

TA/TL/2024/1786

TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI MIKROBA DOMINAN PADA IPAL
KOMUNAL KABUPATEN SLEMAN DENGAN
TINGKAT RISIKO TINGGI

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



HANUM PUTRI AHMAD
19513144

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024


TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI MIKROBA DOMINAN PADA IPAL
KOMUNAL KABUPATEN SLEMAN DENGAN
TINGKAT RISIKO TINGGI

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



HANUM PUTRI AHMAD
19513144

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Annisa Nur Lathifah, S.Si., M. Biotech,
M.Agr. Ph.D


Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T

NIK. 155130505
Tanggal:

NIK. 025100407
Tanggal:


Mengetahui,*
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
NIK. 045130401

Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN*

**IDENTIFIKASI MIKROBA DOMINAN PADA IPAL
KOMUNAL KABUPATEN SLEMAN DENGAN
TINGKAT RISIKO TINGGI**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

**Hari : Selasa
Tanggal : 30 April 2024**

Disusun Oleh:

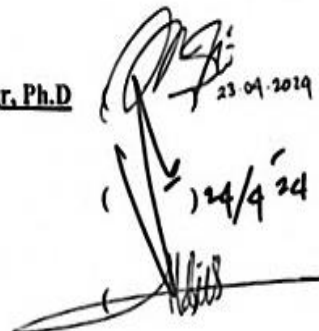
**HANUM PUTRI AHMAD
19513144**

Tim Penguji :

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M. Biotech, M. Agr, Ph.D

Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T

Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng.



Handwritten signatures and dates of the review team members. The signatures are written in black ink. The dates are: 23 04 2024, 24/4 '24, and 24/4 '24.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini merupakan asli serta belum pernah diajukan guna memperoleh gelar akademik apapun, baik pada Universitas Islam Indonesia ataupun pada perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah sebuah gagasan, rumusan serta penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya ataupun opini orang lain, terkecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan menjadi pedoman pada naskah dengan disebutkan nama penulis serta tercantum pada daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang dimanfaatkan pada penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya serta apabila pada kemudian hari ditemukan penyimpangan serta ketidakbenaran pada pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang telah diperoleh, dan juga sanksi lain sesuai dengan norma yang berlaku pada perguruan tinggi.

Yogyakarta, 22 April 2023,

Yang membuat pernyataan,



Hanum Putri Ahmad

NIM: 19513144

PRAKATA

Puji syukur selalu saya ucapkan bagi Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Sehingga penulis mampu menuntaskan tugas akhir atas judul “Identifikasi Mikroba Dominan Pada IPAL Komunal Kabupaten Sleman Dengan Tingkat Risiko Tinggi” guna melengkapi syarat menuntaskan studi serta dalam rangka mendapatkan gelar sarjana di program studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah subhanahu wa ta'ala yang telah memberi saya kesehatan, kemudahan, dan harapan sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
2. Kepada orangtua saya, bapak Ahmad Syah dan Ibu saya Yeniza yang selalu mendoakan saya serta selalu memberikan dukungan dalam melaksanakan tugas skripsi ini, tiada kata yang mampu mewakili betapa berterimakasih dan bersyukur penulis atas jasa dan segala pengorbanan bapak dan ibu untuk penulis.
3. Ibu Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., Ph.D dan Bapak Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T. sebagai pembimbing skripsi untuk seluruh pengetahuan, waktu dan kesabaran ketika membina penulis untuk menuntaskan tugas akhir.
4. Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng. sebagai dosen penguji tugas akhir untuk pengetahuan, perbaikan, serta binaan yang dilimpahkan.
5. Ibu Rina Isnikartika, S.Si. dan juga pegawai Laboratorium Biotechnologi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dimana sudah memberi bantuan selama pengumpulan data ataupun selama pengujian pada laboratorium.
6. Orang terdekat penulis yaitu Muhammad Zikri Hamdani, Nong Muhammad Ramadhani, Farhan Reza Indi Mulia, Dandy Ma'ruf, Vania Dwi Thalitha Arizon, Feny Valentine, Thariy Dara Paringga, Nurharifa Artin Pratiwi, dan Nurul Khaerani yang selalu menyemangati serta menyemangati selama masa perkuliahan.

Penulis sadar apabila penulisan tugas akhir sangat jauh atas kesempurnaan.
Diharapkan tugas akhir saya bisa memberi manfaat untuk kita semua.

Yogyakarta, 20 Oktober 2023

Hanum Putri Ahmad

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Salah satu dampak dari jumlah penduduk yang semakin padat adalah meningkatnya volume limbah domestik yang diterima oleh IPAL Komunal. Peningkatan limbah domestik itu dapat memengaruhi komponen biologis yang ada pada IPAL Komunal mulai dari inlet, pengolahan outlet. Penelitian ini bertujuan mengetahui lebih lanjut terhadap indikator biologis dan mikroba apa saja yang mendominasi yang dapat ditemukan dalam tiga IPAL Komunal di Kabupaten Sleman yang terpilih dan menghubungkan dengan kinerja IPAL. Pada pengujian yang digunakan adalah metode *Direct Plating* dengan media agar berupa *Dilute Nutrient Broth* (DNB). Untuk pengambilan sampel menggunakan metode *Grab Sampling*. Perhitungan identifikasi koloni menggunakan metode Pengujian *Total Plate Count* (TPC). Metode selanjutnya yang digunakan adalah pewarnaan gram dengan tujuan untuk mengetahui jenis gram dari sel mikroba yang terdapat pada IPAL Komunal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroba dominan pada IPAL Mina Sehat memiliki bentuk *circular* dengan margin / garis tepi *entire* dengan warna putih dan ukuran *small* mempunyai bentuk sel *coccus* gram negatif sebesar 70%. IPAL Mendiwo memiliki morfologi koloni berbentuk *circular*, tepian koloni rata dengan ukuran *punctiform* serta *small* juga berwarna putih dan *coccus* gram – negatif sebesar 69%. IPAL Komunal Harapan Asri didominasi mikroba yang berciri morfologi koloni berbentuk *irregular*, tepian koloni *undulate* berukuran *punctiform* juga berwarna putih susu dimana mendominasi kurang lebih 77%. Adapun peran bakteri yang terdapat pada IPAL Komunal dengan tingkat resiko tinggi berdasarkan literatur yang didapatkan dan digunakan sebagai perbandingan dapat diasumsikan jenis bakteri mendominasi adalah *Neopseudomonas*, *Klebsiella*, *Moraxella*, *Enterobacter*, *Methanobakteria*, *Vibrionimonas*.

Kata kunci: IPAL Komunal, Kabupaten Sleman, Mikroba Dominan.

ABSTRACT

One of the impacts of an increasingly dense population is the increasing volume of domestic waste received by Communal WWTP. The increase in domestic waste can affect the biological components in the Communal WWTP starting from the inlet, outlet processing. This study aims to find out more about biological indicators and what dominating microbes can be found in the three selected Communal WWTPs in Sleman Regency and relate them to WWTP performance. The test used the Direct Plating method using agar media in the form of Dilute Nutrient Broth (DNB). For sampling using the Grab Sampling method. Calculation of colony identification using the Total Plate Count (TPC) testing method. The next method used is gram staining with the aim of knowing the gram type of microbial cells contained in the Communal WWTP. The results showed that the dominant microbes at the Mina Sehat WWTP had a circular shape with an entire margin with white color and small size having a gram-negative coccus cell shape of 70%. Mendiwo WWTP has a circular colony morphology, average colony edges with punctiform and small sizes are also white and gram-negative coccus by 69%. Harapan Asri WWTP is dominated by microbes characterized by irregular colony morphology, undulate colony edges of punctiform size and milky white color which dominates approximately 77%. The role of bacteria found in Communal WWTP with a high level of risk based on the literature obtained and used as a comparison can be assumed that the dominating types of bacteria are Neopseudomonas, Klebsiella, Moraxella, Enterobacter, Methanobakteria, Vibrionimonas.

Keywords: Communal WWTP, Sleman Regency, Dominant Microbes.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	10
DAFTAR TABEL.....	12
DAFTAR GAMBAR	13
LAMPIRAN.....	14
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang.....	15
1.2 Rumusan Masalah.....	16
1.3 Tujuan Penelitian.....	16
1.4 Manfaat Penelitian.....	17
1.5 Ruang Lingkup	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	18
2.1 Gambaran Umum Kabupaten Sleman	18
2.2 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).....	18
2.3 Sistem Pengolahan IPAL.....	19
2.4 Sistem dan Teknologi Pengolahan IPAL Komunal.....	20
2.5 Bakteri Pada IPAL.....	22
2.6 Bakteri Dominan.....	22
2.7 Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.2 Waktu dan Lokasi.....	28
3.3 Studi Literatur.....	29
3.4 Proses Pengumpulan Data	29
3.4.1 Data Primer.....	29
3.4.2 Data Sekunder	29
3.5 Metode Penelitian.....	30
3.5.1 Metode Sampling	30
3.5.2 Metode Identifikasi Mikroba Dengan <i>Direct Plating</i>	30

3.5.3 Metode Identifikasi Berdasarkan Morfologi Sel Bakteri Dengan Pengecatan Gram	32
3.6 Metode Analisis Data	32
3.7 Menemukan dan Menentukan Bakteri	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Penentuan Lokasi IPAL Komunal.....	35
4.2 Gambaran Umum Lokasi IPAL Komunal.....	37
4.2.1 IPAL Mina Sehat.....	37
4.2.2 IPAL Mendiro	39
4.2.3 IPAL Harapan Asri.....	42
4.3 Perhitungan Jumlah Koloni dan Identifikasi Morfologi Bakteri Menggunakan Media DNB	43
4.3.1 Pewarnaan Gram	50
4.4 Pemetaan Bakteri.....	56
4.4.1 IPAL Komunal Mina Sehat.....	56
4.4.2 IPAL Komunal Mendiro	58
4.4.3 IPAL Komunal Harapan Asri.....	59
4.5 Hubungan Bakteri Dengan Kualitas Air Limbah	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	67
RIWAYAT HIDUP.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu	23
Tabel 3. 1 Titik Lokasi Sampling.....	30
Tabel 4. 1 Hasil Klasifikasi IPAL Komunal Kabupaten Sleman.....	36
Tabel 4. 2 Tabel Perbandingan Antar IPAL.....	37
Tabel 4. 3 Hasil Kuantitatif Kelompok Mikroba Berdasarkan Kemiripan Morfologi Pada IPAL Komunal Mina Sehat.....	45
Tabel 4. 4 Hasil Kuantitatif Kelompok Mikroba Berdasarkan Kemiripan Morfologi Pada IPAL Komunal Mendiro	46
Tabel 4. 5 Hasil Kuantitatif Kelompok Mikroba Berdasarkan Kemiripan Morfologi Pada IPAL Komunal Harapan Asri.....	46
Tabel 4. 6 Kuantifikasi Kelompok berdasarkan Morfologi Sel pada IPAL Komunal Mina Sehat.....	51
Tabel 4. 7 Kuantifikasi Kelompok berdasarkan Morfologi Sel pada IPAL Komunal Mendiro	51
Tabel 4. 8 Kuantifikasi Kelompok berdasarkan Morfologi Sel pada IPAL Harapan Asri.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi <i>Anerobic Baffled Reactor</i>	21
Gambar 2. 2 Ilustrasi <i>Anaerobic Filter</i>	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 3. 2 Peta Lokasi IPAL Komunal.....	28
Gambar 3. 3 Diagram Alir Metode <i>Direct Plating</i>	31
Gambar 3. 4 Diagram Alir Metode Pengecatan Gram	32
Gambar 4. 1 IPAL Komunal Mina Sehat.....	39
Gambar 4. 2 Diagram Alir Unit Pengolahan IPAL Komunal Mina Sehat.....	39
Gambar 4. 3 IPAL Komunal Mendirol.....	41
Gambar 4. 4 Diagram Alir Unit Pengolahan IPAL Komunal Mendirol	41
Gambar 4. 5 IPAL Komunal Harapan Asri.....	43
Gambar 4. 6 Diagram Alir Unit Pengolahan IPAL Komunal Harapan Asri	43
Gambar 4. 7 Contoh Koloni Pada Media DNB.....	44
Gambar 4. 8 Dominasi Mikroba IPAL Mina Sehat Berdasarkan Koloni	45
Gambar 4. 9 Dominasi Mikroba IPAL Mendirol Berdasarkan Koloni	46
Gambar 4. 10 Dominasi Mikroba IPAL Komunal Harapan Asri Berdasarkan Koloni.....	47
Gambar 4. 11 Diagram Perbandingan dominasi Mikroba pada ketiga IPAL Komunal	48
Gambar 4. 12 Perbandingan Hasil Perhitungan Koloni Media DNB Tiap IPAL Komunal	49
Gambar 4. 13 Hasil Diagram mikroba dominan pada IPAL Komunal Mina Sehat.....	51
Gambar 4. 14 Hasil Diagram mikroba dominan pada IPAL Komunal Mendirol	52
Gambar 4. 15 Hasil Diagram mikroba dominan pada IPAL Komunal Harapan Asri.....	53
Gambar 4. 16 Sel <i>Coccus</i> Merah (Gram Negatif).....	54
Gambar 4. 17 Sel <i>Coccus</i> Ungu (Gram Positif)	55
Gambar 4. 18 Sel <i>Basil</i> Ungu (Gram Positif).....	55
Gambar 4. 19 Sel <i>Basil</i> Merah (Gram negatif)	56

LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Survei Lokasi IPAL	67
Lampiran 1. 2 Tahun IPAL dibangun	67
Lampiran 1. 3 Pembuatan Media	68
Lampiran 1. 4 Proses Pengenceran.....	68
Lampiran 2. 1 Hasil Identifikasi Laboratorium pada IPAL Mendiro.....	69
Lampiran 2. 2 Hasil Identifikasi Laboratorium pada IPAL Harapan Asri.....	69
Lampiran 2. 3 Hasil Identifikasi Laboratorium pada IPAL Mina Sehat	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Sleman merupakan salah satu daerah dengan jumlah penduduk yang tinggi. Kegiatan domestik yang dilakukan oleh masyarakat di Kabupaten Sleman menghasilkan limbah domestik termasuk limbah cair. Dampak dari salah satu dari kepadatan penduduk adalah meningkatnya volume air limbah domestik yang diterima oleh IPAL Komunal Kabupaten Sleman. Peningkatan volume limbah domestik dapat mempengaruhi komponen biologis yang terdapat pada IPAL Komunal, baik dari inlet, unit pengolahan, hingga outlet. Pada dasarnya limbah domestik secara umum bersifat organik, karena berasal dari pemukiman penduduk yang terdiri dari buangan dapur, air cucian, air kamar mandi, hingga kotoran manusia (Notoatmodjo, 2013). Sifat organik limbah domestik tersebut dapat memberikan reaksi terhadap jumlah komponen dominan pada parameter biologis pada IPAL Komunal. Sangat disayangkan, tidak seluruh masyarakat mempunyai kepekaan akan limbah yang mereka produksi. Contohnya, pada Indonesia terdapat 67,89% rumah tangga dimana mempunyai akses sanitasi memadai, yang dimana masih ditemukan kurang lebih 80 juta lebih rumah tangga yang langsung membuang air limbahnya kepada saluran drainase ataupun sungai.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2017 dijelaskan bahwa serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dengan kesatuan sarana dan prasarana pengelolaan limbah domestik. Tujuan didirikannya IPAL sendiri untuk mengurangi risiko pencemaran terhadap lingkungan akibat limbah cair domestik yang dihasilkan oleh kegiatan masyarakat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Maulida, 2021 dalam penentuan strata klasifikasi IPAL Komunal dibagi menjadi empat. Melalui SSK didapatkan 4 klasifikasi dengan wilayah IPAL berisiko rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Bakteri adalah golongan mikroorganisme yang dapat menjalankan langkah metabolisme organik yang menjadikannya penting pada rantai makanan serta

pengolahan air limbah. Keberadaan bakteri serta mikroba pada IPAL cukup bervariasi dari sistemnya, keberagaman jenis bakteri serta mikroba berasal dari pertumbuhan mikroba pada jenis air limbah, udara serta partikel lumpur. Bakteri serta mikroba itu teraklimatisasi dari cairan limbah serta mempermudah tahapan penghilangan bahan cemaran (Ritni, 2012).

Peran dari bakteri dominan yang ditemukan pada IPAL Komunal memiliki beragam bentuk dan jenis bakteri yang tumbuh pada tempat pengolahannya, sehingga berpengaruh pada hasil akhir dari pembuangan IPAL, peran dari bakteri sangat penting untuk mengetahui kinerjanya pada efektivitas untuk pengolahan IPAL yang ada, sehingga perannya sangat dibutuhkan untuk menurunkan baku mutu yang sudah ada dan berpotensi tidak mencemari lingkungan pada saat dibuang ke badan air.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui lebih lanjut terhadap indikator biologis dan mikroba apa saja yang mendominasi yang dapat ditemukan dalam tiga IPAL Komunal di Kabupaten Sleman yang terpilih dan menghubungkan dengan kinerja IPAL. Penelitian ini mengkaji mulai dari komponen biologi apa saja yang terdapat pada IPAL, menganalisis berdasarkan bakteri dominan yang ditemukan dan menghubungkannya dengan kinerja IPAL Komunal yang diteliti.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dikaji dari identifikasi dengan parameter mikroba dominan dalam proses pengolahan biologi pada tahapan *inlet*, pengolahan, *outlet* IPAL Komunal berupa mikroba dominan berdasarkan kemiripan morfologi pada area IPAL Komunal yang berisiko tinggi.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan menguji mikroba dominan dalam sampel air IPAL komunal dengan tingkat risiko tinggi pada *inlet*, proses, *outlet* serta mengidentifikasi dan menganalisis bakteri dominan, hal ini sangat penting untuk mengetahui hubungannya dengan kinerja bakteri terhadap sampel yang akan diteliti pada suatu air limbah IPAL Komunal.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan ilmu pengetahuan bagi masyarakat maupun mahasiswa mengenai mikroba dominan air limbah domestik, serta mampu memahami tingkatan efektivitas kinerja pada mikroba di IPAL Komunal dan sebagai bahan rujukan bagi penelitian selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah antara lain :

1. Lokasi yang diteliti adalah sejumlah tiga IPAL Komunal yaitu IPAL Mina Sehat, IPAL Mendirol, IPAL Harapan Asri di Kabupaten Sleman dengan risiko tingkat tinggi.
2. Parameter yang diuji mikroba dominan IPAL.
3. Sumber sampel berupa air pada tahapan *inlet*, unit pengolahan, serta *outlet*.
4. Metode yang dimanfaatkan adalah metode direct plating dengan media *Dilute Nutrient Broth (DNB)*.
5. Metode yang digunakan dalam penelitian Metode *Direct Plating*. Digunakan untuk menentukan adanya koloni atau bakteri dominan pada sampel berdasarkan kemiripan morfologinya secara berkelompok.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Kabupaten Sleman

Kabupaten Sleman adalah Kabupaten yang ada pada Provinsi DIY bersinggungan bersama Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten Sleman mempunyai luasan 54.482 Ha ataupun 574,82 Km², kurang lebih 18% luasan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dimana memiliki luasan 3.185,80 Km², yang jarak terjauhnya adalah daerah Utara-Selatan yakni kurang lebih 32 Km, Timur-Barat 35 Km. Dilihat dari administratifnya, Kabupaten Sleman mempunyai 17 daerah kecamatan, 86 desa, serta 1.212 dusun. Dilihat dari Geografi, Kabupaten Sleman berlokasi pada 110° 13' 00" sampai 110° 33' 00" Bujur Utara, 7° 34' 51" sampai 7° 47' 03" Lintang Selatan. Berlandaskan keterangan Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman tahun 2022 pemecahan wilayah Kabupaten Sleman yaitu :

- Batas Utara : Kabupaten Boyolali
- Batas Timur : Kabupaten Klaten
- Batas Barat : Kabupaten Kulon Progo serta Kabupaten Magelang
- Batas Selatan : Kota Yogyakarta serta Kabupaten Bantul

2.2 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Berdasarkan peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2017, merupakan serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dengan kesatuan sarana dan prasarana pengelolaan limbah domestik, sedangkan bagi IPAL komunal sendiri adalah mekanisme pengolahan limbah cair berpusat dimana dibentuk pada sebuah daerah untuk mengolah limbah cair domestik dengan komunal (dimanfaatkan segolongan orang/rumah tangga). Peraturan ini juga menjelaskan bahwa Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) adalah sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengalirkan air limbah domestik dari sumber secara kolektif ke Sub-sistem Pengolahan Terpusat untuk diolah sebelum dibuang ke badan air permukaan, sedangkan menurut Peraturan Daerah Kabupaten Sleman Nomor 4 Tahun 2019

Tentang Pengelolaan Air Limbah Domestik SPALD-T Skala Permukiman dulu dikenal dengan istilah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal. Sub-sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat terdiri dari Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPAL-D) yang berfungsi untuk mengolah air limbah domestik. Sub-sistem pengolahan ini terdiri dari unit pengolahan air limbah domestik (pengolahan fisik, pengolahan biologis, dan/atau pengolahan kimia), pengolahan lumpur hasil olahan air limbah domestik tersebut (baik berupa lumpur dari pengolahan fisik maupun lumpur dari hasil pengolahan biologis/kimia), dan unit pembuangan akhir. Pembentukan IPAL komunal ditujukan guna mengurangi bahaya akan pencemaran lingkungan dampak limbah cair domestik yang diproduksi serangkaian aktivitas yang dilakukan manusia. Limbah cair yang diproduksi oleh masyarakat selanjutnya dialirkan pada gedung penampung IPAL dengan cara memanfaatkan aliran perpipaan.

2.3 Sistem Pengolahan IPAL

A. Sistem Sanitasi Terpusat Sistem terpusat

Sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara terpusat terdapat bangunan yang digunakan untuk mengolah limbah cair domestik yang difungsikan dengan secara komunal (digunakan oleh sekelompok rumah tangga) agar lebih aman pada saat dibuang ke lingkungan, sesuai dengan baku mutu lingkungan (Karyadi, 2010). Sistem ini umumnya digunakan pada jamban keluarga, sistem ini juga menggunakan unit sumur resapan untuk menampung limbah. Akan tetapi sistem ini memerlukan lahan yang luas untuk mendapatkan sumur peresapan itu sendiri.

B. Sistem Sanitasi Setempat

Sistem sanitasi setempat adalah mekanisme buangan air limbah yang mana air limbah tak disatukan dan dialirkan pada sebuah jaringan saluran dimana membawa pada lokasi pengolahan air buangan ataupun badan air penerima, tetapi dibuang pada lokasi. Kelebihan dari system ini adalah :

- a) Biaya relatif murah.
- b) Bisa dibuat oleh setiap sektor ataupun pribadi.

- c) Teknologi dan sistem pembuangannya cukup sederhana.
- d) Operasi dan pemeliharaan merupakan tanggung jawab pribadi.

Pada sisi lain, kelemahan sistem ini adalah:

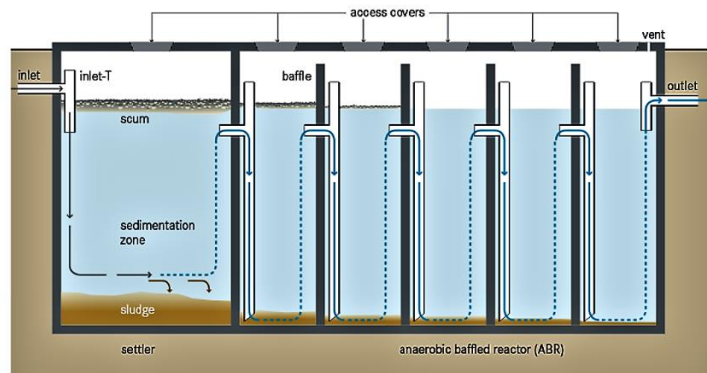
- a) Biasanya tidak tersedia pengolahan bagi limbah dari dapur, mandi, serta cuci.
- b) Mencemarkan air tanah apabila persyaratan teknis pembentukan serta perawatan tidak dijalankan sesuai aturan.

2.4 Sistem dan Teknologi Pengolahan IPAL Komunal

Desain yang digunakan pada pembangunan IPAL komunal di Kabupaten Sleman umumnya sering dijumpai menggunakan perpaduan teknologi mulai dari *Rotating Biological Contractor (RBC)*, *Anaerobic Baffle Reactor (ABR)* dan *Anaerobic Filter Reactor (AF)*. Sebagian besar pada IPAL Komunal yang dibangun oleh pemerintah menggunakan teknologi ABR dan AF. Umumnya, IPAL Komunal memanfaatkan teknologi *low-cost* yang lebih konvensional atau sederhana. Di luar tinjauan investasi lebih kecil, pilihan pada dua teknologi itu tidak memerlukan tempat luas seperti yang dibutuhkan di tempat yang ada pada area pemukiman yang *off-site* atas IPAL Regional.

a) *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*

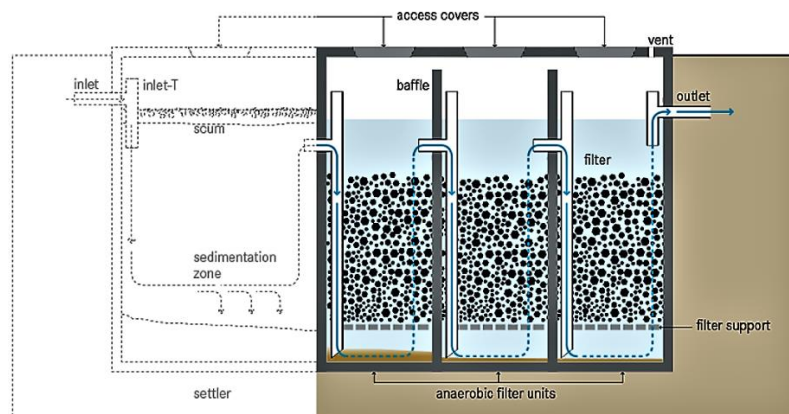
Anaerobic Baffled Reactor adalah hasil dari modifikasi *Septic Tank* konvensional. Teknologi ini tersusun atas komponen pengendap, dilanjutkan dengan reaktor *baffle*. *Baffle* membawa air limbah ke atas (*upflow*) melewati sejumlah bagian reaktor *sludge blanket*. Sehingga kinerja pengolahan makin efektif (McCarty and Bachmann, 1992). ABR memadai untuk diterapkan di lahan yang kecil.



Gambar 2. 1 Ilustrasi *Anerobic Baffled Reactor*

b) *Anaerobic Filter (AF)*

Anaerobic Filter reaktor memiliki karakteristik *fixed-bed biological*. AF umumnya dipakai menjadi *secondary treatment* pada skala rumah tangga yang di dalamnya terdapat media sebagai tempat melekatnya mikroorganisme yang berfungsi melakukan proses suspensi TSS terhadap air limbah domestik. Hal ini berfungsi untuk memulihkan biogas pada air limbah domestik sehingga mampu memperkecil potensi pencemaran lingkungan (Safisani, 2018).



Gambar 2. 2 Ilustrasi *Anaerobic Filter*

c) *Rotating Biological Contractor (RBC)*

Rotating Biological Contractor (RBC) banyak digunakan dalam pengolahan biologis untuk air limbah domestik dan air limbah industri. RBC merupakan alternatif untuk metode konvensional teknologi lumpur aktif dari pengolahan air limbah. *Rotating contractor* dicirikan dengan stabilitas proses

perawatan, pemakaian energi listrik yang rendah, waktu detensi yang pendek, biaya operasional yang rendah dan kemudahan dalam pengoperasian (Joanna,et.al, 2018).

2.5 Bakteri Pada IPAL

Sel bakteri memiliki bentuk dan ciri-ciri yang berbeda, dapat berbentuk seperti elips, bola, batang, atau spiral. Masing-masing ciri penting dalam mencirikan morfologi suatu spesies. Sel bakteri yang berbentuk seperti bola ataupun elips dinamakan kokus. Sel bakteri berbentuk silindris atau seperti batang dinamakan basilus. Ada banyak perbedaan dalam ukuran panjang dan lebar di antara berbagai spesies basilus. Ujung beberapa basilus tampak persegi, yang lain bundar, dan yang lain lagi meruncing atau lancip.

Menurut Priadie (2012) ketika pada tahapan pengolahan aerobik air limbah domestik di IPAL, bakteri yang umum dijumpai adalah Gram-negatif berbentuk batang heterotrof, meliputi *Zooglea*, *NeoPseudomonas*, *Chromobacter*, *Achromobacter*, *Alcaligenes* serta *Flavobacterium*. *Filamentous* bakteri berupa genera *Beggiatoa*, *Thiotrix* serta *Sphaerotilus* pun bisa dijumpai pada *biofilm*, atas organisme contohnya *Nitrosomonas* serta *nitrifikasi Nitrobacter*.

2.6 Bakteri Dominan

Bakteri dominan pada IPAL perlu dikaji lebih lanjut serta diidentifikasi yang nantinya bisa dipahami tingkatan efektivitas performa mikroba di IPAL untuk menjalankan penguraian di IPAL. Sejumlah bakteri dominasi dimana ada di IPAL komunal antara lain yakni *Bacteroidetes*, *firmicutes*, *Planctomycetes* serta *Verrucomicrobia* (Numberger et al., 2019). Sejumlah data yang ditemukan dan diterangkan Zeng (2015) pada penelitiannya dalam lumpur aktif atas pengolahan air limbah perkotaan diperoleh bakteri dominannya adalah *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Chloroflexi*, *Acidobacteria* serta *Actinobacteria*. Contoh lain dari bakteri yang bisa ditemukan dalam limbah domestik yaitu bakteri *Shigella* serta *Vibrio*, tergolong *filum Proteobacteria* (Ferguson, 2012). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nuremberg (2019) menunjukkan bahwa kondisi dari *influent* dan *effluent* dipengaruhi oleh filum bakteri dominan yang berubah

pada setiap bulannya. Dengan dilakukannya identifikasi terhadap mikroba dominan serta komposisi bakteri dalam limbah cair menjadi penting dalam pengelolaan air limbah yang efektif dan berkelanjutan.

2.7 Penelitian Terdahulu

Pada daerah kabupaten sleman ada beberapa IPAL yang sudah diteliti oleh para peneliti sebelumnya, berikut tabel rangkuman hasil dari jurnal sebagai referensi terkait bakteri dominan pada IPAL di beberapa tempat:

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Muhammad, 2023	Identifikasi Mikroba Dominan di IPAL Komunal Di Area Sanitasi Tingkat Risiko Sedang Di Kabupaten Sleman	Hasil penelitian yang dilakukan, Mikroba dominan yang dapat ditemukan untuk IPAL Rejo Santoso memiliki bakteri dominan berbentuk <i>spindle</i> dengan garis tepi <i>entire</i> dengan warna putih dan ukuran <i>small</i> serta mempunyai bentuk sel <i>coccus</i> gram negatif berpersentase senilai 41%. IPAL Komunal Banyu Aji memiliki bentuk <i>irregular</i> dengan garis tepi <i>lobate</i> , berwarna putih mempunyai bentuk sel <i>coccus</i> dan gram negatif berpersentase senilai 29%. IPAL Randugowang dengan bentuk <i>spindle</i> dengan garis tepi <i>entire</i> berkelir putih serta mempunyai bentuk sel <i>basil</i> dengan gram positif berpersentase 32%. Serta dapat diasumsikan bahwa jenis bakteri yang kemungkinan mempunyai kemiripan dari beberapa literatur adalah <i>Acinetobacter spp</i> , <i>Sphaerotilus</i> ,

			<i>Enterobacter</i> , <i>Zoogloea</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , dan <i>Micrococcus luteus</i> .
2.	Cahyani, 2021	Analisa Bakteri Dominan Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Dengan Tingkat Risiko Sangat Tinggi Pada Kabupaten Sleman	Hasil penelitian yang dilakukan, terungkap bahwa mikroorganisme yang paling mendominasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal atas tingkatan risiko yang besar ditandai oleh berbagai bentuk morfologi bakteri, seperti yang berbentuk <i>circular</i> , <i>filamentous</i> , dan <i>rhizoid</i> . Selain itu, melalui analisis pewarnaan gram, ditemukan bahwa mikroorganisme ini dapat mempunyai bentuk sel <i>coccus</i> gram negatif serta <i>basil</i> gram positif. Berdasarkan hasil penggambaran dimana telah dilakukan, dugaan kuat bahwa jenis mikroorganisme yang mendominasi lingkungan IPAL Komunal dengan risiko tinggi mencakup <i>Advenella faeciporci</i> , <i>Ruminococcus albus</i> , bakteri <i>Metanogenik</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Nocardia Farcinica</i> , dan <i>Thiothrix</i>
3.	Maulida, 2021	Identifikasi Mikroba Dominan Pada IPAL Komunal Di Area Dengan Tingkat Risiko Sanitasi Tinggi Di Kabupaten Sleman	Hasil Penelitian Menunjukkan, berdasarkan observasi morfologi serta keadaan IPAL Komunal Tirto Mili dimana beracuan dalam sumber penelitian serta teori sebelumnya sehingga bisa dinyatakan jenis bakteri paling dominan atas jenis bakteri kelas <i>Methanobacteria</i> . Bakteri <i>Methanobacteria</i> termasuk

			<p><i>Methanobacterium</i>, <i>Methanobacillus</i>, <i>Methanococcus</i>, serta <i>Methanosarcina</i>. di IPAL Komunal Guyup Makmur mempunyai tanda morfologi paling mirip adalah bakteri bergenus <i>Clostridium</i> dimana mempunyai tanda morfologis berbentuk <i>rizoid</i>, bentuk sel <i>coccus</i> serta adalah gram positif. IPAL Komunal Ngudi Mulyo beracuan dalam sumber penelitian serta dasaran bisa dinyatakan jikalau bakteri paling dominan atas jenis bakteri kelas <i>Methanobacteria</i>, Bakteri <i>Methanobacteria</i> termasuk <i>Methanobacterium</i>, <i>Methanobacillus</i>, <i>Methanococcus</i>, serta <i>Methanosarcina</i>.</p>
4.	Pratiwi, 2019	Analisis Kualitas Perairan berdasarkan Total Bakteri Coliform diSungai Plambon Semarang.	<p>Hasil penelitian pengolahan air limbah menggunakan mekanisme RBC mampu mereduksi kandungan BOD senilai 84,1 % serta mampu mereduksi kandungan TSS senilai 65,58%. Kemudian dalam pengolahan air limbah menggunakan mekanisme <i>Contact Aeration</i> mampu mereduksi kandungan BOD senilai 88,61% serta mereduksi kandungan TSS senilai 67,86%. Berdasarkan perolehan pengecekan masih lebih dari baku aturan Daerah DIY Nomor 7 Tahun 2016.</p>

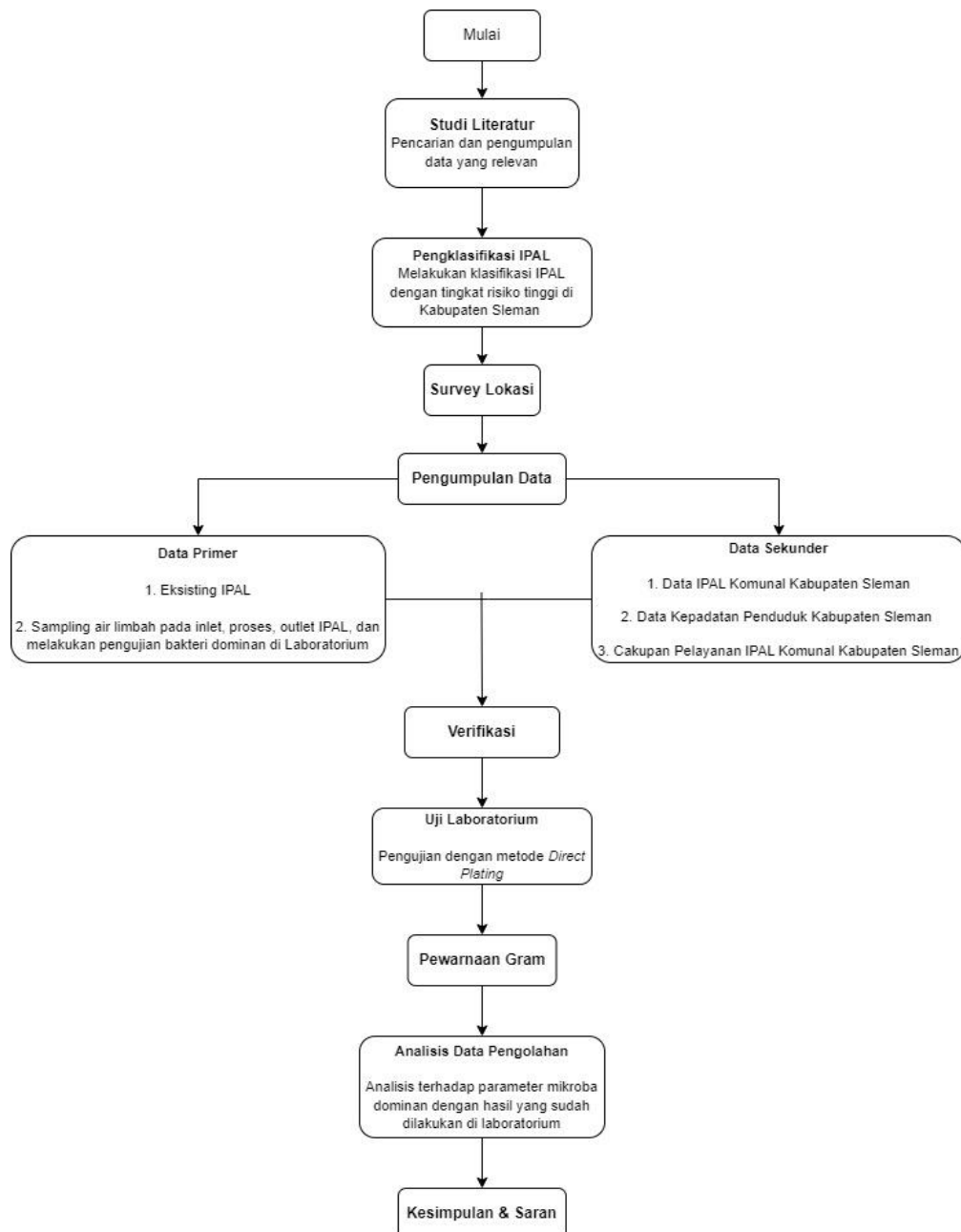
Dari penelitian yang dilakukan peneliti sebelumnya, khusus studi dengan judul “Identifikasi Mikroba Dominan Pada IPAL Komunal Di Area Dengan Tingkat Risiko Sanitasi Sedang Di Kabupaten Sleman”, teridentifikasi dengan beberapa jenis bakteri yang didapatkan yaitu, *circular*, *rhizoid*, *filamentous*. Dalam penelitian ini, pemetaan bakteri mengarah pada asumsi jenis bakteri yang mendominasi *Acinetobacter spp*, *Sphaerotilus*, *Enterobacter*, *Zoogloea*, *Bacillus megaterium*, dan *Micrococcus luteus* (Muhammad, 2023). Dari hasil yang didapat peneliti sebelumnya bisa digunakan sebagai acuan hasil akhir pada penelitian ini.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian tugas akhir sebagai berikut:

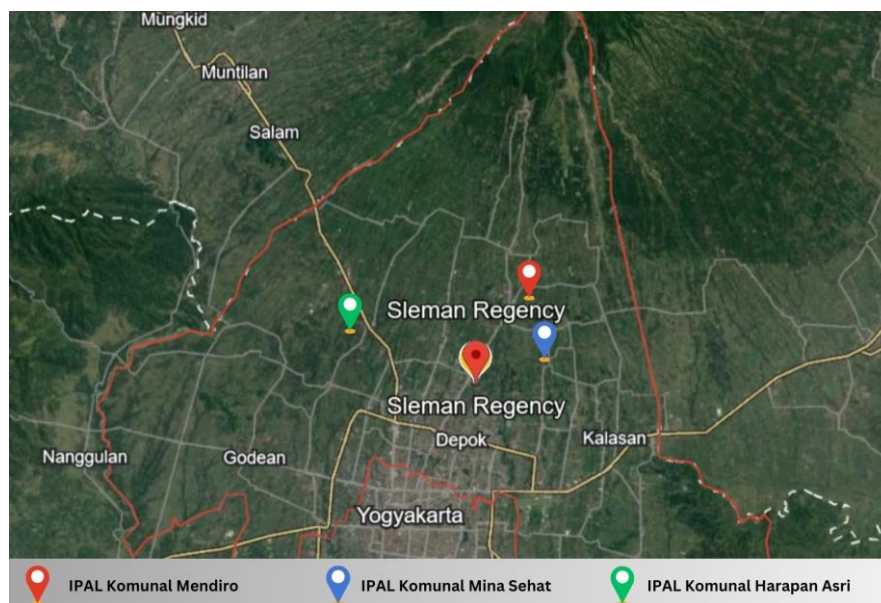


Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Pada diagram alir penelitian ini, data yang diambil mulai dari primer dan sekunder, data yang diambil berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Data primer mulai dari eksisting IPAL, sampling pada 3 tempat yang ada pada IPAL, sedangkan untuk data sekunder meliputi, data 3 IPAL komunal yang terpilih, data kepadatan penduduk, serta cakupan pelayanan. Hasil dari pengumpulan data ini akan menjadi acuan untuk ke tahap verifikasi dan uji laboratorium. Hasil yang sudah didapatkan dari pengujian lab akan dianalisis dan ditarik kesimpulan & saran.

3.2 Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan pada tiga IPAL Komunal dengan tingkat risiko tinggi yang terdapat pada Kabupaten Sleman, yaitu pada IPAL Harapan Asri, Kecamatan Sleman; IPAL Mina Sehat, Kecamatan Ngaglik, serta; IPAL Mendiro, Kecamatan Ngaglik. Pengujian sampel dilakukan pada Laboratorium Bioteknologi Fakultas Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Periode penelitian berjalan dari bulan Mei 2023 hingga September tahun 2023.



Gambar 3. 2 Peta Lokasi IPAL Komunal

Sumber: Google Earth

3.3 Studi Literatur

Pengumpulan data dan informasi yang berkaitan dengan penelitian untuk mendapatkan dasar teori yang sesuai dan relevan sebagai penunjang penelitian. Studi literatur dapat diperoleh dari *text book*, peraturan/regulasi, jurnal, laporan penelitian tugas akhir dan jurnal ilmiah. Pada penelitian ini mengacu pada peraturan/regulasi terkait pengolahan limbah cair domestik dan parameter baku mutu air limbah.

3.4 Proses Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan pada sampel air limbah yang diambil dari beberapa IPAL di Kabupaten Sleman yang terpilih. Metode pengumpulan data yang digunakan terdiri dari studi literatur, survei lapangan, pengumpulan data primer dan sekunder, hasil pembahasan serta kesimpulan yang didapat.

3.4.1 Data Primer

Data yang diambil adalah data berhubungan dengan sampel air di *inlet*, unit pengolahan serta *outlet* IPAL komunal untuk setiap IPAL komunal yang diteliti. Pengambilan sampel dengan *grab sampling* IPAL Komunal di inlet, proses serta *outlet* IPAL komunal. Hasil sampling diteliti pada Laboratorim Bioteknologi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Setelah itu, mengakumulasikan informasi berhubungan dengan IPAL komunal, dan juga menyelidiki langsung (observasi), dan wawancara pada pegawai lapangan berhubungan atas perawatan IPAL ataupun penduduk sekitar yang mengerti dengan kondisi IPAL di teliti.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder yakni data yang berhubungan dengan profil Kabupaten Sleman, peta lokasi IPAL Komunal, data berhubungan dengan IPAL dan juga artikel sebelumnya mengenai penelitian serupa. Berdasarkan dari literatur yang berhubungan, data-data atas BPS (Badan Pusat Statistik), Buku Putih Sanitasi, serta aturan yang berlaku.

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Metode Sampling

Titik lokasi pengambilan sampel pada *inlet*, unit pengolahan, serta *outlet* pada IPAL komunal. Metode yang dimanfaatkan untuk pengambilan sampel yakni metode *Grab Sampling*. Pemilihan tempat sampling air limbah berdasarkan mulai dari tingkat risiko sanitasi, berfungsinya IPAL Komunal pada kawasan tersebut, belum adanya penelitian yang menguji dengan parameter mikroba dominan. Sebelum melakukan pengambilan sampel, peneliti harus meneliti sterilisasi alat dimana dimanfaatkan untuk mengambil sampel. Sterilisasi adalah proses untuk mematikan semua organisme yang terdapat pada alat dan bahan yang akan digunakan untuk menciptakan suasana aseptis, hal ini bertujuan agar pekerjaan dikerjakan secara aseptis atau terbebas dari mikroba pencemar dari luar sampel yang tidak diinginkan.

Tabel 3. 1 Titik Lokasi Sampling

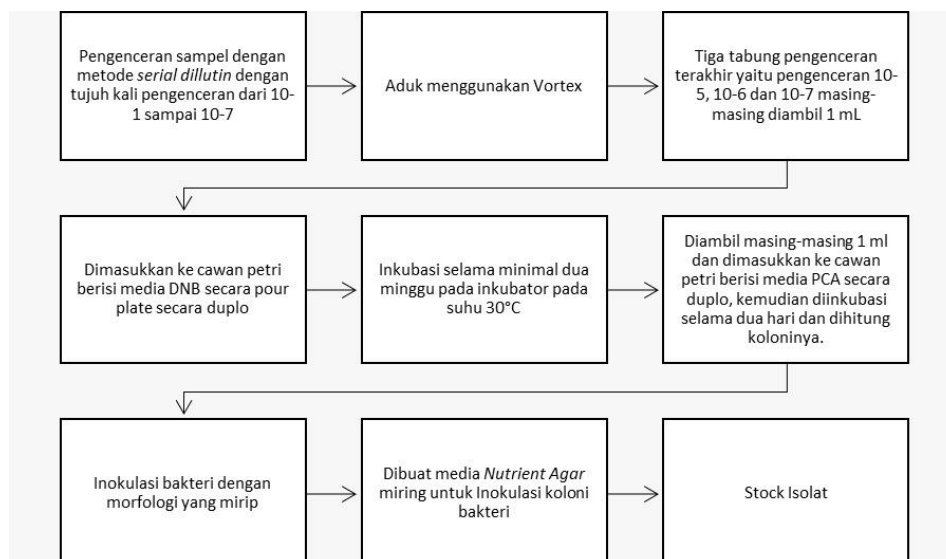
No	NAMA IPAL	TEKNOLOGI	ALAMAT
1	Harapan Asri	<i>Anaerobic Baffled Reactor- Anaerobic Filter</i>	Kecamatan Sleman
2.	Mina Sehat	<i>Rotating Biological Contractor</i>	Perum Minomartani, Jl. Kakap 10 RT 18 RW 4 Minomartani, Ngaglik
3.	Mendiro	<i>Rotating Biological Contractor</i>	Dusun Desa Sukorharjo, Kecamatan Ngaglik

3.5.2 Metode Identifikasi Mikroba Dengan *Direct Plating*

Identifikasi ini memanfaatkan metode ini *Direct Plating (Culture Dependent)*. *Direct Plating* adalah metode yang menetapkan koloni dominasi berdasarkan miripnya morfologi dengan kelompok-kelompok, Identifikasi dengan morfologis dibuat berkelompok berdasarkan kemiripan morfologi serta

selanjutnya tiap kelompok koloni diidentifikasi lewat pewarnaan gram. Pemanfaatan Metode *Direct Plating* mampu memberikan kepastian asumsi kuantitas bakteri, bukti viabilitas patogen (lewat perbandingan perolehan waktu mula sampai pada titik waktu setelahnya), serta potensi dalam karakterisasi lanjutan isolat bakteri (Harhay et al., 2021) Kalkulasi sel pada kultur bisa dijalankan lewat pelapisan kultur sel di cawan petri menggunakan media pertumbuhan, yang dimana diketahui yaitu *streak plate* (cawan petri menggunakan media pertumbuhan).

Bahan yang dibutuhkan yakni air sampel, aquades steril, Medium DNB(*Dilute Nutrient Broth* 100x), Media DNB padat (DNB+agar 2%), tabung reaksi berisikan sembilan mL akuades steril, *aluminium foil*, kertas saring, larutan *Carbol Kristal Violet*, larutan *Lugol*, *Fuchin* Basa, Alkohol 96%, kapas. Kemudian peralatan dimana dipakai dalam penelitian yakni Erlenmeyer, tabung reaksi, jarum inokulasi, kaca objek, mikroskop, gelas *Beaker* 100 mL, *stopwatch* serta timbangan analitik. Diagram alir dari metode *Direct Plating* bisa dilihat dalam gambar di bawah :



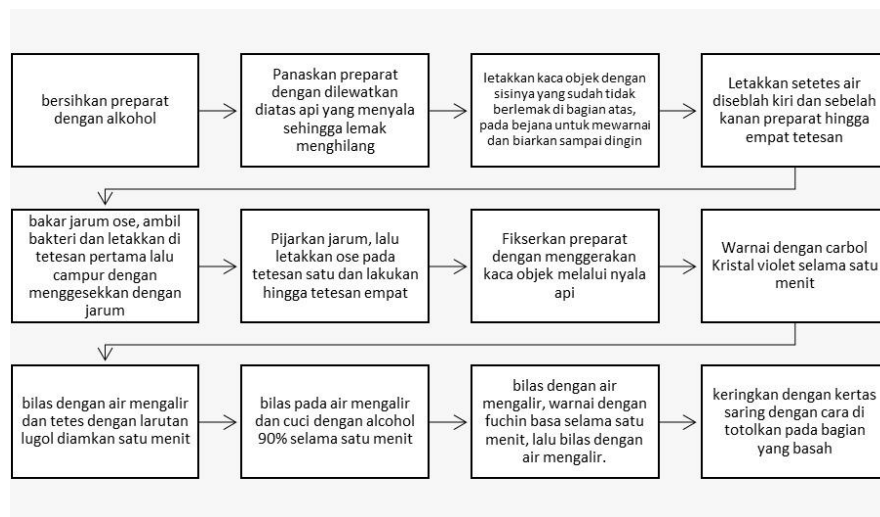
Gambar 3. 3 Diagram Alir Metode *Direct Plating*

Hasil dari identifikasi morfologis koloni yang dilakukan agar koloni dapat tumbuh dalam media spesifik pada *Dilute Nutrient Broth* (DNB). Analisis dari

identifikasi dilakukan berfungsi untuk mencari tahu morfologi koloni yang mendominasi di setiap unit pengolahan IPAL komunal dan juga berguna untuk pengelompokkan morfologi koloni yang dimana setelah itu di biakkan dalam media NA miring untuk dilakukan pewarnaan gram koloni, hal ini dilakukan untuk menentukan koloni, tepian koloni, ukuran koloni serta warna koloni.

3.5.3 Metode Identifikasi Berdasarkan Morfologi Sel Bakteri Dengan Pengecatan Gram

Tahapan pengecatan gram, bengacuan dalam modul praktikum "Mikrobiologi Lingkungan" oleh Lathifah, dkk (2019), dilaksanakan dalam beberapa langkah Identifikasi dilakukan dengan metode pengecatan gram memanfaatkan peralatan seperti kaca objek, isolat bakteri uji, jarum inokulasi (ose), mikroskop, gelas kimia yang berisi air bersama satu batang gelas, kertas saring, kapas, lampu busen, gelas kimia 100 ml, serta stop watch. Material dimana dipakai adalah larutan Carbol Crystal Violet, larutan Lugol, Fuchsin basa, serta alkohol berkadar 96 persen. Diagram pengecatan gram bisa dilihat dalam gambar dibawah :



Gambar 3. 4 Diagram Alir Metode Pengecatan Gram

3.6 Metode Analisis Data

Metode analisis data penelitian dengan analisis deskriptif kuantitatif, dengan mendeskripsi mikroba yang mendominasi berdasarkan kuantitas mikroba yang diperoleh. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *direct sampling*. Kultur

bakteri yang dimana sudah bereproduksi dalam cawan petri diamati berdasarkan total koloni, morfologis koloni, morfologis sel, dan jenis dari gram bakterinya. Data kuantitatif atas pengamatan total koloni bisa mewakili total koloni dimana mempunyai morfologis yang mirip. Kultur bakteri yang telah dilakukan isolasi menggunakan media *Dilute Nutrien Broth* pada cawan petri dikelompokkan berdasarkan morfologinya. Hasil dari data kuantitatif dapat mempresentasikan jumlah koloni yang memiliki morfologi serupa. Pengelompokan morfologi dapat memanfaatkan metode *Total Plate Count* (TPC) dimana metode ini bisa menghitung jumlah koloni kisaran 30-300 koloni (Rasika, et al., .2012).

Uji sampel di *inlet*, proses serta *outlet* pada Kawasan IPAL komunal pada Kabupaten Sleman. Menggunakan metode *Direct Plating* dipecah dalam dua tahapan: pembentukan *stock isolat* serta pengecatan gram kalkulasi koloni dalam media spesifik DNB dimanfaatkan untuk melipatgandakan hasil koloni, penentuan media DNB juga ditentukan karena mempunyai komposisi yang bisa mengakibatkan perkembangan mikroba yang makin lambat serta menghambat berlangsungnya perkembangan mikroba dari luar yang tidak diharapkan.

Koloni yang tumbuh dalam media DNB dianalisis serta dikelompokkan berdasarkan morfologi mengacu dalam Buku Panduan Referensi Laboratorium identifikasi morfologis koloni serta di inokulasi dalam media NA miring untuk dilakukan pewarnaan gram serta identifikasi bentuk sel memanfaatkan mikroskop. Data kuantitatif akhir dimana memperlihatkan perolehan mikroba yang mendominasi dalam IPAL komunal bersumber dalam sejumlah parameter yang mana adalah bentuk sel yakni basil ataupun *coccus*, kemudian warna sel dimana memperlihatkan gram positif ataupun gram negatif, dengan rumus sebagai berikut:

$$Total\ Bakteri : \sum koloni \times \frac{1}{fp}$$

Persamaan Rumus Perhitungan TPC (1)

Fp : Faktor Pengenceran

3.7 Menemukan dan Menentukan Bakteri

Cara menemukan dan menentukan bakteri agar mendapatkan hasil dengan asumsi yaitu mulai dengan melihat hasil dari pewarnaan gram, dari hasil pewarnaan gram bisa ditarik asumsi dengan melihat acuan dari jurnal, tugas akhir, yang berhubungan dengan hasil yang ditemukan pada pewarnaan gram, melihat karakteristik bakteri yang didapatkan, serta melihat hasil pewarnaan gram ditemukan pada kondisi IPAL yang bagaimana, hasil tersebut dicocokkan dan dihubungkan agar bisa menemukan asumsi yang berkesinambungan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Lokasi IPAL Komunal

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Maulida, (2021) kriteria dalam menentukan strata IPAL Komunal dibagi menjadi 4 bagian, 4 bagian itu adalah klasifikasi dengan wilayah IPAL dengan tingkat risiko rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Dalam pembagian tingkat risiko dapat dilihat sebagai berikut:

1. Tingkat risiko rendah / strata 1: IPAL yang memenuhi 1 kriteria dari 4 kriteria.
2. Tingkat risiko sedang / strata 2: IPAL yang memenuhi 2 kriteria dari 4 kriteria.
3. Tingkat risiko tinggi / strata 3: IPAL yang memenuhi 3 kriteria dari 4 kriteria.
4. Tingkat risiko sangat tinggi / strata 4: IPAL yang memenuhi semua kriteria.

Sedangkan dalam pedoman penyusunan Buku Putih Sanitasi Kabupaten/Kota, penentuan area berisiko dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kepadatan penduduk, populasi, fungsi perkotaan/perdesaan, angka kemiskinan, serta cakupan layanan infrastruktur sanitasi (air limbah, persampahan, dan drainase). Penentuan zona sanitasi air limbah dipengaruhi oleh faktor seperti kepadatan penduduk, fungsi perkotaan/pedesaan (CBD), dan isu-isu terkait air tanah. (POKJA AMPL, 2014).

Adapun kriteria tersebut adalah:

1. Kepadatan Penduduk > 25 Jiwa/ha.

Penetapan Strata dilakukan berdasarkan kriteria yang sudah ditetapkan oleh Program PPSP dan wajib digunakan oleh semua Pokja Sanitasi Kabupaten/Kota dalam melakukan Studi EHRA. Sementara untuk kabupaten umumnya hanya mempunyai data kepadatan penduduk sampai

kecamatan. Dalam acuan tersebut disebutkan bahwa dalam tingkat kabupaten kepadatan penduduk jika tidak merata, maka pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk lebih dari 25 jiwa/ha.

2. Rasio Cakupan Pelayanan > 75 KK.

Jika dari data yang didapatkan ternyata jumlah KK melebihi dari 75 maka dapat mempengaruhi kinerja IPAL itu sendiri. Sistem pengolahan dan juga *effluent* dari IPAL yang dihasilkan dapat berpengaruh.

3. Debit Puncak Harian Lebih Dari 50 m³/Hari.

Dalam kriteria ini menggunakan asumsi bahwa tiap 1 KK diasumsikan untuk penghuni sebanyak 4 orang dengan penggunaan air dengan pendekatan sebesar 140 L/orang/hari, hal ini berguna untuk mendapatkan debit puncak.

4. Usia IPAL Komunal > 8 Tahun.

Pada saat usia IPAL sudah memasuki 8 tahun, maka waktu ini adalah waktu yang normal bagi IPAL untuk mengganti suku cadang yang dipakai. Oleh karena ini dengan waktu kurang lebih 8 tahun ini dapat dijadikan hipotesis usia optimal IPAL.

Pengelompokan IPAL ini berdasarkan SSK dengan menjadikan 4 strata pada klasifikasi IPAL. Klasifikasi ini bertujuan untuk memperkecil ruang lingkup penelitian karena mengingat banyaknya IPAL yang ada Di Kabupaten Sleman sendiri. Berdasarkan acuan yang telah didapatkan, kriteria yang memenuhi adalah, usia IPAL Komunal lebih dari 8 tahun, rasio cakupan pelayanan lebih dari 75 KK dan kepadatan penduduknya lebih dari 25 jiwa/ha, jadi dapat disimpulkan sesuai dengan tingkat risiko tinggi pada penelitian ini.

Tabel 4. 1 Hasil Klasifikasi IPAL Komunal Kabupaten Sleman

STRATA 1	STRATA 2	STRATA 3	STRATA 4
Ngudi Santoso	Guyup Rukun	Mendiro	Sedyo Mulyo
Arum Tirta	Candi Indah	Mina Sehat	Cokro Manunggal

Dukuh Berbakti	Tirto Asri	Harapan Asri	Losari Sejahtera
Bangun Sehat	Banyu Bening	Tirta Bening	Sumber Sehat
Gondang Asri	Mitra Sehat	Guyup Makmur	Tambakrejo Bersih
Ngudi Saras	Kuningan Sejahtera	Mino Sehat	Tanjung Permai
Klawisan Sehat	Ngudi Waras	Sehat Mulyo	Pelangi Manunggal Warga

4.2 Gambaran Umum Lokasi IPAL Komunal

Penelitian ini dilakukan pada IPAL komunal yang terpilih pada strata 3 berdasarkan klasifikasi yaitu wilayah dengan tingkat risiko tinggi. Pemilihan lokasi IPAL dilakukan dengan beberapa kriteria yang bertujuan untuk memperkecil lingkup IPAL yang akan diteliti. Ketiga lokasi IPAL yang akan diteliti yaitu IPAL komunal Harapan Asri berlokasi di Kabupaten Sleman, IPAL Mina Sehat Kecamatan Ngaglik, IPAL Mendiro Kecamatan Ngaglik.

Tabel 4. 2 Tabel Perbandingan Antar IPAL

IPAL	Jumlah Layanan	Teknologi	Tahun IPAL	Kondisi
Mina Sehat	84 SR, 340 orang	<i>Rotating Biological Contractor</i>	2012	Kurang Terawat
Mendiro	135 KK	<i>Rotating Biological Contractor</i>	2015	sangat baik
Harapan Asri	75 SR	<i>Anaerobic Baffled Reactor- Anaerobic Filter</i>	2013	sangat baik

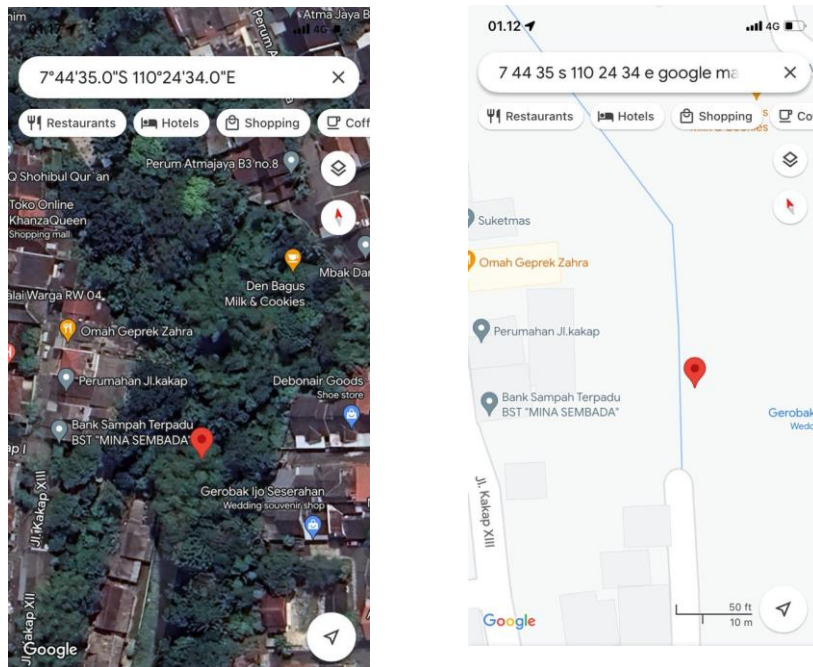
4.2.1 IPAL Mina Sehat

IPAL komunal Mina Sehat di Desa Minomartani, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman dibangun pada tahun 2012 untuk mengolah air limbah domestik dengan sistem pengolahan menggunakan *Rotating Biological Contractor*. Kondisi IPAL yang berada pada pojokan pemukiman dekat bantaran sungai namun disekitaran bantaran sungai masih ada rumah warga yang akses jalannya diharuskan melewati IPAL. Memiliki pelayanan sambungan rumah (SR)

sebanyak 84 dan 341 jiwa. Letak IPAL ini sendiri cukup dekat dari pemukiman dengan kondisi yang terawat, pengurasan yang rutin. Selain itu dari *effluent outlet* yang dihasilkan tidak menimbulkan bau atau mempengaruhi badan air.



a.) Gambar Kondisi IPAL Komunal Mina Sehat

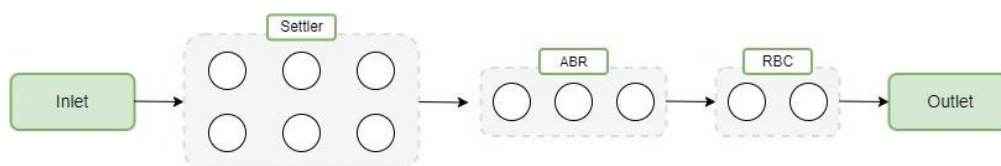


b.) Gambar Peta Lokasi IPAL Komunal Mina Sehat

Gambar 4. 1 IPAL Komunal Mina Sehat

Sumber: Google Maps

IPAL Komunal Mina Sehat mempunyai 13 bagian yang terdiri dari unit *inlet*, unit *pengolahan*, dan unit *outlet*. Pengolahan menggunakan *settler*, *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* dilanjutkan dengan *Rotating Biological Contractor (RBC)* hasil dari *outlet* disalurkan ke badan air menggunakan pipa.



Gambar 4. 2 Diagram Alir Unit Pengolahan IPAL Komunal Mina Sehat

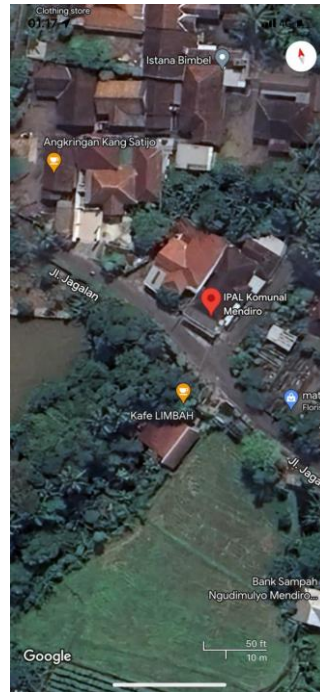
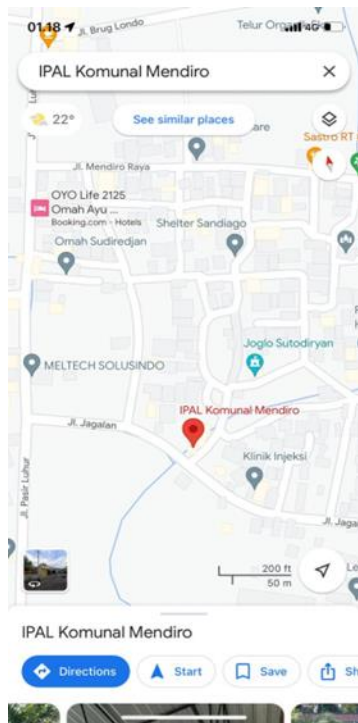
4.2.2 IPAL Mendiro

IPAL Komunal Mendiro adalah IPAL komunal berlokasi pada Dusun Mendiro Desa Sukoharjo Kecamatan Ngaglik Kabupaten Sleman yakni di titik koordinat 7°42'36.0"S serta 110°24'59.2"E. IPAL komunal Mendiro dibentuk

saat tahun 2015 yang berluas 600 m² serta melayani kurang lebih 135 KK. Lokasi sekitar IPAL dipergunakan menjadi taman yang membuat IPAL juga mempunyai nilai estetika. Kemudian juga ditinjau berdasarkan outletnya, *effluent* IPAL komunal Mendiro yang dibuang pada badan air tidak menyebabkan bau maupun mengubah warna dari badan air.



a.) Gambar Kondisi IPAL Komunal Mendiro

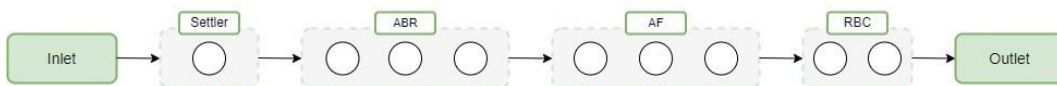


b). Gambar Peta Lokasi IPAL Komunal Mendiore

Gambar 4. 3 IPAL Komunal Mendiore

Sumber: Google Maps

IPAL Komunal Mendiore mempunyai 11 bagian yang terdiri dari unit *inlet*, unit pengolahan, dan unit *outlet*. Pengolahan menggunakan *settler*, *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*, *Anerobic Filter (AF)* dan dilanjutkan dengan *Rotating Biological Contractor (RBC)* hasil dari *outlet* disalurkan ke badan air menggunakan pipa.



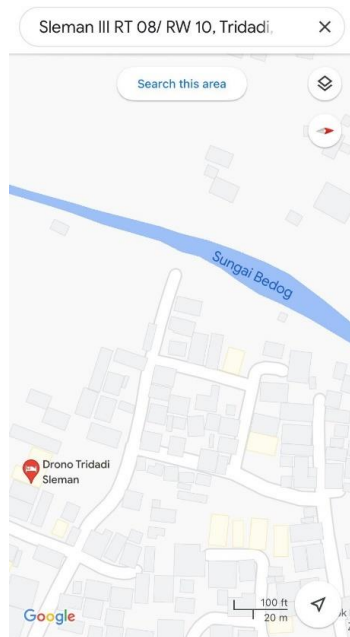
Gambar 4. 4 Diagram Alir Unit Pengolahan IPAL Komunal Mendiore

4.2.3 IPAL Harapan Asri

IPAL Harapan Asri berlokasi bersebelahan dengan embung pringapus. IPAL ini berlokasi cukup jauh dari pemukiman warga namun dekat dengan gedung MAN yang telah tak dipergunakan serta tertutupi ilalang. Tak tercium aroma menyengat. Namun keadaan sungai yang mengalir pada samping IPAL serta dialiri kearah embung berwarna agak keruh.



a.) Gambar Kondisi IPAL Komunal Harapan Asri

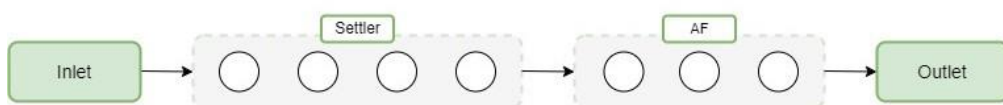


b.) Gambar Peta Lokasi IPAL Komunal Harapan Asri

Gambar 4. 5 IPAL Komunal Harapan Asri

Sumber : Google Maps

IPAL Komunal Harapan Asri mempunyai 9 bagian yang terdiri dari unit *inlet*, unit pengolahan, dan unit *outlet*. Pengolahan menggunakan *settler*, dilanjutkan dengan *Anaerobic Filter (AF)* hasil dari *outlet* disalurkan ke badan air menggunakan pipa.



Gambar 4. 6 Diagram Alir Unit Pengolahan IPAL Komunal Harapan Asri

4.3 Perhitungan Jumlah Koloni dan Identifikasi Morfologi Bakteri Menggunakan Media DNB

Identifikasi morfologi koloni dijalankan di koloni yang bertumbuh pada media spesifik Dilute Nutrient Broth (DNB). Identifikasi dijalankan guna

memahami morfologi koloni yang mendominasi di setiap unit pengolahan IPAL komunal juga guna dilaksanakan pengelompokan morfologi koloni serupa yang setelah itu akan di biak dalam media NA miring guna dilaksanakan pewarnaan gram. Identifikasi koloni dilaksanakan beracuan dalam sejumlah parameter yakni bentukan koloni, tepian koloni, ukuran koloni serta warna koloni.



Gambar 4. 7 Contoh Koloni Pada Media DNB

Setelah dilakukannya inkubasi 14 hari maka dapat dilakukan pengamatan morfologi secara langsung. Pengamatan langsung morfologi dikelompokkan sesuai dengan bentuk, ukuran, tepian, elevasi, serta warna koloni bakteri. Koloni bakteri dimana sudah dikelompokkan diambil yang paling dominan kemudian dilakukan inokulasi menggunakan media *Nutrient Agar Miring*.

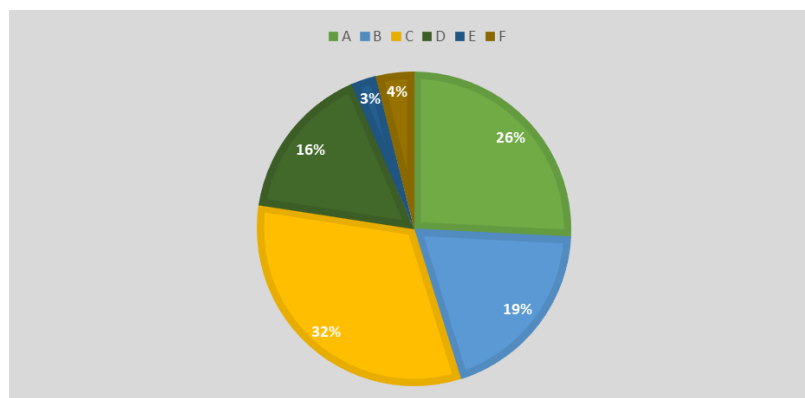
Data pengamatan yang diperoleh dari identifikasi morfologi pada ke tiga IPAL Komunal terpilih ditunjukkan pada tabel :

1. IPAL Komunal Mina sehat

Perolehan kuantitatif kelompok mikroba berdasarkan kemiripan morfologi di IPAL Komunal Mina Sehat bisa terlihat dalam table 4.3 :

Tabel 4. 3 Hasil Kuantitatif Kelompok Mikroba Berdasarkan Kemiripan Morfologi Pada IPAL Komunal Mina Sehat

No	Warna	Shape	Margin	Jumlah	Bentuk Sel	Gram + / -
1	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	40	<i>Basil</i>	Negatif
2	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	30	<i>Coccus</i>	Negatif
3	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Lobate</i>	50	<i>Coccus</i>	Negatif
4	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	25	<i>Coccus</i>	Negatif
5	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	4	<i>Coccus</i>	Negatif
6	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	6	<i>Basil</i>	Negatif
Jumlah				155		



Gambar 4. 8 Dominasi Mikroba IPAL Mina Sehat Berdasarkan Koloni

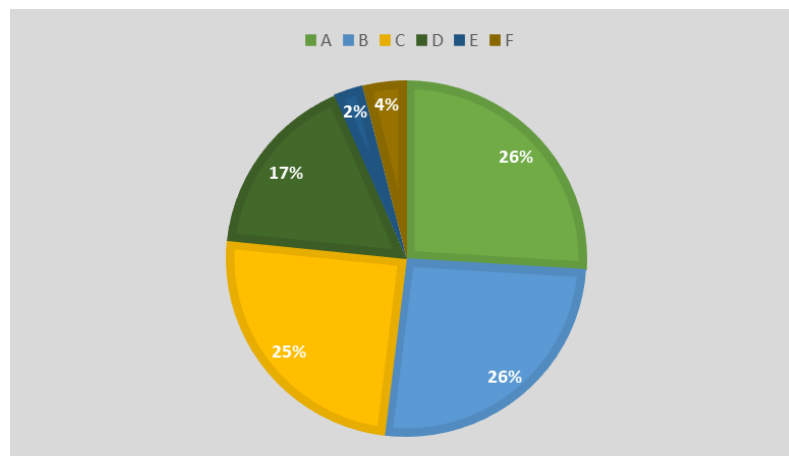
Diketahui bahwa mikroba yang mendominasi pada IPAL Komunal Mina Sehat dengan bentuk *Irregular* dengan margin / garis tepi *Lobate* dengan warna putih serta mempunyai bentuk sel coccus gram negatif yang memiliki persentase senilai 32%.

2. IPAL Komunal Mendo

Perolehan kuantitatif kelompok mikroba berdasarkan kemiripan morfologi di IPAL Komunal Mina Sehat bisa terlihat dalam table 4.4 :

Tabel 4. 4 Hasil Kuantitatif Kelompok Mikroba Berdasarkan Kemiripan Morfologi Pada IPAL Komunal Mendiro

No	Warna	Shape	Margin	Jumlah	Bentuk Sel	Gram + / -
1	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Lobate</i>	20	<i>Coccus</i>	Negatif
2	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	20	<i>Coccus</i>	Negatif
3	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	19	<i>Basil</i>	Negatif
4	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	13	<i>Coccus</i>	Negatif
5	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	2	<i>Coccus</i>	Positif
6	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	3	<i>Basil</i>	Negatif
Jumlah				77		



Gambar 4. 9 Dominasi Mikroba IPAL Mendiro Berdasarkan Koloni

Pada IPAL Komunal Mendiro mikroba yang mendominasi adalah mikroba dengan bentuk *Irregular* dengan margin / garis tepi *Lobate* warna putih serta mempunyai bentuk sel *coccus* gram negatif yang memiliki persentase senilai 26%.

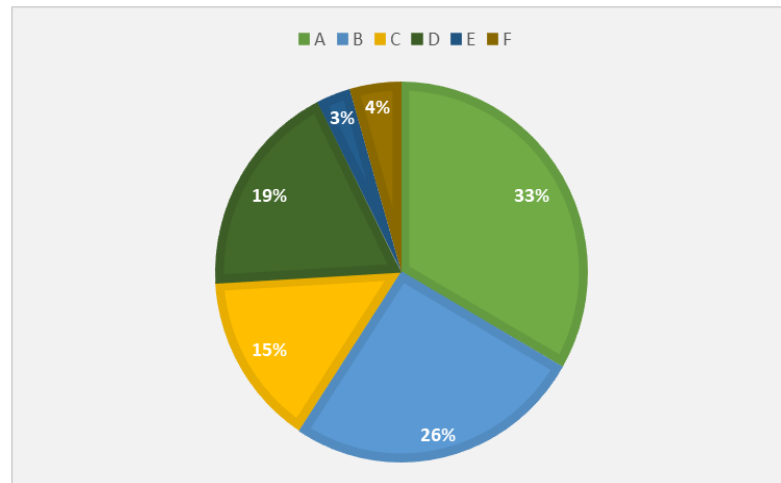
3. IPAL Komunal Harapan Asri

Perolehan kuantitatif kelompok mikroba berdasarkan kemiripan morfologi di IPAL Komunal Harapan Asri dapat terlihat dalam tabel 4.5 :

Tabel 4. 5 Hasil Kuantitatif Kelompok Mikroba Berdasarkan Kemiripan Morfologi Pada IPAL Komunal Harapan Asri

No	Warna	Shape	Margin	Jumlah	Bentuk Sel	Gram + / -
1	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	45	<i>Coccus</i>	Negatif

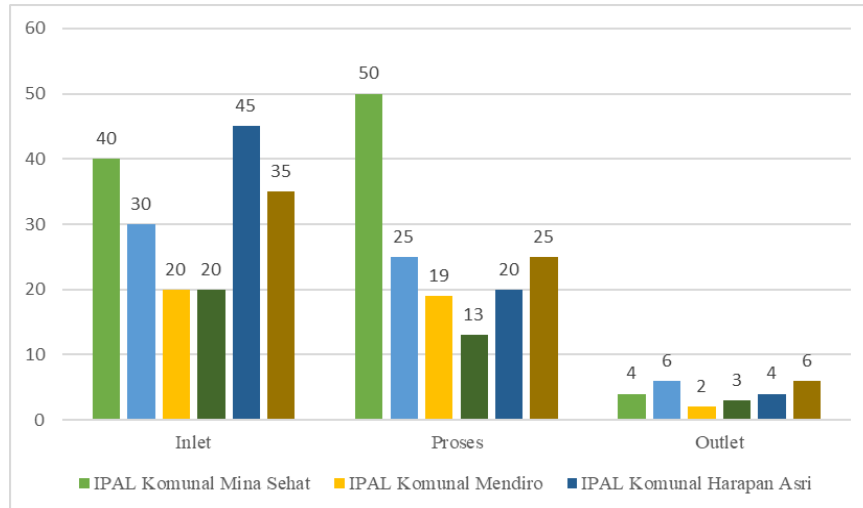
2	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	35	<i>Coccus</i>	Negatif
3	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Undulate</i>	20	<i>Basil</i>	Negatif
4	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	25	<i>Coccus</i>	Negatif
5	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	4	<i>Coccus</i>	Positif
6	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	6	<i>Coccus</i>	Positif
Jumlah				135		



Gambar 4. 10 Dominasi Mikroba IPAL Komunal Harapan Asri Berdasarkan Koloni

Selanjutnya mikroba yang mendominasi pada IPAL Komunal Harapan Asri memiliki bentuk *Irregular* dengan margin / garis tepi *Undulate* dengan warna putih serta mempunyai bentuk sel *coccus* gram negatif dan memiliki persentase senilai 33%.

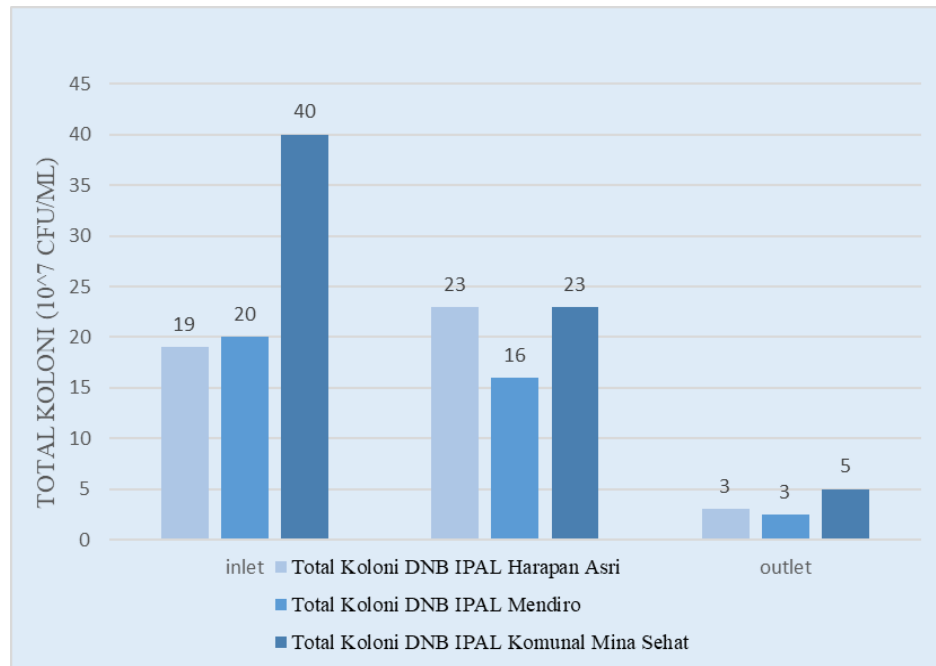
4. Perbandingan IPAL keseluruhan berdasarkan kemiripan morfologi koloni



Gambar 4. 11 Diagram Perbandingan dominasi Mikroba pada ketiga IPAL Komunal

Dilihat dari gambar diagram 4.11 yang menunjukkan hasil berbeda pada setiap IPAL Komunal yang terpilih berlandaskan morfologi koloni pada mikroba yang mendominasi. Beberapa hal yang dapat membedakan dari IPAL satu dengan lainnya seperti bentukan koloni, bentukan tepian, warna, ukuran, total sel serta pewarnaan gram. Ini menandakan bahwa dari masing-masing IPAL mempunyai beban serta kinerja yang berbeda. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi eksisting, beban pengolahan yang dapat mempengaruhi kinerja IPAL sehingga hasil mikroba dominan yang didapatkan juga berbeda.

Perbandingan jumlah koloni bakteri dalam setiap IPAL Komunal menggunakan media DNB



Gambar 4. 12 Perbandingan Hasil Perhitungan Koloni Media DNB Tiap IPAL Komunal

Grafik dalam gambar 4.12 merupakan grafik perolehan perhitungan koloni CFU/ml/unit serta grafik total perhitungan koloni dalam media DNB bersifat fluktuatif pada tiap tiap sampelnya. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik dan faktor kimia. Pada media DNB dilakukannya pengenceran nutrisi yang terkandung menjadi sedikit. Hal ini menyebabkan bakteri yang tumbuh adalah bakteri jenis *oligotrophic* yaitu bakteri yang bisa hidup dengan kondisi asupan minim (Suwa & Hattori, 1984). Pertumbuhan mikroba juga dipengaruhi oleh penyerapan nutrisi oleh sel itu sendiri. Sel yang penyerapan nutrisinya terhambat lebih membutuhkan waktu untuk pertumbuhannya. Pada media yang digunakan ketersediaan nutrisi juga berpengaruh pada pembelahan sel baru (Yamada, et al, 2010).

Keberadaan bakteri dalam pengolahan IPAL menjadi salah satu kunci efisiensi dalam proses biologis. Bakteri juga dapat berperan penting untuk menganalisis

kualitas air. Sebagian banyak kondisi IPAL komunal dengan starta tinggi belum dikelola secara optimal. Hal ini dapat mempengaruhi bakteri pada IPAL. Apabila beban organik yang diterima oleh IPAL kecil maka akan mengganggu kinerja IPAL. Hal ini disebabkan karena pada proses pengolahan memanfaatkan mikroorganisme yang sensitive terhadap perubahan lingkungan sekitar. Sedangkan mikroorganisme sendiri untuk menjalankan perannya membutuhkan waktu untuk mendegradasi air limbah pada IPAL. (Thanwised, P., Wirojanagud, W., Reungsang, A.,2012)

4.3.1 Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram dilakukan untuk mengidentifikasi bentuk sel dari masing-masing koloni bakteri yang sudah dikelompokkan berdasarkan morfologinya. Koloni yang tumbuh pada media DNB dianalisis dan dikelompokkan berdasarkan morfologi (bentuk koloni, tepian koloni, warna koloni, ukuran koloni, elevasi koloni) dan kemudian di inokulasikan pada media NA miring untuk dilakukan pewarnaan gram serta identifikasi sel menggunakan mikroskop.

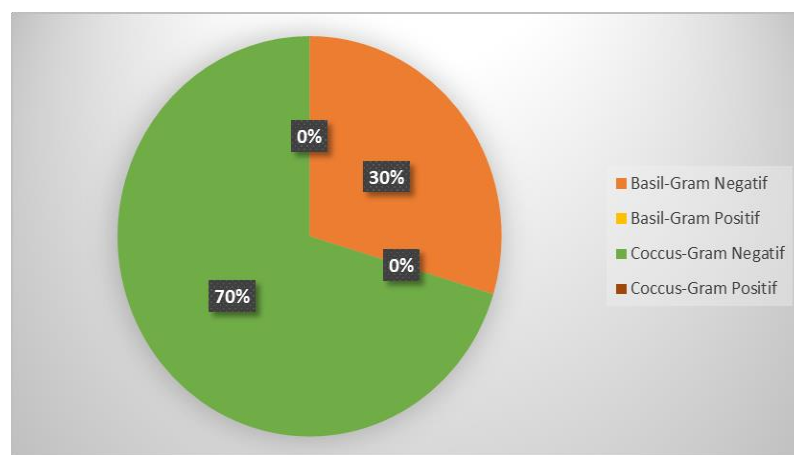
Pewarnaan gram dilakukan untuk membantu mengetahui ciri-ciri morfologi sel bakteri berdasarkan gram positif dan gram negatif. Perbedaan dengan adanya warna pada bakteri gram positif dan gram negatif menunjukkan adanya perbedaan struktur dinding sel antara kedua bakteri tersebut. Bakteri yang memiliki dinding sel positif memiliki struktur dinding sel dengan kandungan peptidoglikan yang tebal, sedangkan untuk bakteri dengan sel negatif memiliki struktur dinding sel dengan kandungan lipid yang tinggi (Fitri, Y. 2011)

Pewarnaan gram dilakukan dengan menggunakan larutan gram A (kristal violet), gram B (lugol), gram C (alkohol 70%) dan gram D (fuchsin basa). Pengamatan sel pada masing-masing koloni dilakukan dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali. Dari hasil pengamatan tersebut maka dapat diketahui mikroba dominan yang terdapat pada masing-masing IPAL berdasarkan gram dan bentuk sel yang dominan. Hasil pengamatan sel dari hasil pengecatan gram dapat dilihat sebagai berikut:

1. IPAL Komunal Mina Sehat

Tabel 4. 6 Kuantifikasi Kelompok berdasarkan Morfologi Sel pada IPAL Komunal Mina Sehat

No	Bentuk Sel - Warna Sel - Gram +/-	Jumlah
1	<i>Basil</i> -Gram Negatif	46
2	<i>Basil</i> -Gram Positif	0
3	<i>Coccus</i> -Gram Negatif	109
4	<i>Coccus</i> -Gram Positif	0



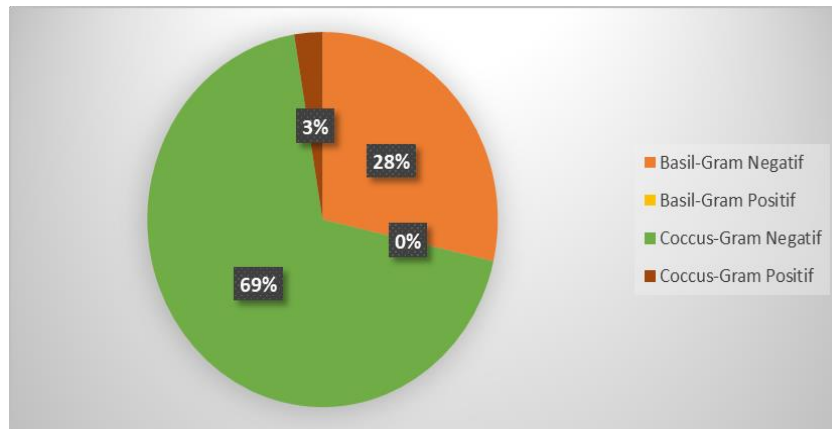
Gambar 4. 13 Hasil Diagram mikroba dominan pada IPAL Komunal Mina Sehat

Pada diagram dapat dilihat bakteri dominan yang mendominasi pada IPAL Komunal Mina Sehat secara berurutan adalah *Coccus* – Gram Negatif sebesar 70% dan *Basil* – Gram Negatif jumlah 30% .

2. IPAL Komunal Mendo

Tabel 4. 7 Kuantifikasi Kelompok berdasarkan Morfologi Sel pada IPAL Komunal Mendo

No	Bentuk Sel - Warna Sel - Gram +/-	Jumlah
1	<i>Basil</i> -Gram Negatif	22
2	<i>Basil</i> -Gram Positif	0
3	<i>Coccus</i> -Gram Negatif	53
4	<i>Coccus</i> -Gram Positif	2



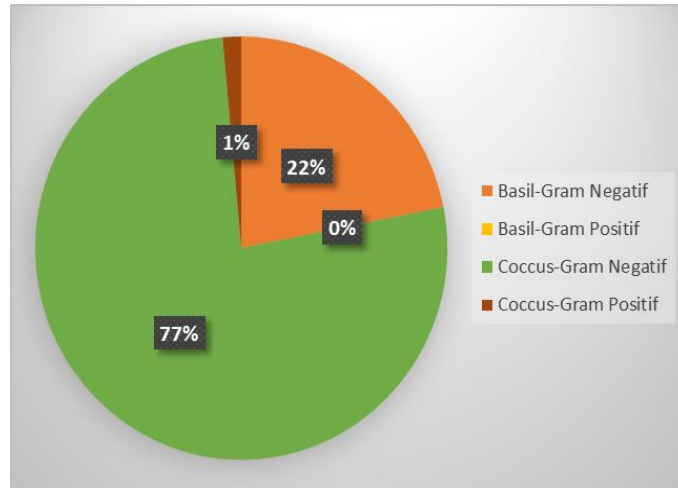
Gambar 4. 14 Hasil Diagram mikroba dominan pada IPAL Komunal Mendiro

Bakteri dominan yang mendominasi pada IPAL Mendiro secara berurutan adalah *Coccus* – Gram Negatif sebesar 69% *Basil* – Gram Negatif sebesar 28% serta *Coccus* – Gram Positif sebesar 3%.

3. IPAL Komunal Harapan Asri

Tabel 4. 8 Kuantifikasi Kelompok berdasarkan Morfologi Sel pada IPAL Harapan Asri

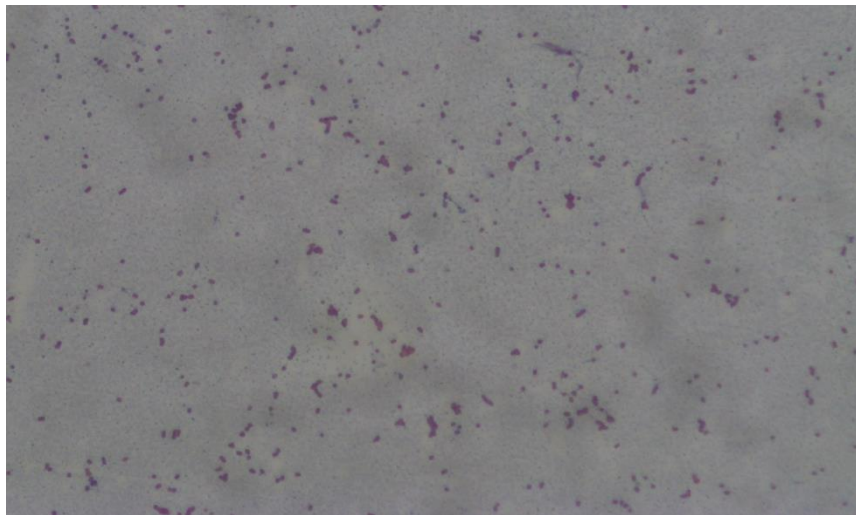
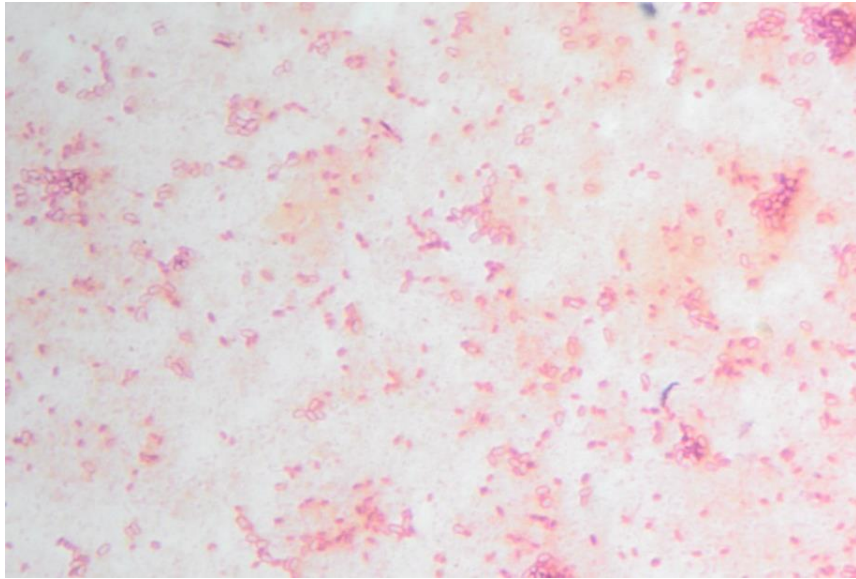
No	Bentuk Sel - Warna Sel - Gram +/-	Jumlah
1	<i>Basil</i> -Gram Negatif	30
2	<i>Basil</i> -Gram Positif	0
3	<i>Coccus</i> -Gram Negatif	105
4	<i>Coccus</i> -Gram Positif	2



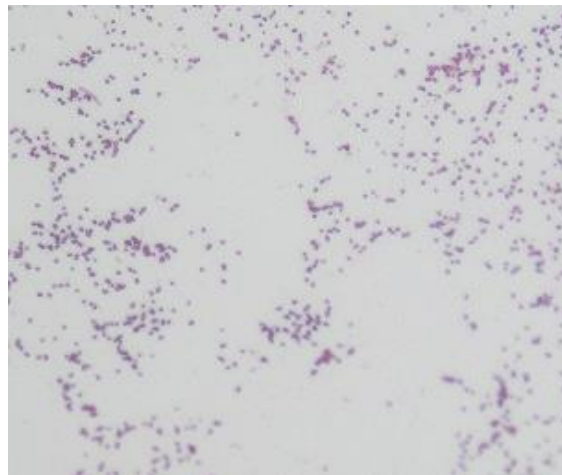
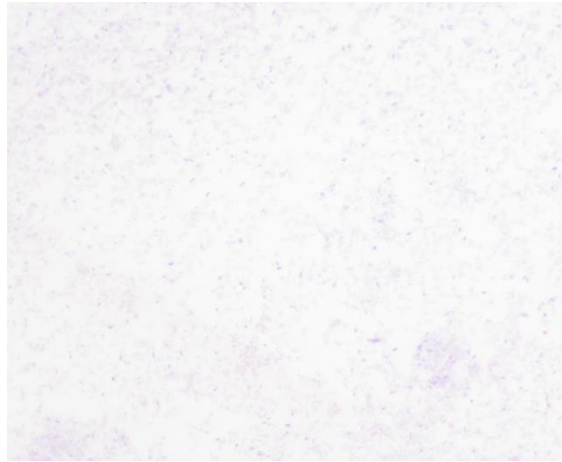
Gambar 4. 15 Hasil Diagram mikroba dominan pada IPAL Komunal Harapan Asri

Diketahui bahwa bakteri dominan yang mendominasi pada IPAL Harapan Asri secara berurutan adalah *Coccus* – Gram Negatif sebesar 77% dan *Basil* – Gram Negatif sebesar 22% serta *Coccus* – Gram Positif sebesar 1%.

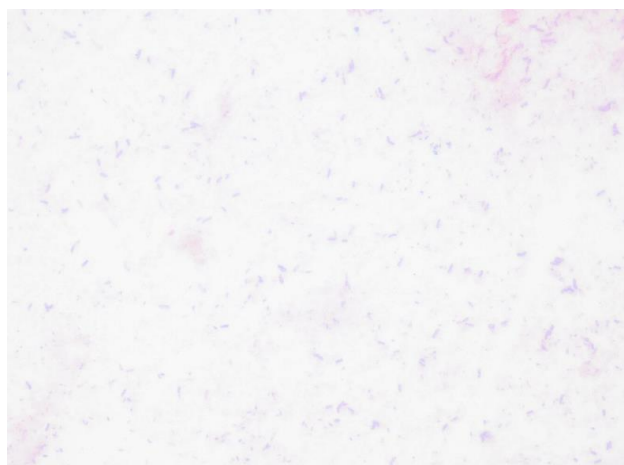
Dari data diatas dapat diketahui bahwa mikroba dominan pada IPAL komunal Mina Sehat merupakan mikroba dengan bentuk sel *coccus* dengan merah yang memandakan gram negatif. Mikroba dominan pada IPAL komunal Mendiro adalah mikroba dengan bentuk sel *coccus* berwarna merah yang merupakan gram negatif. Sedangkan untuk mikroba dominan pada IPAL Harapan Asri adalah jenis mikroba yang memiliki bentuk sel *coccus* berwarna merah yang merupakan gram negatif. Beberapa contoh bentuk sel dan warna sel pada pengamatan sel dengan menggunakan mikroskop:



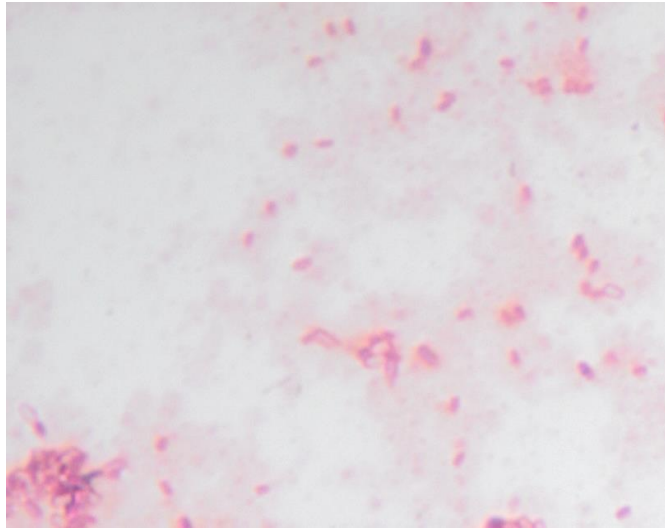
Gambar 4. 16 Sel *Coccus* Merah (Gram Negatif)



Gambar 4. 17 Sel *Coccus* Ungu (Gram Positif)



Gambar 4. 18 Sel *Basil* Ungu (Gram Positif)



Gambar 4. 19 Sel *Basil* Merah (Gram negatif)

4.4 Pemetaan Bakteri

Dari hasil dominasi mikroba dimana sudah diidentifikasi atas setiap IPAL Komunal, sehingga data itu bisa dimanfaatkan dalam tahap pemetaan mikroba dalam rangka mencari tahu jenis mikroba dimana terdapat dari sampel. Pemetaan ini berdasarkan literatur yang didapatkan sehingga hasil dari literatur tersebut digunakan sebagai pembanding untuk menentukan jenis bakteri berdasarkan morfologi yang ditemukan.

4.4.1 IPAL Komunal Mina Sehat

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium maka didapatkan bahwa bakteri dominan pada IPAL Komunal Mina Sehat memiliki bentuk *circular* dengan margin / garis tepi *entire* dengan warna putih dan ukuran *small* mempunyai bentuk sel *coccus* gram negatif sebesar 70%. Berdasarkan tanda itu bakteri dengan koloni *circular* bergaris tepian *entire* berukuran *small*, berwarna putih serta mempunyai bentuk sel *coccus* dengan gram negatif kemungkinan besar yang dapat ditemukan dalam IPAL Komunal Mina Sehat adalah *Neopseudomonas*.

Genus dengan nama *Neopseudomonas* sendiri memiliki karakteristik seperti, gram negatif, berbentuk batang (*rods*) atau kokus (*coccus*), banyak ditemukan pada tanah, tanaman dan air. *Neopseudomonas* adalah genus bakteri dari Gram-

negatif yang termasuk dalam famili *Pseudomonadaceae* di kelas *Gammaproteobacteria*. Beberapa spesies *Neopseudomonas* yang biasa ditemukan dalam IPAL termasuk *Pseudomonas aeruginosa* dan *Pseudomonas putida*. Mereka memiliki kemampuan untuk menguraikan senyawa organik kompleks, termasuk senyawa yang ditemukan dalam air limbah, seperti minyak, lemak. Bakteri ini memiliki bentuk batang atau kokus, bersifat aerob, dan memiliki *flagella polar* sehingga bersifat motil. Bakteri *Neopseudomonas* dapat ditemukan di berbagai tempat seperti tanah, air, dan tumbuhan, serta dapat diisolasi dari kulit, tenggorokan, dan tinja orang yang sehat (Dwipayana dan Aariesyady, 2011).

Berdasarkan pengamatan morfologi yang dilakukan peneliti dan melihat kondisi IPAL Komunal Mina Sehat dan juga beracuan di referensi penelitian serta teori yang ada sehingga bisa dinyatakan jika jenis bakteri yang paling memiliki dominasi mempunyai tanda morfologi dimana mendekati adalah bakteri pada genus *Neopseudomonas*. Bakteri *Neopseudomonas* ini hidup dikondisi lingkungan yang tepat dan sangat penting, dalam penggunaan mereka dalam pengolahan air limbah. Selain itu, pengendalian populasi bakteri ini dan peran mikroorganisme lainnya dalam IPAL harus dipantau dan diatur secara hati-hati untuk memastikan bahwa proses pengolahan air limbah berjalan efisien. Dari faktor-faktor lainnya dapat disimpulkan bahwa suhu, pH, kadar air, tekanan osmotik, dan ketersediaan nutrisi merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri *Neopseudomonas*.

Bakteri yang dapat ditemukan selanjutnya adalah *Klebsiella*, genus dengan nama *Klebsiella* umumnya ditemukan dalam air limbah sebagai mikroorganisme yang terlibat dalam penguraian senyawa organik. Bakteri *Klebsiella* dapat membantu dalam menguraikan senyawa organik kompleks yang terkandung dalam air limbah, termasuk senyawa seperti protein, lemak, dan karbohidrat. Mereka berkontribusi pada penghilangan bahan organik yang tidak diinginkan dari air limbah. Peran *Klebsiella* dalam IPAL dapat bervariasi tergantung pada jenis air limbah yang diolah dan kondisi lingkungan tertentu, meskipun beberapa bakteri dapat memiliki peran positif dalam proses pengolahan limbah, perlu diingat bahwa beberapa spesies *Klebsiella* juga dapat menjadi patogen manusia

dan menyebabkan infeksi. Oleh karena itu, pemantauan kebersihan dan keamanan lingkungan di sekitar IPAL juga penting untuk mencegah risiko potensial bagi kesehatan manusia (Smeaton, 2017).

4.4.2 IPAL Komunal Mendiro

IPAL Komunal Mendiro didominasi dengan mikroba yang memiliki tanda morfologi koloni berbentuk *circular*, tepian koloni rerata dengan ukuran *punctiform* serta *small* juga berwarna putih. Untuk hasil penelitian yang dilakukan bakteri dominan yang ditemukan pada IPAL Mendiro *coccus* gram – negatif sebesar 69%. Kemudian berdasarkan pewarnaan gram yang sebagian besar dimiliki mikroba dengan berbentuk sel *coccus* dimana adalah gram negatif. Berdasarkan ciri-ciri yang ditemukan dengan koloni yang berbentuk *irregular*, ukuran rata-rata *small* dan *punctiform* dan memiliki bentuk *coccus* gram- negatif bisa dinyatakan kalau jenis bakteri yang memiliki dominasi adalah genus *Moraxella*.

Moraxella adalah genus dari bakteri Gram-negatif dalam keluarga *Moraxellaceae*. *Moraxella* berbentuk batang pendek, *coccobacilli*. *Moraxella* adalah spesies yang sering ditemukan dalam berbagai lingkungan termasuk dalam pengolahan air limbah. Pada IPAL Komunal Mendiro dengan acuan dalam sumber penelitian serta teori sebelumnya sehingga bisa dinyatakan jika jenis bakteri yang paling memiliki dominasi mempunyai tanda morfologi yang mendekati adalah jenis bakteri *Moraxella*. Seperti banyak bakteri lainnya, beberapa spesies *Moraxella* dapat menguraikan senyawa organik kompleks dalam air limbah. Mereka berperan dalam menghilangkan bahan organik yang tidak diinginkan dari air limbah (Rai, 2018).

Bakteri yang dapat ditemukan selanjutnya adalah *Enterobacter*, berdasarkan ciri-ciri yang ditemukan berbentuk *Circular* dengan bentuk *basil* gram-negatif *Enterobacter* merupakan genus bakteri dengan gram negatif dengan bentuk *Circular*. Pada IPAL sendiri bakteri ini mampu mereduksi nitrat yang terkandung dalam lumpur aktif karena bakteri ini memiliki enzim nitrat reduktase yang ada di periplasma (Nap) dan enzim nitrat reduktase yang ada di membran

plasma (Nar) (Moreno-Vivian et al., 1999). Selain itu dapat juga mendekomposisi senyawa organik kompleks seperti minyak dan lemak yang terdapat di dalam air limbah.

4.4.3 IPAL Komunal Harapan Asri

IPAL Komunal Harapan Asri didominasi mikroba yang berciri morfologi koloni berbentuk *irregular*, tepian koloni *undulate* berukuran *punctiform* juga berwarna putih susu dimana mendominasi kurang lebih *coccus* gram negatif 77%. Kemudian berdasarkan pewarnaan gram didominasi mikroba berbentuk sel basil dimana adalah gram negatif. Kondisi eksisting IPAL yang dikelola baik oleh pengurus IPAL itu, yang membuat memperbesar dominasi bakteri pengurai dengan hadirnya perawatan intensif.

Berdasarkan observasi morfologi serta keadaan IPAL Komunal Harapan Asri bisa dinyatakan jika jenis bakteri dimana paling mendominasi memiliki ciri morfologi yang mendekati bakteri dengan genus *Methanobacteria*. Penting untuk menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan dan aktivitas *Methanobacteria* dalam sistem IPAL, termasuk suhu, pH, dan kondisi anaerobik yang sesuai. Ini adalah bagian penting dari proses pengolahan limbah anaerobik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. *Methanobacteria* adalah salah satu mikroorganisme yang berperan dalam memastikan bahwa limbah terurai dengan baik. Bakteri dari genus *Methanobacteria* memiliki beberapa spesies yaitu, *Methanobacterium*, *Methanobacillus*, *Methanococcus*, dan *Methanosarcina*.

Bakteri lainnya yang dapat ditemukan pada pengolahan IPAL adalah *Vibrionimonas*, dalam instalasi pengolahan air limbah, peran dari bakteri dengan genus *Vibrionimonas* lebih terkait dengan ekosistem mikrobiologis dan peran mereka dalam penguraian senyawa organik. Beberapa spesies *Vibrio* berperan dalam menguraikan sisa-sisa organik dalam air limbah (Asmadi 2012).

4.5 Hubungan Bakteri Dengan Kualitas Air Limbah

Pada teknologi *Rotating Biological Contractor* yang terdapat pada IPAL Komunal Mina Sehat ditemukan bakteri *Neopseudomonas*. Bakteri ini hidup

dikondisi lingkungan yang tepat dan sangat penting, dalam penggunaan mereka dalam pengolahan air limbah. Selain itu, pengendalian populasi bakteri ini dan peran mikroorganisme lainnya dalam IPAL harus dipantau dan diatur secara hati-hati untuk memastikan bahwa proses pengolahan air limbah berjalan efisien. Selanjutnya bakteri yang dapat ditemukan dalam pengolahan ini adalah *Klebsiella* dapat membantu dalam menguraikan senyawa organik kompleks yang terkandung dalam air limbah, termasuk senyawa seperti protein, lemak, dan karbohidrat. Mereka berkontribusi pada penghilangan bahan organik yang tidak diinginkan dari air limbah.

Selanjutnya pada IPAL Komunal Mendiro dengan teknologi *Rotating Biological Contractor* ditemukan bakteri *Moraxella*, seperti banyak bakteri lainnya, beberapa spesies *Moraxella* dapat menguraikan senyawa organik kompleks dalam air limbah. Mereka berperan dalam menghilangkan bahan organik yang tidak diinginkan dari air limbah, bakteri lainnya yang dapat ditemukan *Enterobacter* bakteri ini mampu mereduksi nitrat yang terkandung dalam lumpur aktif karena bakteri ini memiliki enzim nitrat reduktase yang ada di periplasma (Nap) dan enzim nitrat reduktase yang ada di membran plasma (Nar). Selain itu dapat juga mendekomposisi senyawa organik kompleks seperti minyak dan lemak yang terdapat di dalam air limbah.

Terakhir pada IPAL Komunal dengan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor- Anaerobic Filter* dapat ditemukan bakteri *Methanobacteria*, bakteri ini merupakan bagian penting dari proses pengolahan limbah anaerobik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. *Methanobacteria* adalah salah satu mikroorganisme yang berperan dalam memastikan bahwa limbah terurai dengan baik. Bakteri lain yang dapat ditemukan *Vibrionimonas*, bakteri ini lebih terkait dengan ekosistem mikrobiologis dan peran mereka dalam penguraian senyawa organik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil penelitian dapat diketahui mikroba dominan pada IPAL berdasarkan pada morfologi adalah *circular*, *irregular*. Kemudian berdasarkan pewarnaan gram mempunyai bentuk sel *coccus* gram negatif serta *basil* gram negatif.
2. Adapun peran bakteri yang ada di IPAL Komunal yang memiliki tingkatan resiko tinggi berdasarkan literatur yang didapatkan dan digunakan sebagai perbandingan dapat diasumsikan jenis bakteri mendominasi adalah *Moraxella*, *Neopseudomonas*, *Methanobakteria*, *Vibrionimonas*, *Enterobacter*, dan *Klebsiella*. Dengan fungsi *Moraxella* dapat menguraikan senyawa organik kompleks dalam air limbah berperan dalam menghilangkan bahan organik yang tidak diinginkan dari air limbah. Untuk bakteri *Neopseudomonas* berperan sebagai menguraikan senyawa organik kompleks, termasuk senyawa yang ditemukan dalam air limbah, seperti minyak, lemak. Bakteri *Vibrionimonas* sendiri berperan dalam menguraikan sisa-sisa organik dalam air limbah. Pada bakteri *Klebsiella* dapat membantu dalam menguraikan senyawa organik kompleks yang terkandung dalam air limbah, termasuk senyawa seperti protein, lemak, dan karbohidrat.
3. Penelitian ini sudah melakukan penyesuaian ulang terhadap kriteria dan tingkat risiko, hasil yang ditemukan pada 3 IPAL terpilih yaitu, IPAL Komunal Mina Sehat, IPAL Komunal Mendiro dan IPAL Komunal Harapan Asri, masih termasuk ke dalam IPAL dengan tingkat risiko tinggi.

5.2 Saran

Saran yang perlu diberikan setelah melakukan penelitian ini adalah :

1. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut berhubungan dengan kinerja di IPAL Kawasan Kabupaten Sleman dengan perbandingan keberhasilan IPAL serta efeknya akan kinerja IPAL Komunal.
2. Dibutuhkan cara sampling dimana berbeda dengan menambahkan waktu serta pengambilan yang bervariasi sehingga bakteri yang ditemukan tumbuh juga akan lebih bervariasi ragamnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Yusdi, 2013, *Pengelolaan Air Limbah Domestik Komunal Berbasis Masyarakat di Kota Probolinggo*, Tesis Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.
- Amann, R.I., W. Ludwig, and K.H. Schleifer. 1995. Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiol Rev.*, 59(1):143-69.
- Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar – Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Gosyen Publishing : Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman 2022. *Kabupaten Sleman dalam Angka 2022*. Sleman.
- Bailey, J. E. dan Ollis, E.L. 1986. *Biochemical Engineering Fundamentals, 2 nd edition*. McGraw-Hill. New York.
- Bowo M, Djoko. 2008 *Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis*. Jurusan Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Cahyani. (2021). Analisis Bakteri Dominan Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Dengan Tingkat Resiko Sangat Tinggi Di Kabupaten Sleman.
- Carawan, R. E. 1979. *Spinoff on Wastewater Treatment of Food Processing Effluent* Extention Special report No. AM-18J. January,1979.
- Davis, Mackenzie L. 2015. *Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice*. New York: Mc. Graw Hill.
- Dwidjoseputro, D., 2005, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Djambatan, Jakarta.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta. Gramedia Pustaka Umum
- Frederick, L.R. 1965. Microbial Populations by Direct Miaoscopy. In C.A. Black (ed.). *Methods of Soil Analysis*. Vol. 2. *Agronomy Series* No.9. ASA. Madison. p. 1452-1459.

- Harhay, Dayna M., Weinroth, Margaret D., Bono, James L., Harhay, Gregory P., Bosilevac, Joseph M. 2021. Rapid Estimation Of Salmonella Enterica Contamination Level In Ground Beef - Application Of The Time-To- 68 Positivity Method Using A Combination Of Molecular Detection and Direct Plating. *Food Microbiology Journal*, 93(2021), 103615..
- Hattori, T., 1985. Kinetics of colony formation of bacteria: an approach to the basis of the plate count method. Rep. Inst. Agr. Res. Tohoku Univ., 34, 1-36.
- Karyadi. (2010). *Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Komunal Di Rt 30 Rw 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta*. Skripsi, Program Studi Pendidikan Geografi Skripsi, Program Studi Pendidikan Geografi : Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Kaufmann, S.H.E., and Schaible, U.E. 2005. 100th anniversary of Robert Koch's Nobel Prize for the discovery of the tubercle bacillus. *TRENDS in Microbiology*. Vol 13 No 10, 469–475.
- Lathifah,dkk. 2019. Modul Praktikum Mikrobiologi Lingkungan. Universitas Islam Indonesia.
- Mahardika, Anung Tri. 2006. *Efektifitas Bio H+ Dalam Menurunkan TSS, dan COD Pada Air Limbah Septic Tank*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Teknik Lingkungan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Moreno-Vivian, C., Cabello, P., Luque, M. M., Blasco, R. & Castillo, F.,1999, Prokaryot nitrate reduction: molecular properties and functional distinction among bacterial nitrate reductases. *J Bacteriol* 181:6573- 6584.
- Notoatmodjo. (2013). *Ilmu Kesehatan Masyarakat: Prinsip-Prinsip Dasar*. Jakarta: Pt. Rineka Cipta.

- Numberger, D., Ganzert, L., Zoccarato, L. et al. 2019. Characterization of bacterial communities in wastewater with enhanced taxonomic resolution by fulllength 16S rRNA sequencing. *Scientific Reports* 9, 9673.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.4 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.
- Priadie, Bambang .2012.Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Volume 10, Issue 1: 38-48
- Prihandrijanti, M., & Firdayati, M. (2011). Current Situation and Considerations of Domestic Waste- water Treatment Systems for Big Cities in Indonesia (Case Study : Surabaya and Bandung). *Journal of Water Sustainability*.
- Qasim. (1985). *Wastewater Treatment Plants: Planning, Design and Operation*, Second Edition. New York: CRC Press.
- Rasika,C.,T.G.(2012). Isolation And Characterisation Of 1, 2 Benzenedicarboxylic Acid Ester Dioctyl Phthalate, A Bioactive Compound From Ehretia Laevis. *Jof Pharma Research*, 5(6): 3251-3252.
- Safisani, Ratnawilis E. R. 2018. *Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal di Kabupaten Sleman*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Teknik Lingkungan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Sleman, B.K., 2010. *Buku Putih Sanitasi Kawasan Perkotaan Kabupaten Sleman*. Yogyakarta: Bappeda.
- Smeaton, Dan, Anaerobic Foaming: Causes and Prevention. http://cswea.org/wp_content/uploads/2017/09/SP03.pdf.
- Sukma, A. (2021). Pengaruh Keberadaan Ipal Komunal Terhadap Area Risiko Sanitasi Sedang Sektor Air Limbah Di Kabupaten Sleman.
- Thanwised, P. W. (2012). Effect Retention Time On Hydrogen Production And Chemical Oxygen Demand From Tapioca Wastewater Using

Anaerobic Mixed Cultures In Anaerobic Baffled Reactor (Abr).
International Journal Of Hydrogen Energy, 15503-15510.

Zeng, N., 2015. *Analysis of Microbial Community Structures and Compositions of Extracellular Polymeric Substances in a Wastewater Treatment Plant*. Chongqing University (In Chinese).

Zhang, Lei; Shen, Zhen; Fang, Wangkai; Gao, Guang .2019. Composition Of Bacterial Communities in Municipal Wastewater Treatment Plant. *Science of The Total Environment*, 689(), 1181–1191.

LAMPIRAN

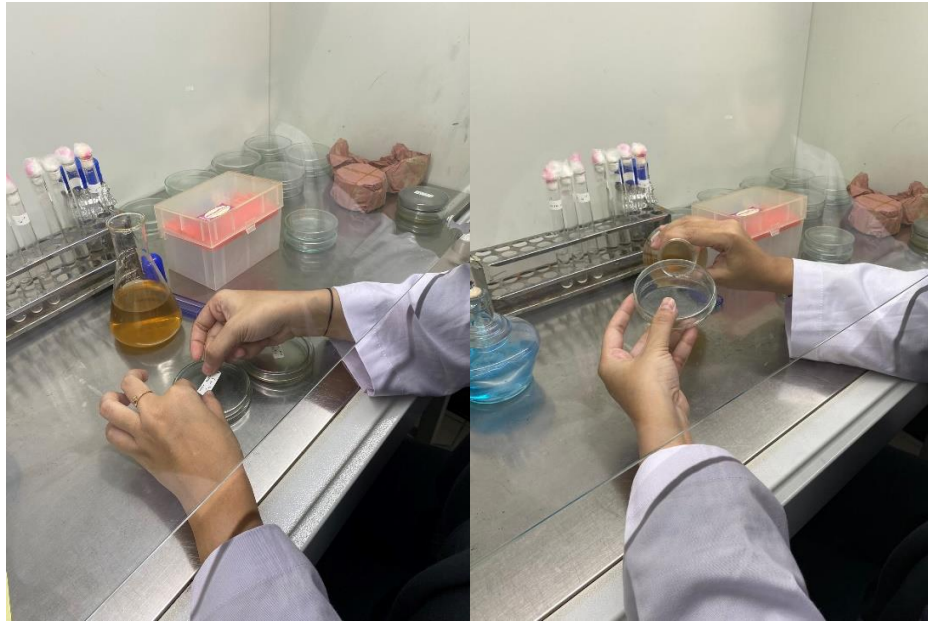
Lampiran 1 : Dokumentasi Penelitian



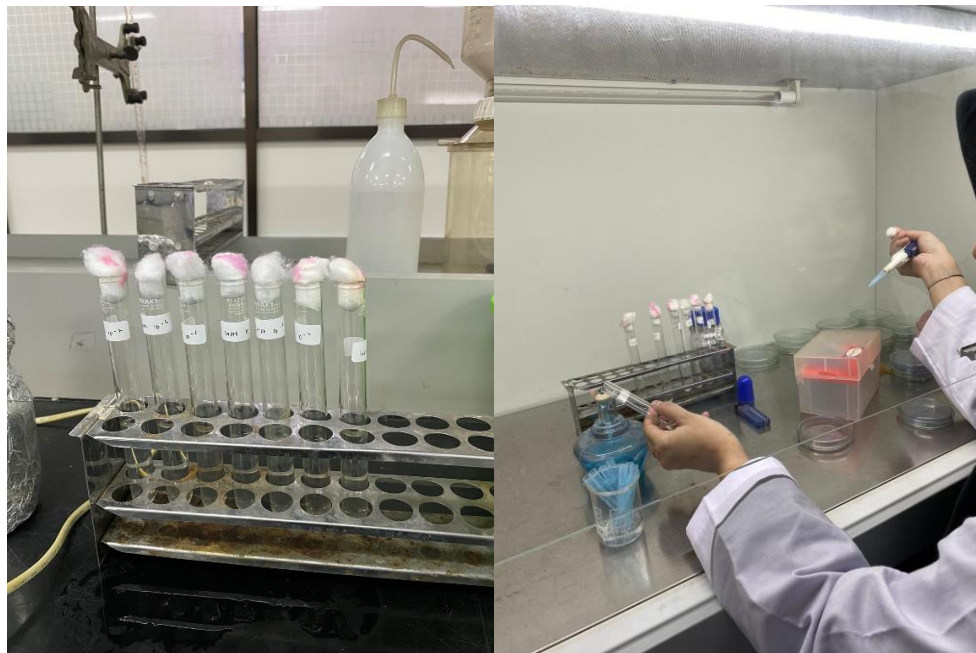
Lampiran 1. 1 Survei Lokasi IPAL



Lampiran 1. 2 Tahun IPAL dibangun



Lampiran 1. 3 Pembuatan Media



Lampiran 1. 4 Proses Pengenceran

Lampiran 2 : Tabel Data Penelitian

No	Warna	Shape	Margin	Jumlah	Bentuk Sel	Gram + / -
1	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	40	<i>Basil</i>	Negatif
2	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	30	<i>Coccus</i>	Negatif
3	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Lobate</i>	50	<i>Coccus</i>	Negatif
4	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	25	<i>Coccus</i>	Negatif
5	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	4	<i>Coccus</i>	Negatif
6	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	6	<i>Basil</i>	Negatif
Jumlah					155	

No	Bentuk Sel - Warna Sel - Gram +/-	Jumlah
1	<i>Basil</i> -Gram Negatif	46
2	<i>Basil</i> -Gram Positif	0
3	<i>Coccus</i> -Gram Negatif	109
4	<i>Coccus</i> -Gram Positif	0

Lampiran 2. 1 Hasil Identifikasi Laboratorium pada IPAL Mendiro

No	Warna	Shape	Margin	Jumlah	Bentuk Sel	Gram + / -
1	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Lobate</i>	20	<i>Coccus</i>	Negatif
2	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	20	<i>Coccus</i>	Negatif
3	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	19	<i>Basil</i>	Negatif
4	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	13	<i>Coccus</i>	Negatif
5	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	2	<i>Coccus</i>	Positif
6	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	3	<i>Basil</i>	Negatif
Jumlah				77		

No	Bentuk Sel - Warna Sel - Gram +/-	Jumlah
1	<i>Basil</i> -Gram Negatif	22
2	<i>Basil</i> -Gram Positif	0
3	<i>Coccus</i> -Gram Negatif	53
4	<i>Coccus</i> -Gram Positif	2

Lampiran 2. 2 Hasil Identifikasi Laboratorium pada IPAL Harapan Asri

No	Warna	Shape	Margin	Jumlah	Bentuk Sel	Gram + / -
1	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	45	<i>Coccus</i>	Negatif
2	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	35	<i>Coccus</i>	Negatif
3	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Undulate</i>	20	<i>Basil</i>	Negatif
4	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	25	<i>Coccus</i>	Negatif
5	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	4	<i>Coccus</i>	Positif
6	Putih	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	6	<i>Coccus</i>	Positif
Jumlah				135		

No	Bentuk Sel - Warna Sel - Gram +/-	Jumlah
1	<i>Basil</i> -Gram Negatif	30
2	<i>Basil</i> -Gram Positif	0
3	<i>Coccus</i> -Gram Negatif	105
4	<i>Coccus</i> -Gram Positif	2

Lampiran 2. 3 Hasil Identifikasi Laboratorium pada IPAL Mina Sehat

RIWAYAT HIDUP

Hanum Putri Ahmad biasa dikenal dengan Hanum dipanggil hanum atau anum lahir di Duri pada tanggal 7 September 2001 yang merupakan anak keempat dari empat bersaudara. Penulis lahir dari pasangan Bapak Ahmad Syah dan Ibu Yeniza. Jenjang Pendidikan yang ditempuh oleh penulis yaitu Pendidikan dasar di SDS Cendana Mandau. Kemudian melanjutkan sekolah tingkat pertama di SMPS Cendana Mandau. Selanjutnya masuk pada Sekolah Menengah Akhir di SMAS Cendana Mandau dan lulus pada tahun 2019.