

TA/TL/2022/1474

**TUGAS AKHIR**  
**KERAGAMAN BAKTERI YANG BERPOTENSI DALAM**  
**MENDEGRADASI MIKROPLASTIK DI TPA PIYUNGAN,**  
**BANTUL, DIY**

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



**ARDIANI SEVIANA PUTRI**  
**18513136**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2022**

**TUGAS AKHIR**  
**KERAGAMAN BAKTERI YANG BERPOTENSI DALAM**  
**MENDEGRADASI MIKROPLASTIK DI TPA PIYUNGAN,**  
**BANTUL, DIY**

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



**ARDIANI SEVIANA PUTRI**  
**18513136**

Disetujui,

Dosen Pembimbing 1

**Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng.**

**NIP 195130101**

Tanggal : 24 Agustus 2022

Dosen Pembimbing 2

**Annisa Nur Latifah, S.Si.,**  
**M.Biotech., Ph.D.**

**NIP 155130505**

Tanggal : 24 Agustus 2022

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

**Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D**  
**NIK 025100406**  
Tanggal : 25 Agustus 2022

**HALAMAN PENGESAHAN**

**KERAGAMAN BAKTERI YANG BERPOTENSI DALAM  
MENDEGRADASI MIKROPLASTIK DI TPA PIYUNGAN  
BANTUL, DIY**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

**Hari : Rabu  
Tanggal : 24 Agustus 2022**

**Disusun Oleh:**

**ARDIANI SEVIANA PUTRI  
18513136**

**Tim Penguji :**

**Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng.**

(  )

**Annisa Nur Latifah, S.Si., M.Biotech., Ph.D.**

(  )

**Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D**

(  )

## 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, 24 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



**Ardiani Seviana Putri**

NIM: 18513136

## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis memiliki kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Keragaman Bakteri yang Berpotensi dalam Mendegradasi Mikroplastik di TPA Piyungan, Bantul, DIY” dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dengan maksud dan tujuan agar pembaca dapat menerima pengetahuan atau wawasan mengenai agen bioremediasi berupa bakteri yang diperoleh dari TPA Piyungan Bantul DIY. Selain sebagai penambah wawasan, tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan dalam Program Pendidikan Srata-I Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Kesempatan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini karena adanya dukungan dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT;
2. Bapak Dwi Sevi Tikim Santoso dan Ibu Ana Supriani selaku orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Ibu Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng. yang selalu memberikan semangat serta kritik saran, bimbingan, maupun penilaian terhadap penulis sejak penyusunan proposal hingga selesainya Tugas Akhir ini;
4. Ibu Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu sabar dalam membimbing, memberikan semangat, pemahaman, kritik dan saran kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini;
5. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan arahan kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini;
6. Para dosen dan pengajar serta laboran yang selama ini telah memberikan ilmu maupun fasilitas yang sangat bermanfaat untuk penulis selama proses menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia;

7. Teman-teman terbaik penulis yaitu Adham, Fira, Neysa, Zizah, Dina, Ghina, Egi yang senantiasa menemani, menghibur, mendukung, dan membantu penulis dengan maksimal selama masa SMA maupun perkuliahan;
8. Teman-teman satu topik Tugas Akhir yaitu Afifah, Zizah, dan Safina, Fira, Andine, Salsa, dan Dea yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini;
9. Teman-teman jurusan Teknik Lingkungan Angkatan 2018 khususnya kelas C yang telah memberikan banyak bantuan selama masa perkuliahan;
10. Teman-teman selama masa perkuliahan yaitu Sage, Adit, Zaim, Wisnu, Fira, Neysa dan Zizah yang selalu menghibur dan mengajak jalan-jalan penulis pada masa berat selama perkuliahan;
11. Pihak-pihak lain yang telah membantu penulis selama perkuliahan di Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Akan tetapi, terlepas dari hal itu penulis berharap bahwa Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk pembaca. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis butuhkan agar Tugas Akhir ini menjadi lebih baik.

Akhir kata penulis meminta maaf sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang tersakiti oleh penulis akibat ucapan maupun perbuatan penulis yang kurang berkenan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Yogyakarta, 24 Agustus 2022

*Ardiani Seviana Putri*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية  
الاندونيسية

## ABSTRAK

ARDIANI SEVIANA PUTRI. Keragaman Bakteri yang Berpotensi dalam Mendegradasi Mikroplastik di TPA Piyungan, Bantul, DIY. Dibimbing oleh ADELIA ANJU ASMARA, S.T., M.Eng dan ANNISA NUR LATHIFAH, S.Si., M.Biotech., Ph.D.

Penelitian mengenai identifikasi keragaman bakteri yang memiliki potensi dalam mendegradasi mikroplastik di TPA Piyungan, Bantul, DIY belum banyak dilakukan, sedangkan semakin hari penumpukan sampah plastik semakin besar sehingga daya tampung *landfill* semakin berkurang. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian ini guna memberikan informasi mengenai identifikasi dan efektivitas bakteri dalam mendegradasi plastik. Pengujian bakteri dilakukan dengan mengambil sampel tanah dari *landfill*, kemudian ditumbuhkan pada media *Dilute Nutrient Broth* (DNB) secara *Direct Plating* serta pemurnian bakteri menggunakan media *Nutrient Agar* (NA). Bakteri diidentifikasi berdasarkan morfologi koloni dan sel dengan melihat kemiripan morfologi pada setiap koloni bakteri dan mikroskop dengan perbesaran 40x10. Pada penelitian ini diperoleh bakteri dominan sebanyak 6 isolat dominan dari seluruh titik *sampling* yaitu isolat A, B, E, F, H, dan J. Uji degradasi plastik dilakukan menggunakan sampel plastik yang diperoleh bersamaan saat *sampling* tanah. Jenis plastik yang digunakan pada penelitian ini merupakan *Polypropylene* (PP), dan media yang digunakan yaitu media NA. Uji degradasi plastik tersebut dilakukan secara duplo pada setiap isolat dominan yang kemudian diinkubasi selama  $\pm 14$  hari. Indikator penentuan potensi degradasi plastik pada penelitian ini yaitu adanya pembentukan zona jernih/*clear zone*. Untuk memperjelas adanya *clear zone* yang terbentuk pada area plastik, sampel ditetesi oleh reagen *Congo Red* pH 6.7 dan dilanjutkan inkubasi hingga hari ke-30. Hasil pengujian menunjukkan bahwa isolat F yang mempunyai karakteristik sama dengan bakteri dalam genus *Micrococcus* memiliki potensi terbesar untuk mendegradasi plastik yang ditandai dengan pembentukan *clear zone* terbesar yaitu  $\pm 1,23$  mm.

Kata kunci: Biodegradasi plastik, Bioremediasi, Mikroplastik, TPA Piyungan

## **ABSTRACT**

ARDIANI SEVIANA PUTRI. *Potential Bacterial Diversity in Degrading Microplastic at Landfill Piyungan, Bantul, DIY. Supervised by ADELIA ANJU ASMARA, S.T., M.Eng and ANNISA NUR LATHIFAH, S.Si., M.Biotech., Ph.D.*

*Research on the identification of bacterial diversity that has the potential to degrade microplastics in Piyungan Landfill, Bantul, DIY has not been done much, while the accumulation of plastic waste is getting bigger day by day so that the capacity of landfills is decreasing. Therefore, this study was conducted to provide information on the identification and effectiveness of bacteria in degrading plastic. Bacterial testing was carried out by taking soil samples from landfills, then growing them on Dilute Nutrient Broth (DNB) media by Direct Plating and purification of bacteria using Nutrient Agar (NA) media. Bacteria were identified based on colony and cell morphology by looking at the morphological similarities in each bacterial colony and using a microscope with a magnification of 40x10. In this study, 6 dominant isolates were obtained from all sampling points, namely isolates A, B, E, F, H, and J. Plastic degradation tests were carried out using plastic samples obtained at the same time as soil sampling. The type of plastic used in this study is Polypropylene (PP), and the media used is NA media. The plastic degradation test was carried out in duplicate on each dominant isolate which was then incubated for  $\pm 14$  days. The indicator for determining the potential for plastic degradation in this study is the formation of a clear zone. To clarify the clear zone formed in the plastic area, the sample was dripped with Congo Red pH 6.7 reagent and continued incubation until the 30th day. The test results showed that isolate F which had the same characteristics as bacteria in the genus *Micrococcus* had the greatest potential to degrade plastics, which was indicated by the formation of the largest clear zone, which was  $\pm 1.23$  mm.*

*Keywords: Biodegradation of plastics, Bioremediation, Microplastics, Piyungan landfill*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN .....	iv
PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup .....	3
BAB II .....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 TPA Piyungan Bantul DIY .....	5
2.2 Limbah Plastik .....	6
2.3 Dampak Mikroplastik .....	6
2.4 Bioremediasi Mikroplastik .....	7
2.5 Bakteri Pendegradasi Mikroplastik.....	7
2.6 Penelitian Sebelumnya.....	12
BAB III.....	15
METODE PENELITIAN .....	15
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	15
3.2 Jenis dan Variabel Penelitian .....	16
3.3 Tahapan Penelitian.....	16
3.4 Alat dan Bahan.....	18
3.5 Persiapan Sampel Tanah .....	18
3.6 Pembuatan Media .....	19
3.7 Isolasi dan Seleksi Bakteri.....	21

3.8	Identifikasi Morfologi Koloni Bakteri .....	24
3.9	Identifikasi Morfologi Sel Bakteri (Pewarnaan Gram).....	24
3.10	Uji Degradasi Mikroplastik dengan Bakteri Dominan .....	26
3.11	Analisis Data.....	27
3.11.1	Perhitungan Densitas Koloni Bakteri .....	27
3.11.2	Pengukuran <i>Clear Zone</i> .....	27
BAB IV	.....	29
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	29
4.1	Identifikasi Bakteri pada Sampel Tanah <i>Landfill</i> .....	29
4.1.1	Identifikasi Jumlah Koloni Bakteri .....	30
4.1.2	Identifikasi Morfologi Koloni Bakteri .....	33
4.1.3	Identifikasi Morfologi Sel Bakteri .....	39
4.1.4	Bakteri Dominan .....	44
4.2	Uji Biodegradasi Mikroplastik.....	45
4.3	Rekomendasi Metode Bioremediasi .....	50
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	.....	53
5.1	Simpulan .....	53
5.2	Saran .....	53
DAFTAR PUSTAKA	.....	55
LAMPIRAN A	.....	63
LAMPIRAN B	.....	64
LAMPIRAN C	.....	72
LAMPIRAN D	.....	2
LAMPIRAN E	.....	4
RIWAYAT HIDUP	.....	10



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ilustrasi bentuk koloni bakteri .....	9
Tabel 2. 2 Ilustrasi margin koloni bakteri .....	10
Tabel 2. 3 Ilustrasi elevasi koloni bakteri .....	11
Tabel 2. 4 Tinjauan Hasil Peneliti Sebelumnya.....	12
Tabel 3. 1 Koordinat Titik Sampling .....	16
Tabel 4. 1 Hasil Identifikasi Morfologi Koloni Bakteri.....	33
Tabel 4. 2 Morfologi Koloni Bakteri Dominan Titik <i>Sampling</i> A, B, dan C .....	39
Tabel 4. 3 Morfologi Sel Bakteri .....	40
Tabel 4. 4 Morfologi Koloni dan Sel Bakteri Dominan .....	44
Tabel 4. 5 <i>Clear Zone</i> yang Terbentuk pada Area Plastik.....	45





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lokasi TPA Piyungan, Bantul, DIY .....	5
Gambar 3. 1 Titik <i>Sampling</i> .....	15
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian .....	17
Gambar 3. 3 Bagan Alir Proses <i>Sampling</i> Tanah .....	18
Gambar 3. 4 Pembuatan Media DNB Padat .....	20
Gambar 3. 5 Proses Isolasi Bakteri .....	22
Gambar 3. 6 Bagan Alir Perhitungan Koloni dan Seleksi Bakteri.....	23
Gambar 3. 7 Identifikasi Morfologi Koloni Bakteri .....	24
Gambar 3. 8 Bagan Alir Pewarnaan Gram dan Identifikasi Gram Bakteri .....	25
Gambar 3. 9 Bagan Alir Uji Degradasi Mikroplastik dengan Bakteri.....	26
Gambar 4. 1 Kondisi <i>Landfill</i> TPA Piyungan Bantul DIY .....	29
Gambar 4. 2 Lokasi Titik <i>Sampling</i> A, B, dan C.....	30
Gambar 4. 3 Total Koloni Bakteri dari Media Pertumbuhan DNB+Bacto agar.....	31
Gambar 4. 4 Sampel tanah dari <i>Landfill</i> TPA Piyungan Bantul, DIY .....	32
Gambar 4. 5 Persentase Jumlah Koloni Bakteri Berdasarkan Morfologi dari Titik <i>Sampling</i> A .....	34
Gambar 4. 6 Koloni Bakteri Dominan pada Titik <i>Sampling</i> A dengan media NA (umur 3 hari) .....	35
Gambar 4. 7 Persentase Jumlah Koloni Bakteri Berdasarkan Morfologi dari Titik <i>Sampling</i> B .....	35
Gambar 4. 8 Koloni Bakteri Dominan pada Titik <i>Sampling</i> B dengan Media NA (umur 3 hari) .....	36
Gambar 4. 9 Persentase Jumlah Koloni Bakteri Berdasarkan Morfologi dari Titik <i>Sampling</i> C .....	37
Gambar 4. 10 Koloni Bakteri Dominan pada Titik <i>Sampling</i> C dengan Media NA (umur 3 hari) .....	38
Gambar 4. 11 <i>Clear Zone</i> yang Terbentuk pada Plastik dengan Media NA .....	48
Gambar 4. 12 Proses Degradasi Plastik secara Umum .....	50



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran C 1. Hasil Pehitungan Koloni Bakteri dari Titik A .....	72
Lampiran C 2. Hasil Pehitungan Koloni Bakteri dari Titik B .....	73
Lampiran C 3. Hasil Pehitungan Koloni Bakteri dari Titik C .....	74
Lampiran C 4. Hasil Perhitungan Total Koloni Bakteri .....	75
Lampiran C 5. Total Koloni Bakteri Berdasarkan Jenis Morfologi.....	76
Lampiran C 6. Perbandingan Persentase Total Koloni Bakteri Berdasarkan Jenis Morfologi..	1
Lampiran D 1. Hasil Pengukuran <i>Clear Zone</i> .....	2



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Masalah global yang sering dikenali oleh masyarakat yaitu polusi plastik. Pada Tahun 2016, produksi plastik mencapai 322 juta ton pembuatan serat plastik. Selain itu, pembuatan serat tekstil pada tahun 2016 juga mencapai 90 juta ton, dimana lebih dari 60% produksi tersebut adalah serat plastik (Pico *et al.*, 2019). Menurut Jambeck *et al.*, (2015) dalam jurnal Widianarko & Hantoro (2018) menyatakan bahwa penyumbang polutan plastik ke laut terbesar di dunia setelah China dengan jumlah 0,48-1,29 juta metrik ton/tahun yaitu Indonesia.

Plastik memiliki banyak jenis, bentuk, dan ukuran, salah satunya adalah mikroplastik. Mikroplastik merupakan jenis sampah plastik yang memiliki ukuran lebih kecil dari 5 mm (Azizah *et al.*, 2020). Menurut Sari (2017), mikroplastik memiliki sifat persisten dan mengandung bahan kimia yang bersifat toksik atau karsinogenik yang dapat berpotensi meresap ke dalam tanah melalui lindi dan masuk ke dalam rantai makanan yang nantinya akan berdampak pada kesehatan manusia dan lingkungan.

Salah satu solusi untuk mengatasi pencemaran mikroplastik yaitu metode bioremediasi menggunakan mikroorganisme yang dapat mendegradasi mikroplastik. Bioremediasi merupakan cara untuk membersihkan polutan yang tidak sulit dilakukan dan memiliki biaya yang rendah. Mikroorganisme biodegradasi dapat diperoleh dari suatu wilayah yang telah tercemar oleh plastik (Megga, 2020).

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan oleh Vianti *et al.*, (2020) sebelumnya, penelitian dilakukan menggunakan metode purifikasi dan uji degradasi sehingga diperoleh jenis bakteri pendegradasi mikroplastik yang dibedakan menjadi beberapa stasiun dan kemampuannya dalam mendegradasi mikroplastik. Bakteri-bakteri tersebut diantaranya yaitu *Micrococcus rubidaea* memiliki kemampuan degradasi tertinggi sebesar 98%, *Pseudomonas putida* memiliki kemampuan degradasi sebesar 97%-98%, *Micrococcus marcescens* memiliki kemampuan degradasi sebesar 96%, *Vibrio fluvialis* yang memiliki kemampuan degradasi terendah sebesar 94%. Selain itu, adapun penelitian dari Anthony dkk., (2004) dalam jurnal (Fachrul & Rinanti, 2018) yang meneliti degradasi Polivinil klorida (PVC) oleh bakteri *Pseudomonas putida*. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sari *et al.*, (2020) yaitu isolasi bakteri dari tanah TPA

untuk mengidentifikasi uji degradasi plastik berjenis oxium dan LDPE selama 30 hari menunjukkan bahwa bakteri *Pseudomonas aeruginosa* mampu mendegradasi oxium sebesar 2,43% selama 10 hari, 5,17% selama 20 hari, 9,86% selama 30 hari. Sedangkan LDPE terdegradasi sebesar 1,13% selama 10 hari, 2% selama 20 hari, dan 1,71% selama 30 hari.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, bakteri yang diambil dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dapat mendegradasi plastik. Sehingga penelitian ini juga mengambil bakteri dari TPA Piyungan, Bantul, Yogyakarta. Menurut Dinas Pekerjaan Umum dan Energi Sumber Daya Mineral Daerah Istimewa Yogyakarta, TPA Piyungan merupakan tempat bersama untuk pembuangan sampah masyarakat. TPA Piyungan memiliki luas 12,5 Ha dengan kapasitas 2,7 m<sup>3</sup> sampah. Pada tahun 2018, sampah di TPA Piyungan mencapai 500.000 ton atau 549,74 ton/hari. Sampah plastik di TPA Piyungan yang tertumpuk sejak lama akan terpecah menjadi mikroplastik dan dapat mengontaminasi sumber air dan lingkungan sekitarnya. Selain itu, adanya pengembalaan sapi di TPA Piyungan, sapi disana sering kali memakan plastik. Hal tersebut sangat berbahaya bagi kesehatan hewan dan masyarakat sekitar (Rahayu, 2019).

Berdasarkan permasalahan yang terjadi, penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi bakteri dari TPA Piyungan yang memiliki potensi untuk mendegradasi mikroplastik. Belum banyak informasi mengenai penelitian sejenis sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi studi awal dalam mengatasi masalah pencemaran plastik.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Rumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana keragaman jenis bakteri yang berpotensi dalam mendegradasi mikroplastik dari TPA Piyungan, Bantul, DIY?
2. Bagaimana kemampuan bakteri yang telah diisolasi dari TPA Piyungan, Bantul, DIY dalam mendegradasi mikroplastik?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mempelajari keragaman bakteri yang berpotensi dalam mendegradasi mikroplastik dari TPA Piyungan, Bantul, DIY.

2. Mempelajari kemampuan bakteri yang telah diisolasi dari TPA Piyungan, Bantul, DIY dalam mendegradasi mikroplastik.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi dan wawasan mengenai bakteri yang berpotensi dalam mendegradasi mikroplastik.
2. Sebagai wadah untuk pengembangan ilmu di bidang bioremediasi mikroplastik.

#### **1.5 Ruang Lingkup**

Pelaksanaan penelitian ini difokuskan pada :

1. Penelitian dan pengamatan dilaksanakan dalam skala laboratorium
2. Pengambilan sampel tanah dilakukan di TPA Piyungan, Bantul, DIY.
3. Pengisolasian bakteri menggunakan media *Nutrient Broth* (NB) dan *Nutrient Agar* (NA) dan dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Jenis plastik yang digunakan dalam pengujian degradasi yaitu *Polypropylene* (PP)



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 TPA Piyungan Bantul DIY

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan suatu tempat yang luas untuk pembuangan akhir sampah-sampah yang biasanya telah diproses dari TPS (Tempat Penampungan Sementara). TPA Piyungan terletak di Dusun Ngablak, Desa Sitimulyo, Kabupaten Bantul, Provinsi DI Yogyakarta. TPA Piyungan menerima sampah dari dalam maupun dari luar DI Yogyakarta, sehingga kapasitas penampungan sampah hampir mencapai batas maksimum (Munandar & Mulasari, 2019).

TPA Piyungan memiliki luas sebesar 12,5 Ha dengan kapasitas 2,7 juta m<sup>3</sup>. Sampah plastik yang berada di TPA Piyungan sebesar 11,19 % dari total seluruh jenis sampah. TPA Piyungan sudah hampir mencapai masa waktu habis pakai karena sampah meningkat dengan pesat dari waktu ke waktu. Hal tersebut menyebabkan adanya dampak buruk bagi lingkungan sekitar, sehingga diperlukan solusi yang tepat untuk mengatasi hal tersebut (Putra *et al.*, 2019). Berikut merupakan dokumentasi kondisi dari salah satu lokasi TPA Piyungan, Bantul, DIY yang terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Kondisi TPA Piyungan, Bantul, DIY

## 2.2 Limbah Plastik

Menurut Singh (2016) dalam jurnal Anggiani (2020), setiap tahunnya terdapat kurang lebih 300 metrik ton plastik di seluruh dunia yang terproduksi. Sebesar 50% diantaranya merupakan produk plastik yang sekali pakai. Produksi plastik mengalami peningkatan karena biaya produksi yang murah, serbaguna, dan dapat digunakan dalam waktu yang lama.

Menurut Purwaningrum (2016), plastik adalah senyawa organik yang memiliki komposisi berupa polimer maupun zat-zat aditif. Plastik merupakan polimer sintetik yang terdiri dari karbon, hidrogen, dan oksigen. Plastik memiliki sifat yaitu teksturnya ringan, fleksibel, kedap air, lentur, serta mudah diproduksi (Barnes *et al.*, 2009). Menurut jenis polimernya, plastik terbagi beberapa jenis yaitu *Polyethylene terephthalate* (PET), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyvinyl chloride* (PVC), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS), dan lainnya seperti *Polycarbonate* (PC) (Asmi, 2020). Plastik yang paling sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari yaitu *Polyethylene* (PE). PE bersifat kuat serta ringan apabila dibandingkan dengan karakteristik plastik lain (Wati, 2020).

Plastik dapat mengalami degradasi akibat fragmentasi karena terjadi proses abiotik dari radiasi ultraviolet (UV) serta suhu yang tinggi menjadi mikroplastik yang berukuran < 5 mm (Widyati, 2017). Mikroplastik dapat ditemukan di permukaan air, pasir pantai, sedimen, dan laut dalam (Faure *et al.*, 2015). Menurut Zhang *et al.*, (2017) mikroplastik diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer merupakan sebuah hasil dari produksi plastik yang diproduksi dengan bentuk mikro, contohnya adalah *microbeads* yang biasanya terdapat dalam produk perawatan kulit. Sedangkan mikroplastik sekunder adalah hasil perpecahan dari bagian atau fragmentasi yang berasal dari jenis plastik dengan ukuran lebih besar.

## 2.3 Dampak Mikroplastik

Mikroplastik merupakan plastik yang terdegradasi dalam waktu yang lama sehingga mikroplastik tentunya sudah menyebar ke dalam lingkungan, baik di daratan maupun di perairan. Plastik berasal dari bahan hidrofobik sehingga bersifat toksik bagi lingkungan karena logam berat seperti Cd, Cr, Co, Ni, dan Pb dapat menempel pada plastik. Menurut penelitian, mikroplastik yang masuk menuju perairan akan mengendap di sedimen. Mikroplastik yang mengendap di sedimen secara terus menerus dapat

menyebabkan akumulasi mikroorganisme ke dalam sedimen yang lebih dalam (Wright *et al.*, 2013). Mikroplastik memiliki potensi untuk masuk ke dalam tanah dan mencemari akuifer melalui air lindi yang mengalir dari tumpukan sampah (Utami & Liani, 2021).

Mikroplastik memiliki dampak buruk karena mengandung senyawa karsinogenik sehingga dapat menyebabkan gangguan saluran kelenjar endokrin pada manusia maupun biota laut. Selain itu, mikroplastik dapat menyebabkan kerusakan pada fisik atau kimia dalam organ internal serta merusak sistem saluran pencernaan (Azizah *et al.*, 2020). Browne (2008) menyebutkan bahwa mikroplastik memiliki dampak bahaya apabila masuk ke dalam tubuh manusia dan merusak kelangsungan proses metabolisme tubuh. Selain itu, mikroplastik juga berbahaya bagi ekosistem pesisir seperti hutan mangrove, padang lamun dan juga terumbu karang.

#### **2.4 Bioremediasi Mikroplastik**

Jumlah mikroplastik di lingkungan dapat dikurangi menggunakan metode bioremediasi. Bioremediasi merupakan suatu metode pemecahan senyawa polutan dengan mereduksi sampah organik maupun anorganik secara biologi yang bersifat ramah lingkungan (Afianti, 2018). Das dan Dash (2014) mengemukakan bahwa biodegradasi yaitu senyawa kimia yang diperoleh dari mikroorganisme seperti bakteri. Pada proses biodegradasi, bakteri bertugas untuk memotong rantai polimer menjadi monomer dan kemudian diperoleh senyawa yang lebih sederhana (Fachrul & Rinanti, 2018).

Perolehan dari proses degradasi dapat mengakibatkan adanya perubahan sifat polimer dengan menjadi perpotongan ikatan polimer, perubahan atau terbentuknya suatu ikatan kimia yang baru. Degradasi polimer dapat terjadi saat kondisi aerob maupun anaerob. Pada kondisi aerob, hasil degradasi dari proses adalah CO<sub>2</sub> dan air. Sedangkan proses degradasi anaerob menghasilkan CO<sub>2</sub>, air, metana, dan H<sub>2</sub>S (Premraj & Doble, 2007). Proses degradasi dengan teknik bioremediasi memiliki ketergantungan pada potensi degradasi dan transformasi mikroorganisme. Bioremediasi dapat menghilangkan suatu polutan dari lingkungan yang menggunakan sekelompok mikroba *indigenous* yang tersedia di alam (Fachrul & Rinanti, 2018).

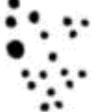
#### **2.5 Bakteri Pendegradasi Mikroplastik**

Bakteri merupakan mikroorganisme yang terdapat pada lingkungan sekitar termasuk di air, udara, tanah, maupun permukaan benda lainnya. Bakteri adalah

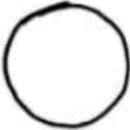
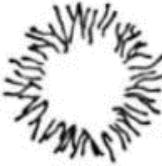
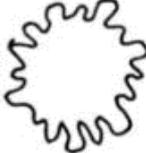
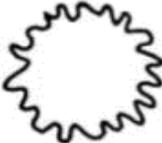
sekelompok mikroorganisme yang berada di tanah yang paling mendominasi serta sebagian besar biomassa mikroba berada di dalam tanah. Karakterisasi bakteri dapat dilihat berdasarkan bentuk, elevasi, tepian, dan warna. Cappucino & Sherman (1987) dalam jurnal Sabdaningsih *et al.*, (2013) menyatakan bahwa secara umum bakteri memiliki bentuk *circular* (bulat), *rhizoid* (berakar), *filamentous* (filamen), dan *irregular* (tak beraturan), *spindle*. Bakteri memiliki elevasi berbentuk *flat* (datar), *convex*, *pulvinate*, *raised*, *umbonate*. Margin atau tepian berbentuk *entire* (rata), *undulate*, *lobate*, *erose*, *filamentous*, dan *curled*. Berikut merupakan ilustrasi gambar bentuk, elevasi, dan margin koloni bakteri yang terlihat pada Tabel 2.1, Tabel 2.2, dan Tabel 2.3.



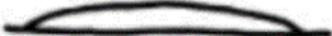
Tabel 2. 1 Ilustrasi bentuk koloni bakteri  
(Astuti *et al.*, 2020).

Karakter	Ilustrasi
	Bentuk koloni
<i>Circular</i>	
<i>Irregular</i>	
<i>Filamentous</i>	
<i>Rhizoid</i>	
<i>Punctiform</i>	
<i>Spindle</i>	

Tabel 2. 2 Ilustrasi margin koloni bakteri  
(Astuti *et al.*, 2020).

Karakter	Ilustrasi
Margin	
<i>Entire</i>	
<i>Filamentous</i>	
<i>Lobate</i>	
<i>Undulate</i>	
<i>Curled</i>	
<i>Serrate</i>	

Tabel 2. 3 Ilustrasi elevasi koloni bakteri  
(Astuti *et al.*, 2020).

Karakter	Ilustrasi
Elevasi	
<i>Flat</i>	
<i>Raised</i>	
<i>Convex</i>	
<i>Umbonate</i>	
<i>Pulvinate</i>	
<i>Crateriform</i>	

Bakteri *Pseudomonas* yang memiliki bentuk *circular*, dengan tepian rata dan berwarna putih (Sousa *et al.*, 2013). Bakteri tanah yang paling sering ditemukan yaitu *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Arcobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Sarcina*, dan lain lain (Gultom *et al.*, 2017).

Beberapa bakteri dapat mendegradasi senyawa yang terkandung dalam plastik seperti bakteri *Pseudomonas chlorophis* yang dapat mendegradasi polyester. Selain itu adapun bakteri *Pseudomonas putida* yang dapat mendegradasi *Polivinyll Chloride* (PVC). Adapun bakteri termofilik *Brevibacillus borstelensis* yang dapat mendegradasi PE (Caruso, 2015). Pada penelitian Park & Kim (2019) diketahui bahwa PE dapat terdegradasi oleh bakteri *Paenibacillus* sp dan *Bacillus* sp lebih dari 85%. Sedangkan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* dapat mendegradasi LDPE hingga 16%. Dalam penelitian Yuan *et al.*, (2020) juga menyebutkan bahwa bakteri *Bacillus ghotteilii* dapat mendegradasi *Polystirene* (PS) sebesar 5.8%.

## 2.6 Penelitian Sebelumnya

Berikut adalah penelitian-penelitian mengenai keragaman dan potensi bakteri dalam mendegradasi plastik yang terlihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 4 Tinjauan hasil penelitian sebelumnya

No.	Nama Peneliti, Tahun	Hasil Penelitian
1.	(Vianti <i>et al.</i> , 2020)	Pada penelitian ini diperoleh jenis bakteri pendegradasi mikroplastik yang dibedakan menjadi beberapa stasiun dan kemampuannya dalam mendegradasi mikroplastik. Bakteri-bakteri tersebut diantaranya adalah pada stasiun 1 yaitu <i>Micrococcus rubidaea</i> dan stasiun 6 yaitu <i>Pseudomonas putida</i> memiliki kemampuan degradasi tertinggi hingga 98%. Pada stasiun 2 dan 3 yaitu <i>Pseudomonas putida</i> memiliki kemampuan degradasi hingga 97%. Pada stasiun 5 yaitu <i>Micrococcus marcescens</i> memiliki kemampuan degradasi sebesar 96% dan pada stasiun 4 yaitu <i>Vibrio fluvialis</i> yang memiliki kemampuan degradasi terendah sebesar 94%.
2.	(Sulistyarini Gultom <i>et al.</i> , 2017)	Pada penelitian ini diperoleh sejumlah 13 bakteri (2 isolat gram positif bentuk batang, 8 isolat gram positif bentuk kokus, 3 isolat gram negatif bentuk kokus) yang memiliki kemampuan untuk

		mendegradasi plastik karena setelah pengujian terjadi pengurangan berat plastik sebagai bahan uji.
3.	(Lestari <i>et al.</i> , 2008)	Pada penelitian ini diperoleh bakteri yang berpotensi sebagai agen biodegradasi poligeunol yaitu <i>Acinetobacter sp.</i>
4.	(Asmi, 2020)	Pada penelitian ini diperoleh hasil identifikasi mikroorganisme yang mampu mendegradasi HDPE memiliki bentuk koloni yang tidak beraturan, berelevasi cembung, berwarna putih dan permukaannya licin dengan persentase degradasi sebesar 17,9%.
5.	(Sari <i>et al.</i> , 2020)	Pada penelitian ini diperoleh hasil karakterisasi dan uji pewarnaan gram bahwa bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> memiliki potensi untuk mendegradasi plastik LDPE dan Oxium dengan durasi pengujian selama 10-30 hari.
6.	(Marjayandari, 2015)	Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa bakteri <i>Bacillus sp</i> memiliki kemampuan untuk mendegradasi plastik hitam, plastik putih, dan plastik transparan dengan persentase kehilangan berat setelah degradasi yaitu secara berurutan 8%, 5%, dan 8%.
7.	(Wati, 2020)	Pada penelitian ini diperoleh hasil isolasi bakteri dari TPA Jabon Sidoarjo dimana terdapat 8 isolat dengan 5 genus yaitu <i>Alcaligenes</i> , <i>Actinobacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Acinetobacter</i> , dan <i>Neisseria</i> memiliki potensi untuk mendegradasi plastik.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# BAB III

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium mulai dari tahap persiapan isolasi bakteri, karakterisasi bakteri, hingga pengambilan data. Kegiatan pengambilan sampel bakteri dilakukan di TPA Piyungan, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Untuk analisis sampel dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini dimulai dari bulan Februari 2022 hingga Juli 2022.

Berikut adalah lokasi titik *sampling* pengambilan sampel tanah dari TPA Piyungan, Bantul, DIY.



Gambar 3. 1 Titik *Sampling*

Berdasarkan gambar 3.1, diketahui keterangan koordinat titik *sampling* pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Koordinat titik *sampling*

Titik Sampling	1	2	3
A	7 52'16"S 110 25'46"E	7 52'15"S 110 25'46"E	7 52'15"S 110 25'46"E
B	7 52'16"S 110 25'46"E	7 52'15"S 110 25'46"E	7 52'15"S 110 25'46"E
C	7 52'13"S 110 25'46"E	7 52'14"S 110 25'46"E	7 52'14"S 110 25'46"E

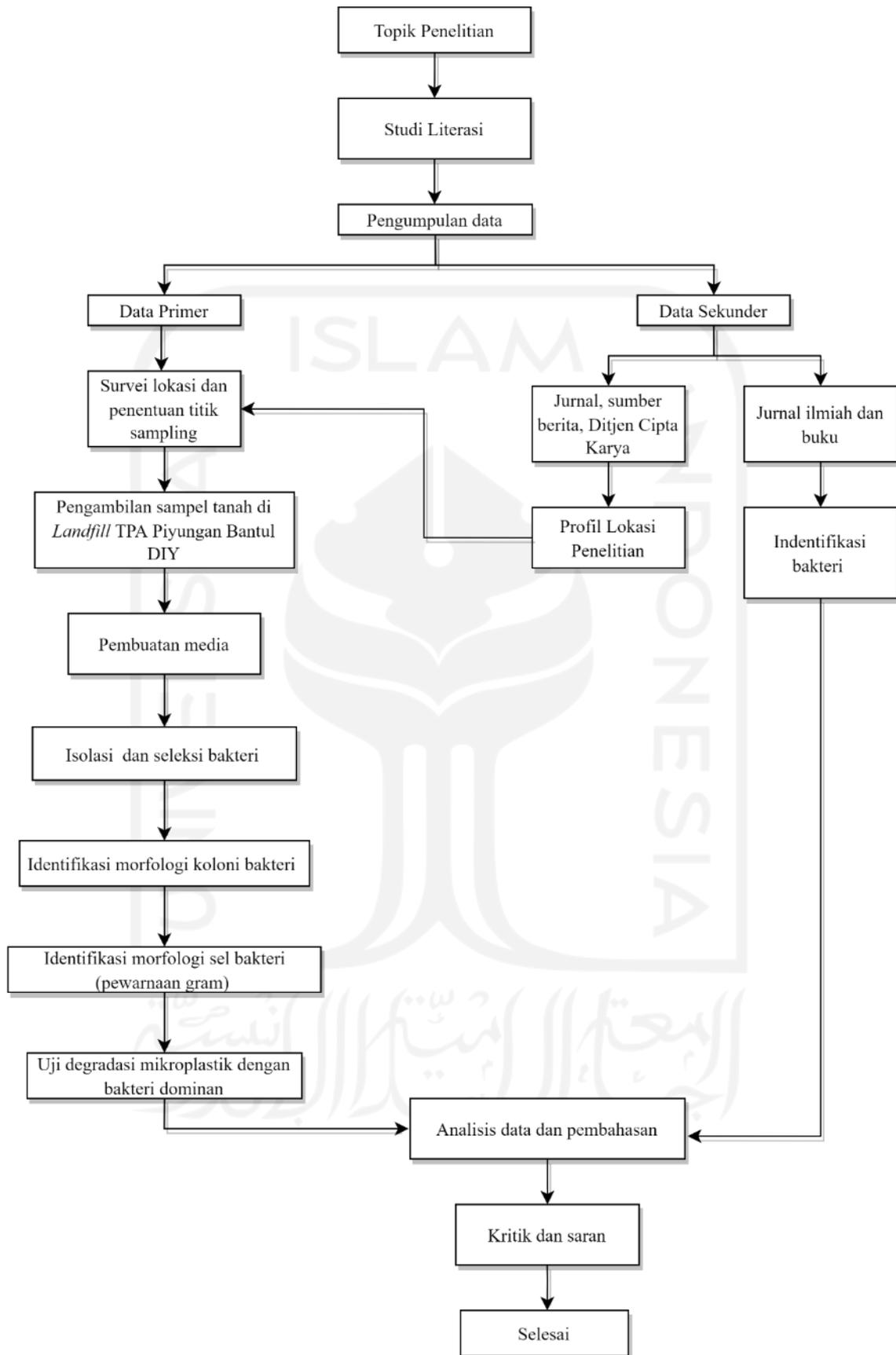
### 3.2 Jenis dan Variabel Penelitian

Berikut ini merupakan variabel yang akan ditinjau pada penelitian ini :

- a. Variabel Bebas : Sampel tanah dari TPA Piyungan, Bantul, DIY yang terkontaminasi oleh mikroplastik
- b. Variabel Terikat : Jenis bakteri pendegradasi mikroplastik
- c. Variabel Kontrol : Media tanpa bakteri

### 3.3 Tahapan Penelitian

Secara umum alur tahapan dalam penelitian ini akan dilakukan seperti berikut :



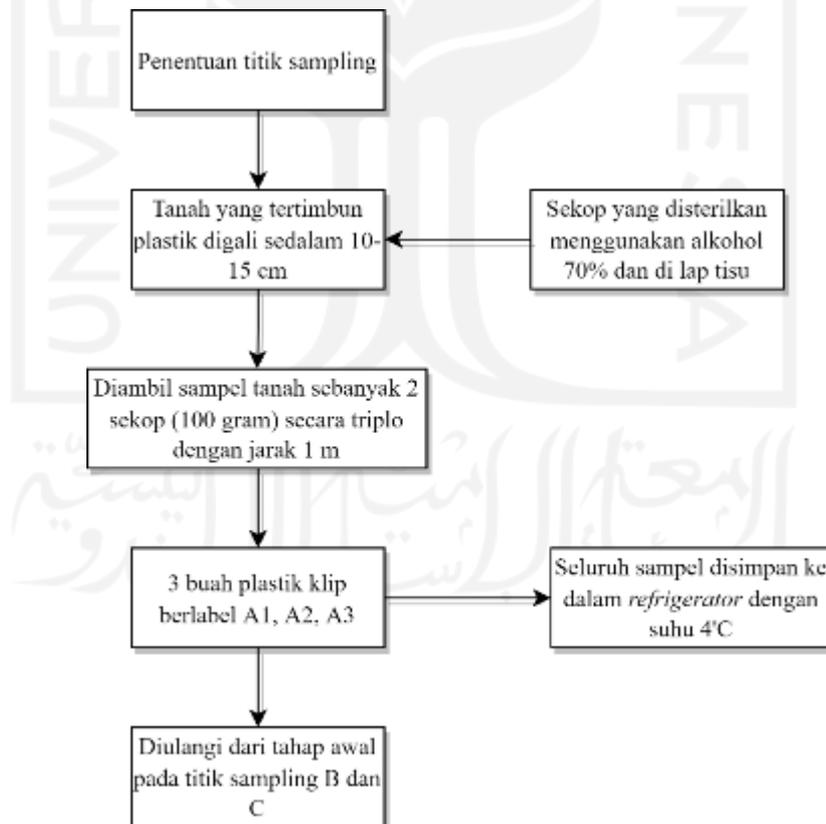
Gambar 3. 2 Bagan alir penelitian

### 3.4 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu cawan petri, tabung reaksi, erlenmeyer 250 ml, erlenmeyer 100 ml, gelas beker 100 ml, gelas beker 1000 ml, kaca arloji, sendok sungu, sekop, semprotan, plastik *ziplock*, pinset, pipet tip, pipet volume 10 ml, *magnetic stirrer*, jarum ose, autoklaf, spiritus, *Laminar Air Flow* (LAF), mikroskop, kaca preparat, neraca digital, *shaker* inkubator, inkubator. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sampel tanah dan plastik jenis PP yang diambil dari *landfill* TPA Piyungan Bantul Yogyakarta, aquades, alkohol 70%, *Buffered Peptone Water* (BPW), *Nutrient Broth* (NB), *Nutrient Agar* (NA), *Bacto Agar*, lugol, kristal violet, dan safranin, alkohol 96%, reagen *Congo Red*, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, *aluminium foil*, *parafilm*, serta kertas label, *tissue*, sarung tangan lateks.

### 3.5 Persiapan Sampel Tanah

Persiapan sampel tanah yaitu pengambilan sampel tanah dari lokasi TPA Piyungan dengan metode *grab sampling*. Berikut merupakan diagram alir proses pengambilan sampel tanah dari *landfill* TPA Piyungan Bantul, DIY yang terlihat pada Gambar 3.3.

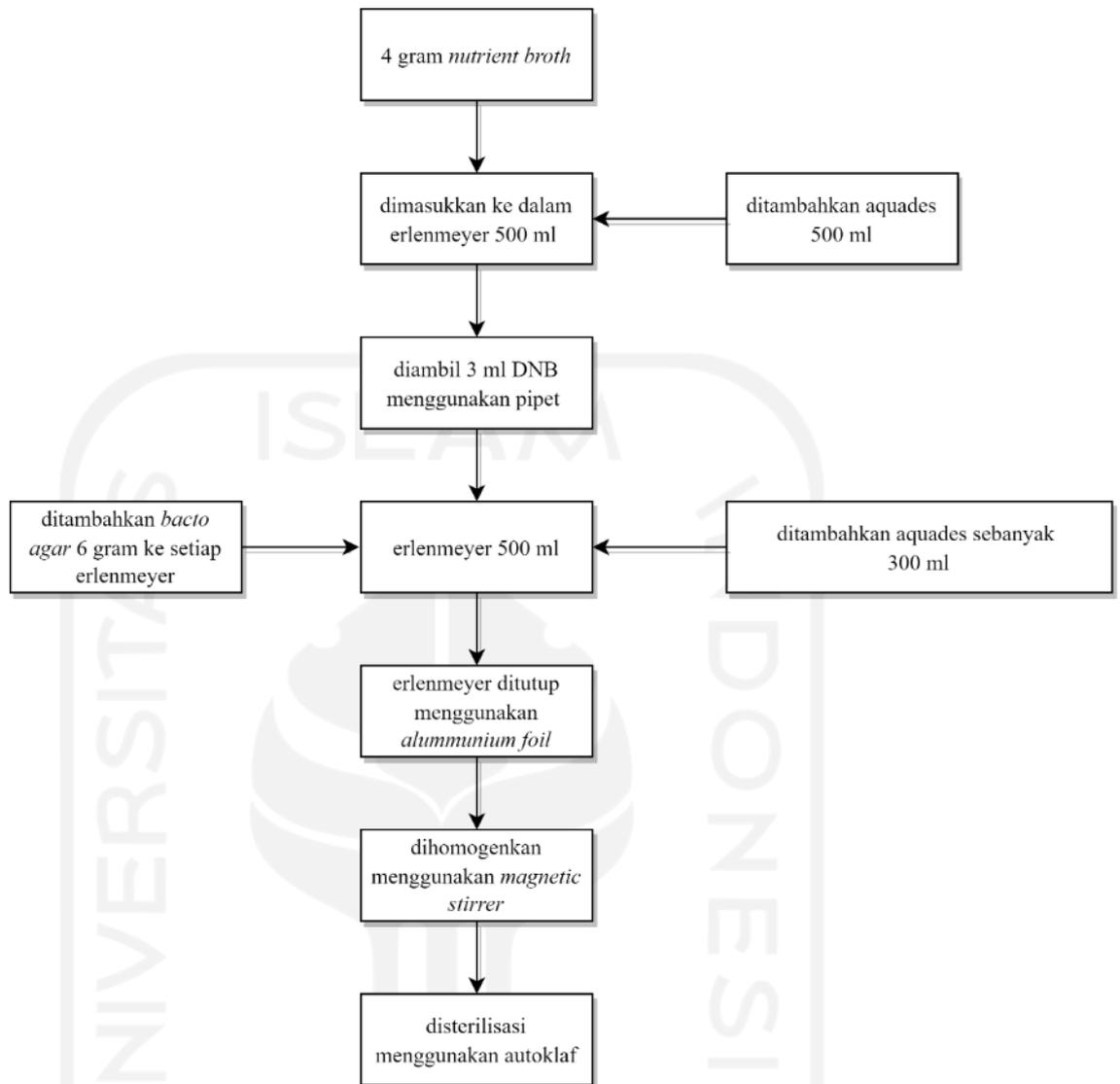


Gambar 3. 3 Bagan alir proses *sampling* tanah

Sampel tanah yang diambil dipilih di titik yang tanahnya mengandung plastik yang telah terurai dengan alami. Pada titik *sampling* 1, tanah digali dengan kedalaman 10-15 cm kemudian diambil kurang lebih 100 gram (2 sekop) untuk setiap plastik klip yang diberi label sampel titik *sampling* A (plastik A1, A2, A3) menggunakan sekop yang telah disemprot menggunakan alkohol 70% lalu diaduk secara merata agar homogen dan dimasukkan ke dalam plastik klip yang steril. Dilakukan hal yang sama pada pengambilan sampel di titik *sampling* 2 dan 3. Kemudian sampel dibawa ke laboratorium untuk dianalisis (Manasa *et al.*, 2017). Sampel tanah yang masih padat diambil 5 gram dari 3 plastik klip (plastik A1, A2, A3), kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 45 ml *Buffered Peptone Water* (BPW) dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* (Suryati *et al.*, 2016). Dilakukan hal yang sama terhadap tanah dari titik *sampling* B dan C.

### **3.6 Pembuatan Media**

Pada penelitian ini, media yang digunakan yaitu *Dilute Nutrient Broth* (DNB) + 2% *bacto agar* dan *Nutrient Agar* (NA). Berikut merupakan diagram alir pembuatan media DNB Padat yang terlihat pada Gambar 3.4



Gambar 3. 4 Pembuatan media DNB+2% *bacto agar*

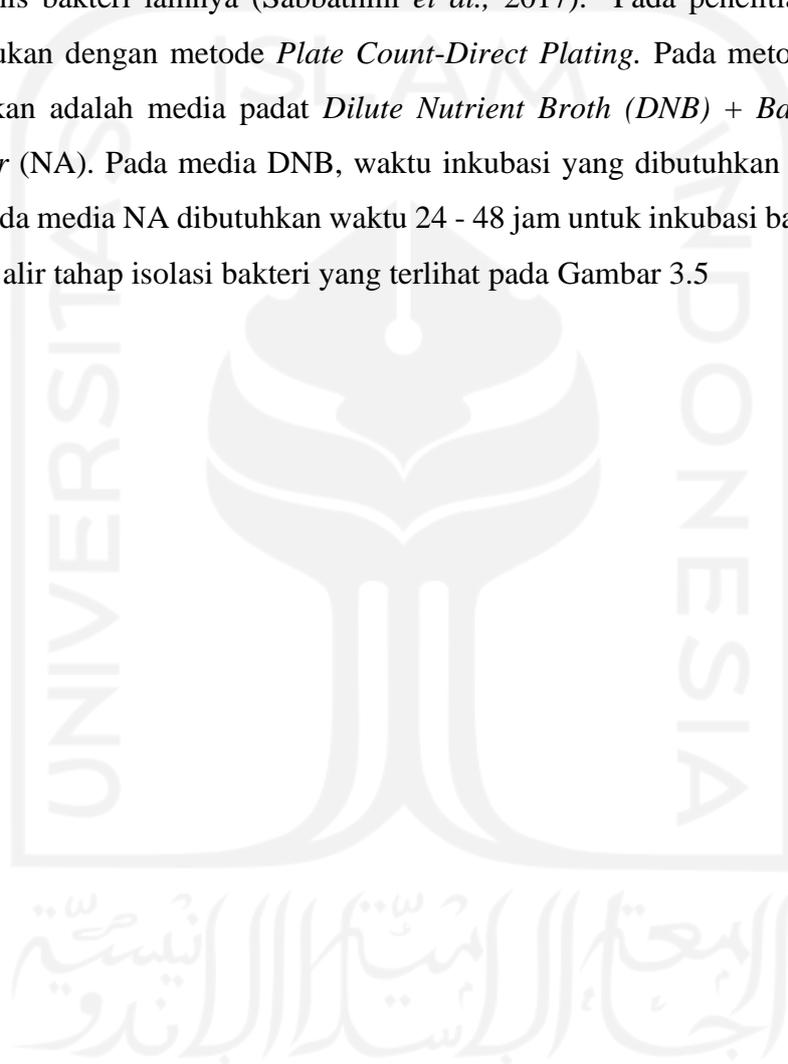
Pembuatan media dengan sebesar 300 ml DNB diawali dengan memasukkan 3 ml stok *Nutrient Broth* yang telah diencerkan sebanyak 100 kali ke dalam erlenmeyer berukuran 250 ml dan ditambahkan aquades hingga 300 ml. Selanjutnya, dibagi ke dua erlenmeyer berukuran 250 ml. Masing-masing erlenmeyer ditambahkan 3 gram *bacto agar*. Selanjutnya erlenmeyer ditutup menggunakan *aluminium foil* dan diletakkan di atas *magnetic stirrer* untuk dihomogenkan. Setelah itu, media disterilisasi menggunakan autoklaf (Usman & Osuji, 2007).

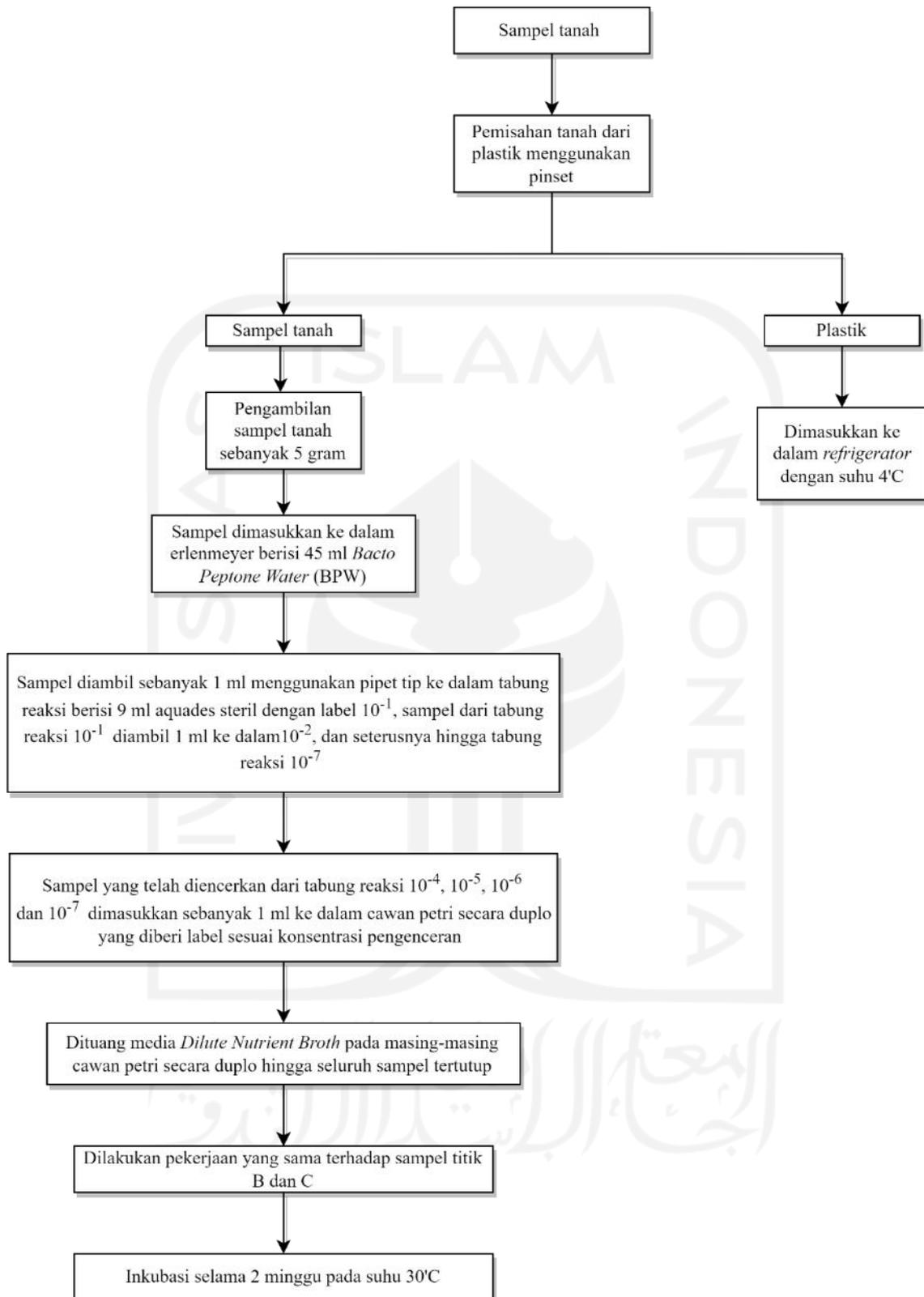
Pembuatan media *Nutrient Agar (NA)* diawali dengan menyiapkan media bubuk NA sebesar 4 gram. Kemudian ditambahkan aquades sebesar 200 ml. Selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang dilakukan di dalam *Laminar Air Flow (LAF)*

dan ditutup menggunakan kapas pembalut kemudian ditutup kembali dengan kertas coklat. Setelah itu, media disterilisasi menggunakan autoklaf. Setelah disterilisasi, media didinginkan dan diletakkan secara miring untuk media agar miring, lalu dimasukkan ke dalam inkubator selama 24 jam sebelum digunakan (Widhorini & Rafianti, 2019).

### **3.7 Isolasi dan Seleksi Bakteri**

Isolasi bakteri merupakan suatu cara pemisahan satu jenis bakteri yang diambil dari kumpulan jenis bakteri lainnya (Sabbathini *et al.*, 2017). Pada penelitian ini, isolasi bakteri dilakukan dengan metode *Plate Count-Direct Plating*. Pada metode ini, media yang digunakan adalah media padat *Dilute Nutrient Broth (DNB) + Bacto agar* dan *Nutrient Agar (NA)*. Pada media DNB, waktu inkubasi yang dibutuhkan yaitu 14 hari, sedangkan pada media NA dibutuhkan waktu 24 - 48 jam untuk inkubasi bakteri. Berikut adalah bagan alir tahap isolasi bakteri yang terlihat pada Gambar 3.5

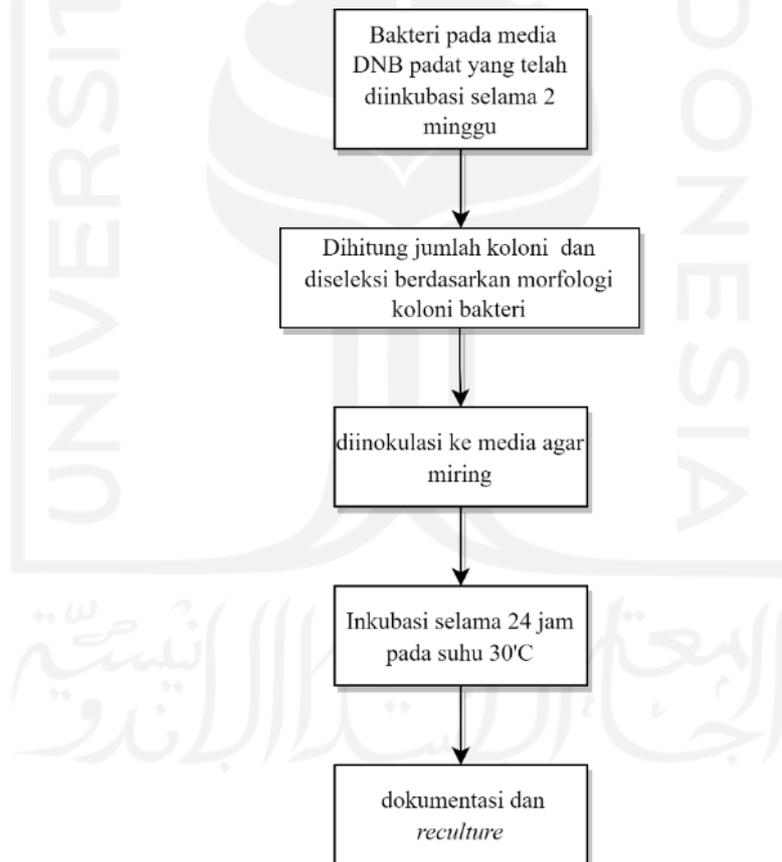




Gambar 3. 5 Proses isolasi bakteri

Pengenceran sampel dilakukan dengan memasukkan 1 ml sampel ke dalam tabung reaksi yang diberi label pengenceran  $10^{-1}$  yang berisi 9 ml aquades dan dihomogenkan. Selanjutnya, sampel yang telah berada di tabung reaksi  $10^{-1}$  diambil 1 ml ke dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi  $10^{-2}$  yang berisi 9 ml aquades dan dihomogenkan. Pengenceran dilakukan hingga sampai di tabung reaksi pengenceran  $10^{-7}$  (Yunita *et al.*, 2015). Selanjutnya sampel yang telah diencerkan dari tabung reaksi berlabel  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  dan  $10^{-7}$  ke dalam masing-masing cawan petri berlabel  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  dan  $10^{-7}$  sebanyak 1 ml secara duplo, lalu dituang media DNB hingga menutupi sampel pada cawan petri tersebut. Dilakukan hal yang sama terhadap tanah dari titik sampel B dan C.

Selanjutnya seluruh cawan petri tersebut diinkubasi pada inkubator dengan suhu  $30^{\circ}\text{C}$ . Setiap 1x24 jam diamati progres pertumbuhan koloni bakteri (Singh *et al.*, 2012). Selanjutnya tahap awal proses seleksi bakteri yang terlihat pada Gambar 3.6

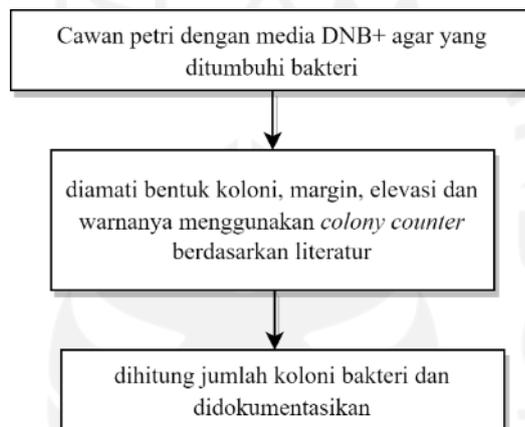


Gambar 3. 6 Bagan alir perhitungan koloni dan seleksi bakteri

Koloni bakteri yang tumbuh dari media DNB+2% *bacto agar* tersebut diamati dan diseleksi berdasarkan bentuk koloninya. Selanjutnya, diinokulasikan ke dalam tabung reaksi yang berisi media padat NA miring dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C (Friska, 2019).

### 3.8 Identifikasi Morfologi Koloni Bakteri

Identifikasi morfologi koloni bakteri disajikan dalam bentuk diagram alir yang terlihat pada Gambar 3.7

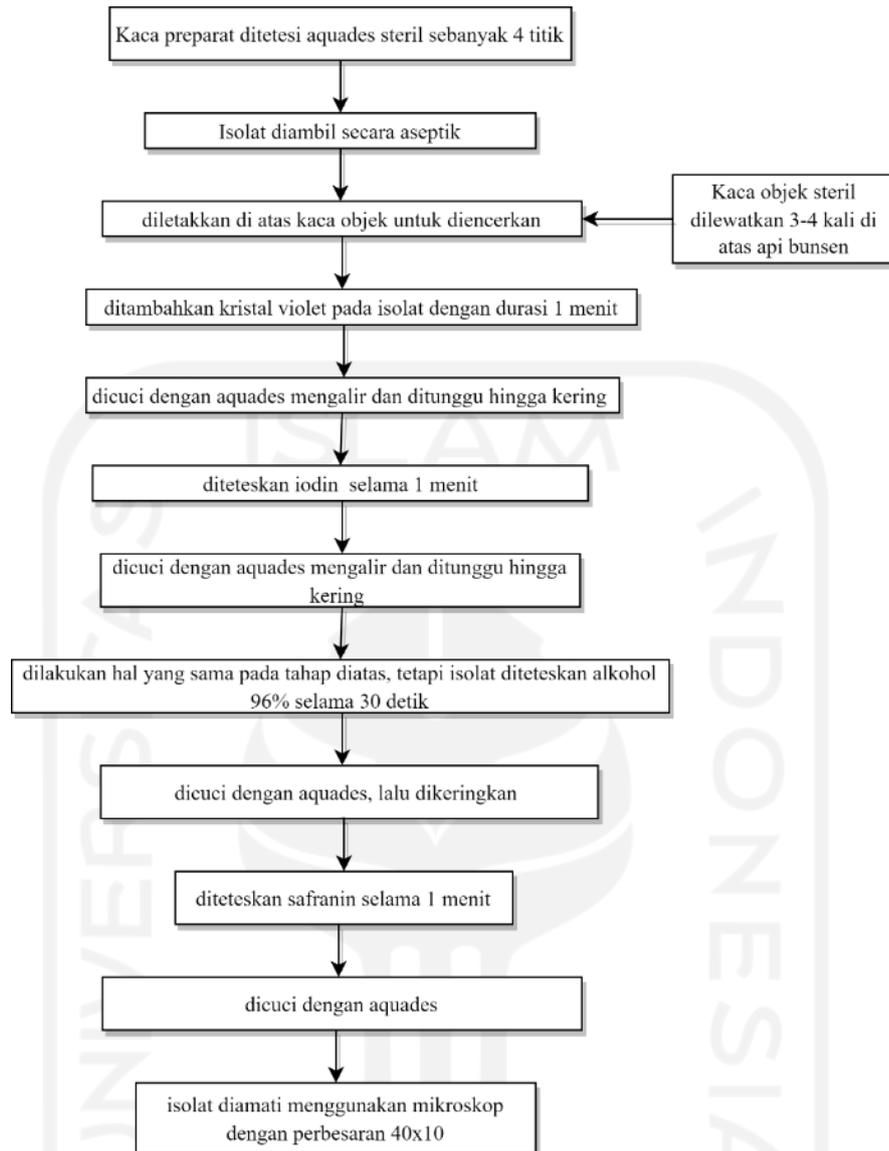


Gambar 3. 7 Identifikasi morfologi koloni bakteri

Identifikasi morfologi koloni pada sampel setelah inkubasi selama 14 hari pada media DNB+*bacto agar*. Pengamatan koloni bakteri dilakukan menggunakan alat *colony counter* untuk memperjelas identifikasi bentuk, warna, serta elevasi, dan margin dari koloni bakteri sekaligus untuk menghitung total koloni bakteri berdasarkan morfologi koloninya. Selanjutnya, identifikasi morfologi koloni dilakukan perbandingan dengan literatur penelitian sebelumnya (Astuti *et al.*, 2020).

### 3.9 Identifikasi Morfologi Sel Bakteri (Pewarnaan Gram)

Pewarnaan gram merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui bakteri berjenis gram positif atau negatif. Berikut merupakan tahap identifikasi morfologi yang terlihat pada Gambar 3.8



Gambar 3. 8 Bagan alir pewarnaan gram dan identifikasi gram bakteri

Kaca objek yang telah disterilkan ditetesi dengan aquades menggunakan pipet tetes sebanyak 4 titik, lalu diambil isolat secara aseptik menggunakan jarum ose dan diletakkan pada kaca objek, selanjutnya sampel dikeringkan dengan cara dilewatkan sebanyak 3-4 kali diatas api bunsen. Setelah itu, isolat diberi kristal violet dengan durasi 1 menit dan dicuci menggunakan air mengalir dan ditunggu hingga kering. Selanjutnya ditetaskan iodin dan ditunggu selama 1 menit, kemudian dicuci menggunakan aquades dan dikeringkan. Setelah itu, ditetaskan alkohol 96% dengan durasi 20-30 detik, lalu dialirkan air dan didiamkan hingga kering. Selanjutnya dilakukan hal yang sama tetapi isolat ditetaskan menggunakan safranin dan ditunggu selama 1 menit lalu dikeringkan.

Selanjutnya dilakukan pengamatan isolat menggunakan alat mikroskop dengan perbesaran 40x10 (Singh *et al.*, 2017).

### 3.10 Uji Degradasi Mikroplastik dengan Bakteri Dominan

Pengujian kemampuan degradasi bakteri terhadap plastik dilakukan menggunakan sampah plastik yang tertempel pada sampel tanah yang telah dipisahkan sebelum sampel tanah diencerkan. Jenis plastik yang digunakan dalam proses biodegradasi ini yaitu *Polypropylene* (PP). Berikut merupakan tahapan uji degradasi mikroplastik dengan bakteri yang terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Bagan alir uji degradasi mikroplastik dengan Bakteri

Pada pengujian ini, media pertumbuhan yang digunakan yaitu media NA yang memiliki komposisi yaitu 3 gram *beef extract*, 5 gram *peptone*, dan 12 gram agar (Brooks *et al.*, 2008). Uji degradasi diawali dengan plastik disterilisasi dengan alkohol 70% (direndam) selama 1 jam, setelah itu disemprot aquades lalu dikeringkan dengan angin. Selanjutnya, plastik diinokulasi pada cawan petri dengan media NA yang sebelumnya telah berisi isolat bakteri dominan yang terpilih. Kemudian dilakukan inkubasi di suhu 30°C dengan durasi waktu kurang lebih 14 hari. Setelah itu, sampel ditetesi reagen *congo red* yang telah diatur pH nya menjadi 6.7, lalu diinkubasi selama kurang lebih 14 hari untuk melihat adanya *clear zone* yang terbentuk di sekitar plastik. Selanjutnya, *clear zone* diukur menggunakan penggaris satuan milimeter (Vianti *et al.*, 2020).

### 3.11 Analisis Data

#### 3.11.1 Perhitungan Densitas Koloni Bakteri

Analisis data densitas bakteri dari isolasi bakteri yang ditumbuhkan menggunakan media *Dilute Nutrient Broth* (DNB) serta perhitungan koloni bakteri dengan *Total Plate Count* (TPC) kemudian hasil perhitungan koloni bakteri dihitung dengan rumus sebagai berikut (Omar *et al.*, 1996 dalam jurnal Irfan (2014).

$$\text{Jumlah} \frac{\text{koloni}}{\text{ml}} = \frac{1}{\text{volume sampel}} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}} \times \text{jumlah koloni pada cawan}$$

#### 3.11.2 Pengukuran *Clear Zone*

Setelah menghitung densitas koloni bakteri dan menentukan bakteri dominan pada setiap titik *sampling*, selanjutnya bakteri dominan diujikan untuk mendegradasi sampah plastik dan kemudian diamati hasilnya dengan parameter terbentuknya *clear zone* atau zona jernih di sekitar plastik untuk mengetahui adanya aktivitas bakteri di sekitar plastik. Pengukuran *clear zone* dilakukan menggunakan alat ukur mistar atau penggaris dengan satuan milimeter (mm) (Widianarko & Hantoro, 2018).



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan 4 tahapan yaitu pengambilan sampel tanah, isolasi bakteri, identifikasi bakteri, dan uji biodegradasi mikroplastik oleh bakteri terpilih. Berikut merupakan hasil identifikasi bakteri dan uji kemampuan bakteri pendegradasi mikroplastik yang dijelaskan berikut ini.

#### 4.1 Identifikasi Bakteri pada Sampel Tanah *Landfill*

Proses pengambilan sampel tanah *landfill* dari TPA Piyungan, Bantul, DI Yogyakarta dilakukan dengan metode *grab sampling* pada 3 titik sampling secara triplo pada setiap titik dengan jarak 1 meter di waktu siang hari tepatnya pada pukul 11.00 WIB dengan kondisi tanah yang gembur dan basah serta pada kondisi cuaca yang cerah. Dokumentasi pengambilan sampel dapat dilihat pada lampiran A. Berikut adalah kondisi salah satu area *landfill* TPA Piyungan, Bantul, DIY yang terlihat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Kondisi *Landfill* TPA Piyungan, Bantul, DIY

(Sumber : dokumentasi pribadi)

Berikut merupakan dokumentasi setiap titik sampling pada *landfill* yang terlihat pada Gambar 4.2



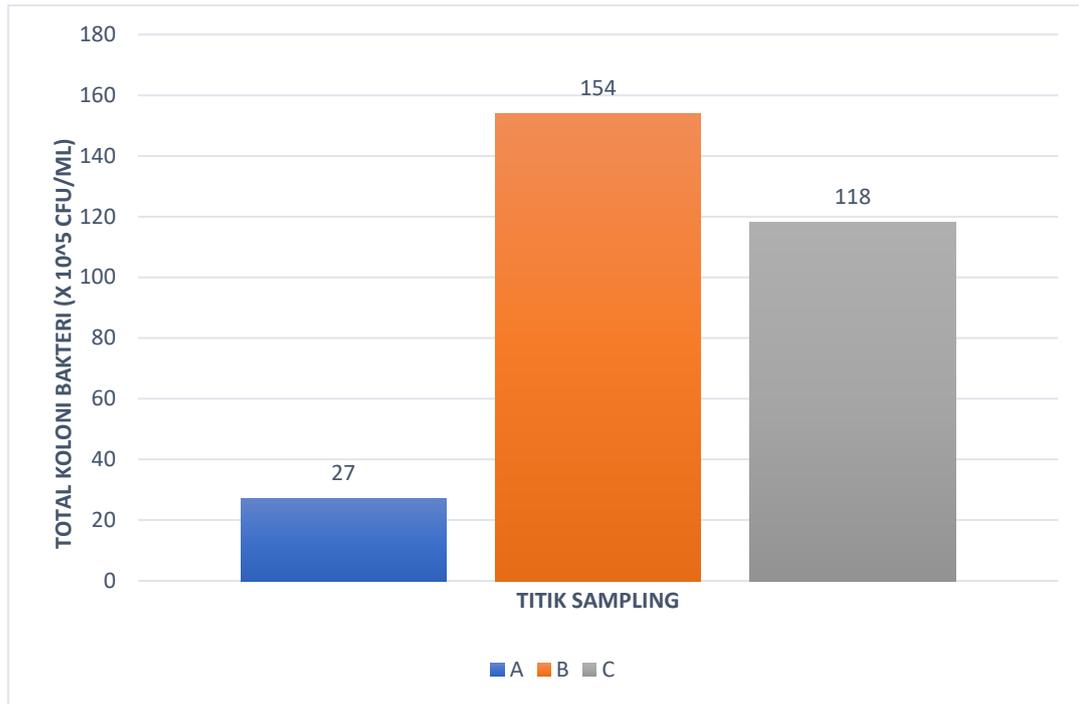
Gambar 4. 2 Lokasi titik *sampling* A, B, dan C

(Sumber gambar : Dokumentasi pribadi)

#### 4.1.1 Identifikasi Jumlah Koloni Bakteri

Koloni bakteri yang dihitung merupakan koloni bakteri yang telah diisolasi selama kurang lebih 14 hari di dalam inkubator bersuhu 30°C dengan media pertumbuhan *Dilute Nutrient Broth* (DNB) + 2% agar. Media NB mengandung komposisi ekstrak daging dan *peptone*. Ekstrak daging pada media NB menjadi sumber karbon, sedangkan *peptone* sebagai sumber nitrogen (Wahyuningsih & Zulaika, 2019). Perhitungan jumlah koloni bakteri menggunakan alat *Colony Counter*. Terdapat 24 cawan petri yang ditumbuhi oleh bakteri dimana 8 diantaranya merupakan *spreader* sehingga tidak dapat dihitung. Perhitungan koloni bakteri pada media DNB dilakukan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC).

Menurut Dwidjoseputro (2005) dalam jurnal Wati (2018), metode TPC adalah cara menghitung jumlah bakteri dengan dua teknik yaitu *pour plate* dan *spread plate*. Pada penelitian ini, digunakan metode *pour plate* yang memiliki prinsip kerja dengan menuangkan sampel untuk menumbuhkan bakteri yang hidup pada media pertumbuhan, sehingga bakteri dapat tumbuh dan berkembang biak dengan membentuk koloni-koloni bakteri. Berikut merupakan hasil perhitungan koloni bakteri yang disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Total koloni bakteri dari media pertumbuhan DNB+bacto agar

Berdasarkan Gambar 4.3, diketahui bahwa jumlah koloni bakteri paling banyak berasal dari titik *sampling* B yaitu sebesar  $154 \times 10^5$  CFU/ml. Sedangkan jumlah koloni paling sedikit berasal dari titik *sampling* A yaitu sebesar  $27 \times 10^5$  CFU/ml. Sampel tanah titik *sampling* A diambil dari tanah yang tertimbun oleh sampah plastik baru yang lebih banyak daripada titik *sampling* B dan C. Dalam jurnal Batubara *et al.*, (2015) disebutkan bahwa pertumbuhan bakteri pada tanah dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, pH serta kebutuhan  $O_2$ . Selain itu, pada penelitian Sari (2014) juga disebutkan bahwa bahan organik dan banjir dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri.

Menurut Sianturi (2008), bakteri memiliki beberapa klasifikasi seperti suhu dan pH lingkungan hidupnya. Berdasarkan suhu, terbagi menjadi 4 klasifikasi yaitu psiklorofil ( $0^\circ\text{C}$ - $25^\circ\text{C}$ ), mesofil ( $20^\circ\text{C}$ - $50^\circ\text{C}$ ), termofil ( $45^\circ\text{C}$ - $80^\circ\text{C}$ ), hipertermofil ( $80^\circ\text{C}$ - $100^\circ\text{C}$ ). Apabila bakteri terdapat pada lingkungan bersuhu terlalu rendah dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan serta terganggunya transport nutrient. Sedangkan bakteri dengan lingkungan suhu terlalu tinggi dapat mengalami denaturasi protein. Berdasarkan pH untuk pertumbuhannya, bakteri diklasifikasikan menjadi 3, yaitu asidofil (1.0-5.5), neutrofil (5.5-8.0), alkalifil (8.5-11.5)(Theresia *et al.*, 2008). Sehingga perbedaan jumlah koloni yang ditemukan pada setiap titik *sampling* dapat dipengaruhi karena adanya perbedaan kondisi tanah dan masing-masing jenis bakteri.

Pada saat pengambilan sampel, kondisi tanah pada titik *sampling* A sangat tertutup oleh sampah plastik yang baru dibuang ke *landfill* di bagian atas, sehingga hal tersebut mempengaruhi besar kecilnya pertumbuhan koloni bakteri karena tanah yang tertimbun sampah plastik kurang mendapatkan aliran udara atau asupan O<sub>2</sub> dan bahan organik sehingga pertumbuhan bakteri pada sampel tanah dari titik *sampling* A lebih kecil dibandingkan sampel tanah dari titik *sampling* B dan C. Titik *sampling* B dan C berada di lokasi lebih rendah yang dapat dijangkau oleh petugas TPA dan hewan ternak sapi sehingga memungkinkan lebih banyak bahan organik yang dibuang dari kotoran hewan ternak yang dapat menjadi nutrisi bagi bakteri. Titik *sampling* B dan C tidak tertimbun oleh sampah baru, sehingga hanya terdapat sampah plastik lama yang sudah terdegradasi atau hancur yang masuk ke dalam bagian tanah tersebut.

Dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Munir *et al.*, (2018), diperoleh 10 isolat dengan jumlah rata-rata  $199 \times 10^5$  CFU/ml, dimana sampel tanah diambil dari tanah *landfill* yang terkontaminasi oleh sampah plastik yang rapuh. Jumlah koloni bakteri yang lebih terperinci dapat dilihat pada Lampiran C. Berikut merupakan sampel tanah yang diambil satu hari setelah kegiatan *sampling* yang terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Sampel tanah *landfill* dari TPA Piyungan, Bantul, DIY

(Sumber gambar : Dokumentasi pribadi)

Tekstur tanah dapat mempengaruhi efektifitas pertumbuhan bakteri. Terlihat bahwa tekstur dari sampel tanah dari titik *sampling* A yaitu padat dan menggumpal serta

berwarna hitam gelap. Tanah bertekstur padat dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri kurang baik karena porositas tanah tersebut kecil sehingga kandungan air maupun udara tidak dapat masuk ke dalam rongga tanah dengan baik. Sedangkan sampel tanah dari titik *sampling* B yaitu bertekstur agak padat dan berair sehingga tidak terlalu menggumpal dimana air dan udara dapat masuk ke dalam dan meningkatkan pertumbuhan bakteri. Sampel tanah dari titik *sampling* C tidak menggumpal dan lebih kering dibanding sampel titik B, sehingga pertumbuhan bakteri pada sampel tanah titik C tidak lebih banyak dari sampel tanah titik B (Susanto *et al.*, 2013). Oleh karena itu, pada tanah dari titik *sampling* B terdapat jumlah bakteri paling banyak dibandingkan bakteri dari tanah titik *sampling* A dan C.

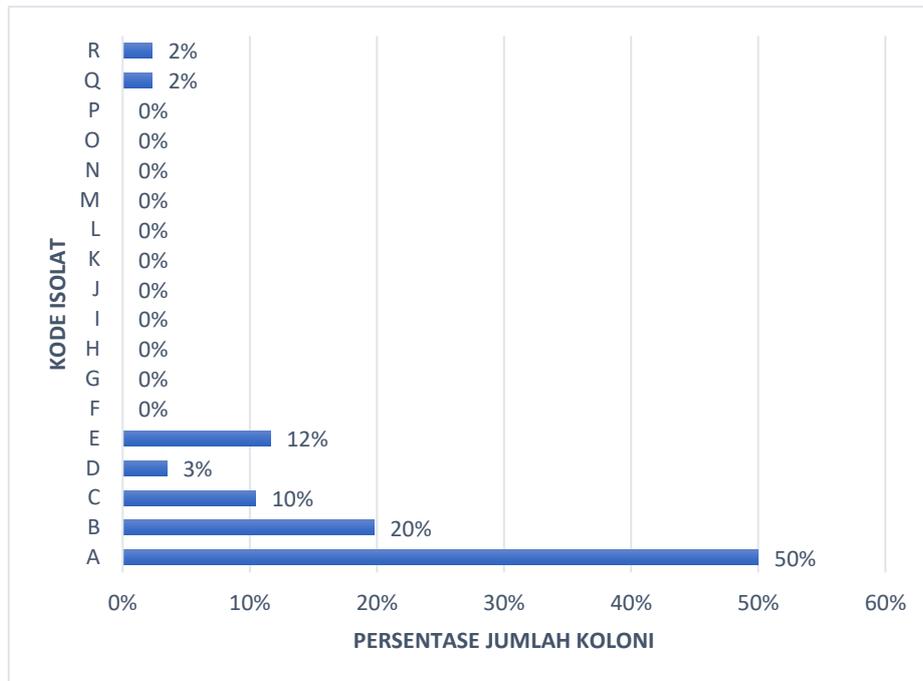
#### 4.1.2 Identifikasi Morfologi Koloni Bakteri

Setelah dilakukan perhitungan dengan metode *Total Plate Count* (TPC), koloni bakteri diidentifikasi berdasarkan morfologinya. Secara morfologi, koloni bakteri dapat dikelompokkan berdasarkan bentuk, elevasi, margin atau tepian, serta warna koloni (Holderman *et al.*, 2017). Berikut merupakan hasil identifikasi morfologi koloni bakteri yang disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil identifikasi morfologi koloni bakteri

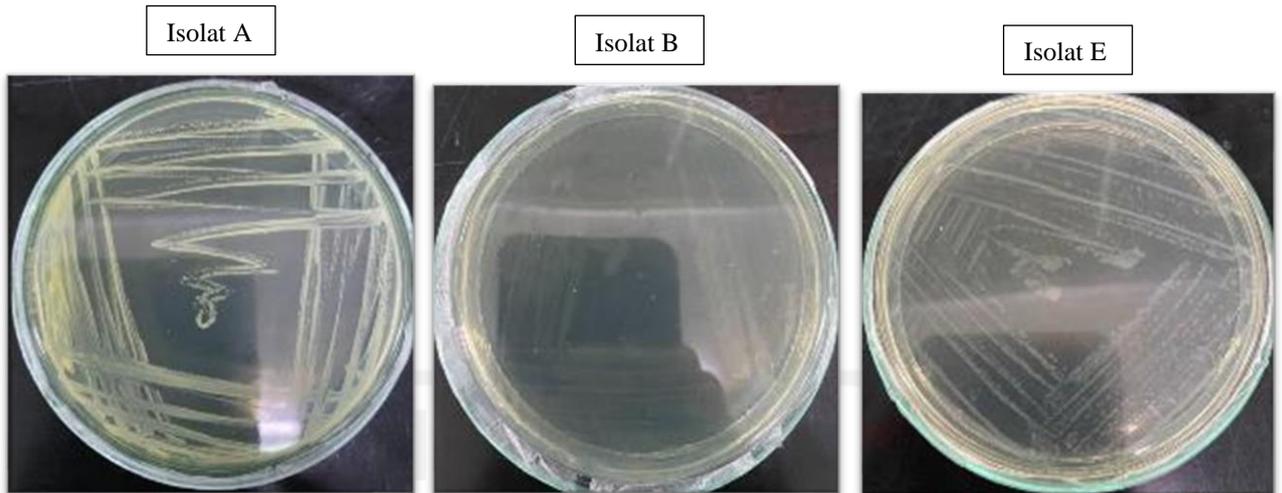
Kode Isolat	Morfologi Koloni			
	Bentuk	Elevasi	Margin	Warna
A	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih
B	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih
C	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Kuning
D	<i>Rhizoid</i>	<i>Convex</i>	<i>Filamentous</i>	Putih
E	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Putih
F	<i>Irregular</i>	<i>Convex</i>	<i>Undulate</i>	Putih
G	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Filamentous</i>	Kuning
H	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	Putih
I	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Entire</i>	Kuning
J	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Kuning
K	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	Kuning
L	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Kuning
M	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Transparan
N	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Putih
O	<i>Irregular</i>	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	Putih
P	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Putih
Q	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Hijau
R	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Undulate</i>	Merah

Koloni bakteri dengan jenis yang berbeda diberi kode huruf alfabet A sampai R dimana koloni bakteri tersebut berasal dari titik *sampling* A, B dan C. Koloni bakteri dihitung berdasarkan jenis morfologi menggunakan alat *colony counter*. Berikut merupakan persentase hasil perhitungan koloni bakteri berdasarkan jenis morfologi dari titik *sampling* A yang terlihat pada Gambar 4.5.



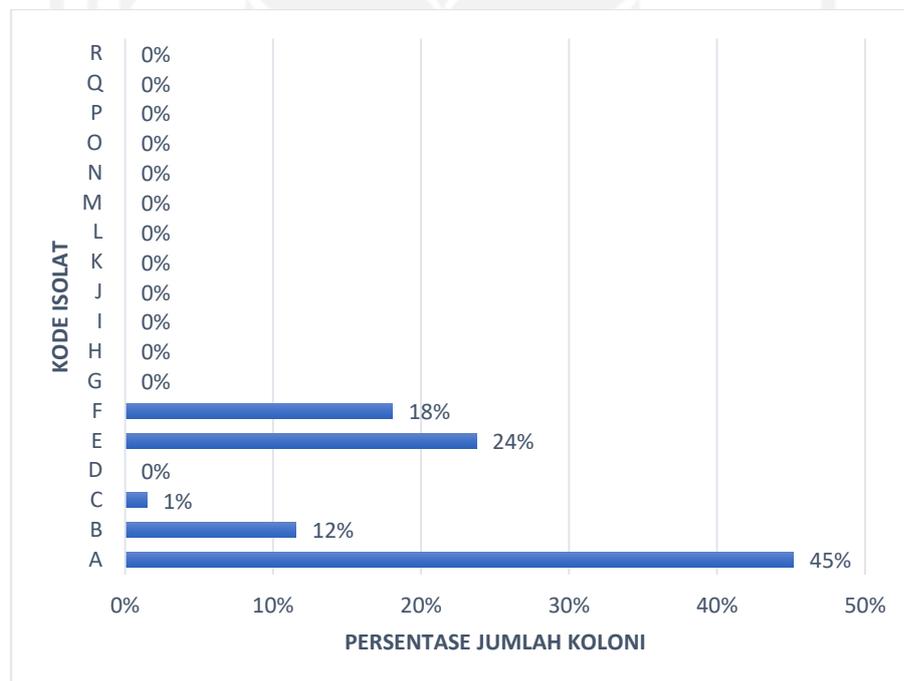
Gambar 4. 5 Persentase jumlah koloni bakteri berdasarkan morfologi dari titik *sampling* A

Berdasarkan diagram pada Gambar 4.5, diperoleh 7 jenis koloni bakteri yang terdapat pada sampel dari titik *sampling* A terdapat 3 jenis bakteri dominan. Koloni jenis pertama yaitu berkode A yang diperoleh sebesar 50% jumlah koloni bakteri dengan bentuk *circular*, elevasi *flat*, margin *entire* dan berwarna putih. Koloni jenis kedua yaitu berkode B diperoleh sebesar 20% jumlah koloni bakteri dengan bentuk *irregular*, elevasi *flat*, margin *undulate*, dan berwarna putih. Koloni jenis ketiga yaitu berkode E diperoleh sebesar 12% jumlah koloni bakteri dengan bentuk *circular*, elevasi *raised*, dan margin *entire* dan berwarna putih. Berikut merupakan bentuk morfologi koloni bakteri dominan dari titik *sampling* A yang terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Koloni bakteri dominan pada titik *sampling* A dengan media NA (umur 3 hari)  
(Sumber gambar : Dokumentasi pribadi)

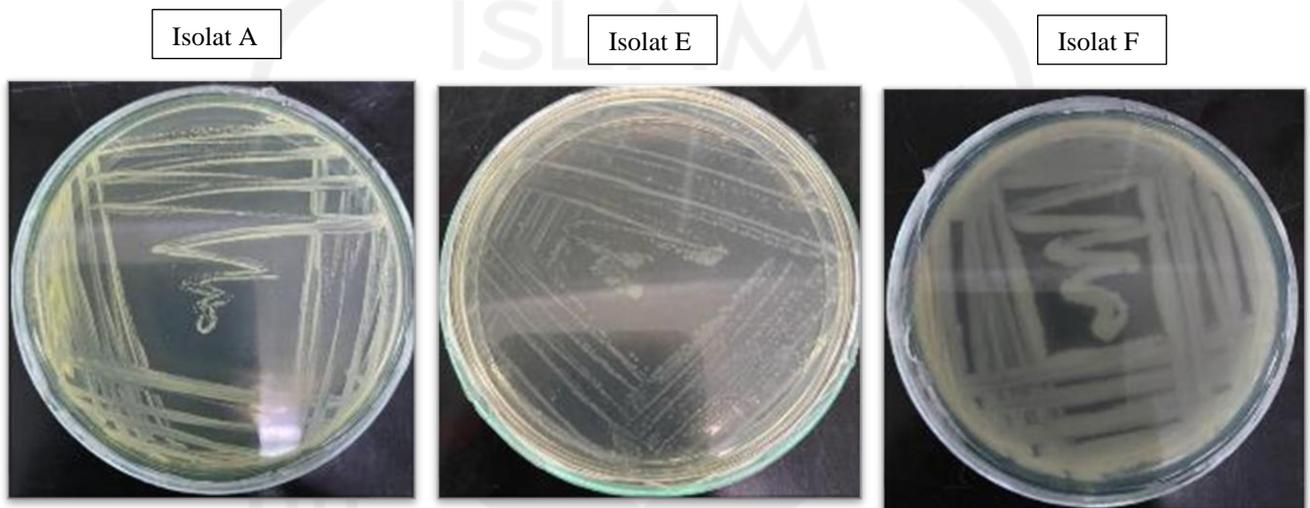
Pada perhitungan koloni bakteri berdasarkan morfologi dari titik *sampling* B terdapat 5 jenis koloni bakteri yang berbeda. Berikut merupakan persentase hasil perhitungan koloni bakteri berdasarkan jenis morfologi dari titik *sampling* B yang terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Persentase jumlah koloni bakteri berdasarkan morfologi dari titik *sampling* B

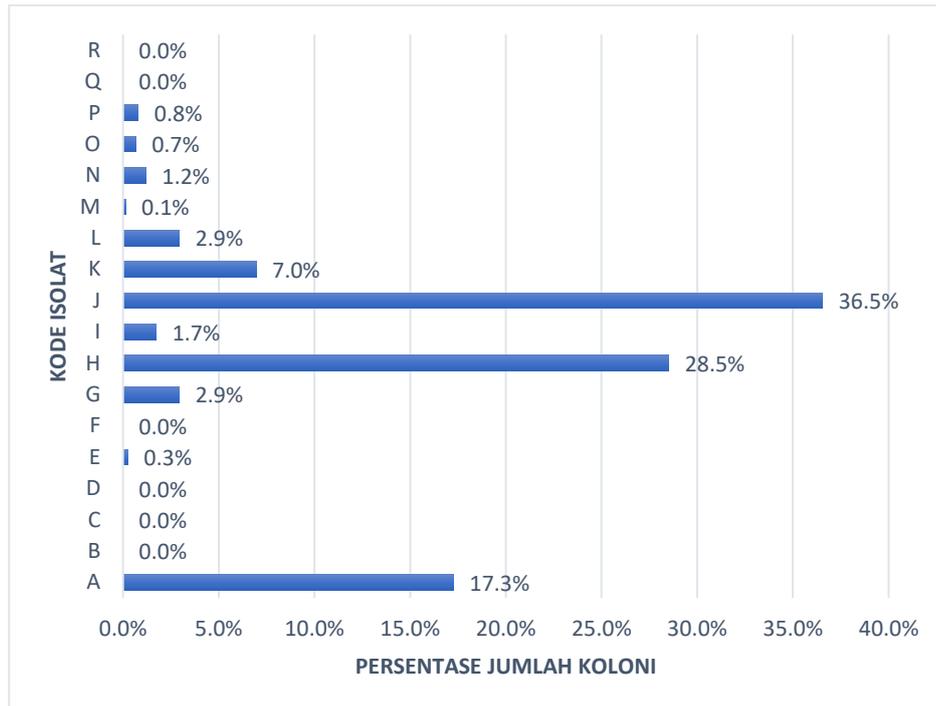
Berdasarkan diagram pada Gambar 4.7, diperoleh 5 jenis koloni bakteri dengan 3 jenis koloni bakteri dominan yang terdapat pada sampel dari titik *sampling* B yaitu koloni

jenis pertama berkode A diperoleh sebesar 45% jumlah koloni bakteri dengan bentuk *circular*, elevasi *flat*, margin *entire* dan berwarna putih. Koloni jenis kedua yaitu berkode E diperoleh sebesar 24% koloni bakteri dengan bentuk *circular*, elevasi *raised*, margin *entire*, dan berwarna putih. Koloni jenis ketiga yaitu berkode F diperoleh sebesar 18% koloni bakteri dengan bentuk *irregular*, elevasi *convex*, dan margin *undulate*, dan berwarna putih. Berikut merupakan bentuk morfologi koloni bakteri dominan dari titik sampling B yang terlihat pada Gambar 4.8.



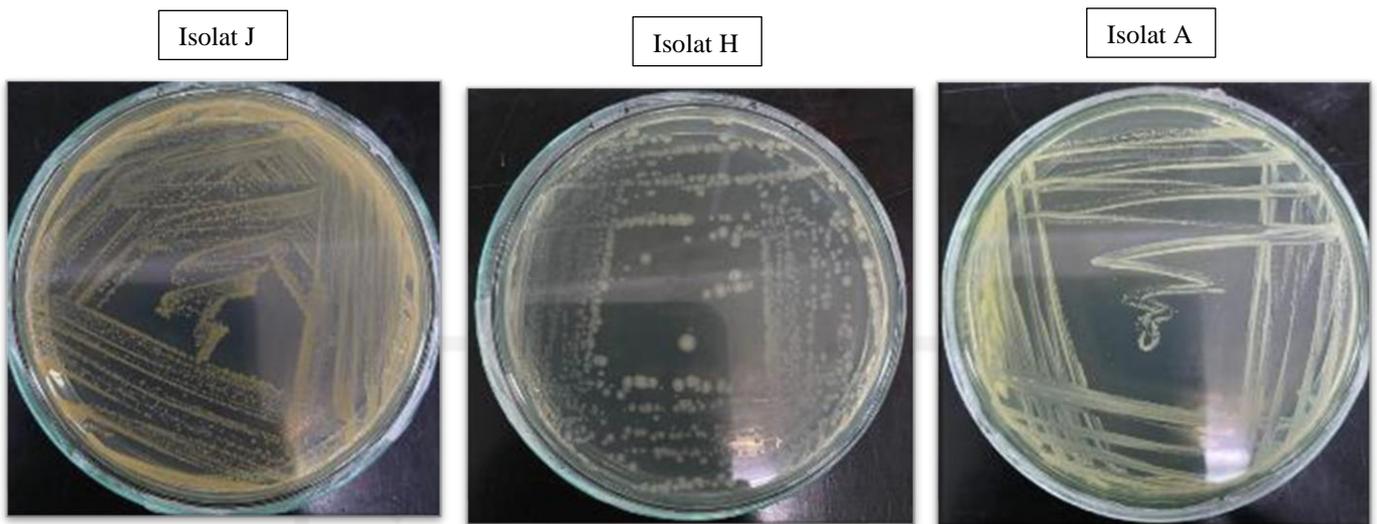
Gambar 4. 8 Koloni bakteri dominan pada titik *sampling* B dengan media NA (umur 3 hari)  
(Sumber gambar : Dokumentasi pribadi)

Selanjutnya pada sampel titik *sampling* C, diperoleh sebanyak 12 jenis koloni bakteri berdasarkan bentuk morfologi. Berikut persentasi hasil perhitungan koloni bakteri yang terlihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Persentase jumlah koloni bakteri berdasarkan morfologi dari titik *sampling C*

Berdasarkan diagram pada gambar 4.9, diperoleh 12 jenis koloni bakteri dengan 3 jenis koloni bakteri dominan yang terdapat pada sampel dari titik *sampling C* yaitu koloni bakteri dominan jenis pertama yaitu berkode J diperoleh sebesar 36.5% koloni bakteri dengan bentuk *circular*, elevasi *flat*, margin *entire* dan berwarna kuning. Koloni jenis kedua yaitu berkode H diperoleh sebesar 28.5% koloni bakteri dengan bentuk *circular*, elevasi *raised*, margin *undulate*, dan berwarna putih. Koloni jenis ketiga yaitu berkode A diperoleh sebesar 17.3% koloni bakteri dengan bentuk *circular*, elevasi *flat*, margin *entire*, dan berwarna putih. Berikut merupakan bentuk morfologi koloni bakteri dominan dari titik *sampling C* yang terlihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Koloni bakteri dominan pada titik *sampling* C dengan media NA (umur 3 hari)  
(Sumber gambar : Dokumentasi Pribadi)

Pada penelitian sebelumnya milik Asmi (2020), diperoleh koloni bakteri dengan bentuk bulat, berwarna putih serta memiliki bentuk yang tidak teratur dan elevasi datar yang berasal dari tanah juga yang diambil dari lokasi TPA dengan metode *purposive sampling* dan diisolasi menggunakan media *King's B Agar*. Winastri & Hidayati (2020) juga berhasil memperoleh sebanyak 21 isolat dari hasil isolasi bakteri sampel tanah TPA Talangagung, Kabupaten Malang dengan media pertumbuhan *Nutrient Agar* (NA) berbentuk dominan *circular* dan *irregular*, bertekstur kasar dan serta memiliki warna putih dan kuning. Sedangkan pada penelitian ini, jenis koloni bakteri yang paling mendominasi dari ketiga titik *sampling* A, B, dan C yang disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Morfologi koloni bakteri Dominan titik *sampling* A, B, dan C

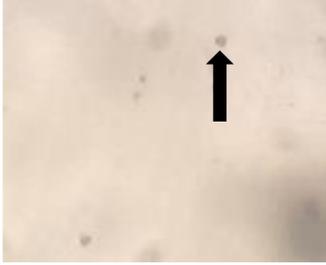
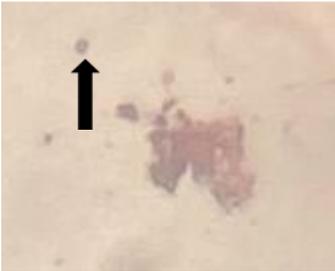
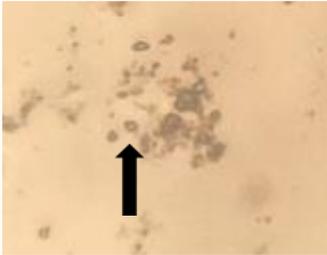
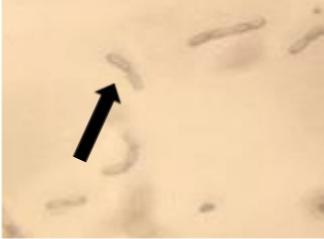
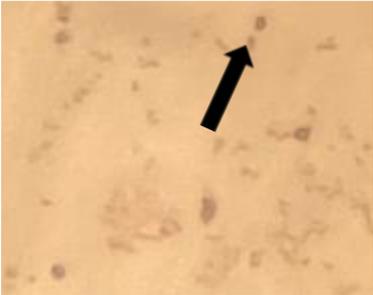
Titik <i>Sampling</i>	Kode Isolat	Bentuk	Elevasi	Margin	Warna
A	A	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih
	B	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih
	E	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Putih
B	A	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih
	E	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Putih
	I	<i>Irregular</i>	<i>Convex</i>	<i>Undulate</i>	Putih
C	J	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Kuning
	H	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	Putih
	A	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih

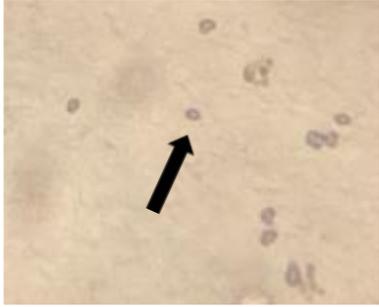
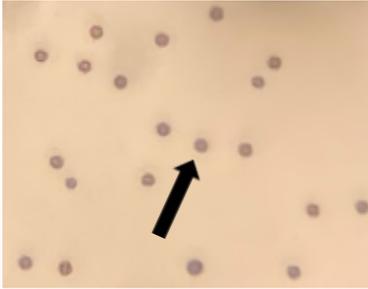
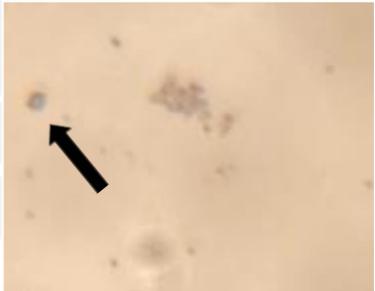
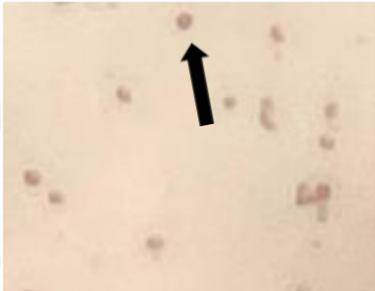
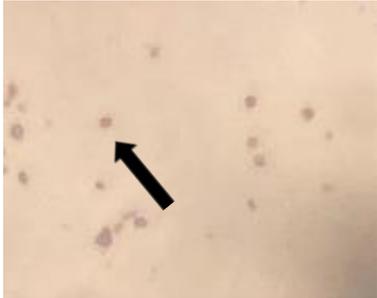
#### 4.1.3 Identifikasi Morfologi Sel Bakteri

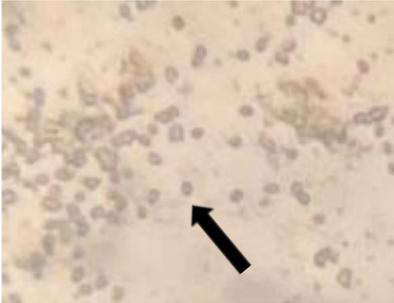
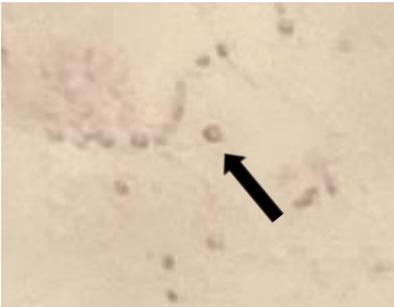
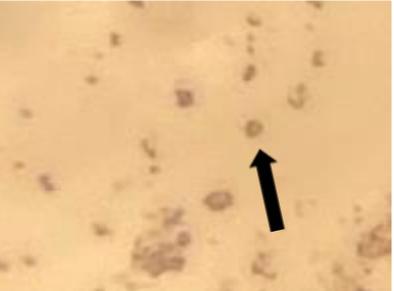
Identifikasi morfologi sel bakteri dapat dilakukan dengan metode pewarnaan gram. Dalam tahap pewarnaan gram, bakteri yang dipilih harus sudah dimurnikan agar tidak terdapat bakteri dengan jenis lebih dari satu saat dilihat menggunakan mikroskop. Pewarnaan gram dilakukan untuk mengetahui morfologi sel bakteri gram positif atau negatif serta untuk mengetahui bentuk sel bakteri tersebut. Menurut Waluyo (2008) dalam jurnal Sari (2014), bakteri yang terlihat di mikroskop dengan dinding sel berwarna ungu merupakan bakteri gram positif karena tidak melunturkan kristal violet-iodin meskipun diberi alkohol 96%.

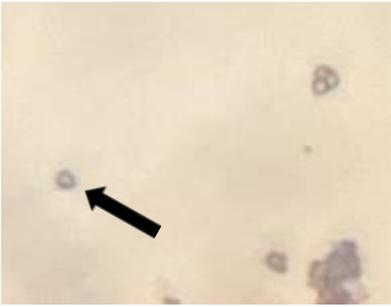
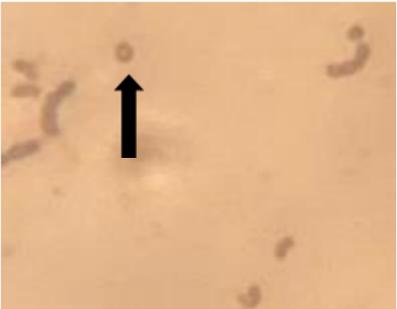
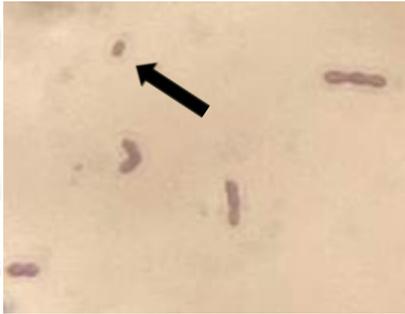
Sedangkan bakteri dengan dinding sel berwarna merah merupakan bakteri gram negatif karena larut saat diberi alkohol 96% dan mengikat warna merah dari safranin. Hal tersebut disebabkan oleh adanya struktur yang berbeda pada dinding sel bakteri. Pengamatan bentuk sel dan gram bakteri tersebut dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x10. Berikut merupakan hasil pewarnaan gram bakteri yang tersaji pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Morfologi sel bakteri

Kode Isolat	Morfologi Sel		
	Bentuk sel	Gram	Mikroskop
A	Kokus	+	
B	Kokus	+	
C	Kokus	+	
D	Basil	-	
E	Kokus	+	

F	Kokus	+	
G	Kokus	+	
H	Kokus	+	
I	Kokus	-	
J	Kokus	-	

K	Kokus	+	
L	Kokus	+	
M	Kokus	-	
N	Kokus	-	

O	Kokus	+	
P	Kokus	-	
Q	Kokus	+	
R	Kokus	+	

(Sumber gambar : Dokumentasi pribadi)

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi sel pada Tabel 4.3, diketahui bahwa terdapat 11 isolat merupakan jenis bakteri dengan sel berbentuk kokus dan gram positif, 6 isolat dengan bentuk sel kokus dan gram negatif, serta 1 isolat merupakan jenis bakteri dengan sel berbentuk basil dan gram negatif.

#### 4.1.4 Bakteri Dominan

Bakteri dominan ditentukan berdasarkan persentase tertinggi jumlah koloni pada setiap titik sampling. Setelah dilakukan identifikasi morfologi koloni dan sel, diperoleh data bakteri dominan yang terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Morfologi koloni dan sel bakteri dominan

Titik Sampling	Kode Isolat	Morfologi Koloni				Morfologi Sel	
		Bentuk	Elevasi	Margin	Warna	Bentuk sel	Gram
A	A	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	Kokus	+
	B	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih	Kokus	+
	E	<i>Spindle</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	Kokus	+
B	A	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	Kokus	+
	E	<i>Spindle</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	Kokus	+
	F	<i>Irregular</i>	<i>Convex</i>	<i>Undulate</i>	Putih	Kokus	+
C	J	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Kuning	Kokus	-
	H	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	Putih	Kokus	+
	A	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	Kokus	+

Pada penelitian Pratiwi *et al.*, (2012) bakteri dari tanah dengan bentuk *irregular*, elevasi *flat*, margin *undulate* serta berwarna putih, bentuk sel kokus, dan jenis gram positif adalah salah satu ciri dari bakteri yang termasuk dalam genus *Sarcina* yang bersifat fakultatif anaerob. Sedangkan bakteri dengan bentuk isolat *circular*, elevasi *flat*, margin *entire* dan berwarna putih, bentuk sel kokus serta jenis gram positif merupakan salah satu ciri-ciri bakteri yang termasuk dalam genus *Staphylococcus* yang bersifat aerob (Mardiyansah & Trimulyono, 2021). Dalam penelitian Nurmiati *et al.*, (2018) juga diperoleh bentuk isolat *circular*, elevasi *raised*, margin *undulate*, dan berwarna putih, bentuk sel kokus serta jenis gram positif yang merupakan ciri-ciri dari bakteri dalam genus *Streptococcus* yang bersifat fakultatif aerob.

Dalam jurnal (Reformanda *et al.*, 2021) disebutkan bahwa koloni bakteri dengan bentuk *irregular*, elevasi *convex*, margin *undulate*, dan berwarna putih, bentuk sel kokus, dan jenis gram positif merupakan salah satu ciri bakteri dalam genus *Micrococcus* yang bersifat aerob. Dalam jurnal Jeygowri *et al.*, (2015), disebutkan bahwa bakteri yang memiliki bentuk koloni *spindle*, elevasi *flat*, margin *entire*, berwarna putih, bentuk sel kokus, dan jenis gram positif merupakan bakteri dalam genus *Bifidobacterium* yang bersifat fakultatif anaerob. Bakteri dengan bentuk *circular*, elevasi *flat*, margin *entire* dan berwarna kuning, bentuk sel kokus serta jenis gram negatif merupakan salah satu ciri dari bakteri dalam genus *Enterococcus* yang bersifat fakultatif aerob (Teixeira *et al.*, 2015).

Keseluruhan bakteri yang ditemukan bersifat neutrofil atau dapat tumbuh secara optimum pada pH netral serta hidup dengan baik pada lingkungan yang bersuhu 30° C - 40° C. Adapun hasil isolasi bakteri dalam media NA miring yang selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B.

#### 4.2 Uji Biodegradasi Mikroplastik

Pada uji biodegradasi, bakteri yang digunakan yaitu bakteri dominan yang diperoleh dari titik sampling A, B, dan C. Pengujian ini dilakukan menggunakan plastik jenis *Polypropylene* (PP) yang berasal dari sampel tanah yang diambil dari *Landfill* Piyungan, Bantul, DIY. Di Indonesia, plastik berjenis *Polypropylene* (PP) merupakan jenis plastik terbesar ketiga yang diproduksi sebagai kemasan baik makanan maupun minuman (Sa'diyah & Trihadiningrum, 2021). Pengujian degradasi plastik diawali dengan kultur bakteri dominan pada media cair *Nutrient Broth* (NB) yang kemudian disimpan pada *shaker inkubator* bersuhu 30° celcius dengan kecepatan 100 rpm selama 2 hari.

Selanjutnya bakteri diinokulasikan ke dalam media *Nutrient Agar* (NA) pada cawan petri dan diberi plastik yang ingin didegradasi. Setelah diinkubasi selama ± 14 hari pada inkubator 30°C, sampel ditetesi *Congo Red Reagen* dengan pH 6.7 untuk melihat adanya *clear zone* atau zona jernih yang terbentuk di sekitar plastik. Setelah ±14 hari sampel dapat diamati untuk melihat terbentuknya *clear zone*. Berikut merupakan hasil pengamatan dan pengukuran *clear zone* yang terbentuk pada area plastik yang terlihat pada Tabel 4.5.

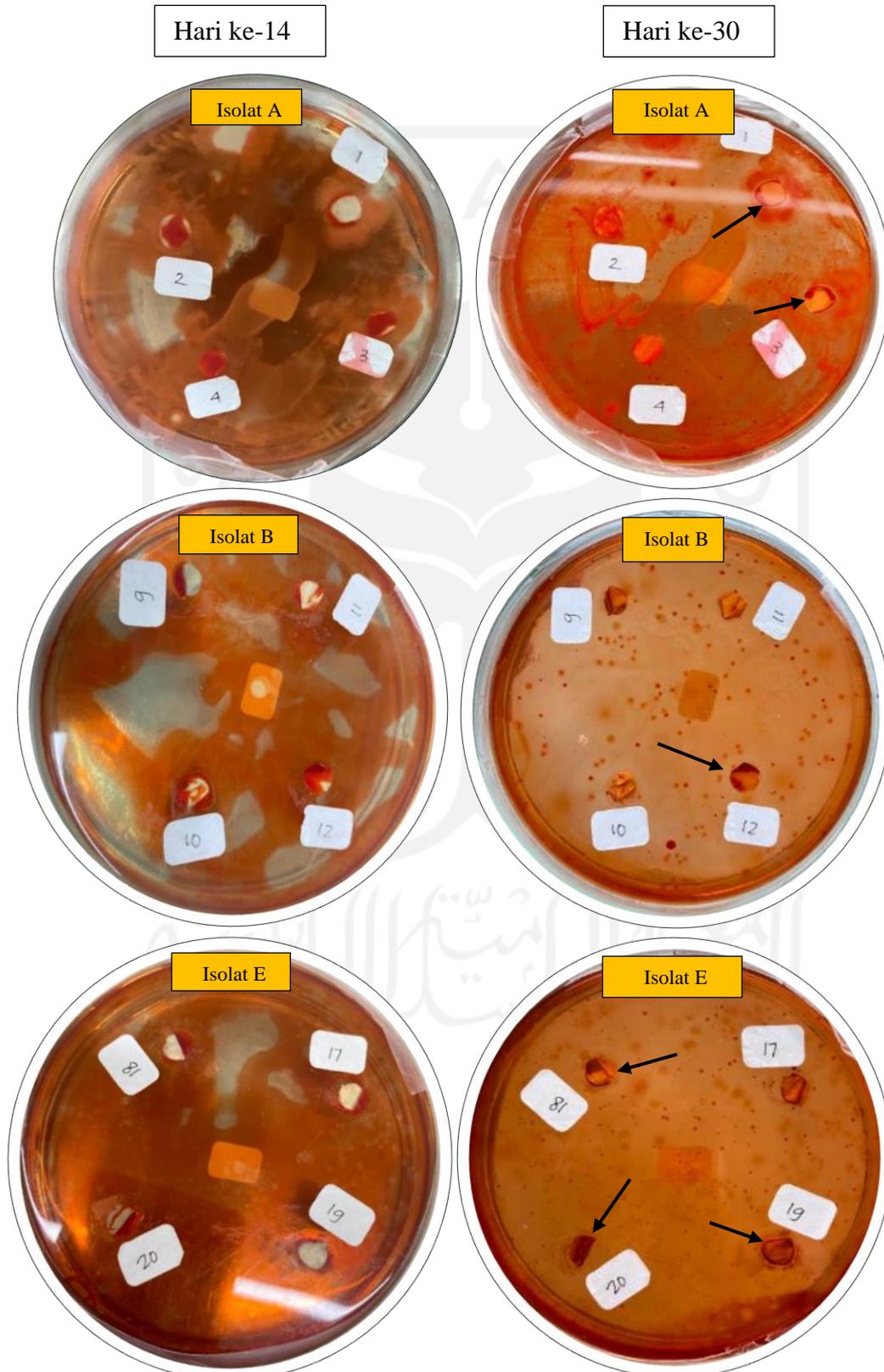
Tabel 4. 5 *Clear zone* yang terbentuk pada area plastik

Isolat	Kode Plastik	Jarak <i>clear zone</i> dengan plastik ± (mm)	Min ± (mm)	Max ± (mm)	Rata-rata ± (mm)
A	1	0.8	0	1	0.35
	2	0			
	3	0			
	4	1			
A2	5	1	0	1	0.35
	6	0			
	7	0			
	8	0			
B	9	0	0	0.1	0.013

	10	0			
	11	0			
	12	0			
B2	13	0			
	14	0			
	15	0.1			
	16	0			
E	17	0	0	1	0.53
	18	0.3			
	19	0.8			
	20	0.8			
E2	21	0			
	22	1			
	23	0.3			
	24	1			
F	25	0.8	0	3	1.23
	26	2			
	27	0			
	28	1			
F2	29	3			
	30	0			
	31	2			
	32	1			
H	33	1	0	1	0.48
	34	0.8			
	35	1			
	36	1			
H2	49	0			
	50	0			
	51	0			
	52	0			
J	37	3	0	3	0.94
	38	0			
	39	1			
	40	0.5			
J2	41	0			
	42	0			
	43	2			
	44	1			

Berdasarkan Tabel 4.5, diketahui bahwa isolat bakteri dominan dapat membentuk *clear zone* dengan ukuran yang berbeda-beda. Menurut Lucas *et al.*, (2008) dalam jurnal Sirezha (2015) *clear zone* terbentuk karena adanya aktivitas penggunaan zat plastik pada media NA sebagai sumber energi dan karbon untuk melakukan metabolisme. Isolat kode F memiliki potensi terbesar untuk melakukan degradasi plastik karena memiliki nilai rata-rata jarak *clear zone* yang terbentuk di area plastik yaitu  $\pm 1,23$  mm. Sedangkan bakteri

dengan potensi terkecil dalam mendegradasi plastik yaitu kode B dengan nilai rata-rata jarak *clear zone* yang terbentuk di area plastik yaitu  $\pm 0,013$  mm. Berikut merupakan dokumentasi terbentuknya *clear zone* hari ke-14 hingga hari ke-30 yang terlihat pada Gambar 4.11.





Gambar 4. 11 *Clear Zone* yang terbentuk pada plastik dengan media NA

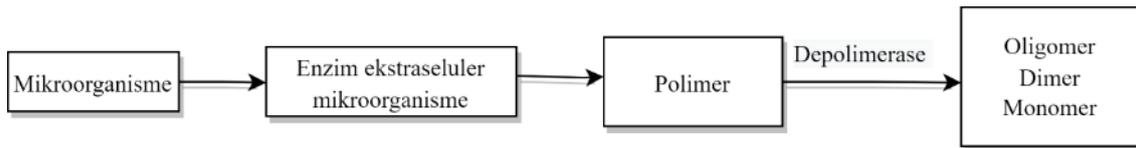
Dokumentasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran E.

Pada penelitian ini, isolat F yang membentuk *clear zone* terbesar di area plastik merupakan salah satu bakteri dalam genus *Micrococcus*. Pada penelitian sebelumnya oleh Vianti *et al.*, (2020) juga telah disebutkan bahwa bakteri dalam genus *Micrococcus* yaitu *Micrococcus rubidaea* dan *Micrococcus marcescens* memiliki kemampuan degradasi plastik secara berurutan sebesar 98% dan 96%. Sedangkan pada penelitian oleh Iqbal *et al.*, (2020) diketahui bahwa bakteri *Streptococcus thermophilus* dapat mendegradasi polyethylene sebesar 19,5%.

Pengujian degradasi plastik ini dilakukan selama  $\pm$  3 minggu dalam inkubator bersuhu 30°C. Metode pendekatan *clear zone* ini juga digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Usha *et al.*, (2011) yang juga mengamati potensi bakteri yang diambil dari tanah pada tumpukan sampah untuk mendegradasi plastik berjenis LDPE menggunakan media *Mineral Salt Agar* (MSA) yang diinkubasi pada suhu 25-30°C selama 10 hari. Plastik yang digunakan pada penelitian tersebut berjenis *cup* dan *polyethylene*. Pada percobaan tersebut, diketahui bahwa bakteri yang berpotensi dalam melakukan aktivitas degradasi plastik yaitu *Pseudomonas* sp, *Staphylococcus* sp, dan *Bacillus*. Selain itu, *Staphylococcus* juga diketahui dapat mendegradasi logam Cr(VI) dengan menurunkan konsentrasinya dalam durasi 24 jam (Lewaru *et al.*, 2013).

Proses pengamatan degradasi plastik dengan melihat zona jernih merupakan salah satu langkah awal untuk melihat adanya aktivitas bakteri pada area plastik. Uji kemampuan bakteri sebagai agen biodegradasi plastik dapat diamati lebih lanjut dengan melihat terbentuknya *biofilm* serta persentase pengurangan berat plastik. *Biofilm* terbentuk dari koloni bakteri yang melekat pada plastik untuk melakukan pemecahan ikatan polimer kompleks menjadi ikatan yang lebih sederhana seperti monomer, dimer dan oligomer menggunakan bantuan enzim ekstraseluler (Das & Kumar, 2013).

Polimer dapat terdegradasi akibat adanya enzim yang menempel pada substrat, kemudian terjadi pembelahan hidrolitik dan mengalami mineralisasi sehingga berubah menjadi CO<sub>2</sub> dan air (Tokiwa *et al.*, 2009). Plastik dapat terdegradasi dalam jangka waktu yang cukup lama karena ketika nutrisi atau karbon yang terkandung pada komposisi media NA habis sehingga bakteri menggunakan plastik sebagai sumber karbon untuk melangsungkan proses metabolisme (Fachrul *et al.*, 2021). Berikut merupakan proses degradasi plastik secara umum yang dikemas secara sederhana terlihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Proses degradasi plastik secara umum  
(Fachrul *et al.*, 2021)

Faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas degradasi plastik yaitu suhu, pemasukan oksigen dan nutrisi, pH, kelembapan, serta ikatan struktur kimia plastik (Mukanto *et al.*, 2015). Oksigen memiliki pengaruh dalam proses biodegradasi karena dalam kondisi aerob, oksigen menjadi akseptor elektron dan memecah zat kimia menjadi senyawa organik yang lebih sederhana dan menghasilkan CO<sub>2</sub>, biomassa bakteri serta air. Sedangkan pada kondisi anaerob, akseptor elektron yang digunakan yaitu Fe<sup>3+</sup>, CO<sub>2</sub>, dan lain-lain (Priyanka & Archana, 2011). Lingkungan dengan suhu maupun pH yang cocok bagi bakteri dapat meningkatkan aktivitas metabolisme maupun pertumbuhan bakteri sehingga mampu melakukan degradasi secara efisien. Sebaliknya, semakin kuat ikatan polimer pada struktur kimia plastik maka proses degradasi akan semakin lama (Siregar, 2016).

#### 4.3 Teknik Bioremediasi

Secara pencegahan, sebagai masyarakat awam kita harus mengurangi polutan plastik dengan meminimasi penggunaan plastik atau mengubah gaya hidup secara perlahan untuk menjaga lingkungan sekitar. Plastik yang berakhir di TPA Piyungan, Bantul, DIY termasuk salah satu hasil dari kegiatan sehari-hari masyarakat maupun industri yang selalu menggunakan plastik baik sebagai kemasan makanan, kantong belanja, dan lain sebagainya. Sedangkan secara teknologi, adapun metode bioremediasi secara *in situ* yang dapat digunakan untuk mengurangi sampah plastik di TPA Piyungan.

Zulaika *et al.*, (2017) menyebutkan bahwa biodegradasi areob lebih efektif dibandingkan anaerob karena dapat meningkatkan populasi bakteri dengan menghasilkan energi yang lebih banyak dibandingkan saat kondisi anaerob. Dalam penelitian ini, diperoleh genus bakteri yang bersifat aerob yaitu *Staphylococcus* dan *Micrococcus* yang memiliki potensi untuk mendegradasi plastik. Proses degradasi plastik di lingkungan membutuhkan waktu yang sangat lama karena disebabkan oleh kuatnya ikatan polimer plastik serta lingkungan yang kurang sesuai untuk bakteri sebagai agen bioremediasi mikroplastik yang beraktivitas dalam kondisi aerob.

Bioremediasi *in situ* merupakan suatu metode remediasi yang dilakukan pada lokasi yang akan diperbaiki kondisinya seperti bioaugmentasi, biostimulasi, serta bioventing, dan lain sebagainya. Bioaugmentasi merupakan metode dimana strain bakteri pengurai diinjeksikan ke *site* yang ingin diremediasi. Sedangkan biostimulasi merupakan metode untuk meningkatkan aktivitas bakteri dengan menambahkan nutrisi atau oksigen (Ajeng, 2011). Bioventing merupakan metode untuk meningkatkan aktivitas degradasi dengan menginjeksikan oksigen ke dalam *site* remediasi (Melati, 2020).

Menurut Miri *et al.*, (2022), metode biostimulasi dapat mempercepat degradasi polimer seperti PE, PVC, PLA, dan PHB dengan menambahkan 0,2% *sodium lactate* pada tanah sehingga dapat mempercepat degradasi hingga 24%-62% selama 150 hari. Selain dapat mempercepat degradasi mikroplastik, Amelia & Sulistyaning, (2021) menggunakan metode biostimulasi pada tanah yang tercemar *crude oil* pada Desa Wonocolo, Kabupaten Bojonegoro dengan menambahkan *biosurfactant shannolipid* dengan hasil degradasi sebesar 80,5%-86,1%. Oleh karena itu, berdasarkan *study case* pada TPA Piyungan dapat dilakukan pendekatan metode biostimulasi dengan menyesuaikan luas dan kondisi *landfill* yang akan diremediasi. Proses injeksi nutrisi dan oksigen dapat meningkatkan aktivitas degradasi plastik karena bakteri yang ditemukan rata-rata bersifat aerob dan fakultatif aerob, sehingga diperoleh lingkungan yang sesuai dengan karakteristik dan sifat bakteri-bakteri tersebut.

Metode tersebut memiliki kelebihan yaitu dapat dilakukan dengan biaya yang tidak mahal dan bersifat ramah lingkungan. Akan tetapi, terdapat kelemahan pada metode tersebut yaitu proses degradasinya membutuhkan waktu yang lama dan jika bakteri pada tanah meningkat, kemungkinan dampak bahaya kesehatan akibat bakteri tersebut dapat terpapar pada pekerja yang kontak dengan tanah maupun berkegiatan di area *landfill* tersebut (Wahyuni *et al.*, 2018). Dampak bahaya kesehatan tersebut diantaranya yaitu diare, muntaber, gangguan kelenjar endokrin, infeksi mata, meningitis, dan lain sebagainya (Toy *et al.*, 2015). Sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai teknik bioremediasi yang paling tepat untuk diterapkan di TPA Piyungan, Bantul, DIY.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB V SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Koloni bakteri dari titik *sampling* A, B, dan C pada tanah *Landfill* TPA Piyungan, Bantul, DIY diperoleh 6 jenis isolat dominan yang memiliki potensi dalam mendegradasi *Polypropylene* (PP) yaitu, diantaranya isolat A, B, F, H, dan J yang secara berurutan mempunyai kemiripan morfologi dengan bakteri pada genus *Staphylococcus*, *Sarcina*, *Bifidobacterium*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, dan *Enterococcus*.
2. Isolat F memiliki potensi tertinggi dalam mendegradasi mikroplastik yang ditandai dengan pembentukan *clear zone* rata-rata terbesar yaitu  $\pm 1,23$  mm.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, berikut saran yang dapat diberikan, yaitu :

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik morfologi bakteri yang ditemukan dari tanah *landfill* di TPA, Piyungan, Bantul, DIY.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektivitas bakteri dalam mendegradasi mikroplastik khususnya dalam indikator *biofilm* dan persentase pengurangan berat plastik.
3. Perlu dilakukan pengondisian lingkungan yang baik dan sesuai bagi isolat bakteri pendegradasi yang ditemukan.
4. Dilakukan perencanaan metode bioremediasi *in situ* yang direkomendasikan yaitu biostimulasi pada tanah *landfill* di TPA Piyungan, Bantul, DIY.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Afianti, N. F. (2018). Potensi Bakteri Laut Untuk Bioremediasi. *Oseana*, 43(4), 18–27. <https://doi.org/10.14203/oseana.2018.vol.43no.4.6>
- Amelia, N., & Sulistiyuning, T. H. (2021). Kajian Pengaruh Penggunaan Biosurfaktan Rhamnolipida dan Surfaktan pada Proses Bioremediasi Tanah Tercemar Crude Oil. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.64012>
- Anggiani, M. (2020). Potensi Mikroorganisme Sebagai Agen Bioremediasi Mikroplastik Di Laut. *Oseana.Lipi.Go.Id*, 45(2), 40–49. <https://ourworldindata.org/plastic-polluti>
- Asmi, N. (2020). Isolasi Mikroorganisme Pendegradasi Polimer High Density Polyethylene (HDPE). *Fakultas Sains Dan Teknologi*.
- Azizah, P., Ridlo, A., Suryono, C. A., Kelautan, D. I., Perikanan, F., & Diponegoro, U. (2020). Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara , Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 326–332.
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and Fragmentation of Plastic Debris in Global Environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985–1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
- Batubara, U. M., Susilawati, I. O., & Riany, H. (2015). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Indigenous Tanah Di Kawasan Kampus Universitas Jambi Isolation and Characterization of Indigenous Soil Bacteria in. *Prosiding Semirata 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Bara*, 243–250.
- Caruso, G. (2015). Plastic Degrading Microorganisms as a Tool for Bioremediation of Plastic Contamination in Aquatic Environments. *Journal of Pollution Effects & Control*, 03(03), 2–4. <https://doi.org/10.4172/2375-4397.1000e112>
- Das, M. P., & Kumar, S. (2013). *Formation on Ldpe Biodegradation*. 5(4), 3–7.
- Fachrul, M. F., & Rinanti, A. (2018). Bioremediasi Pencemar Mikroplastik di Ekosistem Perairan Menggunakan Bakteri Indigenous. *Prosiding Seminar Nasional Kota Berkelanjutan, 2015*, 302–312.
- Fachrul, M. F., Rinanti, A., Tazkiaturrizki, T., Agustria, A., & Naswadi, D. A. (2021). Degradasi Mikroplastik pada Ekosistem Perairan oleh Bakteri Kultur Campuran *Clostridium* sp. dan *Thiobacillus* sp. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga*

- Faure, F., Demars, A. C., Wieser, A. O., & B, A. M. K. (2015). *Plastic Pollution in Swiss Surface Waters : Nature and Concentrations, Interaction with Pollutants*. 582–591.
- Friska, A. (2019). *Isolasi Bakteri Endofit dari Bruguira sp. Sebagai Sumber Senyawa Antibakteri*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Hikmawati, F., Susilowati, A., & Setyaningsih, R. (2019). Colony Morphology and Molecular Identification of *Vibrio* spp. On Green Mussels (*Perna Viridis*) in Yogyakarta, Indonesia Tourism Beach Areas. *Biodiversitas*, 20(10), 2891–2899. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201015>
- Holderman, M. V., De Queljoe, E., & Rondonuwu, S. B. (2017). Identifikasi Bakteri Pada Pegangan Eskalator Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan Di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1), 13. <https://doi.org/10.35799/jis.17.1.2017.14901>
- Iqbal, M., Jurusan, F., Biologi, T., Tarbiyah, F., Keguruan, I., & Tulungagung, I. (2020). *Uji Degradasi Plastik Polietilen Menggunakan Metode Kolom Winogradsky dengan Penambahan Lactobacillus bulgaricus dan Streptococcus thermophilus*. *Polyethylene Plastic Degradation Test Using the Winogradsky Column Method with Lactobacillus bulgaricus and Str.* 9(2), 153–157.
- Irfan, M. (2014). Isolasi Dan Enumerasi Bakteri Tanah Gambut Di Perkebunan Kelapa Sawit Pt.Tambang Hijau Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. *Jurnal Agroteknologi*, 5(1), 1–8.
- Jeygowri, N., Parahitayawa, N., Jeyatilake, S., Ranadheera, S., & Madhujith, T. (2015). Study on isolation of potentially probiotic *Lactobacillus* species from fermented rice. *Tropical Agricultural Research*, 26(3), 428. <https://doi.org/10.4038/tar.v26i3.8106>
- Lestari, P., Zusfahair, Z., Riana Ningsih, D., & Widyaningsih, S. (2008). Pemanfaatan Bakteri Hasil Isolasi Dari Tpa (Tempat Pembuangan Akhir) Gunung Tugel Kabupaten Banyumas Sebagai Agen Biodegradasi Polimer Polieugenol. *Molekul*, 3(2), 53. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2008.3.2.48>
- Lewaru, S., Riyantini, I., & Mulyani, Y. (2013). IDENTIFIKASI BAKTERI INDIGENOUS PEREDUKSI LOGAM BERAT Cr (VI) DENGAN METODE MOLEKULER DI SUNGAI CIKIJING RANCAEKEK, JAWA BARAT. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 3(4), 81–92.

- Manasa, K., Reddy, R. S., Triveni, S., & Manasa, C. K. (2017). Isolation and Characterisation of *Pseudomonas Fluorescens* Isolates from Different Rhizosphere Soils of Telangana. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry JPP*, 224(63), 224–229. <http://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue3/PartC/6-5-69-257.pdf>
- Mardyansah, D., & Trimulyono, G. (2021). Isolasi , Karakterisasi , dan Uji Potensi Bakteri Pelarut Fosfat dari Rhizosfer Tanaman Jati dan Sengon di Pegunungan Kapur , Daerah Selatan Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Lentera Bio*, 10(2), 188–198.
- Marjayandari, L. (2015). Potensi Bakteri *Bacillus* sp . dalam Mendegradasi Plastik. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(2), 2–5.
- Mark A. Browne, Awantha Dissanayake, Tamara S. Galloway, David M. Lowe, and R. C. T. (2008). Ingested Microscopic Plastic Translocated to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L). *Consensus and Global Environmental Governance: Deliberative Democracy in Nature's Regime*, 42(13), 1–254. [https://doi.org/10.1162/glep\\_r\\_00438](https://doi.org/10.1162/glep_r_00438)
- Megga Ratnasari Pikoli, Festy Auliyaur Rahmah, Arina Findo Sari, Puji Astuti, N. A. S. (2020). Isolasi Mikroorganisme Pendegradasi Mikroplastik dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Vol. 4).
- Miri, S., Saini, R., Davoodi, S. M., Pulicharla, R., Brar, S. K., & Magdouli, S. (2022). Biodegradation of microplastics: Better late than never. *Chemosphere*, 286(P1), 131670. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131670>
- MUKAMTO, M., SRI RAHAYU, Y., LISDIANA, L., & PRANAMUDA, H. (2015). Isolation of Oxo-degradable Polyethylene Degrading-Bacteria of Benowo Landfill Soil Surabaya. *Microbiology Indonesia*, 9(1), 9–16. <https://doi.org/10.5454/mi.9.1.2>
- Munandar, J., & Mulasari, S. A. (2019). Environmental Sanitation and Hygiene on Waste Collector in TPA Piyungan Bantul Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 15(2), 171–178. <https://doi.org/10.15294/kemas.v15i2.13801>
- Munir, E., Sipayung, F. C., Priyani, N., & Suryanto, D. (2018). Potential of Bacteria Isolated from Landfill Soil in Degrading Low Density Polyethylene Plastic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 126(1), 6–13.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/126/1/012144>

- Ni Luh Arisa Prahastuti Winastri, H. M., & Hidayati, F. dan E. (2020). Isolasi dan Uji Kompabilitas Bakteri Hidrolitik dari Tanah Tempat Pemrosesan Akhir Talangagung, Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmu Hayati*, 19(2).
- Nurmiati, N., Periadnadi, P., Alamsyah, F., & Sapalina, F. (2018). Characterization and Potential of Acid Fermentative and Proteolytic Natural Microflora in Several Products of Traditional Dadih from Lembah Gumanti District West Sumatra, Indonesia. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(03), 3151–3163. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.703.364>
- Park, S. Y., & Kim, C. G. (2019). Biodegradation of Micro-Polyethylene Particles by Bacterial Colonization of a Mixed Microbial Consortium Isolated from a Landfill Site. *Chemosphere*, 222, 527–533. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.01.159>
- Pico, Y., Alfarhan, A., & Barcelo, D. (2019). Nano- and Microplastic analysis: Focus on their Occurrence in Freshwater Ecosystems and Remediation Technologies. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 113, 409–425. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.08.022>
- Priyanka, N., & Archana, T. (2011). Biodegradability of Polythene and Plastic By The Help of Microorganism: A Way for Brighter Future. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, 01(02). <https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000111>
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421>
- Putra, H. P., Damanhuri, E., & Sembiring, E. (2019). Sektor Baru Pengelolaan Sampah Di Indonesia. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 11(1), 11–24.
- Rahayu, I. (2019). *Analisis Strategi Pengelolaan Sampah Di TPST Piyungan Kabupaten Bantul Dalam Upaya Mengurangi Banjir Sampah*. May.
- Reformanda, S., Sipriyadi, Darwis, W., Wibowo, R. H., Supriati, R., & Siboro, R. (2021). Isolation and Identification of Cellulase- Producing Encophytic Bacteria From Yellow Root Plants ( *Arvangelisia flava* (L.) Merr) From Enggano Island . *Proceedings of the 3rd KOBICONGRESS, International and National Conferences (KOBICINC 2020)*, 14(Kobicinc 2020), 523–528.

<https://doi.org/10.2991/absr.k.210621.087>

- Sa'diyah, A., & Trihadiningrum, Y. (2021). Kajian Fragmentasi Low Density Polyethylene akibat Radiasi Sinar Ultraviolet dan Kecepatan Aliran Air. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.53590>
- Sabbathini, G. C., Pujiyanto, S., Wijanarka, & Lisdiyanti, P. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Genus Sphingomonas dari Daun Padi (*Oryza sativa*) di Area Persawahan Cibinong. *Jurnal Akademika Biologi*, 6(1), 59–64. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19523>
- Sabdaningsih, A., Budiharjo, A., Kusdiyantini, E., & Biologi, J. (2013). Isolasi Dan Karakterisasi Morfologi Koloni Bakteri Asosiasi Alga Merah (Rhodophyta) Dari Perairan Kutuh Bali. *Jurnal Biologi*, 2(2), 11–17.
- Sari, D. P., Amir, H., & Elvia, R. (2020). Isolasi Bakteri dari Tanah Tempat Pembuangan Akhir Air Sebakul Sebagai Agen Biodegradasi Limbah Plastik Polyethylene. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 4(2), 98–106.
- Sari, N. I. (2014). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Tanah Di Kecamatan Pattallassang Kabupaten Gowa. *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Tanah Di Kecamatan Pattallassang Kabupaten Gowa, skripsi*, 103.
- Sari, R. N. (2017). Karakteristik Air Lindi (Leachate) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang. *Laboratorium Fisika Bumi*, 6(1), 93–99.
- Singh, G., Joyce, E. M., Beddow, J., & Mason, T. J. (2012). Evaluation of Antibacterial Activity of ZnO Nanoparticles. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2(1), 106–120.
- Singh, S., Dutta, U., Gupta, S., Jamwal, S., Bhat, A. K., & Gupta, V. (2017). Morphocultural and Biochemical Identification of Pseudomonas sp. Isolated from the Rhizosphere of Different Vegetable Crops and Study its Efficacy on Solanum melongena (Brinjal). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(2), 22–28. <http://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue2/PartA/6-1-64-652.pdf>
- Sirezha, S. (n.d.). *Potensi Isolat Bakteri Pendegradasi Plastik Jenis Polietilen Oxo-Degradable dari Tanah TPA Benowo Surabaya*.
- Sousa, A. M., Machado, I., Nicolau, A., & Pereira, M. O. (2013). Improvements on Colony Morphology Identification Towards Bacterial Profiling. *Journal of Microbiological Methods*, 95(3), 327–335.

<https://doi.org/10.1016/j.mimet.2013.09.020>

- Sulistyarini Gultom, E., Yusuf Nasution, M., Ayu, A., & Biologi, J. (2017). *Seleksi Bakteri Pendegradasi Plastik Dari Tanah*. 10(2).
- Suryati, Linda, R., & Mukarlina. (2016). Kemampuan Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) dalam Mempertahankan Kesegaran Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L. var. Permata). *Protobiont*, 5(1), 14–19.
- Usha, R., Sangeetha, T., & Palaniswamy, M. (2011). Screening of polyethylene degrading microorganisms from garbage soil. *Libyan Agriculture Research Center Journal International*, 2(4), 200–204.
- Usman, H. Osuji, J. C. (2007). Phytochemical and In Vitro Antimicrobial Assay of The Leaf Extract of *NewBouldia Laevis*. *International Journal of Children's Spirituality*, 9(1), 97–104. <https://doi.org/10.1080/1364436042000200852>
- Utami, I., & Liani, M. (2021). *Identifikasi Mikroplastik pada Air Sumur Gali di sekitar TPA Piyungan Yogyakarta*. XXI(3), 4003–4014.
- Vianti, R. O., Melki, Rozirwan, & Purwiyanto, A. I. S. (2020). Purifikasi Dan Uji Degradasi Bakteri Mikroplastik Dari Perairan Muara Sungai Musi , Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 12(2), 29–36.
- Wahyuningsih, N., & Zulaika, E. (2019). Perbandingan Pertumbuhan Bakteri Selulolitik pada Media Nutrient Broth dan Carboxy Methyl Cellulose. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 7–9. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36283>
- Wati, R. I. (2020). Uji Kemampuan Biodegradasi Sampah Plastik Polyethylene (PE) oleh Bakteri Pendegradasi Plastik yang Diisolasi dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jabon. *Fakultas Sains Dan Teknologi*.
- Wati, R. Y. (2018). Pengaruh Pemanasan Media PCA Berulang Terhadap Uji TPC di Laboratorium Mikrobiologi Teknologi Hasil Pertanian Unand. *Jurnal TEMAPELA*, 1(2), 44–47. <https://doi.org/10.25077/temapela.1.2.44-47.2018>
- Widhorini, W., & Rafianti, R. (2019). Uji Daya Hambat Ekstrak Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Pertumbuhan *Salmonella typhi* pada Media Nutrien Agar (NA). *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11(2), 99. <https://doi.org/10.25134/quagga.v11i2.1877>
- Widianarko, B., & Hantoro, I. (2018). Mikroplastik Mikroplastik dalam Seafood Seafood dari Pantai Utara Jawa. In *Unika Soegijapranata*. Semarang.

cholar.google.es/scholar?hl=es&as\_sdt=0%252C5&q=Funcionalidad+Familiar+en+Alumnos+de+1°+y+2°+grado+de+secundaria+de+la+institución+educativa+parr+oquial+“Pequeña+Belén”+en+la+comunidad+de+Peralvillo%252C+ubicada+en+el+distrito+de+Chancay++periodo+2018&btn

- Widyati, E. (2017). Memahami Komunikasi Tumbuhan-Tanah dalam Areal Rhizosfir untuk Optimasi Pengelolaan Lahan. *None*, 11(1), 33–42. <https://doi.org/10.2018/jsdl.v11i1.8190>
- Wright, S. L., Rowe, D., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). Microplastic Ingestion Decreases Energy Reserves in Marine Worms. *Current Biology*, 23(23), R1031–R1033. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.068>
- Yuan, J., Ma, J., Sun, Y., Zhou, T., Zhao, Y., & Yu, F. (2020). Microbial degradation and other environmental aspects of microplastics/plastics. *Science of the Total Environment*, 715, 136968. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136968>
- Yunita, M., Hendrawan, Y., & Yulianingsih, R. (2015). Quantitative Analysis of Food Microbiology in Flight (Aerofood ACS) Garuda Indonesia Based on the TPC (Total Plate Count) with the Pour Plate Method. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(3), 237–248.
- Zhang, W., Zhang, S., Wang, J., Wang, Y., Mu, J., Wang, P., Lin, X., & Ma, D. (2017). Microplastic Pollution in the Surface Waters of the Bohai Sea, China. *Environmental Pollution*, 231, 541–548. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.058>
- Zulaika, A., Soesilo, T. E. B., & Noriko, N. (2017). Penentuan potensi kemampuan Trichoderma SP. dalam proses degradasi sampah plastik rumah tangga. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XV*, 137–146.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN A

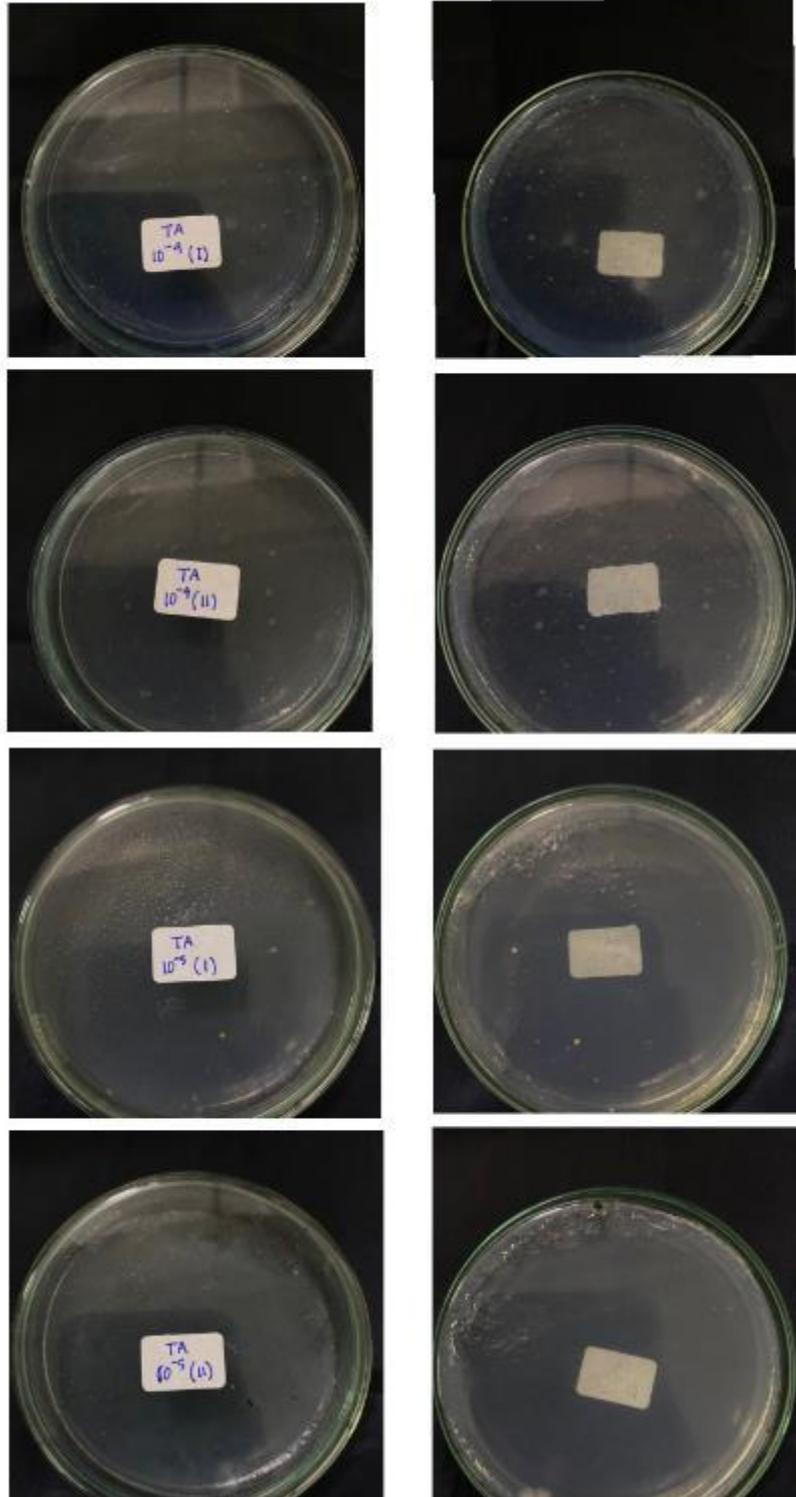
### Dokumentasi Pengambilan Sampel Tanah pada Landfill TPA Piyungan, Bantul, DIY

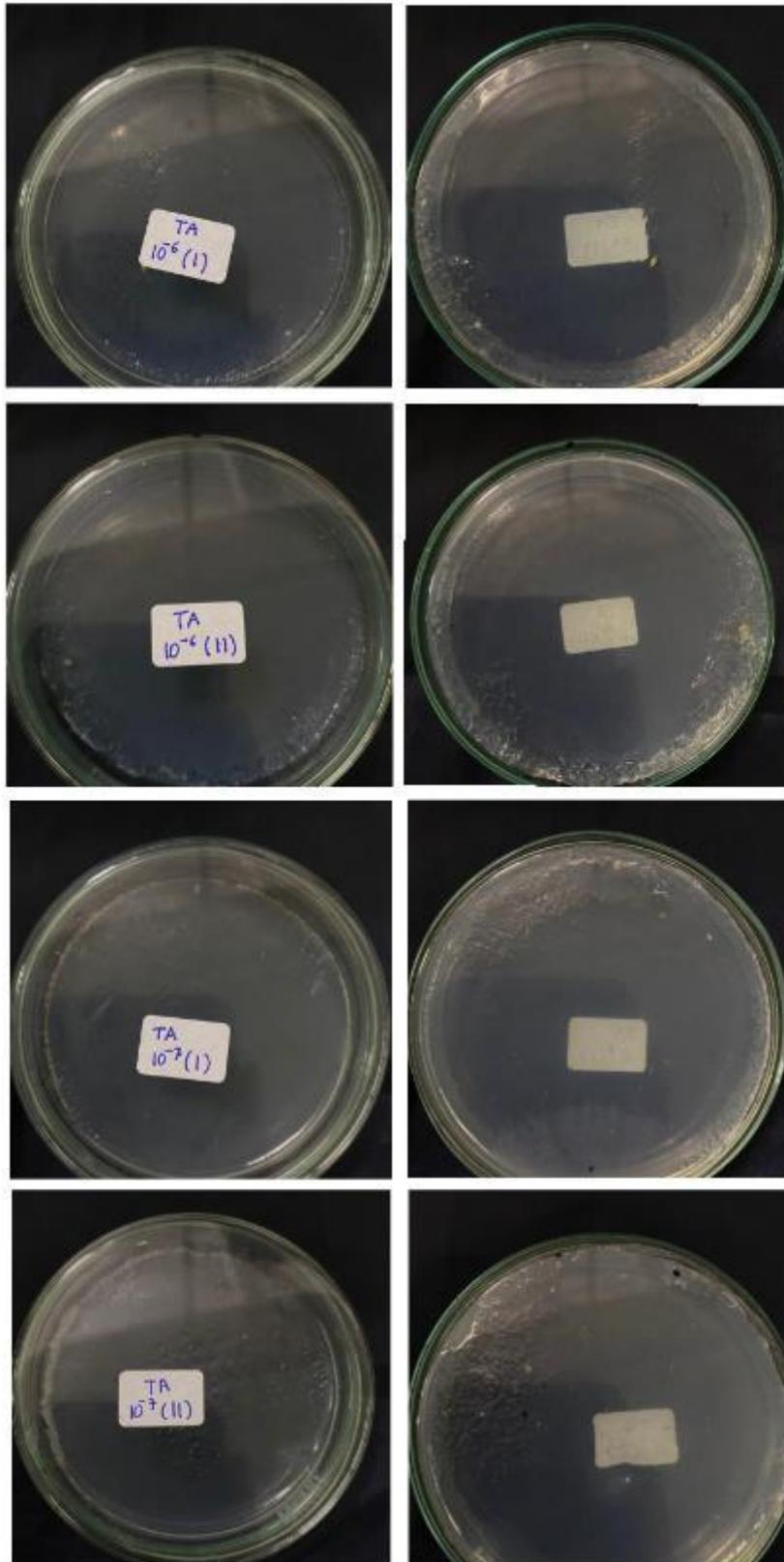


## LAMPIRAN B

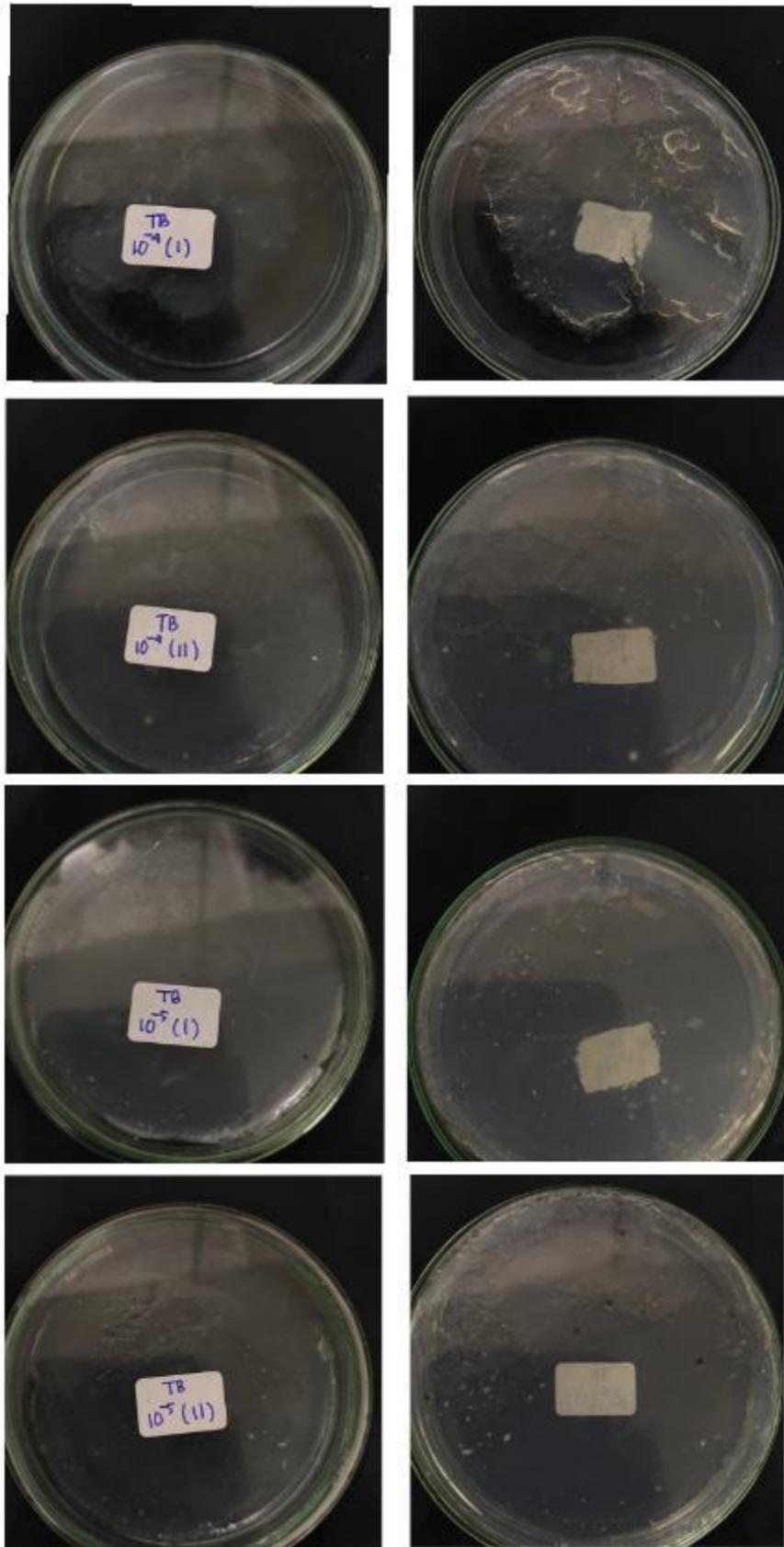
### Dokumentasi Hasil Isolasi Bakteri

1. Sampel bakteri pada media DNB padat titik A

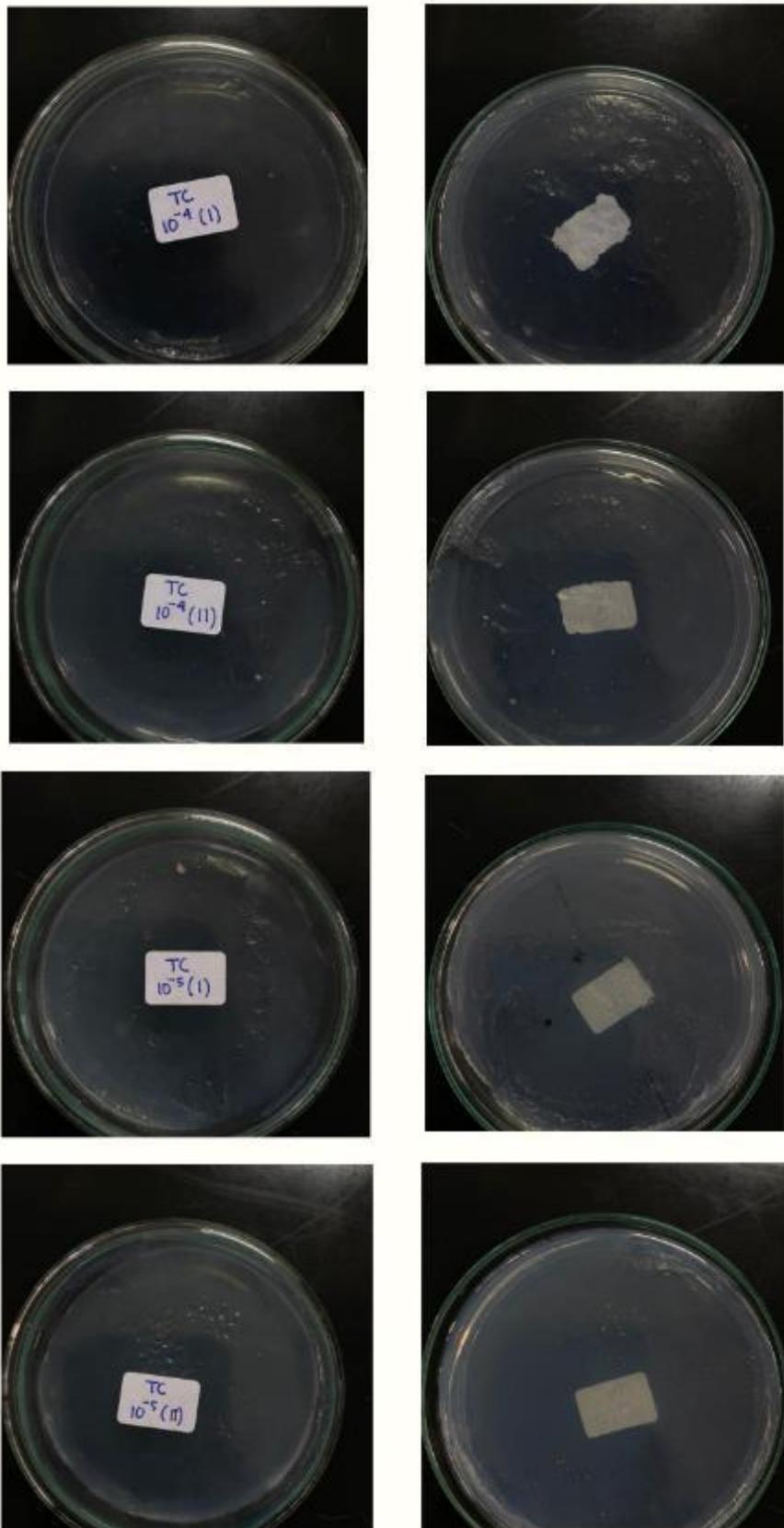


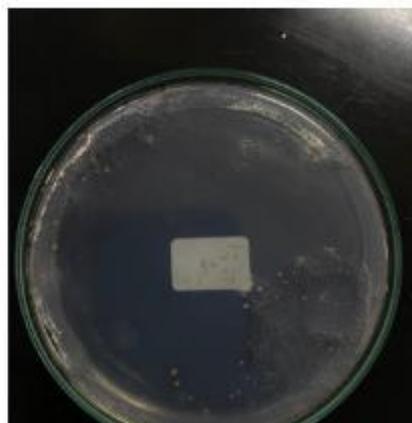
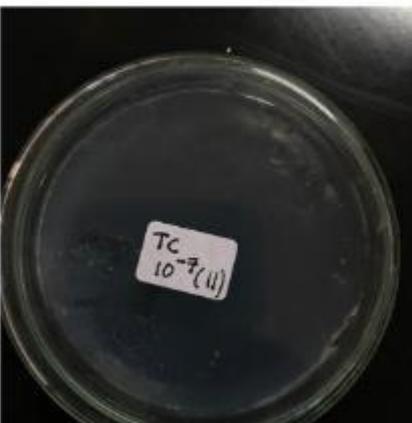
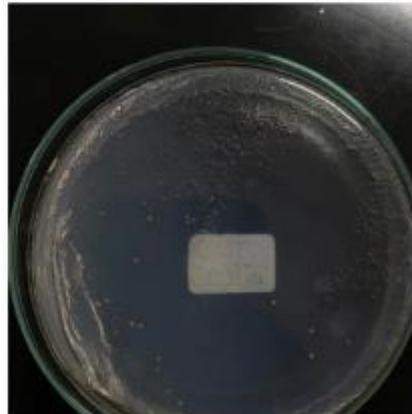
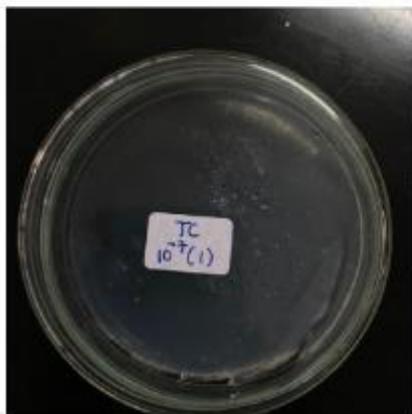
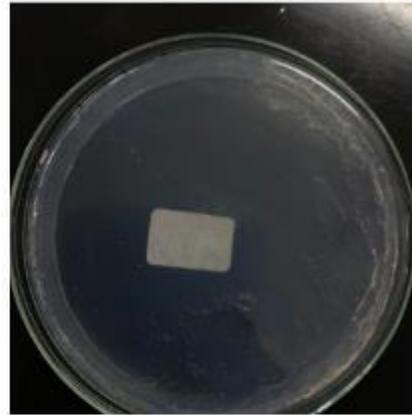
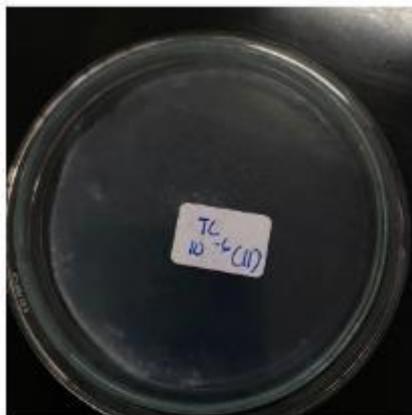
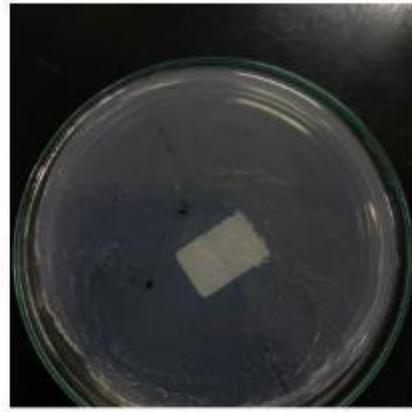
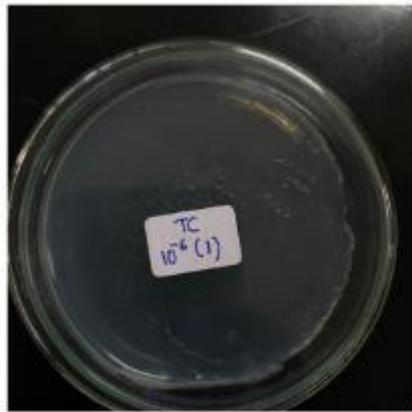


2. Sampel bakteri pada media DNB padat titik B



3. Sampel bakteri pada media DNB padat titik C





5. Isolat pada Media NA berumur 2 hari



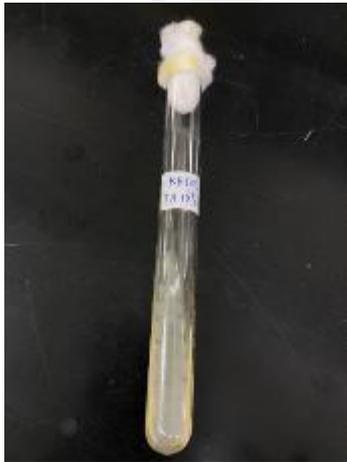
Isolat A



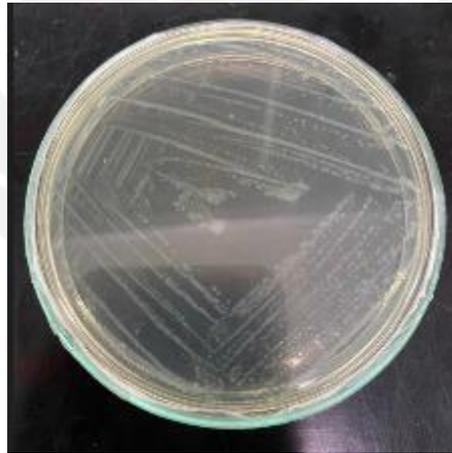
Isolat B



Isolat C



Isolat D



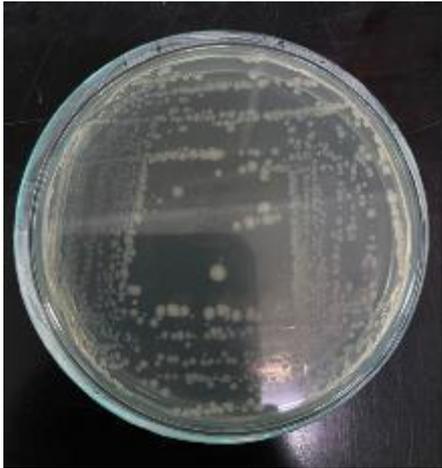
Isolat E



Isolat F



Isolat G



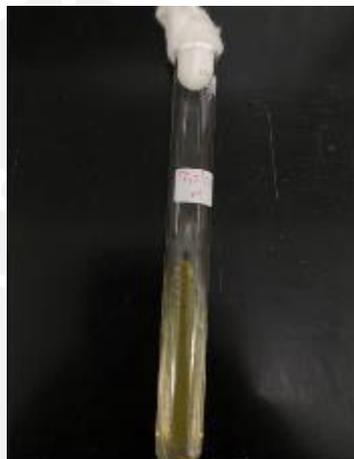
Isolat H



Isolat I



Isolat J



Isolat K



Isolat L



Isolat M



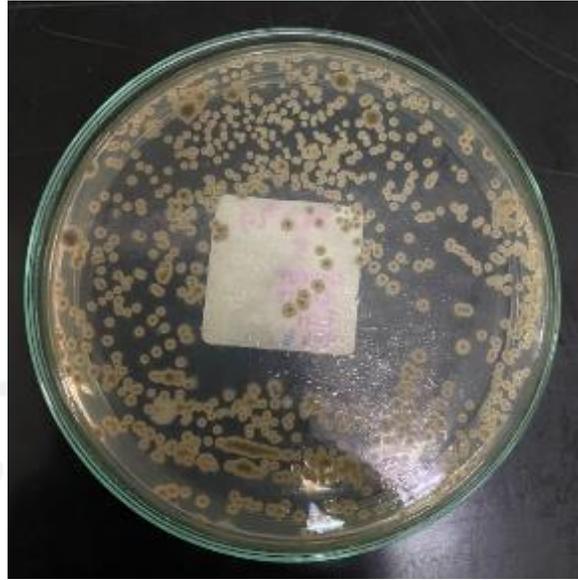
Isolat N



Isolat O



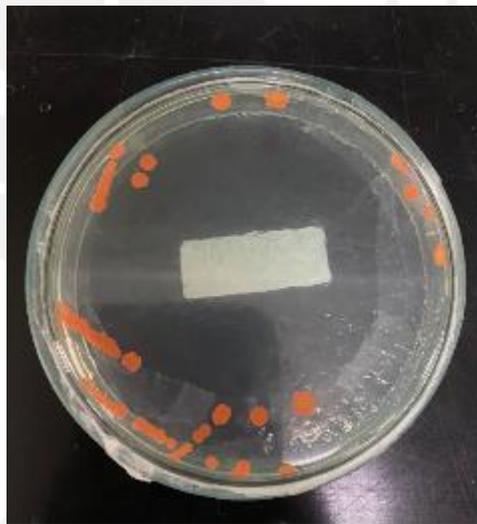
Isolat P



Isolat P



Isolat R



Isolat R

الجامعة الإسلامية  
الاستاذ الدكتور

## LAMPIRAN C

### Lampiran C 1. Hasil Pehitungan Koloni Bakteri dari Titik A

Titik	Konsentrasi	Jumlah koloni	Bentuk	Elevasi	Margin	Warna	Jumlah Koloni
A	10 <sup>-4</sup>	>300	-	-	-	-	-
	10 <sup>-4</sup> (II)	>300	-	-	-	-	-
	10 <sup>-5</sup>	15	<i>Rhizoid</i>	<i>Convex</i>	<i>Filamentous</i>	<i>Kuning</i>	1
			<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Kuning</i>	4
			<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	8
			<i>Spindle</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Kuning</i>	2
	10 <sup>-5</sup> (II)	2	<i>Rhizoid</i>	<i>Convex</i>	<i>filamentous</i>	<i>Putih</i>	1
			<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	1
	10 <sup>-6</sup>	27	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	4
			<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	4
			<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	19
	10 <sup>-6</sup> (II)	11	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Kuning</i>	5
			<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Green</i>	1
			<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	6
	10 <sup>-7</sup>	9	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	4
			<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Green</i>	1
			<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	4
			<i>Rhizoid</i>	<i>Flat</i>	<i>Filamentous</i>	<i>Putih</i>	1
<i>Circular</i>			<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	7	
10 <sup>-7</sup> (II)	13	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	3	
		<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	2	
		<i>Rhizoid</i>	<i>Convex</i>	<i>Filamentous</i>	<i>Putih</i>	1	
		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	8	

Lampiran C 2. Hasil Pehitungan Koloni Bakteri dari Titik B

Titik	Konsentrasi	Jumlah koloni	Bentuk	Elevasi	Margin	Warna	Jumlah Koloni
B	10 <sup>-4</sup>	>300	-	-	-	-	-
	10 <sup>-4</sup> (II)	>300	-	-	-	-	-
	10 <sup>-5</sup>	>300	-	-	-	-	-
	10 <sup>-5</sup> (II)	154	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	87
			<i>Irregular</i>	<i>Convex</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	38
			<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	29
	10 <sup>-6</sup>	140	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	59
			<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	39
			<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	42
	10 <sup>-6</sup> (II)	150	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	69
			<i>Irregular</i>	<i>Convex</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	48
			<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	33
	10 <sup>-7</sup>	32	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	16
			<i>Spindle</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	9
			<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Kuning</i>	7
	10 <sup>-7</sup> (II)	16	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	6
<i>Spindle</i>			<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	7	
<i>Spindle</i>			<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Kuning</i>	2	
<i>Circular</i>			<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	2	

**Lampiran C 3. Hasil Pehitungan Koloni Bakteri dari Titik C**

<b>Titik</b>	<b>Konsentrasi</b>	<b>Jumlah koloni</b>	<b>Bentuk</b>	<b>Elevasi</b>	<b>Margin</b>	<b>Warna</b>	<b>Jumlah Koloni</b>
C	10 <sup>-4</sup>	>300	-	-	-	-	-
	10 <sup>-4</sup> (II)	>300	-	-	-	-	-
	10 <sup>-5</sup>	>300	-	-	-	-	-
	10 <sup>-5</sup> (II)	118	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Filamentous</i>	<i>Kuning</i>	12
			<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	<i>Kuning</i>	22
			<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>Kuning</i>	84
			<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	8
			<i>Spindle</i>	<i>Convex</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	1
	10 <sup>-6</sup>	177	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Filamentous</i>	<i>Kuning</i>	10
			<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>Kuning</i>	129
			<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Transparent</i>	1
			<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	37
	10 <sup>-6</sup> (II)	162	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Entire</i>	<i>Kuning</i>	13
			<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Kuning</i>	132
			<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	2
			<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	15
	10 <sup>-7</sup> (I)	171	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	<i>Kuning</i>	26
			<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Kuning</i>	96
			<i>Spindle</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	3
			<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	39
			<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	<i>Putih</i>	2
			<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	5
	10 <sup>-7</sup> (II)	111	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	<i>Kuning</i>	26
<i>Circular</i>			<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Kuning</i>	45	
<i>Irregular</i>			<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	<i>Putih</i>	7	
<i>Spindle</i>			<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Putih</i>	3	
<i>Circular</i>			<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Putih</i>	30	

Lampiran C 4. Hasil Perhitungan Total Koloni Bakteri

TITIK SAMPLING A				
Pengenceran	I	II	Faktor Pengenceran	PC (CFU/ml)
10 <sup>-5</sup>	15	2	100000	2700000
10 <sup>-6</sup>	27	11	1000000	
TITIK SAMPLING B				
Pengenceran	I	II	Faktor Pengenceran	PC (CFU/ml)
10 <sup>-5</sup>	Spreader	154	100000	15400000
10 <sup>-6</sup>	140	150	1000000	
TITIK SAMPLING C				
Pengenceran	I	II	Faktor Pengenceran	PC (CFU/ml)
10 <sup>-5</sup>	Spreader	118	100000	11800000
10 <sup>-6</sup>	177	162	1000000	

Persamaan : ***Jumlah Koloni × Faktor Pengenceran***

Lampiran C 5. Total Koloni Bakteri Berdasarkan Jenis Morfologi

Kode Isolat	Morfologi Koloni				Jumlah Koloni
	Bentuk	Elevasi	Margin	Warna	
A	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>White</i>	387
B	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>White</i>	77
C	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Yellow</i>	16
D	<i>Rhizoid</i>	<i>Convex</i>	<i>Filamentous</i>	<i>White</i>	3
E	<i>Spindle</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>White</i>	125
F	<i>Irregular</i>	<i>Convex</i>	<i>Undulate</i>	<i>White</i>	86
G	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Filamentous</i>	<i>Yellow</i>	22
H	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	<i>White</i>	213
I	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Entire</i>	<i>Yellow</i>	13
J	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Yellow</i>	273
K	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	<i>Yellow</i>	52
L	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	<i>Yellow</i>	22
M	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	<i>Transparant</i>	1
N	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	<i>White</i>	9
O	<i>Irregular</i>	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	<i>White</i>	5
P	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>White</i>	6
Q	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	<i>Green</i>	2
R	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Undulate</i>	<i>Red</i>	2
<b>Total</b>					<b>1314</b>

Kode Isolat	Morfologi Sel	
	Bentuk sel	Jenis Gram
A	Kokus	+
B	Kokus	+
C	Kokus	+
D	Basil	-
E	Kokus	+
F	Kokus	+
G	Kokus	+
H	Kokus	+
I	Kokus	-
J	Kokus	-
K	Kokus	+
L	Kokus	+
M	Kokus	-
N	Kokus	-
O	Kokus	+
P	Kokus	+
Q	Kokus	+
R	Kokus	+

**Lampiran C 6. Perbandingan Persentase Total Koloni Bakteri Berdasarkan Jenis Morfologi**

TITIK A			TITIK B			TITIK C			TITIK KESELURUHAN		
Kode Isolat	Jumlah Koloni	Persentase	Kode Isolat	Jumlah Koloni	Persentase	Kode Isolat	Jumlah Koloni	Persentase	Kode Isolat	Jumlah Koloni	Persentase
A	43	50%	1	215	45%	1	129	17%	1	387	29.6%
B	17	20%	2	55	12%	2	0	0%	2	72	5.5%
C	9	10%	3	7	1%	3	0	0%	3	16	1.2%
D	3	3%	4	0	0%	4	0	0%	4	3	0.2%
E	10	12%	7	113	24%	7	2	0%	7	125	9.5%
F	0	0%	9	86	18%	9	0	0%	9	86	6.6%
G	0	0%	10	0	0%	10	22	3%	10	22	1.7%
H	0	0%	11	0	0%	11	213	29%	11	213	16.3%
I	0	0%	12	0	0%	12	13	2%	12	13	1.0%
J	0	0%	13	0	0%	13	273	37%	13	273	20.9%
K	0	0%	14	0	0%	14	52	7%	14	52	4.0%
L	0	0%	15	0	0%	15	22	3%	15	22	1.7%
M	0	0%	16	0	0%	16	1	0%	16	1	0.1%
N	0	0%	17	0	0%	17	9	1%	17	9	0.7%
O	0	0%	18	0	0%	18	5	1%	18	5	0.4%
P	0	0%	20	0	0%	20	6	1%	20	6	0.5%
Q	2	2%	5	0	0%	5	0	0%	5	2	0.2%
R	2	2%	6	0	0%	6	0	0%	6	2	0.2%
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>100%</b>	<b>TOTAL</b>	<b>476</b>	<b>100%</b>	<b>TOTAL</b>	<b>747</b>	<b>100%</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1309</b>	<b>100.0%</b>





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN D

**Lampiran D 1. Hasil Pengukuran *Clear Zone***

Isolat	Kode Plastik	Jarak Clear Zone ± (cm)	Jarak Clear Zone ± (mm)
1	1	0.08	0.8
	2	0	0
	3	0	0
	4	0.1	1
1D	5	0.1	1
	6	0	0
	7	0	0
	8	0	0
2	9	0	0
	10	0	0
	11	0	0
	12	0	0
2D	13	0	0
	14	0	0
	15	0.01	0.1
	16	0	0
7	17	0	0
	18	0.03	0.3
	19	0.08	0.8
	20	0.08	0.8
7D	21	0	0
	22	0.1	1
	23	0.03	0.3
	24	0.1	1
9	25	0.08	0.8
	26	0.2	2
	27	0	0
	28	0.1	1
9D	29	0.3	3
	30	0	0
	31	0.2	2
	32	0.1	1
11	33	0.1	1
	34	0.08	0.8
	35	0.1	1
	36	0.1	1
11D	49	0	0
	50	0	0
	51	0	0
	52	0	0
13	37	0.3	3
	38	0	0

	39	0.1	1
	40	0.05	0.5
13D	41	0	0
	42	0	0
	43	0.2	2
	44	0.1	1



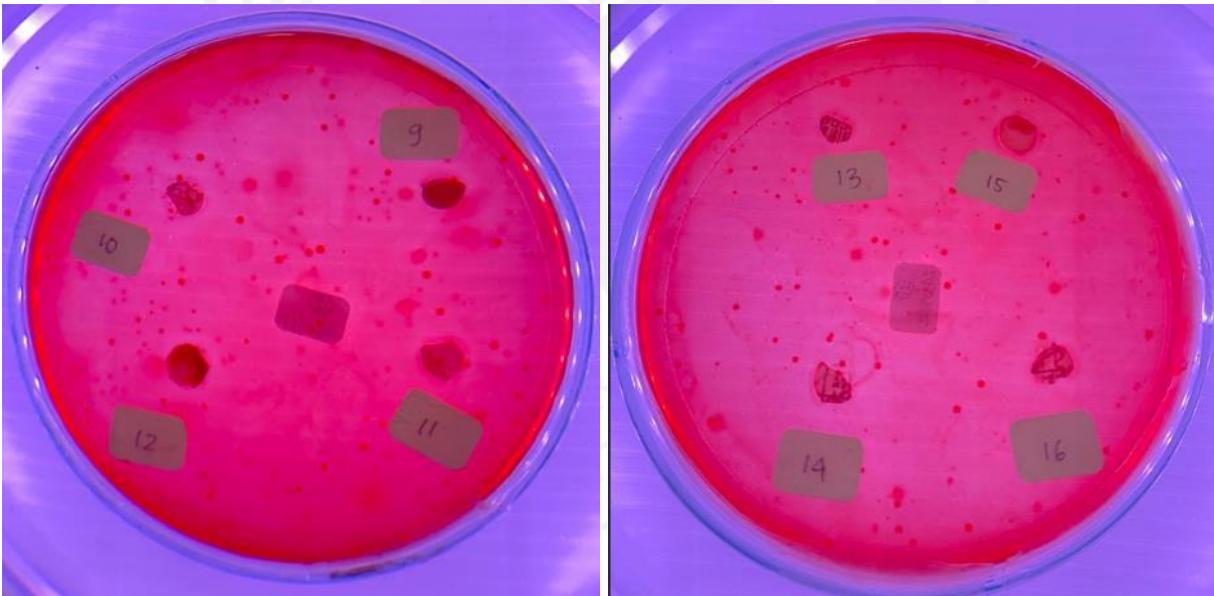
## LAMPIRAN E

### Dokumentasi Hasil Pengamatan *Clear Zone* di Sekitar Plastik menggunakan Alat *Colony Counter*

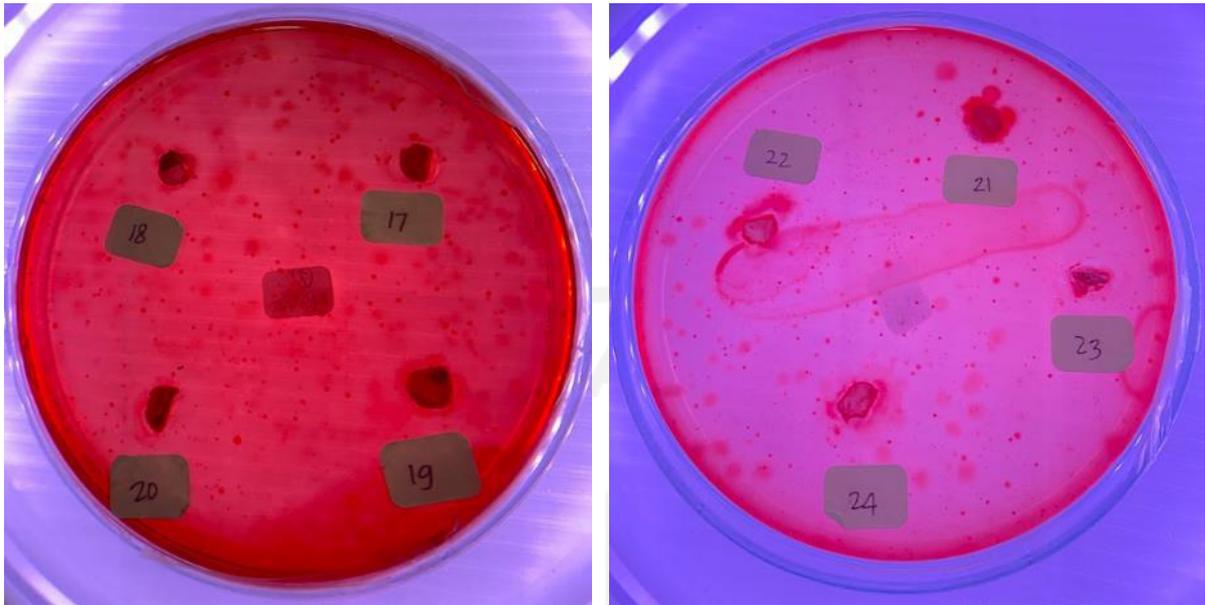
#### 1. *Clear zone* pada petri isolat A dan duplo



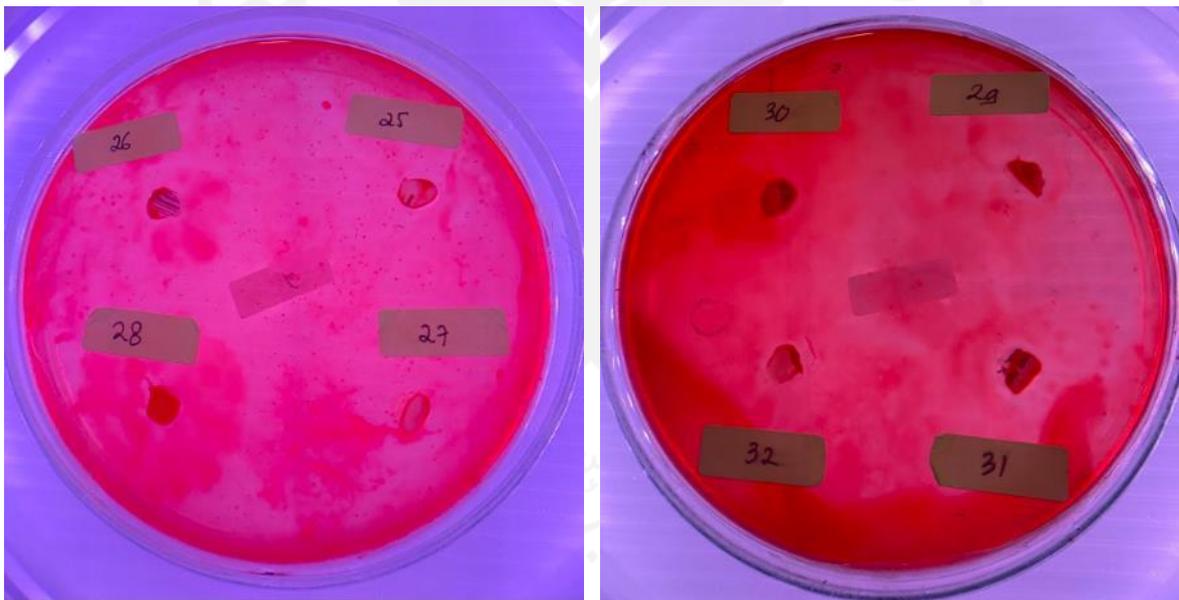
#### 2. *Clear zone* pada petri isolat B dan duplo



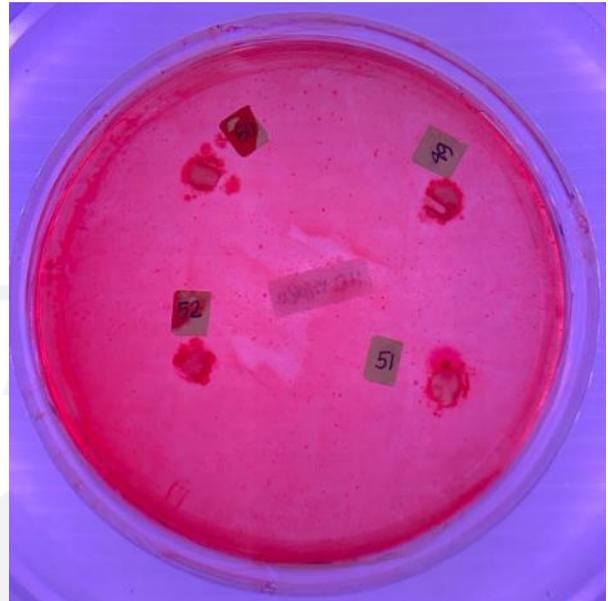
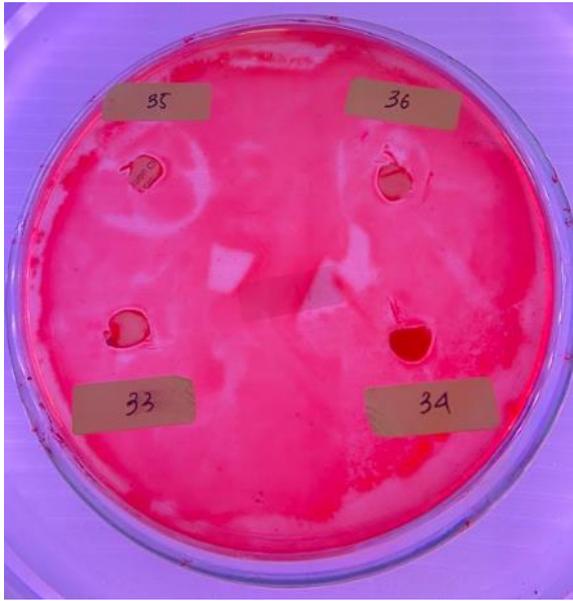
3. *Clear zone* pada petri isolat E dan duplo



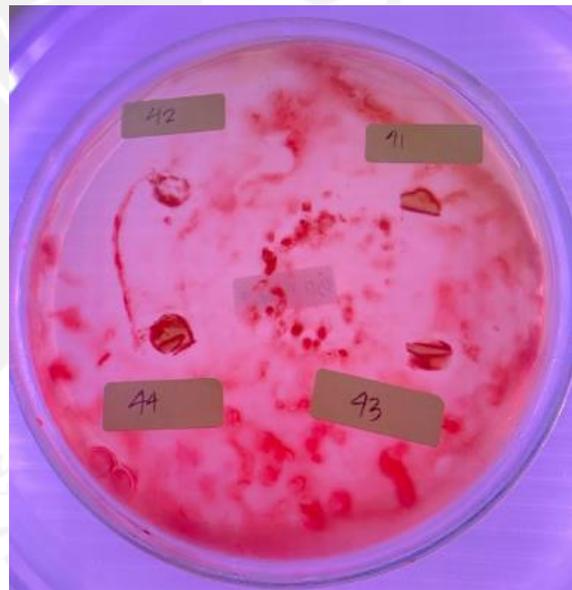
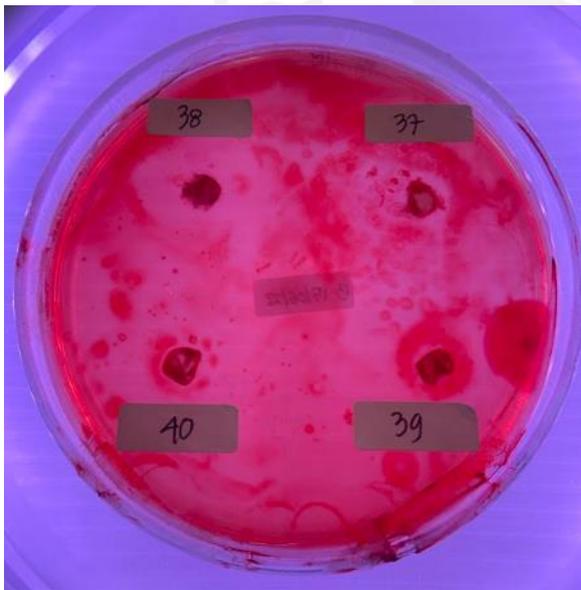
4. *Clear zone* pada petri isolat F dan duplo



5. *Clear zone* pada petri isolat H dan duplo



6. *Clear zone* pada petri isolat J dan duplo



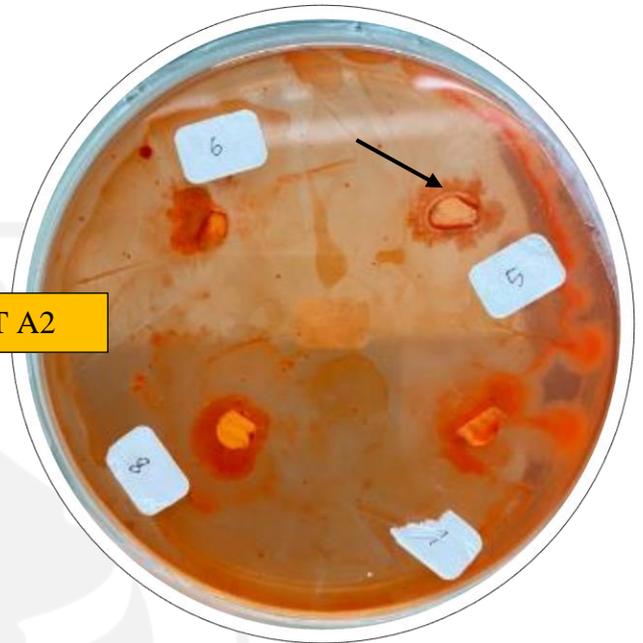
Dokumentasi Hasil Pengamatan *Clear Zone* di Sekitar Plastik

Hari ke-14

Hari ke-30

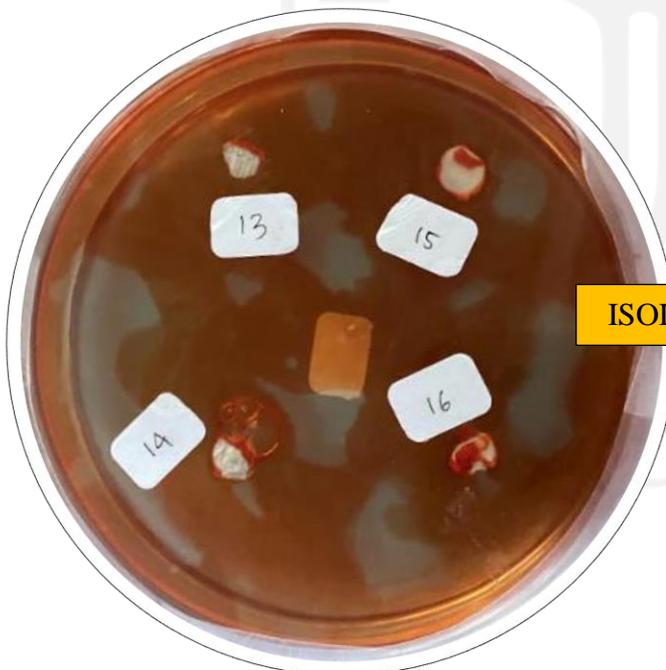


ISOLAT A2

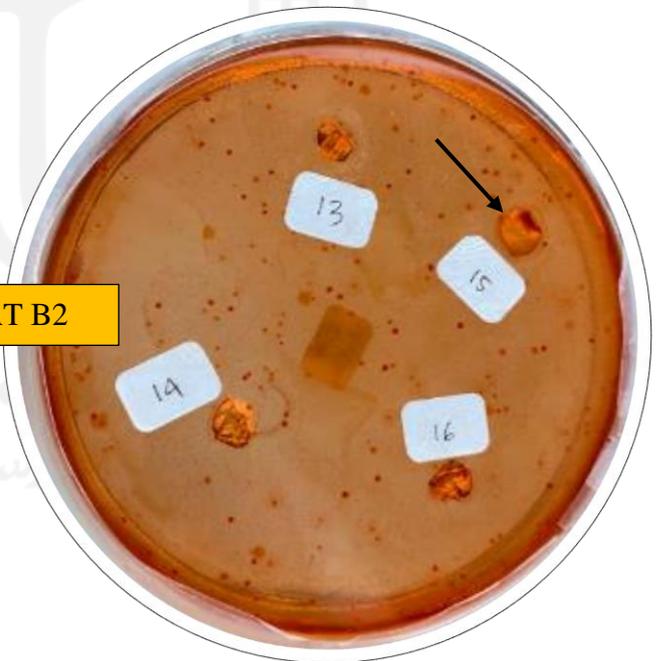


Hari ke-14

Hari ke-30

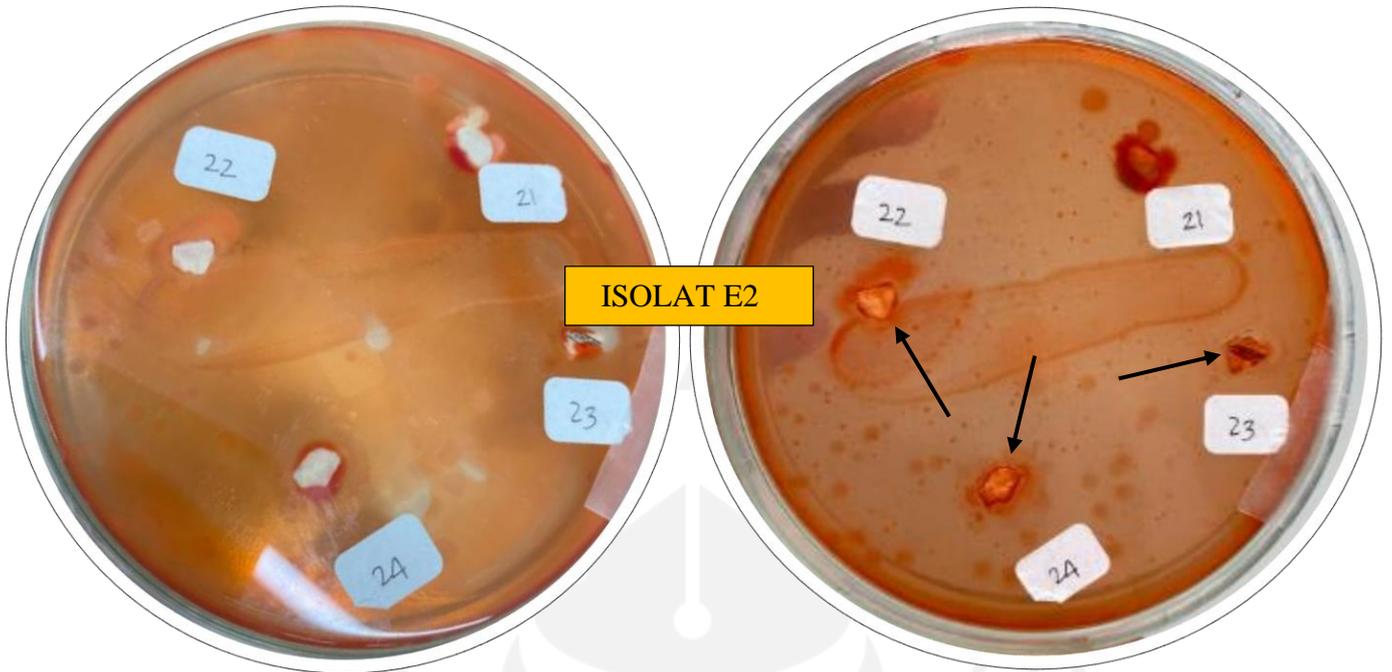


ISOLAT B2



Hari ke-14

Hari ke-30



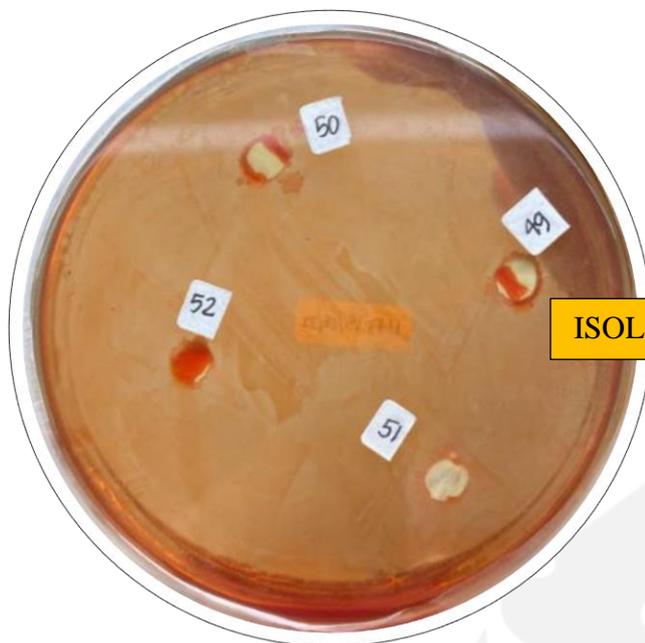
Hari ke-14

Hari ke-30



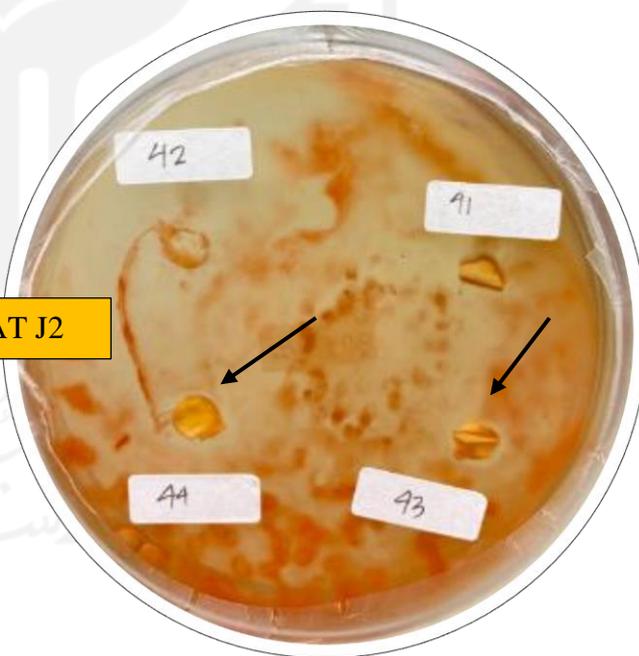
Hari ke-14

Hari ke-30



Hari ke-14

Hari ke-30



## RIWAYAT HIDUP

Nama penulis pada tugas akhir ini yaitu Ardiani Seviana Putri yang dilahirkan pada tanggal 10 Maret 2001. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis memiliki adik perempuan yang berada di jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP), dan dua adik laki-laki yang berada di jenjang Sekolah Dasar (SD) dan Taman Kanak-Kanak (TK). Ayah penulis bernama Dwi Sevi Tikim Santoso dan Ibu bernama Ana Supriani. Penulis memiliki riwayat pendidikan yaitu dari TK Aisyiah Bustanul Athfal pada tahun 2004-2005, lalu bersekolah dasar di SD Negeri Kebun Raya 2 pada tahun 2006-2012, kemudian SMP Negeri 2 Kintap pada tahun 2012-2015, dan bersekolah menengah Akhir SMA Negeri 2 Banjarbaru pada tahun 2015-2018, Kalimantan Selatan. Selanjutnya penulis berkuliah di Universitas Islam Indonesia dengan mengambil jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan pada tahun 2018 hingga sekarang.

Penulis memiliki kegiatan aktif di luar akademik yaitu dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) UII pada periode 2019-2020 sebagai staff Departemen Informasi dan Komunikasi serta melanjutkan periode 2020-2021 sebagai Kepala Departemen Informasi dan Komunikasi. Pada tahun 2018-2019, penulis turut aktif dalam kegiatan-kegiatan yang diselenggarakan oleh HMTL UII atau jurusan sebagai *Organizing Committee* (OC) seperti KURBAN 2018, *Enviro Champions* 2019, Pekan Taaruf 2019, dan Lintas Lingkungan 2019. Selain itu, penulis juga aktif menjadi *Steering Committee* (SC) pada kegiatan *Enviro Champions* 2020.