

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Rhizosfer Pelarut Fosfat Tumbuhan Kedebik (*Melastoma malabatricum* L.) di Lahan Pasca Tambang Timah

*Isolation and Characterization of Phosphate-Solubilizing Rhizosphere Bacteria from Kedebik Plants (*Melastoma malabatricum* L.) in Post-Tin Mining Land*

Moneta*, Jovita Sasikirana, Kartika Dwi Rahayu, Danella Aisah Maheswari & Suhendi

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung, Indonesia

*Corresponding author: moneta895@gmail.com

ABSTRAK

Aktivitas penambangan timah di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung telah menyebabkan degradasi lahan pascatambang yang ditandai oleh rendahnya kesuburan tanah dan ketersediaan fosfor. Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat yang berasosiasi dengan rhizosfer tumbuhan kedebik (*Melastoma malabathricum* L.), salah satu tumbuhan pionir di lahan bekas tambang timah, berpotensi meningkatkan ketersediaan fosfor dan mendukung revegetasi lahan pascatambang. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan menguji potensi bakteri pelarut fosfat dari rhizosfer tanaman kedebik di lahan pasca tambang timah di Bangka. Metode yang digunakan meliputi pengambilan sampel tanah secara *purposive*, inokulasi bakteri melalui media Pikovskaya, serta pengamatan makroskopis dan mikroskopis terhadap isolat bakteri. Terdapat empat isolat bakteri yang memiliki area zona bening terbesar dengan karakter yang berbeda-beda. Keempat isolat bakteri tersebut diberi kode yakni ISB 1, ISB 2, ISB 3 dan ISB 4. Hasil karakteristik dan uji biokimia kemungkinan bakteri pelarut fosfat dari rhizosfer tumbuhan Kedebik termasuk genus *Actinomycetes*. Pengujian kualitatif menunjukkan bahwa isolat bakteri mampu membentuk zona bening sebagai indikator kemampuan melarutkan fosfat, dengan variasi kemampuan pelarutan yang berbeda-beda. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bakteri pelarut fosfat dari rhizosfer tanaman kedebik memiliki potensi sebagai agen biofertilizer alami dalam rehabilitasi lahan pasca tambang timah yang mengalami kerusakan dan kekurangan unsur hara fosfor, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah secara berkelanjutan dan mendukung pertumbuhan tanaman.

Kata Kunci: Lahan pasca tambang, Rhizosfer, *Actinomycetes*, Pelarut Fosfat

ABSTRACT

Tin mining activities in the Bangka Belitung Islands Province have led to post-mining land degradation, characterized by low soil fertility and limited phosphorus availability. The utilization of phosphate-solubilizing bacteria associated with the rhizosphere of kedebik (*Melastoma malabathricum* L.), a pioneer plant species commonly found on former tin mining lands, has the potential to enhance phosphorus availability and support the revegetation of post-mining areas. This study aims to isolate and assess the potential of phosphate solubilizing bacteria from the rhizosphere of kedebik plants in post tin mining land in Bangka. The methods used include purposive soil sampling, inoculation of bacteria through Pikovskaya media, and macroscopic and microscopic observations of bacterial isolates. There are four bacterial isolates that have the largest clear zone area with different characters. The four bacterial isolates were coded as ISB 1, ISB 2, ISB 3 and ISB 4. The results of characteristics and biochemical tests are likely phosphate-solubilizing bacteria from the rhizosphere of Kedebik plants including the genus *Actinomycetes*. Quantitative testing showed that bacterial isolates were able to form a clear zone as an indicator of the ability to dissolve phosphate, with different variations in dissolving ability. The results of this study indicate that phosphate solubilizing bacteria from the rhizosphere of kedebik plants have the potential as natural biofertilizer agents in the rehabilitation of post tin mine land that is damaged and deficient in phosphorus nutrients, so as to increase soil fertility in a sustainable manner and support plant growth.

Keywords: Post-mining, Rhizosphere, *Actinomycetes*, Phosphate Solubilizers

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu penghasil tambang timah terbesar di dunia, dengan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung sebagai salah satu daerah penghasil timah utama di Indonesia. Persebaran tambang timah tersebar di tujuh kabupaten dan satu kota yaitu Kabupaten Bangka, Kabupaten Bangka Barat, Kabupaten Bangka Tengah, Kabupaten Bangka Selatan, Kabupaten Belitung Timur, dan Kota Pangkal Pinang. Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, sebagai penghasil timah terbesar, menghadapi tantangan signifikan setelah dikeluarkannya Perda No. 6 tahun 2011 tentang pengelolaan pertambangan umum. Meningkatnya jumlah kolong bekas tambang akibat aktivitas pertambangan yang dilakukan secara masif telah menimbulkan kerusakan lahan yang cukup besar karena tidak adanya upaya penimbunan kembali pada area yang telah ditambang (Sari & Buchori, 2015).

Aktivitas penambangan timah berkelanjutan akan memberikan dampak kerusakan yang besar bagi lingkungan. Lingkungan akan tercemar oleh logam berat, erosi, hilangnya keanekaragaman hayati, vegetasi, hingga perubahan struktur muka bumi (Irzon, 2021). Kerusakan lingkungan ini terjadi akibat pemrosesan pada penambangan timah yang menghasilkan tailing dengan jumlah besar sehingga konsentrasi logam beracun meningkat dan berdampak buruk bagi wilayah pasca tambang. Karakteristik dari tailing timah yaitu sebagian bertekstur pasir, mengandung liat rendah, serta kandungan bahan organik, kapasitas tukar kation (KTK), pH tanah dan unsur hara esensial makro yang rendah, sehingga dapat menyebabkan terjadi penurunan pada tingkat kesuburan tanah (Badayos *et al.*, 2017). Salah satu strategi untuk

memperbaiki lahan pasca tambang timah yaitu dengan penanaman kembali tumbuhan atau revegetasi.

Revegetasi merupakan salah satu proses reklamasi lahan pasca tambang timah dengan melakukan penanaman kembali tumbuhan pionir maupun jenis tanaman lainnya. Unsur hara makro esensial sangat dibutuhkan oleh tanaman seperti nitrogen (N), Kalium (K) dan Fosfor untuk menunjang pertumbuhan. Fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara esensial makro yang memiliki peran penting bagi tumbuhan. Fosfor mampu merangsang pertumbuhan akar terutama pada awal pertumbuhan, pembelahan sel, mempercepat proses pematangan buah, pembentukan bunga, perbaikan kualitas tanaman, dan sebagai pengangkut energi hasil metabolisme dalam tanaman (Mandalika, 2014).

Saat ini banyak yang memanfaatkan pupuk anorganik dalam upaya mempercepat proses pertumbuhan. Salah satu pupuk anorganik yang sering digunakan yaitu pupuk fosfor. Pemberian pupuk fosfor pada tanah seringkali menjadi tidak efisien, karena fosfor yang diberikan pada tanah akan berikatan dalam bentuk Al-P, Fe-P, dan Ca-P. Tanaman memanfaatkan fosfat hanya sebesar 10-30% dari pupuk fosfat yang diberikan, berarti 70-90% pupuk fosfat tetap berada di dalam tanah (Larasati *et al.*, 2018). Selain itu, pupuk anorganik yang digunakan secara terus menerus dapat merusak struktur tanah, ketidakseimbangan unsur hara di dalam tanah dan jumlah mikroba tanah menjadi sedikit. Salah satu alternatif untuk meningkatkan efisiensi pemupukan, dalam upaya mengatasi rendahnya fosfat tersedia dalam tanah adalah dengan memanfaatkan bakteri pelarut fosfat (Panjaitan *et al.*, 2020).

Bakteri pelarut fosfat (BPF) adalah bakteri yang dapat melarutkan fosfat sukar larut menjadi larut, baik yang berasal dari dalam tanah maupun dari pupuk, sehingga dapat diserap oleh tanaman (Alfiah *et al.*, 2016). Prinsip mekanisme pelarutan mineral fosfat adalah produksi asam-asam organik, dan enzim asam fosfatase yang berperan dalam mineralisasi fosfat organik pada tanah (Setiawati & Pranoto, 2015). Berdasarkan penelitian Sugianto *et al.*, 2019 melaporkan bahwa bakteri pelarut fosfat banyak berkoloni di daerah rhizosfer (perakaran tanaman) dan mampu mendukung pertumbuhan tanaman. Populasi BPF di daerah rhizosfer mencapai 10-100 kali lebih banyak dibandingkan daerah non-rhizosfer karena rhizosfer mengekskresikan atau perombakan bahan organik yang dapat mencukupi dan merangsang pertumbuhan bakteri (Panjaitan *et al.*, 2020; Asril *et al.*, 2023).

Kedebik (*Melastoma malabatricum* L.) merupakan tumbuhan yang banyak tumbuh di lahan bekas tambang timah. Tumbuhan ini mampu tumbuh di tanah yang miskin nutrisi dan memiliki pH rendah (Fanni *et al.*, 2022). Selain itu, kedebik memiliki kemampuan untuk berasosiasi dengan fungi mikoriza arbuskula (FMA), yang dapat membantu meningkatkan penyerapan nutrisi dan memperbaiki struktur tanah (Anggreiny *et al.*, 2017). Melihat kemampuan kedebik dapat tumbuh di lahan bekas tambang timah, kemungkinan memicu tumbuhnya bakteri pelarut fosfat di daerah rhizosfernya. Berdasarkan hal tersebut penting untuk dilakukan penelitian ini yang bertujuan mengisolasi dan menguji potensi pelarut fosfat bakteri rhizosfer tumbuhan kedebik. Isolasi bakteri pelarut fosfat diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman di lahan bekas tambang timah dan memberikan

ketersediaan unsur hara seperti fosfor pada tanaman.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Maret 2025. Pengambilan sampel tumbuhan kedebik dilakukan di lahan tambang timah di Desa Riding Panjang, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka. Lokasi penelitian dan pengambilan data pengamatan dilakukan di Laboratorium Dasar Terpadu, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di lahan tambang timah di Desa Riding Panjang, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* (acak) diperakaran tumbuhan mencampurkan tanah dengan kedalaman 0-30 cm dengan mengambil sampel tanah sekitar 10 gram. Sampel tanah yang diperoleh, dimasukkan kedalam *cool box* yang telah berisi es batu, lalu dibawa ke Laboratorium Dasar Terpadu untuk isolasi bakteri pelarut fosfat (Oksana *et al.*, 2020).

Setelah pengambilan sampel, dilakukan pengukuran mikroklimat dengan pengukuran parameter lingkungan seperti pH, kelembaban dan suhu. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat-alat seperti *soil tester* dan termometer. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk memahami kondisi mikroklimat suatu area.

Isolasi dan Pemurnian Bakteri

Sebanyak satu g tanah dimasukkkkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml NaCl 0,9% secara aseptis dan dihomogenkan menggunakan

vortex. Pengenceran dilakukan hingga seri pengenceran 10^{-5} . Tingkat pengenceran yang digunakan yakni 10^3 , 10^4 dan 10^5 diinokulasikan pada media Pikovskaya menggunakan metode *spread plate*. Inkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam dan dihitung populasinya dengan metode *Total Plate Count* (TPC). Pemurnian bakteri dilakukan pada koloni bakteri yang memiliki karakteristik makroskopis yang berbeda secara aseptis. Koloni bakteri diambil satu ose kemudian digoreskan pada cawan petri yang berisi medium NA padat menggunakan metode *four way streak* (Sharon *et al.*, 2016).

Karakterisasi Makroskopis

Karakterisasi koloni dapat dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Karakterisasi makroskopis dapat dilakukan melalui pengamatan morfologi koloni meliputi bentuk koloni, warna koloni, tepi elevasi koloni, ukuran, permukaan, tampilan dan tekstur, sedangkan secara mikroskopis melalui bentuk sel dan susunan sel dengan pengamatan di mikroskop menggunakan perbesaran 100x (Putri & Kusdiyantini, 2018).

Karakterisasi Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis dilakukan untuk melihat bentuk sel dan susunan sel melalui pengamatan di mikroskop. pengamatan ini dapat dilakukan dengan teknik pewarnaan Gram. Tujuan pewarnaan Gram untuk mengetahui morfologi bakteri dan sifat gram bakteri (Wulandari & Purwaningsih, 2019). Pewarnaan gram dilakukan dengan membersihkan preparat menggunakan alkohol. Sebanyak satu ose bakteri, lalu diletakkan diatas kaca preparat, tambahkan secukupnya aquades dan difiksasi di atas api bunsen. Teteskan kristal violet selama 1-2 menit, cuci

dengan aquades selama 1 menit. Teteskan gram iodine selama 1-2 menit, buang kelebihan gram iodine dan jangan dicuci. Teteskan dengan etanol 96% selama 30 detik dan cuci dengan aquades. Teteskan safranin 1-2 menit, cuci kembali dengan aquades dan dikeringkan. Amati pengamatan di mikroskop menggunakan perbesaran 10x sampai perbesaran 1000x menggunakan minyak imersi (Widianto, 2018).

Uji Biokimia

Mengidentifikasi bakteri berdasarkan reaksi kimia khusus yang dihasilkan oleh bakteri saat berinteraksi dengan berbagai zat atau substrat tertentu. Beberapa diantara uji biokimia yang dilakukan yaitu Uji Katalase, Motilitas, MR (*Methyl Red*) dan TSIA (*Triple Sugar Iron*) (Oksana *et al.*, 2020).

Uji Pelarut Fosfat

Isolat yang berpotensi melarutkan fosfat diseleksi dan ditumbuhkan kembali pada cawan petri berisi media Pikovskaya agar dengan metode titik. Kemudian cawan petri diinkubasi pada suhu ruang dengan posisi terbalik selama 3x24 jam. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa isolat bakteri yang dipilih benar-benar memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat. Isolat-isolat yang membentuk zona bening dinyatakan sebagai bakteri pelarut fosfat, selanjutnya dilakukan pengukuran diameter koloni dan zona bening yang terbentuk. Berdasarkan hasil pengukuran, selanjutnya dilakukan perhitungan indeks kelarutan fosfat dengan menggunakan rumus berikut: (Wibowo *et al.*, 2022).

$$IKF = (DK + ZB) / DK$$

Keterangan:

IKF : Indeks kelarutan fosfat

DK : Diameter koloni

ZB : Zona Bening

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil menunjukkan kepadatan bakteri dari rhizosfer tumbuhan kedebik yang terdapat pada Tabel 1. Total koloni bakteri pelarut fosfat dilahan pasca tambang timah berjumlah 19 koloni bakteri yang belum dikarakterisasi secara makroskopis. Sebanyak

19 koloni yang diperoleh menunjukkan bahwa jumlah koloni tidak memenuhi standar perhitungan karena jumlah koloni kurang dari 30. Menurut Sundari & Fadhliani (2019) menyebutkan bahwa penghitungan angka lempeng total batas persyaratan sesuai MA.85/MIK/06 dimana mikroba yang dapat dihitung berjumlah 30-300 koloni.

Tabel 1. Kepadatan Koloni Bakteri Rhizosfer Tumbuhan Kedebik

Sampel	Pengenceran			JK (Log CFU/g)	Keterangan
	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵		
RTK	14	3	2	1,4 × 10 ³	< 30

Keterangan : RTK = Rhizosfer Tumbuhan Kedebik, JK = Jumlah koloni

Kelimpahan jumlah dan jenis bakteri pelarut fosfat pada rhizosfer dapat dipengaruhi beberapa faktor salah satunya yakni faktor lingkungan yang disajikan dalam Tabel 2. Berdasarkan pengukuran faktor lingkungan (Tabel 2), pH tanah pada lahan pasca tambang timah lebih cenderung asam. Tingkat keasaman tanah menentukan kelimpahan jumlah bakteri pelarut fosfat, semakin rendah pH suatu tanah, maka kelimpahan bakteri pelarut fosfat juga semakin rendah (Zheng *et al.*, 2018). pH yang asam dapat menurunkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah sehingga dapat menghambat

aktivitas mikroba. Menurut Suparnorampius *et al.*, (2020), tingkat keasaman optimum untuk pertumbuhan bakteri pelarut fosfat berkisaran pada rentangan 5,6-7. Hal ini didukung oleh penelitian Sari (2015) yang menyatakan bahwa media dengan pH 4 dan 5 menunjukkan koloni yang terbentuk sedikit, sedangkan pada pH 7 menunjukkan terbentuk koloni yang berlimpah. Lahan bekas tambang timah juga memiliki sifat fisik kimia tanah dan unsur hara rendah sehingga menjadi faktor pembatas bagi jumlah populasi bakteri yang tumbuh di daerah tersebut.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Mikroklimat pada Area Rhizosfer Tumbuhan Kedebik

Ulangan	Pengukuran Mikroklimat		
	pH	Kelembaban	Suhu
U1	4,7	7	30°C
U2	4,6	6	30°C
U3	4,6	6	30°C

Keterangan : U = Ulangan

Pengujian isolat pelarut fosfat pada rhizosfer tumbuhan kedebik dilakukan secara kualitatif. Pengujian secara kualitatif dilakukan dengan melihat zona bening pada area koloni

isolat bakteri. Media pertumbuhan yang digunakan bersifat selektif, yaitu media pikovskaya, karena bakteri yang memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat akan

memiliki pertumbuhan dengan terbentuknya zona bening disekitar koloni bakteri (Gambar 1). Zona bening yang terbentuk terjadi dikarenakan media pikovskaya mengandung mineral fosfat yang tidak larut sehingga bakteri yang memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat akan menghasilkan sekresi asam-asam organik dan enzim fosfatase untuk melepaskan unsur P dari kompleks penyusunnya (Azzahra *et al.*, 2021).

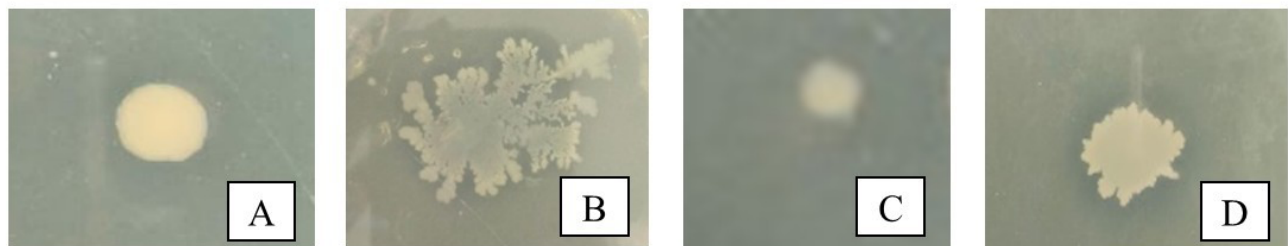
Setelah didapatkan hasil isolasi, selanjutnya dilakukan pengamatan karakteristik secara makroskopis dan mikroskopis yang disajikan dalam Tabel 3 dan Tabel 4. Berdasarkan hasil isolasi terdapat 4 koloni

bakteri dengan karakter yang berbeda-beda dari hasil isolasi dengan total 19 koloni yang memiliki area zona bening terbesar. Keempat isolat bakteri tersebut diberi kode yakni ISB 1, ISB 2, ISB 3 dan ISB 4.

Hasil karakteristik secara makroskopis koloni isolat bakteri pelarut fosfat yang diperoleh memiliki bentuk, margin, elevasi, ukuran, permukaan, tampilan, tekstur dan warna koloni yang bervariasi. Bentuk koloni yakni *circular* (bulat), *rhizoid* (rizoid) dan *filamentous* (berserabut). Warna koloni bakteri dari pengamatan morfologi juga berbeda yakni warna *cream* (krim) dan *white* (putih) (Tabel 3).

Tabel 3. Karakteristik Makroskopis Bakteri Pelarut Fosfat

Pengamatan Mofologi	Kode Isolat			
	ISB 1	ISB 2	ISB 3	ISB 4
Makroskopis				
Bentuk	<i>Circular</i>	<i>Rhizoid</i>	<i>Circular</i>	<i>Filamentous</i>
Margin	<i>Entire</i>	<i>Rhizoid</i>	<i>Entire</i>	<i>Undulate</i>
Elevasi	<i>Flat</i>	<i>Flat</i>	<i>Convex</i>	<i>Flat</i>
Ukuran	<i>Moderate</i>	<i>Large</i>	<i>Small</i>	<i>Moderate</i>
Permukaan	<i>Dull</i>	<i>Dull</i>	<i>Glistening</i>	<i>Dull</i>
Tampilan	<i>Opaque</i>	<i>Translucent</i>	<i>Opaque</i>	<i>Opaque</i>
Tekstur	<i>Smooth</i>	<i>Smooth</i>	<i>Smooth</i>	<i>Smooth</i>
Warna	<i>Cream</i>	<i>White</i>	<i>White</i>	<i>White</i>
Mikroskopis				
Gram	+	+	+	+
Bentuk Sel	<i>Bacil</i>	<i>Bacil</i>	<i>Bacil</i>	<i>Bacil</i>



Gambar 1. Hasil Isolasi Bakteri Pelarut Fosfat; (A) ISB 1; (B) ISB 2; (C) ISB 3; (D) ISB 4

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa indeks pelarut fosfat dari 4 bakteri rhizosfer tumbuhan kedebik memiliki kategori pelarut fosfat sangat rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian

Matosa *et al.*, (2017) menyebutkan bahwa nilai indeks pelarut fosfat digolongkan ke dalam empat kategori yakni nilai dibawah 1,00 kategori sangat rendah, nilai dibawah 1,00-2,00

kategori rendah, nilai 2,00-3,00 kategori sedang dan nilai diatas 3,00 kategori tinggi. Semakin besar dan jernih area zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri menandakan

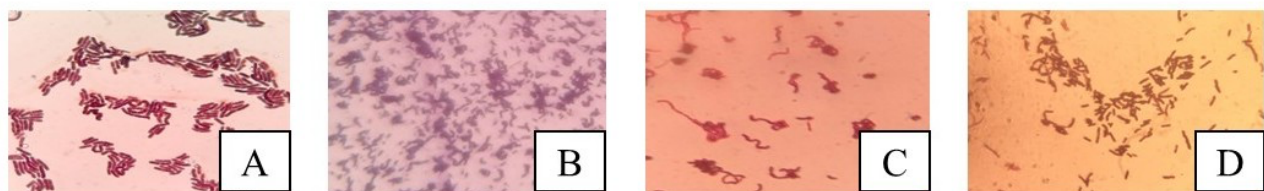
bakteri tersebut memiliki kemampuan yang tinggi dalam melarutkan fosfat yang terikat dalam medium Pikovskaya. (Nisa, 2018).

Tabel 4. Indeks Pelarut Fosfat

Kode Isolat	Rata-Rata	Standar Deviasi
ISB 1	-0,06	0,042
ISB 2	0,09	0,007
ISB 3	-0,01	0,014
ISB 4	0,08	0,14

Hasil pengukuran zona bening keempat isolat dari rhizosfer tumbuhan kedebik juga memiliki kemampuan melarutkan P berebeda-beda meskipun berasal dari ekosistem bahkan rhizosfer yang sama. Hal ini dapat terjadi karena sifat genetik masing-masing mikroba yang memproduksi asam organik dalam melarutkan fosfat berbeda-beda. Bakteri pelarut fosfat mampu menghasilkan enzim fosfatase yang

berperan untuk mengkatalisis reaksi mineralisasi hidrolitik secara enzimatik dengan pelepasan P terlarut menjadi terlarut (Baloe *et al.*, 2023). Penelitian Mersing (2019) menyatakan bahwa pemberian aplikasi bakteri pelarut fosfat dapat memperbaiki unsur P dalam tanah dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik sebanyak 50%.



Gambar 2. Pewarnaan Gram Perbesaran 100x: (A) ISB1; (B) ISB2; (C) ISB3; (D) ISB4

Hasil pewarnaan Gram pada isolat bakteri dari sampel tanah rhizosfer tumbuhan kedebik menunjukkan keseluruhan isolat merupakan Gram positif, memiliki bentuk batang dengan berbagai ukuran dan bentuk sel yang berbeda-beda. Pewarnaan Gram dilakukan untuk mengetahui jenis kelompok bakteri Gram-postif dan bakteri Gram-negatif. Prinsip pewarnaan Gram yakni saat bakteri diwarnai dengan kristal violet, kelompok bakteri Gram-postif akan menyerap warna tersebut sehingga

menghasilkan warna ungu, sedangkan pada kelompok bakteri Gram-negatif setelah dicuci dengan alkohol zat warna kristal violet akan melepas dan kemudian akan menyerap zat warna terakhir yang diberikan yakni safranin sehingga bewarna merah (Putri & Kusdiyantini, 2018).

Pengujian biokimia bakteri pelarut fosfat pada keempat isolat dilakukan pengujian meliputi, uji katalase, motilitas, TSIA dan MR-VP yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Biokimia Bakteri Pelarut Fosfat

Kode Isolat	Uji Biokimia			
	Katalase	Motilitas	TSIA	MR
ISB 1	-	-	K/K	-
ISB 2	-	-	A/A	-
ISB 3	-	-	K/K	-
ISB 4	-	-	A/A	-

Keterangan: TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*), MR (*Methyl Red*), - (Negatif), K/K (Alkali/Alkali), A/A (Asam/Asam)

Uji biokimia dilakukan untuk mengetahui karakteristik biokimia bakteri yang berperan dalam interaksi dengan tanaman, nutrisi tanah dan lingkungan rizosfer. Tabel 5. menunjukkan hanya pada uji TSIA terdapat isolat yang positif yakni ISB 1 dan ISB 3 yang mengalami perubahan warna menjadi merah, sedangkan pada uji katalase, uji motilitas dan uji MR-VP semua isolat menunjukkan hasil negatif.

Berdasarkan hasil karakteristik dan uji biokimia, isolat ISB1, ISB2, ISB3 dan ISB4 diduga termasuk genus *Bacillus*. Penelitian yang dilakukan oleh Saini & Khanna (2015) berhasil mengisolasi bakteri dari genus *Bacillus* pada rizosfer tanaman legum yang menunjukkan kemampuan tinggi dalam melarutkan fosfat. Selain itu, Kavamura *et al.* (2013) juga melaporkan keberhasilan isolasi 48 rhizobakteri dari rizosfer *Cereus jamacaru*, *Pilosocereus gounellei*, dan *Melocactus* sp., yang sebagian besar termasuk kedalam genus *Bacillus*.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lingkungan pasca tambang timah di Bangka Belitung menunjukkan tingkat keasaman tanah yang rendah dan berpengaruh terhadap aktivitas dan keberadaan bakteri pelarut fosfat di tanah tersebut. diperoleh 4 isolat yang berpotensi sebagai pelarut fosfat dengan kategori sangat rendah. Karakteristik makroskopis, mikroskopis dan uji biokimia menunjukkan kemungkinan

bakteri pelarut fosfat dari rizosfer tumbuhan kedebik termasuk genus *Actinomyces*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bangka Belitung, khususnya Laboratorium Dasar Terpadu dan Laboratorium Biologi atas fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan *Team Based Project* ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Dosen Pengampu Mata Kuliah Ekologi Mikroba yaitu Bapak Dr. Rahmad Lingga, S.Si., M.Si, Ibu Dr. Henny Helmi, S.Si., M.Si, Ibu Monica Kharisma Swandi, S.Si., M.Si dan Bapak Ahmad Arsyadi, S.Si., M.Si yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama *project* ini berlangsung. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa Program Studi Biologi yang telah mendukung dalam menyelesaikan *project* penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamu, A., Yacob, M. R., Radam, A., Hashim, R., & Adam, S. U. (2015). Economic valuation of ecotourism resources in Yankari Game Reserve, Bauchi, Nigeria. *Procedia Environmental Sciences*, 30, 139–144.
- Alfiah, L. N., Zul, D., & Nelvia. (2016). Pengaruh inokulasi campuran isolat bakteri pelarut fosfat indigenus Riau terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr.). *Jurnal Agroteknologi*, 7(1), 7–14.
- Anggreiny, Y., Nazip, K., dan Santri, D. J. (2017). Identifikasi fungi mikoriza

- arbuskula (FMA) pada rhizosfir tanaman di kawasan revegetasi lahan penambangan timah di Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka dan sumbangannya pada pembelajaran biologi SMA. In *Seminar Nasional Pendidikan IPA Ke III Tahun 2025* (Vol. 1, No. 1, pp. 391-403).
- Apriyanthi, D. P. R. V., Laksmi W., A. S., & Widayanti, N. P. (2022). Identifikasi bakteri kontaminan pada gelang Tri Datu. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 7(2), 24–33.
- Asmarhansyah, Badayos, R. B., Sanchez, P. B., Sta. Cruz, P. C., & Florece, L. M. (2017). Land suitability evaluation of abandoned tin-mining areas for agricultural development in Bangka Island, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 4(4), 907–918.
- Asril, M., Oktaviani, I., & Leksikowati, S. S. (2019). Isolasi bakteri indigenous dari limbah cair tahu dalam mendegradasi protein dan melarutkan fosfat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(1), 67–72.
- Azzahra, S. C., Effendy, Y., & Slamet, S. (2021). Isolasi dan karakterisasi bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (*plant growth-promoting rhizobacteria*) asal tanah Desa Akar-Akar, Lombok Utara. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 6(2), 70–75.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. (2018). *Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dalam angka 2018*. Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- Baloc, I. S., Ishaq, L. F., Adu Tae, A. S. J., & Serangmo, D. Y. L. (2023). Eksplorasi bakteri pelarut fosfat indigen pada ekosistem kebun dan pantai di Kabupaten Kupang. *Jurnal Agrisa*, 12(2), 106–124.
- Damayanti, S. S., Komala, O., & Effendi, E. M. (2018). Identifikasi bakteri dari pupuk organik cair isi rumen sapi. *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*, 18(2), 63–71.
- Fanni, A., Satjapradja, O., dan Setyaningsih, L. (2022). Potensi Kesesuaian Jenis Tanaman Pada Areal Lahan Pascatambang Timah (Studi Kasus Di Kecamatan Sungai Selan Kabupaten Bangka Tengah Provinsi Bangka Belitung). *Jurnal Nusa Sylva*, 22(1), 6-16.
- Firdausi, N. (2016). Pengaruh kombinasi media pembawa pupuk hayati bakteri pelarut fosfat *Bacillus* sp. terhadap pertumbuhan kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Irzon, R. (2021). Penambangan timah di Indonesia: Sejarah, masa kini, dan prospeksi. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 17(3), 179–189.
- Kavamura, V. N., Santos, S. N., da Silva, J. L., Parma, M. M., Ávila, L. A., Visconti, A., Zucchi, T. D., Taketani, R. G., Andreote, F. D., & de Melo, I. S. (2013). Screening of Brazilian cacti rhizobacteria for plant growth promotion under drought. *Microbiological Research*, 168(4), 183–191.
- Larasati, E. D., Rukmi, M. I., Kusdiyantini, E., & Ginting, R. C. B. (2018). Isolasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat dari tanah gambut. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), 1–8.
- Mandalika, V. S. (2014). Perubahan fraksi fosfor lambat tersedia pada tanah tergenang yang diameliorasi bahan organik. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Matos, A. D. M., Gomes, I. C. P., Nietsche, S., Xavier, A. A., Gomes, W. S., dos Santos Neto, J. A., & Pereira, M. C. T. (2017). Phosphate solubilization by endophytic bacteria isolated from banana trees. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89(4), 2945–2954.
- Mersing. (2019). Pemberian bakteri pelarut fosfat (BPF) terhadap efisiensi pemupukan fosfor pada budi daya tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.).

- Skripsi*. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Nisa, N. A. (2018). Isolasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat dengan sekuensing 16S rRNA asal tanah pertanian organik Desa Sumberejo, Batu. *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Oksana, Irfan, M., Fianiray, A. R., & Zam, S. I. (2020). Isolasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat pada tanah Ultisol di Kecamatan Rumbai, Pekanbaru. *Agrotechnology Research Journal*, 4(1), 22–25.
- Panjaitan, F. J., Bachtiar, T., Arsyad, I., & Lele, O. K. (2020). Isolasi dan karakteristik bakteri pelarut fosfat (BPF) dari rizosfer tanaman jagung fase vegetatif dan fase generatif. *Agroplasma*, 7(2), 53–60.
- Putri, A. L. O., & Kusdiyantini, E. (2018). Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat dari pangan fermentasi berbasis ikan (inasua) yang diperjualbelikan di Maluku, Indonesia. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(2), 6–12.
- Rini, I. A., Oktaviani, I., Asril, M., Agustin, R., & Frima, F. K. (2020). Isolasi dan karakterisasi bakteri penghasil IAA (*indole acetic acid*) dari rizosfer tanaman akasia (*Acacia mangium*). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 3(2), 210–219.
- Saini, P., & Khanna, V. (2015). Isolation and screening of lentil rhizobacterial *Bacillus* sp. for direct plant growth-promoting traits. *Journal of Biological and Chemical Sciences*, 2(1), 128–136.
- Sari, D. P., & Buchori, I. (2015). Efektivitas program reklamasi pascatambang timah di Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 11(3), 299–312.
- Sari, D. R. (2015). Isolasi dan identifikasi bakteri tanah yang terdapat di sekitar perakaran tanaman. *Biosite*, 1(1), 21–27.
- Setiawati, M. R., & Pranoto, E. (2015). Perbandingan beberapa bakteri pelarut fosfat eksogen pada tanah Andisol sebagai areal pertanian teh dominan di Indonesia. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 18(2), 159–164.
- Sharon, J. A., Hathwaik, L. T., Glenn, G. M., Imam, S. H., & Lee, C. C. (2016). Isolation of efficient phosphate-solubilizing bacteria capable of enhancing tomato plant growth. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(2), 525–536.
- Sianipar, G. W. S. (2019). Isolasi dan karakteristik bakteri endofit pada akar pepaya (*Carica papaya* L.). *Skripsi*. Medan: Universitas Medan Area.
- Sundari, S., & Fadhliani. (2019). Uji angka lempeng total (ALT) pada sediaan kosmetik lotion X di BBPOM Medan. *Biologica Samudra*, 1(1), 25–33.
- Suparnorampus, Pata'dungan, Y. S., & Rois. (2020). Eksplorasi bakteri pelarut fosfat pada berbagai tanaman industri dan hortikultura di Dataran Tinggi Napu. *E-Jurnal Agrotekbis*, 8(1), 25–31.
- Wibowo, R. H., Sembiring, S. R., Sipriyadi, Darwis, W., Supriyati, R., Hidayah, T., & Yudha, S. P. (2022). Kemampuan bakteri endofit pelarut fosfat dari tumbuhan akar kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) asal Pulau Enggano, Provinsi Bengkulu. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 15(2), 171–181.
- Widianto, B. A. (2018). Pengaruh konsentrasi garam berbeda terhadap sifat fisik daging ikan lele (*Clarias* sp.) yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* secara artifisial. *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Wulandari, D., & Purwaningsih, D. (2019). Identifikasi dan karakterisasi bakteri amilolitik pada umbi *Colocasia esculenta* L. secara morfologi, biokimia, dan molekuler. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 6(2), 247–258.
- Zheng BX, Zhang DP, Wang Y, Hao XL, Wadaan MAM, Hozzein WN, Peñuelas J, Zhu YG, and Yang XR. (2019). Responses to Soil pH Gradients of Inorganic Phosphate Solubilizing Bacteria Community. *Scientific Reports*, 9 (1): 1-8