

DETEKSI GEN *PbrA* DAN *PbrT* DARI ISOLAT BAKTERI TOLERAN PB ASAL AREA DANAU KAOLIN, BELITUNG

JASMINE MARSHA R. MAULANA



DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

@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.



@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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Deteksi Gen *PbrA* dan *PbrT* dari Isolat Bakteri Toleran Pb asal Area Danau Kaolin, Belitung” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Oktober 2025

Jasmine Marsha R. Maulana
G3401211072



ABSTRAK

JASMINE MARSHA R MAULANA. Deteksi Gen *PbrA* dan *PbrT* dari Isolat Bakteri Toleran Pb asal Area Danau Kaolin, Belitung. Dibimbing oleh RIKA INDRI ASTUTI dan IVAN PERMANA PUTRA.

Aktivitas manusia dalam mengolah sumber daya alam terus meningkat dan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, salah satunya pencemaran logam berat timbal (Pb) di tanah dan perairan danau kaolin, Belitung. Bakteri sebagai organisme prokariotik mampu hidup di lingkungan tercemar Pb karena memiliki gen toleran Pb. Penelitian sebelumnya berhasil mengisolasi bakteri yang mampu hidup pada lingkungan dengan kadar $Pb(NO_3)_2$ 100 ppm. Namun, aktivitas pertumbuhan bakteri terutama pada konsentrasi di atas 100 ppm serta gen yang terlibat dalam mekanisme toleransinya belum diketahui. Penelitian ini bertujuan mengetahui aktivitas pertumbuhan bakteri dalam konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ lebih dari 100 ppm dan mendeteksi keberadaan gen *PbrA* dan *PbrT* pada isolat bakteri toleran Pb. Penelitian dilakukan dengan menganalisis kurva pertumbuhan, menghitung laju pertumbuhan, dan mengamplifikasi gen *PbrA* dan *PbrT*. Hasil menunjukkan laju pertumbuhan isolat *Bacillus cereus* galur RDK1 menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ hingga 300 ppm, sedangkan laju pertumbuhan isolat *Burkholderia cenocepacia* galur RDK8 meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ hingga 200 ppm, kemudian menurun pada konsentrasi 300 ppm. Hasil amplifikasi menunjukkan keberadaan gen target *PbrA* namun tidak dengan *PbrT*. Perbedaan aktivitas bakteri dapat disebabkan perbedaan mekanisme dan morfologi yang berkaitan erat dengan faktor genetik bakteri.

Kata kunci: *Bacillus cereus*, *Burkholderia cenocepacia*, laju pertumbuhan, operon *Pbr*, Polymerase Chain Reaction (PCR)

@Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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.



ABSTRACT

JASMINE MARSHA R MAULANA. Detection of *PbrA* and *PbrT* Genes from Lead-Tolerant Bacterial Isolates from the Kaolin Lake area, Belitung. Supervised by RIKA INDRI ASTUTI DAN IVAN PERMANA PUTRA.

Human activities in processing natural resources continue to increase and can cause environmental pollution, one of which is heavy metal lead (Pb) pollution in land and waters of kaolin lake, Belitung. Bacteria, as prokaryotic organisms, are able to live in Pb-polluted environments because they have Pb-tolerant genes. Previous research has successfully isolated bacteria that are able to live in environments with $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ concentrations of 100 ppm. However, the growth activity of bacteria, especially at concentrations above 100 ppm, and the genes involved in their tolerance mechanism remain unknown. This study aims to determine bacterial growth activity at $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ concentrations exceeding 100 ppm and detect the presence of the *PbrA* and *PbrT* genes in lead-tolerant bacterial isolates. The study was conducted by analyzing growth curves, calculating growth rates, and amplifying the *PbrA* and *PbrT* genes. The results showed that the growth rate of the *Bacillus cereus* strain RDK1 isolate decreased with increasing $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ concentrations up to 300 ppm, while the growth rate of the *Burkholderia cenocepacia* strain RDK8 isolate increased with increasing $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ concentrations up to 200 ppm, then decreased at 300 ppm. Amplification results indicated the presence of the target *PbrA* gene but not *PbrT*. Differences in bacterial activity may be attributed to differences in mechanisms and morphology closely related to bacterial genetic factors.

Keywords: *Bacillus cereus*, *Burkholderia cenocepacia*, growth rate, operon *Pbr*, Polymerase Chain Reaction (PCR).



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 2025
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.



DETEKSI GEN *PbrA* DAN *PbrT* DARI ISOLAT BAKTERI TOLERAN PB ASAL AREA DANAU KAOLIN, BELITUNG

JASMINE MARSHA R. MAULANA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Biologi

DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025



@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.



Judul Skripsi : Deteksi Gen *PbrA* dan *PbrT* dari Isolat Bakteri Toleran Pb asal
Area Danau Kaolin, Belitung
Nama : Jasmine Marsha R. Maulana
NIM : G3401211072

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Rika Indri Astuti, S.Si., M.Si.



Pembimbing 2:
Dr. Ivan Permana Putra, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Biologi:
Prof. Dr. Ir. Iman Rusmana, M.Si.
NIP 196507201991031002



Tanggal Ujian:
25 September 2025

Tanggal Lulus:



@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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2025 sampai bulan Juli 2025 berjudul “Deteksi Gen *PbrA* dan *PbrT* dari Isolat Bakteri Toleran Pb asal Area Danau Kaolin, Belitung”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah terlibat dalam membantu proses penelitian:

1. Dr. Rika Indri Astuti, S.Si., M.Si. dan Dr. Ivan Permana Putra, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan serta satan dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dalam menyempurnakan skripsi, Dr. Nina Ratna Djuita, S.Si., M.Si. selaku moderator dalam Seminar Hasil dan Prof. Dr. Aris Tri Wahyudi, M.Si. selaku moderator dalam Kolokium yang telah memberikan saran dan koreksi, serta Prof. Dr. Drs. Tri Atmowidi, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan dan saran selama masa studi.
3. Keluarga tersayang, Ayah Aam Maulana, Ibu Deasy Salmiah, dan Adik Novia Dwinanda, serta keluarga lainnya yang selalu mendoakan dan mendukung penulis.
4. Teman-teman terdekat penulis, Azzah, Annisa Fauzia, Carey, Angel, Annisa Fitria, Kania, Revina, Hasna, Jezila, dan Erbiwan yang kebersamai dalam setiap proses. Teman seperbimbingan, Ilham dan Bella, serta teman-teman Biologi angkatan 58 atas diskusi bantuan, dan kebersamaan selama penelitian dan masa studi.
5. Laboran dan seluruh rekan Laboratorium Bioprospeksi Mikrob dan Bioenergi serta seluruh staff dan tenaga pendidik Departemen Biologi yang telah memfasilitasi dan membantu penulis selama masa studi.

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

Bogor, Oktober 2025

Jasmine Marsha R. Maulana



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Alat dan Bahan	3
2.3 Prosedur Kerja	3
2.3.1 Peremajaan Isolat	3
2.3.2 Analisis Kurva Pertumbuhan	3
2.3.2 Perhitungan Laju Pertumbuhan	3
2.3.3 Amplifikasi Gen <i>PbrA</i> dan <i>PbrT</i>	4
III HASIL DAN PEMBAHASAN	5
3.1 Hasil	5
3.1.1 Karakteristik Morfologi Koloni dan Sel Bakteri	5
3.1.2 Analisis Kurva Pertumbuhan	6
3.1.3 Laju Pertumbuhan Bakteri pada Berbagai Konsentrasi $Pb(NO_3)_2$	7
3.1.4 Amplifikasi Gen <i>PbrA</i> dan <i>PbrT</i>	7
3.2 Pembahasan	8
IV SIMPULAN DAN SARAN	12
4.1 Simpulan	12
4.2 Saran	12
DAFTAR PUSTAKA	13
LAMPIRAN	15
RIWAYAT HIDUP	18



DAFTAR TABEL

1	Karakteristik morfologi koloni dan sel isolat <i>Bacillus cereus</i> galur RDK1 dan <i>Burkholderia cenocepacia</i> galur RDK8	5
2	Laju pertumbuhan isolat bakteri pada media NB yang ditambahkan $Pb(NO_3)_2$ dengan konsentrasi 0, 100, 200, dan 300 ppm	7
3	Konsentrasi dan kemurnian DNA genom hasil ekstraksi dari isolat	7

DAFTAR GAMBAR

1	Morfologi koloni isolat <i>Bacillus cereus</i> galur RDK1 (A) dan <i>Burkholderia cenocepacia</i> galur RDK8 (B); morfologi sel <i>Bacillus cereus</i> galur RDK1 (C) dan <i>Burkholderia cenocepacia</i> galur RDK8 (D)	5
2	Kurva tumbuh isolat bakteri <i>Bacillus cereus</i> galur RDK1 (A) dan <i>Burkholderia cenocepacia</i> galur RDK8 (B) pada media NB yang ditambahkan $Pb(NO_3)_2$ dengan konsentrasi 0, 100, 200, dan 300 ppm	6
3	Amplikon gen <i>PbrA</i> (A) dan gen <i>PbrT</i> (B); M: marker 1000 pb, 1: sampel <i>Bacillus cereus</i> galur RDK1, 2: sampel <i>Burkholderia cenocepacia</i> galur RDK8	8
4	Susunan operon gen <i>Pbr</i> dalam berbagai spesies bakteri (Hynninen <i>et al.</i> 2009)	11

DAFTAR LAMPIRAN

1	Nilai absorbansi (OD 600 nm) isolat <i>Bacillus cereus</i> galur RDK1 pada media NB yang ditambahkan $Pb(NO_3)_2$ berbagai konsentrasi	16
2	Nilai absorbansi (OD 600 nm) isolat <i>Burkholderia cenocepacia</i> galur RDK8 pada media NB yang ditambahkan $Pb(NO_3)_2$ berbagai konsentrasi	17