.020-01
Tanggal Pembuatan	24 Desember 2021
Nomor Revisi	#2
Tanggal Efektif	31 Desember 2021
Disahkan Oleh	Manajer Puncak
Nama Dokumen	FORMULIR SERTIFIKAT HASIL UJI



**PEMERINTAH KABUPATEN LUMAJANG**  
**DINAS LINGKUNGAN HIDUP**  
**LABORATORIUM PENGUJIAN**

JL. LANGSEP NO. 15 Telp./Fak. (0334) 888031 LUMAJANG 67316  
 Email : labling.dh.lumajang@gmail.com Website : dh.lumajangkab.go.id



**SERTIFIKAT HASIL UJI**  
 No. 660/23/SHU-LP/IX/2023

**I. UMUM**

1. Kode Contoh	: AL.020.2023
2. Jenis Industri / Kegiatan	: Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)
3. Alamat	: Lempeni, Tempeh, Lumajang
4. Telp / Fax	: (0334) 888358
5. Jenis Contoh	: Air Limbah
6. Rentang Pengujian	: 30 Agustus 2023 – 19 September 2023

**II. DATA PENGIRIM CONTOH UJI**

1. Nama / Instansi	: Bidang Pengelolaan Sampah dan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang
2. Alamat	: Jalan Langsep No. 15 Lumajang
3. Petugas Pengambil Contoh	: Petugas Sampling Laboratorium Pengujian
4. Tanggal / Jam Pengambilan Contoh	: 30 Agustus 2023 / 09.34 WIB
5. Tanggal / Jam Penerimaan Contoh	: 30 Agustus 2023 / 12.15 WIB
6. Lokasi / Titik Pengambilan Contoh	: Outlet IPAL Air Lindi (TPA, Lempeni) / S : 08° 14' 9,4" dan E : 113° 09' 38,6" SNI 06.6989.59.2008 Pengawetan
7. Metode Pengambilan Contoh Uji	
8. Abnormalitas	

**III. HASIL PENGUJIAN**

No.	Parameter	Metode Pengujian	Hasil Pengukuran	Baku Mutu	Satuan
1.	pH <sup>***)</sup>	SNI 6989.11.2019	8,63	6,00-9,00	-
2.	BOD <sub>5</sub> <sup>*)</sup>	SNI 6989.72.2009	210	150	mg/L
3.	TSS <sup>*)</sup>	SNI 6989.3.2019	104	100	mg/L
4.	COD <sup>*)</sup>	SNI 6989.73.2019	3.258	100	mg/L

Keterangan : Baku Mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 (Lindi)

ASLI

Lumajang, 11 September 2023

**KEPALA LABORATORIUM PENGUJIAN**



**YUNUS HARMIAWAN, ST**  
 NPA19820131 201101 1 007

Catatan :

- Hasil uji ini tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas.
- Hasil uji ini tidak boleh di fotocopy tanpa persetujuan dari Laboratorium Pengujian Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang.
- Baku mutu yang dicatu pada hasil uji ini sesuai dengan permintaan pelanggan.

4. Perandaan :

- v) : Tidak diperiksa
- \*) : Terakreditasi
- \*\*) : Pengukuran Lapangan (In situ) oleh Petugas Sampling Laboratorium Pengujian Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang
- \*\*\*)) : Pengukuran Lapangan (In situ) oleh Perusahaan atau Pelanggan
- \*\*\*\*)) : Pengukuran dilakukan dilaboratorium telah melampaui holding time, Laboratorium Pengujian DLH Kabupaten Lumajang tidak bertanggung jawab atas keabsahan hasil pengukuran tersebut.
- < : Hasil uji dibawah batas deteksi limit metode (Methode Detection Limit - MDL).
- # : Tidak terakreditasi

Distribusi :

- Asli (Hjau) : untuk perusahaan/pengirim yang bersangkutan
- Copy : untuk Arsip Laboratorium Pengujian Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang

Nomor Dokumen	LP.F.020-01
Tanggal Pembuatan	24 Desember 2021
Nomor Revisi	#2
Tanggal Efektif	31 Desember 2021
Disahkan Oleh	Manajer Puncak
Nama Dokumen	FORMULIR SERTIFIKAT HASIL UJI

## 3) Hasil Uji Laboratorium Sampel Air Sungai

**PEMERINTAH KABUPATEN LUMAJANG**  
**DINAS KESEHATAN,**  
**PENGENDALIAN PENDUDUK**  
**DAN KELUARGA BERENCANA**  
**UPT LABORATORIUM KESEHATAN LUMAJANG**  
 Jl. Sunandar Priyo Sudarmo Sukodono No.125 Sukodono Lumajang telp (0334) 893536  
 Ijin Laboratorium Klinik : 445/1559/427.55/2019 Email : Labkesda.lumajang@gmail.com  
**LUMAJANG - 67352**




---

**KIMIA BADAN AIR SUNGAI**

<b>ASAL SAMPEL</b> : AIR SUNGAI KALI PANCING (B1) <b>LOKASI PENGAMBILAN</b> : HASNAH TSANIBILLAH <b>NO REGISTER</b> : AS/080923/001 <b>TGL SELESAI</b> : 30 Agustus 2023 <b>TEMPAT PENGAMBILAN SAMPEL</b> : DS. LEMPENI KEC. TEMPEH KAB. LUMAJANG	<b>PENGAMBIL SAMPEL</b> : HASNAH TSANIBILLAH <b>DIAMBIL TANGGAL</b> : 30 Agustus 2023 <b>DITERIMA TGL</b> : 30 Agustus 2023 <b>JAM PENGAMBILAN</b> : - WIB
---	---

**HASIL PEMERIKSAAN**

NO	PARAMETER	METODE	HASIL	KADAR MAKSIMUM
1	Suhu	-	20,6	Dev 3
2	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	-	66	400 ppm
3	pH	-	8,66	6-9
4	BOD	Titrimetri	6	12 ppm
5	COD	Spektrofotometri UV-VIS	25	80 ppm

**Keterangan :**  
 -) Tidak di Periksa  
 Kurang dari limit deteksi  
 Perhatian : Hasil Pengujian ini hanya berlaku untuk contoh diatas

**Kesimpulan :**

di cetak oleh: fika

**KEPALA UPT LABORATORIUM KESEHATAN**  
**KABUPATEN LUMAJANG**



**PTIK ERLIYAH, S.Tr. Kes., M.Si**  
 19700946-199103 2 005

Lumajang, 08 September 2023  
**KOORDINATOR LINGKUNGAN**



**FITRIA DEWI KURNIAWATI, A.md.KL**  
 NIP. 19890627 201101 2 011

**PEMERINTAH KABUPATEN LUMAJANG**  
**DINAS KESEHATAN,**  
**PENGENDALIAN PENDUDUK**  
**DAN KELUARGA BERENCANA**

**UPT LABORATORIUM KESEHATAN LUMAJANG**  
 Jl. Sunandar Priyo Sudarmo Sukodono No.125 Sukodono Lumajang telp (0334) 893536  
 Ijin Laboratorium Klinik : 445/1559/427.55/2019 Email : Labkesda.lumajang@gmail.com  
 LUMAJANG - 67352

 KALK

**KIMIA BADAN AIR SUNGAI**

ASAL SAMPEL	: AIR SUNGAI KALI PANCING (B2)	PENGAMBIL SAMPEL	: HASNAH TSANIBILLAH
LOKASI PENGAMBILAN	: HASNAH TSANIBILLAH	DIAMBIL TANGGAL	: 30 Agustus 2023
NO REGISTER	: AS/080923/002	DITERIMA TGL	: 30 Agustus 2023
TGL SELESAI	: 08 September 2023	JAM PENGAMBILAN	: - WIB
TEMPAT PENGAMBILAN SAMPEL	: DS. LEMPENI KEC. TEMPEH KAB. LUMAJANG		

**HASIL PEMERIKSAAN**

NO	PARAMETER	METODE	HASIL	KADAR MAKSIMUM
1	Suhu	-	21,8	Dev 3
2	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	-	69,8	400 ppm
3	pH	-	8,03	6-9
4	BOD	Titrimetri	8	12 ppm
5	COD	Spektrofotometri UV-VIS	25	80 ppm

**Keterangan :**  
 -) Tidak di Periksa  
 Kurang dari limit deteksi  
 Perhatian : Hasil Pengujian ini hanya berlaku untuk contoh diatas

**Kesimpulan :**

di cetak oleh: fika

**KEPALA UPT LABORATORIUM KESEHATAN**  
**KABUPATEN LUMAJANG**

  
**ERLIYAH, ST, Kes., M.Si**  
 NIP. 197009161991032005

Lumajang, 08 September 2023  
**KOORDINATOR LINGKUNGAN**

  
**FITRIA DEWI KURNIAWATI, A.md.KL**  
 NIP. 19890627 201101 2 011



**PEMERINTAH KABUPATEN LUMAJANG**  
**DINAS KESEHATAN,**  
**PENGENDALIAN PENDUDUK**  
**DAN KELUARGA BERENCANA**



**UPT LABORATORIUM KESEHATAN LUMAJANG**  
 Jl. Sunandar Priyo Sudarmo Sukodono No.125 Sukodono Lumajang telp (0334) 893536  
 Ijin Laboratorium Klinik : 445/1559/427.55/2019 Email : Labkesda.lumajang@gmail.com  
**LUMAJANG - 67352**

---

**KIMIA BADAN AIR SUNGAI**

ASAL SAMPEL : AIR SUNGAI KALI PANCING (B3) LOKASI PENGAMBILAN : HASNAH TSANIBILLAH NO REGISTER : AS/080923/003 TGL SELESAI : 08 September 2023 TEMPAT PENGAMBILAN SAMPEL : DS. LEMPENI KEC. TEMPEH KAB. LUMAJANG	PENGAMBIL SAMPEL : HASNAH TSANIBILLAH DIAMBIL TANGGAL : 30 Agustus 2023 DITERIMA TGL : 30 Agustus 2023 JAM PENGAMBILAN : - WIB	
--	---	--

**HASIL PEMERIKSAAN**

NO	PARAMETER	METODE	HASIL	KADAR MAKSIMUM
1	Suhu	-	22,6	Dev 3
2	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	-	171,6	400 ppm
3	pH	-	8,42	6-9
4	BOD	Titrimetri	11	12 ppm
5	COD	Spektrofotometri UV-VIS	35	80 ppm

**Keterangan :**  
 -) Tidak di Periksa  
 Kurang dari limit deteksi  
 Perhatian : Hasil Pengujian ini hanya berlaku untuk contoh diatas

**Kesimpulan :**

di cetak oleh: fika

**KEPALA UPT LABORATORIUM KESEHATAN KABUPATEN LUMAJANG**



**TRIK ERLIYAH, ST., Kes., M.Si**  
 NIP. 19890627 201101 2 005

Lumajang, 08 September 2023  
**KOORDINATOR LINGKUNGAN**



**FITRIA DEWI KURNIAWATI, A.md.KL**  
 NIP. 19890627 201101 2 011