

TA/TL/2022/1478

**TUGAS AKHIR**

**EKSPLORASI BAKTERI DOMINAN PADA IPAL KOMUNAL DENGAN  
RESIKO SANITASI SEDANG DI NGAGLIK, SLEMAN, YOGYAKARTA**

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



**NURUL MAGHFIRAH ISTIKHORY**

**18513138**

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

**2022**


**TUGAS AKHIR**  
**EKSPLORASI BAKTERI DOMINAN PADA IPAL KOMUNAL DENGAN RESIKO**  
**SANTIASI SEDANG DI NGAGLIK, SLEMAN, YOGYAKARTA**

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




Disusun Oleh :  
**NURUL MAGHFIRAH ISTIKHORY**  
18513138

Disetujui,  
Dosen Pembimbing

  
**Dr. Andik Yulianto S.T., M.T.**  
NIK : 875110107  
Tanggal : 24 Agustus 2022

  
**Annisa Nur Lathifah S.Si., M.Biotech. Ph.D**  
NIK : 155130505  
Tanggal : 24 Agustus 2022

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

  
**Eko Siswoyo S.T., M.Sc.ES., Ph.D**  
NIK 025100406  
Tanggal : 26 Agustus 2022

## HALAMAN PENGESAHAN

### EKSPLORASI BAKTERI DOMINAN PADA IPAL KOMUNAL DENGAN RESIKO SANTASI SEDANG DI NGAGLIK, SLEMAN, YOGYAKARTA

Hari: Rabu

Tanggal: 24 Agustus 2022

Disusun Oleh:

NURUL MAGHFIRAH ISTIKHORY

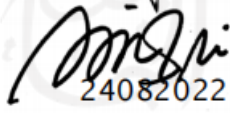
18513138

Tim Penguji:

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

(  )

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

(  24082022 )

Dr. Joni Aldila 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 tanggungjawab 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, 23 April 2022

Yang membuat pernyataan



جامعہ اسلامیہ اندونیشیا

**Nurul Maghfirah**

**Istikhory**

NIM: 18513138

## **PRAKATA**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang selalu memberikan penulis kekuatan, rahmat dan hidayah dalam proses pengerjaan tugas akhir dengan judul “Eksplorasi Bakteri Dominan Pada IPAL Komunal Dengan Resiko Sanitasi Sedang di Ngaglik, Sleman, Yogyakarta”. Penulisan laporan tugas akhir ini diharapkan dapat menambah informasi terkait bakteri dominan yang ada di IPAL Komunal dan juga tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi penulis di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Rasa terimakasih sebesar-besarnya juga tidak lupa penulis sampaikan kepada orangtua penulis yaitu ibu Agustini Diah Pancawati yang telah mendukung dan senantiasa mendo’akan penulis dalam proses pembuatan tugas akhir ini. Selain itu penulis juga telah mendapatkan banyak dukungan dari berbagai pihak yang tanpa mereka penulis tidak akan bisa menyelesaikan tugas akhir ini, oleh karena itu penulis ingin berterimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Andik Yulianto S.T., M.T. dan Ibu Annisa Nur Lathifah S.Si., M.Biotech., Ph.D selaku pembimbing tugas akhir, yang telah memberikan bimbingan, dukungan, ilmu dan waktu selama penulisan proposal tugas akhir hingga laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Joni Aldila Fajri, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji yang telah memberikan ilmu, saran dan masukan kepada penulis.
3. Jajaran dosen Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmunya selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Islam Indonesia.
4. Pengurus IPAL Komunal Candi Indah, IPAL Komunal Tirto Asri, dan IPAL Komunal Gading Indah yang telah memberikan izin dan informasi sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian di lokasi tersebut.
5. Kepada Daffa Firdaus Najati sebagai teman, dan kakak tingkat yang selalu mendukung dan menyemangati penulis selama penulisan tugas akhir ini.

6. Teman-teman kelompok tugas akhir yaitu Diani, Safina, Pipah, Jijah, Dea, Salsa dan Andin yang selalu saling mendukung dan membantu tugas akhir satu sama lain.
7. Teman-teman satu grup yaitu Sage, Zaim, Adit, Wisnu, Diani, Jijah dan juga Neysa yang selalu mendukung dan memberikan semangat selama proses pembuatan tugas akhir ini.
8. Teman-teman dari Excellent Community yaitu Alif, Rais, Janah, Eca, Apip, Mina, Abi dan Sayyid yang tidak pernah lupa memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama proses pembuatan tugas akhir.
9. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu namanya yang telah membantu penulis dalam proses pembuatan tugas akhir ini.

Yogyakarta, 23 April 2022

Nurul  
Maghfirah Istikhory

الجمعة الإسلامية الأندلسية



*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*

## ABSTRAK

Nurul Maghfirah Istikhory. Eksplorasi Bakteri Dominan di IPAL Komunal dengan Resiko Sanitasi Sedang di Ngaglik, Sleman, Yogyakarta. Dibimbing oleh Dr. Andik Yulianto S.T., M.T. dan Annisa Nur Lathifah S.Si., M.Biotech., Ph.D.

Informasi mengenai keragaman bakteri dominan pada IPAL belum banyak dilaporkan. Penelitian terkait bakteri dominan pada IPAL Komunal dengan resiko sedang di Kabupaten Sleman ini diharapkan dapat memberikan tambahan informasi mengenai keragaman dan peran bakteri dominan pada IPAL Komunal. Pengujian bakteri dominan dengan metode *Direct Plating* pada media *Diluted Nutrient Broth* (DNB) dan metode pewarnaan gram untuk mengetahui bentuk dan jenis gram sel bakteri. IPAL Komunal yang menjadi titik pengujian adalah IPAL Candi Indah, IPAL Tirto Asri dan IPAL Gading Indah, yang berlokasi di Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada IPAL Candi Indah didominasi oleh bakteri yang memiliki kemiripan morfologi dengan bakteri pada genus *Bifidobacterium* sedangkan, pada bagian proses dan outletnya memiliki kemiripan morfologi dengan bakteri pada genus *Streptococcus*. Pada inlet IPAL Tirto Asri didominasi oleh bakteri yang memiliki kemiripan morfologi dengan bakteri pada genus *Streptococcus*, sedangkan pada titik proses dan outletnya yang memiliki kemiripan morfologi dengan bakteri pada genus *Lactobacillus*. Pada IPAL Gading Indah, bakteri dominan pada inlet memiliki kemiripan morfologi dengan bakteri pada genus *Bifidobacterium* sedangkan, pada proses dan outletnya memiliki kemiripan morfologi dengan bakteri pada genus *Staphylococcus*.

Kata Kunci : Kecamatan Ngaglik, IPAL Komunal, *Direct Plating*, Bakteri Dominan.



## **ABSTRACT**

*Nurul Maghfirah Istikhory. Exploration of Dominant Bacterial on Comunal Waste Water Treatment Plant (WWTP) in an Area with Moderate Sanitation Risk in Ngaglik, Sleman, Yogyakarta. Supervised by Dr. Andik Yulianto S.T., M.T. and Annisa Nur Lathifah S.Si., M.Biotech., Ph.D.*

*Information on the diversity of dominant bacteria in WWTPs has not been widely reported. Research related to dominant bacteria in Communal WWTPs with moderate sanitation risk in Sleman Regency is expected to provide additional information about the diversity and role of dominant bacteria in Communal WWTPs. Testing of dominant bacteria using Direct Plating method on Diluted Nutrient Broth (DNB) media and gram staining method to determine the shape and type of gram of bacterial cells. Communal WWTPs as testing points are WWTPs of Candi Indah, WWTPs of Tirto Asri and WWTPs of Gading Indah, which are located in Ngaglik District, Sleman Regency, Yogyakarta. The results showed that the Candi Indah WWTP was dominated by bacteria that had morphological similarities to bacteria in the genus of Bifidobacterium, while the process and outlet sections had morphological similarities to bacteria in the genus of Streptococcus. At the inlet of Tirto Asri WWTP, it was dominated by bacteria which had morphological similarities to bacteria in the genus of Streptococcus, while at the processing point and outlet they had morphological similarities to bacteria in the genus of Lactobacillus. In WWTP Gading Indah, the dominant bacteria at the inlet had morphological similarities with bacteria in the genus of Bifidobacterium, while the process and outlet had morphological similarities with bacteria in the genus of Staphylococcus.*

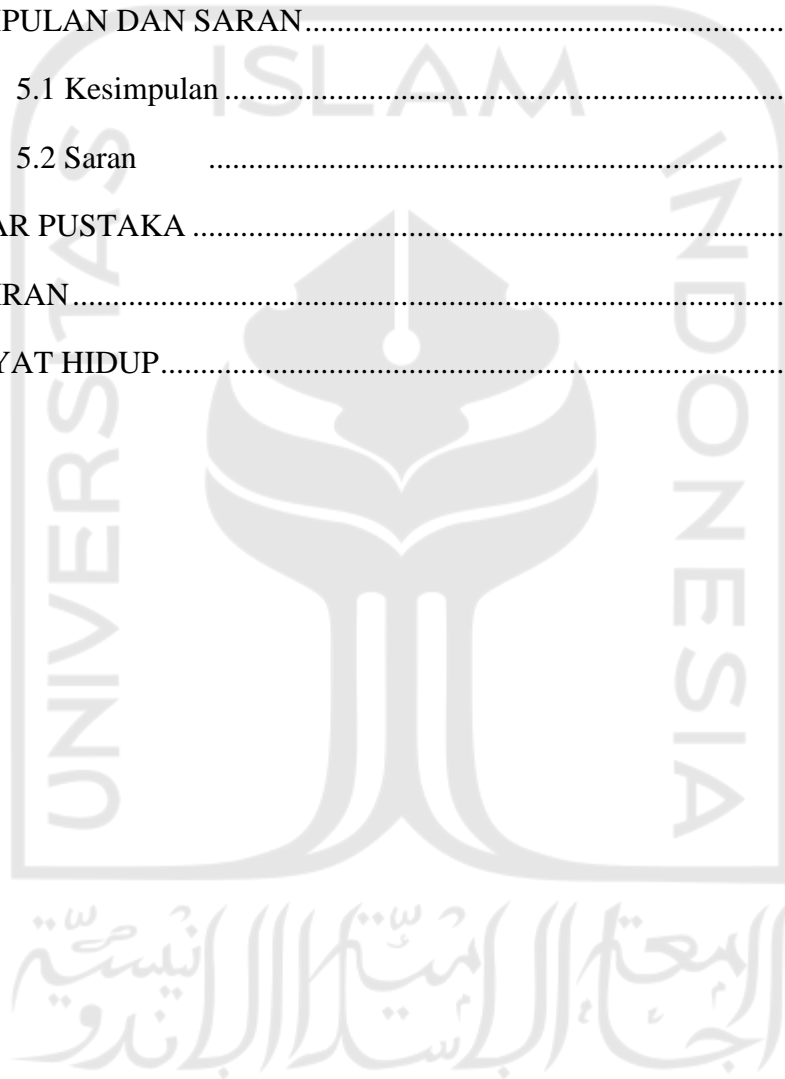
*Keyword : District Ngaglik, WWTPs Comunal, Direct Plating, Dominant Bacteria*

## DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	1
<i>ABSTRACT</i> .....	2
DAFTAR ISI.....	3
DAFTAR TABEL.....	6
DAFTAR GAMBAR.....	7
BAB I.....	9
PENDAHULUAN.....	9
1.1 Latar Belakang.....	9
1.2 Perumusan Masalah.....	11
1.3 Tujuan Penelitian.....	11
1.4 Manfaat Penelitian.....	11
1.6 Ruang Lingkup.....	11
BAB II.....	13
TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1 Profil Kecamatan Ngaglik.....	13
2.2 Sistem Pengolahan IPAL Komunal.....	14
2.3 Jenis Bakteri Pada IPAL.....	15
2.4 Morfologi Bakteri.....	16
2.4.1 Morfologi Koloni Bakteri.....	19
2.5 Pengambilan Sampel dan Isolasi Bakteri.....	20
2.6 Penelitian Terdahulu.....	21

BAB III .....	23
METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	25
3.3 Tahapan Penelitian.....	25
3.4 Pengumpulan Data.....	26
3.4.1 Data Primer .....	27
3.4.2 Data Sekunder .....	27
3.5 Metode <i>Sampling</i> .....	27
3.5 Pembuatan Media.....	28
3.6 Metode Analisis Bakteri Dominan.....	29
3.6.1 Persiapan Alat dan Pengenceran .....	29
3.6.2 <i>Direct Plating</i> .....	31
3.6.3 Pewarnaan Gram .....	31
3.7 Metode Analisis Data.....	32
BAB IV .....	34
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Klasifikasi IPAL Komunal .....	34
4.2 Kondisi Eksisting IPAL Komunal .....	37
4.2.1 IPAL Candi Indah .....	37
4.2.2 IPAL Tirto Asri .....	39
4.2.3 IPAL Gading Indah .....	40
4.3 Pengambilan Sampel.....	42
4.4 Pengujian di Laboratorium .....	44
4.4.2 Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri .....	44

4.4.3 Morfologi Bakteri.....	47
4.4.4 Pewarnaan Gram .....	58
4.5 Pemetaan Bakteri .....	68
BAB V.....	77
KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran .....	77
DAFTAR PUSTAKA .....	79
LAMPIRAN.....	86
RIWAYAT HIDUP.....	85



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	21
Tabel 4. 1 Kuantitatif Bakteri.....	36
Tabel 4. 2 Tabel Kondisi Eksisting Masing-masing IPAL Komunal .....	42
Tabel 4. 3 Kuantifikasi Koloni Bakteri di IPAL Candi Indah .....	49
Tabel 4. 4 Kuantifikasi Koloni Bakteri di IPAL Tirto Asri .....	52
Tabel 4. 5 Kuantifikasi Koloni Bakteri di IPAL Gading Indah .....	55
Tabel 4. 6 Hasil Pewarnaan Gram pada Setiap IPAL .....	60
Tabel 4. 7 Hasil Pewarnaan Gram Bakteri IPAL Candi Indah .....	62
Tabel 4. 8 Hasil Pewarnaan Gram Bakteri IPAL Tirto Asri .....	65
Tabel 4. 9 Hasil Pewarnaan Gram Bakteri IPAL Gading Indah .....	66
Tabel 4. 10 Hasil Identifikasi Genus Bakteri .....	68

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Kecamatan Ngaglik .....	13
Gambar 3. 1 Peta Titik Sampling IPAL Komunal .....	23
Gambar 3. 2 Lokasi IPAL Komunal Candi Indah.....	24
Gambar 3. 3 Lokasi IPAL Komunal Tirto Asri .....	24
Gambar 3. 4 Lokasi IPAL Komunal Gading Indah .....	25
Gambar 3. 5 Tabel Tahapan Penelitian .....	26
Gambar 3. 6 Diagram Alir Metode Analisis Bakteri Dominan .....	29
Gambar 3. 7 Proses Pengenceran Sampel.....	30
Gambar 4. 1 Proses pada Tangki ABR .....	35
Gambar 4. 2 Proses Anaerobic Filter .....	37
Gambar 4. 3 Kondisi Tangki Proses IPAL Candi Indah .....	38
Gambar 4. 4 IPAL Candi Indah .....	38
Gambar 4. 5 Diagram Alir Teknologi IPAL Candi Indah .....	39
Gambar 4. 6 IPAL Tirto Asri .....	40
Gambar 4. 7 Diagram Alir Teknologi IPAL Tirto Asri .....	40
Gambar 4. 8 Kondisi IPAL Komunal Gading Indah.....	41
Gambar 4. 9 Kondisi Tangki Outlet IPAL Gading Indah .....	41
Gambar 4. 10 Pengambilan Sampel di IPAL Candi Indah .....	43
Gambar 4. 11 Pengambilan Sampel di IPAL Tirto Asri .....	43
Gambar 4. 12 Pengambilan Sampel di IPAL Gading Indah .....	44
Gambar 4. 13 Jumlah Total Koloni Bakteri di IPAL Komunal .....	45
Gambar 4. 14 Contoh Koloni Bakteri pada Inlet IPAL Candi Indah.....	47
Gambar 4. 15 Contoh Koloni Bakteri dari Inlet IPAL Gading Indah yang Tumbuh di media DNB .....	48
Gambar 4. 16 Contoh Koloni Bakteri yang tumbuh pada Proses IPAL Tirto Asri.....	48

Gambar 4. 17 Bakteri Dominan di Inlet IPAL Candi Indah .....	50
Gambar 4. 18 Bakteri Dominan di Proses IPAL Candi Indah .....	50
Gambar 4. 19 Bakteri Dominan di Outlet IPAL Candi Indah.....	51
Gambar 4. 20 Perbandingan Bakteri Dominan di IPAL Candi Indah .....	51
Gambar 4. 21 Bakteri Dominan di Inlet IPAL Tirto Asri .....	53
Gambar 4. 22 Bakteri Dominan di Proses IPAL Tirto Asri.....	53
Gambar 4. 23 Bakteri Dominan di Outlet IPAL Tirto Asri .....	54
Gambar 4. 24 Perbandingan Bakteri Dominan di setiap titik pada IPAL Tirto Asri.....	54
Gambar 4. 25 Bakteri Dominan di IPAL Gading Indah .....	56
Gambar 4. 26 Bakteri Dominan di Outlet IPAL Gading Indah .....	56
Gambar 4. 27 Bakteri Dominan di Proses IPAL Gading Indah.....	57
Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan Bakteri Dominan di Setiap Titik pada IPAL Gading Indah.....	57
Gambar 4. 29 Persiapan Pewarnaan Gram.....	59
Gambar 4. 30 Contoh Pewarnaan Gram Bakteri Coccus Positif .....	60
Gambar 4. 31 Contoh Pewarnaan Gram Bakteri Basil Positif.....	60
Gambar 4. 32 Grafik Persebaran Bakteri berdasarkan Pewarnaan Gram Bakteri. balok hijau (■) mewakili bakteri coccus positif, balok merah (■) mewakili bakteri basil positif, balok kuning (■) mewakili coccus negatif, balok biru (■) mewakili basil negatif.....	61
Gambar 4. 33 Isolat Bakteri Dominan pada Media NA miring .....	70
Gambar 4. 34 Isolat Bakteri Dominan pada media NA miring.....	70
Gambar 4. 35 Isolat Bakteri Dominan Kode ITA-1.....	72
Gambar 4. 36 Isolat Bakteri Dominan Kode ITA 6.....	72
Gambar 4. 37 Isolasi Bakteri Dominan IGA-1 .....	73

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

IPAL Komunal merupakan instalasi pengolahan air limbah khususnya limbah domestik, dimana sumber limbah domestik tersebut berasal dari beberapa kelompok masyarakat yang selanjutnya dapat diolah secara aerob maupun anaerob (Peraturan Daerah DIY Nomor 06 Tahun 2009). Hasil akhir dari pengolahan limbah pada IPAL Komunal selanjutnya akan dibuang ke badan air, namun efluen yang dibuang harus disesuaikan dengan baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah (Wulandari, 2020). Pada efluen yang dibuang terdapat berbagai macam jenis mikroba yang dapat mengganggu kesehatan manusia apabila jumlahnya melebihi standar baku mutu jumlahnya melebihi standar baku mutu (Mansfeldt, 2020)

Pertumbuhan jumlah penduduk di Kabupaten Sleman yang terus terjadi setiap tahunnya memberikan kontribusi besar dalam peningkatan jumlah limbah domestik yang masuk ke dalam IPAL. Peningkatan tersebut dapat mempengaruhi kualitas air limbah yang dialirkan menuju IPAL, khususnya bakteri yang terkandung dalam air limbah domestik tersebut. Pada air limbah domestik umumnya terkandung bakteri yang memberi manfaat seperti bakteri pendegradasi bahan organik namun tidak sedikit juga bakteri yang bersifat pathogen (Paramita *et al.*, 2012).

Menurut data yang didapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman jumlah IPAL Komunal di Kabupaten Sleman adalah sebanyak 163 IPAL dengan kondisi IPAL yang masih beroperasi dengan baik. IPAL Komunal yang tercatat kemudian dilakukan pengklasifikasian yang dibagi menjadi 4 strata berbeda yaitu IPAL Komunal dengan resiko sanitasi rendah, IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sedang, kemudian IPAL Komunal dengan resiko sanitasi tinggi dan yang terakhir IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sangat tinggi. Pengklasifikasian IPAL ini didasarkan pada 4 kriteria yaitu debit puncak yang masuk ke IPAL Komunal melampaui 50 m<sup>3</sup>/hari, lama waktu IPAL Komunal beroperasi lebih dari 8 tahun, cakupan pelayanan IPAL sebanyak lebih dari 75 KK, dan kepadatan penduduk di wilayah IPAL Komunal. Pada penelitian yang



dilakukan oleh penulis, IPAL Komunal yang akan diteliti berada di 3 lokasi IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sedang atau IPAL dengan strata 2 yang berada di Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman. IPAL Komunal dengan strata dua adalah IPAL yang memenuhi 2 dari 4 kriteria yang telah ditentukan.

Ranudi (2018) telah melakukan penelitian terkait kandungan total coliform, BOD, COD, dan TSS yang ada pada tujuh IPAL Komunal di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengevaluasi tujuh IPAL Komunal di Kabupaten Sleman. Pada penelitian yang dilakukan, disebutkan bahwa jumlah total coliform pada tujuh IPAL Komunal di Kabupaten Sleman tidak sesuai dengan baku mutu, sehingga apabila output dari pengolahan limbah tersebut dibuang ke badan sungai maka akan berbahaya bagi kesehatan masyarakat di sekitar badan air. Penelitian tersebut tidak meneliti terkait bakteri dominan pada IPAL Komunal melainkan hanya salah satu jenis bakteri saja.

Maulida, 2021 melakukan penelitian tentang mikroba dominan pada IPAL dengan tingkat resiko tinggi di daerah Sleman. IPAL yang diteliti berjumlah tiga yaitu IPAL Tirto Mili, IPAL Guyup Makmur dan IPAL Ngudi Mulyo. Pada masing-masing IPAL ditemukan kelompok bakteri yang berbeda. IPAL Ngudi Mulyo dan IPAL Tirto Mili ditemukan bakteri dengan kelas *Methanobacteria*, sementara pada IPAL Guyup Makmur ditemukan bakteri dengan kelas *Clostridium*.

Pada tahun 2021 sejumlah penelitian terkait bakteri dominan pada IPAL Komunal di Yogyakarta telah dilaksanakan dan ditemukan koloni bakteri yang sangat bervariasi di setiap IPAL. Beberapa bakteri yang ditemukan juga teridentifikasi sebagai bakteri pathogen. Bakteri-bakteri yang ditemukan antara lain adalah *Methanobacteria*, *Eschericia coli*, *Bacillus sp I*, *Bacillus sp II*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Microthrix* dan juga *Coliform*. Pada penelitian tersebut jumlah IPAL yang diteliti berjumlah 12 dengan pembagian kelas IPAL, namun untuk IPAL dengan resiko sanitasi sedang hanya berjumlah tiga lokasi saja. Selanjutnya penelitian ini dilakukan untuk menambah informasi terkait kandungan bakteri dominan pada IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sedang.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis terhadap jenis mikroba yang terdapat pada inlet, proses dan outlet dari IPAL Komunal di Kecamatan Ngaglik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam menambah informasi terkait berbagai macam jenis mikroba yang terkandung dalam pengolahan air limbah di IPAL Komunal baik yang memiliki dampak baik maupun buruk terhadap lingkungan maupun manusia.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah yang didapatkan pada penelitian ini adalah penelitian terkait bakteri dominan di IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sedang yang masih harus ditambahkan untuk menambahkannya kurangnya informasi terkait bakteri dominan pada IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sedang.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengidentifikasi genus bakteri dominan yang terdapat pada inlet, proses dan outlet IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sedang di Kecamatan Ngaglik, Yogyakarta.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui keragaman bakteri pada masing-masing IPAL Komunal di Kecamatan Ngaglik.
2. Mengetahui bakteri yang mendominasi pengolahan limbah yang dilakukan pada IPAL Komunal di Kecamatan Ngaglik.
3. Menambah informasi terkait studi mikrobiologi pada IPAL Komunal.

## **1.6 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

1. Sampling dilakukan pada air limbah yang terdapat di inlet, proses dan outlet pada 2 IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sedang di Kecamatan Ngaglik yaitu IPAL Candi Indah di Dusun Candi Karang, Ngaglik, Sleman, IPAL Tirto Asri di Jl Besi

Jangkang KM 1, Ngaglik, Sleman dan IPAL Gading Indah di Desa Palgading rt 03/ rw 18 Sinduharjo, Ngaglik, Sleman.

2. Menentukan genus bakteri dominan yang terkandung pada pengolahan air limbah di IPAL Komunal Kecamatan Ngaglik.
3. Isolasi bakteri menggunakan media pertumbuhan *Diluted Nutrient Broth* dan *Nutrient Agar*.
4. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biotek Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Profil Kecamatan Ngaglik

Kecamatan Ngaglik secara administratif memiliki 6 Desa yaitu Sariharjo, Sinduharjo, Minomartani, Sukoharjo, Sardonoarjo, dan Donoharjo dengan 87 Padukuhan, 215 Rukun Warga dan 593 Rukun Tetangga. Kecamatan Ngaglik memiliki luas daerah sebesar 38,52 km<sup>2</sup> dengan kepadatan penduduk 2.518 jiwa per km<sup>2</sup>. Kecamatan Ngaglik berbatasan langsung dengan Kecamatan Pakem di Utara, Kecamatan Ngemplak di Timur, Kecamatan Depok di Selatan dan Kecamatan Mlati dan Sleman di Barat. Terdapat 4 sungai yang melewati Kecamatan Ngaglik yaitu Sungai Boyong, Sungai Klanduhan, Sungai Kuning, dan Sungai Pelang. Menurut Badan Pusat Statistik Kecamatan Ngaglik tahun 2019 memiliki penduduk yang terregistrasi sebanyak 96.996 jiwa .



Gambar 2. 1 Peta Kecamatan Ngaglik

Sumber: Badan Pusat Statistika Kecamatan Ngaglik 2020

## 2.2 Sistem Pengolahan IPAL Komunal

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia no 04 tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) merupakan bangunan yang dibangun untuk mengolah air limbah domestik, dimana air limbah domestik yang dimaksudkan adalah air limbah yang berasal dari usaha dan/atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama. Sementara Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Setempat merupakan suatu sistem pengelolaan air limbah domestik yang pengolahannya dilakukan di lokasi sumber, yang kemudian lumpur dari olahan akan diangkut menuju sub sistem pengolahan lumpur tinja.

IPAL Komunal yang akan menjadi lokasi identifikasi bakteri dominan berada di tiga lokasi di Kecamatan Ngaglik, Sleman, DIY yang telah dimasukkan ke dalam empat strata berbeda. Pembagian strata pada IPAL Komunal ini dinilai dari empat kriteria berbeda yang mengacu pada buku panduan praktis pelaksanaan EHRA dan buku panduan perencanaan Teknik pengolahan IPAL komunal.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Maulida, 2021 kriteria dalam penentuan strata IPAL Komunal dibagi menjadi empat

1. Debit puncak yang masuk ke IPAL Komunal melampui  $50 \text{ m}^3/\text{hari}$
2. Lama waktu IPAL Komunal beroperasi lebih dari 8 tahun
3. Cakupan pelayanan IPAL sebanyak lebih dari 75 KK
4. Kepadatan penduduk di wilayah IPAL Komunal.

Penentuan strata IPAL Komunal akan dibagi menjadi empat strata berdasarkan empat kategori di atas. IPAL dengan strata satu memiliki arti IPAL tersebut memenuhi satu kriteria dari empat kriteria yang disebutkan dan dapat disebut sebagai IPAL dengan tingkat resiko rendah, strata dua merupakan IPAL yang memenuhi dua kriteria dan dapat disebut sebagai IPAL resiko sedang, penentuan akan dilakukan dengan ketentuan tersebut hingga strata empat (Maulida, 2021). Selanjutnya pada penelitian ini akan digunakan IPAL Komunal

dengan strata dua atau IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sedang yang berlokasi di Kecamatan Ngaglik, Sleman.

### 2.3 Jenis Bakteri Pada IPAL

IPAL sebagaimana fungsinya merupakan tempat pengolahan limbah cair dari berbagai sumber sekaligus menjadi tempat berkumpulnya limbah cair tersebut. Pada air limbah pasti mengandung berbagai macam mikroorganisme seperti diantaranya bakteri, alga, jamur, protozoa dan virus. Dari berbagai macam organisme yang berada pada air limbah yang masuk ke IPAL, bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang paling banyak ditemukan pada IPAL. Bakteri merupakan organisme prokariotik satu sel. Bakteri secara umum terdiri dari tiga bentuk dasar yaitu bulat atau kokus, batang atau *Bacillus* dan bentuk spiral. Bakteri yang paling umum ditemukan dalam limbah cair pada IPAL adalah seperti *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*, *Bacillus sp*, *Enterobacter*. (Astawa & Tarini, 2017). Keberagaman jenis bakteri yang ada pada limbah cair yang diproses di IPAL disebabkan karena sumber limbah tersebut berasal dari bermacam-macam tempat seperti limbah manusia, limbah rumah tangga, limbah rumah makan maupun limbah peternakan, oleh karena itu pertumbuhan berbagai macam jenis mikroba sangat mungkin ditemukan pada air limbah yang ada di IPAL (Metcalf & Eddy, 2003). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Nathalie *et al.*, 2009) bakteri *Lactobacillus paracesei*, *Clostridiaceae*, dan bakteri *Bacteroidales* ditemukan pada outlet IPAL. Ketiga bakteri tersebut juga teridentifikasi berada pada inlet IPAL, dan feses manusia.

Bakteri sebagai salah satu organisme yang terkandung dalam limbah cair yang diolah di IPAL juga dimanfaatkan kehadirannya sebagai agen pembantu proses degradasi senyawa organik pada limbah cair. Proses biologis seperti biofilter anaerob dan juga lumpur aktif dapat menyebabkan tumbuhnya bakteri pada proses pengolahan limbah cair (Busyairi *et al.*, 2020). Menurut penelitian yang telah dilakukan (Megasari *et al.*, 2012) pada IPAL Komunal yang menggunakan teknologi lumpur aktif bakteri yang berperan paling dominan adalah *Bacillus sp* dan *Acinetobacter sp*. Kedua bakteri tersebut dinilai paling berperan dalam

membantu proses degradasi limbah cair, karena kedua bakteri tersebut dapat secara efektif mengurangi jumlah TSS, menurunkan pH dan kadar BOD dalam limbah cair yang diolah. Bakteri Kelas *Methanobacteria* merupakan salah satu bakteri yang paling banyak ditemukan pada IPAL dengan teknologi ABR Malakahmad, *et al.* 2009. *Methanobacteria* merupakan salah satu kelas bakteri pada *phylum Euryarcheota* dan termasuk pada bakteri anaerob dimana bakteri ini dapat tumbuh pada kondisi lingkungan minim oksigen. Kelompok bakteri *Methanobacteria* akan bekerja mengubah asam organik volatile menjadi gas metan (CH<sub>4</sub>) pada proses tahapan *methanogenesis*.

## 2.4 Morfologi Bakteri

Bakteri termasuk menjadi salah satu organisme prokariotik. Prokariotik pada umumnya bercirikan dengan tidak memiliki *nucleus*, tidak memiliki mitokondria dan hanya memiliki ribosom kecil. Pada dinding sel bakteri mengandung peptidoglikan atau enzim yang mirip dengan peptidoglikan (Septiana, 2021). Bakteri memiliki tiga bentuk yaitu kokus, batang dan spiral .

### a. Kokus

Bakteri kokus (*coccus*) berbentuk bulat yang dapat ditemukan di beberapa genus seperti *staphylococcus*. Bakteri dengan jenis ini kemudian dibagi menjadi beberapa macam yaitu :

#### 1. Monokokus

Bakteri berbentuk bulat tunggal, misalnya *Neisseria gonorrhoeae*

#### 2. Diplokokus

Dua Bakteri bulat yang bergandengan, contoh *Diplococcus pneumoniae*

#### 3. Sarkina

Bakteri berbentuk bulat yang berkelompok empat-empat sehingga bentuknya seperti kubus

#### 4. Stafilokokus

Bakteri berbentuk bulat yang berkelompok memanjang membentuk rantai

5. Streptokokus

Bakteri dengan bentuk kokus yang membuat koloni dan membuat sel yang tidak teratur, yang mirip dengan sekumpulan anggur.

(Komalasari, 2020)



Gambar 2. 2 Macam-macam Bentuk Bakteri Kokus (sumber : komalasari,2020)

b. Batang (basil)

Bakteri basil adalah bakteri dengan bentuk batang atau silinder yang dapat ditemukan pada famili *Enterobacteriaceae* atau bakteri *Bacillaceae*. Bakteri basil dibagi menjadi beberapa macam yaitu :

1. Basil Tunggal

Bakteri dengan satu batang tunggal, contoh *Salmonella typhi*

2. Diplobasil

Dua bakteri batang yang bergandengan

3. Streptobasil

bakteri berbentuk basil yang bergandengan memanjang membentuk rantai, misalnya *Bacillus anthracis*



### Bentuk-Bentuk Bakteri Basil



Monobasil



Diplobasil



Streptobasil

Gambar 2. 3 Bentuk-bentuk Bakteri Basil  
(sumber: komalasari, 2020)

#### c. Spiral

Bakteri spiral dibagi menjadi beberapa macam yaitu :

##### 1. Spiral

Memiliki sel tubuh yang kaku, contoh bakteri *Spirillum*

##### 2. Vibrio

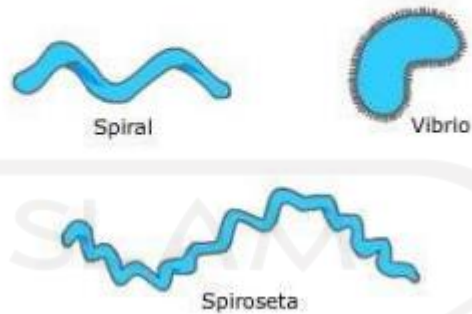
Bakteri ini berbentuk koma, kadang dianggap sebagai bentuk spiral yang tidak sempurna contoh bakteri *Vibrio cholerae*

##### 3. Spirochaeta

Bakteri ini memiliki bentuk spiral dan lentur, tubuhnya juga dapat memanjang dan mengerut saat bakteri tersebut bergerak.

(Komalasari, 2020)

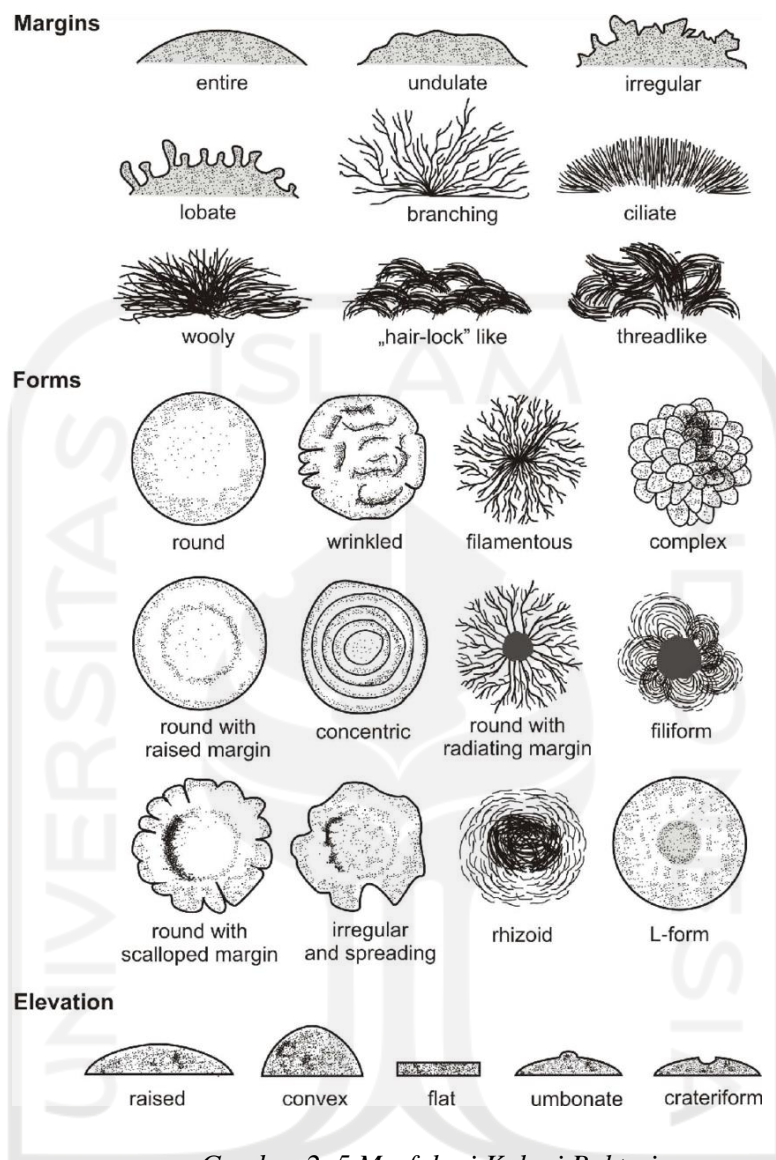
### Bentuk-Bentuk Bakteri Spirillia



Gambar 2. 4 Bentuk-bentuk Bakteri Spiral  
(sumber : komalasari,2020)

#### 2.4.1 Morfologi Koloni Bakteri

Bakteri yang di inkubasi pada media padat akan mulai tumbuh membentuk koloni setelah beberapa hari masa inkubasi, lama masa inkubasi sendiri bergantung pada jenis bakteri dan juga lingkungan pertumbuhan bakteri. Pada penelitian ini media padat yang digunakan adalah *Dilute Nutrient Broth*. Pengamatan koloni bakteri ini dapat dilihat tanpa alat bantu. Koloni bakteri dapat tumbuh di permukaan, di tengah agar maupun di bagian bawah agar. Perbedaan koloni bakteri dapat diamati dari perbedaan bentuk koloni bakteri, perbedaan pada bentuk pinggiran koloni bakteri, warna dan elevasi yang dimiliki masing-masing bakteri. Perbedaan beberapa bentuk koloni bakteri tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. 5 di bawah ini :



Gambar 2. 5 Morfologi Koloni Bakteri

Sumber : (Kolwzan *et al.*, 2011)

## 2.5 Pengambilan Sampel dan Isolasi Bakteri

Pengambilan sampel air limbah dapat menggunakan dua metode yaitu metode *grab sampling* dan *composite sampling*. *Grab Sampling* merupakan metode pengambilan sampel air pada satu titik dalam kurun waktu tertentu pada masing-masing titik yang telah dipilih, metode *grab sampling* juga dinilai lebih sederhana dibandingkan metode *composite sampling*. Sedangkan *Composite Sampling* adalah metode sampel yang diambil dalam kurun waktu yang panjang (pada umumnya selama 24 jam). Pada proses identifikasi bakteri dominan di IPAL Komunal ini akan

menggunakan *grab sampling*. Dengan harapan penggunaan metode *grab sampling* dapat mewakili kondisi air limbah pada IPAL Komunal sehingga dapat diidentifikasi secara menyeluruh kandungan bakteri dominan yang berada pada tiap IPAL Komunal tersebut. (Munvika, 2018)

Sampel yang telah diambil selanjutnya akan dilakukan isolasi menggunakan metode *Direct Plate*. Metode ini digunakan untuk menghitung jumlah bakteri dan juga mengidentifikasi bakteri. Sampel yang akan ditest harus di encerkan terlebih dahulu. Sebagian kecil sampel yang telah di encerkan tersebut kemudian akan diletakkan pada media kultur seperti agar, kemudian media agar akan di inkubasi pada kondisi yang telah disesuaikan agar bakteri dapat bertahan dan tumbuh pada media. Selanjutnya akan terbentuk beberapa koloni bakteri pada media yang telah di inkubasi. Hasil dari koloni bakteri yang tumbuh selanjutnya dapat dihitung sebagai cfu (*colony forming units*). (Metcalf & Eddy, 2003)

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu tentang bakteri dominan di IPAL Komunal. Beberapa bakteri yang ditemukan mendominasi pada IPAL Komunal yang telah diteliti adalah *Methanobacteria*, *Clostridium*, *Bacillus sp*, *Bacillus sp II*, *Micothrix*, *Staphylococcus*, *Coliform*.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti, Tahun	Hasil
1	(Ranudi, 2018)	Penelitian yang dilakukan di tujuh lokasi IPAL Komunal di Sleman menunjukkan bahwa hasil air limbah yang diolah pada IPAL tersebut belum memenuhi standar baku mutu yang terkandung dalam Peraturan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 tahun 2016 dengan parameter COD, BOD, TSS, minyak lemak dan total <i>coliform</i> . Masyarakat merasakan adanya peningkatan tingkat Kesehatan seperti menurunnya penyakit diare dibandingkan sebelum pembangunan IPAL

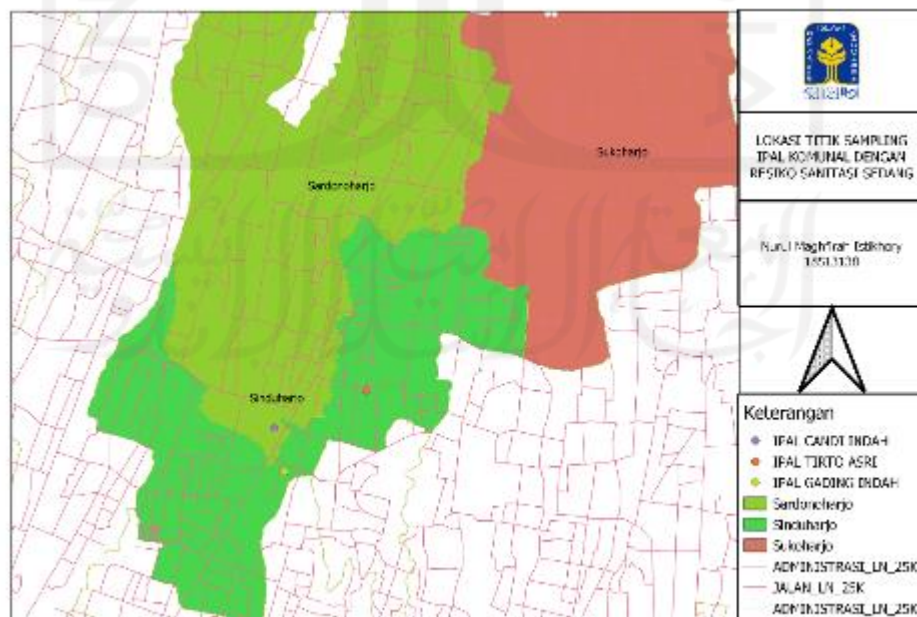
2	(Maulida, 2021)	Dilakukan penelitian di tiga lokasi IPAL Komunal dengan tingkat resiko sanitasi tinggi di Kabupaten Sleman yaitu IPAL Tirto Mili, IPAL Guyup Makmur, dan IPAL Ngudi Mulyo. Pada IPAL Tirto Mili teridentifikasi bakteri kelas <i>Methanobacteria</i> , pada IPAL Guyup Makmur teridentifikasi bakteri <i>Clostridium</i> , dan Pada IPAL Ngudi Mulyo bakteri yang teridentifikasi adalah bakteri dengan kelas <i>Methanobacteria</i> .
3	(Dyanto, Yusuf, & Utomo, 2015)	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi unit biofilter anaerob di IPAL RSIA Anugerah Bunda. Dari penelitian ini ditemukan bahwa IPAL tersebut tidak bekerja secara maksimal karena substrat yang masuk ke dalam IPAL melebihi jumlah mikroorganisme yang berada di reactor IPAL. Pada IPAL ini ditemukan beberapa jenis bakteri seperti <i>Bacillus sp.II</i> , <i>Bacillus sp.I</i> dan <i>Staphylococcus sp.</i>
4	(Irfani, 2021)	Penelitian ini dilakukan di tiga lokasi IPAL Komunal yaitu IPAL Banyu Bening, IPAL Wahana Bina Lingkungan, dan IPAL Guyup Makmur. Pada masing-masing IPAL yang diteliti ditemukan bakteri dengan kelas yang berbeda. Untuk IPAL Banyu Bening ditemukan bakteri <i>Microthrix</i> , di IPAL Wahana Bina Lingkungan ditemukan bakteri <i>Methanobacteria</i> , dan di IPAL yang ketiga yaitu IPAL Guyup Makmur ditemukan bakteri dalam kelompok <i>Methanobacteria</i> .

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

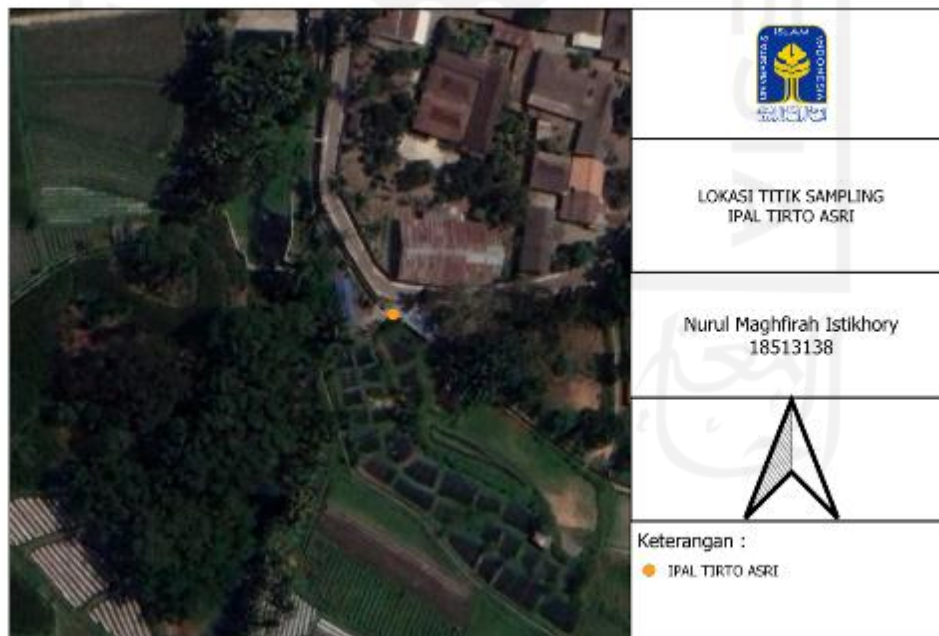
Penelitian ini dilaksanakan di tiga IPAL Komunal di Daerah Sleman, Yogyakarta dengan resiko sanitasi sedang. Ketiga IPAL tersebut adalah IPAL Candi Indah di Dusun Candi Karang, Sardonoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, DIY dengan titik koordinat  $7^{\circ}42'17.1''S$   $110^{\circ}24'41.8''E$  dan di IPAL Tirto Asri yang berlokasi di Dusun Sembung Jalan Besi Jangkang Km 1, Sukoharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta dengan titik koordinat  $7^{\circ}42'13.4''S$   $110^{\circ}25'09.6''E$  dan yang ketiga adalah IPAL Gading Indah yang berada di Ds Palgading rt 04 rw 18, Sinduharjo, Ngaglik, Sleman dengan titik koordinat  $7^{\circ}43'29.3''S$   $110^{\circ}24'45.6''E$ . Titik pengambilan sample berada di inlet, proses dan outlet masing-masing IPAL. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama bulan Februari – Mei 2022 di Laboratorium Biotek Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



Gambar 3. 1 Peta Titik Sampling IPAL Komunal



Gambar 3. 2 Lokasi IPAL Komunal Candi Indah



Gambar 3. 3 Lokasi IPAL Komunal Tirto Asri



Gambar 3. 4 Lokasi IPAL Komunal Gading Indah

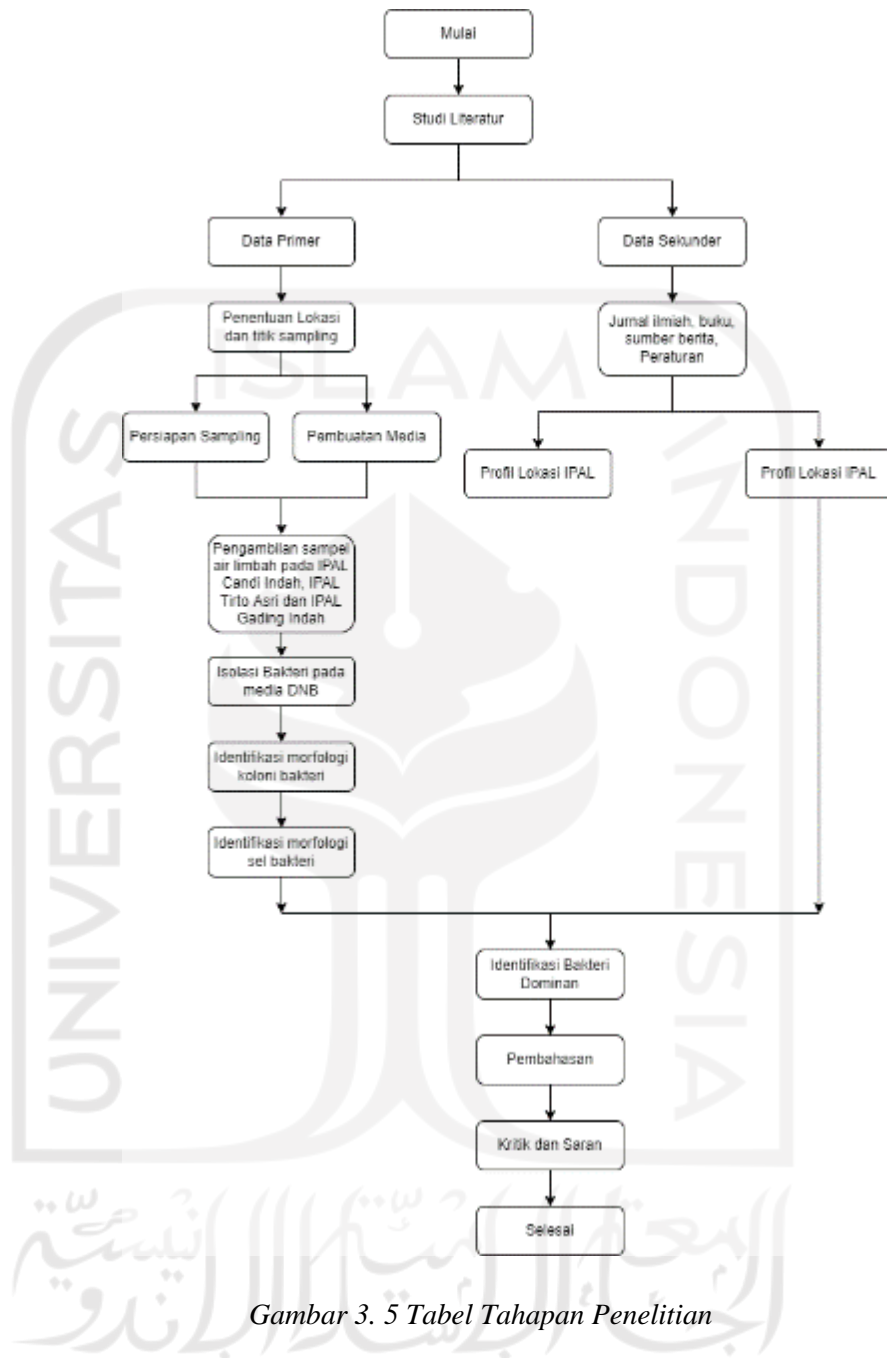
### 3.2 Alat dan Bahan

Dalam melaksanakan penelitian diperlukan peralatan dan bahan-bahan yang digunakan selama penelitian. Alat yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini adalah alat pengambil sampel, botol penyimpanan sampel, *cooler box*, *ice pack*, cawan petri, Erlenmeyer 250 ml dan 1000 ml, pipet tetes, pipet tip, tabung reaksi, gelas beaker 250 ml, 100 ml dan 1000 ml, kaca preparat, mikroskop, inkubator, autoklaf, Untuk bahan yang digunakan adalah sampel air limbah dari IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sedang di Kecamatan Ngaglik, aquades, alkohol 70%, kertas label, alumunium foil, kapas pembalut, kertas coklat, karet, *nutrient agar*, *nutrient broth*, *bacto agar*, larutan *lugol*, *carbol krystal violet*, *safranin*, dan alkohol 96%.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dari studi literatur dan diakhiri dengan pembahasan laporan penelitian seperti pada Gambar 3. 5





Gambar 3. 5 Tabel Tahapan Penelitian

### 3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan untuk mendapatkan data-data dan informasi tambahan dalam proses pengerjaan penelitian tugas akhir ini. Penelitian ini sendiri membutuhkan dua tipe data yaitu data primer dan data sekunder.

### **3.4.1 Data Primer**

Data primer pada penelitian ini didapatkan dari hasil uji bakteri dominan di IPAL Komunal dengan sanitasi sedang di Kecamatan Ngaglik yaitu IPAL Candi Indah, IPAL Tirto Asri dan IPAL Gading Indah. Data primer juga dapat diperoleh dari hasil observasi langsung peneliti ke IPAL tersebut, maupun mewawancarai pengurus IPAL yang bertanggungjawab dalam pembangunan dan pemeliharaan IPAL Komunal.

### **3.4.2 Data Sekunder**

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari beberapa literatur terkait yang dapat mendukung jalannya penelitian seperti Buku Putih Sanitasi, peraturan terkait, dan informasi dari badan pusat statistika.

## **3.5 Metode *Sampling***

Sebelum melaksanakan *sampling* di IPAL yang telah ditentukan, perlu dilakukan persiapan dan sterilisasi alat *sampling*. Sterilisasi alat diperlukan untuk menghilangkan mikroba yang terdapat pada alat agar tidak terjadi kontaminasi pada sampel. Alat dan bahan yang perlu dipersiapkan untuk pengambilan sampel adalah botol duran 250 ml sebanyak 3 buah, korek api, gayung untuk mengambil sampel, akuades, *aluminium foil*, *ice pack*, dan *cooler box*. Sementara itu alat yang perlu disterilisasi adalah botol duran 250 ml sebanyak 3 buah. Pertama botol duran dibersihkan dengan cara dicuci menggunakan sabun, kemudian dikeringkan dan dilapisi dengan *aluminium foil*. Selanjutnya botol duran dimasukkan ke dalam *autoclave* dengan suhu 121°C.

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan botol Duran dengan volume 250 ml. Sebelum dilakukan pengambilan sampel air limbah, botol duran harus sudah dipastikan steril. Botol duran yang akan digunakan sebagai wadah penyimpanan sampel dilapisi *aluminium foil* terlebih dahulu kemudian dilakukan sterilisasi. Sterilisasi dilakukan di Laboratorium dengan memasukan botol duran ke dalam *oven* dengan suhu 105°C selama kurang lebih satu jam. Botol yang sudah steril siap digunakan sebagai wadah penyimpanan sampel. Setelah sampel berhasil dimasukkan ke dalam botol duran, botol diberi label dan disimpan ke dalam *cooler*

*box* untuk menghindari kemungkinan tumbuh dan matinya bakteri yang terkandung dalam air limbah (Sutanto, 2009).

Metode Sampling yang digunakan pada pengambilan sampel ini adalah *Grab Sampling*. *Grab Sampling* merupakan metode pengambilan sampel air pada satu titik dalam kurun waktu tertentu pada masing-masing titik yang telah dipilih, metode *grab sampling* juga dinilai lebih sederhana dibandingkan metode pengambilan sampel lainnya. Air limbah pada instalasi pengolahan diambil menggunakan alat di tiga titik yaitu pada inlet, outlet dan proses (Sulistia & Septisya, 2019).

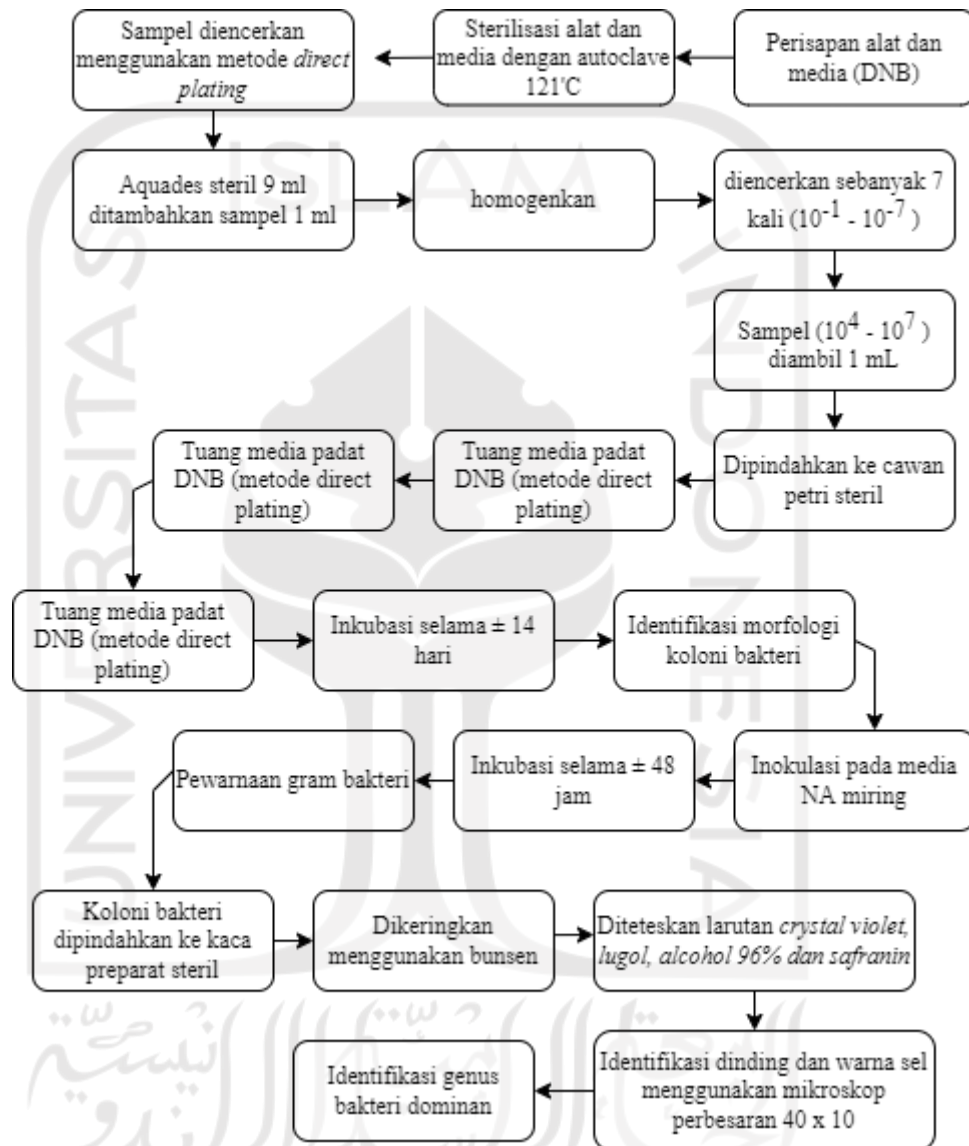
### **3.5 Pembuatan Media**

Media yang digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri pada penelitian ini adalah *Nutrient Agar* (NA) dan *Dilute Nutrient Broth* (DNB). Pembuatan media NA menggunakan bubuk media NA yang ditimbang sebanyak 5 gram kemudian ditambahkan 250 mL akuades untuk dilarutkan, selanjutnya bubuk media tersebut dipanaskan sampai homogen di menggunakan *stirrer* hingga media berwarna bening kekuningan. Setelah itu media yang telah homogen disterilkan pada *autoclave* pada suhu 121°C agar media tersebut tidak ditumbuhi bakteri maupun mikroorganisme lain yang tidak berasal dari sampel. Setelah dilakukan sterilisasi maka selanjutnya adalah penuangan media NA pada cawan petri yang steril atau pada tabung reaksi steril (Juariah & Sari, 2018).

Untuk pembuatan media DNB ditimbang 0,04 gram *Nutrient Broth* kemudian tuangkan ke dalam gelas beker ukuran 250 ml dan ditambahkan aquades sampai 250 ml, selanjutnya dipindahkan ke Erlenmeyer 1000 ml kemudian dilakukan pengenceran dengan ditambahkan aquades hingga 500 ml. Selanjutnya larutan dibagi ke dua erlenmeyer dengan ukuran 250 ml, masing-masing erlenmeyer ditambahkan *bacto agar* 5 gram dan dihomogenkan menggunakan *magic stirrer* hingga media berwarna kuning bening. Langkah terakhir adalah media yang telah homogen akan dimasukkan ke dalam *autoclave* untuk sterilisasi (Zulaika, 2018).

### 3.6 Metode Analisis Bakteri Dominan

Berikut merupakan diagram metode analisis bakteri dominan yang dilakukan pada penelitian kali ini.



Gambar 3. 6 Diagram Alir Metode Analisis Bakteri Dominan

#### 3.6.1 Persiapan Alat dan Pengenceran

Pengujian sampel diawali dengan melakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan pada saat pengujian. Alat dan bahan tersebut kemudian akan disterilisasi untuk mematikan mikroba lain yang tumbuh. Alat dan bahan yang akan

disterilisasi adalah cawan petri 24 buah, aquades dalam tabung reaksi 21 buah, media DNB, dan pipet tip. Sterilisasi dilakukan menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C.

Aquades yang telah disteril dan menjadi aquades steril selanjutnya didiamkan hingga suhu ruang untuk digunakan saat pengenceran sampel. Pengenceran dilakukan dengan metode *serial dilution* dimana 9 ml aquades steril ditambahkan 1ml sampel air dan dihomogenkan dan diberi label sebagai larutan  $10^{-1}$ . Selanjutnya larutan  $10^{-1}$  diambil 1 ml menggunakan pipet tip dan dimasukkan ke dalam aquades steril dalam tabung reaksi kemudian dihomogenkan, larutan ini selanjutnya diberi label sebagai larutan  $10^{-2}$ . Proses ini diulang hingga 7 kali atau hingga tabung reaksi dengan label  $10^{-7}$ . Proses pengenceran sampel ini dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* (LAF). Pengenceran dilakukan untuk mengurangi konsentrasi dari sampel yang dimiliki sehingga jumlah kandungan bakteri dalam sampel juga dapat berkurang yang selanjutnya dapat membantu dalam pengamatan jenis bakteri dan perhitungan koloni bakteri yang tepat.



*Gambar 3. 7 Proses Pengenceran Sampel*  
(sumber : dokumentasi pribadi)

### **3.6.2 Direct Plating**

Isolasi Bakteri akan menggunakan metode *Direct Plating* yaitu metode penghitungan kepadatan mikroba menggunakan *Counting Chamber*. Sampel air limbah yang akan diteliti pertama-tama diencerkan menggunakan metode *serial dillution*. Pada metode *serial dillution* yang pertama dilakukan adalah larutan sampel diambil sebanyak 1 ml kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades kemudian larutan tersebut dihomogenkan, selanjutnya larutan ini akan disebut sebagai larutan dua. Kemudian larutan dua akan diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam 9 ml aquades dan dihomogenkan, larutan ini akan disebut sebagai larutan tiga. Proses pengenceran dilakukan berulang kali dengan cara yang sama hingga pada tabung ketujuh. Tahap kedua adalah mengambil 1 ml larutan dari tabung 5, 6 dan 7 kemudian dipindahkan ke dalam cawan petri lalu dimasukkan media DNB cair dan diinkubasikan dalam inkubator dengan suhu 30°C selama 14 hari. Pengidentifikasian koloni dilakukan berdasarkan kemiripan morfologisnya, kemudian koloni yang memiliki morfologi serupa akan diinokulasikan pada media agar miring untuk dijadikan stock isolat selama kurang lebih 24 jam. Tahap terakhir adalah melakukan identifikasi pada koloni tersebut dengan pengecatan gram menggunakan *Carbol Crystal Violet*, larutan *Lugol*, *safranin* dan alkohol 96% (Maulida, 2021).

### **3.6.3 Pewarnaan Gram**

Selanjutnya masing-masing jumlah koloni yang telah ditemukan dicatat pada tabel sesuai dengan faktor pengencerannya. Untuk mengetahui bakteri dominan pada sampel tersebut dapat dilihat dari jumlah koloni paling banyak yang ditemukan pada cawan petri. Setelah dilakukan inkubasi pada media NA dilakukan pengecatan gram untuk mengetahui bentuk sel dari masing-masing koloni bakteri yang sudah dikelompokkan. Pewarnaan gram menggunakan empat larutan yaitu larutan *Crystal Carbol Violet*, *Iodine*, alkohol 96% dan larutan *safranin*. Pengamatan bentuk sel pada masing-masing morfologi bakteri dilakukan di atas kaca preparate dengan bantuan mikroskop (Dyanto *et al.*, 2015).

Dalam melakukan pewarnaan gram hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah menyiapkan kaca preparat yang dibersihkan menggunakan kapas yang dibasahi dengan alkohol, lalu dipanaskan diatas api untuk menghilangkan lemak pada preparat. Kemudian setelah kaca preparat didinginkan, kaca preparat ditetesi air hingga menyebar ke seluruh kaca preparat apabila tetesan air tidak menyebar maka pekerjaan harus diulang dari tahap satu. Tahap Selanjutnya panaskan jarum ose hingga berpijar kemudian ambil bakteri dari biakannya dan letakkan diatas tetesan air. Selanjutnya adalah mencampurkan bakteri di dalam tetesan air menggunakan jarum ose, kemudian kaca preparat dikeringkan dengan cara dianginkan. Selanjutnya kaca preparat ditetesi *carbolfuchsin* selama satu menit kemudian dibilas dengan air mengalir. Tahap selanjutnya adalah meneteskan larutan lugol pada kaca preparat dan didiamkan selama satu menit, lalu dibilas dengan air mengalir dengan posisi preparat yang terbalik. Kaca preparat selanjutnya dicuci menggunakan alkohol 96% sampai alkohol menutupi permukaan preparat selama kurang lebih 30 detik, lalu dibilas dengan air mengalir. Tahapan selanjutnya adalah pewarnaan dengan menggunakan larutan *safranin* selama satu menit, lalu dibilas dengan air mengalir. Tahap yang terakhir adalah kaca preparat dikeringkan dengan kertas saring dengan cara disentuhkan pada bagian kaca preparat yang basah (Safrida, 2012).

Bakteri yang telah melewati proses inkubasi dan pewarnaan gram, selanjutnya dapat dikelompokkan berdasarkan bentuk koloni, tepian koloni, ukuran koloni, elevasi dan warna koloni bakteri. Bakteri yang memiliki koloni yang serupa akan diinokulasikan ke media NA miring untuk dilakukan pewarnaan gram dan identifikasi bentuk sel menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali (Swandi, 2015). Setelah dilakukan karakterisasi bakteri dominan di IPAL Komunal dapat teridentifikasi.

### **3.7 Metode Analisis Data**

Pada penelitian ini metode analisis data yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dimana peneliti akan melakukan pengujian sampel yang diambil dari

inlet, proses dan outlet IPAL Komunal. Proses pengambilan sampel di IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sedang menggunakan metode *grab sampling*. Sedangkan metode pengujian sampel menggunakan metode *serial dilution* pada langkah pengenceran, selanjutnya menggunakan metode *direct plating*, dan *graim staining* untuk mengetahui bentuk sel dan warna dinding sel, semua metode pengujian sampel dilaksanakan di Laboratorium Biotek Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Setelah dilakukan pengujian, peneliti dapat mengambil kesimpulan bakteri dominan yang ditemukan di setiap titik sampel pada masing-masing IPAL Komunal yang diteliti.

Selanjutnya koloni bakteri yang ditemukan dihitung dengan satuan cfu/ml. Perhitungan jumlah koloni pada penelitian ini menggunakan rumus berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Tyas *et al.*, 2018) :

$$A = \frac{1}{\text{volume inokulasi}} \times \Sigma \text{koloni} \times \Sigma \text{Pengenceran}$$



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

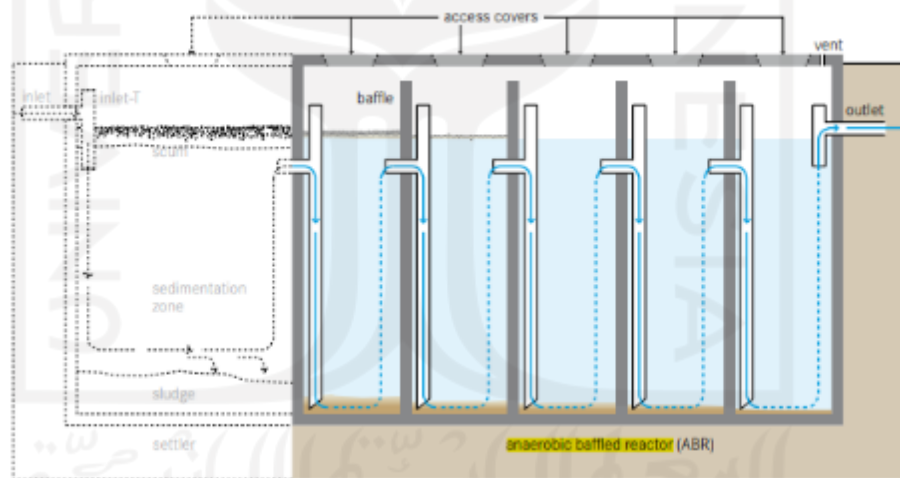
#### 4.1 Klasifikasi IPAL Komunal

Menurut penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya oleh (Maulida, 2021) IPAL Komunal yang tercatat di Kabupaten Sleman selanjutnya akan dilakukan pengklasifikasian IPAL, fungsinya untuk memperkecil wilayah IPAL yang akan diteliti. Pengklasifikasian IPAL Komunal didasarkan pada penelitian sebelumnya dimana pengklasifikasian tersebut didasarkan oleh empat kriteria yang didapatkan setelah dilaksanakan survey dan pencarian data-data yang diambil dari buku panduan praktis pelaksanaan EHRA dan panduan perencanaan teknik pengolahan IPAL. 4 Kriteria tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kepadatan Penduduk lebih dari 25 jiwa/Ha
2. IPAL memiliki rasio cakupan pelayanan yang lebih dari 75 KK
3. Debit Puncak IPAL Komunal sebesar lebih dari 50m<sup>3</sup>/hari
4. IPAL Komunal berusia lebih dari 8 tahun

Selanjutnya IPAL Komunal akan dibagi menjadi empat kelas yang disebut strata. IPAL dengan strata satu merupakan IPAL dengan tingkat resiko rendah yang memenuhi satu dari empat kriteria yang telah disebutkan . IPAL dengan strata dua adalah IPAL yang telah memenuhi dua dari empat kriteria di atas dan disebut sebagai IPAL dengan resiko sanitasi sedang, IPAL strata tiga adalah IPAL dengan resiko sanitasi tinggi karena memenuhi tiga dari empat kriteria dan IPAL strata empat adalah IPAL dengan resiko sanitasi sangat tinggi karena memenuhi ke empat kriteria yang diberikan. Pada penelitian ini peneliti akan melaksanakan penelitian pada IPAL strata dua yaitu IPAL dengan resiko sanitasi sedang di Kecamatan Ngaglik yaitu IPAL Komunal Candi Indah, IPAL Komunal Tirto Asri, dan IPAL Komunal Gading Indah. Menurut pengklasifikasian yang telah dilakukan IPAL dengan strata dua ditemukan sebanyak 55 IPAL dari 163 IPAL Komunal di Kabupaten Sleman dan sebanyak delapan lokasi IPAL di Kecamatan Ngaglik.

Dari ketiga lokasi IPAL Komunal yang dijadikan titik pengambilan sampel, dua lokasi memiliki teknologi pengolahan yang sama yaitu IPAL Gading Indah dan IPAL Candi Indah menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) sedangkan untuk IPAL Tirto Asri menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* dan dilanjutkan teknologi *Anaerobic Filter* (AF). ABR adalah salah satu teknologi pengolahan biologis yang menjadi pilihan untuk pengolahan pada IPAL Komunal karena beberapa kelebihan yang dimilikinya seperti pengoperasian yang mudah, tidak memerlukan biaya yang tinggi dalam perawatan dan pengoperasiannya, ABR merupakan peningkatan dari sistem *septic tank* dimana ABR memiliki beberapa bagian di dalamnya yang dipisahkan oleh beberapa sekat vertikal, sehingga air limbah yang masuk akan mengalir secara naik dan turun dari masuk hingga keluar, kemudian terjadi kontak langsung terhadap biomassa yang ada di dalam tangki ABR (Hastuti *et al.* 2017).



Gambar 4. 1 Proses pada Tangki ABR  
(Sumber : Talley, 2014)

Pada teknologi ABR ditemukan dominasi bakteri yang dapat dilihat pada Tabel 4. 1. Bakteri yang ditemukan bersifat *anaerobic* dimana bakteri-bakteri tersebut dapat bertahan hidup dengan oksigen yang minim di lingkungan pertumbuhannya.

Tabel 4. 1 Kuantitatif Bakteri

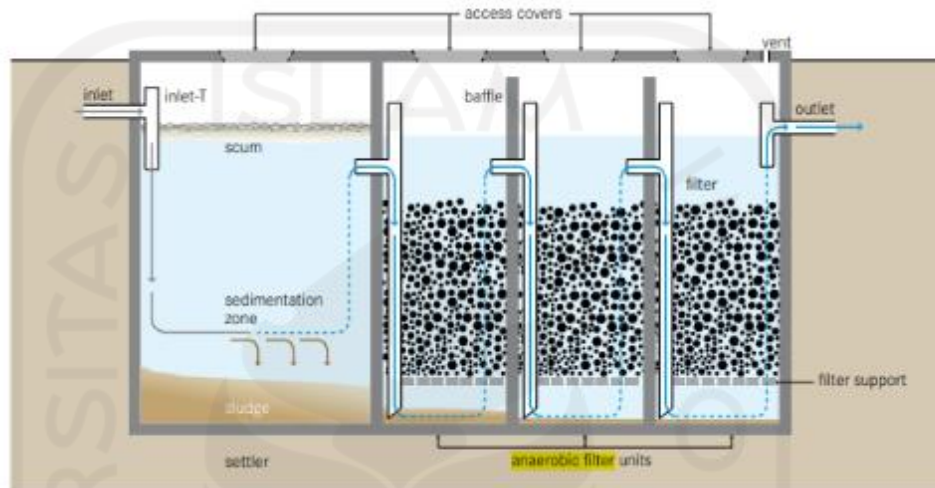
(Sumber : Malakhmad, et al., 2009)

No	Spesies Bakteri	Persentase
1	<i>Methanobacterium</i>	4%
2	<i>Methanosprilium</i>	2%
3	<i>Methanococcus</i>	21%
4	<i>Methanosarcina</i>	16%
5	<i>Methanotrix</i>	15%
6	<i>Cintrobacteroloini</i>	7%
7	<i>Cintrofermonas</i>	5%
8	<i>Proteolytic Eubacterium</i>	6%
9	<i>Acetobacterium</i>	4%
10	<i>Biofidobacteria</i>	3%
11	<i>Bacteroides</i>	7%
12	<i>Streptococi</i>	5%
13	<i>Entrobacteriaceoe</i>	3%

Bakteri *Methanococcus*, *Methanosarcina*, dan *Methanotrix* ditemukan paling dominan diantara bakteri lainnya karena kemampuannya dalam lingkungan asetat. Bakteri *Methanogenic* di reaktor *anaerobic* tumbuh pada suhu sekitar 35°C dengan kisaran waktu sekitar 48 jam, dan bekerja sebagai pembentuk gas metan pada proses *methanogenesis* (Malakahmad et al., 2009).

*Anaerobic Filter* merupakan sebuah reaktor biologis anaerob dengan beberapa ruang filtrasi. Saat air limbah masuk ke dalam tangki reaktor, partikel-partikel yang ada pada air limbah akan terperangkap dan material organik akan terdegradasi oleh biomassa aktif yang melekat pada permukaan dari filter (Tilley, 2014). Sesuai dengan namanya bakteri yang terkandung dalam proses *Anaerobic Filter* adalah bakteri yang dapat hidup dengan kondisi lingkungan yang minim oksigen. Bakteri *Saprophilic*, bakteri *Acidogenic* dan juga bakteri *Methanogenic* ditemukan pada proses *anaerobic*. Bakteri *Saprophilic* bekerja sebagai pengurai bahan organik yang kompleks seperti polisakarida, lemak, protein dan karbohidrat, dimana bahan organik ini tidak dapat larut sehingga bakteri *Saprophilic* akan

memakan dan mengubahnya menjadi bahan organik yang larut dalam air. Bakteri *Acideogenic* bekerja untuk mengubah bahan organik terlarut menjadi asam organik rantai pendek. Sedangkan bakteri *Methanogenic* akan mengubah asam organik volatile menjadi gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) (Indriyati, 2005).



Gambar 4. 2 Proses Anaerobic Filter  
(Sumber : Talley, 2014)

## 4.2 Kondisi Eksisting IPAL Komunal

### 4.2.1 IPAL Candi Indah

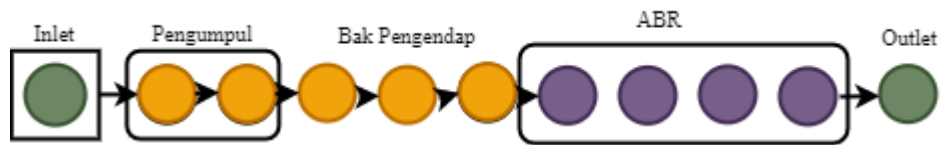
Lokasi pengambilan sampel yang pertama berada di IPAL Candi Indah dengan alamat Dusun Candi Karang rt 02/ rw 02, Kelurahan Sardonoarjo, Ngaglik, Sleman dengan koordinat  $7^{\circ}42'17.1''\text{S}$   $110^{\circ}24'41.8''\text{E}$ . IPAL Candi Indah hingga tahun 2022 telah melayani 75 KK dengan daya tampung IPAL sebesar 90 KK. IPAL ini menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* sebagai teknologi utamanya. Pembangunan IPAL Candi Indah didanai oleh pemerintah pada tahun 2014 melalui program USRI dengan luas  $7 \times 15$  m dan didirikan di atas tanah kas desa, pembangunan dilakukan secara gotong royong oleh para warga desa. IPAL Candi Indah melakukan penyedotan setiap enam bulan sekali, pengurus IPAL rutin melakukan pembersihan lemak yang mungkin membuat aliran IPAL tersumbat. Kondisi IPAL sangat terawat dan bersih. Outlet dari IPAL ini dikeluarkan menuju kolam ikan yang berada tepat di samping IPAL.



*Gambar 4. 3 Kondisi Tangki Proses IPAL Candi Indah*  
(sumber : dokumentasi pribadi)



*Gambar 4. 4 IPAL Candi Indah*  
(sumber : dokumentasi pribadi)



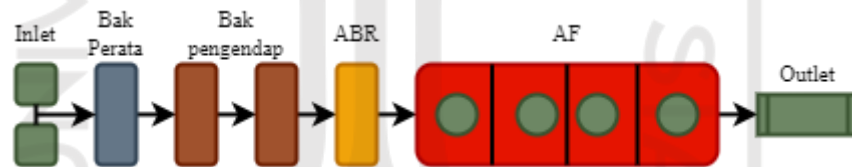
Gambar 4. 5 Diagram Alir Teknologi IPAL Candi Indah

#### 4.2.2 IPAL Tirta Asri

Lokasi kedua pengambilan sampel adalah IPAL Tirta Asri yang beralamatkan di Dusun Sembung Jalan Besi Jangkang Km 1, Sukoharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta dengan titik koordinat  $7^{\circ}42'13.4''S$   $110^{\circ}25'09.6''E$ . Teknologi utama yang digunakan adalah *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Anaerobic Filter* (AF). Pembangunan IPAL Tirta Asri dilaksanakan dengan tenaga gotong royong masyarakat dusun sembung selama 100 hari *non stop* dengan bantuan dana dari pemerintah melalui program SANIMAS pada tahun 2016. IPAL Tirta Asri telah melayani sekitar 100 KK dengan kapasitas maksimal IPAL sebesar 120 KK. Penyedotan IPAL rutin dilakukan setiap tahunnya. Outlet dari IPAL Tirta Asri dialirkan menuju Sungai Sembung. Kondisi IPAL Tirta Asri sangat terawat dan bersih tidak tercium bau dari lokasi IPAL, karena IPAL ini juga digunakan sebagai fasilitas umum warga dusun sembung seperti lokasi pertemuan, taman, dan kolam renang anak warga sekitar.



Gambar 4. 6 IPAL Tirto Asri  
(sumber : dokumentasi pribadi)



Gambar 4. 7 Diagram Alir Teknologi IPAL Tirto Asri

### 4.2.3 IPAL Gading Indah

Lokasi terakhir pengambilan sampel berlokasi di IPAL Gading Indah yang berada di desa Palgading rt 03 rw 18 Sinduharjo, Ngaglik, Sleman. Pembangunan IPAL Gading Indah dibiayai oleh pemerintah melalui program animas pada tahun 2015 dengan luas IPAL 6 x 15 m. IPAL Gading Indah berdiri di atas tanah wakaf dan dikerjakan secara gotong royong oleh warga sekitar. Teknologi utama yang digunakan IPAL Gading Indah adalah *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR). Hingga tahun 2022 IPAL Gading Indah telah melayani sekitar 60 KK dengan kapasitas

maksimal IPAL sebesar 100 KK. Kondisi IPAL Gading Indah bersih, terawat dan juga tidak tercium bau, namun agak sedikit basah karena tidak ada atap atau penutup. Outlet dari IPAL ini dialirkan menuju sungai Kendulan.



*Gambar 4. 8 Kondisi IPAL Komunal Gading Indah  
(sumber : dokumentasi pribadi)*



*Gambar 4. 9 Kondisi Tangki Outlet IPAL Gading Indah  
(sumber : dokumentasi pribadi)*



Tabel 4. 2 Tabel Kondisi Eksisting Masing-masing IPAL Komunal

<b>Kondisi Eksisting IPAL Komunal</b>			
	<b>IPAL Candi Indah</b>	<b>IPAL Tirto Asri</b>	<b>IPAL Gading Indah</b>
Alamat	Dusun Candi Karang rt 02/ rw 02, Kelurahan Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman	Dusun Sembung Jalan Besi Jangkang Km 1, Sukoharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta	Desa Palgading rt 03 rw 18 Sinduharjo, Ngaglik, Sleman
Koordinat	7°42'17.1"S 110°24'41.8"E	7°42'13.4"S 110°25'09.6"E	7°43'29.3"S 110°24'45.6"E
Teknologi	<i>Anaerobic Baffled Reactor</i>	<i>Anaerobic Baffled Reactor + Anaerobic Filter</i>	<i>Anaerobic Baffled Reactor</i>
Cakupan Pelayanan	75 KK	100 KK	60 KK
Kapasitas Maksimum	90 KK	120 KK	100 KK
Kondisi IPAL	Bersih, terawat, tidak mengeluarkan bau	Bersih, terawat, tidak mengeluarkan bau	Sedikit basah, tidak mengeluarkan bau
Tahun Berdiri	2014	2016	2015

### 4.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilaksanakan di tiga lokasi IPAL yang berbeda, dan dilakukan secara bertahap, dalam satu minggu peneliti melakukan pengambilan sampel sebanyak satu kali. Pengambilan sampel pertama dilakukan di IPAL Candi Indah pada tanggal 8 Februari 2022 pada jam 09.00-11.00 WIB. Kemudian pengambilan sampel kedua dilakukan di IPAL Tirto Asri pada tanggal 12 Maret 2022 pada jam 13.00-14.30 WIB. Dan pengambilan sampel terakhir dilaksanakan di IPAL Gading Indah pada tanggal 31 Maret 2022 pukul 09.00-10.30 WIB. Pengambilan sampel dilakukan di tiga titik masing-masing IPAL yaitu inlet, proses dan outlet secara aseptik, kemudian sampel air yang telah diambil disimpan dalam

*cooler box* dan segera dibawa menuju Laboratorium Biotek Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia untuk dilakukan pengujian bakteri dominan.



*Gambar 4. 10 Pengambilan Sampel di IPAL Candi Indah*  
(sumber : dokumentasi pribadi)



*Gambar 4. 11 Pengambilan Sampel di IPAL Tirto Asri*  
(sumber : dokumentasi pribadi)



*Gambar 4. 12 Pengambilan Sampel di IPAL Gading Indah  
(sumber : dokumentasi pribadi)*

#### **4.4 Pengujian di Laboratorium**

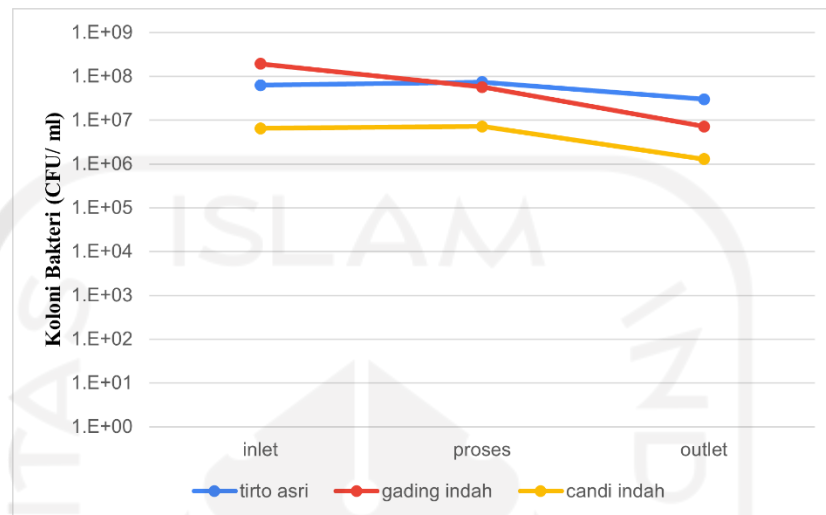
Pengujian bakteri dominan dilaksanakan di Laboratorium Biotek Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Sipil, Universitas Islam Indonesia, yang dilaksanakan selama bulan Februari-Juni 2022.

##### **4.4.2 Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri**

Metode *Direct Plating* adalah metode yang digunakan peneliti untuk melakukan pengujian sampel bakteri dominan. Pada metode ini peneliti menggunakan media *Diluted Nutrient Broth* yaitu nutrient broth yang diencerkan sebanyak 100 kali dan ditambahkan *bacto agar* sebanyak 2%, kemudian media DNB dilarutkan menggunakan stirrer dan disterilisasi menggunakan *autoclave*. Pemilihan media DNB sebagai media pertumbuhan bakteri adalah karena media DNB merupakan media dengan kandungan nutrisi yang minim, sehingga dapat mengurangi pertumbuhan bakteri dan mengurangi kemungkinan terjadinya pertumbuhan mikroba lain yang tidak diinginkan.

Pada metode ini sampel sebanyak 1 ml kemudian dilapisi dengan media DNB hingga menutupi seluruh permukaan cawan petri dan diinkubasi selama 14

hari di dalam inkubator dengan suhu 30°C. Total perhitungan koloni bakteri pada media DNB adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 13 Jumlah Total Koloni Bakteri di IPAL Komunal Candi Indah, IPAL Tirto Asri dan IPAL Gading Indah.

Pada Gambar 4. 13 dapat dilihat hasil dari perhitungan total koloni dari IPAL Komunal yang diteliti yaitu IPAL Candi Indah, IPAL Tirto Asri dan IPAL Gading Indah dengan menggunakan satuan cfu/ml. Pada titik inlet IPAL Gading Indah memiliki jumlah koloni paling banyak dibandingkan dengan dua lokasi IPAL lainnya yaitu sebesar  $1935 \times 10^5$  cfu/ml, sedangkan untuk IPAL Tirto Asri koloni bakteri yang ditemukan sebesar  $630 \times 10^5$  cfu/ml dan untuk IPAL Candi Indah sebesar  $65 \times 10^5$  cfu/ml. Pada titik proses IPAL Tirto Asri memiliki jumlah koloni paling besar yaitu sebesar  $745 \times 10^5$  cfu/ml, yang kemudian diikuti oleh IPAL Gading Indah sebesar  $515 \times 10^5$  cfu/ml dan IPAL yang memiliki jumlah total bakteri paling kecil adalah IPAL Candi Indah yaitu sebesar  $72 \times 10^5$  cfu/ml. Selanjutnya untuk titik terakhir yaitu outlet jumlah total koloni bakteri yang ditemukan paling besar adalah IPAL Tirto Asri sebesar  $300 \times 10^5$  cfu/ml, kemudian selanjutnya adalah IPAL Gading Indah sebesar  $72 \times 10^5$  cfu/ml dan IPAL Candi Indah sebesar  $13 \times 10^5$  cfu/ml.

Perbedaan jumlah total koloni pada masing-masing IPAL dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan tempat pertumbuhan bakteri seperti suhu, pH, dan

ketersediaan nutrisi pada media pertumbuhan. Bakteri memiliki suhu dan pH optimum agar bakteri dapat tumbuh dengan baik, umumnya bakteri akan tumbuh apabila pH mendekati netral, tidak terlalu asam dan tidak terlalu basa, beberapa bakteri tidak dapat tumbuh apabila berada pada lingkungan dengan kondisi pH dibawah 4 maupun diatas 9.5, namun terdapat beberapa bakteri yang dapat hidup dengan kondisi lingkungan yang asam maupun basa (Gerardi, 2006). Kondisi IPAL tempat pengambilan sampel juga dapat menjadi salah satu faktor, apabila tidak rutin dilakukan pengurasan IPAL maka dapat menyebabkan pengendapan pada kompartemen IPAL sehingga memungkinkan terjadinya senyawa organik yang terlarut kembali pada air limbah dan dapat mempengaruhi kepadatan bakteri (Davis, 2010).

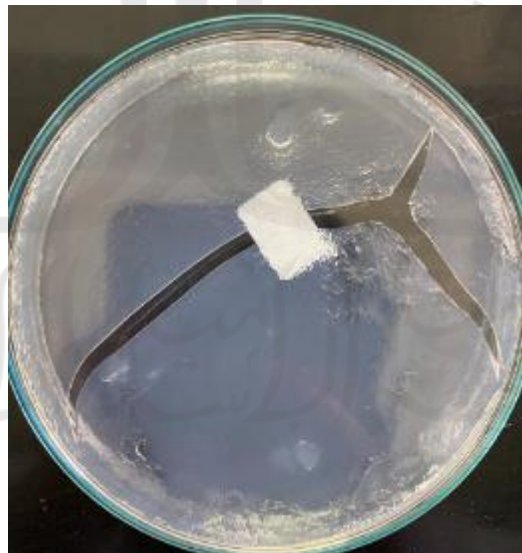
Pada penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya oleh Maulida, 2021 jumlah total koloni bakteri yang ditemukan pada media pertumbuhan memiliki perbedaan pada masing-masing IPAL. Pada penelitian tersebut dilaksanakan di tiga lokasi IPAL yang berbeda yaitu IPAL Tirto Mili, IPAL Ngudi Mulyo, IPAL Guyup Makmur. Jumlah total koloni bakteri di IPAL Tirto Mili paling banyak berada di inlet sebesar  $2.7 \times 10^7$  cfu/ml, kemudian di IPAL Ngudi Mulyo total koloni paling banyak ditemukan di proses dua sebesar  $1.42 \times 10^7$  cfu/ml dan IPAL Guyup Makmur memiliki total koloni paling banyak berada pada outlet IPAL sebesar  $2.4 \times 10^7$  cfu/ml. Ketiga IPAL yang diteliti tersebut memiliki kondisi eksisting yang berbeda-beda, kondisi air limbah pada IPAL yang berbeda dan juga perbedaan pada beban organik yang masuk ke IPAL setiap harinya.

IPAL Candi Indah rutin dilaksanakan pengurasan IPAL setiap enam bulan sekali sehingga tidak terjadi penumpukan pada padatan yang mengandung senyawa organik. IPAL Tirto Asri juga telah rutin melaksanakan pengurasan IPAL setiap satu tahun sekali, dan IPAL Gading Indah melaksanakan pengurasan setiap dua tahun sekali, dimana pengurasan terakhir dilaksanakan pada tahun 2020. Selain itu perbedaan jumlah koloni yang ditemukan juga dapat dipengaruhi oleh media pertumbuhan bakteri yaitu DNB. Dapat dilihat pada Gambar 4. 14 dimana media pertumbuhan bakteri terlihat tipis dan tidak menyebar ke seluruh permukaan cawan

petri sehingga bakteri tidak dapat tumbuh secara maksimal karena minimnya nutrisi dan tempat pertumbuhan, sedangkan pada Gambar 4. 15 dan Gambar 4. 16 persebaran media pertumbuhan bakteri terlihat lebih tebal dan merata ke seluruh bagian cawan petri yang memungkinkan bakteri memiliki tempat tumbuh yang lebih besar meskipun dengan media yang minim nutrisi.

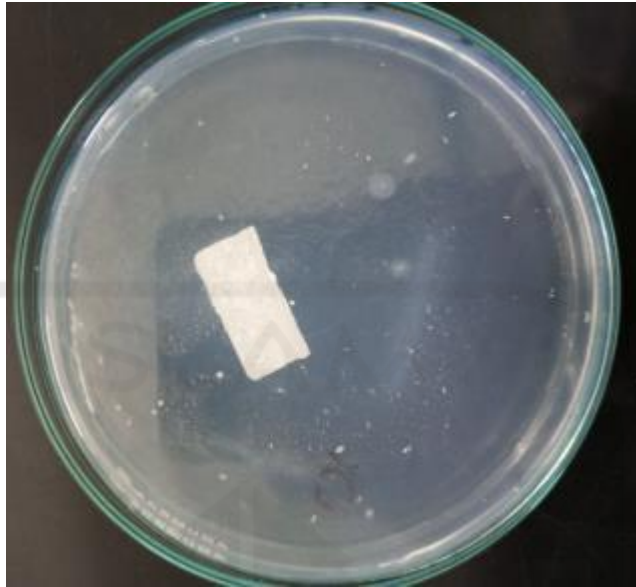
#### 4.4.3 Morfologi Bakteri

Identifikasi morfologi merupakan tahap selanjutnya setelah sampel diinkubasi selama 14-28 hari pada media DNB. Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui bakteri dominan yang tumbuh pada satu IPAL yang selanjutnya dilakukan pengelompokan sesuai dengan kesamaan ciri tiap koloni bakteri untuk ditumbuhkan di *Nutrient Agar* (NA) miring. Bakteri yang sama dikelompokkan berdasarkan bentuk koloni, bentuk pinggiran koloni dan warna dari koloni yang ditemukan. Bakteri yang telah diinkubasi dalam media DNB selama 14-28 hari selanjutnya dapat dihitung jumlah koloninya dengan menggunakan alat *colony counter*. Berikut merupakan contoh dari koloni bakteri yang tumbuh di media DNB :

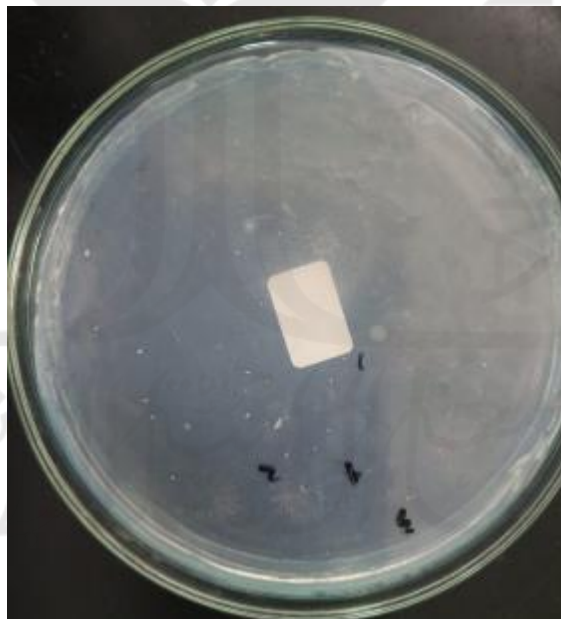


Gambar 4. 14 Contoh Koloni Bakteri pada Inlet IPAL Candi Indah

(sumber : dokumentasi pribadi)



*Gambar 4. 15 Contoh Koloni Bakteri dari Inlet IPAL Gading Indah yang Tumbuh di media DNB  
(sumber : dokumentasi pribadi)*



*Gambar 4. 16 Contoh Koloni Bakteri yang tumbuh pada Proses IPAL Tirto Asri  
(sumber : dokumentasi pribadi)*

Bakteri yang berhasil diidentifikasi kesamaan morfologinya kemudian akan dikelompokkan kembali untuk selanjutnya dibuat stok isolatnya. Pengelompokkan bakteri ini dilakukan pada setiap unit pengolahan IPAL yaitu inlet, proses dan outlet IPAL. Hasil dari identifikasi morfologi dan dominasi bakteri pada masing-masing IPAL yang dieliti tersebut selanjutnya dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

### 1. IPAL Candi Indah

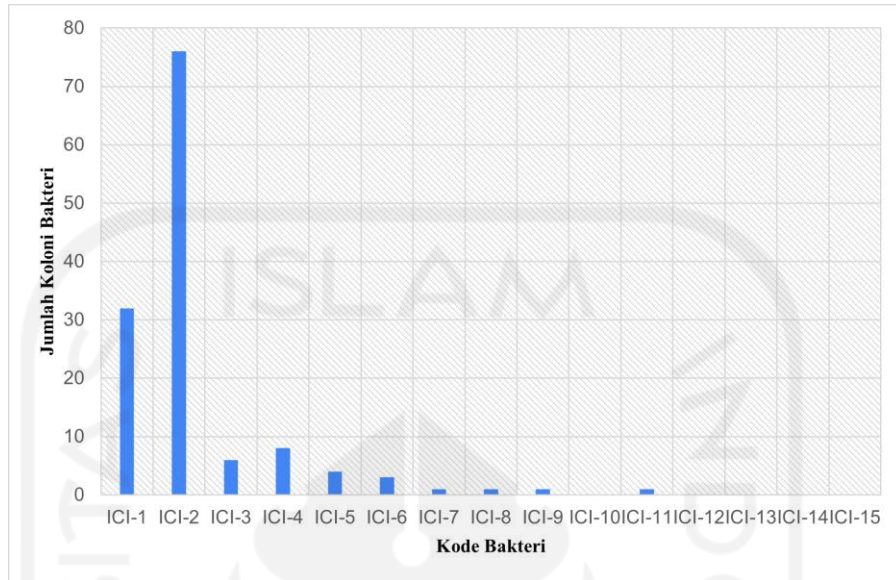
Kuantifikasi koloni bakteri dengan morfologis yang sama diamati dari bentuk koloni, bentuk pinggiran koloni, elevasi dan warna koloni dapat dilihat pada -masing koloni bakteri yang ditemukan ditandai dengan kode ICI yang merupakan kepanjangan dari IPAL Candi Indah yang kemudian diikuti dengan angka.

Tabel 4. 3. Penentuan bakteri dominan pada masing-masing titik berdasarkan jumlah koloni yang ditemukan pada setiap titik. Masing-masing koloni bakteri yang ditemukan ditandai dengan kode ICI yang merupakan kepanjangan dari IPAL Candi Indah yang kemudian diikuti dengan angka.

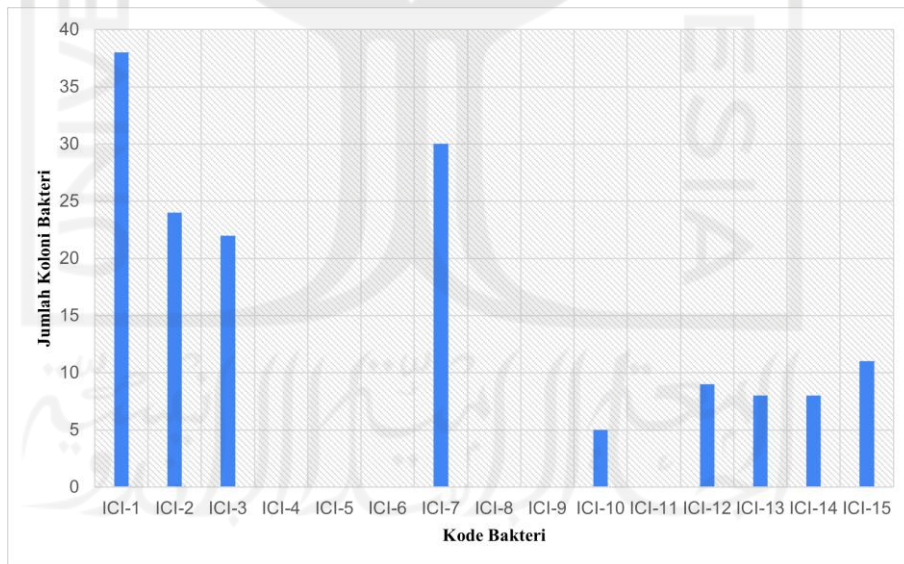
Tabel 4. 3 Kuantifikasi Koloni Bakteri di IPAL Candi Indah

No	Kode	Bentuk Koloni	Bentuk Tepi Koloni	Elevasi	Warna Koloni	Warna Sel	Gram +/-	Bentuk Sel	Lokasi ditemukannya bakteri		
									Inlet	Proses	Outlet
1	ICI-1	<i>Circular</i>	<i>undulate</i>	<i>flat</i>	putih susu	ungu	positif	<i>basil</i>	32	38	131
2	ICI-2	<i>spindle</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	Putih susu	ungu	positif	<i>coccus</i>	76	24	118
3	ICI-3	<i>circular</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	putih susu	ungu	positif	<i>basil</i>	6	22	27
4	ICI-4	<i>spindle</i>	<i>undulate</i>	<i>flat</i>	kuning	merah	negatif	<i>coccus</i>	8	0	0
5	ICI-5	<i>irregular</i>	<i>undulate</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>coccus</i>	4	0	0
6	ICI-6	<i>Spindle</i>	<i>undulate</i>	<i>flat</i>	putih	merah	negatif	<i>basil</i>	3	0	0
7	ICI-7	<i>Circular</i>	<i>Lobate</i>	<i>flat</i>	putih susu	ungu	positif	<i>coccus</i>	1	30	40
8	ICI-8	<i>Circular</i>	<i>lobate</i>	<i>convex</i>	putih	ungu	positif	<i>basil</i>	1	0	0
9	ICI-9	<i>Irregular</i>	<i>Undulate</i>	<i>Flat</i>	kuning	ungu	positif	<i>coccus</i>	1	0	0
10	ICI-10	<i>Irregular</i>	<i>Lobate</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>coccus</i>	0	5	2
11	ICI-11	<i>Circular</i>	<i>Rizoid</i>	<i>Flat</i>	putih	merah	negatif	<i>basil</i>	1	0	0
12	ICI-12	<i>Circular</i>	<i>undulate</i>	<i>raised</i>	putih	merah	negatif	<i>coccus</i>	0	9	0
13	ICI-13	<i>spindle</i>	<i>entire</i>	<i>raised</i>	kuning	ungu	positif	<i>coccus</i>	0	8	0
14	ICI-14	<i>circular</i>	<i>undulate</i>	<i>flat</i>	kuning	ungu	positif	<i>coccus</i>	0	8	0
15	ICI-15	<i>spindle</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	kuning	merah	negatif	<i>basil</i>	0	11	48

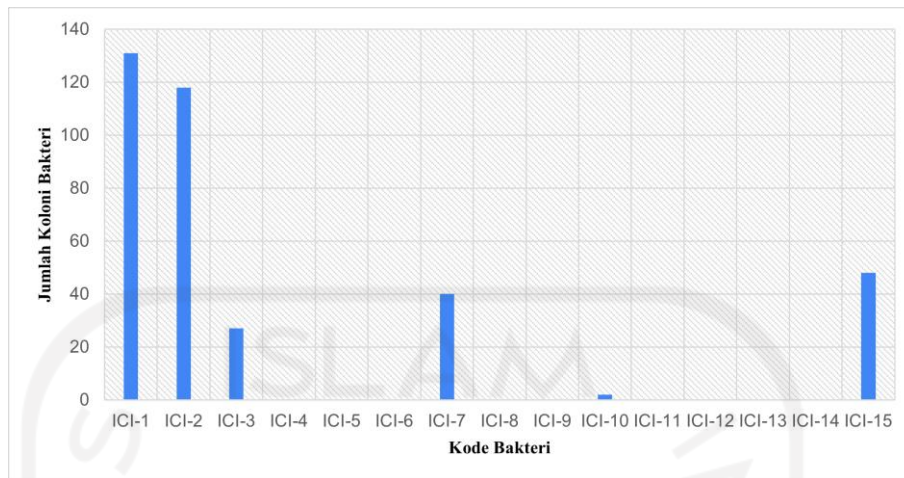




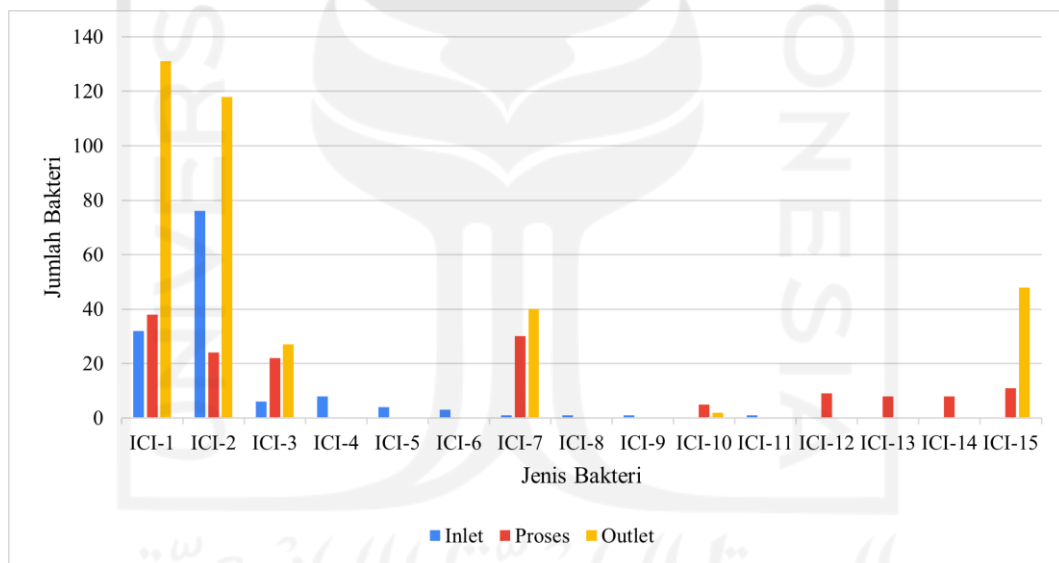
*Gambar 4. 17 Bakteri Dominan di Inlet IPAL Candi Indah*



*Gambar 4. 18 Bakteri Dominan di Proses IPAL Candi Indah*



Gambar 4. 19 Bakteri Dominan di Outlet IPAL Candi Indah



Gambar 4. 20 Perbandingan Bakteri Dominan di IPAL Candi Indah

Menurut hasil identifikasi koloni bakteri berdasarkan kesamaan morfologinya yang telah dilakukan pada bakteri yang tumbuh di media DNB untuk sampel IPAL Candi Indah, didapatkan hasil seperti pada -masing koloni bakteri yang ditemukan ditandai dengan kode ICI yang merupakan kepanjangan dari IPAL Candi Indah yang kemudian diikuti dengan angka.

Tabel 4. 3. Ditemukan 15 kode bakteri berbeda, yang berhasil diamati. Pada inlet IPAL Candi Indah ditemukan bakteri yang paling mendominasi adalah bakteri

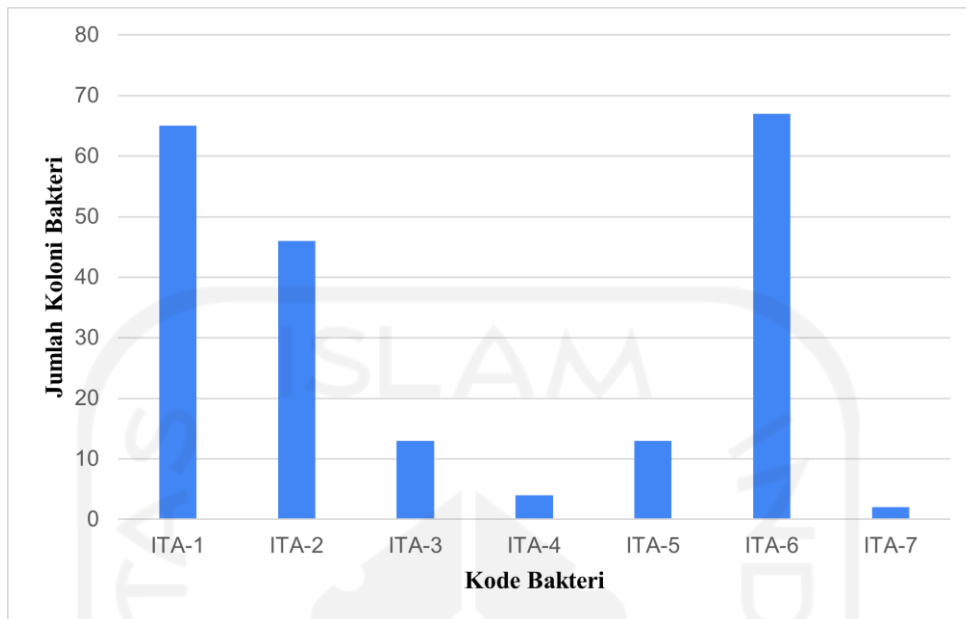
dengan kode ICI-2 yaitu bakteri dengan ciri morfologi bentuk koloni *spindle*, bentuk pingiran koloni *entire*, berwarna putih susu dan memiliki elevasi *flat* dengan bentuk sel coccus positif. Untuk titik proses ditemukan bakteri yang paling mendominasi adalah ICI-1 dengan bentuk koloni *circular*, bentuk pinggiran koloni *undulate*, elevasi *flat*, berwarna putih susu dan memiliki bentuk sel basil positif. Dan untuk titik terakhir yaitu outlet IPAL Candi Indah bakteri yang paling mendominasi adalah ICI-1 seperti yang ditemukan pada titik proses IPAL.

## 2. IPAL Tirto Asri

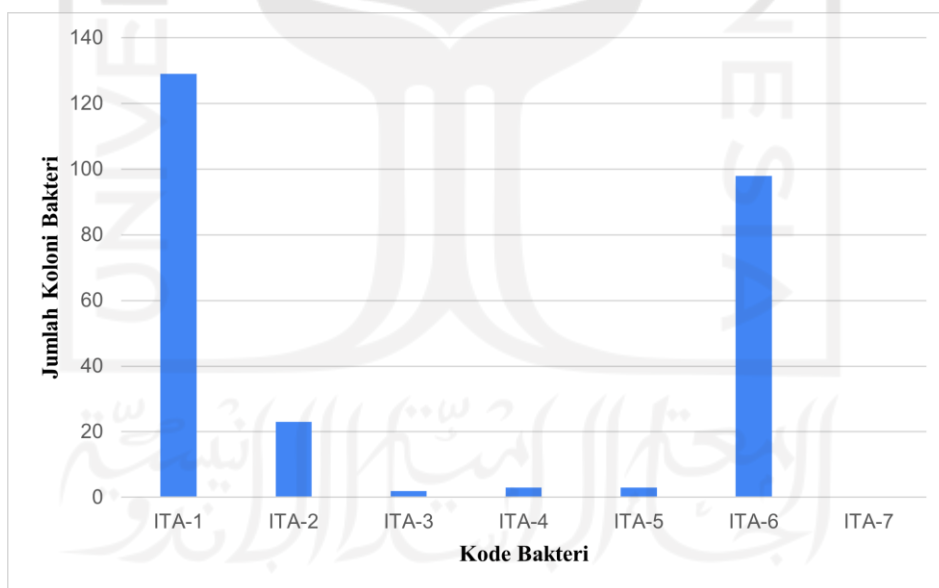
Hasil dari kuantifikasi koloni bakteri di IPAL Tirto Asri dapat dilihat pada Tabel 4. 4 apabila dikelompokkan berdasarkan kesamaan bentuk koloni, bentuk pinggiran koloni, elevasi dan warna dari koloni yang ditemukan. Setiap koloni bakteri yang ditemukan akan diberikan kode sebagai penanda yaitu ITA dimana kepanjangan dari kode tersebut merupakan IPAL Tirto Asri.

Tabel 4. 4 Kuantifikasi Koloni Bakteri di IPAL Tirto Asri

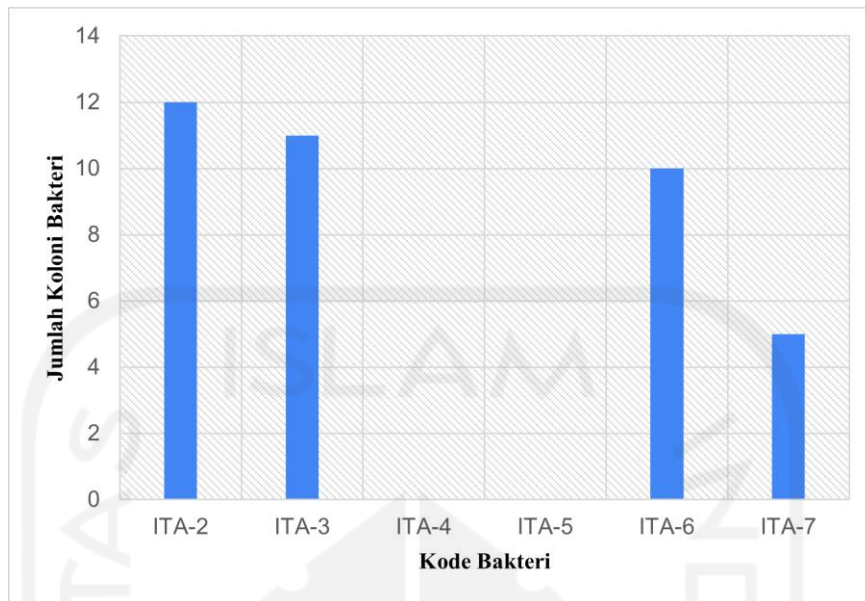
IPAL TIRTO ASRI											
No	Kode	Bentuk Koloni	Bentuk Tepi Koloni	Elevasi	Warna Koloni	Warna Sel	Gram +/-	Bentuk Sel	Jumlah		
									Inlet	Proses	Outlet
1	ITA-1	<i>circular</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>bacil</i>	65	129	22
2	ITA-2	<i>spindle</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	putih susu	merah	positif	<i>bacil</i>	46	23	12
3	ITA-3	<i>irregular</i>	<i>lobate</i>	<i>flat</i>	putih	merah	positif	<i>coccus</i>	13	2	11
4	ITA-4	<i>circular</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	kuning	ungu	positif	<i>coccus</i>	4	3	0
5	ITA-5	<i>spindle</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	kuning	ungu	positif	<i>coccus</i>	13	3	0
6	ITA-6	<i>circular</i>	<i>undulate</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>coccus</i>	67	98	10
7	ITA-7	<i>circular</i>	<i>lobate</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>coccus</i>	2	0	5



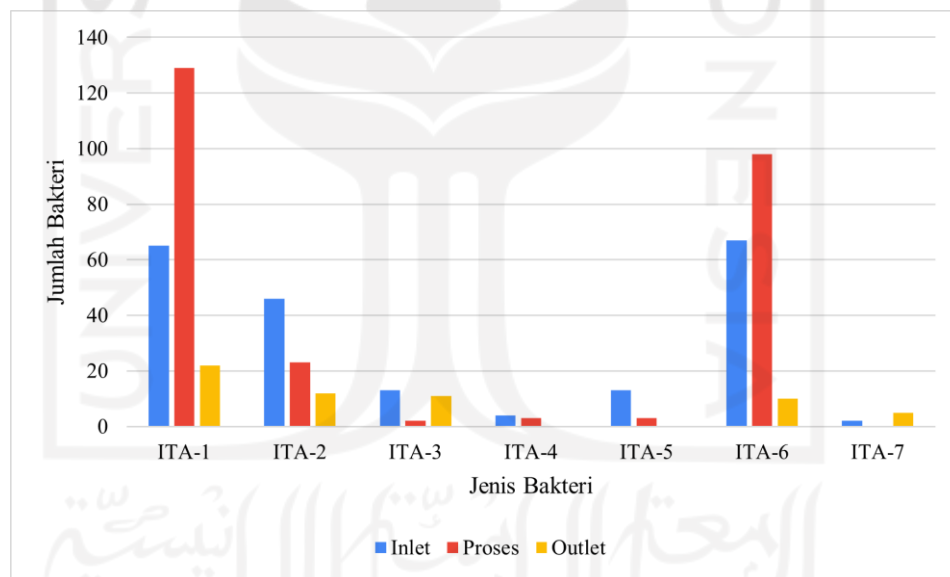
Gambar 4. 21 Bakteri Dominan di Inlet IPAL Tirto Asri



Gambar 4. 22 Bakteri Dominan di Proses IPAL Tirto Asri



Gambar 4. 23 Bakteri Dominan di Outlet IPAL Tirto Asri



Gambar 4. 24 Perbandingan Bakteri Dominan di setiap titik pada IPAL Tirto Asri

Hasil dari identifikasi morfologi bakteri di IPAL Tirto Asri ditemukan tujuh macam koloni bakteri yang berbeda, yang kemudian dapat ditentukan bakteri paling dominan pada IPAL Tirto Asri ini pada masing-masing titik pengambilan sampel. Pada inlet bakteri dominan yang ditemukan adalah bakteri dengan kode ITA-6, dimana bakteri ini memiliki bentuk koloni circular, dengan bentuk pinggiran koloni

*undulate*, memiliki elevasi *flat*, berwarna putih dan memiliki bentuk sel basil positif. Sedangkan untuk titik proses IPAL bakteri yang paling mendominasi adalah bakteri dengan kode ITA-1, bakteri ini memiliki bentuk koloni *circular*, bentuk pinggiran koloni *entire*, berwarna putih dengan elevasi *flat*. Dan pada titik terakhir yaitu outlet, bakteri dominan yang ditemukan adalah bakteri dengan kode ITA-1, diimana bakteri ini juga ditemukan mendominasi di titik proses IPAL.

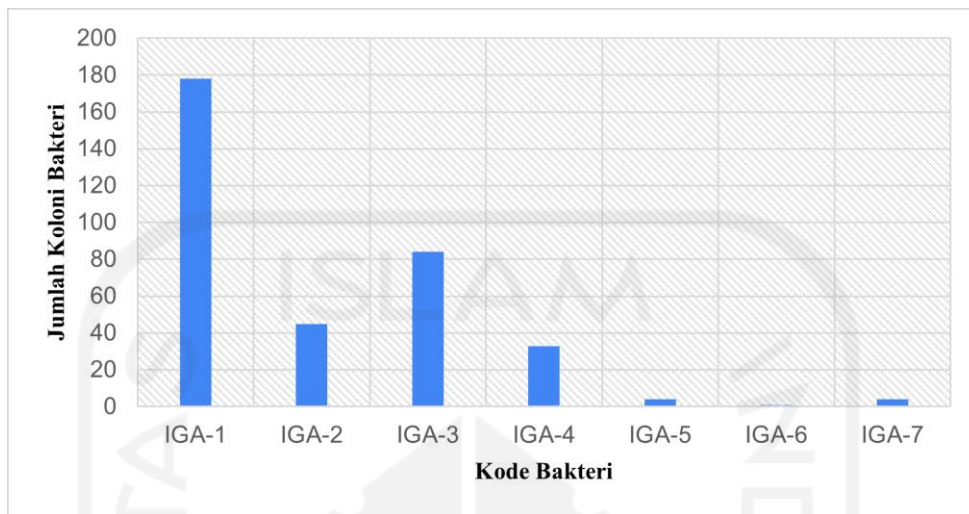
### 3. IPAL Gading Indah

Kuantifikasi koloni bakteri dari IPAL Gading Indah dengan morfologis yang sama diamati dari bentuk koloni, bentuk pinggiran koloni, elevasi dan warna koloni dapat dilihat pada , yang kemudian setiap koloni bakteri yang ditemukan diberikan kode IGA, dimana kode tersebut berarti IPAL Gading Indah.

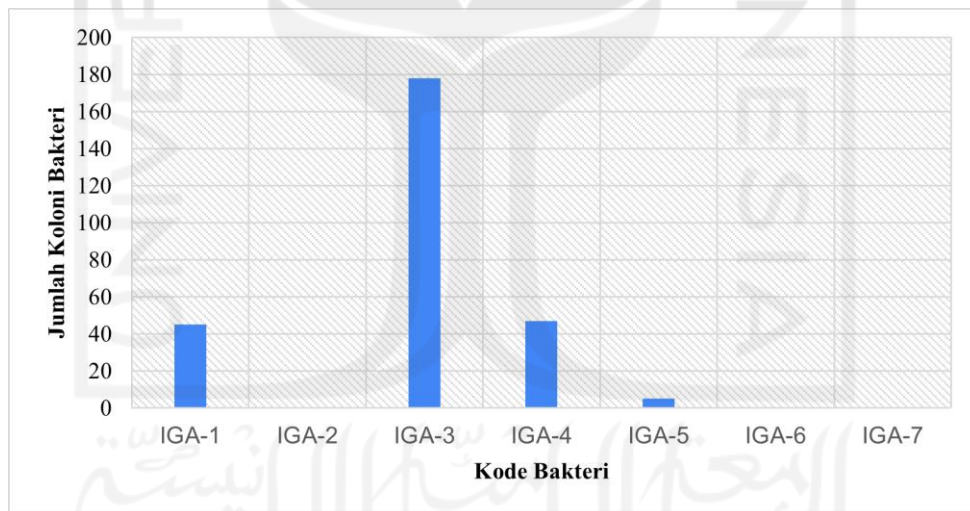
Tabel 4. 5, yang kemudian setiap koloni bakteri yang ditemukan diberikan kode IGA, dimana kode tersebut berarti IPAL Gading Indah.

Tabel 4. 5 Kuantifikasi Koloni Bakteri di IPAL Gading Indah

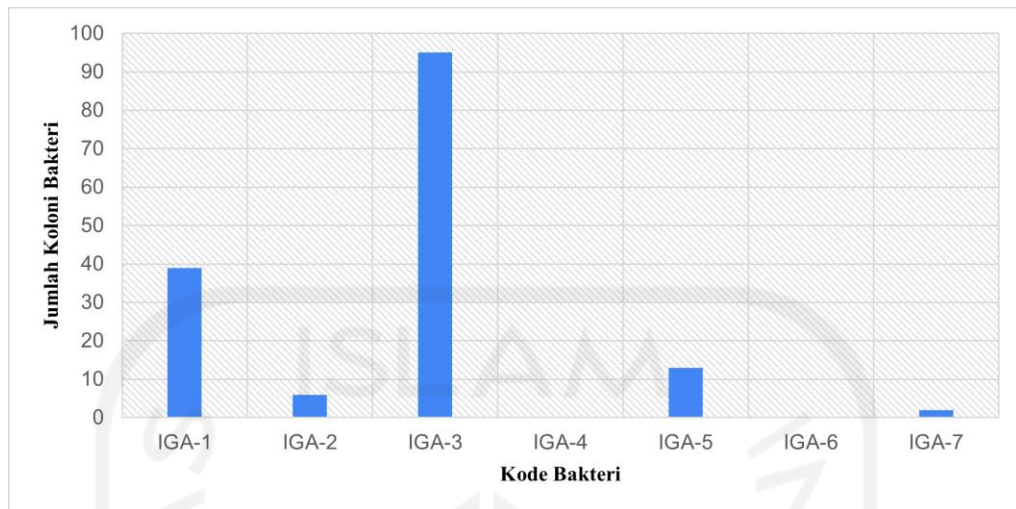
IPAL GADING INDAH											
No	Kode	Bentuk Koloni	Bentuk Tepi Koloni	Elevasi	Warna Koloni	Warna Sel	Gram +/-	Bentuk Sel	Jumlah		
									Inlet	Proses	Outlet
1	IGA-1	<i>spindle</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	putih susu	ungu	positif	<i>coccus</i>	178	45	39
2	IGA-2	<i>spindle</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	kuning	merah	negatif	<i>bacil</i>	45	0	6
3	IGA-3	<i>circular</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>coccus</i>	84	178	95
4	IGA-4	<i>circular</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	kuning	ungu	positif	<i>coccus</i>	33	47	0
5	IGA-5	<i>irregular</i>	<i>lobate</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>bacil</i>	4	5	13
6	IGA-6	<i>circular</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	reddish	ungu	positif	<i>bacil</i>	1	0	0
7	IGA-7	<i>circular</i>	<i>undulate</i>	<i>flat</i>	putih	merah	negatif	<i>coccus</i>	4	0	2



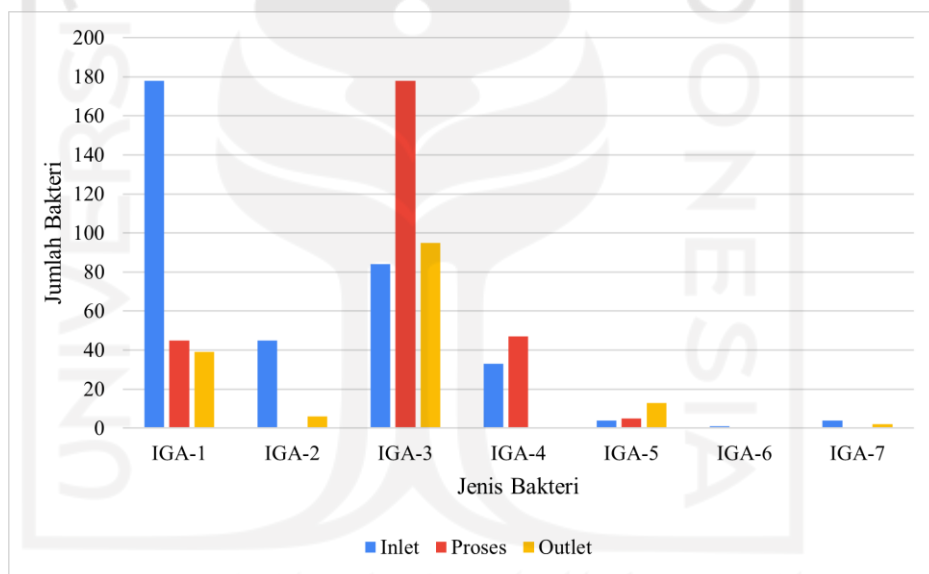
Gambar 4. 25 Bakteri Dominan di IPAL Gading Indah



Gambar 4. 26 Bakteri Dominan di Outlet IPAL Gading Indah



Gambar 4. 27 Bakteri Dominan di Proses IPAL Gading Indah



Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan Bakteri Dominan di Setiap Titik pada IPAL Gading Indah

Ditemukan 3 bakteri yang paling mendominasi pada IPAL Gading Indah setelah dilakukan identifikasi morfologi koloni bakteri. Pada inlet, bakteri dengan kode IGA-1 yang memiliki bentuk koloni *spindle*, bentuk pinggir koloni *entire*, elevasi *flat*, berwarna putih susu dengan bentuk sel *coccus* positif. Kemudian untuk titik selanjutnya yaitu proses ditemukan bakteri dengan kode IGA-3 yang mendominasi, bakteri dengan kode tersebut memiliki bentuk koloni *circular*, bentuk pinggir koloni *entire*, dengan elevasi flat dan berwarna putih, bakteri ini



juga memiliki bentuk sel coccus positif. Dan untuk titik terakhir yaitu outlet, bakteri dengan kode IGA-3 juga ditemukan mendominasi titik tersebut.

Dari tiga IPAL di atas, semua IPAL memiliki berbagai macam jenis bakteri yang berbeda-beda. Namun, pada titik proses dan outlet ditemukan bakteri dengan ciri morfologis yang sama, baik pada IPAL Candi Indah, Tirto Asri maupun IPAL Gading Indah. Hal ini disebabkan karena pada proses pengolahan pada masing-masing IPAL setelah air limbah melewati proses yaitu teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* air limbah langsung menuju ke outlet IPAL, sehingga bakteri dari proses ABR akan terbawa menuju outlet tanpa melewati proses tambahan. Pada IPAL Tirto Asri dan Gading Indah outlet dari IPAL akan menuju ke sungai di belakang lokasi IPAL, sedangkan untuk IPAL Candi Indah outlet hasil pengolahan akan menuju kolam ikan milik Dusun Candi Karang.

Berdasarkan, Gambar 4. 24, dan Gambar 4. 28 dapat dilihat bahwa terdapat persebaran bakteri yang variatif berdasarkan morfologinya seperti bentuk koloni dan pinggiran koloni, warna serta elevasi koloni pada masing-masing IPAL Komunal yang diteliti. Perbedaan bakteri tersebut dapat disebabkan beberapa faktor seperti perbedaan kondisi eksisting masing-masing IPAL dan juga perbedaan pada beban organik yang masuk ke IPAL Komunal setiap harinya. Menurut pengamatan yang dilakukan oleh penulis saat pengujian di Laboratorium. Perbedaan waktu inkubasi bakteri pada media pertumbuhan DNB juga memungkinkan perbedaan variasi morfologi bakteri yang ditemukan. Pada IPAL Candi Indah inkubasi bakteri dilakukan selama 28 hari sedangkan pada IPAL Tirto Asri dan Gading Indah inkubasi dilakukan selama 14 hari, selain itu perlakuan peneliti terhadap sampel pada saat penyimpanan dan pada saat pelaksanaan metode *direct plating* juga dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri.

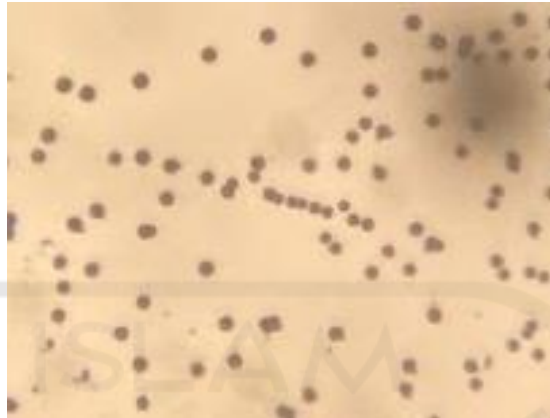
#### **4.4.4 Pewarnaan Gram**

Bakteri yang telah dikelompokkan berdasarkan kesamaan morfologinya kemudian dipindahkan ke media NA miring dan diinkubasi selama 24-48 jam di Inkubator dengan suhu 35°C. Bakteri yang tumbuh di NA miring tersebut kemudian akan dilakukan pewarnaan gram dan identifikasi bentuk sel yang dilihat dengan

mikroskop dengan perbesaran 40-1000 kali dari masing-masing koloni yang telah dikelompokkan. Pada proses pewarnaan gram ini akan diperlukan 4 macam larutan gram yaitu larutan gram A (kristal violet), larutan gram B (lugol), larutan gram C (alkohol 96%) dan larutan gram D (*safranin*). Pertama-tama kaca preparate dengan koloni yang telah diencerkan dengan aquades steril ditetesi larutan kristal violet (gram A), kemudian dicuci dengan air mengalir, selanjutnya diberikan larutan lugol (gram B), setelah dicuci dengan air mengalir kaca preparat dicuci dengan alkohol dan yang terakhir kaca preparate akan ditetesi larutan gram D yaitu *safranin*. Bakteri dengan dinding sel berwarna ungu merupakan bakteri gram positif sedangkan bakteri dengan dinding sel berwarna merah adalah gram negatif.

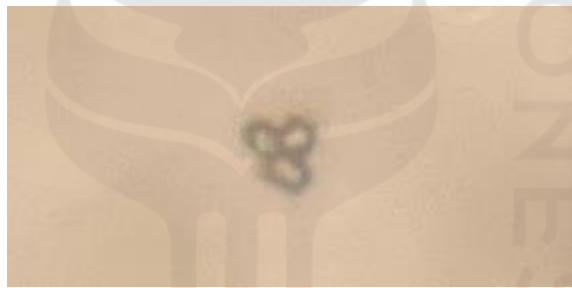


Gambar 4. 29 Persiapan Pewarnaan Gram  
(sumber : dokumentasi pribadi)



Gambar 4. 30 Contoh Pewarnaan Gram Bakteri Coccus Positif

(Sumber : dokumentasi pribadi)



Gambar 4. 31 Contoh Pewarnaan Gram Bakteri Basil Positif

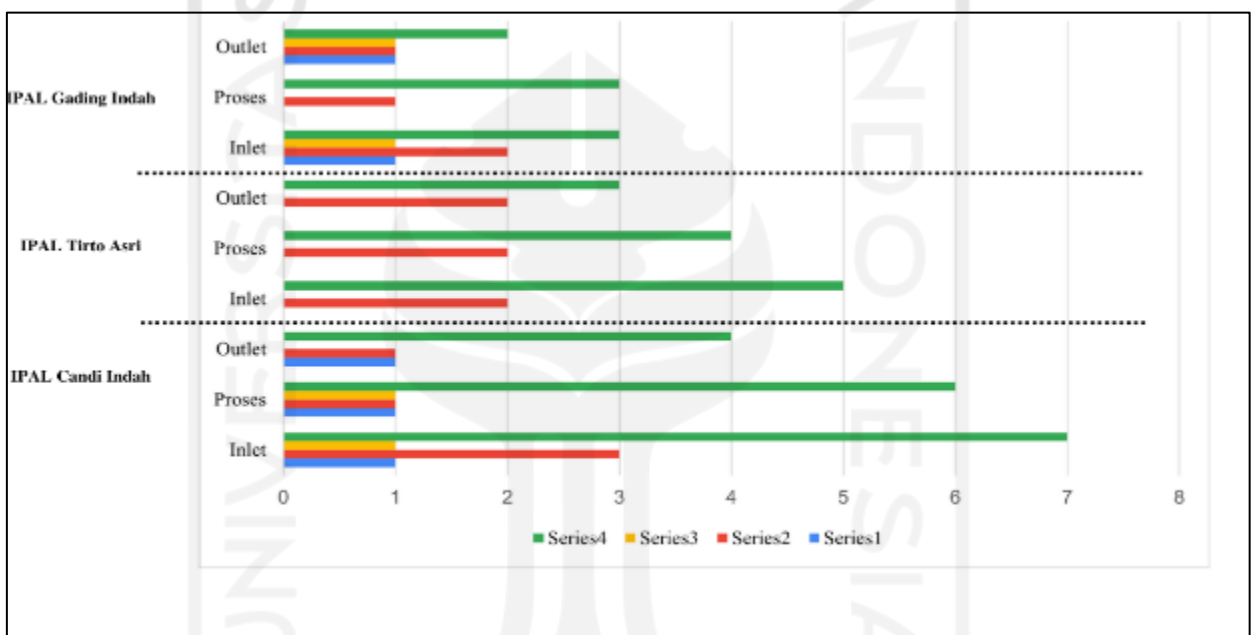
(Sumber : dokumentasi pribadi)

Hasil dari pewarnaan gram bakteri pada masing-masing IPAL dapat dilihat pada Tabel 4. 6, dimana pada tabel tersebut tertulis jumlah gram bakteri pada masing-masing titik di IPAL dan Gambar 4. 32

Tabel 4. 6 Hasil Pewarnaan Gram pada Setiap IPAL

IPAL CANDI INDAH					
Inlet		Proses		Outlet	
Bentuk Sel-Gram +/-	Jumlah	Bentuk Sel-Gram +/-	Jumlah	Bentuk Sel-Gram +/-	Jumlah
Basil - Gram Negatif	1	Basil - Gram Negatif	1	Basil - Gram Negatif	1
Basil- Gram Positif	3	Basil- Gram Positif	1	Basil- Gram Positif	1
Coccus - Gram Negatif	1	Coccus - Gram Negatif	1	Coccus - Gram Negatif	0
Coccus - Gram Positif	7	Coccus - Gram Positif	6	Coccus - Gram Positif	4
IPAL TIRTO ASRI					

Basil - Gram Negatif	0	Basil - Gram Negatif	0	Basil - Gram Negatif	0
Basil- Gram Positif	2	Basil- Gram Positif	2	Basil- Gram Positif	2
Coccus - Gram Negatif	0	Coccus - Gram Negatif	0	Coccus - Gram Negatif	0
Coccus - Gram Positif	5	Coccus - Gram Positif	4	Coccus - Gram Positif	3
<b>IPAL GADING INDAH</b>					
Basil - Gram Negatif	1	Basil - Gram Negatif	0	Basil - Gram Negatif	1
Basil- Gram Positif	2	Basil- Gram Positif	1	Basil- Gram Positif	1
Coccus - Gram Negatif	1	Coccus - Gram Negatif	0	Coccus - Gram Negatif	1
Coccus - Gram Positif	3	Coccus - Gram Positif	3	Coccus - Gram Positif	2



Gambar 4. 32 Grafik Persebaran Bakteri berdasarkan Pewarnaan Gram Bakteri. balok hijau (■) mewakili bakteri coccus positif, balok merah (■) mewakili bakteri basil positif, balok kuning (■) mewakili coccus negatif, balok biru (■) mewakili basil negatif.

Berdasarkan data hasil pewarnaan gram bakteri yang dapat dilihat pada Tabel 4. 6 dan Gambar 4. 32 didapatkan hasil jumlah bakteri berdasarkan bentuk sel dan warna dinding sel bakteri. Ditemukan berbagai macam variasi bakteri. Pada IPAL Candi Indah bakteri dengan gram bakteri *coccus* positif paling mendominasi pada setiap titik yaitu inlet, proses dan outlet namun bakteri *coccus* negatif tidak ditemukan pada outlet IPAL Candi Indah. Pada IPAL selanjutnya yaitu IPAL Tirto Asri bakteri *coccus* positif juga masih mendominasi yaitu berjumlah lima bakteri pada inlet, empat bakteri pada proses dan tiga bakteri ditemukan pada outlet,

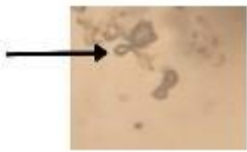
sedangkan bakteri basil positif ditemukan masing-masing dua di setiap titik inlet, proses dan outlet. Sedangkan bakteri *coccus* dan basil negatif tidak ditemukan pada IPAL Tirto Asri. Dan pada IPAL Gading Indah ditemukan tiga bakteri *coccus* positif pada inlet, tiga pada proses dan dua pada outlet. Pada proses IPAL Gading Indah tidak ditemukan bakteri *coccus* dan basil negatif.

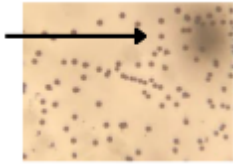
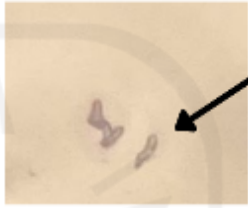
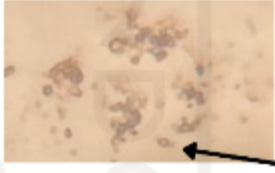
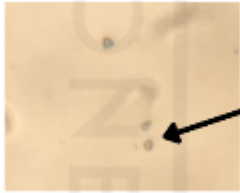
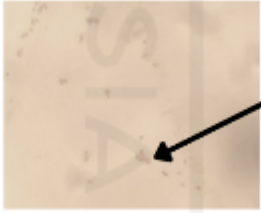

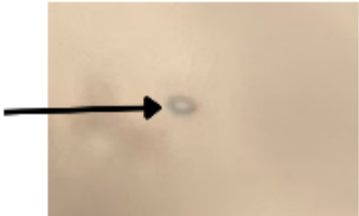
Bakteri gram positif merupakan bakteri yang memiliki 90% peptidoglikan pada dinding sel nya, bakteri gram positif juga memiliki beberapa komponen seperti asam teikoat dan asam lipoteikoat. Bakteri gram positif memiliki struktur dinding sel lebih sederhana sehingga saat diberikan pewarna kristal violet dinding sel akan mengikat warna tersebut. Pada bakteri gram negatif, struktur dinding sel lebih kompleks, pada dinding sel bakteri negatif peptidoglikan hanya berkisar 10-20% dan memiliki lapisan lemak yang besar, saat diwarnai oleh kristal violet lapisan lemak akan mengikat zat warna tersebut secara lemah dan akan luntur saat diberikan alkohol 96% sehingga saat diberi pewarna gram *safranin* dinding sel akan mengikat warna tersebut (Saroh, 2011).

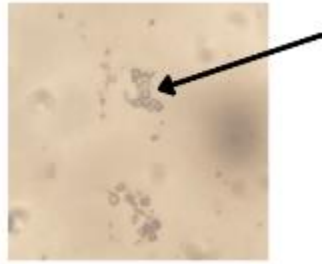



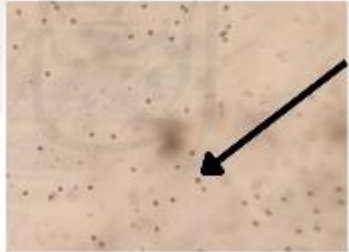
Tabel di bawah ini merupakan gambar hasil dari pewarnaan gram bakteri yang dilakukan pada semua isolat bakteri masing-masing IPAL yang kemudian dilanjutkan dengan pengamatan menggunakan mikroskop dengan menggunakan perbesaran 40 x 100 kali.

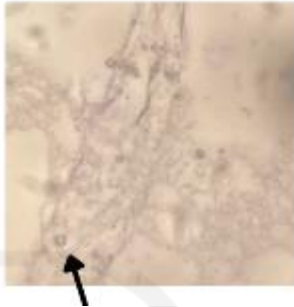
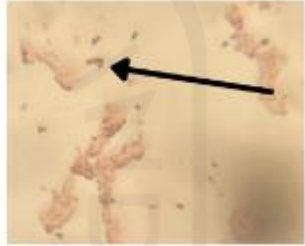
Tabel 4. 7 Hasil Pewarnaan Gram Bakteri IPAL Candi Indah

(sumber : dokumentasi pribadi)

No	Kode	Gram +/-	Bentuk Sel	Gambar
1	ICI-1	positif	<i>coccus</i>	
2	ICI-2	positif	<i>coccus</i>	

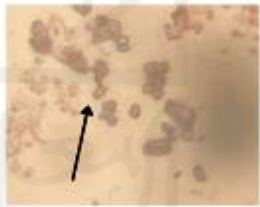
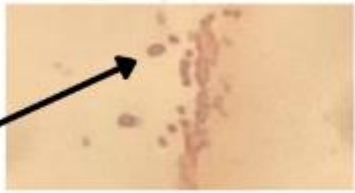
				
3	ICI-3	positif	<i>basil</i>	
4	ICI-4	positif	<i>coccus</i>	
5	ICI-5	positif	<i>coccus</i>	
6	ICI-6	negatif	<i>basil</i>	
7	ICI-7	positif	<i>coccus</i>	
8	ICI-8	positif	<i>basil</i>	
9	ICI-9	positif	<i>coccus</i>	

				
10	ICI-10	positif	<i>coccus</i>	
11	ICI-11	positif	<i>bacil</i>	
12	ICI-12	negatif	<i>coccus</i>	
13	ICI-13	positif	<i>coccus</i>	

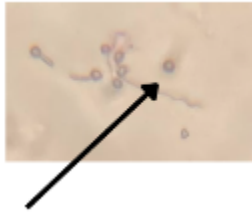
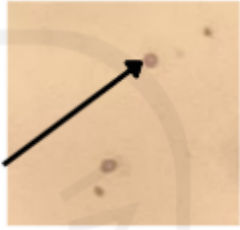
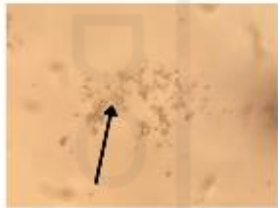
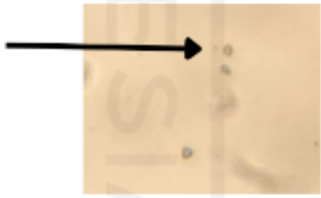
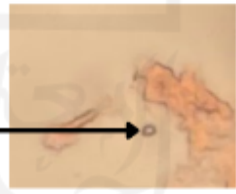
14	ICI-14	positif	<i>coccus</i>	
15	ICI-15	negatif	<i>bacil</i>	

Tabel 4. 8 Hasil Pewarnaan Gram Bakteri IPAL Tirto Asri

(sumber : dokumentasi pribadi)

No	Kode	Gram +/-	Bentuk Sel	Gambar
1	ITA-1	positif	<i>bacil</i>	
2	ITA-2	positif	<i>bacil</i>	
3	ITA-3	positif	<i>coccus</i>	

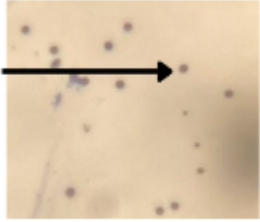


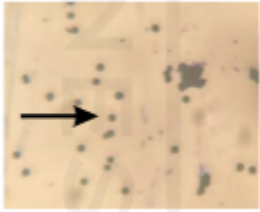

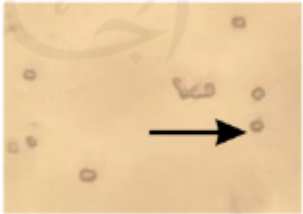


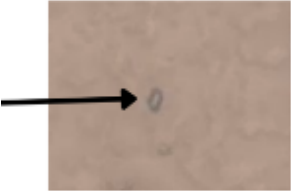
				
4	ITA-4	positif	<i>coccus</i>	
5	ITA-5	positif	<i>coccus</i>	
6	ITA-6	positif	<i>coccus</i>	
7	ITA-7	positif	<i>coccus</i>	

Tabel 4. 9 Hasil Pewarnaan Gram Bakteri IPAL Gading Indah

(sumber : dokumentasi pribadi)

No	Kode	Gram +/-	Bentuk Sel	Gambar
1	IGA-1	positif	<i>coccus</i>	

				
2	IGA-2	negatif	<i>bacil</i>	
3	IGA-3	positif	<i>coccus</i>	
4	IGA-4	positif	<i>coccus</i>	
5	IGA-5	positif	<i>bacil</i>	
6	IGA-6	positif	<i>bacil</i>	

7	IGA-7	negatif	coccus	
---	-------	---------	--------	--

#### 4.5 Pemetaan Bakteri

Setelah dilakukan serangkaian pengujian dan didapatkan hasil dari bakteri dominan di setiap IPAL, selanjutnya dapat dilakukan identifikasi genus bakteri dengan menyamakan ciri-ciri morfologi dan hasil pewarnaan gram dan kemudian dilakukan pemetaan bakteri dominan pada masing-masing IPAL yang diteliti. Hasil dari identifikasi genus bakteri dominan dari masing-masing IPAL dapat dilihat pada Tabel 4. 1 di bawah ini.

Tabel 4. 10 Hasil Identifikasi Genus Bakteri

IPAL	Proses IPAL	Kode Bakteri	Bentuk Pinggiran koloni	Bentuk Tepi Koloni	Elevasi	Warna Koloni	Warna Sel	Gram +/-	Bentuk Sel	Identifikasi Genus Bakteri
IPAL Candi Indah	Inlet	ICI-2	<i>spindle</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	Putih susu	ungu	positif	<i>coccus</i>	<i>Bifidobacterium</i>
	Proses	ICI-1	<i>Circular</i>	<i>undulate</i>	<i>flat</i>	putih susu	ungu	positif	<i>coccus</i>	<i>Streptococcus</i>
	Outlet	ICI-1	<i>Circular</i>	<i>undulate</i>	<i>flat</i>	putih susu	ungu	positif	<i>coccus</i>	<i>Streptococcus</i>
IPAL Tirto Asri	Inlet	ITA-6	<i>circular</i>	<i>undulate</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>coccus</i>	<i>Streptococcus</i>
	Proses	ITA-1	<i>circular</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>basil</i>	<i>Lactobacillus</i>
	Outlet	ITA-1	<i>circular</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>basil</i>	<i>Lactobacillus</i>
IPAL Gading Indah	Inlet	IGA-1	<i>spindle</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	putih susu	ungu	positif	<i>coccus</i>	<i>Bifidobacterium</i>
	Proses	IGA-3	<i>circular</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>coccus</i>	<i>staphylococcus</i>
	Outlet	IGA-3	<i>circular</i>	<i>entire</i>	<i>flat</i>	putih	ungu	positif	<i>coccus</i>	<i>staphylococcus</i>

Identifikasi genus bakteri dilakukan berdasarkan kemiripan morfologi sel dan hasil dari pewarnaan gram, didapatkan empat genus bakteri yaitu *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, dan *Staphylococcus*. Bakteri tersebut tersebar di tiga titik pada masing-masing IPAL.

Pada IPAL Candi Indah ditemukan bakteri dengan kode ICI-2 merupakan bakteri paling dominan di Inlet, bakteri tersebut memiliki bentuk *spindle*, pinggirannya *entire*, elevasi yang *flat* dan juga berwarna putih susu, selain itu bakteri tersebut juga memiliki bentuk sel *coccus* positif. Menurut beberapa ciri tersebut bakteri tersebut memiliki kesamaan ciri dari bakteri *Bifidobacterium*. Bakteri dengan ciri morfologi, bentuk dan warna sel yang sama juga ditemukan pada inlet IPAL Gading Indah yaitu bakteri dengan kode IGA-1. *Bifidobacterium* merupakan salah satu bakteri yang termasuk sebagai bakteri asam laktat, bakteri ini merupakan bakteri gram positif yang bersifat anaerobik, non motil dan tidak membentuk spora, bakteri ini masuk ke dalam filum *Actinobacteria*. Bakteri yang tidak membentuk spora umumnya memiliki daya tahan yang kuat, apabila ditumbuhkan pada media agar miring maka isolat dari bakteri ini akan bertahan hidup dalam jangka waktu yang lama, baik di dalam suhu ruang maupun di dalam lemari pendingin (Syahrurahman *et al.*, 2010). *Bifidobacterium* umum digunakan sebagai indikator adanya kontaminasi feses manusia pada lingkungan terutama air. *Bifidobacterium* memiliki kemampuan untuk membuat berbagai macam anti mikroba yang berbentuk asam organik dan bakteriosin (Martiner *et al.*, 2013).

Sedangkan pada proses dan outlet ditemukan bakteri yang memiliki ciri yang sama yaitu bakteri dengan kode bakteri ICI-1 yang memiliki bentuk koloni *circular*, bentuk pinggirannya koloni *undulate*, berwarna putih susu dengan elevasi *flat*. Bakteri tersebut juga memiliki bentuk sel *coccus* positif. Dari hasil identifikasi tersebut bakteri pada outlet dan proses IPAL Candi Indah memiliki kesamaan dengan bakteri *Streptococcus*. Pada Inlet IPAL Tirto Asri juga ditemukan bakteri ciri morfologis dan hasil pewarnaan gram yang sama yaitu bakteri dengan kode ITA-6, sehingga pada inlet IPAL Tirto Asri bakteri tersebut kesamaan dengan *Streptococcus*. *Streptococcus* merupakan bakteri gram positif dengan bentuk sel *coccus* yang membentuk rantai dengan panjang rantai berbeda-beda bergantung pada kondisi lingkungan hidupnya. *Streptococcus* termasuk ke dalam bakteri fakultatif anaerobik, bakteri non-motil dan tidak menghasilkan spora, bakteri ini juga bersifat patogen, seperti dapat menyebabkan infeksi pada jaringan kulit, demam, radang tenggorokan, hingga pneumonia dan sepsis namun bakteri ini

diketahui memiliki kemampuan mengolah senyawa organik seperti karbohidrat dan protein dalam proses hidrolisis pada reaktor anaerob (Brooks *et al.*, 2005).



Gambar 4. 33 Isolat Bakteri Dominan pada Media NA miring (sumber : dokumentasi pribadi)



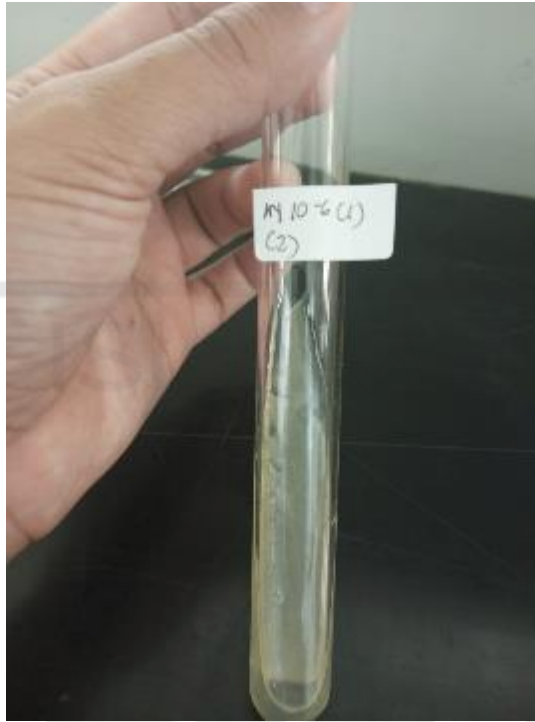
Gambar 4. 34 Isolat Bakteri Dominan pada media NA miring

(sumber : dokumentasi pribadi)

Bakteri dengan kode ITA-1 ditemukan sebagai bakteri dominan pada proses dan outlet dari IPAL Tirto Asri. Bakteri dengan kode tersebut memiliki ciri yaitu bentuk koloni *circular*, bentuk pinggiran koloni *entire*, berwarna putih dengan elevasi *flat*. Hasil dari uji pewarnaan gram bakteri ini memiliki bentuk sel *coccus* dan termasuk pada bakteri gram positif. Dari hasil pengujian tersebut bakteri dengan kode ITA-1 memiliki persamaan ciri dengan bakteri *Lactobacillus*.

*Lactobacillus* merupakan bakteri gram positif dengan bentuk sel memanjang (basil), tidak menghasilkan spora dan termasuk ke dalam *anaerobic lactic acid bacteria* (Kumar & Kumar, 2014). Salah satu spesies dari *Lactobacillus* yaitu *Lactobacillus acidophilus* memiliki kemampuan dalam menghilangkan, mengasimilasi dan melakukan degradasi bahan-bahan organik yang terkandung dalam air limbah (Vellingiri *et al.*, 2015).

Pada IPAL yang terakhir yaitu IPAL Gading Indah bakteri dominan pada titik proses dan outlet adalah bakteri dengan kode IGA-3. Bakteri tersebut memiliki ciri yaitu bentuk koloni yang *circular*, bentuk pinggiran koloni *entire*, berwarna putih dengan elevasi *flat*. Bakteri dengan kode ini juga memiliki bentuk sel *coccus* positif setelah dilakukan pengujian pewarnaan gram bakteri. Berdasarkan identifikasi tersebut, bakteri dengan kode IGA-3 memiliki kemiripan dengan ciri-ciri bakteri *Staphylococcus*.



*Gambar 4. 35 Isolat Bakteri Dominan Kode ITA-1  
(sumber : dokumentasi pribadi)*



*Gambar 4. 36 Isolat Bakteri Dominan Kode ITA 6  
(sumber : dokumentasi pribadi)*



Gambar 4. 37 Isolasi Bakteri Dominan IGA-1  
(sumber : dokumentasi pribadi)

Perbedaan pada jenis-jenis bakteri dominan yang ditemukan pada masing-masing IPAL meskipun setiap IPAL memiliki teknologi yang sama yaitu *Anaerobic Baffled Reactor* dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu khususnya pada kondisi eksisting IPAL Komunal. Apabila diperhatikan dari kondisi eksisting masing-masing IPAL, ketiga IPAL ini memiliki perbedaan khususnya pada waktu pengurasan tangki IPAL. Pada IPAL Gading Indah pengurasan tangki IPAL belum rutin dilakukan, sedangkan pada Tirto Asri pengurasan dilakukan setahun sekali secara rutin dan pada IPAL Candi Indah pengurasan dilakukan setiap 6 bulan sekali, selain itu pengurus IPAL juga rutin melakukan pengambilan padatan yang terapung di bagian atas tangki. IPAL Gading Indah tidak memiliki atap sebagai penutup IPAL, sedangkan kedua IPAL yang lainnya dilengkapi dengan atap sebagai penutup bangunan IPAL.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh We'ry *et al.*, (2009) *Bifidobacterium* merupakan bakteri yang teridentifikasi berada pada influen dan



effluent dari pengolahan air limbah bersama dengan *Streptococcus* dan *Lactobacillus*. Ketiga bakteri tersebut juga teridentifikasi ditemukan pada feces manusia. Hal ini membuat keberadaan bakteri sebagai bakteri dominan pada ketiga IPAL tersebut sangat mungkin terjadi terutama pada inlet IPAL, dimana air limbah yang berkumpul menjadi satu belum dilakukan pengolahan sama sekali. Munculnya bakteri yang teridentifikasi pada feces manusia pada outlet IPAL menunjukkan bahwa pada proses pengolahan belum dilakukan secara maksimal, sehingga harus dilakukan peningkatan pada proses pengolahan IPAL agar bakteri tersebut tidak menuju ke badan air.

Bakteri lainnya yang teridentifikasi pada IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sedang ini adalah *Staphylococcus*, menurut penelitian yang dilakukan oleh (Zieliński *et al.*, 2020) *Staphylococcus* ditemukan pada pengolahan air limbah domestik bahkan ditemukan banyak pada influen dan efluen IPAL. *Staphylococcus* merupakan bakteri gram positif yang berbentuk bulat, termasuk ke dalam bakteri fakultatif anaerobik dan tidak membentuk spora (Kristiani, 2018). Koloni bakteri ini berbentuk bulat sempurna dengan warna putih susu sampai ke abu-abu an, *staphylococcus* dapat membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar yaitu 20°C - 25°C sedangkan akan tumbuh secara optimum pada suhu 37°C (Purnomo *et al.*, 2009). Salah satu spesies nya yaitu *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri pathogen dan dapat menyebabkan infeksi dan peradangan pada kulit namun memiliki kemampuan dalam proses perubahan hydrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) menjadi Hidrogen (H<sub>2</sub>) dan Oksigen (O<sub>2</sub>).

Bakteri dominan yang ditemukan pada setiap IPAL dan unit pengolahan IPAL Komunal yaitu *Bifidobacterium* memiliki kemampuan dalam membantu proses hidrolisis pada proses anaerob di IPAL sedangkan bakteri lainnya yaitu *Staphylococcus*, *Streptococcus*, dan *Lactobacillus* memiliki kemampuan dalam proses Asidogenesis atau Asetogenesis pada IPAL. Proses anaerob sendiri dibagi menjadi 4 yaitu proses hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis dan methanogenesis, dimana pada setiap proses ini terdapat proses pengolahan yang berbeda. Pada proses hidrolisis terjadi proses perombakan bahan organik kompleks yang sulit larut

dalam air seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi bahan organik sederhana. Pada proses asidogenesis bahan organik sederhana yang telah terolah pada proses hidrolisis akan menjalani proses selanjutnya dimana akan diubah menjadi CO<sub>2</sub>, asam lemak rantai pendek dan alkohol. Pada proses selanjutnya yaitu proses asetogenesis asam dan alkohol diubah menjadi asam asetat dan gas H<sub>2</sub>. Dan proses terakhir yaitu proses methanogenesis dimana senyawa-senyawa yang dihasilkan dari proses asetogenesis akan diubah menjadi gas metana oleh bakteri metanogen (Mujdalipah, *et al* 2014). Dari keempat bakteri yang ditemukan dapat membantu proses anaerobik tersebut tidak ditemukan bakteri yang dapat membantu proses methanogenesis, hal ini dapat disebabkan karena proses anaerobik di IPAL Komunal yang belum secara sempurna terlaksana sehingga bakteri methanogen tersebut tidak ditemukan mendominasi pada ketiga IPAL yang diteliti tersebut. Bakteri dominan pada titik proses dan outlet di ketiga IPAL tersebut teridentifikasi memiliki kesamaan morfologi. Hal ini disebabkan karena setelah proses dimana ketiga IPAL ini menggunakan teknologi ABR tidak ada pengolahan lain sehingga air limbah yang keluar dari ABR akan menuju langsung ke outlet dan menuju ke badan air masing-masing IPAL.

Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan bakteri yang ditemukan sangat bermacam-macam. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Cahyani, (2021) ditemukan bakteri *Advenella faeciporci*, *Ruminococcus albus*, *Methanogenic Bacteria*, *Clostridium*, *Nocardia Farcinica* dan *Thiothrix* sebagai bakteri dominan pada IPAL Komunal dengan resiko sanitasi sangat tinggi dengan teknologi utama pengolahan adalah ABR. Selanjutnya penelitian bakteri dominan juga dilakukan di IPAL Komunal dengan resiko sanitasi tinggi yang dilakukan oleh Maulida, 2021 *Methanobacteria Clostridium*, *Microthrix* ditemukan sebagai bakteri dominan. Dari beberapa bakteri yang ditemukan tersebut, bakteri *Nocardia Farcinica* dan *Clostridium* memiliki sifat pathogen terhadap manusia dan hewan. Sedangkan pada penelitian ini bakteri dominan yang memiliki sifat pathogen merupakan *Streptococcus* dan *Staphylococcus*. *Streptococcus* diketahui dapat menyebabkan infeksi pada kulit, demam, radang pada tenggorokan, infeksi jaringan lunak, sepsis, pneumonia hingga meningitis pada bayi dan lansia (Cunningham,

2000). Sedangkan pada *Staphylococcus*, bakteri tersebut dapat menyebabkan radang paru-paru, salah satu spesiesnya yaitu *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan pneumonia, sindrom syok toxic dan keracunan (Foster, 2004). Walaupun masing-masing bakteri yang ditemukan memiliki perbedaan terhadap penyakit yang diberikan namun apabila bakteri pathogen ini masuk ke badan air tentu saja akan membahayakan masyarakat yang tinggal disekitar lingkungan badan air yang terkontaminasi bakteri pathogen tersebut, karena beberapa masyarakat masih menggunakan badan air tersebut sebagai sumber air bersih untuk mencuci dan beberapa anak-anak yang sering kali bermain di badan sungai tersebut. Untuk dapat menentukan apakah badan air maupun lingkungan tersebut tercemar oleh bakteri *Streptococcus* dan *Staphylococcus* perlu adanya baku mutu yang ditentukan, hal tersebut bertujuan untuk mengetahui batas maksimum kandungan bakteri yang dapat diterima oleh lingkungan yang kemudian berpotensi pindah ke tubuh manusia, karena hingga saat ini untuk bakteri selain *Escherichia coli* dan *Total Coliform* belum ada peraturan yang mengatur kandungan bakteri pada badan air.

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh We'ry, et al., 2009 yang dilakukan pada lima lokasi pengolahan air limbah domestik di Prancis yang menggunakan teknologi lumpur aktif, bakteri dominan yang ditemukan adalah *Bifidobacterium*, *Clostridiaceae*, *Bacteriodales*, dan *BSL* (*Bacillus – Streptococcus – Lactobacillus*) dimana bakteri ini juga ditemukan pada feses manusia. Keanekaragaman bakteri dominan yang ditemukan pada IPAL Komunal tentu saja dipengaruhi oleh beberapa aspek seperti kondisi eksisting masing-masing IPAL, aktifitas masyarakat di sekitar IPAL dan teknologi yang digunakan pada IPAL. Air limbah dari berbagai sumber yang berkumpul dan mengendap juga dapat menyebabkan kemungkinan variasi bakteri pada IPAL sangat tinggi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Bakteri dominan yang terdapat pada IPAL Candi Indah, IPAL Gading Indah, dan IPAL Tirto Asri, cukup beragam. Bakteri dominan tersebut memiliki persamaan morfologi dengan bakteri pada genus *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, dan *Staphylococcus*. Bakteri genus *Bifidobacterium* membantu dalam proses asidogenesis, sedangkan bakteri genus *Streptococcus*, *Lactobacillus*, dan *Staphylococcus* dapat membantu dalam proses hidrolisis pada pengolahan air limbah di masing-masing IPAL yang diteliti.

#### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan yang dapat memastikan dengan lebih spesifik jenis bakteri yang terkandung di dalam IPAL yaitu dengan melaksanakan uji molekuler dan biokimiawi pada sel bakteri.



*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Malakahmad, S. Z. (2009). Identification Of Anaerobic Microorganisms For Converting Kitchen Waste To Biogas. *World Academy Of Science, Engineering And Technology*, 60, 1336-1341.
- Abdullah, Almuhardi, I., Antoni, & Rahmawati. (2019). Aktivitas Antibakteri Actinomycetes asal desa Cempaka Kapuas Hulu Kalimantan Barat Terhadap Enteropatogenik Gastroenteritis. *Jurnal Biologi*, 13(1), 20-30.
- Andika Septiana S, S. M. (2021, July 16). Struktur Morfologi Bakteri Dan Peranannya Dalam Kehidupan.
- Astawa, I. B., & Tarini, N. M. (2017). Identifikasi Jenis Bakteri Dalam Air Limbah Di Rumah Sakit. *E-Jurnal Medika*, 6(6), 3.
- Brooksa, N., Adgera, W. N., & Kelly, P. M. (2005). The Determinants Of Vulnerability And Adaptive Capacity At The National Level And The Implications For Adaptation. *Global Environmental Change*, 15.
- Busyairi, M., Adriyanti, N., Kahar, A., Nurcahya, D., Sariyadi, & Hudayana, T. D. (2020). Efektivitas Pengolahan Air Limbah Domestik Grey Water Dengan Proses Biofilter Anaerob Dan Biofilter Aerob (Studi Kasus : Ipal Inbis Permata Bunda, Bontang). *Serambi Engineering*, V(4), 1306-1312.
- Cresten Mansfeldt, K. D. (2019). Microbial Community Shifts In Streams Receiving Treated Wastewater Treatment. *Science Of The Total Environment*.
- Daniela Numberger, L. G.-P. (2019). Characterization Of Bacterial Communities In Wastewater With Enhanced Taxonomic Resolution By Full-Length 16s Rrna Sequencing. *Scientific Reports*, 1-14.
- Davis, M. L. (2010). *Water And Wastewater Engineering: Design Principles And Practice*. New York: Mc.Graw Hill.

- Dhama Susanthi, M. Y. (2019). Jurnal Teknologi Lingkungan, Volume 19, No 2, Juli 2018229evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Ipal Komunal Di Kota Bogor Evaluation Of Domestic Wastewater Treatment Using Communal Wwtp In Bogor City. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 229-238.
- Dinda Zahidah, M. S. (2013). Isolasi, Karakterisasi Dan Potensi Bakteri Aerob Sebagai Pendegradasi Limbah Organik. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 2337-3520.
- Dyanto, R., Yusuf, W., & Utomo, K. P. (2015). Evaluasi Unit Biofilter Anaerob Sistem Pengolahan Air Limbah(Ipal) Rumah Sakit Ibu Dan Anak (Rsia) Anugerah Bunda Khatulistiwa Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 3(1).
- Elizabeth Tilley, L. U. (2014). *Compendium Of Sanitation Systems And Technologies* (2nd Revised Edition Ed.). Dübendorf, Switzerland.: Swiss Federal Institute Of Aquatic Science And Technology (Eawag).
- Gerardi, M. H. (2006). *Wastewater Bacteria* (1 Ed.). Pennsylvania: A John Wiley & Sons, Inc.
- Harudyawati, D. P., & Musayyaroh, F. H. (2015). Pengelolaan Ipal Komunal Yang Berkelanjutan. *Tugas Akhir Teknik Lingkungan*, 4.
- Hastuti, E., Nuraeni, R., & Darwati, S. (2017). Pengembangan Proses Pada Sistem Anaerobic Baffled Reactor Untuk Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Jurnal Permukiman*, 12(2), 70-79.
- Indriyati. (2005). Pengolahan Limbah Cair Secara Biologi Menggunakan Reaktor Anaerobik Lekat Diam. *Jai*, 1(03), 340-343.
- Irfani, M. R. (2021). *Analisis Mikroba Dominan Pada Ipal Komunal Kabupaten Sleman*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

- Izzatinnisa', U. U. (2020). Uji Antagonisme Beberapa Fungi Endofit Pada Tanaman Kentang Terhadap *Fusarium Oxysporum* Secara In Vitro. *Jurnal Riset Biologi Dan Aplikasinya*, 18-25.
- Juariah, S., & Sari, W. P. (2018). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Sebagai Media Alternatif Pertumbuhan *Bacillus* Sp. *Jurnal Analisis Kesehatan Klinikal Sains*, 6(1), 24-29.
- K.Vellingiri, T.Ramachandran, & Thirugnanasambantham, A. (2015). Isolation And Purification Of *Lactobacillus Acidophilus* And Analyzing Its Influence On Effluent Treatment. *International Journal Of Engineering And Technology Innovation*, 66-74.
- Kolwzan, B., Adamiak, W., & Ribak, J. (2011). *Sanitary Biology*. Wroclaw: Wroclaw University Of Technologi.
- Komalasari, M. (2020). *Gambaran Angka Lempeng Total (ALT) Pada Bakter Bacillus Subtilis Atcc 6051 Sebelum Dan Sesudah Difolisasi Dan Disimpan 30 Hari Pada Suhu 4°C*. Yogyakarta: Teknologi Laboratorium Medis.
- Kumar, A., & Kumar, D. (2014). Isolation And Characterization Of Bacteria From Dairy Samples Of Solan In Himachal Pradesh For Identification Of *Lactobacillus* Spp. *International Journal Of Pharmaceutical Sciences Review And Research*, 110-114.
- Marcin Cyprowski, . A.-K.-W.-K.-S. (2018). Anaerobic Bacteria In Wastewater Treatment Plant. *International Archives Of Occupational And Environmental Health*, 571-579.
- Maulida, I. A. (2021). *Identifikasi Mikroba Dominan Pada Ipal Komunal Di Daerah Dengan Tingkat Risiko Sanitasi Tinggi Di Kabupaten Sleman*. Yogyakarta: UII.
- Megasari, R., Biyatmoko, D., Ilham, W., & Hadie, J. (2012). Identifikasi Keragaman Jenis Bakteri Pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman Dengan Lumpur Aktif Limbah Tahu. *Enviro Scienteeae*, 8, 89-101.



- Metcalf & Eddy, I. (2003). *Wastewater Engineering Treatment And Reuse* (Fourth Ed.). China: Mcgraw Hill Companies Inc.
- Monica Kharisma Swandi, P. D. (2015). Isolasi Bakteri Pendegradasi Limbah Cair Industri Minyak Sawit. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 1.
- Munvika, H. W. (2018). Uji Toksisitas Ipal Komunal Di Kecamatan . *Tugas Akhir Teknik Lingkungan Uii*, 15.
- Nathalie We'ry, C. M.-M.-J. (2009). Human-Specific Fecal Bacteria In Wastewater Treatment Plant Effluents. *Water Research*, 1873-1883.
- Ranudi, R. S. (2018). Evaluasi Pengelolaan Ipal Komunal Di Kabupaten Sleman. *Tugas Akhir Teknik Lingkungan Uii*.
- Statistik, B. P. (2021). *Kecamatan Ngaglik Dalam Angka 2021*. Yogyakarta: Badan Pusat Statistik.
- Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Analisis Kualitas Air*, 12(01), 41-57.
- Sulistiyawati, I. (2019). Kuantitas Total Bakteri Coliform Pada Instalasi Pengolahan Limbah Cair Medis Laboratorium Klinik. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 675-677.
- Sunarti, R. N. (2015). Uji Kualitas Air Sumur Dengan Menggunakan Metode Mpn (Most Probable Numbers). *Bioilmi*, 30-34.
- Sutanto, A. (2009). Isolasi Bakteri Indigenus Limbah Cair Nanas Berpotensi Bioremediasi. *Jurnal Bioedukasi*, 56-66.
- Tyas, D. E., Widyorini, N., & Solichin, A. (2018). Perbedaan Jumlah Bakteri Dalam Sedimen Pada Kawasan Bermangrove Dan Tidak Bermangrove Di Perairan Desa Bedono, Demak. *Journal Of Maquares*, 189-196.
- Utamy, G., M.Hasby, & Purwanto, E. (2021). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Pada Kolam Anaerob Ipal Industri Minyak Kelapa Sawit. *Jurnal Sumberdaya Dan Lingkungan Akuatik*, 2(1), 231-240.

- Wulan, D. K. (2019). *Karakterisasi Bakteri Indigenus Pada Kolamdi Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Sewon, Bantul*. Daerah Istimewa Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Yuni Dewi Safrida, C. Y. (2012). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Berpotensi Probiotik Pada Ikan Kembung (*Rastrelliger Sp.*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 3.
- Zieliński, W., Korzeniewska, E., Harnisz, M., Hubeny, J., Buta, M., & Rolbieck, D. (2020). The Prevalence Of Drug-Resistant And Virulent *Staphylococcus Spp.* In A Municipal Wastewater Treatment Plant And Their Spread In The Environment. *Environment International*, 143.
- Zulaika, N. W. (2018). Perbandingan Pertumbuhan Bakteri Selulolitik Pada Media Nutrient Broth Dan Carboxyl Methyl Cellulose. *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 36-38.





*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*

## LAMPIRAN

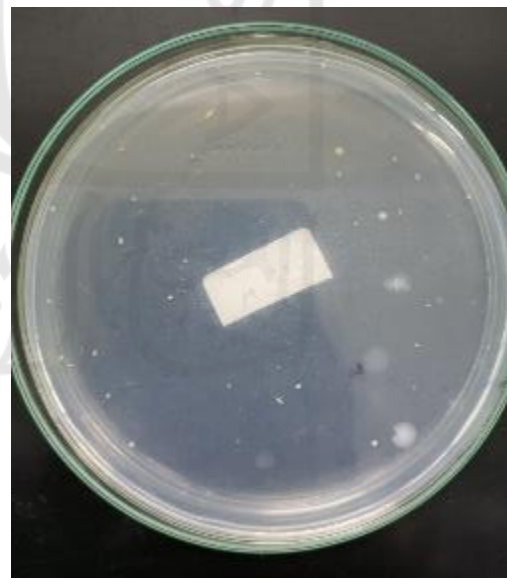
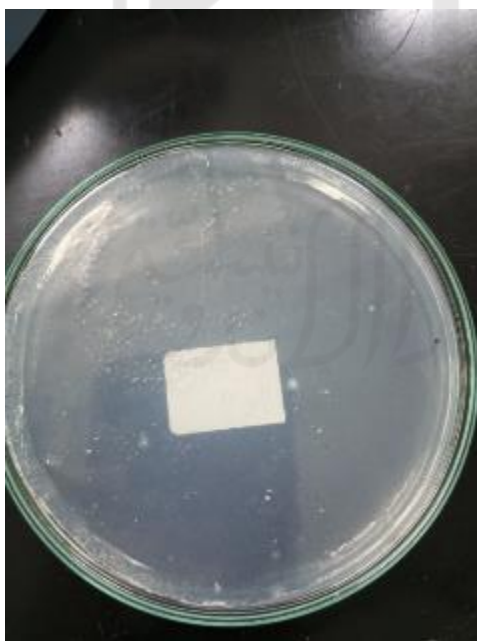
### LAMPIRAN A

### PENGAMBILAN SAMPEL



**LAMPIRAN B**

**PENGUJIAN DI LABORATORIUM**





## LAMPIRAN C

### Total Plate Count

IPAL CANDI INDAH				
Pengenceran	Ulangan 1	Ulangan 2	Total Koloni	Total Koloni (cfu/ml)
INLET				
10 <sup>-4</sup>	79	51	130	6500000
10 <sup>-5</sup>	11	5	16	
10 <sup>-6</sup>	3	2	5	
10 <sup>-7</sup>	2	5	7	
PROSES				
10 <sup>-4</sup>	79	65	144	7200000
10 <sup>-5</sup>	34	29	63	
10 <sup>-6</sup>	1	1	2	
10 <sup>-7</sup>			0	
OUTLET				
10 <sup>-4</sup>	134	117	251	1255000
10 <sup>-5</sup>	-	2		
10 <sup>-6</sup>	100	70	170	
10 <sup>-7</sup>	-	-		

IPAL TIRTO ASRI				
Pengenceran	Ulangan 1	Ulangan 2	Total Koloni	Total Koloni (cfu/ml)
INLET				
10 <sup>-4</sup>	>300	>300	>300	63000000
10 <sup>-5</sup>	76	50	126	
10 <sup>-6</sup>	37	41	78	
10 <sup>-7</sup>	Kontaminasi			
PROSES				
10 <sup>-4</sup>	>300	>300		74500000
10 <sup>-5</sup>	76	73	149	
10 <sup>-6</sup>	10	9	19	
10 <sup>-7</sup>	-	-	-	
OUTLET				



10 <sup>-4</sup>	3	5	8	30000000
10 <sup>-5</sup>	18	30	48	
10 <sup>-6</sup>	Kontaminasi			
10 <sup>-7</sup>	-	-	-	

IPAL GADING INDAH				
Pengenceran	Ulangan 1	Ulangan 2	Total Koloni	Total Koloni (cfu/ml)
INLET				
10 <sup>-4</sup>	>300	>300	>300	193500000
10 <sup>-5</sup>	178	209	387	
10 <sup>-6</sup>	54	62	116	
10 <sup>-7</sup>	15	5	20	
PROSES				
10 <sup>-4</sup>	>300	>300	>300	51500000
10 <sup>-5</sup>	35	68	103	
10 <sup>-6</sup>	69	25	94	
10 <sup>-7</sup>	49	30	79	
OUTLET				
10 <sup>-4</sup>	95	48	143	7150000
10 <sup>-5</sup>	2	9	11	
10 <sup>-6</sup>	-	-	-	
10 <sup>-7</sup>	9	6	15	

## IDENTIFIKASI KOLONI

IPAL CANDI INDAH							
Tanggal	Titik Sampling	Kode Isolat	Morfologi Bakteri				
			Kode	Shape	Margin	Elevasi	Warna
07/03/22	Inlet	IN 10-4	1	Circular	undulate	flat	putih susu
			2	spindle	entire	flat	Putih susu
			3	circular	entire	flat	putih susu
		IN 10-4 D	1	circular	undulate	flat	putih susu
			2	circular	undulate	flat	putih susu
			3	spindle	undulate	flat	kuning

7 Maret 2022	Proses		4	spindle	entire	flat	putih		
			5	irregular	undulate	flat	putih		
		IN 10-5	1	spindle	entire	flat	putih		
			2	circular	entire	flat	putih		
		IN 10-5 D	1	Circular	Undulate	flat	putih		
		IN 10-6	1	Spindle	undulate	flat	putih		
		IN 10-6D	1	Circular	Lobate	flat	putih susu		
			2	Circular	lobate	convex	putih		
		IN 10-7	1	Irregular	Undulate	Flat	kuning		
			2	Irregular	Lobate	flat	kuning		
		IN 10-7 D	1	Circular	Rizoid	Flat	putih		
			2	Spindle	entire	flat	putih		
		7 Maret 2022	Proses	PR 10-4	1	Circular	undulate	raised	putih
					2	Circular	Undulate	flat	putih
					3	spindle	entire	raised	kuning
					4	circular	entire	raised	kuning
5	spindle				entire	raised	putih susu		
PR 10-4 D	1			circular	lobate	flat	putih		
	2			circular	undulate	flat	kuning		
	3			irregular	lobate	flat	putih		
	4			circular	undulate	flat	putih		
	5			spindle	entire	flat	putih		
	6			spindle	entire	raised	yellow		
PR 10-5	1			circular	lobate	flat	putih		
	2			circular	entire	flat	putih		
	3			spindle	entire	flat	yellow		
PR 10-5 D	1			circular	lobate	flat	putih		
	2			Circular	lobate	flat	putih		
	3			spindle	entire	flat	putih susu		
PR 10-6	1			spindle	entire	flat	putih		
PR 10-6 D	tidak tumbuh koloni								
7 April 2022	Outlet			OT 10-4	1	circular	undulate	flat	putih
		2	irregular		lobate	flat	putih		
		OT 10-4 D	1	circular	lobate	flat	putih		
			2	irregular	lobate	flat	putih		
			3	spindle	entire	flat	putih		
		OT 10 <sup>^</sup> -5	tidak tumbuh koloni						
OT 10 <sup>^</sup> 5 D	1	circular	entire	flat	putih				

	OT 10-6	1	circular	lobate	flat	putih
		2	spindle	entire	flat	putih
		3	spindle	entire	flat	kuning
		4	irregular	lobate	flat	putih
	OT 10-6 D	1	circular	lobate	flat	putih
		2	irregular	lobate	flat	putih
		3	spindle	entire	flat	kuning
		4	circular	entire	flat	putih
		5	spindle	entire	flat	putih
	OT 10 <sup>-4</sup> (I)	1	irregular	lobate	flat	reddish
	OT 10 <sup>-4</sup> (II)	1	circular	entire	flat	putih

IPAL TIRTO ASRI								
Tanggal	Titik Sampling	Pengenceran	Morfologi Bakteri				Jumlah	
			Kode	Shape	Margin	Elevasi		Warna
7 April 2022	INLET	IN 10-4 (I)	koloni >300					
		IN 10-4 (II)	koloni >300					
		IN 10 <sup>-5</sup> (I)	1	irregular	lobate	flat	putih	5
			2	irregular	erose	flat	putih	1
			3	circular	undulate	flat	putih	8
			4	circular	entire	flat	kuning	4
			5	spindle	entire	flat	putih susu	17
			6	circular	entire	flat	putih	35
		IN 10 <sup>-5</sup> (II)	1	spindle	entire	flat	kuning	6
			2	circular	lobate	flat	putih	2
			3	circular	entire	flat	putih	6
			4	spindle	entire	flat	putih susu	15
			5	circular	undulate	flat	kuning	7
		IN 10 <sup>-6</sup> (I)	1	spindle	entire	flat	putih susu	4
			2	circular	entire	flat	putih	14
			3	irregular	lobate	flat	putih	4
		IN 10 <sup>-6</sup> (II)	1	spindle	entire	flat	putih	10
			2	irregular	lobate	flat	putih	4
			3	spindle	entire	flat	kuning	7
			4	circular	entire	flat	putih	10
IN 10 <sup>-7</sup> (I)	kontaminasi							
IN 10 <sup>-7</sup> (II)	kontaminasi							

PROSES	PR 10 <sup>-4</sup> (I)	koloni >300					
	PR 10 <sup>-4</sup> (II)	koloni >300					
	PR 10 <sup>-6</sup> (I)	1	Spindle	entire	flat	kuning	3
		2	circular	entire	flat	putih	7
	PR 10 <sup>-6</sup> (II)	1	spindle	entire	flat	putih	3
		2	circular	entire	flat	putih	5
		3	circular	rizoid	flat	putih	1
	PR 10 <sup>-5</sup> (I)	1	circular	entire	flat	putih	19
		4	irregular	lobate	flat	putih	2
		3	circular	entire	flat	kuning	3
		2	spindle	entire	flat	putih	20
	PR 10 <sup>-5</sup> (II)	1	irregular	undulate	flat	kuning	
		2	circular	undulate	flat	putih	98
	PR 10 <sup>-7</sup> (I)	tidak tumbuh koloni					
PR 10 <sup>-7</sup> (II)	tidak tumbuh koloni						
OUTLET	OT 10 <sup>-5</sup> (II)	1	irregular	lobate	flat	putih	9
		2	circular	undulate	flat	putih	8
	OT 10 <sup>-5</sup> (I)	1	circular	lobate	flat	putih	3
		2	spindle	entire	flat	putih	12
		3	circular	entire	flat	putih	1
	OT 10 <sup>-7</sup> (I)	tidak tumbuh koloni					
	OT 10 <sup>-7</sup> (II)	tidak tumbuh koloni					
	OT 10 <sup>-6</sup> (I)	kontaminasi					
	OT 10 <sup>-6</sup> (II)	kontaminasi					
	OT 10-4	1	circular	undulate	flat	putih	2
		2	irregular	lobate	flat	putih	1
	OT 10-4 D	1	circular	lobate	flat	putih	2
		2	irregular	lobate	flat	putih	1
3		spindle	entire	flat	kuning	2	

IPAL GADING INDAH								
Tanggal	Titik Sampling	Pengencaran	Morfologi Bakteri				Jumlah	
			Kode	Shape	Margin	Elevation		Warna
19 April 2022	Inlet	IN 10-4 (I)	koloni >300					
		IN 10-4 (II)	koloni >300					
		IN 10-5 (I)	1	circular	entire	flat	reddish	1
			2	circular	entire	flat	kuning	
			3	spindle	entire	flat	putih susu	30

		4	spindle	entire	flat	putih susu	
	IN 10-5 (II)	1	irregular	lobate	flat	putih	1
		2	spindle	entire	flat	kuning	22
		3	circular	undulate	flat	putih	2
		4	circular	entire	flat	putih	40
		5	spindle	entire	flat	putih	44
	IN 10-6 (I)	1	spindle	entire	flat	putih	14
		2	circular	undulate	flat	putih	2
		3	circular	entire	flat	putih	15
		4	circular	entire	flat	kuning	8
	IN 10-6 (II)	1	irregular	lobate	flat	putih	2
		2	spindle	entire	flat	putih	6
		3	spindle	entire	flat	kuning	5
		4	irregular	lobate	flat	kuning	1
		5	circular	entire	flat	putih	14
	IN 10-7 (I)	1	spindle	entire	flat	kuning	4
		2	circular	entire	flat	putih	9
	IN 10-7 (II)	1	spindle	entire	flat	kuning	14
		2	circular	entire	flat	putih	6
Proses	PR 10-4 (I)	koloni >300					
	PR 10-4 (II)	koloni >300					
	PR 10-5 (II)	1	irregular	lobate	flat	kuning	1
		2	circular	entire	flat	putih	67
	PR 10-5 (I)	1	circular	entire	flat	putih	35
	PR 10-6 (I)	1	circular	entire	flat	putih	34
		2	spindle	entire	flat	putih	34
		3	irregular	lobate	flat	putih	1
	PR 10-6 (II)	1	circular	entire	flat	putih	23
		2	circular	entire	flat	kuning	2
	PR 10-7 (I)	1	irregular	lobate	flat	putih	4
		2	circular	entire	flat	kuning	45
	PR 10-7 (II)	1	circular	entire	flat	putih	19
		2	spindle	entire	flat	putih	11
	Outlet	OT 10-4 (I)	1	spindle	entire	flat	putih
2			spindle	entire	flat	kuning	6
3			irregular	lobate	flat	putih	4
4			circular	entire	flat	putih	63
OT 10-4 (II)		1	irregular	lobate	flat	putih	7
		2	circular	entire	flat	putih	22
		3	spindle	entire	flat	putih	9

## RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Nurul Maghfirah Istikhory yang lahir di Jakarta, 16 Januari 2000. Penulis memiliki satu kakak laki-laki dan satu adik laki-laki yang mana penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis lahir dari pasangan Ngadiman (Almarhum) dan Agustini Diah Pancawati yang kini berprofesi sebagai guru sekolah menengah pertama di salah satu sekolah swasta di Bogor. Penulis mengawali pendidikannya di Raudhatul Athfal Darul Muttaqien selama satu tahun (2004), kemudian melanjutkan pendidikannya ke jenjang sekolah dasar selama 6 tahun (2005-2011), pada jenjang sekolah menengah pertama penulis memasuki pondok pesantren di Ponorogo, Jawa Timur dan lulus dari SMP Al-Muqoddasah selama 3 tahun (2011-2014), selanjutnya pada tingkat akhir penulis melanjutkan pendidikannya di SMA Bhakti Ponorogo selama tiga tahun (2014-2017). Pada tahun 2017-2018 penulis melaksanakan pengabdian yang diwajibkan dari pondok pesantren selama satu tahun. Kemudian pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikannya di Universitas Islam Indonesia, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan jurusan Teknik Lingkungan.

Selain di bidang akademik, penulis juga aktif dalam beberapa kelembagaan baik dalam skala fakultas maupun universitas. Pada tahun 2018-2021 penulis aktif sebagai pengurus HAWASI, kemudian pada tahun yang sama yaitu 2018-2019 aktif dalam Lembaga Dakwah Fakultas (LDF) FTSP Al-Mustanir. Pada tahun 2018 juga penulis mendapatkan beasiswa hafidz qur'an 30 juz yang diberikan oleh Universitas Islam Indonesia. Selama tahun 2018-2020 penulis juga aktif sebagai musyrif di HAWASI dan Pesantrenisasi. Pada tahun 2021 penulis bergabung dengan start up yang berbasis di Yogyakarta dan bertanggung jawab sebagai konten manager twitter.