

Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat Rhizosfer Tanaman Nanas (*Ananas Comosus* L. (Merr)) Di Lampung Tengah

Tamara Shintia Putri^{1,*}, Kusuma Handayani¹, Salman Farisi¹, Bambang Irawan¹

¹Program studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145

*E-mail : sumahandayani@yahoo.co.id

ABSTRAK

Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) merupakan tanaman hortikultura potensial dalam perdagangan buah tropik dengan sistem perakaran dangkal sehingga memerlukan sistem drainase dan aerasi yang baik. Sebagian besar bentuk fosfat terikat oleh koloid tanah, sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kepadatan dan memperoleh isolat bakteri yang memiliki karakteristik sebagai bakteri pelarut fosfat dari rhizosfer tanaman nanas di Kabupaten Lampung Tengah yang dilakukan pada bulan Desember 2023-Maret 2024 di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas MIPA, Universitas Lampung. Penelitian menggunakan metode deskriptif eksploratif yang meliputi pengambilan sampel tanah, isolasi bakteri, perhitungan kepadatan koloni bakteri, perhitungan nilai indeks kelarutan fosfat, permurnian isolat, serta karakterisasi morfologi, mikroskopis, dan fisiologi. Hasil penelitian menunjukkan kepadatan koloni terpadat yaitu $4,86 \times 10^6$ CFU/g. Hasil inokulasi dari 19 koloni memiliki kemampuan melarutkan fosfat terbaik ditunjukkan dengan nilai IKF terbesar yaitu isolat TMR1 dan TMR2 dengan nilai 2,56 dan 2,53. Kelima isolat berbentuk iregular dengan elevasi raised. Warna koloni putih, kuning, dan krem dengan tepi undulate dan lobate. Kelima isolat memiliki bentuk sel basil, sifat Gram negatif pada TMR 1, TMR 2, dan sifat Gram positif pada TMR 3, TMR4 dan TMR5; Isolat TMR3 dan TMR5 memiliki spora; mampu memfermentasi glukosa kecuali TMR5, mampu memfermentasi sukrosa kecuali TMR1, TMR2, dan TMR5, mampu memfermentasikan laktosa kecuali TMR1, TMR3, dan TMR4; menghasilkan enzim katalase, tidak motil, bersifat aerob fakultatif pada isolat TMR1, TMR3 dan TMR4, dan bersifat aerob pada TMR 2 dan TMR5.

Kata kunci: Bakteri Pelarut Fosfat, Isolasi, Karakterisasi, Pelarutan fosfat

ABSTRACT

Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) is a potential horticultural crop in the tropical fruit trade with a shallow root system so it requires a good drainage and aeration system. Most forms of phosphate are bound by soil colloids, making them unavailable to plants. This research aims to calculate the density and obtain bacterial isolates that have the characteristics of phosphate solubilizing bacteria from the rhizosphere of pineapple plants in Central Lampung Regency which was carried out in December 2023-March 2024 at the Microbiology Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Lampung. The research used an exploratory descriptive method which included taking soil samples, isolating bacteria, concentration of bacterial colony density, calculating phosphate solubility index values, purifying isolates, as well as morphological, microscopic and physiological characterization. The research results showed that the densest colony density was 4.86×10^6 CFU/g. The inoculation results from 19 colonies had the best ability to dissolve phosphate, shown by the largest IKF values, namely isolates TMR1 and TMR2 with values of 2.56 and 2.53. The five isolates are irregularly shaped with elevated elevations. Colony colors are white, yellow, and cream with wavy and lobate edges. The fifth isolate had a bacillary cell shape, Gram negative characteristics in TMR 1, TMR 2, and Gram positive characteristics in TMR 3, TMR4 and TMR5; Isolates TMR3 and TMR5 had spores; capable of fermenting glucose except TMR5, capable of fermenting sucrose except TMR1, TMR2, and TMR5, capable of fermenting lactose except TMR1, TMR3, and TMR4; produces the enzyme catalase, is not motile, is facultative aerobic in isolates TMR1, TMR3 and TMR4, and is aerobic in TMR 2 and TMR5

Keywords: Phosphate Solubilizing Bacteria, Isolation, Characterization, Phosphate Solubilization

1. PENDAHULUAN

Tanaman nanas memiliki sistem perakaran yang dangkal sehingga memerlukan tanah dengan sistem drainase dan aerasi yang baik sehingga lahan yang paling baik dalam budidaya nanas cenderung pada jenis tanah yang gembur, tanah lempung berpasir dan mengandung banyak unsur hara Ziraluo dkk., (2020). Hal ini sesuai dengan tanah yang berada di lahan perkebunan nanas di PT. *Great Giant Pinneapple* (PT GGP) yang didominasi oleh tanah Ultisol yang berwarna kemerah-merahan sampai kuning dengan tekstur lempung liat berpasir sampai pasir berliat. Tanaman Nanas membutuhkan unsur hara Kalium dan Magnesium untuk memproduksi buah nanas yang optimal, untuk menghasilkan buah nanas yang optimal, unsur hara yang berperan penting dalam fase generatif dalam pembentukan buah nanas adalah unsur Fosfat (Syah *et al*, 2015).

Dalam dunia pertanian, unsur hara penting yang banyak dibutuhkan tanaman selain Nitrogen dan Kalium adalah Fosfat. Unsur fosfat hanya ditemukan dalam bentuk padat atau endapan dan tidak ditemukan dalam bentuk gas. Sebagian besar bentuk fosfat terikat oleh koloid tanah sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman, sehingga perlu ditambahkan pupuk yang mengandung unsur P tinggi walaupun unsur P sudah tersedia didalam tanah. Adanya pengikatan terhadap fosfat menyebabkan pupuk fosfat yang diberikan tidak efisien, sehingga perlu diberikan dalam takaran tinggi. Kadar fosfor yang diserap oleh tanah berkisar antara 10-15 %, sedangkan sisanya akan terjerap diantara koloid tanah dan akan tertinggal sebagai residu dalam tanah (Asril *et al.*, 2023).

Penggunaan pupuk yang memiliki kandungan unsur hara fosfat sangat dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kesuburan tanah yang baik dapat dilihat dari kemampuan tanah dalam menyediakan jumlah unsur hara yang cukup. Salah satu kendala yang menghambat kesuburan tanah adalah

kekurangan fosfat yang terkandung di dalam tanah, meskipun fosfat yang terkandung di dalam tanah melimpah, namun sekitar 95-99 % terdapat dalam bentuk fosfat tidak larut sehingga tidak dapat diserap oleh tanah dan tidak dapat digunakan oleh tanaman, sehingga untuk mengatasi permasalahan ini diperlukannya bakteri yang memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat yaitu Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) sehingga bakteri ini dapat membantu meningkatkan hasil pertanian (Ilham, 2014).

Unsur hara Fosfa *et al* terlibat dalam berbagai reaksi fisiologis dan biokimia, termasuk fotosintesis, perkembangan akar dan batang, pembentukan bunga dan biji, pematangan tanaman, fiksasi nitrogen pada kacang-kacangan, dan ketahanan terhadap penyakit tanaman (Timofeeva *et al.*, 2022). Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, karakterisasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat yang berpotensi untuk melarutkan fosfat agar dapat diserap oleh tanah dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Ilham *et al.*, 2014).

2. METODE PELAKSANAAN

Pengambilan Sampel

Kriteria sampel tanah diambil dari lahan tanaman usia 9 bulan dan dengan terlebih dahulu melakukan pengukuran pH tanah menggunakan pH meter. Sampel tanah pada lahan diambil dari 5 titik dan masing-masing titik diambil sebanyak 50 g, lalu disatukan sehingga sampel menjadi 250g. Kedalaman pengambilan sampel tanah rhizosfer yaitu 0-20 cm dari pangkal akar di sekitar perakaran tanaman. Lokasi sampel yang diambil tanahnya dibersihkan dari serasah, kemudian bor tanah yang disiapkan disemprot dengan alkohol 70 %. Selanjutnya bor ditekan ke dalam tanah, lalu tanah yang berada di dalam bor diambil menggunakan spatula. Tanah yang sudah diambil kemudian dimasukkan ke dalam plastik steril dan

dibawa ke laboratorium menggunakan *cool box* (Pambudi *et al.*, 2017).

Homogenisasi dan Pengayaan Sampel Tanah

Sampel tanah yang sudah disatukan kemudian ditimbang sebanyak 10 g dengan 3 kali ulangan. Selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer steril dan ditambahkan 90 mL NaCl 0,85 %, lalu dihomogenkan dengan *shaker* pada kecepatan 120 rpm pada suhu ruang selama 24 jam (Kamallia *et al.*, 2021). Hasil pengayaan sampel tanah ini dijadikan sebagai pengenceran pertama (10^{-1}).

Pengenceran Berseri

Pengenceran suspensi bakteri dari sampel tanah dilakukan di *Laminar Air Flow* (LAF). Sampel dari tabung Erlenmeyer pengenceran 10^{-1} diambil 1 mL menggunakan mikropipet kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL NaCl 0,85 % lalu dihomogenkan menggunakan *vortex* sebagai pengenceran 10^{-2} . Prosedur kerja dilakukan dengan cara yang sama hingga tingkat pengenceran 10^{-10} (Taniwan *et al.*, 2016).

Isolasi Bakteri Pelarut Fosfat

Isolasi bakteri pelarut fosfat dilakukan dengan metode *spread plate* menggunakan media *Pikovskaya* agar. Selanjutnya setiap suspensi dari pengenceran 10^{-2} sampai 10^{-10} diambil sebanyak 0,1 mL menggunakan mikropipet, kemudian diinokulasi ke dalam cawan petri berisi media selektif *Pikovskaya* dan diratakan menggunakan *drigalski*. Isolasi bakteri dilakukan masing-masing 2 kali ulangan (*duplo*). Selanjutnya cawan petri diinkubasi pada suhu ruang selama 3x24 jam (Adril dan Yuni., 2020).

Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Pelarut Fosfat dengan *Total Plate Count* (TPC)

Jumlah koloni yang tumbuh diamati setelah 3x24 jam dan dihitung kepadatan bakteri yang mampu tumbuh dan berkoloni pada media *Pikovskaya* menggunakan *colony counter*. Menurut Utami ., (2021), koloni pada cawan petri yang tumbuh dengan kepadatan 30-300

dihitung menggunakan rumus berikut (Friska, 2015).

$$\text{Total koloni} = \frac{\text{Jumlah koloni} \times \text{Faktor pengenceran}}{\text{Volume suspensi yang digunakan}}$$

Uji Kemampuan Pelarutan 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 BPF, selanjutnya dilakukan pengukuran diameter koloni dan zona bening yang terbentuk. Berdasarkan hasil pengukuran, selanjutnya dilakukan perhitungan indeks kelarutan fosfat dengan menggunakan rumus berikut: (Oksana *et al.*, 2020).

$$\text{IKF} = \frac{\text{DK} + \text{ZB}}{\text{DK}}$$

Keterangan:

IKF : Indeks kelarutan fosfat

DK : Diameter koloni

ZB : Zona bening

Pemurnian Isolat Bakteri Pelarut Fosfat

Pemurnian dilakukan dengan menggunakan isolat bakteri yang berpotensi dalam melarutkan fosfat. Isolat bakteri diambil sebanyak 1 ose kemudian digoreskan pada permukaan media *Pikovskaya* agar dengan metode *streak plate* (kuadran) dan diinkubasi pada suhu ruang selama 3x24 jam. Tujuan dari pemurnian adalah untuk mendapatkan koloni tunggal. Koloni tunggal yang diperoleh kemudian dijadikan stok pada agar miring untuk diidentifikasi secara mikroskopis, makroskopis, dan fisiologis (Friska *et al.*, 2015).

Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat

Bakteri pelarut fosfat (BPF) hasil isolasi kemudian dikarakterisasi secara morfologi dengan meliputi bentuk, warna,

tepihan, dan elevasi. Lalu dilakukan pewarnaan Gram dan Spora, selanjutnya di uji secara fisiologis meliputi uji fermentasi karbohidrat, uji katalase, uji motilitas, uji penggunaan O²

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Total Plate Count (TPC)

Kepadatan populasi bakteri pelarut fosfat pada tanah rhizosfer tanaman nanas seperti terlihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kepadatan Koloni Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)

Ulangan	Pengenceran				Total Koloni CFU/g tiap pengulangan
	10 ⁻³		10 ⁻⁴		
	I	II	I	II	
U1	87	21	8	-	4,86 x 10 ⁶ CFU/g
U2	-	14	-	14	1,26 x 10 ⁶ CFU/g
U3	10	37	30	10	2,11 x 10 ⁶ CFU/g

Hasil isolasi BPF dari rhizosfer tanaman nanas menunjukkan adanya perbedaan pada populasi BPF pada tiap pengulangan. Perhitungan terhadap koloni hanya dilakukan pada BPF yang memiliki zona bening di sekitar koloni. Adanya zona bening sebagai tanda bahwa bakteri tersebut dapat melarutkan P terikat dalam media *Pikovskaya*. Perbedaan populasi yang ditemukan salah satunya disebabkan oleh eksudat yang dihasilkan oleh akar yang kurang sesuai bagi perkembangan bakteri pelarut fosfat. Eksudat sendiri merupakan senyawa metabolit yang dikeluarkan hasil dari aktivitas metabolisme pada akar tanaman yang dimanfaatkan bakteri untuk bertahan hidup serta memperbanyak diri, sehingga akan menentukan jumlah populasi dari Bakteri Pelarut Fosfat di dalam tanah (Romadloni dkk., 2024). Di sisi lain, perbedaan populasi BPF juga terjadi karena perbedaan sifat kimia tanah. Menurut Baloc dkk., (2023), keberadaan BPF lebih dipengaruhi oleh keberadaan substrat, pH tanah, suhu, kelembaban tanah, dan keadaan tekstur tanah.

Pengukuran pH tanah pada lokasi penelitian ini erat hubungannya dengan keberagaman, populasi serta kehidupan BPF. pH tanah merupakan salah satu dari faktor dalam ketersediannya unsur hara di

dalam tanah, sesuai pernyataan dari penelitian Romadloni *et al.*, (2024) bahwa pH tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan bentuk tidak tersedia menjadi tersedia melalui reaksi kimia. Ketersediaan fosfat di dalam tanah maksimum berada pada pH mendekati netral, yaitu sekitar pH 5,5-7. Nilai pH yang didapatkan berdasarkan pengukuran dalam penelitian ini dapat dikatakan kurang optimum untuk ketersediaan fosfat yaitu 4,34, hal ini dinyatakan oleh penelitian Hartati *et al.*,(2023) bahwa kondisi pH tanah 4 mempengaruhi jumlah unsur hara yang tersedia dalam jumlah yang sedikit. Hal ini disebabkan oleh perubahan kelarutan senyawa dari unsur hara di dalam tanah dengan pH lingkungan di dalam tanah. Oleh karena itu pH bertanggung jawab terhadap ketersediaan unsur hara.

Perhitungan Indeks Kelarutan Fosfat (IKF)

Hasil inokulasi bakteri diperoleh 19 isolat potensial yang terindikasi sebagai golongan bakteri pelarut fosfat. Perhitungan nilai indeks kelarutan fosfat dari 19 koloni bakteri dengan Indeks kelarutan fosfat paling tinggi dimiliki oleh koloni TMR1 seperti terlihat pada Tabel 2

Tabel 2. Indeks Kelarutan Fosfat Isolat Bakteri Pelarut Fosfat

Kode Isolat	Nilai Indeks Kelarutan Fosfat (IKF)
TMR1	2,56
TMR2	2,53
TMR3	2,45
TMR4	2,42
TMR5	2,28
TMR6	2,27
TMR7	2,26
TMR8	2,24
TMR9	2,20
TMR10	2,18
TMR11	2,17
TMR12	2,16
TMR13	2,14
TMR14	2,13
TMR15	2,11
TMR16	2,02
TMR17	2,02

Kode Isolat	Nilai Kelarutan Fosfat (IKF)	Indeks Fosfat
-------------	------------------------------	---------------

TMR18	1,87	
TMR19	1,00	

Keterangan: T1-T3 = Penomoran koloni, U1-U3: Ulangan

Berdasarkan Tabel 2 terdapat 19 koloni yang terindikasi sebagai bakteri pelarut fosfat kemudian diseleksi kembali dan dipilih 5 koloni terbaik berdasarkan nilai indeks kelarutan fosfat (IKF) yang diperoleh. IKF menunjukkan kemampuan masing-masing isolat dalam melarutkan P pada media agar *Pikovskaya* karena adanya produksi asam organik dan enzim fosfatase yang dikeluarkan di sekeliling koloni mikroorganisme, dengan demikian, semakin tingginya indeks pelarutan yang dihasilkan maka kemampuan bakteri dalam melarutkan P juga tinggi (Nisa, 2018). Isolat hasil isolasi dari rhizosfer tanaman nanas memiliki kemampuan melarutkan P yang berbeda-beda meskipun berasal dari ekosistem bahkan rhizosfer yang sama. Menurut Nisa (2018), variasi pelarutan P oleh BPF dipengaruhi oleh sifat genetik dari masing-masing mikroba dalam memproduksi asam organik yang berperan dalam menentukan kemampuan pelarutan P. Hal yang sama terjadi pada 5 isolat asal rhizosfer tanaman nanas yang memiliki nilai IKF yang berbeda-beda. Zona bening yang terbentuk terjadi akibat terlarutnya P tidak larut menjadi bentuk terlarut oleh BPF. Hal ini terjadi karena bakteri tersebut menghasilkan enzim fosfatase, enzim ini merupakan sekelompok enzim yang mengkatalisis reaksi mineralisasi hidrolitik secara enzimatik dengan pelepasan P tidak terlarut menjadi terlarut (Baloe *et al.*, 2023).

Nilai indeks kelarutan fosfat berkisar antara 1,00- 2,56. Berdasarkan pada Tabel 2, terdapat 9 koloni yang termasuk ke dalam nilai indeks kelarutan fosfat dengan kategori sedang dan 9 koloni termasuk dalam nilai indeks kelarutan fosfat dengan kategori rendah. Indeks kelarutan fosfat tertinggi dalam penelitian ini dimiliki oleh koloni TMR1 dengan nilai 2,56, sedangkan indeks kelarutan fosfat terendah dimiliki oleh koloni TMR19

dengan nilai 1,00. Isolat bakteri yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat paling baik yang dilihat berdasarkan nilai indeks kelarutan fosfat tertinggi diantaranya yaitu TMR1 dengan nilai 2,56; TMR2 dengan nilai 2,53; TMR3 dengan nilai 2,45; TMR4 dengan nilai 2,42; dan TMR5 dengan nilai 2,28.

Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat

Berdasarkan hasil isolasi yang diperoleh (Tabel 3), dipilih lima isolat bakteri pelarut fosfat berdasarkan nilai IKF tertinggi.

Tabel 3. Morfologi Isolat Bakteri Pelarut Fosfat

Kode Isolat	Karakterisasi Morfologi			
	Bentuk	Warna	Tepi Koloni	Elevasi
TMR1	Irregular	Putih	Undulate	Raised
TMR2	Irregular	Kuning	Undulate	Raised
TMR3	Irregular	Krem	Undulate	Raised
TMR4	Irregular	Putih	Lobate	Raised
TMR5	Irregular	Krem	Undulate	Raised

Keterangan:

Irregular (bentuk koloni tidak beraturan)

Undulate (bentuk tepi koloni bergelombang)

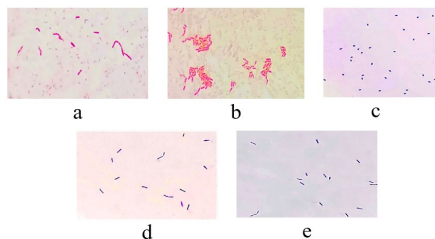
Lobate (bentuk tepi berlekuk)

Raised (ketinggian koloni cembung, di bagian tengah lebih menonjol)

Karakterisasi morfologi yang dilakukan pada kelima isolat bakteri pelarut fosfat diantaranya meliputi bentuk koloni, warna koloni, bentuk tepi koloni, dan elevasi koloni. Berdasarkan **Tabel 3**, hasil karakterisasi morfologi koloni bakteri pelarut fosfat memiliki bentuk dan elevasi yang sama yakni beraturan) dan *elevasi* (ketinggian pertumbuhan koloni bakteri) *raised* (ketinggian nyata terlihat, namun rata pada seluruh permukaan). Karakteristik 5 bakteri pelarut fosfat yang ditemukan yaitu memiliki warna dan tepi koloni yang berbeda, koloni TMR1 dan TMR4 berwarna putih, TMR2 memiliki warna kuning dan TMR3, TMR5 memiliki warna krem. koloni TMR 1, TMR 2, TMR 3 dan TMR 5 memiliki tepi koloni *undulate* (tepi bergelombang) dan TMR4 memiliki tepi koloni *lobate* (tepi berlekuk). Perbedaan karakteristik dari masing-masing koloni dikarenakan oleh eksudat akar yang menjadi sumber nutrisi bagi bakteri dan

terdapat faktor lingkungan seperti kondisi pH, hal ini didukung oleh penelitian Sari (2015) pada media dengan pH 4 dan 5, menunjukkan koloni yang terbentuk sedikit, sedangkan pada pH 7 menunjukkan terbentuk koloni yang melimpah.

Hasil pengamatan uji pewarnaan Gram pada perbesaran 1000 x menunjukkan bahwa isolat TMR1, TMR2, TMR4, dan TMR5 memiliki bentuk sel yang sama yaitu basil atau batang, sedangkan TMR3 memiliki bentuk sel *short basil*. Berdasarkan Gambar 1, TMR 1, dan TMR2 memiliki sifat Gram negatif yang ditunjukkan dengan sel bakteri berwarna merah sedangkan isolat TMR3, TMR4 dan TMR5 memiliki sifat Gram positif yang ditunjukkan sel bakteri berwarna ungu. Perbedaan respon isolat yang diperoleh terhadap pewarnaan kristal violet menunjukkan isolat yang diperoleh bervariasi yaitu adanya isolat yang merupakan Gram negatif dan positif (Hamidah *et al*, 2019).



Gambar 1. Pewarnaan Gram dengan perbesaran 1000x

Hasil pengamatan uji pewarnaan spora berdasarkan pada Tabel 4, menunjukkan bahwa terdapat 2 isolat yang mampu membentuk spora yaitu TMR 3 dan TMR 5, kedua isolat tersebut memiliki spora berbentuk basil atau batang dengan warna hijau. Pewarnaan spora dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bakteri yang memiliki kemampuan membentuk spora. Spora merupakan bentuk pertahanan diri bakteri

dari kondisi yang ekstrem ataupun kondisi yang kurang menguntungkan (Purwaningsih dan Wulandari, 2021).

Hasil pengamatan uji katalase menunjukkan kelima isolat bakteri pelarut fosfat bereaksi positif, ditandai dengan terbentuknya gelembung gas setelah isolat bakteri ditetesi oleh larutan hidrogen peroksida (H₂O₂) (Sianipar dkk., 2020). Pengamatan pengujian motilitas isolat TMR1 sampai TMR 5 menunjukkan reaksi kelima bakteri pelarut fosfat bersifat tidak motil, diindikasikan dengan koloni yang hanya tumbuh di sekitar tusukan saja. Pergerakan bakteri motil ditandai dengan adanya alat gerak bakteri berupa flagela atau gliding motility, sedangkan bakteri non motil tidak mempunyai flagela atau *gliding motility* (Panjaitan *et al.*, 2020).

Tabel 4. Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat

Karakterisasi Morfologi		Kode Isolat				
		TMR1	TMR2	TMR3	TMR 4	TMR 5
Uji Pewarnaan Gram	Bentuk Sel	basil	basil	basil	basil	basil
	Sifat Gram	-	-	+	+	+
Uji Pewarnaan Spora	Bentuk Spora	-	-	Short basil		Basil
	Warna Spora	-	-	Hijau	-	Hijau
Uji Fermentasi Karbohidrat	Glukosa	+	++	++	++	-
	Sukrosa	-	-	+	++	-
	Laktosa	-	+	-	-	+
Uji Katalase		+	+	+	+	+
Uji Motilitas		-	-	-	-	-
Uji Penggunaan O ₂		Aerob fakultatif	Aerob	Aerob fakultatif	Aerob fakultatif	Aerob

Keterangan:

- Uji pewarnaan Gram: - (Gram negatif), + (Gram positif)
- Uji pewarnaan spora: - (tidak ada spora), + (memiliki spora)
- Uji fermentasi karbohidrat: ++ (warna media kuning menyeluruh), + (warna media kuning namun tidak menyeluruh), - (warna media tidak berubah dan tidak terdapat gelembung gas)

Hasil uji fermentasi karbohidrat diperoleh bahwa TMR1, TMR2, TMR3, dan TMR4 mampu memfermentasikan glukosa secara sempurna yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna dari merah ke kuning namun tidak terbentuk gelembung gas dalam tabung Durham. Perubahan warna pada media disebabkan karena bakteri ini mampu memfermentasikan karbohidrat sehingga menghasilkan asam dan dapat menurunkan pH media. Hasil uji fermentasi karbohidrat dengan gula sukrosa diperoleh isolat TMR1, TMR2 dan TMR5 menunjukkan hasil negatif terhadap sukrosa hal terjadi karena tidak adanya perubahan warna media dari merah menjadi kuning dan tidak terbentuk gelembung pada tabung Durham, sedangkan TMR3 mampu memfermentasikan sukrosa namun tidak sempurna yang ditandai dengan terjadinya perubahan media dari merah menjadi kuning sehingga tampak jingga serta tidak terbentuknya gelembung pada tabung Durham. Hasil uji fermentasi kaborhidrat dengan gula laktosa diperoleh isolat TMR1, TMR3 dan TMR 4 menunjukkan reaksi negatif yang ditandai dengan tidak terjadinya perubahan warna media dan tidak terbentuk gelembung pada tabung Durham sedangkan TMR2 dan TMR5 menunjukkan reaksi positif yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna media menjadi kuning namun tidak menyeluruh dan tidak terbentuk gelembung pada tabung Durham (Haryati, 2020).

Uji penggunaan O_2 pada Tabel 4 menunjukkan hasil yang berbeda. Isolat TMR 1, TMR3, dan TMR4 menunjukkan hasil aerob fakultatif yang ditandai dengan kekeruhan pada keseluruhan media, sedangkan TMR2 dan TMR5 menunjukkan hasil aerob yang ditandai dengan kekeruhan pada permukaan media. Tujuan uji penggunaan O_2 yaitu untuk mengetahui bakteri bersifat aerob atau anaerob. Hasil uji penelitian didapatkan 2 sifat bakteri yaitu aerob dan aerob fakultatif. Bakteri aerob dalam pertumbuhannya memerlukan oksigen yang ditandai dengan kekeruhan pada

permukaan media, sedangkan bakteri aerob fakultatif ialah bakteri yang tidak sepenuhnya bergantung pada ketersediaan oksigen di lingkungannya (Damayanti *et al.*, 2020).

4. KESIMPULAN

Karakteristik morfologi Isolat bakteri pelarut fosfat dengan kemampuan melarutkan fosfat paling baik berdasarkan indeks kelarutan fosfat tertinggi yaitu TMR1 dengan nilai 2,56, Karakteristik morfologi TMR1 memiliki bentuk koloni *Irregular elevasi Raised*; warna koloni putih, dengan tepian *Undulate*, memiliki bentuk sel basil dan sifat negatif, tidak memiliki spora, mampu memfermentasikan glukosa, namun tidak dapat memfermentasikan sukrosa dan laktosa namun pada sukrosa menghasilkan enzim katalase; tidak motil; aerob fakultatif lalu kepadatan populasi bakteri pelarut fosfat pada tanah rhizosfer tanaman nanas terpadat yaitu ($4,86 \times 10^6$ CFU/g)..

DAFTAR PUSTAKA

- Adril, M., Y. Lisafitri. (2020). Isolasi Bakteri Pelarut Fosfat Genus *Pseudomonas* dari Tanah Masam Bekas Areal Perkebunan Karet di Kawasan Institut Teknologi Sumatera. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 21(1): 40-48.
- Baloc, I. S., L. F. Ishaq, A. S. K. A. Tae, D. Serangmo. (2023). Eksplorasi Bakteri Pelarut Fosfat Indigen Pada Ekosistem Kebun dan Pantai di Kabupaten Kupang. *Agrisa*. 12(2): 106-124
- Damayanti, S.S., O. Komala, E.M. Effendi. (2018). Identifikasi Bakteri Pupuk Organik Cair Isi Rumen Sapi. *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*. 18(2): 63-71.
- Friska, W., S. Khotimah, R. Linda. (2015). Karakteristik Bakteri Pelarut Fosfat pada Tingkat Kematangan Gambut di Kawasan Hutan Lindung Gunung Ambawang Kabupaten

- Kubu Raya. *Jurnal Protobiont*. 4(1): 197-202.
- Hamidah, M. N., L. Hamidah, Romadhon. (2019). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat Dari Pedas dengan Jenis Ikan Berbeda Terhadap *E.coli* dan *S.aureus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*. 1(2): 11-21.
- Haryati, K. (2020). Pengujian Kualitas Mikrobiologi Ikan Ekor Kuning Asap Dari Pasar Youtefa Papua. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indoensia*. 23(3): 486-494.
- Ilham., I.B.G. Darmayasa, I.G.M.O. Nurjaya, R. Kawuri. (2014). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat Potensial Pada Tanah Konvensional Dan Tanah Organik. *Jurnal Simbiosis*. 2(1): 173-183.
- Kamallia, S., M. Hasbi, Budijono. (2021). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Asal Limbah Cair Tahu UD. Dika Putra, Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 9(1): 16-22.
- Nisa, N. A. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dengan Sekuensi 16s Rrna Asal Tanah Pertanian Organic Desa Sumberejo Batu. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Oksana., M. Irfan, A.R. Fianiray, S.I. Zam. (2020). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah Ultisol Kecamatan Rumbai, Pekanbaru. *Agrotechnology Research Journal*. 4(1): 22-25.
- Pambudi, A., Susanti, T.W. Priambodo. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Tanah Sawah Di Desa Suka Wali Dan Desa Belimbing, Kabupaten Tangerang. *Al-Kaunyah Journal of Biology*. 10(2): 105-113.
- Panjaitan, F.J., T. Bachtiar, I. Arsyad, O.K. Lele. (2020). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Dari Rhizosfer Tanaman Jagung Fase Vegetatif dan Fase Generatif. *Jurnal Agroplasma*. 7(2): 53-60.
- Purwaningsih, D., D. Wulandari. (2021). Uji Aktibakteri Hasil Fermentasi Bakteri Endofit Umbi Talas (*Colocasia esculenta* L) terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 3(5): 750-759.
- Romadloni, M. Y., F. A. C. Wibowo, T. Wahidiah, A. Pradipta. (2024). Isolasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Pada Hutan Produksi di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Pujon Hill Umm, Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*. 23(1): 91-102.
- Sari, D. R. (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Tanah yang Terdapat di Sekitar Perakaran Tanaman. *Biosite*. 1(1): 21-27.
- Sianipar, G. W. S., Sartini, Riyanto. (2020). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Endofit pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*. 2(2):83-92.
- Syah, A.A.I., E. Anom, S.I. Saputra. (2015). The Effect of Giving Multiple Doses of NPK Fertilizer Tablet to Growth and Productin of Pinneapple (*Ananas comosus* (L) Merr) in Peatland. *JOM Faperta*. 2(1): 1-8.
- Taniwan, S., D. Suryanto, I. Nurwahyuni. (2016). Isolasi Dan Karakterisasi Parsial Bakteri Pelarut Fosfat Dari Gua Kampret Dan Uji Kemampuannya Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Biosains*. 2(2): 82-90.
- Timoofeeva, A., M. Galyamova, S. Sedykh. (2022). Prospects for Using Phosphate Solubilizing Microorganisms as Natural Fertilizers in Agriculture. *Plants*. 11(16): 1-23.
- Ziraluo, P.Y., D. (2020). Diversity Study Of Fruit Producer Plant In Nias Islands. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 1(4): 683-694.