

TA/TL/2021/1304

TUGAS AKHIR

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

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



**ILYA AZKA MAULIDA
17513130**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021**

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

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



ILYA AZKA MAULIDA
17513130

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


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

NIK. 875110107
Tanggal:


Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.

Biotech, M.Agr, Ph.D
NIK. 155130505
Tanggal: 31 Mei 2021

Mengetahui,*
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Eko Siswono, S.T., M.Sc.ES., Ph.D

NIK. 025100406
Tanggal: 16 Juni 2021

HALAMAN PENGESAHAN

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

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Rabu
Tanggal : 16 Juni 2021

Disusun Oleh:

ILYA AZKA MAULIDA
17513130

Tim Penguji :

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

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

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



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 Februari 2021

Yang membuat pernyataan,



Ilya Azka Maulida

NIM: 17513130

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak September 2020 ini ialah Kandungan Mikroba Dominan pada IPAL Komunal pada area dengan tingkat risiko sanitasi tinggi di Kabupaten Sleman.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Annisa Nur Lathifah, S.Si, M.Biotech, M.Agr, PH.D. selaku pembimbing, serta Bapak Dr. Andik Yulianto S.T., M.T. yang telah banyak memberi saran. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Ibu Rina Isnikartika, S.Si. dari pengampu Laboratorium Biotechnologi beserta staf Laboratorium Biotechnologi yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, 15 Februari 2021



Ilya Azka Maulida



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Ilya Azka Maulida. Identifikasi Mikroba Dominan pada IPAL Komunal di Area dengan Tingkat Risiko Sanitasi Tinggi di Kabupaten Sleman. Dibimbing oleh Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T. dan Annisa Nur Lathifah, S.Si., M. Biotech, Ph. D.

Pengolahan pada IPAL Komunal di Kabupaten Sleman belum pernah dikaji berdasarkan parameter biologi mikroba dominan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi mikroba dominan yang berperan dalam unit pengolahan IPAL Komunal serta mengetahui mikroba dominan yang terdapat pada inlet dan outlet IPAL Komunal di Kabupaten Sleman. Pengujian terhadap parameter biologi mikroba dominan perlu dikaji secara komprehensif untuk memastikan bahwa mikroba yang terdapat pada IPAL Komunal dapat bekerja dengan baik sehingga effluent dari IPAL Komunal tersebut tidak berdampak buruk terhadap kualitas perairan di sekitar IPAL Komunal. Metode yang digunakan untuk analisis data yaitu metode analisa kuantitatif dengan parameter yang diteliti yaitu mikroba dominan. Pengujian dilakukan di Laboratorium Biotek Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan metode *Direct Plating* dengan menggunakan media *Plate Count Agar (PCA)* dan media spesifik *Dilute Nutrient Broth (DNB)*, metode lain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode pewarnaan gram untuk mengetahui jenis gram dari sel mikroba yang terdapat pada IPAL komunal. Penelitian dilakukan di tiga lokasi IPAL Komunal di Kabupaten Sleman berdasarkan pengklasifikasian menurut beberapa kriteria. Hasil dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa mikroba dominan pada IPAL komunal Tirto Mili adalah jenis mikroba dengan bentuk sel coccus berwarna merah yang merupakan gram negatif, sedangkan mikroba dominan pada IPAL komunal Ngudi Mulyo dan IPAL komunal Guyup Makmur adalah jenis mikroba dengan bentuk sel coccus berwarna ungu yang merupakan gram positif.

Kata kunci: IPAL Komunal, Kabupaten Sleman, Mikroba Dominan

ABSTRACT

Ilya Azka Maulida. *Dominant Mikrobial Identification Of Communal Waste Water Treatment Plant in Area with High Sanitation Risk in Sleman Regency. Supervised by Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T. and Annisa Nur Lathifah, S.Si., M. Biotech, Ph. D.*

Processing of the Communal wastewater treatment plant (WWTP) in Sleman Regency has never been studied based on the dominant microbial biological parameters. This study aims to identify the dominant microbes that play a role in the communal WWTP processing unit and to determine the dominant microbes found in the inlets and outlets of the Communal WWTP in Sleman Regency. Testing of the dominant microbial biological parameters needs to be studied comprehensively to ensure that the microbes contained in the Communal WWTP can work properly so that the effluent from the Communal WWTP does not have a negative impact on the quality of the waters around the Communal WWTP. The method used for data analysis is quantitative analysis method with the parameters studied, namely the dominant microbe. The test was carried out at the Biotech Environmental Engineering Laboratory of Islamic University of Indonesia using the Direct Plating method using Plate Count Agar (PCA) media and specific Dilute Nutrient Broth (DNB) media, another method used in this study is the gram staining method to determine the type of gram from microbial cells found in communal WWTP. The research was conducted in three locations of Communal WWTP in Sleman Regency based on classification according to several criteria. The results of the research conducted showed that the dominant microbes in the communal WWTP Tirto Mili were the types of microbes with the form of red coccus cells which were gram-negative, while the dominant microbes in the communal WWTP Ngudi Mulyo and the communal WWTP Guyup Makmur were a type of microbe with a purple coccus cell shape. which is gram positive.

Keyword: communal WWTP, Sleman Regency, and Anaerobic Filter

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gambaran Umum Kabupaten Sleman	5
2.2 Sistem IPAL Komunal	5
2.2.1 Pengertian IPAL Komunal	5
2.2.2 Sistem Penyaluran Air Limbah	6
2.2.3 Sistem dan Teknologi Pngolahan IPAL Komunal	7
2.3 Bakteri Dominan	9
2.4 Penelitian Terdahulu	11
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Diagram Alir Penelitian	13
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	14
3.3 Studi Literatur	16
3.4 Pengumpulan Data	16
3.4.1 Data Primer	16
3.4.2 Data Sekunder	17
3.5 Metode Peneltian	17
3.5.1 Metode Sampling	17
3.5.2 Metode Analisis Mikroba Dominan Pada Suatu Sampel	18
3.6 Metode Analisa Data	21

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Pengklasifikasian IPAL Komunal	23
4.2 Kondisi Eksiting Lokasi IPAL Komunal	25
4.2.1 IPAL Komunal Ngudi Mulyo	25
4.2.2 IPAL Komunal Tirto Mili	26
4.2.3 IPAL Komunal Guyup Makmur.....	28
4.3 Survei Lokasi IPAL Komunal	28
4.4 Pengambilan Sampel.....	31
4.4.1 Persiapan Alat dan Sterilisasi Peralatan Sampling	31
4.4.2 Pengambilan Sampel.....	31
4.5 Pengujian Laboratorium.....	34
4.5.1 Direct Plating.....	34
4.5.2 Morfologi Koloni.....	40
4.5.3 Pewarnaan Gram	45
4.6 Pemetaan Mikrob Dominan.....	49
4.6.1 IPAL Komunal Guyup Makmur.....	49
4.6.2 IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili.....	51
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Simpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN A	57
LAMPIRAN B.....	59
LAMPIRAN C.....	62
RIWAYAT HIDUP	67

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tinjauan Hasil Penelitian Sebelumnya	11
Tabel 2. Hasil Pengklasifikasian IPAL Komunal Kabupaten Sleman	24
Tabel3 Data Hasil Survei IPAL Komunal	30
Tabel 4 Tipe Morfologi Koloni IPAL Komunal	40
Tabel 5 Tabel Kuantitatif Bakteri.....	52





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Anaerobic Baffled Reactor (Safisani, 2018).....	8
Gambar 2. Diagram Anaerobic Filter (Safisani, 2018).....	9
Gambar 3. Diaram Alir Penelitian	13
Gambar 4. Peta Lokasi IPAL Komunal Ngudi Mulyo	14
Gambar 5. Peta Lokasi IPAL Komunal Tirto Mili	15
Gambar 6 Peta Lokasi IPAL Komunal Guyub Makmur	15
Gambar 7 Peta Lokasi Penelitian.....	16
Gambar 8 Diagram Alir Metode <i>Direct Plating</i>	18
Gambar 9 Metode Pengecatan Gram	19
Gambar 10. Unit Pengolahan IPAL Komunal Ngudi Mulyo	26
Gambar 11 Unit Pengolahan RBC IPAL Komunal Ngudi Mulyo	26
Gambar 12 Unit Pengolahan IPAL Komunal Tirto Mili	27
Gambar 13 Unit Pengolahan RBC IPAL Komunal Tirto Mili.....	27
Gambar 14 Unit Pengolahan IPAL Komunal Guyup Makmur	28
Gambar 15 Pengambilan Sampel IPAL komunal Tirtomili.....	32
Gambar 16 Proses Pengambilan Sampel IPAL Komunal Tirto Mili	32
Gambar 17 Proses Pelabelan Sampel IPAL Komunal Tirtomili	32
Gambar 18 Proses Pengambilan Sampel IPAL Komunal Ngudi Mulyo	33
Gambar 19 Pengambilan Sampel Outlet IPAL Komunal Ngudi Mulyo	33
Gambar 20 Pengambillan Sampel IPAL Komunal Guyup Makmur	33
Gambar 21 Hasil Perhitungan Koloni PCA IPAL Komunal Tirto Mili	35
Gambar 22 Hasil Perhitungan Koloni DNB IPAL Komunal Tirto Mili.....	35
Gambar 23 Hasil Perhitungan Koloni PCA IPAL Komunal Ngudi Mulyo	36
Gambar 24 Hasil Perhitungan DNB IPAL Komunal Ngudi Mulyo	36
Gambar 25 Hasil Perhitungan Koloni PCA IPAL Komunal Guyup Makmur.....	37
Gambar 26 Hasil Perhitungan Koloni DNB IPAL Komunal Guyup Makmur.....	37
Gambar 27 Perbandingan Hasil Perhitungan Koloni Media PCA Tiap IPAL Komunal	38
Gambar 28 Perbandingan Hasil Prhitungan Koloni pada Media DNB Tiap IPAL Komunal	39
Gambar 29 Dominasi Mikroba IPAL Komunal tirto Mili Berdasarkan Morfologi Koloni	41
Gambar 30 Dominasi Mikroba IPAL Komunal Ngudi Mulyo Berdasarkan Morfologi Koloni	42
Gambar 31 Dominasi Mikroba IPAL Komunal Guyup Makmur Berdasarkan Morfologi Koloni	43
Gambar 32 Perbandingan Dominasi Mikroba Tiap IPAL Komunal Berdasarkan Morfologi Koloni	44
Gambar 33 Mikroba Dominan Pada IPAL Komunal Tirto Mili Berdasarkan Pengamatan sel pada Pewarnaan Gram.....	45
Gambar 34 Mikroba Dominan Pada IPAL Komunal Ngudi Mulyo Berdasarkan Pengamatan sel pada Pewarnaan Gram	46

Gambar 35 Mikroba Dominan Pada IPAL Komunal Guyup Makmur Berdasarkan Pengamatan sel pada Pewarnaan Gram	46
Gambar 36 Perbandingan Dominasi Mikroba Tiap IPAL Komunal Berdasarkan Identifikasi Sel pada Pengecatan Gram	47
Gambar 37 Bentuk Sel Basil Berwarna Merah (Gram Negatif).....	48
Gambar 38 Bentuk Sel Basil Berwarna Ungu (Gram Positif).....	48
Gambar 39 Bentuk Sel Coccus Berwarna Merah (Gram Negatif)	48
Gambar 40 Bentuk Sel Coccus Berwarna Ungu (Gram Positif)	49



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A 1. Proses Penyemprotan Botol Sampel dengan Alkohol 70% Sebelum Pengambilan Sampel Air Limbah.....	57
Lampiran A 2. Pengambilan Sampel Air IPAL Komunal Tirto Mili.....	57
Lampiran A 3. Proses Pelabelan Botol Sampel.....	58
Lampiran A 4. Pengambilan Sampel Air IPAL Komunal Ngudi Mulyo	58
Lampiran A 5. Pengambilan Sampel Air Outlet IPAL Komunal Ngudi Mulyo.....	58
Lampiran B 1. Pembuatan Media dengan Media Spesifik <i>Dilute Nutrient</i> <i>Broth</i>	59
Lampiran B 2. Proses Penuangan Media Ke Cawan Petri.....	59
Lampiran B 3. Penambahan Sampel Kedalam Cawan Petri Berisi Media	59
Lampiran B 4. Proses Pewarnaan Gram	60
Lampiran B 5. Proses pengamatan sel hasil pengecatan gram dengan menggunakan mikroskop.....	60
Lampiran B 6. Contoh Koloni pada Media yang dapat dilakukan Perhitungan dalam CFU/ml	60
Lampiran B 7. Contoh Koloni pada Media yang tidak dapat dilakukan Perhitungan dalam CFU/ml karena melebihi 300 koloni	61
Lampiran B 8. Contoh Koloni pada Media yang tidak dapat dilakukan Perhitungan dalam CFU/ml karena jumlah koloni kurang dari 30	61
Lampiran B 9. Contoh Koloni Spreader pada Media sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan jumlah koloni dalam CFU/ml	61
Lampiran C 1. Data Identifikasi Morfologi Koloni IPAL Komunal Tirto Mili	62
Lampiran C 2. Data Identifikasi Morfologi Koloni IPAL Komunal Ngudi Mulyo.....	63
Lampiran C 3. Data Identifikasi Morfologi Koloni IPAL Komunal Guyup Makmur	64
Lampiran C 4. Data Identifikasi Sel Hasil Pewarnaan Gram IPAL Komunal Tirto Mili	65
Lampiran C 5. Data Identifikasi Sel Hasil Pewarnaan Gram IPAL Komunal Ngudi Mulyo	66
Lampiran C 6. Data Identifikasi Sel Hasil Pewarnaan Gram IPAL Komunal Guyup Makmur	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Sleman merupakan suatu wilayah dengan luas 57.482 Ha yang jumlah penduduknya cukup tinggi yaitu mencapai 860.176 jiwa (BPS Kab. Sleman, 2019). Kegiatan domestik yang dilakukan oleh masyarakat di Kabupaten Sleman akan menghasilkan limbah domestik termasuk limbah cair. Pengelolaan limbah cair rumah tangga berdasarkan data pada Buku Putih Sanitasi Kabupaten Sleman menunjukkan bahwa rerata di kawasan perkotaan Kabupaten Sleman 46% rumah tangga memiliki saluran pembuangan air limbah yang masuk ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), sedangkan sisanya dibiarkan meresap ke dalam tanah atau dibuang ke saluran drainase. Untuk mengatasi pembuangan limbah cair ke saluran drainase secara langsung atau pembuangan limbah cair tanpa pengolahan oleh masyarakat maka pemerintah Kabupaten Sleman telah membangun kurang lebih sekitar 131 IPAL komunal yang tersebar di 14 Kecamatan di Kabupaten Sleman. Dari keseluruhan IPAL komunal yang ada di Kabupaten Sleman, dilakukan pengklasifikasian IPAL yang tertulis di dalam SSK (Sanitasi Skala Kabupaten/ Kota) Kabupaten Sleman. Melalui SSK tersebut dapat diketahui bahwa IPAL di Kabupaten Sleman diklasifikasikan menjadi 4 klasifikasi yaitu wilayah IPAL dengan risiko rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi.

Di dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 4 Tahun 2017 dijelaskan bahwa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal merupakan serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dengan kesatuan sarana dan prasarana pengelolaan limbah domestik. Tujuan didirikannya IPAL adalah untuk mengurangi risiko pencemaran terhadap lingkungan akibat limbah cair domestik yang dihasilkan oleh serangkaian kegiatan manusia. Penggunaan IPAL komunal diperuntukkan untuk luas wilayah lahan yang terbatas dan tidak terjangkau oleh sistem offsite (Karyadi, 2010).

Pengolahan air limbah pada umumnya dilakukan dengan menggunakan metode biologi. Proses pengolahan air limbah dengan metode biologi adalah

metode yang memanfaatkan aktifitas mikroorganisme dalam menguraikan material yang terkandung di dalam air limbah. Terdapat berbagai macam jenis mikroba yang dimanfaatkan dalam pengolahan air limbah dengan total mikroba dan efektifitas yang berbeda di tiap IPAL (Kaswinarni, 2007). Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme yang mampu melaksanakan proses metabolisme benda-benda organik sehingga merupakan bagian yang penting dalam rantai makanan pengolahan air limbah. Bakteri akan mensintesis unsur-unsur organik yang terlarut dalam air tetapi tidak semua unsur organik dapat digunakan oleh bakteri, oleh sebab itu partikel-partikel organik berukuran lebih besar disintesa oleh protozoa (Carawan, 1979). Oleh sebab itu, bakteri merupakan unsur penting yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pengolahan air limbah dalam IPAL Komunal sehingga effluent yang di keluarkan memiliki kandungan yang tidak melebihi baku mutu sebelum di alirkan ke badan air (sungai).

Ranudi (2018) dalam tugas akhir nya mengkaji terkait topik yang sama dengan judul Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal di Kabupaten Sleman. Penelitian yang dilakukan terfokus pada parameter COD, BOD, TSS, minyak dan lemak serta total coliform. Objek penelitian yang dilakukan yaitu pada 7 lokasi IPAL komunal di Kabupaten Sleman. Dari hasil analisa peneliti, secara teknis tujuh IPAL komunal yang diteliti menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* dan *Anaerobic Filter* sedangkan untuk analisa air limbah dari tujuh lokasi IPAL yang diteliti secara keseluruhan belum memenuhi standar baku mutu.

Berdasarkan data dari BLH (badan Lingkungan Hidup) DIY dari total keseluruhan IPAL komunal pemantauan kualitas effluent IPAL komunal hanya dilakukan pada 41 IPAL dan beberapa diantaranya adalah IPAL komunal yang terletak di Kabupaten Sleman. Hasil pemantauan tersebut menunjukkan bahwa sekitar 70% effluent dari IPAL komunal yang ada tidak memenuhi baku mutu berdasarkan parameter fisika dan kimia dan 30% lainnya memenuhi baku mutu ketetapan air limbah sebelum dialirkan ke badan air. Sedangkan untuk parameter biologi mikroba dominan pada IPAL bagian inlet, outlet maupun pada unit pengolahan IPAL Komunal di Kabupaten Sleman belum banyak dikaji. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terutama terkait parameter biologi yaitu mikroba dominan yang terdapat pada IPAL yang memiliki peran sangat penting

dalam penguraian kandungan air limbah. Penelitian pada IPAL komunal terhadap parameter mikroba dominan di Kabupaten Sleman dalam proses pengolahan air limbah perlu dikaji secara komprehensif untuk memastikan bahwa IPAL tersebut dapat bekerja dengan baik sehingga effluent dari IPAL komunal tersebut tidak berdampak buruk terhadap kualitas perairan di sekitar IPAL.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini adalah kandungan mikroba dominan yang terdapat pada unit pengolahan IPAL komunal serta inlet dan outlet IPAL komunal yang berada pada area dengan tingkat risiko tinggi di Kabupaten Sleman. Rumusan masalah yang akan dikaji oleh peneliti merupakan serangkaian penelitian yang dilakukan oleh tim, pada masing-masing tim melakukan penelitian IPAL komunal dengan fokus penelitian yang berbeda yaitu terkait parameter fisik dan kimia air limbah pada IPAL Komunal di Kabupatn Sleman.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi mikroba dominan pada inlet, outlet dan unit pengolahan IPAL komunal yang berada pada area dengan tingkat risiko sanitasi tinggi di Kabupaten Sleman.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi terkait mikroba dominan pada inlet, outlet dan unit pengolahan IPAL komunal yang berada pada area dengan tingkat risiko sanitasi tinggi di Kabupaten Sleman sehingga dapat mengetahui tingkat efektifitas kinerja mikroba pada IPAL dalam melakukan penguraian pada pengolahan air limbah.
2. Dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah :

1. IPAL komunal yang diteliti adalah 3 IPAL komunal dengan tingkat risiko pencemaran tinggi sesuai pengklasifikasian yaitu IPAL komunal Ngudi Mulyo yang terletak di Desa Sukoharjo, Kecamatan Nganglik, Kabupaten Sleman, IPAL komunal Tirto Mili yang terletak di Desa Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman dan IPAL komunal Guyub Makmur yang terletak di Desa Trihanggo, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman.
2. Parameter yang diuji adalah mikroba dominan.
3. Pengambilan sample air dilakukan pada unit pengolahan IPAL komunal, inlet dan outlet IPAL komunal.
4. Pengambilan sampel air pada unit pengolahan IPAL komunal dengan teknologi RBC dan AF dilakukan pada bagian liquid dan tidak dilakukan pada bagian biofilm.
5. Metode yang digunakan adalah metode *direct plating* dengan menggunakan media spesifik *Dilute Nutrient Broth (DNB)*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Kabupaten Sleman

Kabupaten Sleman merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi DIY yang berbatasan dengan Provinsi Jawa Tengah. Batasan antara Kabupaten Sleman dengan Provinsi Jawa Tengah didominasi dengan bentang lahan gunung. Kabupaten Sleman memiliki luas wilayah 54.482 Ha atau 574,82 Km² atau sekitar 18% dari luas Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang memiliki luas wilayah 3.185,80 Km² dengan jarak terjauh pada wilayah Utara-Selatan yaitu sekitar 32 Km, Timur-Barat 35 Km. Secara administratif, Kabupaten Sleman memiliki 17 wilayah kecamatan, 86 desa, dan 1.212 dusun. Secara Geografi, Kabupaten Sleman terletak diantara 110° 13' 00" dan 110° 33' 00" Bujur Utara, 7° 34' 51" dan 7° 47' 03" Lintang Selatan. Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman tahun 2019 pembagian wilayah Kabupaten Sleman meliputi :

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

2.2 Sistem IPAL Komunal

2.2.1 Pengertian IPAL Komunal

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 4 Tahun 2017, sistem IPAL domestik adalah serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dalam satu kesatuan dengan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah domestik. Sedangkan untuk IPAL komunal sendiri merupakan sistem pengolahan limbah cair terpusat yang dibangun di suatu wilayah untuk mengolah limbah cair domestik secara komunal (digunakan oleh sekelompok orang/rumah tangga). Pembangunan IPAL komunal dimaksudkan untuk mengurangi risiko pencemaran terhadap

lingkungan akibat limbah cair domestik yang dihasilkan oleh serangkaian kegiatan manusia. Limbah cair yang dihasilkan oleh masyarakat kemudian dialirkan ke bangunan penampungan IPAL dengan menggunakan jaringan perpipaan (Karyadi, 2010).

Penerapan sistem komunal pada IPAL diperuntukkan bagi wilayah dengan luas yang terbatas dan tidak terjangkau oleh sistem offsite atau wilayah yang tidak dapat dilayani oleh sistem terpusat, dan secara individual yaitu wilayah yang tidak memungkinkan bagi masyarakatnya untuk membangun *septic tank* individual di rumah masing-masing (Karyadi, 2010). Pelayanan pada IPAL komunal dilakukan di sebagian wilayah dari suatu kota ataupun kabupaten. Setiap rumah yang memiliki fasilitas MCK pada cakupan wilayah yang terlayani dapat menyalurkan saluran pembuangannya ke dalam Sistem Perpipaan Air Limbah (SPAL) untuk kemudian diteruskan/dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL komunal). IPAL dengan sistem komunal dapat melayani diantaranya yaitu sekitar 10-100 rumah tangga atau bahkan lebih. Sedangkan untuk sistem yang lebih kecil atau dibawah sistem komunal dapat melayani sekitar 2 sampai 5 rumah tangga. Effluent yang dihasilkan dari Instalasi Pengolahan Air Limbah dapat di alirkan ke dalam sumur resapan atau dapat juga dialirkan langsung ke badan aliran air (sungai), oleh karena itu effluent yang dikeluarkan oleh suatu IPAL harus memenuhi baku mutu air limbah domestik seperti yang tertera dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P 68 Tahun 2016.

2.2.2 Sistem Penyaluran Air Limbah

2.2.2.1 Sistem Sanitasi Setempat

Sistem sanitasi setempat (*on site sanitation*) adalah sistem pembuangan air limbah dimana air limbah tidak dikumpulkan serta disalurkan ke dalam suatu jaringan saluran yang akan membawanya ke suatu tempat pengolahan air buangan atau badan air penerima, melainkan dibuang ditempat (Fajarwati, 2008). Sistem ini dapat digunakan apabila syarat-syarat teknis lokal dapat dipenuhi dan menggunakan biaya relatif rendah. Sistem sanitasi setempat sudah umum karena sudah banyak digunakan di Indonesia.

Kelebihan dari sistem ini adalah :

- a) Biaya pembuatan relatif murah
- b) Bisa dibuat oleh sistem sektor ataupun pribadi
- c) Teknologi dan siste pembuangannya cukup sederhana
- d) Operasi dan pemeliharaan merupakan tanggung jawab pribadi

Kekurangan dari sistem ini adalah :

- a) Umumnya tidak disediakan limbah dari dapur, mandi dan cuci
- b) Dapat mencemari air tanah apabila syarat-syarat teknis pembuatan dan pemeliharaan tidak dilakukan sesuai aturannya

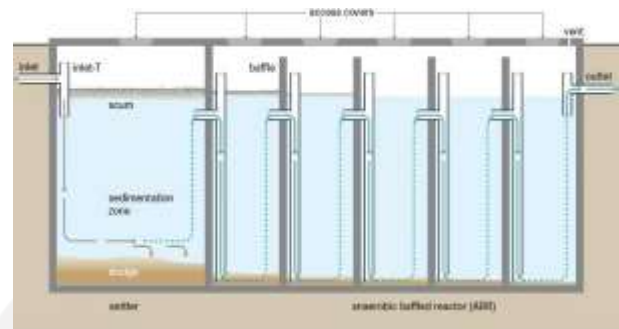
2.2.2.2 Sistem Sanitasi Setempat

Sistem sanitasi terpusat (*off site sanitation*) merupakan sistem pembuangan air buangan rumah tangga (mandi, cuci, dapur, dan limbah kotoran) yang disalurkan keluar dari lokasi pekarangan masing-masing rumah ke saluran pengumpul air buangan sebelum dibuang ke badan air. Fasilitas pengolahan limbah berada di luar persil atau dipisahkan dengan batas jarak atau tanah yang menggunakan perpipaan untuk mengalirkan air limbah dari rumah-rumah secara bersamaan dan kemudian dialirkan ke IPAL (Fajarwati, 2008). Sanitasi dengan sistem terpusat dapat diterapkan pada wilayah dengan kepadatan penduduk lebih dari 100 orang/Ha.

2.2.3 Sistem dan Teknologi Pngolahan IPAL Komunal

Secara umum, IPAL Komunal menggunakan teknologi *low-cost* dan relatif sederhana, seperti *Anaerobic Baffled Reactor* dan *Anaerobic Filter*. Selain faktor investasi yang rendah, opsi kedua teknologi tersebut tidak membutuhkan lahan yang luas, sebagaimana yang diperlukan pada lahan tersedia di sekitar pemukiman yang *offsite* dari IPAL Regional.

- *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*

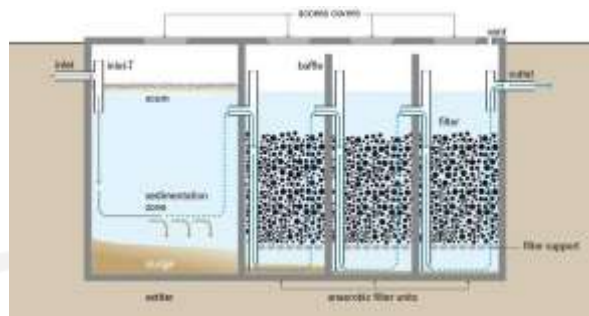


Gambar 1. Diagram Anaerobic Baffled Reactor (Safisani, 2018)

Anaerobic Baffled Reactor adalah hasil modifikasi dari *Septic Tank* konvensional. ABR terdiri dari bagian pengendap, yang kemudian diikuti oleh reaktor *baffle*. *Baffle* ini mengalirkan air limbah ke atas (*upflow*) melalui beberapa seri reaktor *sludge blanket*. Hal ini ditujukan untuk memberikan waktu detensi, atau waktu kontak, yang lebih lama antara mikrobakteri anaerobik di dalamnya dengan air limbah. Sehingga, kinerja pengolahan lebih efisien (McCarty and Bachmann, 1992).

ABR layak untuk diimplementasikan di lahan yang kecil. Reaktornya bisa dirancang secara efisien untuk aliran *inflow* harian, sehingga setara dengan volume limbah dari 1000 orang (200.000 liter/hari). Dari segi konstruksinya pun relatif sederhana, tidak memiliki komponen mekanis yang bergerak. Hal ini menjadikannya cenderung ekonomis untuk daerah komunal penduduk yang terpisah dari pelayanan *offsite*. Adapun dari segi operasinya, ABR memiliki *Hydraulic Retention Time (HRT)* yang rendah, sehingga relatif stabil. Namun, kendati demikian, pemasangan ABR tidak bisa pada daerah dengan elevasi muka air yang tinggi, karena memungkinkan terjadinya infiltrasi yang kelak mencemari air tanah (Barber, 1999).

- ABR (Anaerobic Filter)



Gambar 2. Diagram Anaerobic Filter (Safisani, 2018)

Anaerobic Filter ialah reaktor yang bersifat *fixed-bed biological*. AF biasa digunakan sebagai *secondary treatment* dalam skala rumah tangga yang di dalamnya terdapat media sebagai tempat pelekatan mikroorganismenya yang berfungsi untuk melakukan proses suspensi TSS terhadap air limbah domestik. Hal ini ditujukan untuk memulihkan biogas pada air limbah domestik sehingga mampu memperkecil potensi pencemaran lingkungan (Safisani, 2018).

2.3 Bakteri Dominan

Identifikasi mikroorganismenya dominan pada suatu air limbah domestik perlu dilakukan. Hal tersebut berguna untuk mengetahui dampak bakteri terhadap perairan terutama pada proses pengolahan serta penanganan yang diperlukan. Analisis bakteri dominan dilakukan dengan pengelompokan. Sedangkan untuk analisis keragaman dapat dilakukan dengan perhitungan. Beberapa jenis bakteri dominan yang sering terdapat pada air limbah diantaranya yaitu *Bacteroidetes*, *firmicutes*, *Planctomycetes* dan *Verrucomicrobia*. Jumlah bakteri-bakteri tersebut dapat berbeda pada air limbah influent dan effluent IPAL (Numberger *et al.*, 2019).

Didalam IPAL komunal terdapat beberapa jenis bakteri diantaranya yaitu bakteri pengurai yang membantu proses pengolahan air limbah pada IPAL komunal dan bakteri patogen yang berasal dari air limbah. Salah satu bakteri pencemar atau patogen yang terdapat pada IPAL komunal yaitu bakteri *Escherichia coli* dan *Vibrio Cholera* dan bakteri *M. parvicella*. *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek yang memiliki panjang sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4-0,7 μm dan bersifat anaerob fakultatif. Morfologi bakteri *Escherichia*

coli dapat dilihat pada gambar 2.1. Bentuk sel dari bentuk seperti coocal hingga membentuk sepanjang ukuran filamentous. Tidak ditemukan spora. Selnya bisa terdapat tunggal, berpasangan, dan dalam rantai pendek, biasanya tidak berkapsul. *Escherichia coli* membentuk koloni yang bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata (Jawetz et al., 1995). Sedangkan untuk bakteri *Vibrio cholera* merupakan kelompok bakteri gram negatif yang berbentuk basil melengkung dan berpindah ke tubuh inang melalui air. *V.cholera* mampu melepaskan eksotoksin yang menyebabkan diare, muntah dan dehidrasi cairan sampai menyebabkan kematian dalam waktu singkat. Bakteri ini sering ditemukan sebagai endemik di wilayah Asia. Bakteri ini terdapat di air limbah dengan konsentrasi berkisar antara 10-104bakteri per 100 ml air limbah. *V. Cholera* secara alami terdapat di alam dan melekat pada zooplankton dan fitoplankton (Said & Marsidi, 2005).

Dalam pengolahan anaerobik, terdapat 4 jenis bakteri yang berperan berdasarkan substratnya, yaitu:

1. Bakteri Hidrolitik
Berperan dalam menguraikan bahan organik limbah domestik menjadi asam organik. Hasil dari penguraiannya adalah H₂ dan CO₂.
2. Bakteri Acidogen (penghasil asam)
Berperan dalam mengubah asam organik yang ada menjadi asam volatil.
3. Bakteri Acitogen (pembentuk asam asetat)
Berperan dalam pembentukan asetat, namun tidak memiliki andil dalam pembentukan metan dan karbondioksida.
4. Bakteri Methanogenik (pembentuk metan)
Berperan dalam mengolah hasil dari tahapan acitogenesis untuk menghasilkan gas metan. Bakteri ini ada pada tahapan terakhir dalam degradasi anaerobik (Mahardika, 2006).

Penelitian bakteri terkait bakteri dominan dapat dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode *Direct Plating (Culture Dpendent)*. Metode *Direct Plating* merupakan metode penafsiran kepadatan jumlah mikroba secara langsung dengan menggunakan *Hemocytometer* atau *Counting Chamber*. Perhitungan sel dalam kultur juga dapat dilakukan dengan melapisi kultur sel pada cawan petri

dengan media pertumbuhan, yang juga dikenal sebagai streak plate (cawan petri dengan media pertumbuhan).

2.4 Penelitian Terdahulu

Tabel 1. Tinjauan Hasil Penelitian Sebelumnya

No.	Nama Peneliti, Tahun	Hasil Penelitian Secara Umum
1	Ratnawilis, 2018	lokasi IPAL yang dilakukan penelitian menggunakan teknologi <i>Anaerobic Filter</i> . Hasil penelitian menunjukkan bahwa ke tujuh IPAL yang di teliti belum memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P 68 Tahun 2016. sedangkan dari segi kesehatan masyarakat merasakan adanya perbedaan sebelum dan sesudah didirikannya IPAL komunal tersebut.
2	Wijayaningrat, 2018	Efisiensi penyisihan parameter fisik dan kimia yang berjalan secara efektif adalah pada parameter BOD dan TSS, sedangkan pada parameter COD, amonia serta minyak dan lemak belum efektif. Efisiensi penyisihan parameter fisik pada IPAL Komunal di Kecamatan Banguntapan cukup efektif sedangkan di Kecamatan bantul Kurang efektif.
3	Pratiwi, 2019	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan air limbah dengan sistem RBC dapat menurunkan kadar BOD sebanyak 84,1 % dan dapat menurunkan kadar TSS sebanyak 65,58%. Sedangkan pada pengolahan air limbah dengan sistem <i>Contact Aeration</i> dapat menurunkan kadar BOD sebanyak 88,61% dan menurunkan kadar TSS sebanyak 67,86%. Berdasarkan hasil pemeriksaan, kedua sistem masih melebihi baku mutu yang ditetapkan Peraturan Daerah DIY Nomor 7 Tahun 2016.
5	Diavid dkk, 2018	Debit influent pada IPAL yang diteliti lebih besar dari debit rencana sehingga kapasitas kinerja IPALD tidak maksimal dalam melakukan pengolahan air limbah domestik. Kualitas effluent untuk indeks pencemaran masuk dalam kategori sedang. Dengan adanya bak klorinasi pada IPALD tidak membantu dalam mengurangi Total <i>Coliform</i> . Evaluasi kelayakan material bak kontrol dinilai dari total kandungan Total <i>Coliform</i> dan bakteri <i>E. coli</i> yang terdapat pada tanah dibawah bak kontrol. Total coliform ditemukan di semua tanah dibawah bak kontrol, sedangkan untuk <i>E.</i>

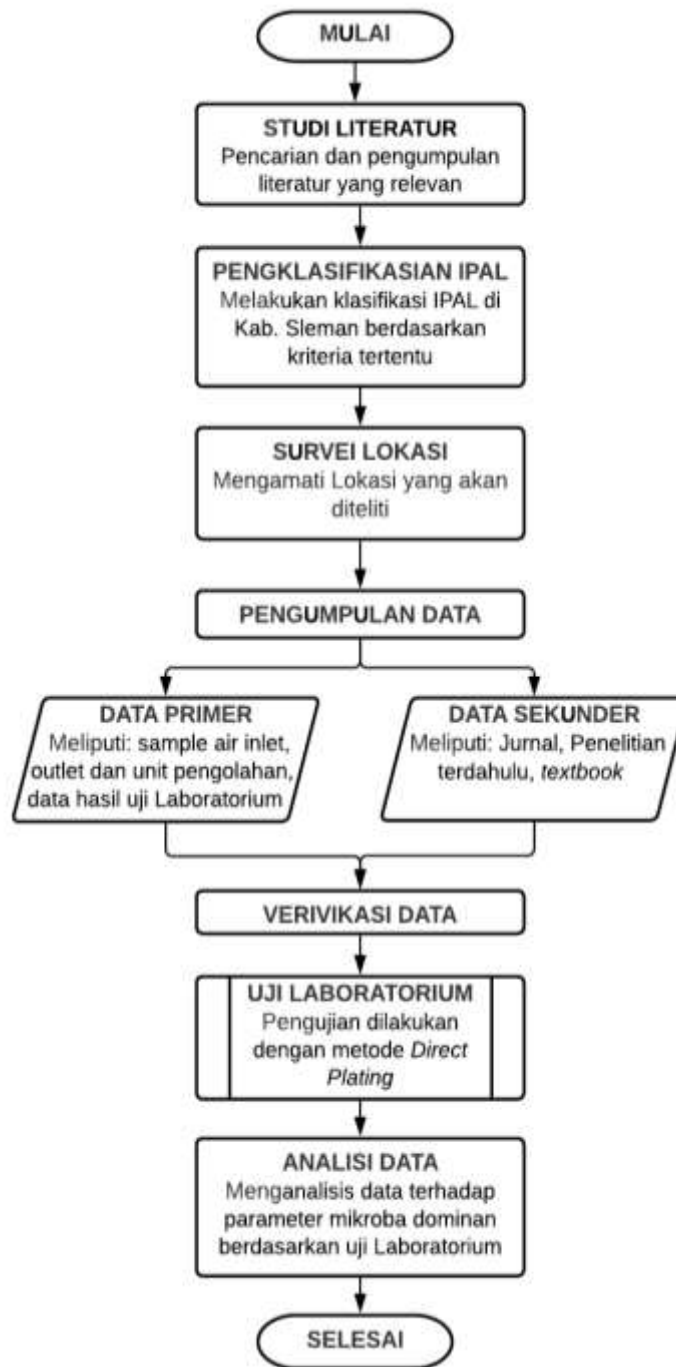
		<i>coli</i> ditemukan di bawah bak kontrol kecuali tanah dibawah area buis
--	--	--



BAB III

METODE PENELITIAN

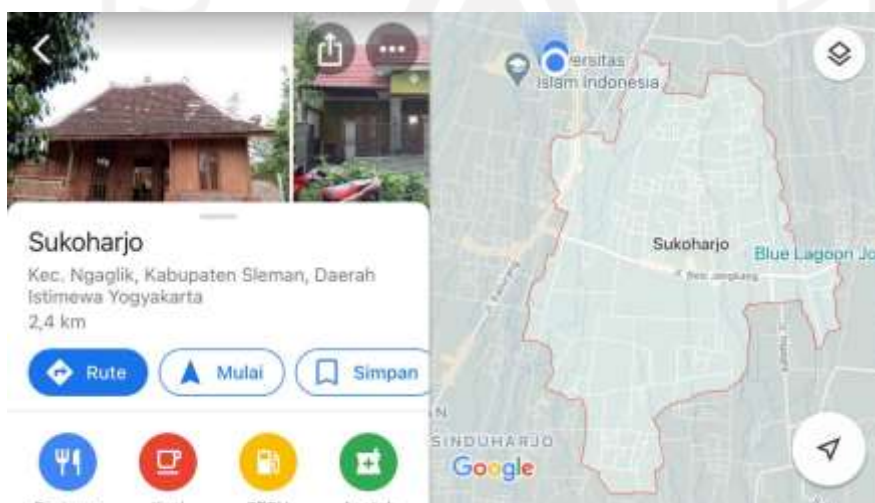
3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

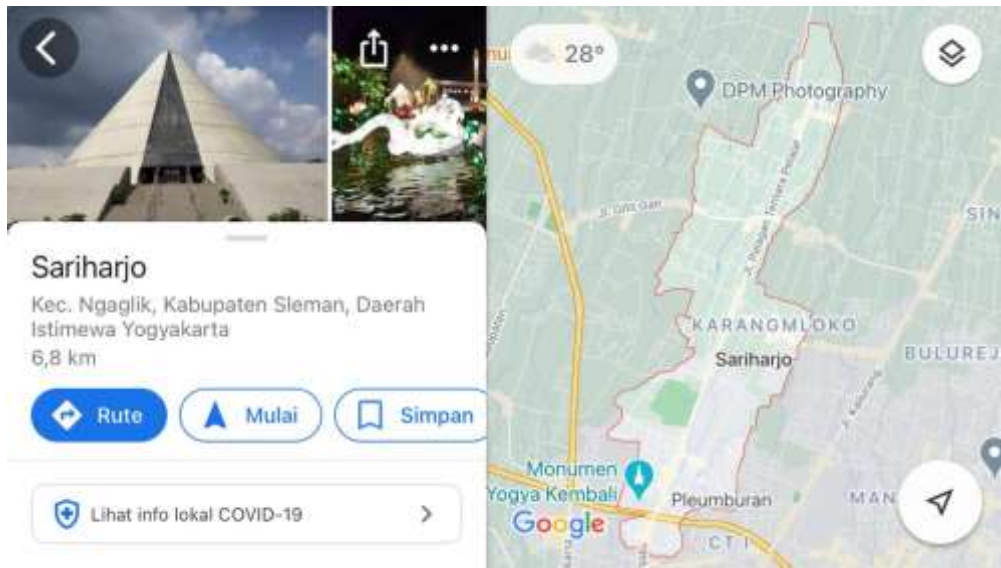
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di tiga titik lokasi IPAL komunal di Kabupaten Sleman. Ketiga IPAL komunal tersebut yaitu IPAL komunal Ngudi Mulyo, IPAL komunal Tirto Mili dan IPAL komunal Guyub Makmur. Pengambilan sampel air dilaksanakan di masing-masing lokasi IPAL komunal. IPAL komunal Ngudi Mulyo terletak di Desa Sukoharjo, Kecamatan Nganglik, Kabupaten Sleman. IPAL komunal Tirto Mili terletak di Desa Sariharjo, Kecamatan Nganglik, Kabupaten Sleman. IPAL komunal Guyub Makmur terletak di Desa Trihanggo, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. Sedangkan untuk pengamatan mikroba dominan dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Penelitian dimulai pada bulan Desember 2020 dengan melakukan survei ke lokasi masing-masing IPAL komunal. Setelah melakukan survei dan mendapat perizinan kemudian peneliti melakukan pengambilan sample air pada inlet, outlet dan unit pengolahan IPAL komunal secara langsung di lokasi IPAL komunal dan kemudian peneliti melakukan pengujian di laboratorium dari bulan Februari sampai bulan Maret. Peta lokasi IPAL komunal Ngudi Mulyo, IPAL komunal Tirto Mili dan IPAL komunal Guyub Makmur dapat dilihat pada gambar 3.2, 3.3 dan 3.4. Sedangkan untuk peta lokasi penelitian mikroba dominan dapat dilihat pada gambar 3.5.



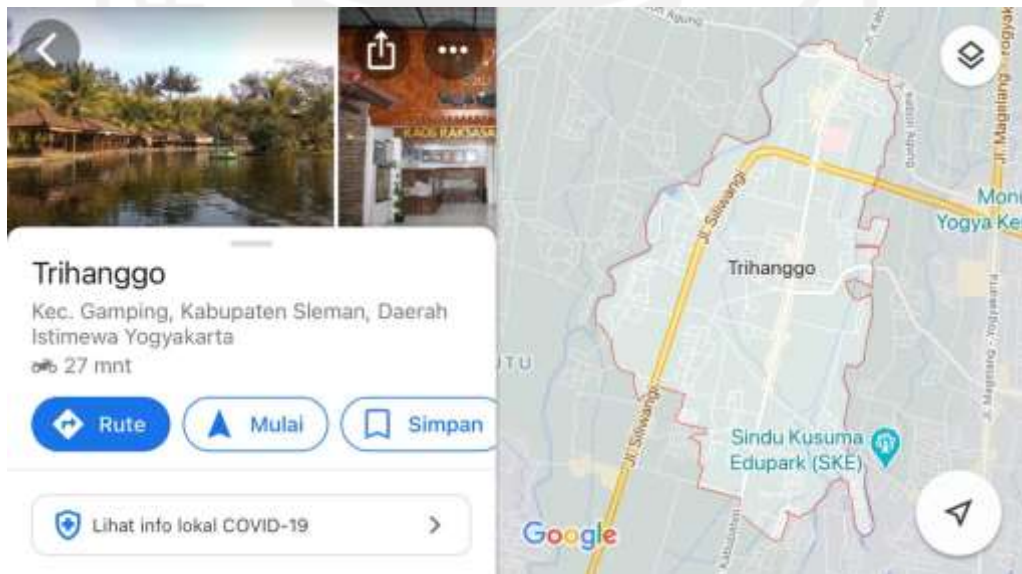
Gambar 4. Peta Lokasi IPAL Komunal Ngudi Mulyo

Sumber: Google Maps



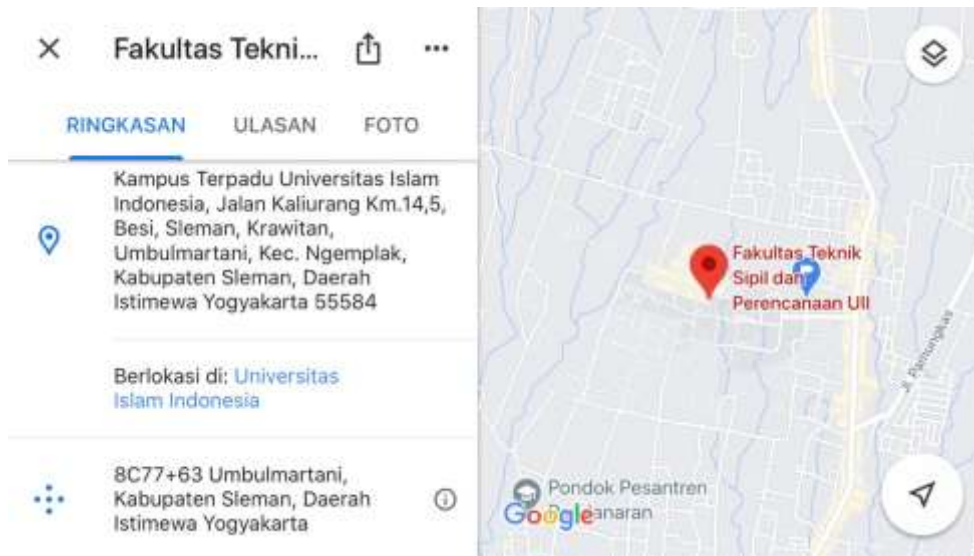
Gambar 5. Peta Lokasi IPAL Komunal Tirto Mili

Sumber: Google Maps



Gambar 6 Peta Lokasi IPAL Komunal Guyub Makmur

Sumber: Google Maps



Gambar 7 Peta Lokasi Penelitian

Sumber: Google Maps

3.3 Studi Literatur

Studi literatur merupakan kegiatan pengumpulan data-data dan informasi yang berkaitan dengan tema penelitian untuk memperoleh dasar teori yang akurat 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 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan untuk penelitian.

3.4.1 Data Primer

Data yang diambil secara primer yaitu data terkait sampel air pada inlet, unit pengolahan dan outlet IPAL komunal. Data primer diperoleh dari hasil sampling air limbah pada inlet, unit pengolahan dan outlet pada masing-masing IPAL komunal yaitu IPAL komunal Ngudi Mulyo, IPAL komunal Tirto Mili dan IPAL komunal Guyub Makmur. Hasil sampling kemudian diteliti berdasarkan parameter uji yaitu mikroba dominan di Laboratorim Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia untuk mendapatkan data yang dibutuhkan. Teknik sampling dilakukan dengan metode grab sampling

dengan mengambil sample air limbah pada inlet, unit pengolahan dan outlet IPAL komunal yang telah ditentukan pada waktu tertentu. Pengambilan sampel dilakukan sekali dan kemudian dibawa ke Laboratorium untuk dilakukan penelitian.

3.4.2 Data Sekunder

Data yang diambil secara sekunder yaitu data terkait profile Kabupaten Sleman, peta lokasi IPAL Kabupaten Sleman, data terkait IPAL di Kabupaten Sleman serta data dari jurnal terdahulu tentang penelitian terkait. Data tersebut diperlukan dalam penelitian untuk mengetahui lokasi ipal dan mengetahui hasil penelitian terdahulu terkait tema yang sama dengan tema yang akan diteliti. Data sekunder diperoleh dari data yang disediakan oleh Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman, Buku Putih Sanitasi Kabupaten Sleman dan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman dan media pencarian yang menyediakan jurnal-jurnal penelitian dengan tema terkait. Pencarian data dilakukan melalui lama web masing-masing Instansi. Selain itu untuk mendukung hasil penelitian, pengumpulan data sekunder juga diperoleh dari beberapa sumber lain diantaranya yaitu jurnal hasil penelitian.

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Metode Sampling

Sampling dilaksanakan di tiga titik lokasi IPAL komunal di Kabupaten Sleman. Ketiga IPAL komunal tersebut yaitu IPAL komunal Ngudi Mulyo, IPAL komunal Tirto Mili dan IPAL komunal Guyub Makmur. Titik pengambilan sampel yaitu pada inlet, outlet dan unit pengolahan IPAL komunal. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel yaitu metode *Grab Sampling*. Sebelum melaksanakan pengambilan sampel dilapangan, peneliti melakukan sterilisasi peralatan yang akan digunakan dalam pengambilan sampel. Sterilisasi merupakan proses untuk mematikan semua organisme yang terdapat pada alat dan bahan yang akan digunakan dalam suatu pekerjaan guna menciptakan suasana aseptis. Pada proses pengambilan sampel peralatan harus di sterilisasi terlebih dahulu, hal ini bertujuan agar

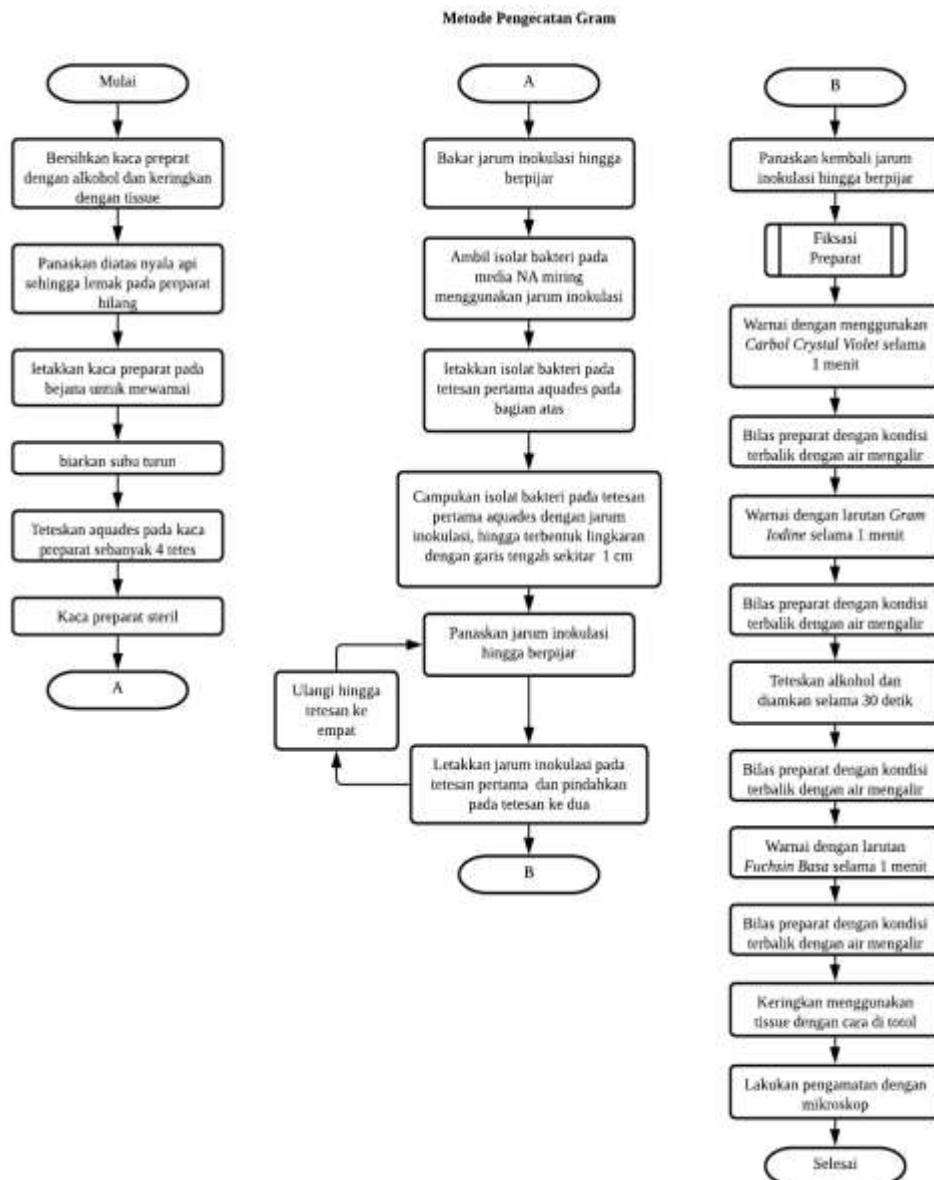
pekerjaan dikerjakan secara aseptis atau terbebas dari mikroba pencemar dari luar sampel yang tidak diinginkan.

3.5.2 Metode Analisis Mikroba Dominan Pada Suatu Sampel

Metode yang digunakan pada analisis mikroba dominan yaitu dengan menggunakan metode *Direct Plating (Culture Dependent)*. Metode *Direct Plating* merupakan metode penafsiran kepadatan jumlah mikroba secara langsung dengan menggunakan *Hemocytometer* atau *Counting Chamber*. Perhitungan sel dalam kultur juga dapat dilakukan dengan melapisi kultur sel pada cawan petri dengan media pertumbuhan, yang juga dikenal sebagai streak plate (cawan petri dengan media pertumbuhan). Alat yang digunakan pada analisis mikroba dominan yaitu erlenmeyer steril berisi aquades steril dan timbangan analitik. Sedangkan untuk bahan yang digunakan yaitu sampel air, aquades steril dalam tabung untuk serial dilution, medium DNB (Dilute Nutrient Broth 100x), (Nutrient Broth 0,04 g, distilled water 500 ml, pH 6,8), media DNB padat (DNB + agar 2%), tabung reaksi berisi 9 mL akuades steril (7 buah), aluminium foil, kapas. Diagram alir pelaksanaan metode *direct plating* dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 8 Diagram Alir Metode *Direct Plating*



Gambar 9 Metode Pengecatan Gram

Cara kerja metode *Direct Plating* yang mengacu pada modul praktikum Mikrobiologi Lingkungan oleh Lathifah, dkk (2019) dilakukan pada beberapa tahapan. Tahapan pertama yaitu, encerkan sampel dengan metode *serial dillution*. Pengenceran ini dilakukan dengan larutan sampel sebanyak 1 ml yang dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml aquades steril (larutan 2). Setelah itu diaduk larutan 2 tersebut menggunakan *vortex*. Selanjutnya, diambil 1 ml larutan 2 dan dimasukkan ke dalam 9 ml aquades steril (larutan 3). Kemudian larutan 3 tersebut diaduk dengan dengan *vortex*. Hal ini dilakukan berulang kali hingga pada tabung ke 7. Kedua, dari tabung

ke-5, 6, dan 7, ambil 1 ml kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri berisikan media DNB padat lalu disebar dengan *spreader*. Ketiga, cawan petri tersebut diinkubasikan selama minimal 1 minggu di inkubator dengan suhu 30° C. Keempat, dilakukan pengidentifikasian terhadap koloni yang tumbuh secara morfologis dan dari identifikasi tersebut dilakukan pengelompokan mikroba berdasarkan kemiripan morfologisnya. Kelima, koloni yang memiliki morfologi serupa diinokulasikan di media agar miring untuk disimpan sebagai *stock* isolat dan akan digunakan untuk pengujian selanjutnya. Terakhir, kelompok koloni tersebut masing-masing diidentifikasi dengan pengecatan gram.

Identifikasi dengan pengecatan gram menggunakan alat berupa kaca objek, isolat bakteri uji, jarum inokulasi (*ose*), mikroskop, gelas kimia berisikan air dengan sebatang gelas, kertas saring, kapas, lampu busen, gelas kimia 100 ml, dan *stop watch*. Adapun bahan yang digunakan adalah larutan *Carbol Crystal Violet*, larutan *Lugol*, *Fuchsin* basa, dan alkohol dengan kadar 96 persen.

Prosedur kerja pengecatan gram dilakukan dengan beberapa tahapan. Pertama, diambil sebuah kaca preparat kemudian dibersihkan dengan sepotong kapas yang sudah dibasahi dengan alkohol. lalu dipanaskan sejenak diatas nyala api sehingga lemak di preparat tersebut menghilang. Bagian kaca preparat yang digunakan adalah bagian sisinya. Tahap kedua, diletakkan kaca preparat dengan sisi yang sudah tidak berlemak di bagian atas bejana untuk mewarnai, dan biarkan hingga suhu menurun. Kemudian diletakkan setetes air diatasnya pada bagian paling kiri kaca preparat dengan diiringi penetesan air lagi pada bagian kanannya sampai tetes keempat. Tetesan air ini harus menyebar sama rata, karna apabila tidak menyebar maka menyebabkan lemaknya tidak akan hilang sepenuhnya dan pekerjaan pun harus diulang kembali. Tahap ketiga, jarum inokulasi dibakar hingga berpijar. Setelah itu, jarum tersebut digunakan untuk mengurus bakteri dari biakannya, dan letakkan di tetesan pertama air tersebut pada bagian atas. Hindari biakan yang terlalu banyak (tebal dan rapat). Kemudian dicampurkan bakteri tersebut pada tetesan air yang digunakan sebelumnya dengan menggesekkan jarum

inokulasi hingga terdapat suatu lingkaran dengan garis tengah, kira-kira 1 cm hingga suspensi tadi tepat mulai keruh. Tahap keempat, jarum inokulasi yang telah dipakai dipijarkan, kemudian letakkan ose pada tetesan pertama dan pindahkan pada tetesan kedua. Langkah yang sama dilakukan hingga pada tetesan keempat. Setiap memindahkan ose ke tetesan yang baru, jarum ose selalu dipijarkan terlebih dahulu. Pada tahap kelima, ose yang telah terpakai dipijarkan kembali. Pada tahap ini dilakukan fiksasi (*fixerisasi*) terhadap preparat tersebut dengan menggerakkan kaca preparat (dengan bagian yang ada preparat di bagian atas) beberapa kali melalui nyala api. Tahap keenam, dilakukan pewarnaan dengan *Carbol Crystal Violet* (atau *Carbol Gentian Violet*) selama 1 menit. Tahap ketujuh, dibilas dengan air mengalir dengan posisi preparat terbalik. Tahap kedelapan, dilakukan pewarnaan dengan larutan *fuchsin basa* selama 1 menit. Tahap kesembilan, dilakukan pembilasan kembali dengan air mengalir dengan posisi preparat terbalik. Dan tahap terakhir yaitu dilakukan pengeringan menggunakan kertas saring dengan cara ditotolkan pada bagian basah.

3.6 Metode Analisa Data

Metode analisis data yang digunakan pada penilaian ini yaitu analisis deskriptif kuantitatif. Deskriptif kuantitatif merupakan penelitian yang dikemukakan dengan hipotesis yang diturunkan dari suatu teori dan kemudian diuji kebenarannya berdasarkan data empiris. Dalam penelitian ini analisis secara deskriptif kuantitatif dilakukan dengan cara melakukan pengujian sampel pada inlet, proses dan outlet IPAL komunal di Kabupaten Sleman. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Dari aktifitas tersebut akan dilakukan penarikan kesimpulan mikroba dominan yang berada pada inlet, proses dan outlet IPAL komunal di masing-masing IPAL komunal yang diteliti. Data kuantitatif ditetapkan berdasarkan hasil perhitungan koloni pada media PCA, hasil perhitungan koloni pada media spesifik *Dilute Nutrient Broth (DNB)*, hasil identifikasi mikroba dominan berdasarkan morfologi koloni yang tumbuh pada media DNB, serta hasil identifikasi bentuk sel menggunakan mikroskop dengan melakukan pewarnaan gram. Data hasil perhitungan koloni pada media PCA

dilakukan untuk menghitung keseluruhan bakteri total (semua jenis bakteri) karena PCA mengandung komposisi yang dapat digunakan untuk menumbuhkan semua jenis bakteri dengan waktu yang tepat sehingga sangat efektif digunakan untuk uji TPC (*Total Plate Count*). Sedangkan perhitungan koloni pada media spesifik DNB digunakan untuk memperkaya koloni yang didapat, pemilihan media DNB dalam menumbuhkan koloni dikarenakan media DNB memiliki komposisi yang menyebabkan pertumbuhan mikroba menjadi lebih lambat sehingga mencegah terjadinya pertumbuhan mikroba dari luar yang tidak diinginkan. Koloni yang tumbuh pada media DNB kemudian dianalisis dan dikelompokkan berdasarkan morfologinya mengacu pada Buku Panduan Referensi Laboratorium terkait identifikasi morfologi koloni (bentuk koloni, tepian koloni, warna koloni, ukuran koloni) dan kemudian diinokulasikan pada media NA miring untuk dilakukan pewarnaan gram dan identifikasi bentuk sel menggunakan mikroskop. Data kuantitatif akhir yang menunjukkan hasil mikroba dominan pada IPAL komunal didasarkan pada beberapa kriteria diantaranya adalah bentuk sel yaitu basil atau coccus, serta warna sel yang menunjukkan gram positif atau gram negatif. Sel mikroba yang merupakan gram positif akan mengikat gram A/ *Kristal Violet* yang lebih dominan berwarna ungu, sedangkan mikroba dengan sel gram negatif akan mengikat gram D/ *Fuchsin Basa* yang lebih dominan berwarna merah. Hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel ataupun grafik.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengklasifikasian IPAL Komunal

Penentuan klasifikasi IPAL dimulai dengan melakukan survei dan pencarian data-data yang tersedia terkait IPAL. Kemudian dilakukan pengelompokan strata berdasarkan kriteria. Kriteria yang digunakan mengacu pada buku panduan praktis pelaksanaan EHRA serta buku panduan perencanaan teknik pengolahan IPAL komunal. Kriteria yang digunakan terdiri dari 4 kriteria yaitu:

1. Kepadatan penduduk > 25 Jiwa/ Ha
Mengacu pada penetapan strata yang dilakukan oleh PPSP (program percepatan pembangunan sanitasi permukiman) yang wajib digunakan oleh semua Pokja Sanitasi Kab/Kota dalam melakukan studi EHRA menyatakan bahwa apabila dalam tingkat kabupaten kepadatan penduduk tidak merata, maka pelaksanaan penelitian ditamakan dilaksanakan pada wilayah dengan kepadatan penduduk lebih dari 25 Jiwa/Ha.)
2. Rasio cakupan pelayanan > 75 KK
Penggunaan ketentuan cakupan pelayanan > 75 KK berdasarkan data. Apabila cakupan IPAL diatas rasio cakupan pelayanan maka berpengaruh terhadap kerentanan IPAL baik dari segi fisik maupun dari segi kualitas effluent yang dihasilkan.
3. Debit puncak IPAL komunal berada lebih dari 50 m^3 / Hari
Kriteria ini digunakan dengan asumsi 1 KK terdiri dari 4 orang dengan menggunakan pendekatan penggunaan air bersih yaitu 140 L/orang/hari sehingga didapatkan debit puncak m^3 /hari.
4. Usia IPAL komunal $>$ dari 8 tahun
Usia IPAL komunal termasuk ke dalam kategori pengklasifikasian karena pada rentang waktu tersebut merupakan waktu normal

pergantian masa suku cadang, sehingga dapat dijadikan hipotesa usia optimal IPAL adalah sampai rentan waktu kurang lebih 8 tahun.

Tingkat IPAL di bedakan menjadi 4 strata, dimana strata 1 merupakan IPAL yang memenuhi 1 kriteria dari 4 kriteria yang merupakan IPAL dengan tingkat resiko rendah, strata 2 merupakan IPAL yang memenuhi 2 kriteria dari 4 kriteria yang merupakan IPAL dengan tingkat resiko sedang, strata 3 merupakan IPAL yang memenuhi 3 kriteria dari 4 kriteria yang merupakan IPAL dengan tingkat resiko tinggi dan strata 4 merupakan IPAL yang memenuhi semua kriteria yang merupakan IPAL dengan tingkat resiko sanitasi sangat tinggi. Semakin tinggi strata IPAL maka dinilai IPAL tersebut semakin beresiko. Pembagian IPAL menjadi 4 strata didasarkan pada pengklasifikasian IPAL di Kabupaten Sleman berdasarkan SSK (Sanitasi Skala Kabupaten/Kota). Di dalam SSK (Sanitasi Skala Kabupaten/Kota) pengklasifikasian IPAL dibagi menjadi 4 klasifikasi yaitu wilayah IPAL dengan risiko rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Tujuan pengklasifikasian IPAL tersebut adalah untuk memperkecil lingkup IPAL yang akan diteliti. Penelitian dilakukan oleh tim sehingga dilakukan pembagian wilayah penelitian pada masing-masing mahasiswa yang akan melakukan penelitian pada wilayah yang berada pada wilayah strata 1, strata 2, strata 3 dan strata 4. Dalam hal ini, peneliti akan meneliti IPAL komunal strata 3 (IPAL komunal dengan tingkat risiko sanitasi tinggi). Hasil pengklasifikasian IPAL komunal di Kabupaten Sleman dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 2. Hasil Pengklasifikasian IPAL Komunal Kabupaten Sleman

Hasil Klasifikasi			
Strata 1	Strata 2	Strata 3	Strata 4
Sidodadi Rejo	Guyup Rukun	Ngudi Mulyo	Manunggal Pringgodani Sejati
Papringan Sehat	Kuningan Sejahtera	Tirto Mili	Karya Asri Ambarukmo
Amanah Tiga Lima	Banyu Bening	Guyup Makmur	Sumber Sehat
Rukun	Sido Resik	Bagas	Tambakrejo Bersih
Bangun Sehat	Mitra Sehat	Ngudi Sehat	Sedyo Mulyo
Gondang Asri	Ngudi Waras	Sehat sejahtera	Pelanggi Manunggal Warga

4.2 Kondisi Eksiting Lokasi IPAL Komunal

Penelitian dilakukan pada IPAL komunal yang berada pada wilayah strata 3 berdasarkan klasifikasi yaitu wilayah dengan tingkat risiko sanitasi tinggi dan dilakukan pada 3 (tiga) lokasi IPAL komunal di Kabupaten Sleman. Pemilihan lokasi IPAL dilakukan dengan pengklasifikasian menurut beberapa kriteria yang bertujuan untuk mempersempit lingkup IPAL yang akan di teliti. Ketiga lokasi IPAL yang akan di teliti yaitu IPAL komunal Ngudi Mulyo yang terletak di Desa Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, IPAL komunal Tirto Mili yang terletak di Desa Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman dan IPAL komunal Guyub Makmur yang terletak di Desa Trihanggo, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman.

4.2.1 IPAL Komunal Ngudi Mulyo

IPAL Komunal Ngudi Mulyo merupakan IPAL komunal yang terletak di Dusun Mendiro Desa Sukoharjo Kecamatan Ngaglik Kabupaten Sleman yaitu pada titik koordinat $7^{\circ}42'36.0''S$ dan $110^{\circ}24'59.2''E$. IPAL komunal Ngudi Mulyo dibangun pada tahun 2015 dengan luas 600 m^2 dan melayani sebanyak 135 KK. Kondisi Eksiting pada IPAL komunal Ngudi Mulyo sangat baik, hal tersebut dilihat berdasarkan kondisi IPAL komunal yang sangat bersih dan terawat. Lokasi sekitar IPAL dimanfaatkan sebagai taman sehingga IPAL juga memiliki nilai estetika. Selain itu juga dilihat berdasarkan outletnya, effluent IPAL komunal Ngudi Mulyo yang dibuang di badan air tidak menimbulkan bau ataupun mempengaruhi warna dari badan air tersebut.



Gambar 10. Unit Pengolahan IPAL Komunal Ngudi Mulyo



Gambar 11 Unit Pengolahan RBC IPAL Komunal Ngudi Mulyo

4.2.2 IPAL Komunal Tirto Mili

IPAL Komunal Tirto Mili merupakan IPAL komunal yang terletak di Dusun Jongkang Desa Sariharjo Kecamatan Ngaglik Kabupaten Sleman yaitu pada titik koordinat $7^{\circ}44'58.2''S$ dan $110^{\circ}22'17.2''E$. IPAL komunal Tirto Mili dibangun pada tahun 2013 dengan luas 200 m^2 dan melayani sebanyak 306 KK. Kondisi Eksiting pada IPAL komunal Tirto Mili sangat baik, hal

tersebut dilihat berdasarkan kondisi IPAL komunal Tirto Mili yang sangat bersih dan terawat. Disebelah lokasi IPAL komunal Tirto Mili terdapat Sistem Pengolahan Air Minum (SPAM). Effluent dari hasil pengolahan IPAL dimanfaatkan untuk mengairi kolam ikan sebelum pada akhirnya dibalirkan ke badan air (sungai). Dilihat berdasarkan outletnya, effluent IPAL komunal Tirto Mili yang dibuang di badan air tidak menimbulkan bau ataupun mempengaruhi warna dari badan air tersebut.



Gambar 12 Unit Pengolahan IPAL Komunal Tirto Mili



Gambar 13 Unit Pengolahan RBC IPAL Komunal Tirto Mili

4.2.3 IPAL Komunal Guyup Makmur

IPAL Komunal Guyup Makmur merupakan IPAL komunal yang terletak di Dusun Trini Desa Trihanggo Kecamatan Gamping Kabupaten Sleman yaitu pada titik koordinat $7^{\circ}45'3''S$ dan $110^{\circ}21'5''E$. IPAL komunal Guyup Makmur dibangun pada tahun 2014 dengan luas 100 m^2 dan melayani sebanyak 80 KK. Kondisi Eksiting pada IPAL komunal Guyup Makmur cukup baik, hal tersebut dilihat berdasarkan kondisi IPAL yang cukup bersih. Namun apabila dilihat dari kondisi air yang berada pada IPAL Komunal tersebut terdapat beberapa sampah plastik serta ditemukan beberapa hewan seperti jentik-jentik nyamuk dan kecoa yang hidup di dalam IPAL Komunal Guyup Makmur. Hal tersebut memungkinkan akan berpengaruh terhadap mikroba yang terdapat pada IPAL Komunal Guyup Makmur.



Gambar 14 Unit Pengolahan IPAL Komunal Guyup Makmur

4.3 Survei Lokasi IPAL Komunal

Sebelum melakukan pengambilan sampel dan penentuan tiga lokasi IPAL komunal yang akan di teliti, penulis melakukan survei ke lokasi secara langsung pada masing-masing IPAL komunal sesuai pengklasifikasian yang sudah dilakukan. Survei lokasi bertujuan untuk memastikan kondisi IPAL yaitu terkait bisa atau tidaknya pengambilan sampel apabila dilakukan pada unit pengolahan masing-masing IPAL. Pada saat survei penulis juga melakukan koordinasi kepada pengurus masing-masing IPAL komunal mengenai perizinan pengambilan sampel

IPAL komunal. Survei lokasi dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada tanggal 23 Desember 2020, 18 Januari 2021 dan survei lokasi terakhir dilakukan pada tanggal 02 Februari 2021. Survei pertama dilakukan di 4 lokasi IPAL komunal, survei ke dua dilakukan di 8 lokasi IPAL komunal dan survei ke tiga dilakukan di 6 lokasi IPAL komunal. Dari hasil survei tersebut peneliti menentukan 3 IPAL komunal yang akan di teliti yaitu yaitu IPAL komunal Ngudi Mulyo yang terletak di Desa Sukoharjo, Kecamatan Nganglik, Kabupaten Sleman, IPAL komunal Tirto Mili yang terletak di Desa Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman dan IPAL komunal Guyub Makmur yang terletak di Desa Trihanggo, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman.



Tabel3 Data Hasil Survei IPAL Komunal

No	Nama IPAL	Lokasi	Tahun Pengadaan	Titik Koordinat	Ilustrasi Gambar Unit Pengolahan IPAL	Keterangan
1	IPAL Ngudi Mulyo	Dusun Mendiro Desa Sukoharjo Kecamatan Nganglik Kabupaten Sleman	2015	7°42'36.0"S 110°24'59.2"E		<ul style="list-style-type: none"> ● → Setler ● → ABR ● → AF ■ → RBC
2	IPAL Tirto Mili	Dusun Jongkang Desa Sariharjo Kecamatan Ngaglik Kabupaten Sleman	2013	7°44'58.2"S 110°22'17.2"E		<ul style="list-style-type: none"> ● → Setler ● → ABR ● → AF ■ → RBC
3	IPAL Guyup Makmur	Dusun Trini Desa Trihanggo Kecamatan Gamping Kabupaten Sleman	2014	7°45'3"S 110°21'5"E		<ul style="list-style-type: none"> ● → Setler ● → ABR ● → AF

4.4 Pengambilan Sampel

4.4.1 Persiapan Alat dan Sterilisasi Peralatan Sampling

Sebelum melakukan pengambilan sampel di lokasi IPAL komunal, peneliti mempersiapkan peralatan yang akan digunakan dan melakukan sterilisasi alat. Sterilisasi alat dilakukan di Laboratorium Biotek Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Peralatan yang di sterilisasi yaitu botol sample dengan ukuran 250 ml sebanyak 10 botol sampel. Sterilisasi botol sampel dilakukan dengan menggunakan oven selama satu jam dengan suhu 105° C. Sebelum dimasukkan ke dalam oven, botol sampel di cuci kemudian dikeringkan dan dibungkus rapat menggunakan alumunium foil. Sterilisasi dilakukan untuk mematikan semua organisme yang terdapat pada alat yang akan digunakan guna menciptakan suasana aseptis.

4.4.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan secara bertahap, dalam satu minggu peneliti melakukan pengambilan sampel pada dua titik lokasi IPAL Komunal. Setiap IPAL komunal di lakukan pengambilan 5 sampel, 1 sampel berasal dari inlet, 1 sampel dari outlet dan 3 sampel diambil dari unit pengolahan IPAL komunal. Proses pengambilan sampel pertama dilakukan di IPAL komunal Ngudi Mulyo dan IPAL komunal Tirto Mili pada tanggal 3 Februari 2021 pada pukul 08.00-11.00 WIB, sedangkan untuk IPAL Guyup Makmur dilakukan pada tanggal 16 Februari 2021 pukul 08.30-09.00 WIB. Sampel yang sudah di ambil kemudian dibawa ke Laboratorium Biotek Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia untuk dilakukan penelitian. Proses pengambilan sampel IPAL komunal Ngudi Mulyo dapat dilihat pada gambar 4.6, 4.7 dan 4.8, proses pengambilan sampel IPAL komunal Tirto Mili dapat dilihat pada gambar 6.9 dan 6.10 serta proses pengambilan sampe IPAL komunal Guyup Makmur dapat dilihat pada gambar 6.11.



Gambar 15 Pengambilan Sampel IPAL komunal Tirtomili



Gambar 16 Proses Pengambilan Sampel IPAL Komunal Tirto Mili



Gambar 17 Proses Pelabelan Sampel IPAL Komunal Tirtomili



Gambar 18 Proses Pengambilan Sampel IPAL Komunal Ngudi Mulyo



Gambar 19 Pengambilan Sampel Outlet IPAL Komunal Ngudi Mulyo



Gambar 20 Pengambilan Sampel IPAL Komunal Guyup Makmur

4.5 Pengujian Laboratorium

4.5.1 Direct Plating

Peneliti melakukan pengujian sampel dengan menggunakan metode *Direct Plating*. Pengujian laboratorium dengan metode *Direct Plating* dilakukan satu hari setelah pengambilan sampel. Penelitian dengan menggunakan metode *Direct Plating* dilakukan dengan melapisi kultur sel pada cawan petri dengan media pertumbuhan. Media pertumbuhan yang digunakan dalam metode ini yaitu media *Plate Count Agar (PCA)* dan media spesifik *Dilute Nutrient Broth (DNB)*. Metode *Direct Plating* dengan menggunakan media *Plate Count Agar (PCA)* membutuhkan waktu inkubasi selama kurang lebih 24 jam, sedangkan metode *Direct Plating* dengan menggunakan media spesifik *Dilute Nutrient Broth (DNB)* memerlukan waktu kurang lebih selama 14 hari. Perhitungan koloni pada media PCA dilakukan untuk menghitung keseluruhan bakteri total (semua jenis bakteri) karena PCA mengandung komposisi yang dapat digunakan untuk menumbuhkan semua jenis bakteri dengan waktu yang cepat sehingga sangat efektif digunakan untuk uji TPC (*Total Plate Count*). Sedangkan perhitungan koloni pada media spesifik DNB digunakan untuk memperkaya koloni yang didapat, pemilihan media DNB dalam menumbuhkan koloni dikarenakan media DNB memiliki komposisi yang menyebabkan pertumbuhan mikroba menjadi lebih lambat sehingga mencegah terjadinya pertumbuhan mikroba dari luar yang tidak diinginkan. Hasil perhitungan koloni pada media PCA dan media spesifik DNB dalam CFU/ml pada masing-masing IPAL komunal dapat dilihat sebagai berikut :

A. IPAL Komunal Tirto Mili



Gambar 21 Hasil Perhitungan Koloni PCA IPAL Komunal Tirto Mili



Gambar 22 Hasil Perhitungan Koloni DNB IPAL Komunal Tirto Mili

Hasil perhitungan koloni pada media *Plate Count Agar* (PCA) dalam CFU/ml diketahui bahwa total koloni pada inlet, proses 1, proses 2, RBC dan outlet IPAL komunal Tirto Mili secara berurutan adalah 57×10^6 , 232×10^5 , 76×10^6 , 25×10^6 dan 297×10^5 . Sedangkan untuk perhitungan koloni pada media spesifik *Dilute Nutrient Broth* (DNB) dalam CFU/ml diketahui bahwa total koloni pada inlet, proses 1, proses 2, RBC dan outlet IPAL komunal Tirto Mili secara berurutan adalah 27×10^6 , 59×10^5 , 228×10^5 , 134×10^5 dan 2365×10^4 .



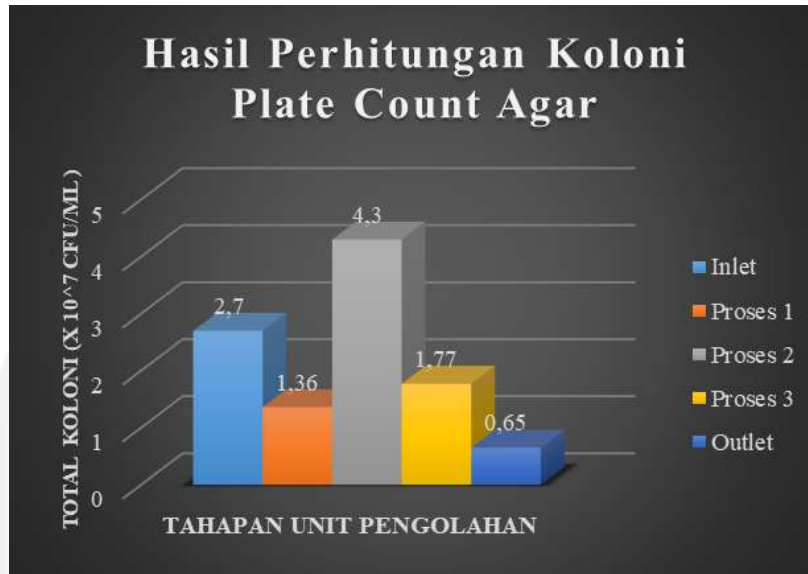
Gambar 23 Hasil Perhitungan Koloni PCA IPAL Komunal Ngudi Mulyo



Gambar 24 Hasil Perhitungan DNB IPAL Komunal Ngudi Mulyo

Hasil perhitungan koloni pada media *Plate Count Agar (PCA)* dalam CFU/ml diketahui bahwa total koloni pada inlet, proses 1, proses 2, RBC dan outlet IPAL komunal Ngudi Mulyo secara berurutan adalah 37×10^6 , 275×10^5 , 166×10^5 , 43×10^6 dan 277×10^6 . Sedangkan untuk perhitungan koloni pada media spesifik *Dilute Nutrient Broth (DNB)* dalam CFU/ml diketahui bahwa total koloni pada inlet, proses 1, proses 2, RBC dan outlet IPAL komunal Ngudi Mulyo secara berurutan adalah 4×10^6 , 3×10^5 , 142×10^5 , 87×10^5 dan 126×10^5 .

B. IPAL Komunal Guyup Makmur

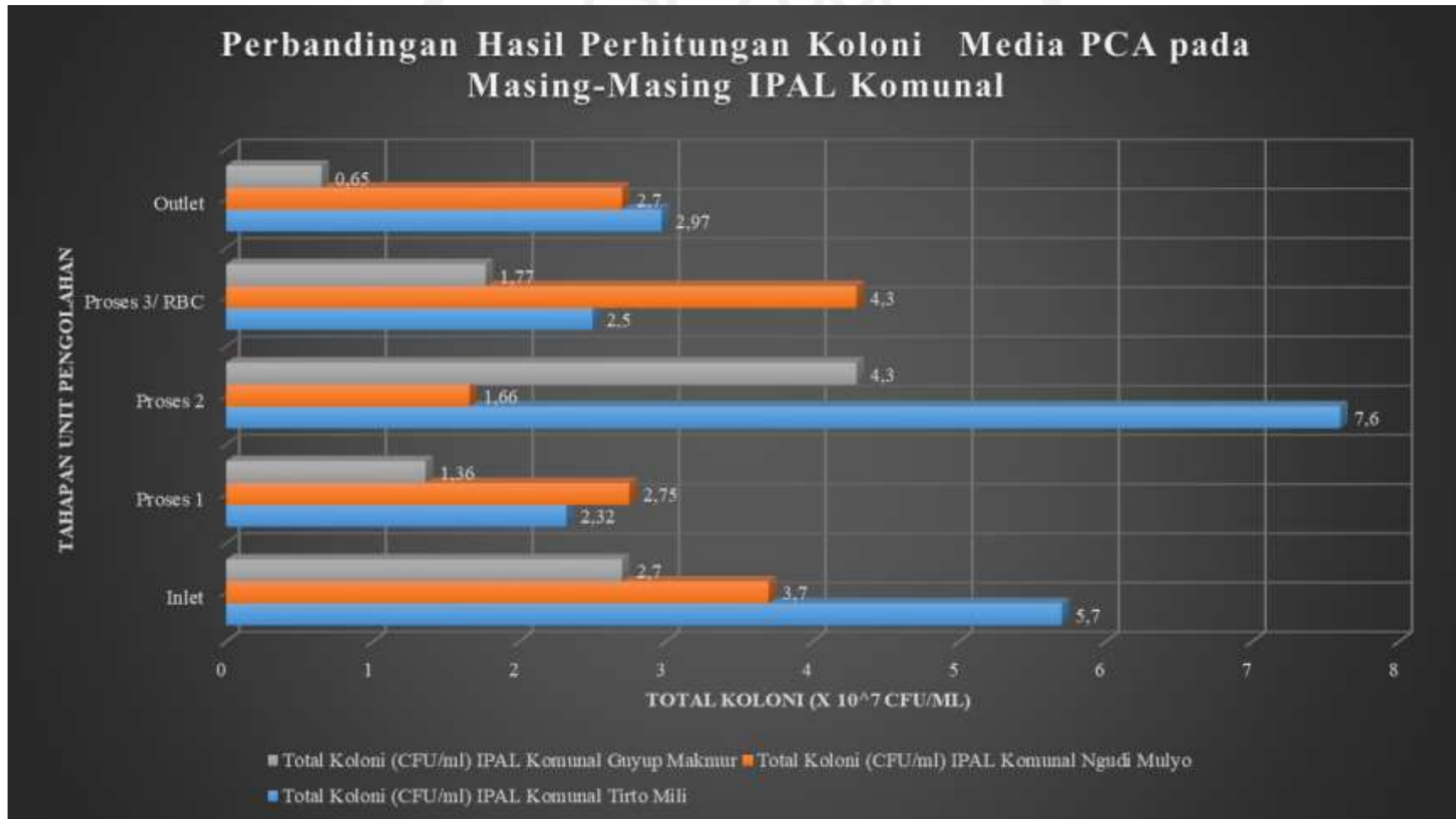


Gambar 25 Hasil Perhitungan Koloni PCA IPAL Komunal Guyup Makmur

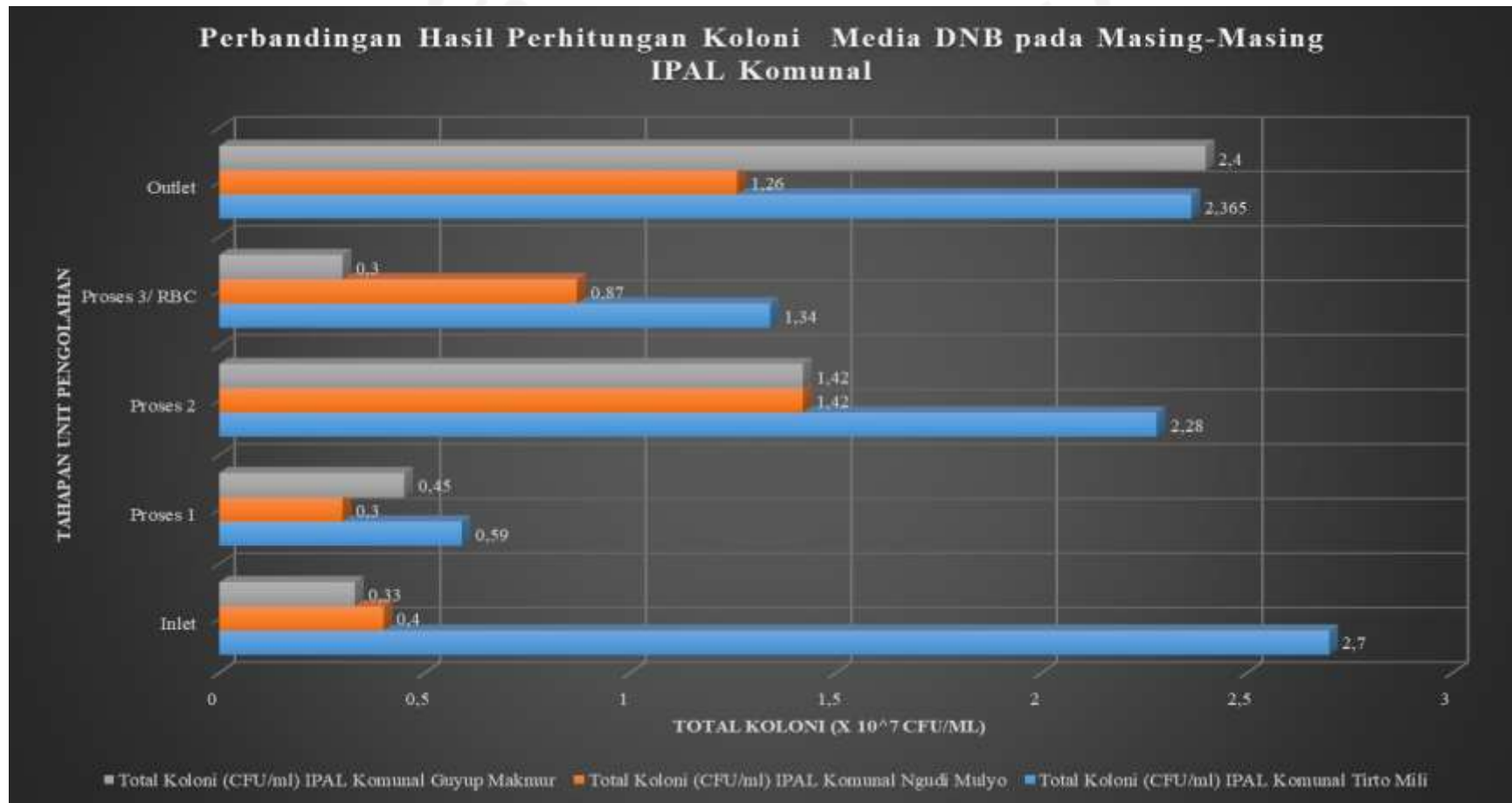


Gambar 26 Hasil Perhitungan Koloni DNB IPAL Komunal Guyup Makmur

Hasil perhitungan koloni pada media *Plate Count Agar* (PCA) dalam CFU/ml diketahui bahwa pada inlet, proses 1, proses 2, proses 3 dan outlet IPAL komunal Guyup Makmur secara berurutan adalah 27×10^6 , 136×10^5 , 43×10^6 , 177×10^5 dan 65×10^5 . Sedangkan untuk perhitungan koloni pada media spesifik *Dilute Nutrient Broth* (DNB) dalam CFU/ml diketahui bahwa total koloni pada inlet, proses 1, proses 2, RBC dan outlet IPAL komunal Guyup Makmur secara berurutan adalah 33×10^5 , 45×10^5 , 142×10^5 , 3×10^6 dan 24×10^6 .



Gambar 27 Perbandingan Hasil Perhitungan Koloni Media PCA Tiap IPAL Komunal



Gambar 28 Perbandingan Hasil Prhitungan Koloni pada Media DNB Tiap IPAL Komunal

4.5.2 Morfologi Koloni

Identifikasi morfologi koloni dilakukan pada koloni yang tumbuh di media spesifik *Dilute Nutrient Broth (DNB)*. Identifikasi dilakukan untuk mengetahui morfologi koloni yang dominan pada tiap unit pengolahan IPAL komunal serta untuk dilakukan pengelompokkan morfologi koloni serupa yang kemudian akan di biakkan pada media NA miring untuk dilakukan pewarnaan gram. Identifikasi koloni dilakukan dengan mengacu pada beberapa spesifikasi diantaranya yaitu bentuk koloni, tepian koloni, ukuran koloni dan warna koloni. Dari hasil identifikasi morfologi koloni dapat diketahui beberapa tipe morfologi koloni dan didapatkan hasil secara kuantitatif sebagai berikut:

Tabel 4 Tipe Morfologi Koloni IPAL Komunal

No	Kode	Bentuk Koloni	Bentuk Tepian Koloni	Ukuran Koloni	Warna Koloni
1	A	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu
2	B	Circular	Rata	Small	Putih Susu
3	C	Circular	Rata	Moderate	Putih Susu
4	D	Circular	Rata	Large	Putih Susu
5	E	Filamentous	Bergerigi	Punctiform	Putih Susu
6	F	Filamentous	Bergerigi	Small	Putih Susu
7	G	Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu
8	H	Filamentous	Bergerigi	Large	Putih Susu
9	I	Rizoid	Bergerigi	Punctiform	Putih Susu
10	J	Rizoid	Bergerigi	Small	Putih Susu
11	K	Rizoid	Bergerigi	Moderate	Putih Susu
12	L	Rizoid	Bergerigi	Large	Putih Susu

A. IPAL Komunal Tirto Mili

Berikut merupakan hasil kuantitatif dari identifikasi morfologi koloni IPAL komunal Tirto Mili berdasarkan tipe morfologi koloni yang berada pada IPAL Komunal dapat dilihat pada gambar 4.20 sebagai berikut :



Gambar 29 Dominasi Mikroba IPAL Komunal tirto Mili Berdasarkan Morfologi Koloni

Dari hasil identifikasi diketahui bahwa mikroba dominan yang terdapat pada IPAL komunal Tirto Mili berdasarkan morfologi koloninya yaitu koloni dengan tipe morfologi A. Morfologi koloni A memiliki bentuk *circular*, tepian koloni rata dengan ukuran *punctiform* dan berwarna putih susu. Morfologi koloni dengan tipe tersebut diketahui mendominasi sebanyak 44% dari keseluruhan tipe morfologi yang terdapat pada IPAL komunal Tirto Mili.

B. IPAL Komunal Ngudi Mulyo

Berikut merupakan hasil kuantitatif dari identifikasi morfologi koloni IPAL komunal Ngudi Mulyo berdasarkan tipe morfologi koloni yang berada pada IPAL Komunal dapat dilihat pada gambar 4.21 sebagai berikut :



Gambar 30 Dominasi Mikroba IPAL Komunal Ngudi Mulyo Berdasarkan Morfologi Koloni

Dari hasil identifikasi diketahui bahwa mikroba dominan yang terdapat pada IPAL komunal Ngudi Mulyo berdasarkan morfologi koloninya yaitu koloni dengan tipe morfologi A dan B. Morfologi koloni A memiliki bentuk *circular*, tepian koloni rata dengan ukuran *punctiform* dan berwarna putih susu sedangkan morfologi koloni tipe B memiliki bentuk *circular*, tepian koloni rata dengan ukuran *small* dan berwarna putih susu. Morfologi koloni dengan tipe A diketahui mendominasi sebanyak 21 % dan tipe B mendominasi sebanyak 21% dari keseluruhan tipe morfologi yang terdapat pada IPAL komunal Ngudi Mulyo.

C. IPAL Komunal Guyup Makmur

Berikut merupakan hasil kuantitatif dari identifikasi morfologi koloni IPAL komunal Ngudi Mulyo berdasarkan tipe morfologi koloni yang berada pada IPAL Komunal dapat dilihat pada gambar 4.21 sebagai berikut:



Gambar 31 Dominasi Mikroba IPAL Komunal Guyup Makmur Berdasarkan Morfologi Koloni

Dari hasil identifikasi diketahui bahwa mikroba dominan yang terdapat pada IPAL komunal Guyup Makmur berdasarkan morfologi koloninya yaitu koloni dengan tipe morfologi G. Morfologi koloni G memiliki bentuk *Filamentous*, tepian koloni bergerigi dengan ukuran *Moderate* dan berwarna putih susu. Morfologi koloni dengan tipe tersebut diketahui mendominasi sebanyak 40% dari keseluruhan tipe morfologi yang terdapat pada IPAL komunal Guyup Makmur.

D. Perbandingan Hasil Identifikasi Mikroba IPAL Komunal Berdasarkan Morfologi Koloni

Perbandingan hasil identifikasi mikroba dominan berdasarkan morfologi koloni dapat dilihat pada gambar 2.23 sebagai berikut :



Gambar 32 Perbandingan Dominasi Mikroba Tiap IPAL Komunal Berdasarkan Morfologi Koloni

4.5.3 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 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. Pengamatan sel diantaranya yaitu pengamatan bentuk sel dan warna sel yang menunjukkan bahwa sel merupakan gram positif atau gram negatif. Sel mikroba yang merupakan gram positif akan mengikat gram A/ *Kristal Violet* yang lebih dominan berwarna ungu, sedangkan mikroba dengan sel gram negatif akan mengikat gram D/ *Fuchsin Basa* yang lebih dominan berwarna merah. 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:

A. IPAL Komunal Tirto Mili



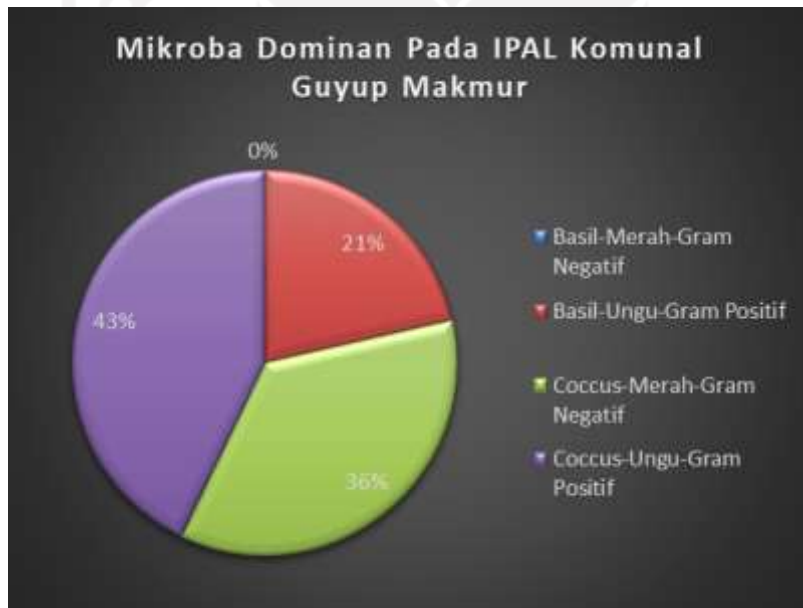
Gambar 33 Mikroba Dominan Pada IPAL Komunal Tirto Mili Berdasarkan Pengamatan sel pada Pewarnaan Gram

B. IPAL Komunal Ngudi Mulyo



Gambar 34 Mikroba Dominan Pada IPAL Komunal Ngudi Mulyo Berdasarkan Pengamatan sel pada Pewarnaan Gram

C. IPAL Komunal Guyup Makmur



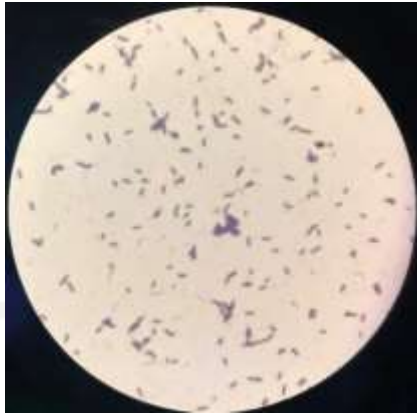
Gambar 35 Mikroba Dominan Pada IPAL Komunal Guyup Makmur Berdasarkan Pengamatan sel pada Pewarnaan Gram

D. Perbandingan Hasil Identifikasi Mikroba Dominan IPAL Komunal Berdasarkan Identifikasi Sel dengan Pengecatan Gram

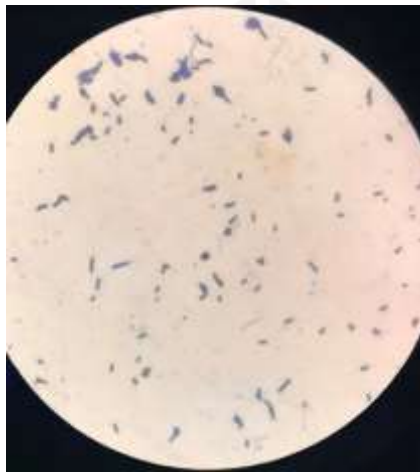


Gambar 36 Perbandingan Dominasi Mikroba Tiap IPAL Komunal Berdasarkan Identifikasi Sel pada Pengecatan Gram

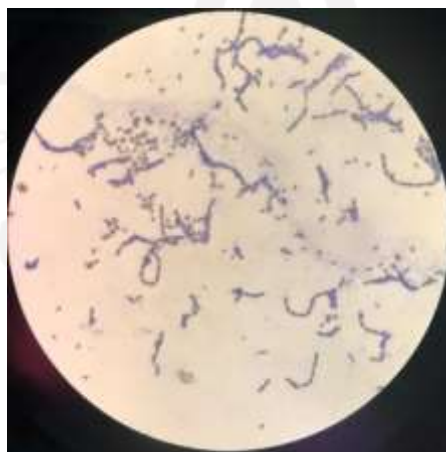
Dari data diatas dapat diketahui bahwa mikroba dominan pada IPAL komunal Tirto mili merupakan mikroba dengan bentuk sel coccus berwarna merah yang merupakan gram negatif. Mikroba dominan pada IPAL komunal Ngudi Mulyo adalah mikroba dengan bentuk sel coccus berwarna ungu yang merupakan gram positif. Sedangkan untuk mikroba dominan pada IPAL Guyup Makmur adalah jenis mikroba yang memiliki bentuk sel coccus berwarna ungu yang merupakan gram positif. Beberapa contoh bentuk sel dan warna sel pada pengamatan sel dengan menggunakan mikroskop dapat dilihat pada gambar 4.28, 4.29, 4.30 dan 4.31.



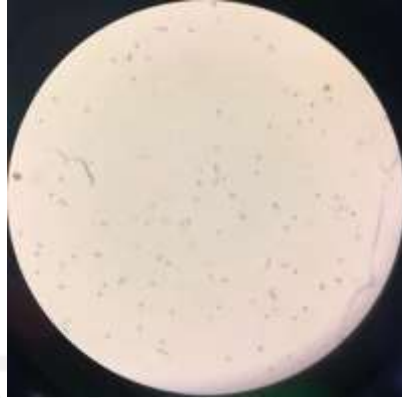
Gambar 37 Bentuk Sel Basil Berwarna Merah (Gram Negatif)



Gambar 38 Bentuk Sel Basil Berwarna Ungu (Gram Positif)



Gambar 39 Bentuk Sel Coccus Berwarna Merah (Gram Negatif)



Gambar 40 Bentuk Sel Coccus Berwarna Ungu (Gram Positif)

4.6 Pemetaan Mikrob Dominan

Dari dominasi mikroba yang telah diidentifikasi dari tiap IPAL Komunal, maka data tersebut dapat digunakan untuk pemetaan mikroba dalam upaya mengetahui jenis mikroba yang ada dari sampel.

4.6.1 IPAL Komunal Guyup Makmur

Sesuai dengan deskripsi lokasi dari survey lapangan, kondisi unit pengolahan pada IPAL Komunal Guyup Makmur, area IPAL komunal cukup bersih akan tetapi masih ditemukan beberapa sampah plastik dan beberapa hewan seperti jentik-jentik nyamuk dan kecoa yang berada pada unit pengolahan IPAL Komunal. Pengurus melakukan pengontrolan kinerja IPAL Komunal dalam interval waktu bulanan yang tidak terjadwal. Sehingga dominasi mikroba yang ada pada IPAL terpengaruhi.

Kondisi IPAL Komunal Guyup Makmur tersebut berpengaruh terhadap dominasi bakteri yang terdapat pada IPAL Komunal. Hal tersebut diketahui berdasarkan hasil analisa dan identifikasi laboratorium yang dilakukan oleh peneliti. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa dominasi bakteri pada IPAL komunal Guyup Makmur yaitu Bakteri dengan struktur morfologi berbentuk *Filamentous*, tepian koloni bergerigi dengan ukuran *Moderate* dan berwarna putih susu. Morfologi koloni dengan tipe tersebut diketahui mendominasi sebanyak 40% dari keseluruhan tipe morfologi yang terdapat pada IPAL komunal Guyup Makmur. Dominasi mikroba lain yaitu mikroba dengan dengan struktur morfologi berbentuk *Rizoid*, tepian koloni

bergerigi dengan ukuran *Large* dan berwarna putih susu. Sedangkan berdasarkan pengamatan sel dengan pewarnaan gram, sel bakteri dominan yaitu bakteri dengan bentuk sel coccus dan merupakan gram positif. IPAL Komunal Guyup Makmur menggunakan sistem pengolahan anaerobik. Pada sistem anaerobik, bakteri Filamen termasuk bakteri berbahaya yang dapat memengaruhi kinerja IPAL. Bakteri patogen seperti bakteri *E. coli* memiliki bentuk morfologi koloni berbentuk filamentous dengan sel yang merupakan gram negatif, serta bakteri *Microthrix* yang berperan sebagai stabilizer busa pada IPAL Komunal. Akibatnya, busa tersebut sulit menghilang, dan menyebabkan kinerja IPAL menurun. Terdapat bakteri pencemar lain dengan bentuk sel basil dan ada beberapa yang berbentuk coccus dengan gram positif yaitu bakteri *Clostridium*, bakteri tersebut merupakan bakteri yang dapat menyebabkan diare (Smeaton, 2017).

Penurunan kinerja IPAL ini berupa limit effluent yang melebihi batas dan berkurangnya efisiensi treatment. Selain itu, adanya busa juga akan mempersulit pembersihan sludge, yang berujung pada meningkatnya pengeluaran dana operasional dalam mengelola IPAL tersebut (Heard, 2008). Atas hal berikut, dominasi bakteri Filamen disebabkan kurang adanya kontrol oleh pihak pengelola IPAL Komunal Guyup Makmur, sehingga dominasi bakteri pencemar lebih kuat daripada bakteri pengurai.

Berdasarkan pengamatan morfologi dan kondisi IPAL Komunal Guyup Makmur yang demikian serta mengacu pada referensi penelitian dan teori yang ada maka dapat diasumsikan bahwa jenis bakteri yang paling mendominasi memiliki ciri morfologi yang mendekati dengan ciri morfologi dan ciri sel dengan bakteri pada genus *Microthrix*. Hal ini dapat disimpulkan dari morfologi *Microthrix* yang berbentuk filamen dan memiliki gram positif, sekaligus sebagai bakteri yang memiliki kapabilitas dalam memproduksi busa dalam kondisi aerobik dan mampu stabilisasi busa pada kondisi anaerobik. Dan untuk bakteri ke dua yang mendominasi pada IPAL Komunal Guyup Makmur memiliki ciri morfologi yang mendekati dengan ciri morfologi dan ciri sel dengan bakteri pada genus *Clostridium* yang memiliki ciri morfologi dengan bentuk rizoid, bentuk sel coccus dan merupakan gram positif.

4.6.2 IPAL Komunal Tirto Mili dan Ngudi Mulyo

IPAL Komunal Tirto Mili didominasi oleh mikroba dengan ciri morfologi koloni berbentuk *circular*, tepian koloni rata dengan ukuran *punctiform* serta berwarna putih susu yang mendominasi sebanyak 44% dan oleh mikroba dengan ciri morfologi koloni berbentuk *Filamentous*, tepian koloni bergerigi dengan ukuran *small* serta berwarna putih susu yang mendominasi sebanyak 15%. Sedangkan berdasarkan pewarnaan gram didominasi oleh mikroba dengan bentuk sel coccus yang merupakan gram negatif. Dominasi mikroba untuk IPAL komunal Ngudi Mulyo didominasi oleh mikroba dengan ciri morfologi koloni berbentuk *circular*, tepian koloni rata dengan ukuran *punctiform* dan *small* serta berwarna putih susu. Sedangkan berdasarkan pewarnaan gram didominasi oleh mikroba dengan bentuk sel coccus yang merupakan gram positif. Bakteri pencemar seperti *E. coli* dan bakteri *M. Parvicella* sebagai bakteri pencemar pada IPAL komunal dengan ciri morfologi berbentuk filamentous dengan gram negatif untuk bakteri *E. coli* dan gram positif untuk bakteri *Microthrix* dan bakteri dengan ciri morfologi berbentuk rizoid seperti bakteri *Clostridium* diketahui tidak mendominasi pada IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan IPAL Komunal Tirto Mili. Hal tersebut dapat diketahui dari identifikasi morfologi mikroba pada IPAL komunal yang menunjukkan bahwa mikroba dengan ciri morfologi berbentuk filamentous dengan gram positif maupun negatif serta mikroba dengan ciri morfologi berbentuk rizoid dengan gram positif memiliki presentase yang rendah.

Kesimpulan kecilnya persentase bakteri pencemar filamen ini sekaligus juga menunjukkan bahwa dominasi ada pada bakteri pengurai. Hal ini juga didukung dengan kondisi eksisting IPAL yang dikelola baik oleh pengurus IPAL tersebut, sehingga memperbesar dominasi bakteri pengurai dengan adanya perawatan yang intens. Sistem pengolahan dari Tirto Mili dan IPAL Komunal Ngudi Mulyo sebanding dengan prinsip anaerobic digestion, yang meliputi penggunaan unit jenis Anaerobic Baffled Reactor (ABR), Anaerobic Filter (AF) dan Rotation Biological Contractor (RBC). Dalam

pengolahan anaerobic digestion pada jenis ABR yang diteliti oleh Malakahmad, Amirhossein & Zain (2009). , didapati dominasi bakteri secara kuantitatif sebagai berikut:

Tabel 5 Tabel Kuantitatif Bakteri

Bacteria species	Percentage
Methanobacterium	4%
Methanosprilium	2%
Methanococcus	21%
Methanosarcina	16%
Methanotrix	15%
Cintrobacteroloini	7%
Cintrofermonas	5%
Proteolytic Eubacterium	6%
Acetobacterium	4%
Biofidobacteria	3%
Bacteroides	7%
Streptococi	5%
Entrobacteriaceoe	3%

Jenis bakteri *methanogenic* tersusun dari jenis gram positif dan negatif dengan berbagai macam bentuk. Pada pengolahan *anaerobic digestion*, jenis *methanogenic* adalah mikroba yang menjadi dominan. Berdasarkan pengamatan morfologi dan kondisi IPAL Komunal Tirto Mili dan IPAL Komunal Ngudi Mulyo yang demikian serta mengacu pada referensi penelitian dan teori yang ada maka dapat diasumsikan bahwa jenis bakteri yang paling mendominasi memiliki ciri morfologi yang mendekati dengan ciri morfologi dan ciri sel dengan jenis bakteri kelas *Methanobacteria*. Bakteri *Methanobacteria* meliputi *Methanobacterium*, *Methanobacillus*, *Methanococcus*, dan *Methanosarcina*. Dan dominasi mikrobiologi ke dua pada IPAL Komunal Tirto Mili dengan presentase 15% diasumsikan bahwa jenis bakteri tersebut memiliki ciri morfologi yang mendekati dengan ciri morfologi dan ciri sel dengan bakteri pada genus *Clostridium* yang memiliki ciri morfologi dengan bentuk rizoid, bentuk sel coccus dan merupakan gram positif.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan tujuan penelitian pada BAB I, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian diketahui bahwa IPAL Komunal Tirto Mili didominasi oleh mikroba dengan ciri morfologi koloni berbentuk *circular*, tepian koloni rata dengan ukuran *punctiform* serta berwarna putih susu yang mendominasi sebanyak 44% dan oleh mikroba dengan ciri morfologi koloni berbentuk *filamentous*, tepian koloni bergerigi dengan ukuran *small* serta berwarna putih susu yang mendominasi sebanyak 15%. Sedangkan berdasarkan pewarnaan gram didominasi oleh mikroba dengan bentuk sel coccus yang merupakan gram negatif. Berdasarkan pengamatan morfologi dan kondisi IPAL Komunal Tirto Mili yang demikian serta mengacu pada referensi penelitian dan teori yang ada maka dapat diasumsikan bahwa jenis bakteri yang paling mendominasi memiliki ciri morfologi yang mendekati dengan ciri morfologi dan ciri sel dengan jenis bakteri kelas *Methanobacteria*. Bakteri *Methanobacteria* meliputi *Methanobacterium*, *Methanobacillus*, *Methanococcus*, dan *Methanosarcina*.

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa dominasi bakteri pada IPAL komunal Guyup Makmur yaitu Bakteri dengan struktur morfologi berbentuk *filamentous*, tepian koloni bergerigi dengan ukuran *moderate* dan berwarna putih susu. Morfologi koloni dengan tipe tersebut diketahui mendominasi sebanyak 40% dari keseluruhan tipe morfologi yang terdapat pada IPAL komunal Guyup Makmur. Dominasi mikroba lain yaitu mikroba dengan dengan struktur morfologi berbentuk *rizoid*, tepian koloni bergerigi dengan ukuran *large* dan berwarna putih susu. Sedangkan berdasarkan pengamatan sel dengan pewarnaan gram, sel bakteri dominan yaitu bakteri dengan bentuk sel coccus dan merupakan

gram positif. Berdasarkan pengamatan morfologi dan kondisi IPAL Komunal Guyup Makmur yang demikian serta mengacu pada referensi penelitian dan teori yang ada maka dapat diasumsikan bahwa jenis bakteri yang paling mendominasi memiliki ciri morfologi yang mendekati dengan ciri morfologi dan ciri sel dengan bakteri pada genus *Microthrix*. Dan untuk bakteri ke dua yang mendominasi pada IPAL Komunal Guyup Makmur memiliki ciri morfologi yang mendekati dengan ciri morfologi dan ciri sel dengan bakteri pada genus *Clostridium* yang memiliki ciri morfologi dengan bentuk rizoid, bentuk sel coccus dan merupakan gram positif.

Dominasi mikroba untuk IPAL komunal Ngudi Mulyo didominasi oleh mikroba dengan ciri morfologi koloni berbentuk *circular*, tepian koloni rata dengan ukuran *punctiform* dan *small* serta berwarna putih susu. Sedangkan berdasarkan pewarnaan gram didominasi oleh mikroba dengan bentuk sel coccus yang merupakan gram positif. Berdasarkan pengamatan morfologi dan kondisi IPAL Komunal Ngudi Mulyo yang demikian serta mengacu pada referensi penelitian dan teori yang ada maka dapat diasumsikan bahwa jenis bakteri yang paling mendominasi memiliki ciri morfologi yang mendekati dengan ciri morfologi dan ciri sel dengan jenis bakteri kelas *Methanobacteria*. Bakteri *Methanobacteria* meliputi *Methanobacterium*, *Methanobacillus*, *Methanococcus*, dan *Methanosarcina*.

5.2 Saran

Saran yang perlu diberikan setelah melakukan penelitian ini adalah :

1. Perlu adanya penelitian lanjutan terkait mikroba yang terdapat pada IPAL komunal di Kabupaten Sleman untuk menganalisis lebih lanjut keoptimalan kinerja IPAL komunal ditinjau dari parameter biologi yaitu mikroba yang bekerja pada IPAL komunal.
2. Perlu adanya evaluasi kinerja IPAL komunal di Kabupaten Sleman dengan perbandingan keberhasilan IPAL komunal dikaitkan dengan mikroba pengurai yang terdapat pada IPAL komunal.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika kabupaten sleman. 2015. *Sleman Dalam Angka 2015*. BPS, Sleman.
- Badan Pusat Statistika kabupaten sleman. 2017. *Sleman Dalam Angka 2017*. BPS, Sleman.
- Bappeda Kabupate Sleman. 2020. Dari <https://bappeda.slemankab.go.id/peta-tata-guna-lahan>. Diakses pada tanggal 5 Oktober 2020, Waktu 14.05
- Carawan, R. E. 1979. *Spinoff on Wastewater Treatment of Food Processing Effluent*. Extention Special report No. AM-18J. January,1979.
- Fajarwati, A. 2008. *Perencanaan Sistem Penyaluran Air Buangan Domestik Kota Palembang (Studi Kasus: Kecamatan Ilir Timur I dan Kecamatan Ilir II Timur II)*. Program Studi Trknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Jackson, M.R., Meschke, J.S., Simmons, J., dan Isaksen, T.B. 2018. Fecal Coliform Concentration in Effluent from Ultraviolet Disinfection Units Installed in Onsite WasteWater Treatment System. *Journal of Water & Health*. Volume 17. Nomor 1. Halaman 113-123.
- Karyadi, L. 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 Fakultas Ilmu Sosial Dan Ekonomi: Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Kaswinarni, F. 2007. *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lathifah,dkk. 2019. *Modul Praktikum Mikrobiologi Lingkungan*. Universitas Islam Indonesia.
- Numberger, D., Ganzert, L., Zoccarato, L., Muhldohfer, K.,. 2019. Characterization of Bacterial Communities in wWastewater With Enhaced Taxonomic Resolution by Full-Lenght 16s rRNA Sequencing. *Scientific Report* 9, 9673. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-46015-z>
- Pratiwi, A.D., Widyorini, N., dan Rahman A. 2019. Analisis Kualitas Perairan berdasarkan Total Bakteri Coliform di Sungai Plambon Semarang. *Jurnal of Maquares*. Volume 8. Nomor 3. Halaman 211-220
- Ranudi, Ratnawilis Safisani. 2018. *Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal di Kabupaten Sleman*. Yogyakarta. Dspace UII.
- Ratnawati, Darmayasa. 2012. *Uji Kandungan Unsur Radioaktif dan Bakteri Pencemar Escheriacoli Pada Limbah Pasar Badung*. Bali: Universitas Udayana

Republik Indonesia. Peraturan Menteri Lingkungan hidup dan Kehutanan Nomor P 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan republik Indonesia, Jakarta.

Sleman, B.K., 2010. *Buku Putih Sanitasi Kawasan Perkotaan Kabupaten Sleman*. Yogyakarta: Bappeda.

Suwardani, Ni Made ukir. 1998. *Kualitas Air Sungai Badung Selama Musim Penghujan Ditinjau dari Kandungan Coliform dan E. Coli*. Jimbaran: Universitas Udayana.



LAMPIRAN A

PROSES PENGAMBILAN SAMPEL AIR

Lampiran A 1. Proses Penyemprotan Botol Sampel dengan Alkohol 70% Sebelum Pengambilan Sampel Air Limbah



Lampiran A 2. Pengambilan Sampel Air IPAL Komunal Tirto Mili



Lampiran A 3. Proses Pelabelan Botol Sampel



Lampiran A 4. Pengambilan Sampel Air IPAL Komunal Ngudi Mulyo



Lampiran A 5. Pengambilan Sampel Air Outlet IPAL Komunal Ngudi Mulyo



LAMPIRAN B

PROSES PENGUJIAN DI LABORATORIUM

Lampiran B 1. Pembuatan Media dengan Media Spesifik *Dilute Nutrient Broth*



Lampiran B 2. Proses Penuangan Media Ke Cawan Petri



Lampiran B 3. Penambahan Sampel Kedalam Cawan Petri Berisi Media



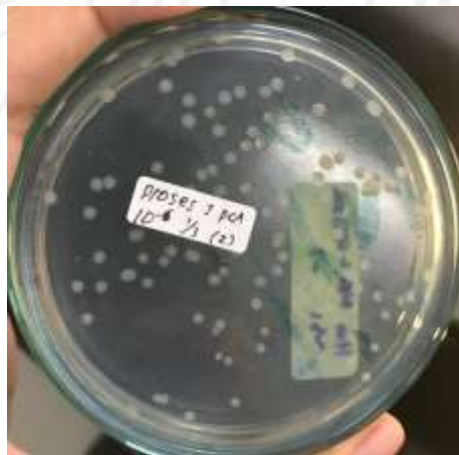
Lampiran B 4. Proses Pewarnaan Gram



Lampiran B 5. Proses pengamatan sel hasil pengecatan gram dengan menggunakan mikroskop



Lampiran B 6. Contoh Koloni pada Media yang dapat dilakukan Perhitungan dalam CFU/ml



Lampiran B 7. Contoh Koloni pada Media yang tidak dapat dilakukan Perhitungan dalam CFU/ml karena melebihi 300 koloni



Lampiran B 8. Contoh Koloni pada Media yang tidak dapat dilakukan Perhitungan dalam CFU/ml karena jumlah koloni kurang dari 30



Lampiran B 9. Contoh Koloni Spreader pada Media sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan jumlah koloni dalam CFU/ml



LAMPIRAN C

DATA HASIL IDENTIFIKASI

Lampiran C 1. Data Identifikasi Morfologi Koloni IPAL Komunal Tirto Mili

No	Kode Isolat	Bentuk Koloni	Bentuk Tepian Koloni	Ukuran Koloni	Warna Koloni	Elevasi
1	Inlet 10-5 (1)	Circular	Rata	Small	Putih Susu	Cembung
		Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Cembung
2	Inlet 10-5 (2)	Filamentous	Bergerigi	Small	Putih Susu	Datar
3	Inlet 10-6 (1)	Filamentous	Bergerigi	Small	Putih Susu	Datar
4	Inlet 10-6 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
5	Inlet 10-7 (1)	Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
6	Inlet 10-7 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
7	Proses 1, 10-5 (1)	Filamentous	Bergerigi	Large	Putih Susu	Cembung
		Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Cembung
8	Proses 1, 10-5 (2)	Filamentous	Rata	Moderate	Putih Susu	Datar
		Rizoid	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Cembung
9	Proses 1, 10-6 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
10	Proses 1, 10-6 (2)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
11	Proses 1, 10-7 (1)	Circular	Rata	Small	Putih Susu	Datar
12	Proses 1, 10-7 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
13	Proses 2, 10-5 (1)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
		Circular	Rata	Small	Putih Susu	Datar
14	Proses 2, 10-5 (2)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
		Filamentous	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
15	Proses 2, 10-6 (1)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
16	Proses 2, 10-6 (2)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
17	Proses 2, 10-7 (1)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
18	Proses 2, 10-7 (2)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
		Filamentous	Bergerigi	Small	Putih Susu	Cembung
19	RBC 10-5 (1)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Cembung
		Rizoid	Bergerigi	Punctiform	Putih Susu	Cembung
20	RBC 10-5 (2)	Circular	Rata	Small	Putih Susu	Datar
		Rizoid	Bergerigi	Large	Putih Susu	Cembung
21	RBC 10-6 (1)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
22	RBC 10-6 (2)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
		Filamentous	Rata	Small	Putih Susu	Datar
23	RBC 10-7 (1)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
24	RBC 10-7 (2)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
		Filamentous	Bergerigi	Small	Putih Susu	Cembung
25	Outlet 10-5 (1)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
26	Outlet 10-5 (2)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
		Circular	Rata	Small		Datar
27	Outlet 10-6 (1)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
		Circular	Rata	Small	Putih Susu	Datar
28	Outlet 10-6 (2)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
29	Outlet 10-7 (1)	Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
30	Outlet 10-7 (2)	Circular	Rata	Moderate	Putih Susu	Datar

Lampiran C 2. Data Identifikasi Morfologi Koloni IPAL Komunal Ngudi Mulyo

No	Kode Isolat	Bentuk Koloni	Bentuk Tepian Koloni	Ukuran Koloni	Warna Koloni	Elevasi
1	Inlet 10-5 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
2	Inlet 10-5 (2)	Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
3	Inlet 10-6 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
4	Inlet 10-6 (2)	Spreader	-	-	-	-
5	Inlet 10-7 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
6	Inlet 10-7 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
7	Proses 1, 10-5 (1)	Rizoid	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
		Filamentous	Bergerigi	Small	Putih Susu	Datar
8	Proses 1, 10-5 (2)	Rizoid	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
		Circular	Rata	Small	Putih Susu	Datar
9	Proses 1, 10-6 (1)	Circular	Rata	Small	Putih Susu	Datar
10	Proses 1, 10-6 (2)	Circular	Rata	Small	Putih Susu	Cembung
11	Proses 1, 10-7 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
12	Proses 1, 10-7 (2)	Rizoid	Bergerigi	Large	Putih Susu	Cembung
13	Proses 2, 10-5 (1)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
		Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
14	Proses 2, 10-5 (2)	Circular	Rata	Small	Putih Susu	Datar
		Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
15	Proses 2, 10-6 (1)	Spreader	-	-	-	-
16	Proses 2, 10-6 (2)	Spreader	-	-	-	-
17	Proses 2, 10-7 (1)	Spreader	-	-	-	-
18	Proses 2, 10-7 (2)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
19	RBC 10-5 (1)	Filamentous	Bergerigi	Punctiform	Putih Susu	Cembung
20	RBC 10-5 (2)	Spreader	-	-	-	-
21	RBC 10-6 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
22	RBC 10-6 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
23	RBC 10-7 (1)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
24	RBC 10-7 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
25	Outlet 10-5 (1)	Spreader	-	-	-	-
26	Outlet 10-5 (2)	Circular	Rata	Punctiform	Putih Susu	Datar
		Rizoid	Bergerigi	Small	Putih Susu	Datar
27	Outlet 10-6 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
28	Outlet 10-6 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
29	Outlet 10-7 (1)	Rizoid	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
30	Outlet 10-7 (2)	Rizoid	Bergerigi	Large	Putih Susu	Datar

Lampiran C 3. Data Identifikasi Morfologi Koloni IPAL Komunal Guyup Makmur

No	Kode Isolat	Bentuk Koloni	Bentuk Tepian Koloni	Ukuran Koloni	Warna Koloni	Elevasi
1	Inlet 10-5 (1)	Circular	Rata	Small	Rata	Rata
		Filamentous	Bergerigi	Moderate	Bergerigi	Datar
2	Inlet 10-5 (2)	Filamentous	Bergerigi	Small	Bergerigi	Cembung
3	Inlet 10-6 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
4	Inlet 10-6 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
5	Inlet 10-7 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
6	Inlet 10-7 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
7	Proses 1, 10-5 (1)	Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Cembung
		Rizoid	Bergerigi	Large	Putih Susu	Cembung
8	Proses 1, 10-5 (2)	Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
		Rizoid	Bergerigi	Large	Putih Susu	Datar
9	Proses 1, 10-6 (1)	Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
10	Proses 1, 10-6 (2)	Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
11	Proses 1, 10-7 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
12	Proses 1, 10-7 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
13	Proses 2, 10-5 (1)	Filamentous	Bergerigi	Moderate	Putih Susu	Datar
14	Proses 2, 10-5 (2)	Filamentous	Bergerigi	Small	Putih Susu	Datar
15	Proses 2, 10-6 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
16	Proses 2, 10-6 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
17	Proses 2, 10-7 (1)	Spreader	-	-	-	-
18	Proses 2, 10-7 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
19	Proses 3, 10-5 (1)	Filamentous	Bergerigi	Punctiform	Putih Susu	Cembung
20	Proses 3, 10-5 (2)	Filamentous	Bergerigi	Punctiform	Putih Susu	Cembung
21	Proses 3, 10-6 (1)	Rizoid	Bergerigi	Large	Putih Susu	Datar
22	Proses 3, 10-6 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
23	Proses 3, 10-7 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
24	Proses 3, 10-7 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
25	Outlet 10-5 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
26	Outlet 10-5 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
27	Outlet 10-6 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
28	Outlet 10-6 (2)	Rizoid	Bergerigi	Large	Putih Susu	Datar
29	Outlet 10-7 (1)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-
30	Outlet 10-7 (2)	Tidak Ada Koloni	-	-	-	-

Lampiran C 4. Data Identifikasi Sel Hasil Pewarnaan Gram IPAL Komunal Tirto Mili

Hasil Pewarnaan Gram IPAL Komunal Tirto Mili				
Dilakukan Pada Tanggal 2-3 Maret 2021				
No	Kode	Bentuk Sel	Warna Sel	Gram +/-
1	Inlet 10-5 (1) A	x		
2	Inlet 10-5 (1) B	Basil	Merah	-
3	Inlet 10-5 (2) A	x		
4	Inlet 10-6 (1) A	Basil	Ungu	+
5	Inlet 10-7 (1) A	x		
6	Proses 1, 10-5 (1) A	Coccus	Merah	-
7	Proses 1, 10-5 (1) B	Coccus	Merah	-
8	Proses 1, 10-5 (2) A	Basil	Ungu	+
9	Proses 1, 10-5 (2) B	Coccus	Merah	-
10	Proses 1, 10-6 (2) A	Basil	Ungu	+
11	Proses 1, 10-7 (1) A	Basil	Ungu	+
12	Proses 2, 10-5 (1) A	Basil	Merah	-
13	Proses 2, 10-5 (1) B	Coccus	Ungu	+
14	Proses 2, 10-5 (2) A	x		
15	Proses 2, 10-5 (2) B	Coccus	Ungu	+
16	Proses 2, 10-6 (1) A	Coccus	Merah	-
17	Proses 2, 10-6 (2) A	Coccus	Merah	-
18	Proses 2, 10-7 (1) A	Coccus	Merah	-
19	Proses 2, 10-7 (2) A	Coccus	Ungu	+
20	Proses 2, 10-7 (2) B	Coccus	Ungu	+
21	RBC 10-5 (1) A	Coccus	Merah	-
22	RBC 10-5 (1) B	Basil	Ungu	+
23	RBC 10-5 (2) A	Coccus	Merah	-
24	RBC 10-5 (2) B	Basil	Ungu	+
25	RBC 10-6 (1) A	Coccus	Merah	-
26	RBC 10-6 (2) A	Coccus	Merah	-
27	RBC 10-6 (2) B	Coccus	Merah	-
28	RBC 10-7 (1) A	Basil	Ungu	+
29	RBC 10-7 (2) A	Coccus	Merah	-
30	RBC 10-7 (2) B	Coccus	Merah	-
31	Outlet 10-5 (1) A	Basil	Merah	-
32	Outlet 10-5 (2) A	x		
33	Outlet 10-5 (2) B	Basil	Merah	-
34	Outlet 10-6 (1) A	Coccus	Ungu	+
35	Outlet 10-6 (1) B	Coccus	Ungu	+
36	Outlet 10-6 (2) A	Coccus	Ungu	+
37	Outlet 10-7 (1) A	Coccus	Merah	-
38	Outlet 10-7 (2) A	Coccus	Merah	-

**Lampiran C 5. Data Identifikasi Sel Hasil Pewarnaan Gram IPAL Komunal
Ngudi Mulyo**

Hasil Pewarnaan Gram IPAL Komunal Ngudi Mulyo				
Dilakukan Pada Tanggal 5 Maret 2021				
No	Kode	Bentuk Sel	Warna Sel	Gram +/-
1	Inlet 10-5 (2) A	Coccus	Ungu	+
2	Proses 1, 10-5 (1) A	Coccus	Ungu	+
3	Proses 1, 10-5 (1) B	Coccus	Ungu	+
4	Proses 1, 10-5 (2) A	Coccus	Merah	-
8	Proses 1, 10-5 (2) B	Coccus	Merah	-
9	Proses 1, 10-6 (1) A	Coccus	Ungu	+
10	Proses 1, 10-6 (2) A	Coccus	Ungu	+
11	Proses 1, 10-7 (2) A	Coccus	Merah	-
12	Proses 2, 10-5 (1) A	Coccus	Ungu	+
13	Proses 2, 10-5 (1) B	Coccus	Ungu	+
14	Proses 2, 10-5 (2) A	Coccus	Ungu	+
15	Proses 2, 10-5 (2) B	x		
19	Proses 2, 10-7 (2) A	x		
21	RBC 10-5 (1) A	x		
28	RBC 10-7 (1) A	Coccus	Ungu	+
32	Outlet 10-5 (2) A	Coccus	Ungu	+
33	Outlet 10-5 (2) B	Coccus	Ungu	+
37	Outlet 10-7 (1) A	Coccus	Ungu	+
38	Outlet 10-7 (2) A	Coccus	Ungu	+

**Lampiran C 6. Data Identifikasi Sel Hasil Pewarnaan Gram IPAL Komunal
Guyup Makmur**

Hasil Pewarnaan Gram IPAL Komunal Guyup Makmur				
Dilakukan Pada Tanggal 9 Maret 2021				
No	Kode	Bentuk Sel	Warna Sel	Gram +/-
1	Inlet 10-5 (1) A	Coccus	Merah	-
2	Inlet 10-5 (1) B	Coccus	Ungu	+
3	Inlet 10-5 (2) A	x		
4	Proses 1, 10-5 (1) A	Coccus	Merah	-
5	Proses 1, 10-5 (1) B	Coccus	Ungu	+
6	Proses 1, 10-5 (2) A	Coccus	Ungu	+
7	Proses 1, 10-5 (2) B	Basil	Ungu	+
8	Proses 1, 10-6 (1) A	Coccus	Merah	-
9	Proses 1, 10-6 (2) B	Coccus	Ungu	+
10	Proses 2, 10-5 (1) A	Coccus	Merah	-
11	Proses 2, 10-5 (1) B	Coccus	Merah	-
12	Proses 3, 10-5 (2) A	Coccus	Ungu	+
13	Proses 3, 10-5 (2) A	Basil	Ungu	+
14	Proses 3, 10-5 (2) A	Coccus	Ungu	+
15	Outlet 10-5 (2) A	Basil	Ungu	+

RIWAYAT HIDUP

Nama penulis tugas akhir ini adalah Ilya Azka Maulida yang lahir di Kabupaten Pati, Provinsi Jawa Tengah pada tanggal 16 Juni 1999. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Adik penulis merupakan seorang anak perempuan yang berumur 14 tahun pada tahun 2021 ini. Ayah penulis bernama Mustofa, beliau lahir di Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah pada tanggal 29 April 1971 dan ibu bernama Muntafi'ah., beliau lahir di Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah pada tanggal 13 Januari 1968. Riwayat pendidikan penulis dimulai dengan jenjang taman kanak-kanak di TK Islamiyah pada tahun 2004-2005, jenjang sekolah dasar di SDN Bendokaton Kidul pada tahun 2005-2011, jenjang sekolah menengah pertama di MTS Banat Kudus pada tahun 2011-2014, jenjang sekolah menengah atas di MAN 02 Pati pada tahun 2014-2017, dan jenjang perkuliahan di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia pada tahun 2017-sekarang.

Selain kegiatan di bidang akademik, penulis juga aktif di dunia kelembagaan dan/atau organisasi. Dalam dunia kelembagaan, penulis terlibat secara aktif di Lembaga Universitas Islam Indonesia (LEM UII) dan menjabat sebagai kepala bidang Persediaan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) pada tahun periode 2018-2019. Selain aktif pada kegiatan internal kampus, penulis juga aktif di dalam organisasi pergerakan eksternal yaitu Himpunan Mahasiswa Islam dan *Foreign Policy Community of Indonesia* (FPCI) cabang UII. Penulis merupakan anggota departemen *Event and Creative Program* di FPCI dan juga menjabat sebagai sekertaris umum di Himpunan Mahasiswa Islam pada tahun periode 2020-2021.