

KARAKTERISASI BAKTERI PENGURAI PLASTIK ASAL TANAH DAN PEMBUANGAN PLASTIK

SARAH APRILIA



PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Karakterisasi Bakteri Pengurai Plastik Asal Tanah dan Pembuangan Plastik” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Sarah Aprilia
G3501241024

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

SARAH APRILIA. Karakterisasi Bakteri Pengurai Plastik Asal Tanah dan Pembuangan Plastik. Dibimbing oleh NISA RACHMANIA MUBARIK, ANTONIUS SUWANTO, dan RIKA INDRI ASTUTI.

Limbah plastik merupakan permasalahan lingkungan paling mendesak. Mikrob diketahui memiliki kemampuan mendegradasi plastik, namun hanya sebagian kecil yang dilaporkan mampu mendegradasi satu jenis polimer yang berbeda. Tanah tempat pembuangan akhir limbah sampah potensial sebagai sumber isolat yang mampu mendegradasi plastik akibat telah beradaptasi oleh paparan sampah plastik dalam jumlah banyak dan waktu yang lama. Penelitian ini bertujuan mengisolasi, mengkarakterisasi bakteri yang mampu mendegradasi plastik jenis polietilen densitas tinggi (HDPE), polietilen densitas rendah (LDPE), dan polietilen tereftalat (PET) dari tempat pembuangan akhir Galuga, lalu menguraikan kemampuan degradasi terhadap plastik jenis HDPE, LDPE, dan PET meliputi uji bobot hilang dan perubahan gugus fungsi.

Sampel tanah dan plastik hasil penguburan selama tiga bulan diisolasi, diperoleh 57 isolat yang berhasil dimurnikan, sementara itu isolat nonhemolitik diuji lebih lanjut dengan penapisan. Penapisan metode zona bening menggunakan senyawa polietilen glikol, dan metode kolorimetri menggunakan senyawa 2,6 diklorofenolindofenol. Isolat yang potensial diuji kemampuan pengurangan bobotnya selama 28 hari, dan dianalisis perubahan gugus fungsinya menggunakan instrumen *attenuated total reflectance fourier-transform infrared spectroscopy*. Isolat H3L1 T (3) dan H3L2 T (2) secara konsisten menunjukkan hasil positif pada kedua metode penapisan.

Isolat H3L1 T (3) menunjukkan penurunan bobot hilang pada plastik HDPE (18,27%) dan LDPE (8,52%) tertinggi diantara isolat lainnya, sementara plastik PET penurunan bobot tertinggi diperoleh isolat H3L2 T (2) dengan persentase 9,95%. Terdapat variasi hasil antar isolat yang mampu menurunkan bobot lebih baik antar HDPE dan LDPE, tidak selalu lebih tinggi HDPE atau sebaliknya. Pada umumnya LDPE lebih mudah didegradasi daripada HDPE karena strukturnya yang relatif nonkristalin. Perbedaan ini terjadi karena karakteristik spesifik suatu polimer berkaitan dengan ketebalan, luas permukaan, juga kemampuan dari masing-masing isolat untuk membentuk biofilm yang meningkatkan tingkat kolonisasi terhadap polimer. Analisis spektroskopi inframerah sampel yang terpapar bakteri menunjukkan peningkatan transmitans yang berkaitan dengan gugus fungsi karakteristik polimer, yaitu gugus metilena pada plastik polietilena (HDPE dan LDPE) dan gugus ester untuk plastik PET dibandingkan dengan sampel kontrol, meskipun belum menghasilkan adanya gugus fungsi baru yang terbentuk. Berdasarkan analisis morfologi dan molekuler, isolat H3L1 T (3) teridentifikasi sebagai *Bacillus pacificus*. Temuan ini menunjukkan potensi ditemukannya bakteri lain yang mampu mendegradasi lebih dari satu jenis polimer plastik serta menunjukkan bahwa *B. pacificus* merupakan kandidat yang menjanjikan untuk biodegradasi LDPE dan HDPE.

Kata kunci: *Bacillus pacificus*, degradasi, polietilena, polimer, spektroskopi inframerah

SUMMARY

SARAH APRILIA. Characterization of Plastic-Degrading Bacteria from Soil and Plastic Disposal. Supervised by NISA RACHMANIA MUBARIK, ANTONIUS SUWANTO, and RIKA INDRI ASTUTI.

Plastic waste is one of the most pressing environmental problems. Microorganisms are known to degrade plastics; however, only a limited number have been reported to degrade multiple polymer types. Landfill soil represents a potential source of plastic-degrading bacteria because its microbial communities have adapted to prolonged exposure to large quantities of plastic waste. This study aimed to isolate and characterize bacteria capable of degrading high-density polyethylene (HDPE), low-density polyethylene (LDPE), and polyethylene terephthalate (PET) from the Galuga landfill and to evaluate their degradation capacity based on plastic weight loss and changes in functional groups.

Bacteria were isolated from soil and plastic samples retrieved after three months of burial, yielding 57 purified isolates. Nonhemolytic isolates were subsequently screened using a clear-zone assay with polyethylene glycol and a colorimetric assay with 2,6-dichlorophenolindophenol. Potential isolates were evaluated for their ability to reduce plastic weight over 28 days, while changes in polymer functional groups were analyzed using attenuated total reflectance–fourier transform infrared spectroscopy. Isolates H3L1 T (3) and H3L2 T (2) consistently yielded positive results in both screening assays.

Isolate H3L1 T (3) induced the greatest weight loss of HDPE (18.27%) and LDPE (8.52%) among the tested isolates, whereas the greatest PET weight loss (9.95%) was obtained with isolate H3L2 T (2). Weight-loss patterns varied among isolates, with no consistent trend indicating greater weight loss of either HDPE or LDPE. Although LDPE is generally considered more susceptible to degradation than HDPE because of its lower crystallinity, the observed variation may have resulted from sample-specific characteristics, including thickness and surface area, as well as differences in the ability of each isolate to form biofilms and colonize the polymer surface. Infrared spectroscopic analysis revealed increased transmittance at bands associated with the characteristic functional groups of the polymers, specifically methylene groups in polyethylene (HDPE and LDPE) and ester groups in PET, relative to the control samples. However, no new functional groups were detected. Based on morphological and molecular analyses, isolate H3L1 T (3) was identified as *Bacillus pacificus*. These findings demonstrate the potential for identifying additional bacteria capable of degrading multiple plastic polymers and suggest that *B. pacificus* is a promising candidate for HDPE and LDPE biodegradation.

Keywords: *Bacillus pacificus*, degradation, infrared spectroscopy polyethylene, polymers



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

KARAKTERISASI BAKTERI PENGURAI PLASTIK ASAL TANAH DAN PEMBUANGAN PLASTIK

SARAH APRILIA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Mikrobiologi

**PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
— Bogor Indonesia —

Perpustakaan IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1 Watumesa Agustina Tan, S.Si., Ph.D.



Judul Tesis : Karakterisasi Bakteri Pengurai Plastik Asal Tanah dan
Pembuangan Plastik
Nama : Sarah Aprilia
NIM : G3501241024

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Dra. Nisa Rachmania Mubarik, M.Si

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Antonius Suwanto, M.Sc.

Pembimbing 3:

Dr. Rika Indri Astuti, S.Si., M.Si

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, M.S.

NIP 1962032719870320

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.

NIP 197807232007011001

Tanggal Ujian: 7 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2025 sampai bulan Juni 2026 ini ialah eksplorasi bakteri potensial pendegradasi plastik dengan judul “Karakterisasi Bakteri Pengurai Plastik Asal Tanah dan Pembuangan Plastik”.

Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada para pihak yang telah membantu penyusunan hingga penyelesaian penulisan tugas akhir ini. Pihak-pihak tersebut yaitu,

1. Dr. Dra. Nisa Rachmania, M.Si, Prof. Dr. Ir. Antonius Suwanto, M.Sc., dan Dr. Rika Indri Astuti, S.Si., M.Si selaku promotor, kopromotor dan komisi pembimbing yang telah membimbing dan banyak memberi saran selama proses penelitian dan penulisan tesis.
2. Watumesa Agustina Tan, S.Si., Ph. D, selaku dosen penguji luar komisi pembimbing.
3. Seluruh staf tenaga pendidik Departemen Biologi, khususnya Laboratorium Mikrobiologi, atas bantuannya dalam proses dan pengumpulan data penelitian.
4. Pak Wahyudin, dan Ibu Betty selaku staf Dinas Lingkungan Hidup yang bertugas di TPA Galuga, Kota Bogor yang telah membantu proses pengambilan data lapangan.
5. Seluruh dosen Program Studi Mikrobiologi, Departemen Biologi, IPB atas ilmu yang berharga dan dukungan selama penulis menempuh program Magister di IPB.
6. Keluarga tercinta, yaitu Ibu Melfa, Bapak M. Sitanggang, Kak Rouli, dan Adik Martalisa atas doa dan dukungan selama penulis sekolah di IPB.
7. Seluruh rekan penelitian di Laboratorium Mikrobiologi, termasuk Ruhma, Ana, Sinar, Kak Nabila, Kak Acha, Kak Rahil, Kak Sari, Kak Lilik, Kak Shafa, Kak Della, Mba Tika dan nama-nama lain yang tidak bisa semua dimasukkan. Terima kasih telah kebersamai dan menemani selama proses penelitian
8. Teman-teman pascasarjana Mikrobiologi Angkatan 2024 atas kenangan indah selama menempuh studi S2 di IPB

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Sarah Aprilia



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sampah Plastik dan Dampaknya terhadap Lingkungan	4
2.2 Penguraian Plastik di Lingkungan	4
2.3 Perbedaan HDPE, LDPE, dan PET	5
2.4 Bakteri Tanah sebagai Agens Pengurai Plastik	6
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Kerangka Pikir Penelitian	8
3.4 Prosedur Kerja	9
3.5 Analisis Data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Isolat Mikrob diperoleh dari Teknik Penguburan Plastik	14
4.2 Penapisan Bakteri Pendegradasi Plastik	15
4.3 Analisis Degradasi Plastik Berdasarkan Pengurangan Bobot	17
4.4 Analisis Degradasi Plastik Berdasarkan Kualitatif FTIR	19
4.5 Identifikasi Isolat Potensial Pendegradasi Plastik	20
V SIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Simpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	42



DAFTAR TABEL

1	Jumlah isolat bakteri yang berhasil dimurnikan dari sampel tanah dan plastik hasil penguburan tanah TPA Galuga	14
2	Karakteristik isolat berdasarkan kemampuan hemolisis	15
3	Karakterisasi morfologi koloni isolat potensial pendegradasi plastik	21

DAFTAR GAMBAR

1	Skematik diagram tahapan biodegradasi plastik	5
2	Diagram alur penelitian	9
3	Peta pengambilan sampel tanah di TPA Galuga, Bogor, Jawa Barat	10
4	Isolat bakteri yang menghasilkan zona bening	16
5	Rataan rasio absorbansi tiga kelompok perlakuan plastik terhadap blanko (At/Ac)	16
6	Perbandingan tiga isolat dengan rata-rata (At/Ac) terendah dalam mendegradasi sampel plastik	17
7	Persentase pengurangan bobot plastik dari tiga isolat potensial	18
8	Kromatogram hasil FTIR plastik	20
9	<i>Maximum likelihood Tree</i> hasil analisis sekuen 16S rRNA dari isolat L3L2 T (2), H3L1 T (3), dan H3L2 T (2) yang dikonstruksi menggunakan metode Kimura-2 parameter dengan <i>bootstrap</i> 1000x.	21
10	Morfologi sel bakteri potensial pendegradasi plastik	22

DAFTAR LAMPIRAN

1	Komposisi media <i>Mineral Salt Medium</i> (MSM)	32
2	Komposisi media <i>Liquid Carbon Free Broth Medium</i> (LCFBM)	32
3	Uji hemolisis mikrob hasil isolasi	33
4	Absorbansi DCPIP setiap isolat uji selama 6 hari	34
5	Absorbansi DCPIP setiap isolat uji selama 6 hari hasil pengujian kedua	36
6	Pengurangan bobot plastik dari tiga isolat potensial pada media cair selama 28 hari	40
7	Persentase homologi sekuen referensi untuk sampel H3L2 T (2), L3L2 T (2), dan H3L1 T (3) pada <i>database</i> sekuen nukleotida 16S rRNA (<i>Bacteria and Archaea</i>) dari NCBI	41