

TA/TL/2022/1544

TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI BAKTERI PATOGEN PADA IPAL
KOMUNAL DENGAN TINGKAT RESIKO TINGGI DI
KABUPATEN SLEMAN

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



SALSABILA ALODIA FATIKA
18513112

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

TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI BAKTERI PATOGEN PADA IPAL
KOMUNAL DENGAN TINGKAT RESIKO TINGGI DI
KABUPATEN SLEMAN

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



SALSABILA ALODIA FATIKA
18513112

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., Ph.D
NIK. 155130505
Tanggal: 13 Desember 2022.

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.
NIK. 095130403
Tanggal: 20 Desember 2022

HALAMAN PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI BAKTERI PATOGEN PADA IPAL KOMUNAL DENGAN
TINGKAT RESIKO TINGGI KABUPATEN SLEMAN**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Senin

Tanggal: 19 Desember 2022

Disusun oleh:

SALSABILA ALODIA FATIKA

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



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



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



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 15 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,

A 10,000 Indonesian Rupiah postage stamp with a signature over it. The stamp features the number '10000' and the text 'SEPULUH RIBU RUPIAH' and 'METERA TEMBEL'. The signature is in black ink.

Salsabila Alodia Fatika

NIM: 18513112

PRAKATA

Puji dan syukur selalu penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya dalam mengerjakan tugas akhir yang berjudul “Identifikasi Bakteri Patogen pada IPAL Komunal dengan Tingkat Resiko Tinggi Kabupaten Sleman” ini berhasil diselesaikan untuk memenuhi syarat menyelesaikan studi pada program studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Ucapan terimakasih sebanyak-banyaknya juga disampaikan kepada orang tua atas dukungan, doa dan kasih sayangnya. Selama proses pembuatan dan penyelesaian tugas akhir ini, saya mendapat banyak bantuan dari pihak lain dari segi bimbingan, arahan, serta kritik agar tugas ini dapat selesai dengan baik. Untuk itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Annisa Nur Lathifah S.Si., M.Biotech., Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan memberikan masukan serta arahan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Joni Aldila Fajri, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan masukan sehingga dapat lebih menyempurnakan laporan tugas akhir ini.
3. Pengurus IPAL Komunal Nologaten Bersih, IPAL Komunal Andum Roso dan IPAL Komunal Sehat Sejahtera yang telah memberikan izin dan kesempatan penulis untuk melakukan penelitian.
4. Sahabat dan teman-teman penulis yang selalu memberi dukungan dan semangat.
5. Semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Semoga laporan tugas ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun kita semua.

Yogyakarta, 15 Agustus 2022

Salsabila Alodia Fatika





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Salsabila Alodia Fatika. Identifikasi Bakteri Patogen pada IPAL Komunal dengan Tingkat Resiko Tinggi di Kabupaten Sleman. Dibimbing oleh Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., Ph.D

Penelitian bakteri patogen pada IPAL Komunal dengan tingkat resiko tinggi di Kabupaten Sleman dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri patogen pada inlet dan outlet IPAL Komunal dan dikaitkan dengan peraturan parameter terkait. Penelitian ini juga dapat menambah informasi mengenai bakteri patogen pada IPAL Komunal di Sleman. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Untuk sampel diambil dari tiga lokasi studi yaitu dari IPAL Komunal Nologaten Bersih, IPAL Komunal Andum Roso dan IPAL Komunal Sehat Sejahtera yang berada di kecamatan Depok, Kabupaten Sleman. Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan uji bakteri *Escherichia coli* menggunakan metode MPN dan uji bakteri *Salmonella sp* menggunakan metode pengenceran dan teknik *pour plate*. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengurangan konsentrasi bakteri patogen jenis *E.coli* di outlet sebesar 17% pada IPAL Komunal Nologaten Bersih, 73% pada IPAL Komunal Andum Roso dan pada IPAL Komunal Sehat Sejahtera tidak terjadi pengurangan konsentrasi bakteri.

Kata kunci: IPAL Komunal, Bakteri Patogen, *Escherichia coli*, Kecamatan Depok

ABSTRACT

Salsabila Alodia Fatika. Identification of Pathogenic Bacteria in Communal WWTPs with High Level Risk in Sleman Regency. Supervised by Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., Ph.D.

Research on pathogenic bacteria in the Communal WWTP with a high level of risk in Sleman Regency was carried out to identify pathogenic bacteria at the inlet and outlet of the Communal WWTP and to analyse of its efficiency in reducing the pathogen specifically Escherichia coli. This research can give an information about pathogenic bacteria in the Communal WWTP in Sleman. The research was conducted at the Environmental Biotechnology Laboratory, Department of Environmental Engineering, Universitas Islam Indonesia. Samples were taken from three study locations: the Nologaten Bersih Communal WWTP, Andum Roso Communal WWTP and the Sehat Sejahtera Communal WWTP in Depok sub-district, Sleman Regency. The methods used in this study were to test Escherichia coli bacteria using the MPN method and the Salmonella sp bacteria test using the dilution method and pour plate technique. The results of this study indicated that there was a reduction in the concentration of pathogenic bacteria of the outlet by 17% in the Nologaten Bersih Communal WWTP, 73% in the Andum Roso Communal WWTP and in the Sehat Sejahtera Communal WWTP there was no reduction in the concentration of bacteria.

Keywords: Communal-WWTP, Pathogenic Bacteria, Escherichia coli, Depok District

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal.....	4
2.2 Dampak Limbah Domestik pada IPAL Komunal bagi Lingkungan	4
2.3 Parameter Air Limbah Domestik	5
2.4 Proses IPAL Komunal.....	5
2.5 Bakteri Patogen	7
2.6 Isolasi dan Identifikasi Bakteri Patogen.....	7
2.7 Penelitian Terdahulu	7
BAB III METODE PENELITIAN	10
3.1 Diagram Alir Penelitian	10
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	11
3.3 Metode Penelitian.....	12
3.3.1 Metode Sampling.....	12

3.3.2 Metode Analisis Bakteri Patogen	12
3.3.3 Metode Analisis Data	15
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	20
4.1 Penetapan IPAL Komunal Tingkat Tinggi.....	20
4.2 Gambaran Umum Lokasi IPAL Komunal.....	21
4.2.1 IPAL Komunal Nologaten Bersih.....	21
4.2.2 IPAL Komunal Andum Roso	21
4.2.3 IPAL Komunal Sehat Sejahtera	22
4.3 Pengambilan Sampel IPAL Komunal	23
4.3.1 Persiapan dan Sterilisasi Alat	23
4.3.2 Pengambilan Sampel (<i>Sampling</i>).....	24
4.4 Pengujian Laboratorium	25
4.4.1 Perhitungan Jumlah Bakteri <i>E.coli</i>	25
4.4.2 Perhitungan Jumlah Koloni dan Identifikasi Morfologi Bakteri dengan Media SSA.....	32
4.4.3 Pewarnaan Gram.....	37
4.5 Perbandingan dengan Parameter Terkait.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	46
RIWAYAT HIDUP	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Air Limbah Domestik	5
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	9
Tabel 3. 1 Lokasi Sampling	12
Tabel 3. 2 Uji MPN (<i>Most Probable Number</i>)	16
Tabel 3. 3 Uji MPN (<i>Most Probable Number</i>) Lanjutan	17
Tabel 3. 4 Uji MPN (<i>Most Probable Number</i>) Lanjutan	18
Tabel 4. 1 Gambaran Umum Lokasi IPAL Komunal	23
Tabel 4. 2 Efisiensi Penghilangan Bakteri pada IPAL Komunal	31
Tabel 4. 3 Pengamatan Morfologi Bakteri IPAL Komunal Nologaten Bersih	33
Tabel 4. 4 Pengamatan Morfologi Bakteri IPAL Komunal Andum Roso	34
Tabel 4. 5 Pengamatan Morfologi Bakteri IPAL Komunal Sehat Sejahtera.....	36
Tabel 4. 6 Perhitungan <i>Total Plate Count</i> (TPC).....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Pengolahan pada IPAL Komunal.....	6
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	10
Gambar 3. 2 Peta lokasi penelitian.....	11
Gambar 3. 3 Pengujian Bakteri <i>Escherichia coli</i>	14
Gambar 3. 4 Pengujian Bakteri <i>Salmonella</i>	15
Gambar 4. 1 IPAL Komunal Nologaten Bersih	21
Gambar 4. 2 IPAL Komunal Andum Roso	22
Gambar 4. 3 Diagram Alir Teknologi IPAL Komunal Andum Roso	22
Gambar 4. 4 IPAL Komunal Sehat Sejahtera	23
Gambar 4. 5 Sterilisasi Alat Menggunakan Autoklaf	24
Gambar 4. 6 (a) Pengambilan Sampel IPAL Komunal Nologaten Bersih (b) Pengambilan Sampel IPAL Komunal Andum Roso (c) Pengambilan Sampel IPAL Komunal Sehat Sejahtera	25
Gambar 4. 7 Pengamatan Media LB pada Tes Pendugaan	26
Gambar 4. 8 Pengamatan Media EC-MUG pada Tes Penetapan.....	26
Gambar 4. 9 Pengamatan Media EMB pada Tes Pelengkap.....	27
Gambar 4. 10 Perhitungan Metode Uji MPN IPAL Komunal Nologaten Bersih. 28	
Gambar 4. 11 Perhitungan Metode Uji MPN IPAL Komunal Andum Roso.....	29
Gambar 4. 12 Perhitungan Metode Uji MPN IPAL Komunal Sehat Sejahtera	30
Gambar 4. 13 Perbandingan Perhitungan Metode Uji MPN Pada Masing-Masing IPAL.....	31
Gambar 4. 14 Pengamatan pada Media <i>Salmonella Shigella Agar (SSA)</i>	33
Gambar 4. 15 Pengamatan Mikroskopis <i>E.coli</i> Perbesaran 100x	38
Gambar 4. 16 Pengamatan Mikroskopis <i>E.coli</i> Perbesaran 400x	38
Gambar 4. 17 Hasil Perbandingan Bakteri <i>E.coli</i> dengan Permen LHK RI No. P.68 Tahun 2016	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pembagian Lokasi IPAL Kabupaten Sleman berdasarkan Strata	46
Lampiran 2 Perhitungan Hasil uji MPN (<i>Most Poprable Number</i>) IPAL Komunal Kabupaten Sleman	49
Lampiran 3 Pengujian Laboratorium	50



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Sleman mengalami peningkatan laju pertumbuhan jumlah penduduk setiap tahunnya, hal ini memberikan dampak positif dan juga dampak negatif di beberapa aspek salah satunya dalam aspek lingkungan. Jika dilihat dari hasil sensus penduduk tahun 2020, penambahan jumlah penduduk paling tinggi yaitu Kecamatan Depok dengan penambahan jumlah penduduk sebesar 3.685,09 jiwa per km² sedangkan kecamatan dengan tingkat kepadatan terendah yaitu Kecamatan Cangkringan sebesar 648,70 jiwa per km². Dari jumlah penduduk yang meningkat maka akan berpengaruh pada air limbah yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Air limbah yang dihasilkan dari rumah tangga (domestik) yang berasal dari buangan kegiatan manusia mengandung bahan pencemar organik yang mengandung patogen berbahaya dan harus dikelola dengan baik dan memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan. Menurut Radar Jogja, terdapat temuan bakteri *E.coli* yang melebihi ambang batas normal. Dari uji sampel Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Sleman temuan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya dari limbah domestik rumah tangga. Air limbah domestik yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari badan air dan mencemari badan air dan menyebabkan *water borne disease* yang akan menurunkan derajat kesehatan masyarakat dan menimbulkan kerusakan lingkungan. Menurut Peraturan Daerah Kabupaten Sleman No 4 Tahun 2019 tentang Pengelolaan Air Limbah Komunal pada Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T). IPAL Komunal pada Kabupaten Sleman diklasifikasikan menjadi 4 menurut SKK (Sanitasi Skala Kabupaten/Kota) Kabupaten Sleman, klasifikasi IPAL yaitu dengan tingkat resiko rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Bakteri patogen yang terkandung didalam air limbah berpotensi menginfeksi inang yang rentan dan terkadang menyebabkan infeksi yang menimbulkan gejala klinis dan mudah

dideteksi. Bakteri patogen ini dapat berpindah dari inangnya melalui beberapa rute, salah satunya melalui air (Said & Marsidi, 2005).

Dalam penelitian Jati *et al.*(2016) mengenai isolasi dan uji kemampuan bakteri indigenus dalam perbaikan kualitas limbah domestik ditemukan terdapat bakteri yang menyebabkan infeksi yang terdapat pada air limbah Rumah Sakit yaitu *Aeromonas hydrophilia*, *Bacillus sp.*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter sakazaki*, *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Kluyvera sp.*, *Serratia liquefaciens*, *Serratia odorifera*, *Serratia plymuthica*, *Serratia rubidea*, *Raoultella ornithinolytica*. Bakteri yang telah diidentifikasi tidak terdapat bakteri gram positif atau negatif yang *Multi Drugs Resistant*. Selain itu juga di temukan dalam penelitian Cahyani.(2021) adanya bakteri patogen penyebab penyakit yang mendominasi pada IPAL dengan klasifikasi tingkat resiko sangat tinggi tetapi masih belum spesifik. Selanjutnya pada penelitian Meliala *et al.* (2015) pada Sungai Deli termasuk sungai tercemar, dilihat dari angka kisaran kepadatan rata-rata sel bakteri sebesar 811×10^5 cfu/ml yang melebihi ambang batas dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (2004). Bakteri patogen yang teridentifikasi merupakan bakteri gram negatif yang di dapat menggunakan metode APO 20 E adalah *Escherichia coli*, *Klebsiella ornithinolytica*, *Cedecea lapegei*, *Aeromonas hydrophyla*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas caviae*, *Ewingella americana* dan *Vibrio fluvialis*.

Penelitian mengenai bakteri pada IPAL Komunal telah banyak dilakukan akan tetapi lebih ke penelitian bakteri secara umum atau bakteri dominan yang terkandung dalam IPAL tersebut. Sedangkan identifikasi secara khusus belum banyak informasi yang dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri patogen pada inlet dan outlet IPAL Komunal dengan tingkat resiko tinggi di Kabupaten Sleman. Penelitian ini dilakukkan dilokasi dengan jumlah penduduk yang padat dibandingkan dengan daerah lain, agar dapat diketahui secara baik kandungan bakteri patogen yang terkandung dalam air limbah domestik pada daerah tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu kurangnya penelitian terkait bakteri patogen yang terdapat pada pengolahan IPAL Komunal dan masih perlu menambahkan informasi terkait bakteri patogen pada IPAL Komunal dengan tingkat resiko tinggi di Kabupaten Sleman.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk identifikasi bakteri patogen pada inlet dan outlet pada IPAL Komunal dengan tingkat resiko tinggi di Kabupaten Sleman dan dikaitkan dengan peraturan parameter terkait.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi untuk pihak yang membutuhkan atau terkait mengenai keberadaan bakteri patogen untuk mengetahui konsentrasi bakteri patogen pada inlet dan outlet IPAL Komunal serta dapat menjadi referensi pada penelitian selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian dilakukan pada IPAL Komunal dengan tingkat resiko tinggi. Tingkat resiko tinggi yaitu yang dianggap memiliki tingkat resiko tinggi pada kesehatan lingkungan yang disebabkan oleh buruknya kondisi sanitasi dan perlu diprioritaskan.
2. Parameter yang diujikan adalah bakteri patogen dengan Uji Bakteri *Escherichia coli* dan Uji Bakteri *Salmonella sp.*
3. Sampel diambil dari inlet dan outlet agar didapat perbandingan jumlah bakteri yang terkandung didalamnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 4 tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik adalah serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dalam satu kesatuan dengan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah domestik. Limbah cair domestik atau rumah tangga yang diolah sebelum dibuang ke badan air. Limbah cair domestik atau rumah tangga yang diolah pada IPAL berasal dari air bekas cucian, kamar mandi, dapur, toilet dan lain sebagainya yang perlu diolah pada IPAL berasal dari air bekas cucian, kamar mandi, dapur, toilet dan lain sebagainya yang perlu diolah sebelum dibuang ke badan air. Limbah tersebut terbagi dua menjadi *black water* (limbah kakus yang dibuang melalui septic tank) dan *grey water* (limbah yang berasal dari mandi cuci). Sistem IPAL Komunal dapat dibuat dengan sistem aerob dan anaerob. IPAL Komunal dengan sistem aerob adalah pengolahan air limbah yang didalamnya terdapat penambahan oksigen untuk menguraikan zat organik dalam air limbah, sedangkan dalam pengolahan anaerobik adalah pengolahan dengan memanfaatkan reaksi mikroorganisme dengan kondisi aerob atau tanpa pemberian oksigen terlarut (Selintung *et al.*, 2015).

2.2 Dampak Limbah Domestik pada IPAL Komunal bagi Lingkungan

Limbah domestik (rumah tangga) dapat berdampak pada kualitas air dan menjadi pencemar di perairan. Air yang telah tercemar tidak dapat digunakan lagi untuk keperluan kehidupan manusia dan menimbulkan masalah sanitasi. Selain itu juga berdampak pada kesehatan, yaitu meningkatkan potensi kesehatan yang ditimbulkan seperti penyakit diare, muntaber, *thypus* pada masyarakat (Karyadi, 2010).

2.3 Parameter Air Limbah Domestik

Dalam pengolahan limbah domestik, terdapat baku mutu yang berdasarkan dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Penggunaan parameter ini sebagai upaya peningkatan kualitas efluen untuk mengoptimalkan pengelolaan fasilitas IPAL Komunal.

Tabel 2. 1 Parameter Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

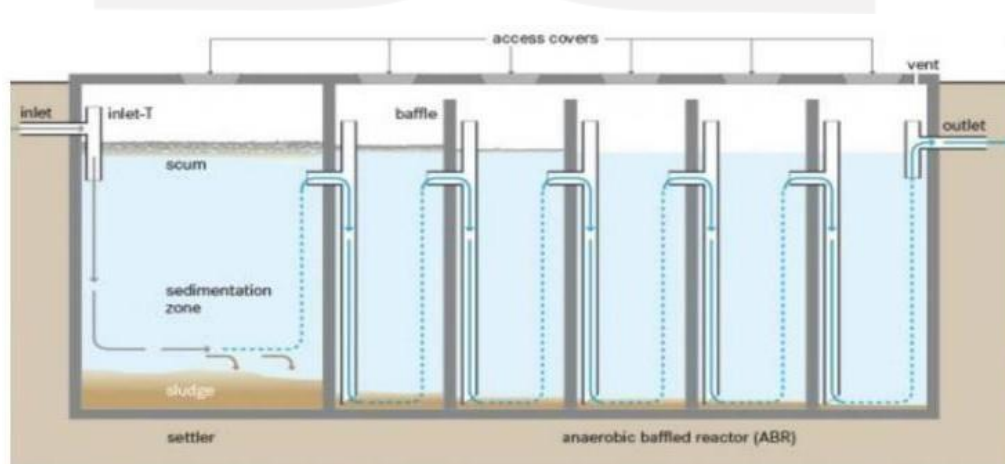
Sumber: Permen LHK No. P. 68 Tahun 2016

2.4 Proses IPAL Komunal

Proses pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) jika dilihat dari proses pengolahan air limbah dapat dibagi menjadi pengolahan primer, pengolahan sekunder dan pengolahan tersier atau lanjutan. Pengolahan primer yang merupakan proses pengolahan pendahuluan atau awal untuk menghilangkan padatan tersuspensi, koloid, serta penetralan yang umumnya menggunakan proses fisika atau proses kimia. Pengolahan sekunder yaitu proses untuk menghilangkan senyawa polutan organik terlarut yang biasanya dilakukan secara biologis. Sedangkan pengolahan lanjutan adalah proses yang digunakan untuk menghasilkan air olahan dengan kualitas yang lebih bagus sesuai dengan baku mutu yang diharapkan. Proses tersebut dapat dilakukan secara biologis, fisika, kimia atau kombinasi dari ketiga proses tersebut (Said, 2018). Teknologi dalam pengolahan air limbah secara sekunder dengan menggunakan proses biologis terdapat beberapa macam salah satunya yaitu dengan sistem anaerobik dan aerobik. Namun, sistem

yang biasa digunakan adalah sistem anaerobik. Terdapat beberapa perbedaan antara pengolahan secara aerob dan anaerob yaitu dari suhu, pH, alkalinitas, produksi lumpur dan kebutuhan nutrisi. Pengolahan secara anaerobik merupakan proses yang menggunakan reaksi mikroorganisme untuk mengolah air limbah, kondisi ini tanpa oksigen terlarut. Sistem anaerobik lebih sering digunakan karena sistem yang digunakan lebih mudah bila dibandingkan dengan sistem aerobik. Beberapa teknologi yang biasa digunakan dalam pengolahan air limbah secara anaerobik antara lain *septic tank*, *imhoff tank*, *anaerobic baffle reactor (ABR)*, *anaerobic filter*, dan UASB (Selintung *et al.*, 2015). Pengolahan air limbah secara aerob adalah proses yang memanfaatkan mikroorganisme untuk mengolah dan menguraikan zat organik pada air limbah dengan oksigen terlarut. Teknologi yang biasanya digunakan pada sistem aerobik adalah *Activated Sludge*, *Aerated Pond*, *Trickling Filter*, *Rotating Biological Contactor*, *Fluidized Bed Reactor*, dan *Sequencing Batch Reactor*. IPAL Komunal yang menggunakan sistem aerobik mempunyai kelebihan yaitu dari lumpur yang dihasilkan IPAL sudah stabil karena adanya aktivitas mikroba aerob yang menguraikan zat organik pada air limbah.

Unit-unit pengolahan IPAL komunal yang banyak digunakan yaitu terdiri dari bak inlet yang dilengkapi dengan *screen* digunakan untuk menyaring material kasar sebelum masuk ke unit selanjutnya, *settler* digunakan untuk mengendapkan lumpur, teknologi ABR akan memisahkan endapan melalui aliran *up-flow* dan bak outlet digunakan untuk *monitoring* kualitas air hasil pengolahan.



Gambar 2. 1 Proses Pengolahan pada IPAL Komunal

2.5 Bakteri Patogen

Dalam penelitian Cahyani (Cahyani, 2021), ada ditemukan bakteri patogen yang terkandung dalam IPAL Komunal yaitu bakteri *Clostridium* dan bakteri *Farcinica* yang dapat menyebabkan penyakit. Menurut (Said & Marsidi, 2005), bakteri patogen yang terkandung dalam limbah cair dibagi menjadi beberapa kelompok bagian, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bakteri gram negatif fakultatif anaerobik, seperti *Aeromonas*, *Plesiomonas*, *Vibrio*, *Enterobacter*, *Escherchia*, *Klebsiella* dan *Shigella*.
2. Bakteri gram negatif aerobik, seperti *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, dan *Acinetobacter*.
3. Bakteri gram positif pembentukan spora, seperti *Bacillus spp.*
4. Bakteri gram positif non spora, seperti *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Rhodococcus*.

2.6 Isolasi dan Identifikasi Bakteri Patogen

Isolasi bakteri dilakukan dengan isolasi menggunakan media cair yaitu menggunakan *lactosa broth*. Bakteri patogen yang diidentifikasi dispesifikan pada dua bakteri yaitu bakteri *Escherchia coli* dan *Salmonella sp.* Bakteri patogen diidentifikasi dengan melakukan pengamatan morfologi, pengecatan gram dan hasil karakterisasi bakteri yang digunakan sebagai acuan genus bakteri patogen (Nasution, 2017).

2.7 Penelitian Terdahulu

Salah satu acuan penulis dalam melaksanakan penelitian adalah dengan membaca beberapa penelitian terdahulu. Dari penelitian tersebut, tidak ditemukan judul yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan. Hasil penelitian terdahulu terdapat pada tabel berikut

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Hasil
Maulida, I.A. (2021).	Identifikasi Mikroba Dominan Pada IPAL Komunal Di Area Dengan Tingkat Risiko Sanitasi Tinggi Di Kabupaten Sleman	Dari hasil penelitian diketahui bahwa IPAL Komunal Tirto Mili berdasarkan pengamatan morfologi diasumsikan bahwa jenis bakteri yang paling mendominasi dengan ciri morfologi dan sel dengan jenis bakteri kelas <i>Methanobacteria</i> . Pada IPAL komunal Guyup Makmur yang paling mendominasi terdapat pada genus <i>Microthrix</i> . Dan bakteri kedua yang mendominasi termasuk pada genus <i>Clostridium</i> . Untuk IPAL komunal Ngudi Mulyo yang paling mendominasi yaitu jenis bakteri kelas <i>Methanobacteria</i> .
Wibowo Nugroho Jati, A., Murwani Yulianti, Li., & Leonardo. (2016).	Isolasi dan Uji Kemampuan Bakteri Indigenus dalam Perbaikan Kualitas Limbah Domestik	Hasil penelitian Isolasi dan Uji kemampuan Bakteri Indigenus dalam Perbaikan Kualitas Limbah Domestik dapat disimpulkan bahwa: (1) Terdapat 3 jenis bakteri indigenus dominan yang digunakan dalam bioremediasi limbah cair domestik yaitu Bakteri PLD A menyerupai genus <i>Bacillus</i> , bakteri PLD B menyerupai genus <i>Streptococcus</i> , dan bakteri PLD C menyerupai genus <i>Pseudomonas</i> . (2) Formula campuran bakteri yang dianggap memiliki kemampuan paling efektif dalam mendegradasi limbah domestik adalah formula II mampu menurunkan konsentrasi minyak dan lemak sebesar 68,75%, sedangkan formula IV mampu menurunkan konsentrasi oksigen biologis sebesar 37,05% dan mampu menurunkan konsentrasi padatan tersuspensi total sebesar 76,09%.

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

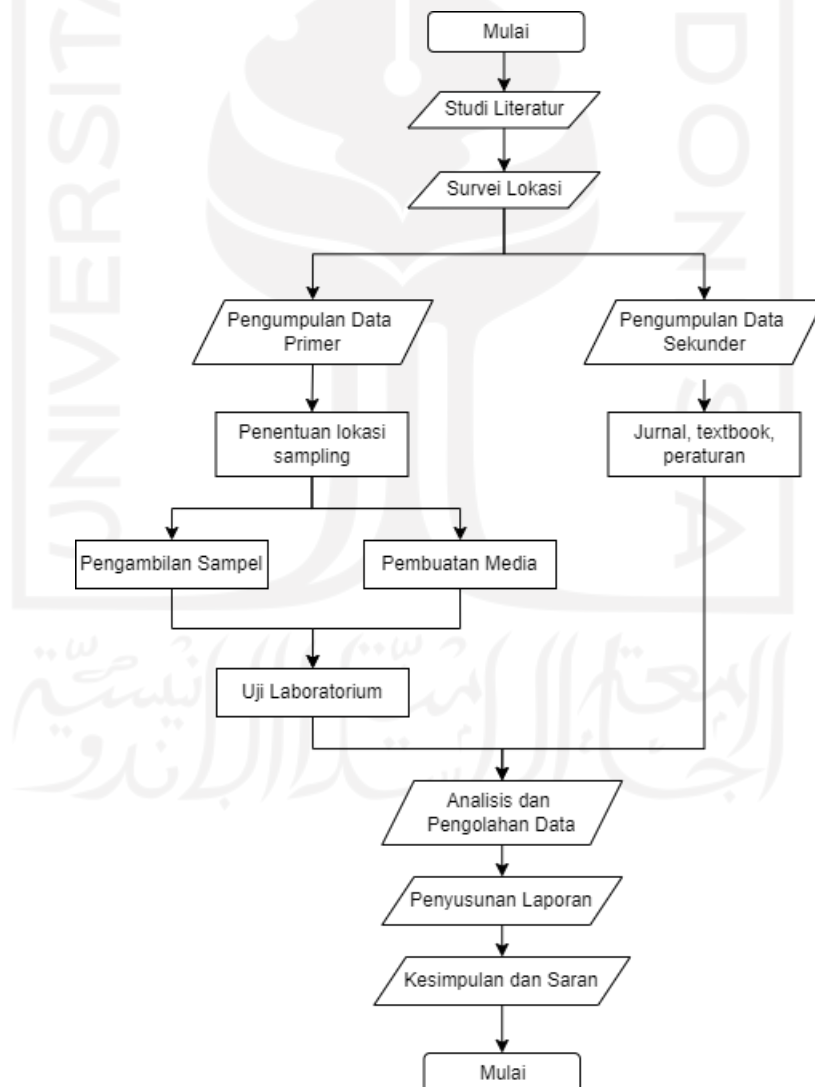
Peneliti	Judul	Hasil
Astawa, I. B. B., & Tarini, N. M. A. (2017).	Identifikasi Jenis Bakteri Dalam Air Limbah Di Rumah Sakit Sanglah	Dari hasil penelitian ditemukan terdapat bakteri yang menyebabkan infeksi yang terdapat pada air limbah Rumah Sakit Sanglah yaitu <i>Aeromonas hydrophilia</i> , <i>Bacillus sp.</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Enterobacter sakazaki</i> , <i>Esherichia coli</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Kluyvera sp.</i> , <i>Serratia liquefaciens</i> , <i>Serratia odorifera</i> , <i>Serratia plymuthica</i> , <i>Serratia rubidea</i> , <i>Raoultella ornithinolytica</i> . Bakteri yang telah diidentifikasi tidak terdapat bakteri gram positif atau negatif yang <i>Multi Drugs Resistant</i> .
Meliala, F, Suryanto, D., & Desrita, D. (2015).	Identifikasi Bakteri Potensial Patogen Sebagai Indikator Pencemaran Air Di Muara Sungai Deli	Hasil penelitian perairan Sungai Deli termasuk sungai tercemar, dilihat dari angka kisaran kepadatan rata-rata sel bakteri sebesar 811×10^5 cfu/ml yang melebihi ambang batas dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (2004). Bakteri patogen yang teridentifikasi merupakan bakteri gram negatif yang di dapat menggunakan metode APO 20 E adalah <i>Escherchia coli</i> , <i>Klebsiella ornithinolytica</i> , <i>Cedecea lapegei</i> , <i>Aeromonas hydrophyla</i> , <i>Aeromonas sobria</i> , <i>Aeromonas caviae</i> , <i>Ewingella americana</i> dan <i>Vibrio fluvialis</i> .

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dibuat sebagai tahapan dalam pelaksanaan penelitian yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

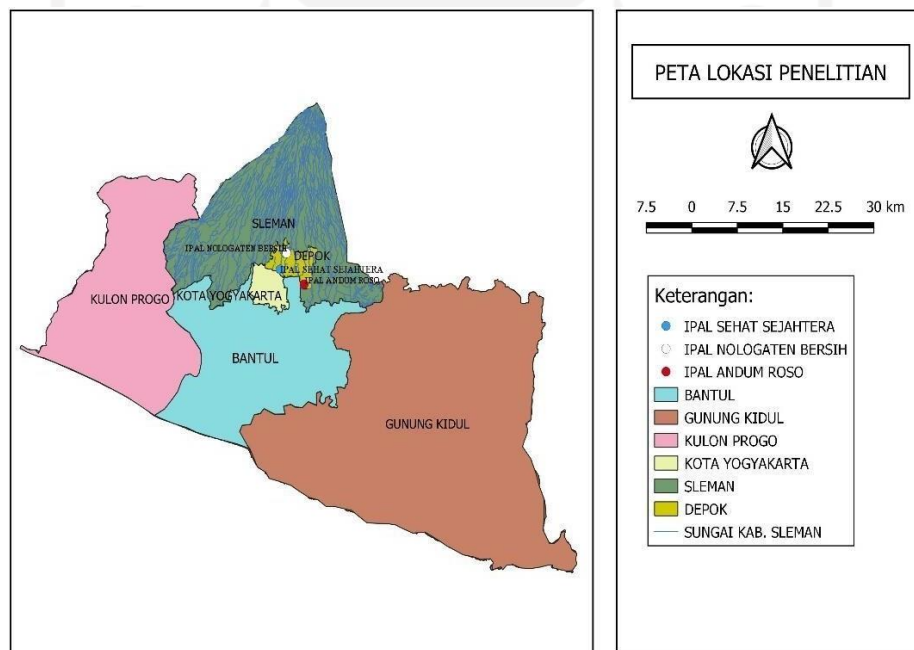
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian



3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di IPAL Kecamatan Depok Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu di IPAL Andum Roso, IPAL Sehat Sejahtera dan IPAL Nologaten Bersih. Sementara itu pemeriksaan bakteri patogen air limbah IPAL komunal dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang km 14,5 Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Waktu penelitian akan dilakukan pada bulan Maret 2022 hingga selesai.

Gambar 3. 2 Peta lokasi penelitian



3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Metode Sampling

Metode sampling yang digunakan dalam mengambil sampel air di IPAL Komunal adalah menggunakan *grab sampling* atau pengambilan sampling secara langsung. Pengambilan sampel IPAL Komunal dilakukan di dua titik yaitu inlet dan outlet pada tiap IPAL. Pengambilan sampel air pada penelitian ini dilakukan di tiga lokasi IPAL Komunal di Kabupaten Sleman. Yang ditentukan berdasarkan penelitian (Cahyani, 2021) dalam kriteria penentuan lokasi IPAL adalah sebagai berikut:

1. Kepadatan Penduduk lebih dari 25 jiwa/Ha
2. Rasio cakupan pelayanan lebih dari 75KK
3. Debit puncak lebih dari 50 m³
4. IPAL Komunal berusia >8 tahun

Dari kriteria tersebut didapatkan lokasi IPAL Komunal sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Lokasi Sampling

No.	Nama IPAL	Alamat	Lat	Long
1.	Nologaten Bersih	Nologaten RT 04 RW 01, Caturtunggal, Depok.	-7.777330	110.399308
2.	Andum Roso	Satan, Kalongan, RT 09 RW 29, Maguwoharjo, Depok.	-7.785975	110.419107
3.	Sehat Sejahtera	Karangmalang blok D RT 5 RW, Caturtunggal, Depok.	-7.771199	110.383214

3.3.2 Metode Analisis Bakteri Patogen

3.3.2.1 Uji Bakteri *Escherichia coli*

Berikut merupakan tahapan uji bakteri *Escherichia coli* menurut (American Public Health Association, 2017) dan (Johnson, T.R & C.Case, 2010).

1. Tes Pendugaan (*Presumptive test*)

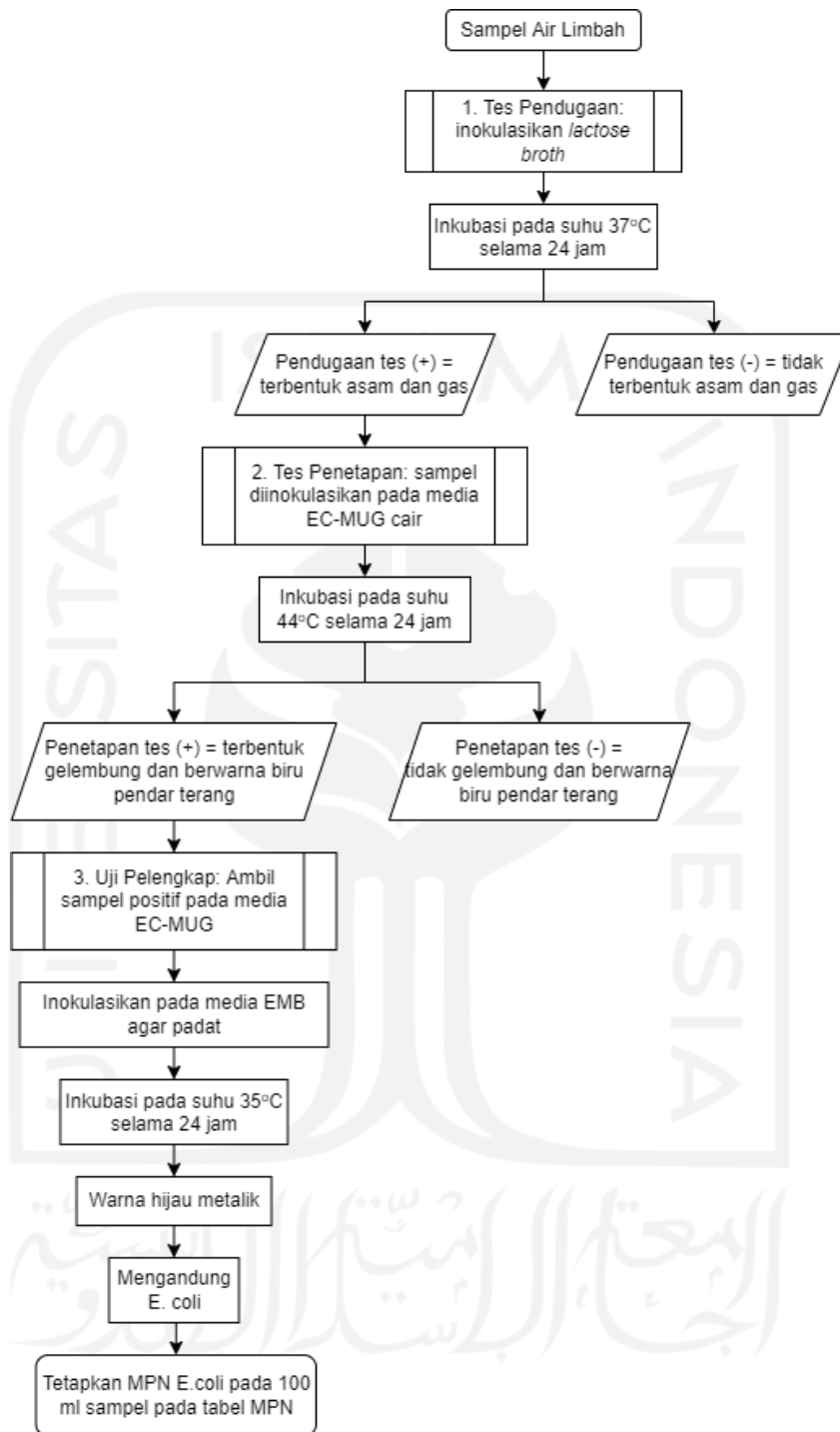
Siapkan 1 set media *lactose broth* sebanyak 15 tabung yang telah berisi tabung durham. Media *lactose broth* terdiri dari 5 tabung *double strenght* sebanyak 5 ml, 5 tabung *single strenght* sebanyak 10 ml dan 5 tabung *single strenght* sebanyak 10 ml. Selanjutnya tambahkan 10 ml sampel ke dalam dari 5 tabung *double strenght*, 1 ml sampel ke dalam dari 5 tabung *single strenght* dan 0,1 ml sampel ke dalam dari 5 tabung *single strenght*. Setelah itu lakukan inkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam. Setelah 24 jam periksa tabung untuk melihat apakah terjadi pembentukan gas serta asam. Jika tidak ada gas dan asam, tabung ini diinkubasi kembali selama 24 jam dan periksa kembali. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya gelembung gas dan asam pada tabung durham dan hasil negatif ditunjukkan dengan tidak adanya gelembung gas dan asam.

2. Tes Penetapan (*Comfirmed test*)

Dari sampel positif pada media *lactose broth* pindahkan sedikit suspensi bakteri dengan jarum ose pada tabung reaksi berisi media EC.MUG steril. Selanjutnya inkubasi tabung pada suhu 44°C selama 24 jam. Setelah 24 jam periksa apakah terdapat gelembung dan warna biru pendar terang pada media di bawah lampu UV. Apabila terdapat gelembung dan berwarna biru pendar terang pada media dibawah lampu UV maka di lanjutkan dengan uji pelengkap.

3. Uji Pelengkap (*Completed test*)

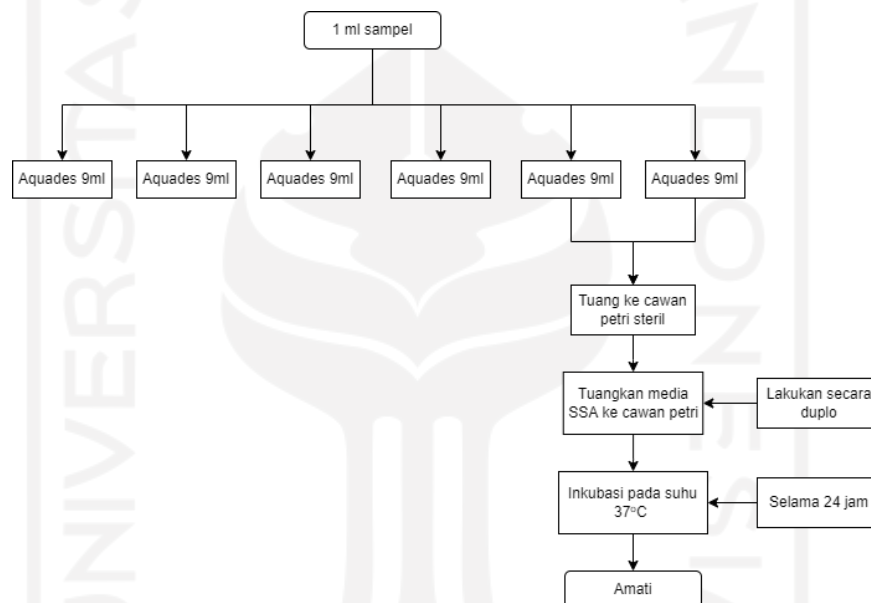
Inokulasikan tabung reaksi yang terdapat gelembung dan warna biru pendar terang pada media dibawah lampu UV, pindahkan pada media agar *Eosin Methylen Blue* (EMB) dalam cawan petri. Inkubasi cawan pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah 24 jam periksa apakah terbentuk koloni berwarna hijau metalik pada media EMB. Jika berwarna hijau metalik sampel positif mengandung *Escherichia coli*. Tetapkan MPN *Esherichia coli* dalam 100 ml sampel air berdasarkan tabel MPN.



Gambar 3. 3 Pengujian Bakteri *Escherichia coli*

3.3.2.2 Uji Bakteri *Salmonella*

Uji bakteri *Salmonella* dilakukan menggunakan metode *Total Plate Count*. Sampel air limbah diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam 6 tabung yang berisi *aquades* steril 9 ml, lalu ambil 1 ml sediaan tersebut pada tabung ke-5 dan ke-6 dan tuang ke dalam cawan petri steril lakukan secara *duplo*. Selanjutnya tuangkan media *Salmonella Shigella Agar* (SSA) ke dalam cawan petri tersebut dan inkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam. Amati media SSA jika terdapat *Salmonella sp.* ditunjukkan dengan warna *pink* dan *Shigella sp.* ditunjukkan dengan warna *colourless*.



Gambar 3. 4 Pengujian Bakteri *Salmonella*

3.3.3 Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode analisis deskriptif kuantitatif. Metode analisis deskriptif kuantitatif ini dilakukan dengan cara pengujian sampel pada inlet dan outlet IPAL komunal Kabupaten Sleman. Dari hasil pengujian tersebut akan diketahui keberadaan bakteri patogen pada sampel inlet dan outlet. Metode pengujian bakteri patogen dibagi menjadi dua yaitu uji bakteri *Escherchia coli* yang kemudian dilanjutkan uji MPN.

Tabel 3. 2 Uji MPN (*Most Probable Number*)

Kombinasi Postitif	Indeks MPN/100mL	Batas Kepercayaan	
		Rendah	Tinggi
0-0-0	<1.8	-	6.8
0-0-1	1.8	0.090	6.8
0-1-0	1.8	0.090	6.9
0-1-1	3.6	0.70	10
0-2-0	3.7	0.70	10
0-2-1	5.5	1.8	15
0-3-0	5.6	1.8	15
1-0-0	2.0	0.10	10
1-0-1	4.0	0.70	10
1-0-2	6.0	1.8	15
1-1-0	4.0	1.8	12
1-1-1	6.1	0.10	15
1-1-2	8.1	0.70	22
1-2-0	6.1	1.8	15
1-2-1	8.2	3.4	22
1-3-0	8.3	3.4	22
1-3-1	10	3.5	22
1-4-0	11	3.5	22
2-0-0	4.5	0.79	15
2-0-1	6.8	1.8	15
2-0-2	9.1	3.4	22
2-1-0	6.8	1.8	17
2-1-1	9.2	3.4	22
2-1-2	12	4.1	26
2-2-0	9.3	3.4	22
2-2-1	12	4.1	26
2-2-2	14	5.9	36
2-3-0	12	4.1	26
2-3-1	14	5.9	36
2-4-0	15	5.9	36
3-0-0	7.8	2.1	22
3-0-1	11	3.5	23
3-0-2	13	5.6	35
3-1-0	11	3.5	26
3-1-1	14	5.6	36
3-1-2	17	6.0	36
3-2-0	14	5.7	36
3-2-1	17	6.8	40
3-2-2	20	6.8	40

Tabel 3. 3 Uji MPN (*Most Probable Number*) Lanjutan

Kombinasi Postitif	Indeks MPN/100mL	Batas Kepercayaan	
		Rendah	Tinggi
3-3-0	17	6.8	40
3-3-1	21	6.8	40
3-3-2	17	9.8	70
3-4-0	20	6.8	40
3-4-1	17	9.8	70
3-5-0	21	9.8	70
4-0-0	24	4.1	35
4-0-1	21	5.9	36
4-0-2	24	6.8	40
4-0-3	25	9.8	70
4-1-0	17	6.0	40
4-1-1	21	6.8	42
4-1-2	26	9.8	70
4-1-3	31	10	70
4-2-0	22	6.8	50
4-2-1	26	9.8	70
4-2-2	32	10	70
4-2-3	38	14	100
4-3-0	27	9.9	70
4-3-1	33	10	70
4-3-2	39	14	100
4-4-0	34	14	100
4-4-1	40	14	100
4-4-2	47	15	120
4-5-0	41	14	100
4-5-1	48	15	120
5-0-0	23	6.8	70
5-0-1	31	10	70
5-0-2	43	14	100
5-0-3	58	22	150
5-1-0	33	10	100
5-1-1	46	14	120
5-1-2	63	22	150
5-1-3	84	34	220
5-2-0	49	15	150
5-2-1	70	22	170
5-2-2	94	34	230

Tabel 3. 4 Uji MPN (*Most Probable Number*) Lanjutan

Kombinasi Positif	Indeks MPN/100mL	Batas Kepercayaan	
		Rendah	Tinggi
5-2-3	120	36	250
5-2-4	150	58	400
5-3-0	79	22	220
5-3-1	110	34	250
5-3-2	140	52	400
5-3-3	170	70	400
5-3-4	210	70	400
5-4-0	130	36	400
5-4-1	170	58	400
5-4-2	220	70	440
5-4-3	280	100	710
5-4-4	350	100	710
5-4-5	430	150	1100
5-5-0	240	70	710
5-5-1	350	100	1100
5-5-2	540	150	1700
5-5-3	920	220	2600
5-5-4	1600	400	4600
5-5-5	>1600	700	-

Sumber: (APHA, American public health association, American Water Works Association, 2017)

Jika tidak terdapat kombinasi jumlah sampel yang positif maka dapat dihitung dengan menggunakan formula thomas:

$$\text{MPN/100 ml} = (100 \times P) / (N/T)^{1/2} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dengan:

P = Jumlah tabung positif

N = Volume sampel dari semua kombinasi perbandingan tabung negatif

T = Volume total sampel pengencer yang dipilih

Selanjutnya pada uji *Salmonella sp.* dilakukan pengenceran dan teknik *pour plate*. Dari uji *Salmonella* tersebut didapatkan koloni bakteri yang akan dihitung dengan satuan CFU/ml menggunakan rumus:

Densitas (CFU/ml) = jumlah koloni x faktor pengenceran.....(3.2)



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Penetapan IPAL Komunal Tingkat Tinggi

Kriteria pemilihan lokasi IPAL ini dibagi menjadi beberapa tingkatan strata yaitu tingkat rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Penentuan tingkatan strata tersebut dibagi berdasarkan beberapa kriteria menurut (Cahyani, 2021) yaitu sebagai berikut:

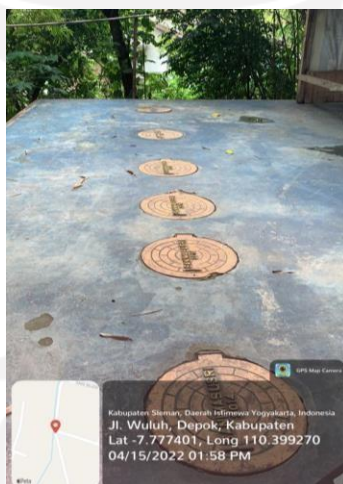
1. Kepadatan penduduk > 25 Jiwa/Ha
2. Rasio cakupan pelayanan > 75 KK
3. Debit puncak > 50 m³/hari
4. Usia IPAL Komunal > 8 tahun

Berdasarkan empat kriteria diatas, dipilih lokasi IPAL dengan tingkat resiko tinggi yang memenuhi tiga dari empat kriteria penilaian dan ditetapkan tiga IPAL yang akan diteliti yaitu IPAL Nologaten Bersih, IPAL Andum Roso dan IPAL Sehat Sejahtera yang termasuk dalam strata 3 yaitu termasuk IPAL yang memiliki tingkat resiko tinggi. Teknologi yang digunakan dalam pengolahan pada IPAL Nologaten Bersih dan IPAL Sehat Sejahtera adalah teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR). Pada IPAL Andum Roso menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Anaerobic Filter* (AF). Teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) yaitu pengolahan air limbah secara anaerobik yang memiliki kompartemen bersekat-sekat vertikal yang umumnya tersusun secara seri. Proses pengolahan dalam teknologi ABR ini menggabungkan proses sedimentasi yang dalam prosesnya dimulai dari proses pengendapan pada ruang pertama dan proses penguraian diruang selanjutnya yang disebabkan oleh air limbah yang berkontak dengan mikroorganisme (Munazah & Soewondo, 2008). Penambahan filter setelah *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) bertujuan untuk memaksimalkan proses pengolahan agar kinerja ABR menjadi tidak terlalu berat (Kholif *et al.*, 2020).

4.2 Gambaran Umum Lokasi IPAL Komunal

4.2.1 IPAL Komunal Nologaten Bersih

IPAL Komunal Nologaten Bersih berada di Nologaten, RT 04 RW 01, Caturtunggal, Depok. IPAL ini dibangun pada tahun 2014 dan melayani 70 KK dengan biaya iuran penggunaan IPAL sebesar Rp.1.000,00/jiwa/bulan. Teknologi yang digunakan adalah *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR). Outlet dari IPAL Nologaten Bersih yang telah diolah dialirkan ke Sungai Gajah Wong. Menurut pengurus IPAL, masalah yang sering terjadi pada IPAL Komunal Nologaten Bersih adalah terjadi sumbatan pada saluran IPAL Komunal yang diakibatkan oleh pengguna IPAL yang membuang sampah secara sengaja atau tidak sengaja ke saluran (Gambar 4.1). Berikut merupakan gambar lokasi IPAL.

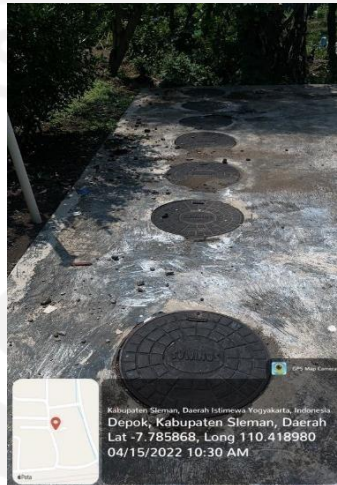


Gambar 4. 1 IPAL Komunal Nologaten Bersih

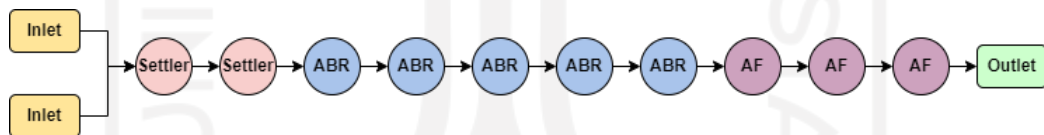
4.2.2 IPAL Komunal Andum Roso

IPAL Komunal Andum Roso berada di Santan, Kalongan, RT 09 RW 29, Maguwoharjo, Depok. IPAL ini dibangun pada tahun 2010 dan melayani 88 KK dengan biaya iuran penggunaan IPAL sebesar Rp. 20.000,00/KK/bulan. Limbah yang diolah IPAL Komunal ini berasal dari dapur, *floor drain*, kamar mandi dan

WC. Teknologi yang digunakan adalah *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) dan *Anaerobic Filter* (AF). Outlet dari IPAL Andum Roso yang telah diolah dialirkan ke Sungai Tambak Bayan. IPAL Andum Roso tampak bersih dan berdekatan dengan lokasi pertemuan untuk warga sekitar (Gambar 4.2). Berikut merupakan gambar lokasi IPAL.



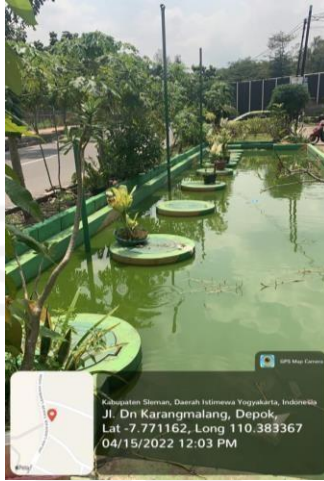
Gambar 4. 2 IPAL Komunal Andum Roso



Gambar 4. 3 Diagram Alir Teknologi IPAL Komunal Andum Roso

4.2.3 IPAL Komunal Sehat Sejahtera

IPAL Komunal Sehat Sejahtera berada di Karangmalang Blok D RT 5 RW 2 Caturtunggal, Depok. IPAL ini dibangun pada tahun 2015, IPAL ini melayani 60 KK dengan biaya iuran penggunaan IPAL sebesar Rp. 5.000,00/KK/bulan. Teknologi yang digunakan adalah *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR). Outlet dari IPAL Sehat Sejahtera yang telah diolah dialirkan ke saluran drainase (Gambar 4.4). Berikut merupakan gambar lokasi IPAL.



Gambar 4. 4 IPAL Komunal Sehat Sejahtera

Tabel 4. 1 Gambaran Umum Lokasi IPAL Komunal

No.	Nama IPAL	Alamat	Tahun	Pengolahan	Sambungan Rumah (KK)
1.	Nologaten Bersih	Nologaten, RT 04 RW 01, Caturtunggal, Depok.	2014	<i>Anaerobic Baffle Reactor</i>	70
2.	Andum Roso	Santan, Kalongan, RT 09 RW 29, Maguwoharjo, Depok.	2010	<i>Anaerobic Baffle Reactor + Anaerobic Filter</i>	88
3.	Sehat Sejahtera	Karangmalang Blok D RT 5 RW 2 Caturtunggal, Depok.	2015	<i>Anaerobic Baffle Reactor</i>	60

4.3 Pengambilan Sampel IPAL Komunal

4.3.1 Persiapan dan Sterilisasi Alat

Sebelum pengambilan sampel di IPAL Komunal, diperlukan persiapan peralatan sampling yang akan digunakan. Alat yang digunakan yaitu seperti botol

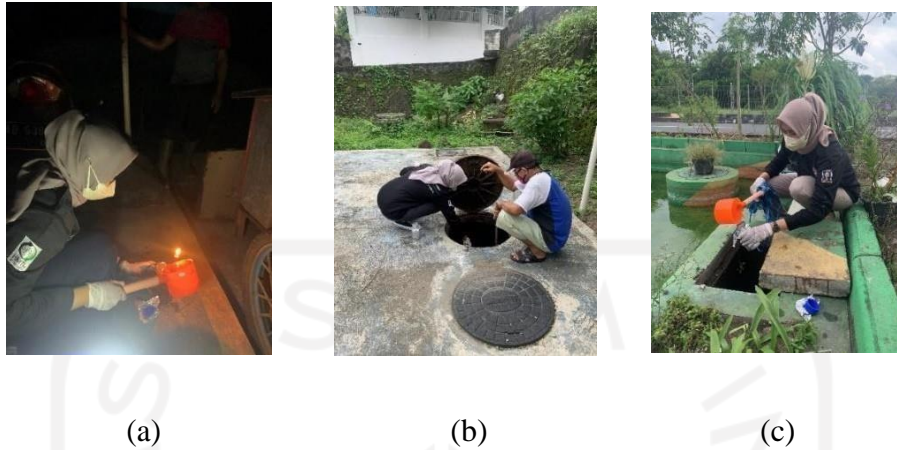
duran, *coolbox*, *ice pack*, gunting, spidol permanen, lilin, gayung panjang, korek api, alumunium foil, alkohol 70%, tali rafia dan sarung tangan lateks. Peralatan yang digunakan harus dalam keadaan steril sebelum digunakan. Botol duran di sterilisasi dengan menggunakan autoklaf selama 45 menit dalam kondisi botol yang telah bersih dan terbungkus dengan alumunium foil.



Gambar 4. 5 Sterilisasi Alat Menggunakan Autoklaf

4.3.2 Pengambilan Sampel (*Sampling*)

Pengambilan sampel dilakukan di tiga IPAL Komunal yang berbeda. Pengambilan sampel uji ini dilakukan secara bertahap yaitu setiap 2 minggu. Pengambilan sampel tiap IPAL dilakukan di dua titik *sampling* yaitu pada inlet dan outlet. Pengambilan sampel pertama dilakukan di IPAL Nologaten Bersih pada tanggal 23 Mei 2022, kemudian IPAL Andum Roso dilakukan pengambilan sampel pada tanggal 26 Juni 2022 dan IPAL Sehat Sejahtera dilakukan pengambilan sampel pada tanggal 18 Juli 2022. Dan selanjutnya sampel akan dilakukan penelitian di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.



Gambar 4. 6 (a) Pengambilan Sampel IPAL Komunal Nologaten Bersih (b) Pengambilan Sampel IPAL Komunal Andum Roso (c) Pengambilan Sampel IPAL Komunal Sehat Sejahtera

4.4 Pengujian Laboratorium

Pada penelitian ini dilakukan uji bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada IPAL Komunal yang ada di Kabupaten Sleman. Sampel uji ini di ambil dari tiga IPAL yang berbeda yaitu IPAL Komunal Nologaten Bersih, IPAL Komunal Andum Roso dan IPAL Komunal Sehat Sejahtera berdasarkan tingkat resiko tinggi.

4.4.1 Perhitungan Jumlah Bakteri *E.coli*

Perhitungan jumlah bakteri *E.coli* didapat dari hasil uji positif dari IPAL Komunal diuji menggunakan metode MPN menggunakan seri 5 tabung. Pertama tes pendugaan menggunakan media LB yang dimana tes pendugaan ini akan mengetahui adanya bakteri *E.coli* yang ditandai dengan munculnya gas pada tabung durham. Adanya gelembung gas dalam tabung durham dikarenakan kandungan laktosa yang terfermentasi dan menghasilkan asam laktat, tetapi kandungan laktosa disini tidak hanya menunjukkan adanya bakteri *E.coli* saja.



Gambar 4. 7 Pengamatan Media LB pada Tes Pendugaan

Setelah diamati dan didapatkan hasil yang positif, dapat dilanjutkan dengan tes penetapan menggunakan media EC-MUG. Hasil positif dari media EC-MUG ini dapat dilihat dengan adanya gelembung dan warna biru pendar terang pada media menggunakan lampu UV.



Gambar 4. 8 Pengamatan Media EC-MUG pada Tes Penetapan

Selanjutnya dilakukan tes pelengkap dengan memindahkan hasil yang positif pada media EC-MUG ke media *Eosin Methylene Blue* (EMB) dan diinkubasi

selama 24 jam. Hasil positif mengandung *Escherichia coli* akan ditandai dengan munculnya koloni dengan warna hijau metalik. Dari data yang didapatkan akan ditetapkan MPN *Escherichia coli* dalam 100 ml sampel air berdasarkan tabel MPN.

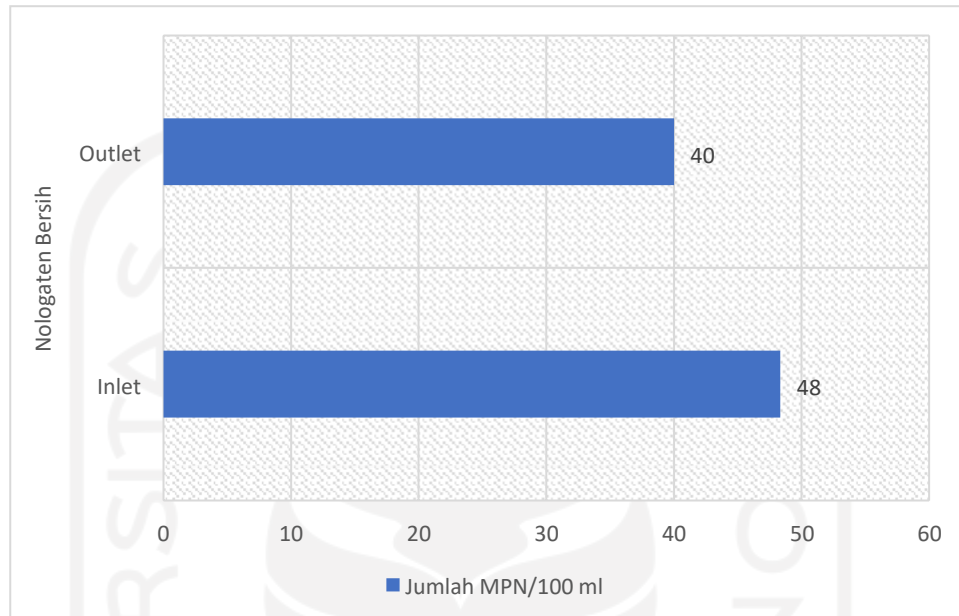


Gambar 4. 9 Pengamatan Media EMB pada Tes Pelengkap

Dari hasil pengujian bakteri *Escherichia coli* yang positif maka dapat dilakukan perhitungan jumlah bakteri *E.coli*. Perhitungan Jumlah Bakteri *E.coli* menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN). Metode *Most Probable Number* (MPN) adalah metode perhitungan jumlah mikroorganisme yang hidup dengan menginokulasikan sampel ke media cair untuk menentukan adanya pertumbuhan mikroorganisme yang positif pada setiap sampel setelah inkubasi tabung. Penggunaan metode ini untuk menghitung jumlah bakteri dikarenakan metode ini lebih sensitif jika dibandingkan dengan metode perhitungan standar cawan dan meningkatkan fleksibilitas deteksi.

Hasil perhitungan jumlah bakteri *E.coli* dihitung dari jumlah sampel positif menggunakan metode uji MPN dari ketiga IPAL Komunal adalah sebagai berikut:

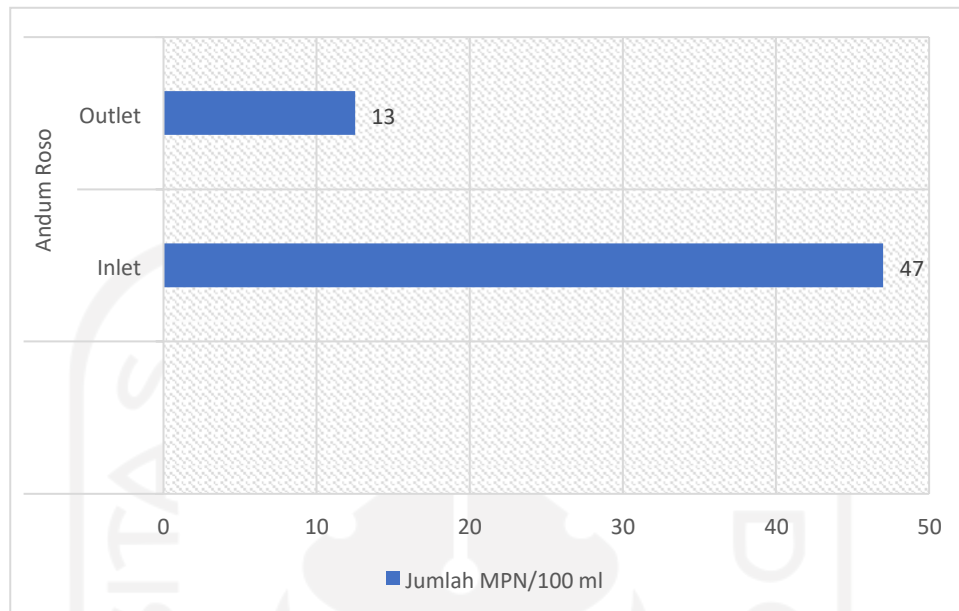
1. IPAL Nologaten Bersih



Gambar 4. 10 Perhitungan Metode Uji MPN IPAL Komunal Nologaten Bersih

Dari hasil perhitungan menggunakan metode uji MPN diketahui inlet IPAL Nologaten Bersih sebesar 48 MPN/100ml dan outlet IPAL Nologaten Bersih sebesar 40 MPN/100 ml. Di IPAL Nologaten Bersih pada outlet terjadi pengurangan sebesar 8 MPN/100 ml. Pada outlet IPAL Nologaten Bersih terjadi penurunan konsentrasi bakteri yang berarti teknologi pengolahan IPAL Komunal yang menggunakan teknologi *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) berjalan sesuai fungsinya. Teknologi ABR sendiri didesain dengan beberapa kompartemen yang arah aliran air limbah yang masuk akan turun naik (*upflow*). Arah aliran air limbah tersebut berfungsi untuk mengontakkan biomasa anaerobik menjadi lebih intensif dan akan terjadi peningkatan kinerja pengolahan sehingga terjadi adanya penurunan konsentrasi bakteri pada outlet IPAL Komunal.

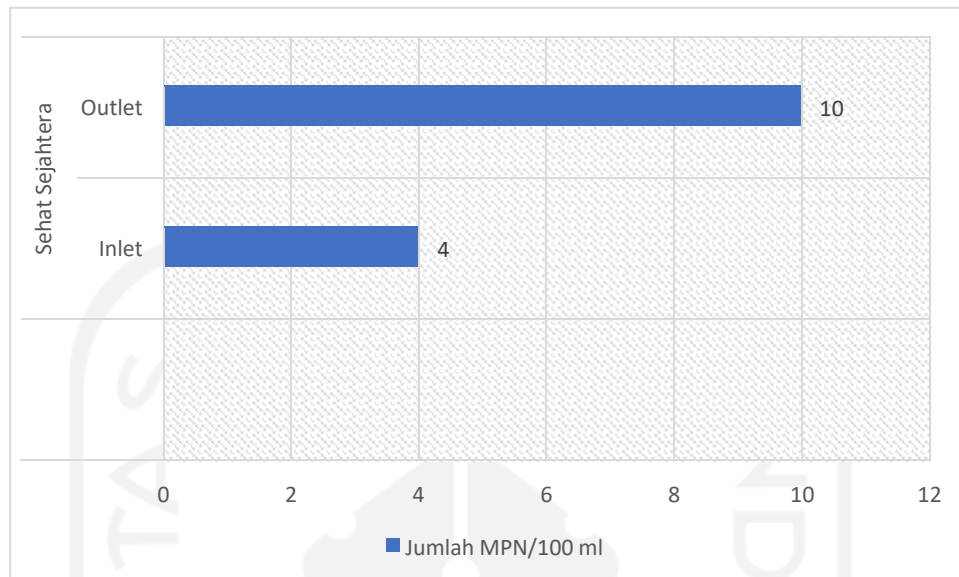
2. IPAL Andum Roso



Gambar 4. 11 Perhitungan Metode Uji MPN IPAL Komunal Andum Roso

Dari hasil perhitungan menggunakan metode uji MPN diketahui inlet IPAL Andum Roso sebesar 47 MPN/100ml dan outlet IPAL Andum Roso sebesar 13 MPN/100 ml. Di IPAL Andum Roso pada outlet terjadi pengurangan sebesar 34 MPN/100 ml. Pada outlet IPAL Andum Roso terjadi penurunan konsentrasi bakteri yang berarti teknologi pengolahan IPAL Komunal menggunakan teknologi *Anaerobic Baffle Reactor (ABR)* dan *Anaerobic Filter (AF)* berjalan sesuai fungsinya. Teknologi ABR sendiri didesain dengan arah aliran turun naik untuk mengontakkan biomasa anaerobik menjadi lebih intensif dan terjadi peningkatan kinerja pengolahan dan tambahan teknologi *Anaerobic Filter (AF)* sebagai tangki pengendap dan proses anerobik untuk membantu mengurangi padatan dan material organik yang masih terbawa sehingga terjadi penurunan konsentrasi bakteri pada outlet.

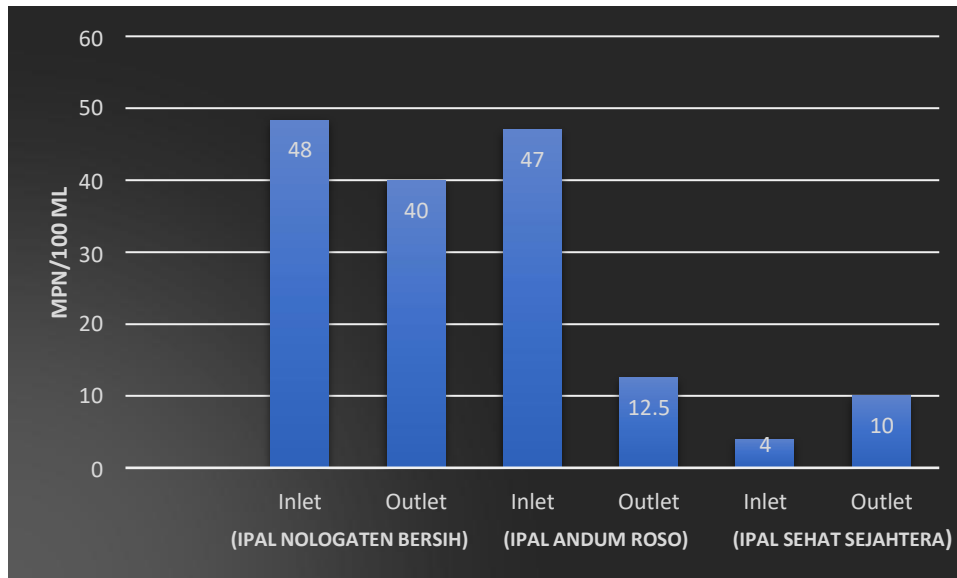
3. IPAL Sehat Sejahtera



Gambar 4. 12 Perhitungan Metode Uji MPN IPAL Komunal Sehat Sejahtera

Dari hasil perhitungan menggunakan metode uji MPN diketahui inlet IPAL Sehat Sejahtera sebesar 4 MPN/100ml dan outlet IPAL Sehat Sejahtera 10 MPN/100 ml. Pada outlet IPAL Sehat Sejahtera tidak terjadi pengurangan jumlah bakteri *E.coli*. Menurut (Rahayu P. & Komalasari, 2018) hal tersebut mungkin saja terjadi dikarenakan *E.coli* dapat tumbuh di kondisi lingkungan dapat sangat beragam, jauh lebih dingin, aerobik, serta kandungan nutrisi yang lebih sedikit. Serta dapat dipengaruhi oleh faktor media, derajat keasaman, dan suhu. Perkembangbiakan bakteri *E.coli* ini dapat tumbuh pada suhu 8°C - 46°C (Elfidasari, 2011).

4. Perbandingan jumlah bakteri *E.coli* pada masing-masing IPAL Komunal dengan metode uji MPN



Gambar 4. 13 Perbandingan Perhitungan Metode Uji MPN Pada Masing-Masing IPAL

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat terjadi pengurangan jumlah *E.coli* hanya di dua IPAL Komunal yaitu pada sampel IPAL Nologaten Bersih dan IPAL Komunal Andum Roso. Dari perbandingan ketiga IPAL tersebut dapat dilihat pada tabel efisiensi penghilangan bakteri IPAL yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Efisiensi Penghilangan Bakteri pada IPAL Komunal

Nama IPAL	Sampel	Konsentrasi Bakteri (MPN/100ml)	Efisiensi % Removal
IPAL Nologaten Bersih	Inlet	48	17%
	Outlet	40	
IPAL Andum Roso	Inlet	47	73%
	Outlet	13	
IPAL Sehat Sejahtera	Inlet	4	-
	Outlet	10	

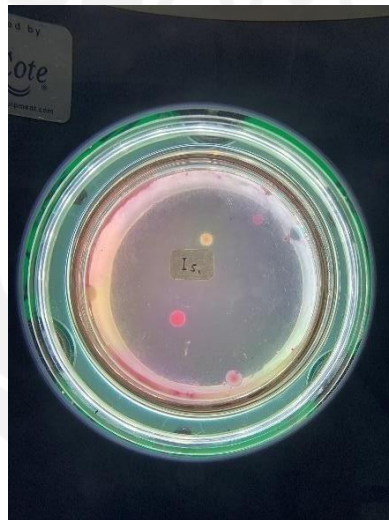
Jika dilihat pada tabel di IPAL Nologaten Bersih terjadi pengurangan sebesar 17% dan di IPAL Andum Roso juga terdapat pengurangan sebesar 73%.

Sedangkan pada IPAL terakhir yaitu Sehat Sejahtera terjadi penambahan jumlah bakteri pada outlet, yang awalnya konsentrasi bakteri pada inlet sebanyak 4 MPN/100ml menjadi 10 MPN/100ml pada outlet. Hal tersebut bisa disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya yaitu adanya sambungan yang bocor sehingga dapat menyebabkan bakteri masuk ke outlet dan mengalami peningkatan jumlah bakteri pada outlet. Dan juga dapat disebabkan oleh faktor pertumbuhan bakteri *E.coli* itu sendiri yaitu oleh pengaruh suhu, pH, salinitas dan oksigen terlarut. Pada IPAL Komunal Sehat Sejahtera menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR). Menurut (Hastuti *et al.*, 2017), teknologi ABR karakteristik salah satunya yaitu tidak efektif dalam pengurangan kandungan nutrisi dalam air limbah. Pada proses kontak air limbah dan bakteri pengurai akan terjadi pengendapan dan jika tidak dilakukan pembersihan pada hasil endapan maka senyawa organik akan terlarut lagi dalam air limbah.

4.4.2 Perhitungan Jumlah Koloni dan Identifikasi Morfologi Bakteri dengan Media SSA

Pada pengujian ini menggunakan media *Salmonella Shigela Agar* (SSA) dengan perhitungan jumlah koloni menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dengan jumlah satuan koloni *colony forming unit* (CFU). Media *Salmonella Shigela Agar* (SSA) diinkubasi selama 24 jam pada suhu 35°C untuk mengetahui jumlah koloni dan morfologi bakteri yang tumbuh pada cawan petri. Pengujian bakteri *Salmonella sp.* menggunakan media SSA yang merupakan media spesifik yang akan menyeleksi bakteri yang tumbuh. Untuk menyeleksi bakteri yang tumbuh terdapat campuran bakteri-bakteri lain agar dapat memudahkan dalam proses pemeriksaan. Dalam proses pembiakan bakteri ini berdasarkan pada sifat kerjanya yaitu selektivitas karena beda tumbuh atau selektivitas karena menghambat tumbuh. Dalam kultur bakteri terdapat beberapa bakteri yang mempunyai pigmen warna yang khas contohnya seperti *Enterobacteriaceae* yang dapat memfermentasi laktosa seperti bakteri *E.coli* yang tumbuh berwarna merah atau merah muda (Fadillah, 2018). Untuk bakteri *Salmonella sp.* yang tumbuh pada media spesifik, koloni memiliki titik hitam ditengah koloni yang merupakan indikator adanya

produksi gas H₂S. Dan pada bakteri *Shigella sp* yang tumbuh koloni tidak berwarna (*colorless*) dan kecil (Sari *et al.*, 2018). Perhitungan bakteri pada media SSA dilakukan menggunakan *Colony Counter*. Koloni yang dihitung yaitu diantara 30 sampai 300 koloni pada setiap cawan petri. Jika jumlah koloni dibawah 30 atau *too few to count (TFTC)* dan lebih besar dari 300 atau *too numerous to count (TNTC)* maka jumlah koloni tidak dapat dihitung.



Gambar 4. 14 Pengamatan pada Media *Salmonella Shigella Agar (SSA)*

Hasil pengamatan morfologi bakteri pada ketiga IPAL Komunal adalah sebagai berikut.

1. IPAL Komunal Nologaten Bersih

Pengamatan morfologi bakteri dilihat dari bentuk koloni, ukuran koloni, warna koloni, bentuk tepian koloni dan elevasi yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Pengamatan Morfologi Bakteri IPAL Komunal Nologaten Bersih

Sampel	Bentuk	Ukuran	Warna	Tepi	Elevasi	Jumlah Koloni
I5	<i>Irregular</i>	Small	<i>Pink</i>	<i>Undulate</i>	<i>Flat</i>	1
I5(1)	<i>Irregular</i>	Small	<i>Pink</i>	<i>Lobate</i>	<i>Flat</i>	1
	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1
	<i>Circular</i>	Small	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1
I6	<i>Circular</i>	Small	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1

Dari hasil pengamatan *Salmonella sp.* pada IPAL Nologaten Bersih didominasi oleh bakteri *circular* ukuran *small* dengan elevasi *flat* bertepian *entire* dan berwarna *colourless*. Warna *pink* pada media menunjukkan adanya bakteri *E.coli* dan untuk *colorless* menunjukkan adanya bakteri *Shigella sp.* Dan jumlah koloni yang didapatkan pada IPAL Nologaten Bersih ini tidak dapat dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* karena jumlah koloni dibawah 30 atau *too few to count (TFTC)*. Pada IPAL Komunal Nologaten Bersih tidak dapat dihitung karena jumlah koloni bakteri yang ada pada IPAL Komunal jumlahnya sedikit. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, pH dan salinitas dan ketersediaan nutrisi pada tempat hidup bakteri. Selain dari beberapa faktor tersebut juga dapat dipengaruhi oleh proses pengolahan pada air limbah yang menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*. Teknologi tersebut berhasil menguraikan bakteri yang ada pada air limbah karena jumlah koloni yang tumbuh sedikit. Dalam teknologi ABR air limbah akan masuk ke dalam beberapa kompartemen secara *upflow* yang bertujuan untuk menghomogenkan air limbah. Selain itu, mikroorganisme pengurai akan memakan bakteri tersebut yang merupakan kandungan pencemar dalam air limbah (Kholif *et al.*, 2020).

2. IPAL Komunal Andum Roso

Pengamatan morfologi bakteri dilihat dari bentuk koloni, ukuran koloni, warna koloni, bentuk tepian koloni dan elevasi yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4. 4 Pengamatan Morfologi Bakteri IPAL Komunal Andum Roso

Sampel	Bentuk	Ukuran	Warna	Tepi	Elevasi	Jumlah Koloni
I5	<i>Circular</i>	<i>Small</i>	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	3
	<i>Circular</i>	<i>Punciform</i>	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	9
	<i>Circular</i>	<i>Small</i>	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1
I5(1)	<i>Circular</i>	<i>Small</i>	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	5
	<i>Circular</i>	<i>Punciform</i>	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	11
	<i>Circular</i>	<i>Small</i>	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	4
I6	<i>Circular</i>	<i>Punciform</i>	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	4

I6(2)	<i>Circular</i>	<i>Punciform</i>	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	2
O5	<i>Circular</i>	<i>Punciform</i>	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	4
O6	<i>Circular</i>	<i>Punciform</i>	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1
O6(1)	<i>Circular</i>	<i>Punciform</i>	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1

Dari hasil pengamatan *Salmonella sp.* pada IPAL Andum Roso didominasi oleh bakteri *circular* ukuran *punciform* dengan elevasi *flat* bertepian *entire* dan berwarna *pink*. Warna *pink* pada media menunjukkan adanya bakteri *E.coli*. Dan jumlah koloni yang didapatkan pada IPAL Andum Roso ini tidak dapat dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* karena jumlah koloni dibawah 30 atau *too few to count (TFTC)*. Pada IPAL Komunal Andum Roso tidak dapat dihitung karena jumlah koloni bakteri yang ada pada IPAL jumlahnya sedikit. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, pH dan salinitas dan ketersediaan nutrisi pada tempat hidup bakteri. Selain dari beberapa faktor tersebut juga dapat dipengaruhi oleh proses pengolahan pada air limbah yang menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* dan *Anaerobic Filter (AF)*. Teknologi tersebut berhasil menguraikan bakteri yang ada pada air limbah karena jumlah koloni yang tumbuh sedikit. Dalam teknologi ABR air limbah akan masuk ke dalam beberapa kompartemen secara *upflow* yang bertujuan untuk menghomogenkan air limbah. Selain itu, mikroorganisme pengurai akan memakan bakteri tersebut yang merupakan kandungan pencemar dalam air limbah. Selanjutnya air limbah akan dilanjutkan dengan penambahan *filter*. Teknologi ini ditambahkan untuk memaksimalkan hasil olahan dari teknologi ABR dan kinerja teknologi ABR agar tidak terlalu berat (Kholif *et al.*, 2020).

3. IPAL Komunal Sehat Sejahtera

Pengamatan morfologi bakteri dilihat dari bentuk koloni, ukuran koloni, warna koloni, bentuk tepian koloni dan elevasi yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Pengamatan Morfologi Bakteri IPAL Komunal Sehat Sejahtera

Sampel	Bentuk	Ukuran	Warna	Tepi	Elevasi	Jumlah Koloni
I5	<i>Circular</i>	Small	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	3
	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	14
	<i>Circular</i>	Small	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	3
	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	28
I5(1)	<i>Circular</i>	Small	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	4
	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	11
	<i>Circular</i>	Small	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	4
	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	31
I6	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	3
	<i>Circular</i>	Small	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1
	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	14
I6(1)	<i>Circular</i>	Small	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1
	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	16
O5(1)	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	2
	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1
O6	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Pink</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1
	<i>Circular</i>	Punciform	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1
O6(1)	<i>Circular</i>	Small	<i>Colorless</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	1

Dari hasil pengamatan *Salmonella sp.* pada IPAL Sehat Sejahtera didominasi oleh bakteri *circular* ukuran *punciform* dengan elevasi *flat* bertepian *entire* dan berwarna *colourless*. Warna *colorless* menunjukkan adanya bakteri *Shigella sp.*

Hasil pengujian jumlah koloni bakteri dengan media SSA dari ketiga IPAL Komunal hanya dapat dihitung pada IPAL Sehat Sejahtera karena termasuk dalam rentang 30-300 koloni dalam cawan petri.

Tabel 4. 6 Perhitungan *Total Plate Count* (TPC)

Pengenceran	Cawan 1	Cawan 2	Hasil Pengenceran
10^{-5}	48	50	$= \frac{(48 + 50)}{2} \times 10^5$ $= 49 \times 10^5$ $= 4,9 \times 10^6$

10^{-6}	18	19	$= \frac{(18 + 17)}{2} \times 10^6$ $= 17,5 \times 10^6$

Perbandingan hasil pengenceran yaitu:

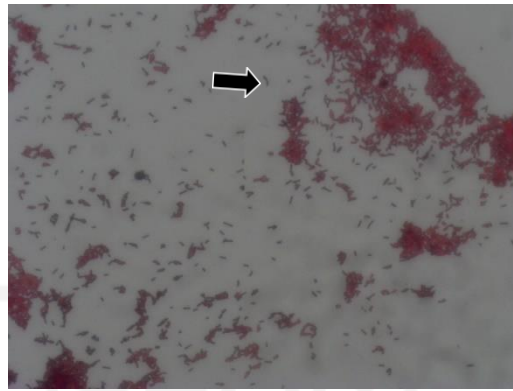
$$= \frac{17,5}{4,9} = 3,57 \rightarrow \text{lebih dari 2}$$

Jika hasil lebih dari 2, maka dipakai pengenceran yang lebih kecil sesuai dengan syarat perhitungan secara *Plate Count* yaitu 49×10^5 CFU/ml atau 4.900.000 CFU/ml. Perhitungan secara *Plate Count* hanya IPAL Sehat Sejahtera saja yang dapat dihitung densitas bakterinya. Densitas bakteri ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya faktor suhu, pH dan salinitas tempat hidup bakteri. Hasil densitas bakteri ini juga dipengaruhi oleh banyaknya jumlah bakteri yang memiliki ketersediaan nutrisi yang memadai di IPAL sehingga hasil densitas yang diperoleh dapat dihitung (Liyazana, 2016).

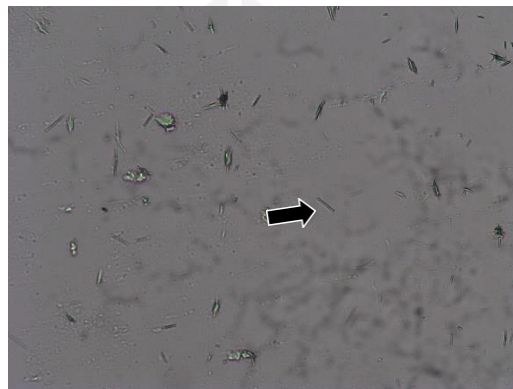
Jika dilihat dari ketiga IPAL Komunal diatas densitas bakteri tertinggi ada pada IPAL Sehat Sejahtera sebesar 49×10^5 CFU/ml sedangkan untuk IPAL Komunal Nologaten Bersih dan IPAL Komunal Andum Roso tidak dapat dihitung densitas bakterinya karena jumlah bakteri yang ada pada air limbah jumlahnya sedikit dan berada di bawah rentang koloni bakteri yang dapat dihitung.

4.4.3 Pewarnaan Gram

Pengamatan mikroskopik dilakukan dengan pewarnaan gram, yaitu menggunakan *Crystal Violet*, *Lugol iodine*, Alkohol 96%, dan *Safranin*. Pewarnaan gram dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri yang berdasarkan pada perbedaan struktur dinding sel bakteri yang akan menyebabkan perbedaan reaksi dari permeabilitas zat warna (Ibrahim *et al.*, 2017).



Gambar 4. 15 Pengamatan Mikroskopis *E.coli* Perbesaran 100x

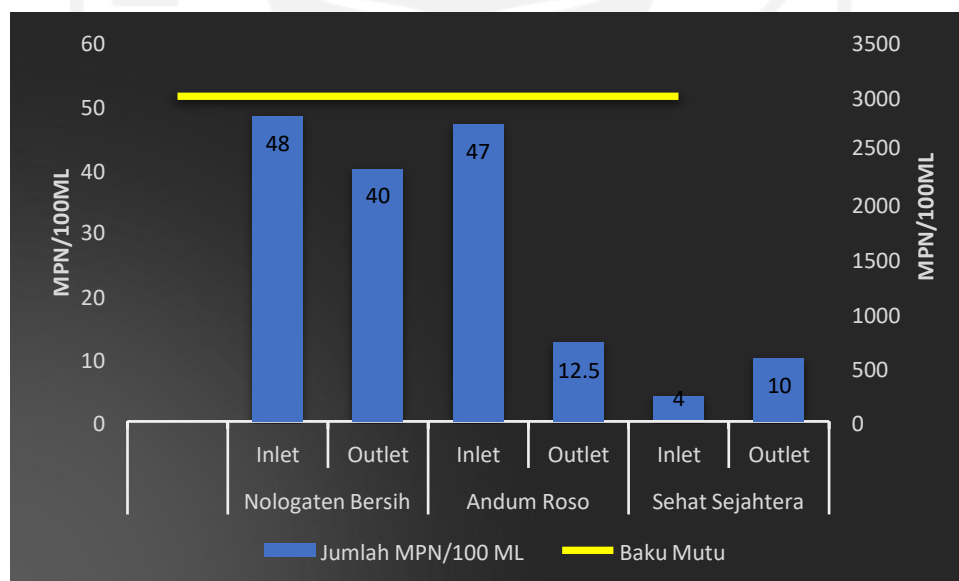


Gambar 4. 16 Pengamatan Mikroskopis *E.coli* Perbesaran 400x

Hasil pengamatan mikroskopis pada perbesaran 100x menunjukkan isolat basil berwarna merah yang merupakan gram negatif. Bakteri gram negatif memiliki ciri berwarna merah yang disebabkan oleh konsentrasi lipid dan ketebalan lapisan peptidoglikan pada dinding sel dan terjadi peningkatan porositas dinding sel dengan melarutkan lipid pada lapisan luar. Sehingga saat pewarnaan gram, *Crystal violet* lebih mudah hilang dari lapisan peptidoglikan yang disebabkan oleh pencucian menggunakan alkohol. Sel-sel gram negatif yang tidak mempunyai warna atau kehilangan warna akan menyerap zat warna tanding dari *Safranin* (Rahayu & Gumilar, 2017). Dan hasil pengamatan mikroskopis pada perbesaran 400x menggunakan kaca preparat yang sama dengan perbesaran 100x dan menunjukkan isolat basil namun warna merah pada kaca preparat telah pudar karena telah di simpan dengan waktu yang cukup lama.

4.5 Perbandingan dengan Parameter Terkait

Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik untuk Total coli yaitu sebesar 3000 MPN/100 ml. Jika dilihat dari hasil bakteri *E.coli* di ketiga IPAL komunal tidak ada yang melebihi standar baku mutu yang ditetapkan. Untuk hasil uji pada media *Salmonella Shigela Agar* (SSA) tidak dapat di bandingkan dengan baku mutu dalam peraturan ini, karena hasil perhitungan *Total Plate Count* (TPC) menggunakan satuan CFU/ml, satuan tersebut berbeda dengan yang dipakai pada baku mutu peraturan ini. Satuan ukur *Colony Forming Unit* (CFU) merupakan satuan ukur yang digunakan untuk jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada sampel agar padat. Sedangkan *Most Probable Number* (MPN) merupakan satuan ukur yang juga digunakan untuk memperhitungkan jumlah mikroorganisme dalam sampel, namun perhitungannya dihitung dalam sampel media cair (Samanthi, 2010).



Gambar 4. 17 Hasil Perbandingan Bakteri *E.coli* dengan Permen LHK RI No. P.68 Tahun 2016

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Terjadi penurunan konsentrasi bakteri sebesar 17% pada IPAL Nologaten Bersih dan 73% pada IPAL Andum Roso. Pada IPAL Sehat Sejahtera tidak terjadi pengurangan konsentrasi bakteri.
2. Air pengolahan IPAL Komunal di Kabupaten Sleman mengandung bakteri *E.coli*. Bakteri *E.coli* ditemukan pada semua sampel, sedangkan untuk uji bakteri *Salmonella sp.* tidak terdapat *Salmonella sp.* yang tumbuh, namun hanya terdapat bakteri *Shigella sp.* dan *E.coli*. Dan telah sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini yaitu:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menambahkan parameter uji air limbah lainnya, karena penelitian ini hanya berfokus pada bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.*
2. Perlu dilakukan penelitian menggunakan metode lain untuk uji bakteri *Salmonella sp.*



DAFTAR PUSTAKA

- APHA, American public health association, American Water Works Association, W. E. F. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition*.
- Cahyani, A. N. (2021). Pengolahan Air Limbah Komunal Dengan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. *Tugas Akhir*.
- Elfidasari, D. (2011). Perbandingan Kualitas Es di Lingkungan Universitas Al Azhar Indonesia dengan Restoran Fast Food di Daerah Senayan dengan Indikator Jumlah Escherichia coli Terlarut. *JURNAL Al-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 1(1), 18. <https://doi.org/10.36722/sst.v1i1.14>
- Fadillah, N. (2018). Uji Mikrobiologi Air Zam-Zam dalam Kemasan. *Tugas Akhir*, 3(2).
- Hastuti, E., Nuraeni, R., & Darwati, S. (2017). Pengembangan Proses Pada Sistem Anaerobic Baffled Reactor Untuk Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Jurnal Pemukiman*, 12(2), 10.
- Ibrahim, A., Fridayanti, A., & Delvia, F. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(2), 159.
- Karyadi, L. (2010). Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal di RT 30 RW 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. *Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Kholif, M. Al, Alifia, A. R., Pungut, P., Sugito, S., & Sutrisno, J. (2020). Kombinasi Teknologi Filtrasi Dan Anaerobik Baffled Reaktor (ABR) Untuk Mengolah Air Limbah Domestik. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 15(2), 19. <https://doi.org/10.26714/jkmi.15.2.2020.19-24>

- Liyazana. (2016). Densitas Bakteri Pada Limbah Cair Pasar Tradisional. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 1(1), 95–106.
- Meliala, E., Suryanto, D., & Desrita, D. (2015). Identifikasi Bakteri Potensial Patogen Sebagai Indikator Pencemaran Air di Muara Sungai Deli. *Aquacoastmarine*, 7(2), 1–10.
<http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/46931%0Ahttp://download.port.algaruda.org>
- Munazah, A. R., & Soewondo, P. (2008). Penyisihan Organik Melalui Dua Tahap Pengolahan Dengan Modifikasi Abr Dan Constructed Wetland Pada Industri Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(4), 93–100.
- Nasution, S. K. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Patogen pada Buangan Akhir Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Dr. RM. Djoelham Binjai. *Skripsi, Universitas Medan Area*, 31–40.
- Rahayu P., W., & Komalasari, N. S. (2018). Escherichia coli: Patogenitas, Analisis, dan Kajian Risiko. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 5.
- Rahayu, S. A., & Gumilar, M. H. (2017). Uji Cemar Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung Dengan Identifikasi Bakteri Escherichia coli. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 4(2), 50.
<https://doi.org/10.15416/ijpst.v4i2.13112>
- Said, N. I. (2018). Teknologi Biofilter Anaerob-Aerob untuk Pengolahan Air Limbah Domestik (Perkantoran, Rumah Sakit, Hotel dan Domestik Industri). *Prosiding Seminar Nasional Dan Konsultasi Teknologi Lingkungan, September*, 99–108.
- Said, N. I., & Marsidi, R. (2005). Mikroorganisme Patogen Dan Parasit Di Dalam Air Limbah Domestik Serta Alternatif Teknologi Pengolahan. *Jurnal Air Indonesia*, 1(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v1i1.2293>
- Samanthi. (2010). Difference Between CFU and MPN. *DifferenceBetween.COM*.
<http://www.differencebetween.com/difference-between-cfu-and-vs-mpn/>

- Sari, N., Erina, Abrar, M., Wardani, E., Fakhurrazi, & Daud, R. (2018). Isolasi dan Identifikasi Salmonella Sp dan Shigella Sp Pada Feses Kuda Bendi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 2(3), 401–410.
- Selintung, M., Hatta, M. P., & Ikramuddin, A. (2015). Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Komunal Berbasis Masyarakat Di Kecamatan Rappocini Kota Makassar. *Teknik Sipil Universitas Hasanuddin Makassar*, 3(2), 1–15.
- Wibowo Nugroho Jati, A., Murwani Yulianti, Li., & Leonardo. (2016). *Isolasi Dan Uji Kemampuan Bakteri Indigenus Dalam Perbaikan Kualitas Limbah Domestik Isolation and Ability Test Indigenous Bacteria in Improving the Quality of Domestic Waste.* <http://e-journal.uajy.ac.id/10356/1/JURNALBL01267.pdf>



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pembagian Lokasi IPAL Kabupaten Sleman berdasarkan Strata

Tabel 1 Lokasi IPAL Komunal Kabupaten Sleman Berdasarkan Strata

Strata 1	Strata 2	Strata 3	Strata 4
Sembur Sejahtera	Legowo	Ngudi Sehat	Manunggal Pringgodani Sejati
Tirta Kencana	Sri Kandi Mandiri	Andum Roso	Karya Asri Ambarukmo
Ngudi Saras	Sumber Rejeki	Bagas	Sumber Sehat
Rukun	Mitra Sehat	Kalijaga	Tambakrejo bersih
Papringan Sehat	Ngudi Waras	Nologaten Bersih	Tanjung Permai
Amanah Tiga Lima	Guyup Rukun	Sehat sejahtera	Losari Sejahtera
Sidodadi Rejo	Wahana Bina Lingkungan	Sehati	Bakti Warga
Patuk Mandiri	Sedya Bakti	Ngaglik Sejahtera	Pelangi Manunggal Warga
Munengan Sehat	Kuningan Sejahtera	Tirta Bening	Nogosaren Asri
Arum Tirta	Karangayam Sehat	Tirto Wiyono	Cokro Manunggal
Gancangan Berseri	Mamanyu Hayuning Bawono	Guyub Rukun	
Agung Lestari	Banyu Bening	Siti Merdiko	
Gondang Asri	Sengkan Sehat	Gedong	
Ngudi Santoso	Guyup Rukun	Amor	
Nasri Sejahtera	Karangayam sehat	Sehat Makmur	
Agung Manunggal	Rejo Santoso	Sehat sejahtera	
Sombangan Sehat	Banyu Aji	Guyup Makmur	
Tirto Wening	Candi Indah	Sehat Mulyo	
Klawisan Sehat	Gading indah	Tegal Tirto Mulyo	
Sembilan	Tirto Asri	Bogo Indah	

Margi Waras	Sido Makmur	Kramen Sehat Agung	
Dukuh Berbakti	Gawe Marem	Tangkilan	
Jambe Ombo Bersih	Sido resik	Mandiri Sehat	
Bangun Sehat	Sedyo Mulyo	Beteng Sehat	
Guyup Rukun	Sedyo Rukun	Sidodadi	
Krido Sembodo	Rukun Makmur	Huntap Kaliadem	
Senang Sehat Selalu	Guras	Huntap Kaliadem	
Kencono	Roso tunggal	Huntap Gondang 2	
Huntap Kaliadem	Gotong Royong	Huntap Dongkelsari (Selatan)	
Huntap Kaliadem	Pepeling	Huntap Kuwang (Utara)	
Huntap Kaliadem	Sido Akur		
Huntap Bulaksusukan Gondang 1	Gupit Asri		
Huntap Bulaksusukan Gondang 1	Akur		
Huntap Gondang 3	Ngudi Saras		
Huntap Dongkelsari (Utara)	Sasangka		
Huntap Dongkelsari (Selatan)	Sehat Mandiri		
Huntap Randusari (Utara)	KSM Bersih Lancar		
Huntap Randusari (Selatan)	Krajan Asri		
Huntap Kuwang (Utara)	Ngudi Sehat		
Huntap Kuwang (Selatan)	Usri Usada Mulya		
Huntap Plosokerep (1)	Sapta mulia		
Bendosari Sehat	Sido Lancar		
Tirto Madu	Sehat Lestari		
	Poncitan Asri		
	Lestari		
	Agung Lestari		
	Sehat Sentosa		
	Ben Sehat		
	Bagas Waras		
	Sembir Asri		
	Huntap Gading		
	Huntap Jetis Sumur		

	HunTap Dongkelsari (Utara)		
	HunTap Randusari (Utara)		
	HunTap Kuwang (Selatan)		

Ket: Kuning (Lokasi IPAL yang terpilih)



Lampiran 2 Perhitungan Hasil uji MPN (*Most Poprable Number*) IPAL Komunal Kabupaten Sleman

Tabel 2 Perhitungan Hasil uji MPN (*Most Poprable Number*) IPAL Komunal Kabupaten Sleman

Nama IPAL	Kode	Uji per ml			Jumlah MPN/100 ml
		10 ml	1 ml	0,1 ml	
Nologaten Bersih	I1	4	4	4	48.35
	O1	4	4	1	40
Andum Roso	I2	4	4	2	47
	O2	1	4	1	12.52
Sehat Sejahtera	I3	1	1	0	4
	O3	1	3	1	10

Ket: I1 dan O2 tidak ada dalam tabel MPN

Formula Thomas:

$$\text{MPN/100 ml} = (100 \times P) / (N \times T)^{1/2}$$

Dimana:

P = Jumlah tabung positif

N = Volume sampel dari semua kombinasi perbandingan tabung negatif

T = Volume total sampel pengenceran yang dipilih

Nologaten Bersih (I1)

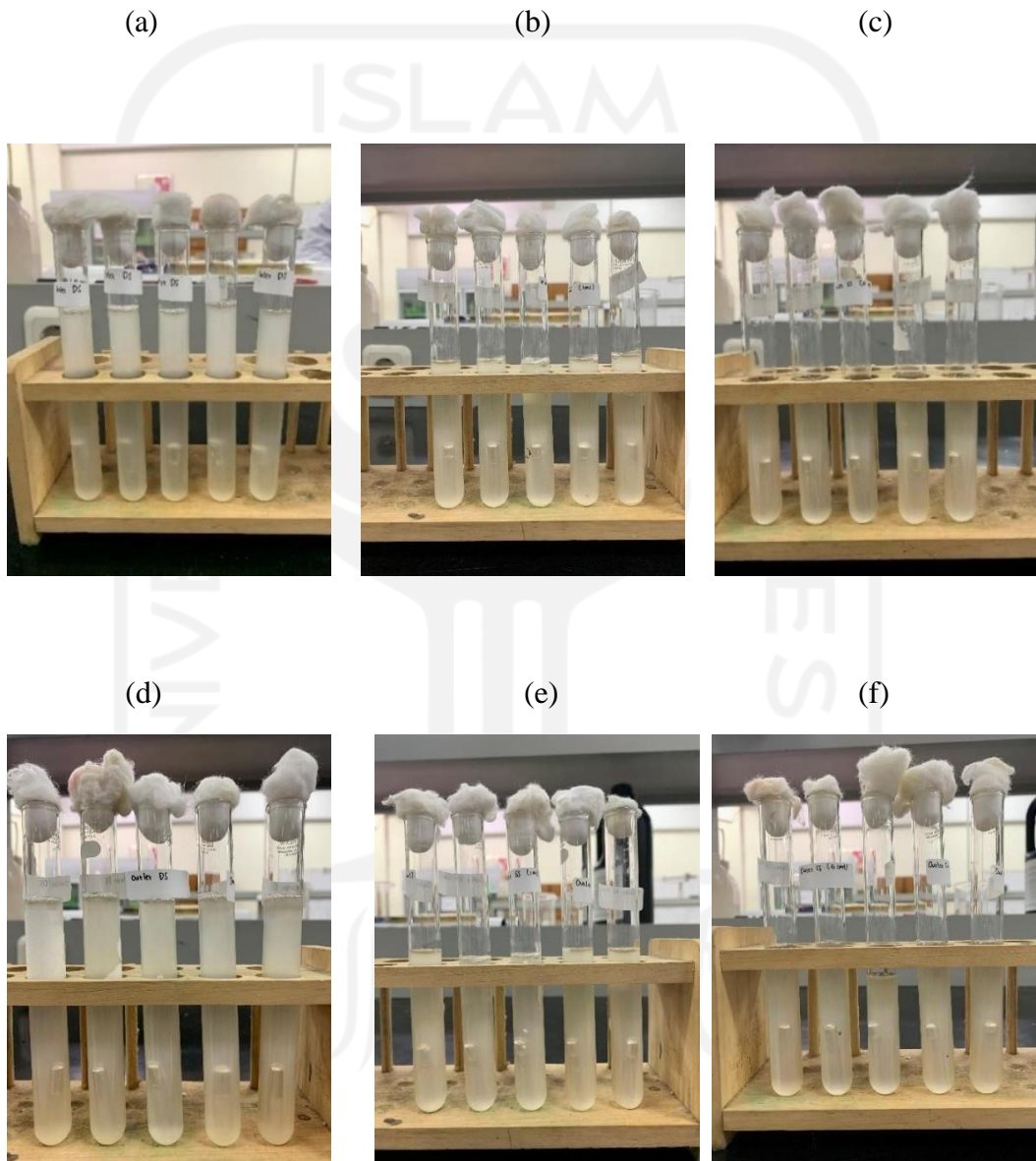
$$\begin{aligned} \text{MPN/100 ml} &= (100 \times P) / (N \times T)^{1/2} \\ &= (100 \times (4 + 4 + 4)) / ((10 + 1 + 0,1) \times (50 + 5 + 0,5))^{1/2} \\ &= (100 \times 12) / (11,1 \times 55,5)^{1/2} \\ &= 48,35 \text{ MPN/100 ml} \end{aligned}$$

Andum Roso (O2)

$$\begin{aligned} \text{MPN/100 ml} &= (100 \times P) / (N \times T)^{1/2} \\ &= (100 \times (1 + 4 + 1)) / ((40 + 1 + 0,4) \times (50 + 5 + 0,5))^{1/2} \\ &= (100 \times 6) / (41,4 \times 55,5)^{1/2} \\ &= 12,52 \text{ MPN/100 ml} \end{aligned}$$

Lampiran 3 Pengujian Laboratorium

Gambar 1. Foto pengujian *Escherichia coli* dengan media LB IPAL Nologaten Bersih



Keterangan:

a-b-c : Inlet

d-e-f : Outlet

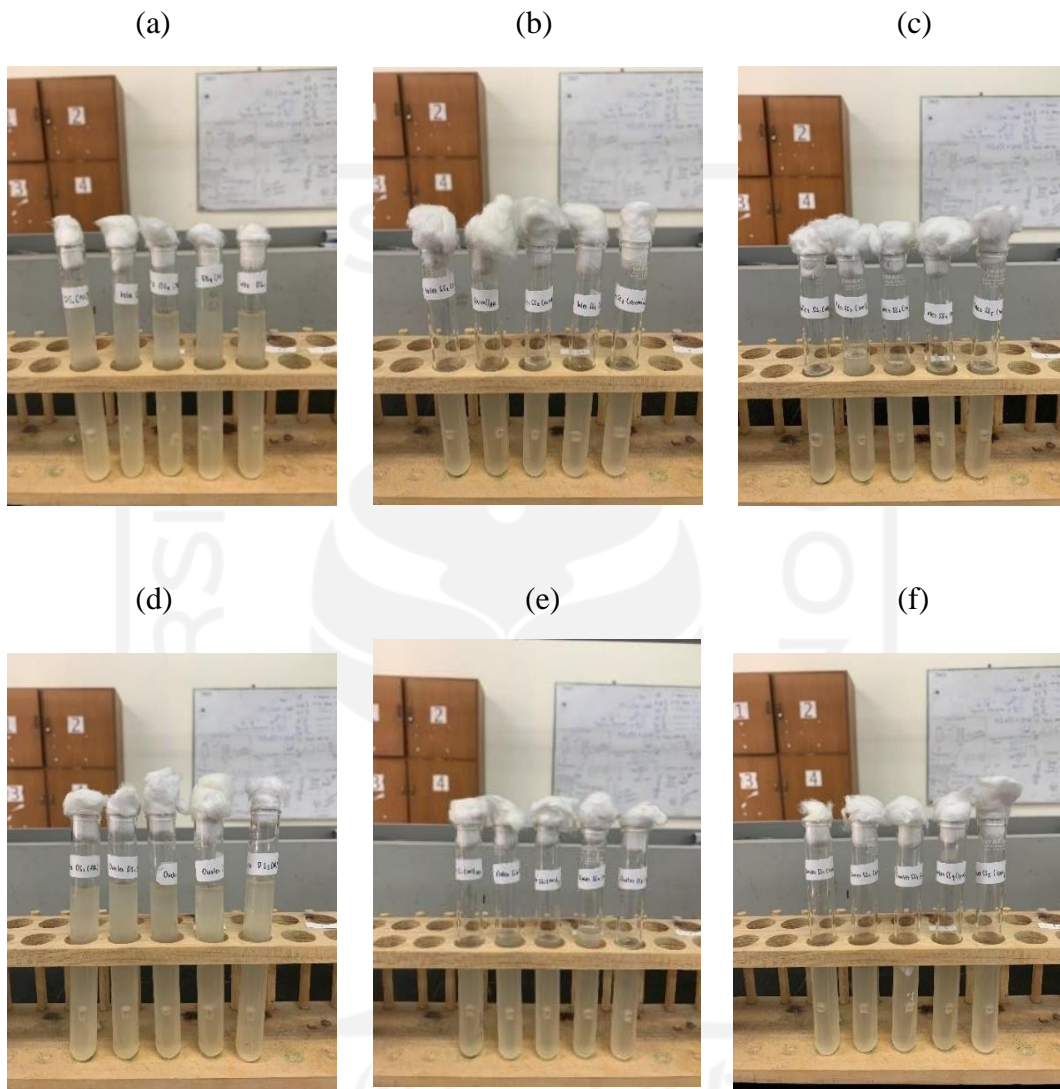
Tabel 3 Hasil Pengamatan Inlet IPAL Komunal Nologaten Bersih (24 jam)

No.	Tabung Fermentasi	Gas dan Asam
1.	10 ml	(+)
2.	10 ml	(+)
3.	10 ml	(+)
4.	10 ml	(+)
5.	10 ml	(+)
6.	1 ml	(+)
7.	1 ml	(+)
8.	1 ml	(+)
9.	1 ml	(+)
10.	1 ml	(+)
11.	0,1 ml	(+)
12.	0,1 ml	(+)
13.	0,1 ml	(+)
14.	0,1 ml	(+)
15.	0,1 ml	(+)

Tabel 4 Hasil Pengamatan Outlet IPAL Komunal Nologaten Bersih (24 jam)

No.	Tabung Fermentasi	Gas dan Asam
1.	10 ml	(+)
2.	10 ml	(+)
3.	10 ml	(+)
4.	10 ml	(+)
5.	10 ml	(+)
6.	1 ml	(+)
7.	1 ml	(+)
8.	1 ml	(+)
9.	1 ml	(+)
10.	1 ml	(+)
11.	0,1 ml	(+)
12.	0,1 ml	(+)
13.	0,1 ml	(+)
14.	0,1 ml	(+)
15.	0,1 ml	(+)

Gambar 2. Foto Pengujian *Escherichia coli* dengan media LB IPAL Andum Roso



Keterangan:

a-b-c : Inlet

d-e-f : Outlet

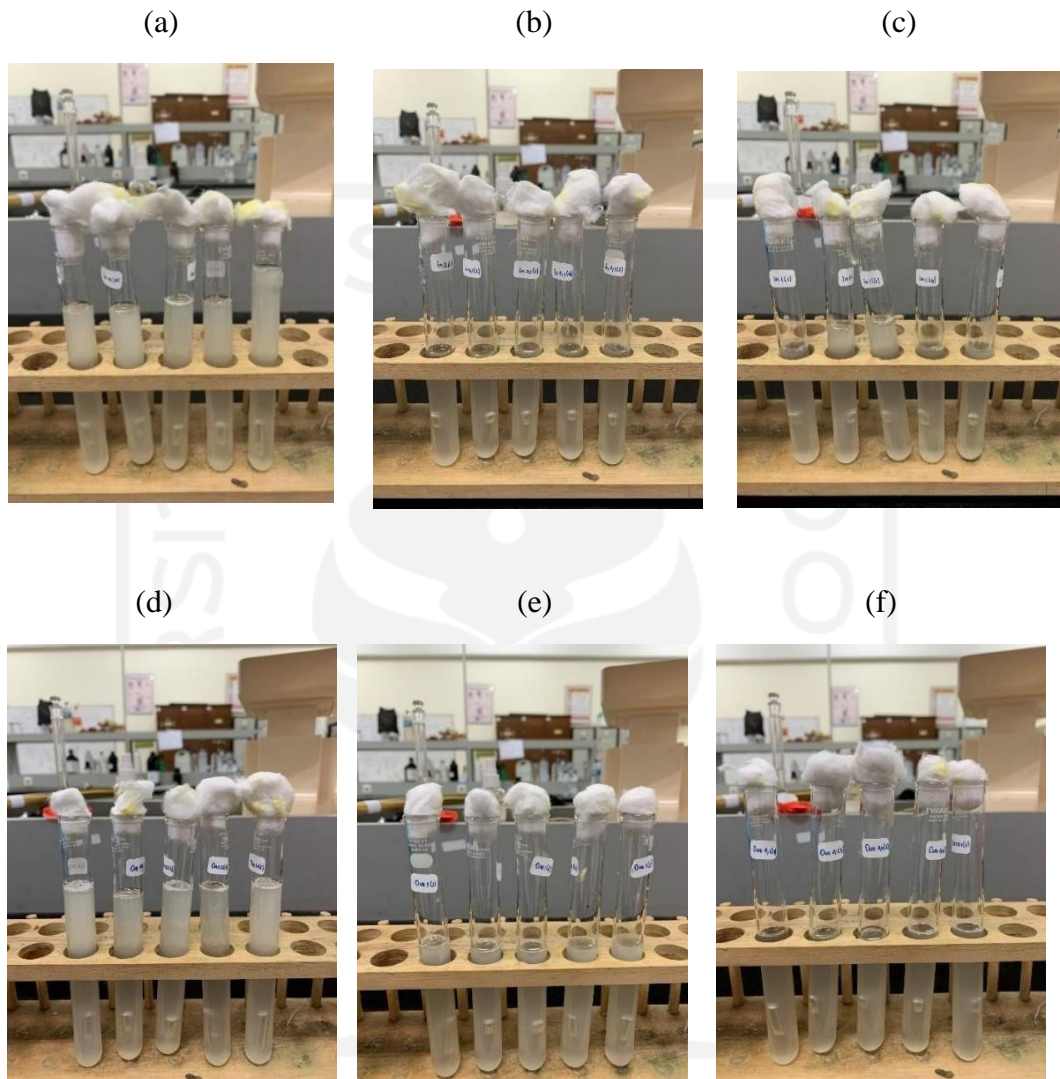
Tabel 5 Hasil Pengamatan Inlet IPAL Komunal Andum Roso (24 jam)

No.	Tabung Fermentasi	Gas dan Asam
1.	10 ml	(+)
2.	10 ml	(+)
3.	10 ml	(+)
4.	10 ml	(+)
5.	10 ml	(+)
6.	1 ml	(+)
7.	1 ml	(+)
8.	1 ml	(+)
9.	1 ml	(+)
10.	1 ml	(+)
11.	0,1 ml	(+)
12.	0,1 ml	(+)
13.	0,1 ml	(+)
14.	0,1 ml	(+)
15.	0,1 ml	(+)

Tabel 6 Hasil Pengamatan Outlet IPAL Komunal Andum Roso (24 jam)

No.	Tabung Fermentasi	Gas dan Asam
1.	10 ml	(+)
2.	10 ml	(+)
3.	10 ml	(+)
4.	10 ml	(+)
5.	10 ml	(+)
6.	1 ml	(+)
7.	1 ml	(+)
8.	1 ml	(+)
9.	1 ml	(+)
10.	1 ml	(+)
11.	0,1 ml	(+)
12.	0,1 ml	(+)
13.	0,1 ml	(+)
14.	0,1 ml	(+)
15.	0,1 ml	(+)

Gambar 3. Foto Pengujian *Escherichia coli* dengan media LB IPAL Sehat Sejahtera



Keterangan:

a-b-c : Inlet

d-e-f : Outlet

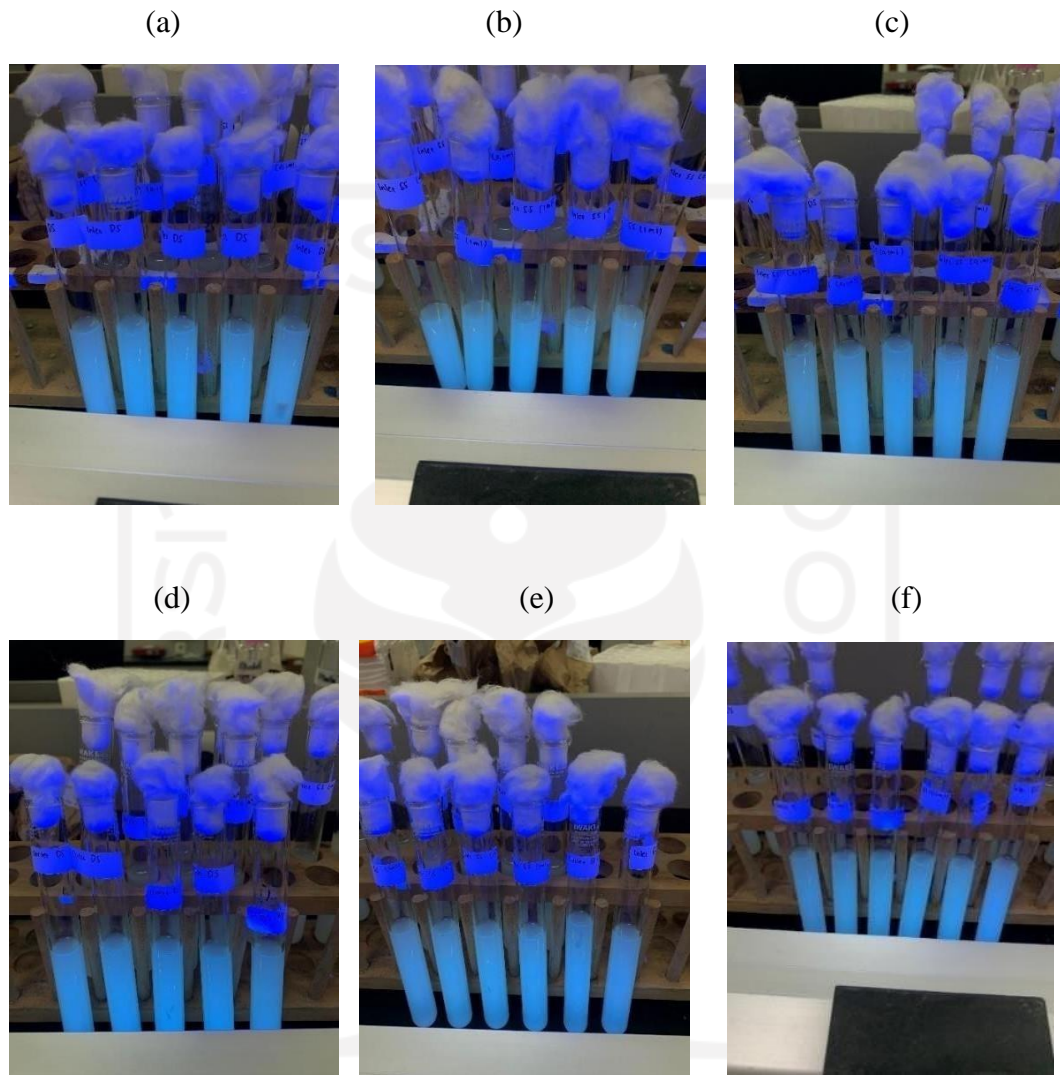
Tabel 7 Hasil Pengamatan Inlet IPAL Komunal Sehat Sejahtera (24 jam)

No.	Tabung Fermentasi	Gas dan Asam
1.	10 ml	(+)
2.	10 ml	(+)
3.	10 ml	(+)
4.	10 ml	(+)
5.	10 ml	(+)
6.	1 ml	(+)
7.	1 ml	(+)
8.	1 ml	(+)
9.	1 ml	(+)
10.	1 ml	(+)
11.	0,1 ml	(+)
12.	0,1 ml	(+)
13.	0,1 ml	(+)
14.	0,1 ml	(+)
15.	0,1 ml	(+)

Tabel 8 Hasil Pengamatan Outlet IPAL Komunal Sehat Sejahtera (24 jam)

No.	Tabung Fermentasi	Gas dan Asam
1.	10 ml	(+)
2.	10 ml	(+)
3.	10 ml	(+)
4.	10 ml	(+)
5.	10 ml	(+)
6.	1 ml	(+)
7.	1 ml	(+)
8.	1 ml	(+)
9.	1 ml	(+)
10.	1 ml	(+)
11.	0,1 ml	(+)
12.	0,1 ml	(+)
13.	0,1 ml	(+)
14.	0,1 ml	(+)
15.	0,1 ml	(+)

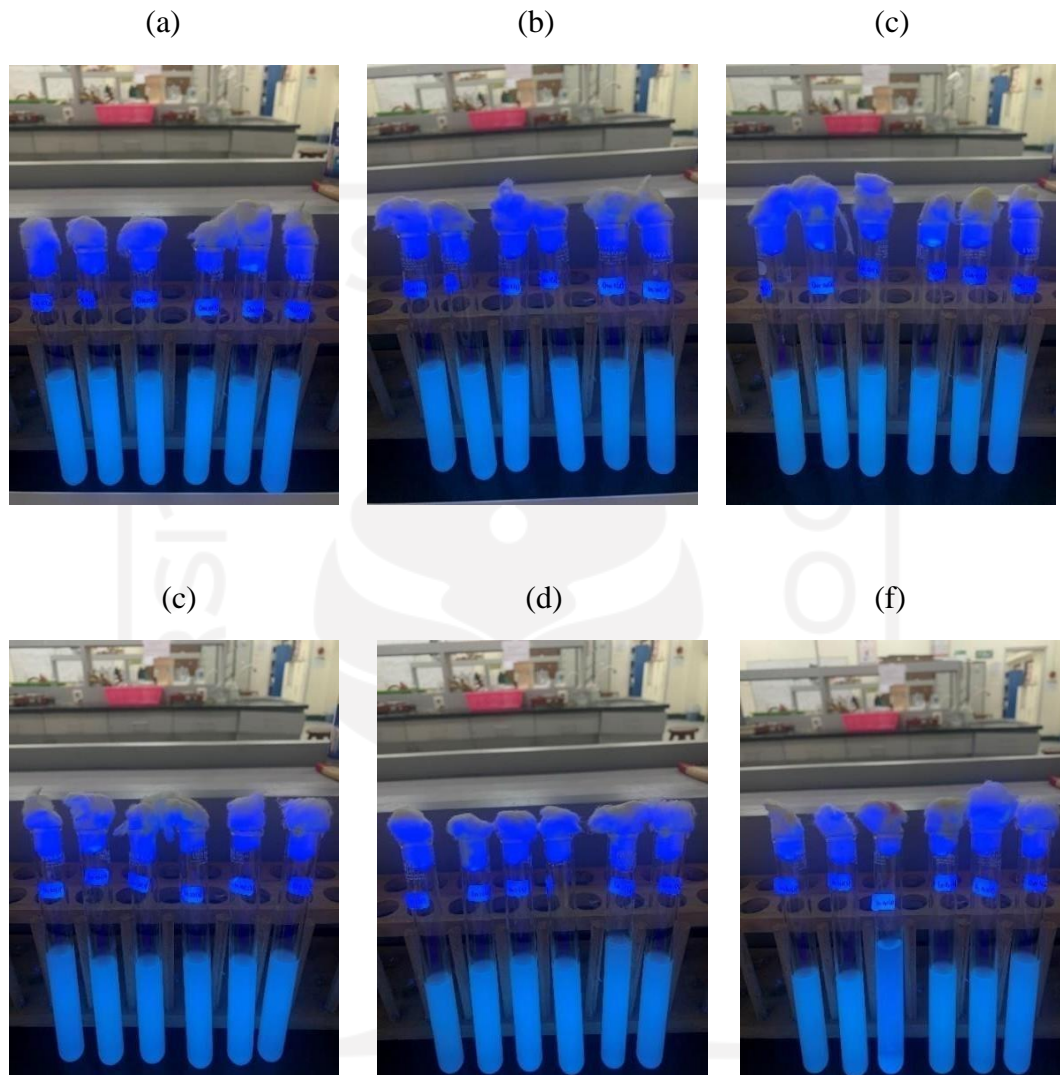
Gambar 4. Foto Pengujian *Escherichia coli* dengan media EC-MUG IPAL Nologaten Bersih



Keterangan:

- (a) = Inlet 10 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (b) = Inlet 1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (c) = Inlet 0,1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (d) = Outlet 10 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (e) = Outlet 1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (f) = Outlet 0,1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 1 tabung reaksi)

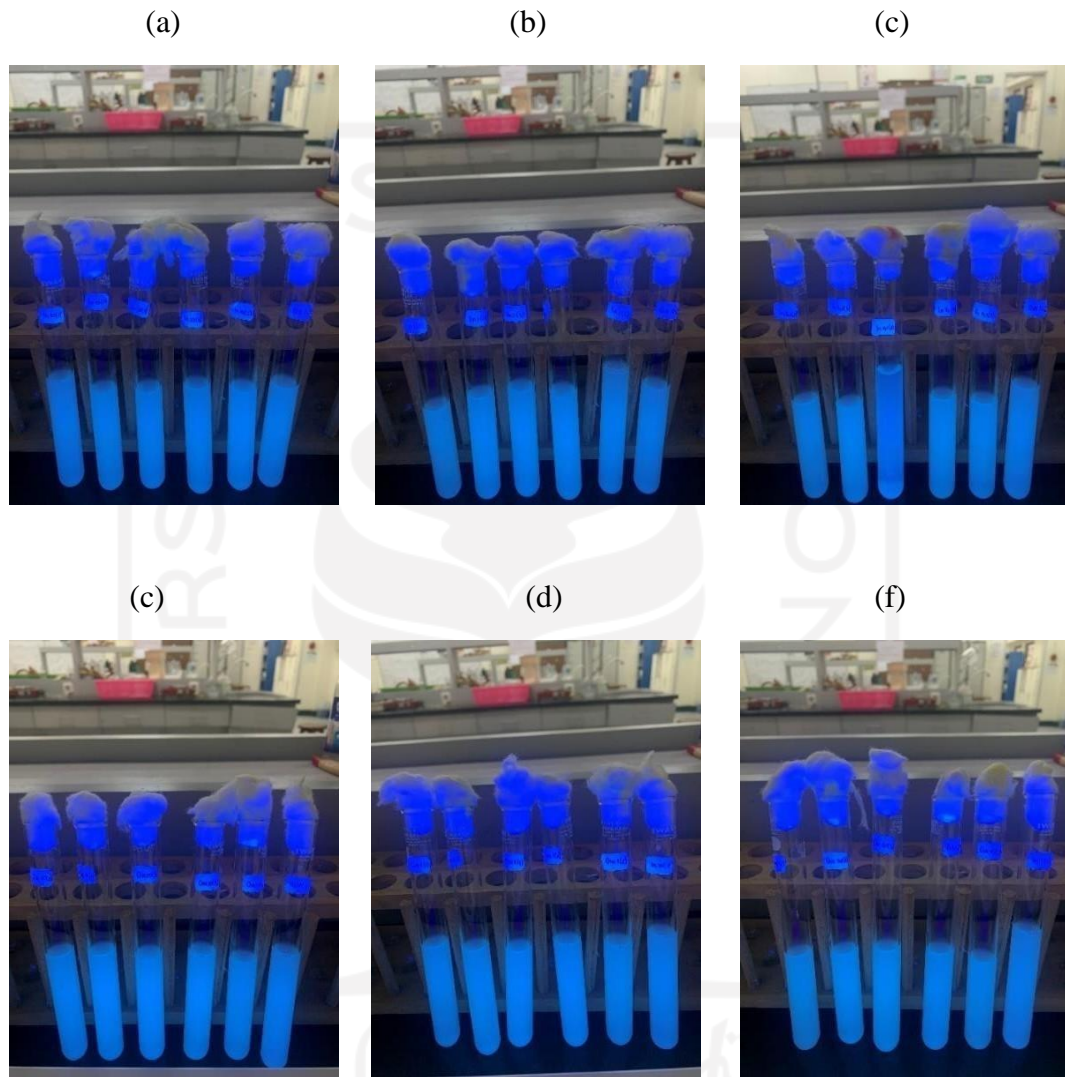
Gambar 5. Foto Pengujian *Escherichia coli* dengan media EC-MUG IPAL Andum Roso



Keterangan:

- (a) = Inlet 10 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (b) = Inlet 1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (c) = Inlet 0,1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (d) = Outlet 10 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (e) = Outlet 1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (f) = Outlet 0,1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 3 tabung reaksi)

Gambar 6. Foto Pengujian *Escherichia coli* dengan media EC-MUG IPAL Sehat Sejahtera

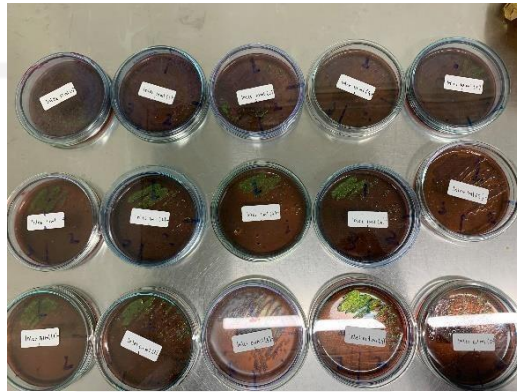


Keterangan:

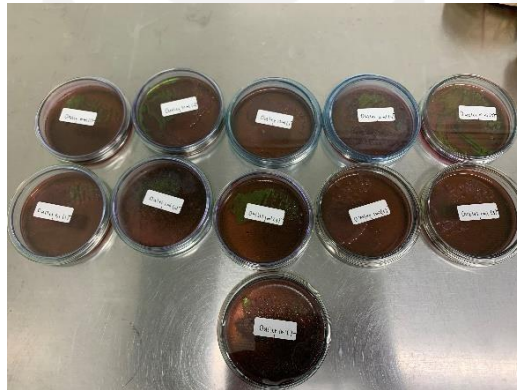
- (a) = Inlet 10 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (b) = Inlet 1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (c) = Inlet 0,1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 3 tabung reaksi)
- (d) = Outlet 10 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 5 tabung reaksi)
- (e) = Outlet 1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 3 tabung reaksi)
- (f) = Outlet 0,1 ml sampel (berwarna biru pendar terang di 3 tabung reaksi)

Gambar 7. Foto Pengujian *Escherichia coli* dengan media EMB IPAL Nologaten Bersih

(a)



(b)



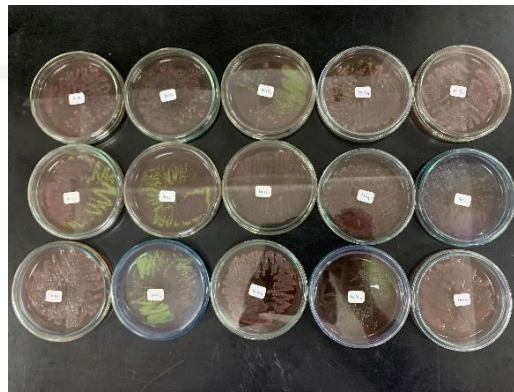
Keterangan:

(a) = Inlet

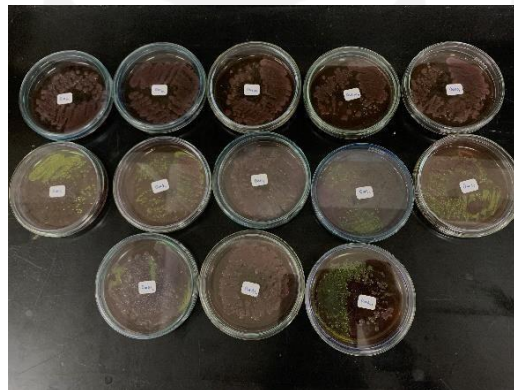
(b) = Outlet

Gambar 8. Foto Pengujian *Escherichia coli* dengan media EMB IPAL Andum Roso

(a)



(b)

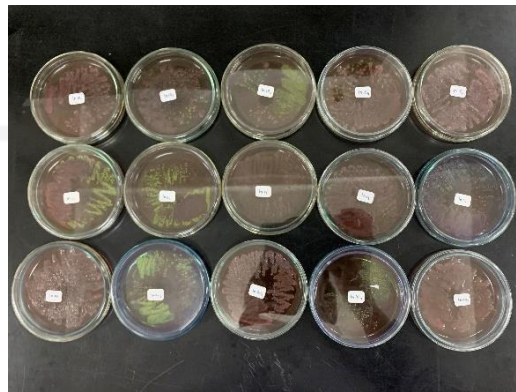


Keterangan:

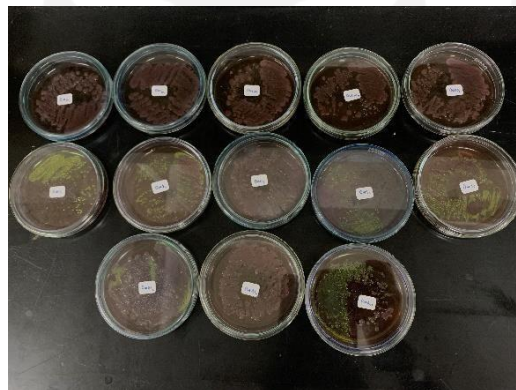
- (a) = Inlet
- (b) = Outlet

Gambar 9. Foto Pengujian *Escherichia coli* dengan media EMB IPAL Sehat Sejahtera

(a)



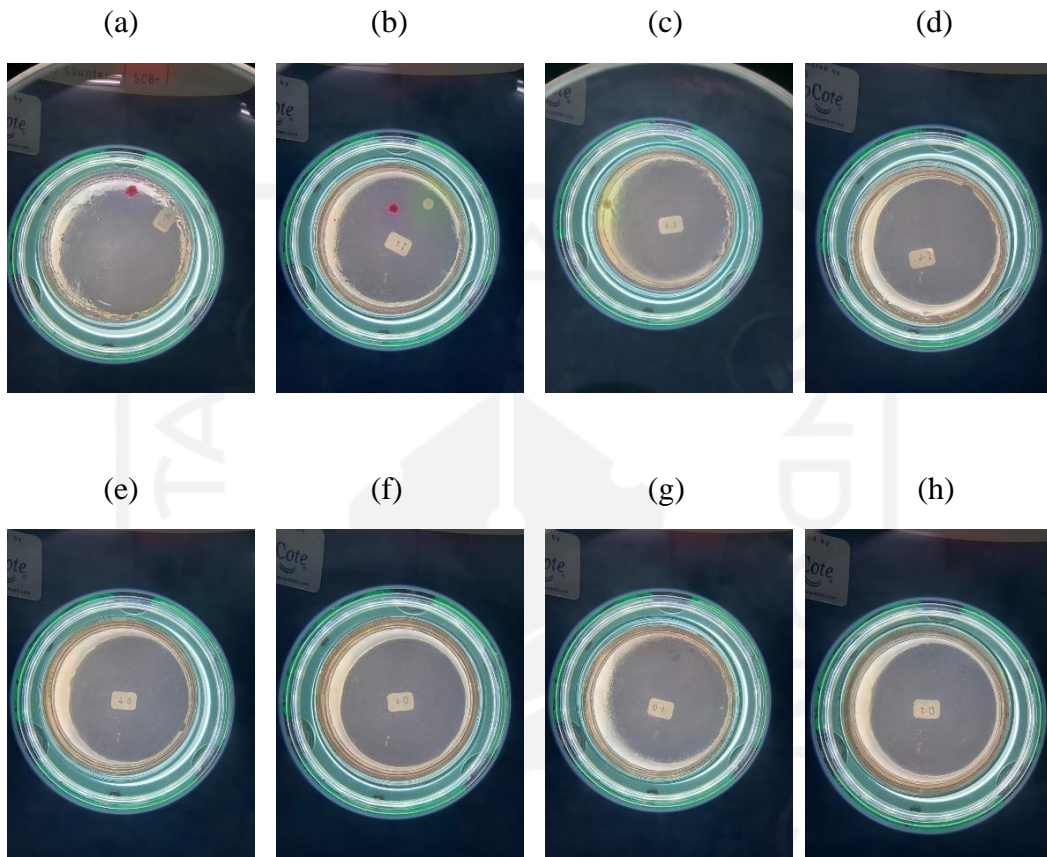
(b)



Keterangan:

- (a) = Inlet
- (b) = Outlet

Gambar 10. Foto Pengujian *Salmonella sp* dengan media SSA IPAL Nologaten Bersih

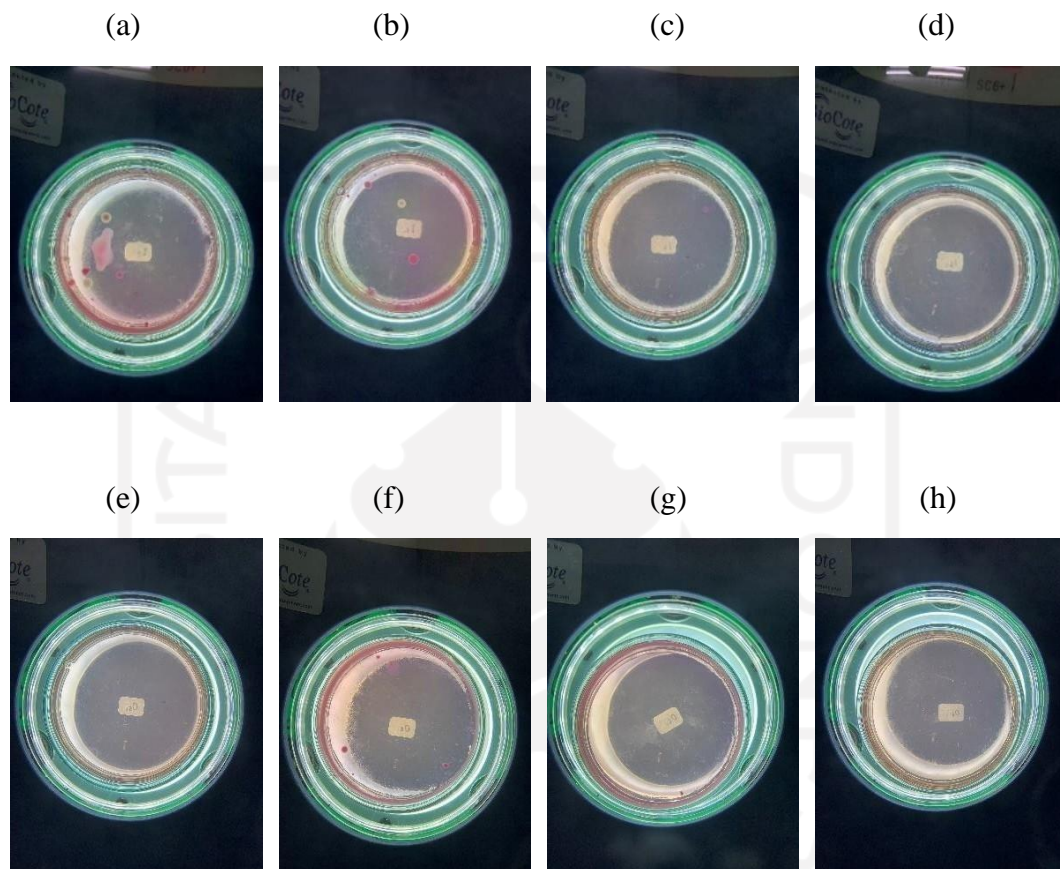


Keterangan:

(a)-(b)-(c)-(d) = Inlet

(e)-(f)-(g)-(h) = Outlet

Gambar 11. Foto Pengujian *Salmonella* sp dengan media SSA IPAL Andum Roso

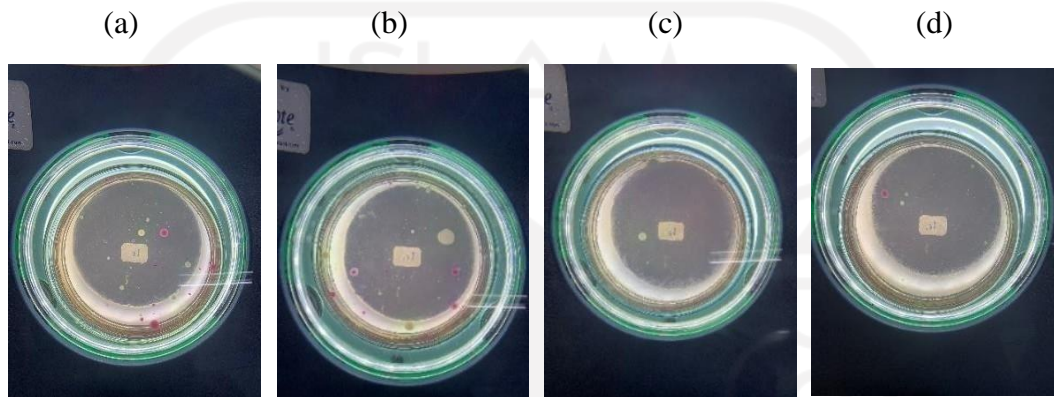


Keterangan:

(a)-(b)-(c)-(d) = Inlet

(e)-(f)-(g)-(h) = Outlet

Gambar 12. Foto Pengujian *Salmonella sp* dengan media SSA IPAL Sehat Sejahtera



Keterangan:

(a)-(b)-(c)-(d) = Inlet

(e)-(f)-(g)-(h) = Outlet



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Salsabila Alodia Fatika yang lahir di Barito Kuala, 13 September 2000. Penulis memiliki adik perempuan dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis lahir dari pasangan Arif Widodo yang berprofesi sebagai pegawai negeri sipil (PNS) dan Suharti yang berprofesi sebagai ibu rumah tangga. Penulis mengawali pendidikannya di TK Bhayangkari selama 2 tahun (2004-2006), kemudian melanjutkan pendidikannya ke jenjang sekolah dasar selama 6 tahun (2006-2012), pada jenjang sekolah menengah pertama di SMPN 3 Marabahan selama 3 tahun (2012-2015), selanjutnya pada tingkat akhir penulis melanjutkan pendidikannya di SMAN 1 Marabahan selama 3 tahun (2015-2018). Kemudian pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikannya di Universitas Islam Indonesia, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan jurusan Teknik Lingkungan.