

ACTINOMYCETES PELARUT FOSFAT PADA RHIZOSFER TANAMAN JAGUNG (*Zea mays*) DI GORONTALO

**Andre Putra Lamuka¹, Yuliana Retnowati², Abubakar Sidik Katili³, Novri Youla Kandowanko⁴,
Wirnangsih Din Uno⁵**

^{1,5}Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri
Gorontalo

e-mail: andre_s1biologi@mahasiswa.ung.ac.id¹, yuliana.retnowati@ung.ac.id²,
abubakarsidik@ung.ac.id³

Received : Februari, 2025

Accepted : Maret, 2025

Published : Maret, 2025

Abstract

*Actinomycetes are Gram-positive bacteria with morphological characteristics in the form of unicellular filaments that have the potential to dissolve bound phosphate into a form available to plants. This study aims to isolate and identify phosphate-solubilizing Actinomycetes from the rhizosphere of corn (*Zea mays*) plants in Gorontalo, Indonesia. Rhizosphere soil samples were taken at a depth of 15-30 cm from three corn farming locations in Mohiyolo Village, Asparaga District. Parameters analyzed included environmental characteristics, isolate morphology, phosphate solubility index, and soluble phosphate concentration. Identification was based on the morphology of aerial mycelium and substrate mycelium, as well as physiological tests of phosphate solubilization ability. Phosphate solubility index was calculated from the ratio of halo zone diameter to colony on Pikovskaya agar medium, while soluble phosphate concentration was measured using spectrophotometry. The results showed that RFZm-Pg isolate had the highest solubility index of 2.98 mm, while RFZm-Pw isolate was 1.54 mm. The highest dissolved phosphate concentration in liquid media was 2.0929 ppm (RFZm-Pg) and 1.0744 ppm (RFZm-Pw). The phosphate-solubilizing Actinomycetes isolates obtained have potential as biofertilizers, so further testing is needed.*

Keywords: Actinomycetes, Phosphate Solubiliser, Rhizosphere, Maize (*Zea mays*) Plant.

Abstrak

*Actinomycetes merupakan bakteri Gram-positif dengan karakteristik morfologi berupa filamen uniseluler yang berpotensi melarutkan fosfat terikat menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman. Penelitian ini bertujuan mengisolasi dan mengidentifikasi Actinomycetes pelarut fosfat dari rhizosfer tanaman jagung (*Zea mays*) di Gorontalo, Indonesia. Sampel tanah rhizosfer diambil pada kedalaman 15–30 cm dari tiga lokasi pertanian jagung di Desa Mohiyolo, Kecamatan Asparaga. Parameter yang dianalisis meliputi karakteristik lingkungan, morfologi isolat, indeks kelarutan fosfat, dan konsentrasi fosfat terlarut. Identifikasi dilakukan berdasarkan morfologi miselium aerial dan miselium substrat, serta uji fisiologi kemampuan pelarutan fosfat. Indeks kelarutan fosfat dihitung dari perbandingan diameter halo zone terhadap koloni pada media Pikovskaya agar, sementara konsentrasi fosfat terlarut diukur menggunakan spektrofotometri. Hasil menunjukkan isolat RFZm-Pg memiliki indeks kelarutan tertinggi sebesar 2,98 mm, sedangkan isolat RFZm-Pw sebesar 1,54 mm. Konsentrasi fosfat terlarut tertinggi pada media cair adalah 2,0929 ppm (RFZm-Pg) dan 1,0744 ppm (RFZm-Pw). Isolat Actinomycetes pelarut fosfat yang diperoleh memiliki potensi sebagai biofertilizer, sehingga diperlukan pengujian lebih lanjut.*

Kata Kunci: Actinomycetes, Pelarut Fosfat, Rhizosfer, Tanaman jagung (*Zea mays*).

1. PENDAHULUAN

Penurunan kesuburan tanah yang disebabkan oleh penggunaan pupuk kimia secara berkelanjutan serta kurangnya variasi dalam pola tanam telah menjadi masalah serius di sektor pertanian. Praktik penggunaan pupuk kimia sering diterapkan dalam pertanian intensif, namun penggunaannya dalam jangka panjang menyebabkan penurunan kualitas tanah akibat akumulasi residu pupuk dan pestisida (Ye *et al.*, 2020; Nasamsir *et al.*, 2022). Kondisi ini tidak hanya mengurangi kualitas tanah tetapi juga menghilangkan mikroorganisme penting yang berperan dalam siklus nutrisi, menyebabkan ketidakseimbangan unsur hara seperti fosfat (Taher *et al.*, 2021). Pada tanah asam, fosfor bereaksi dengan Al dan Fe membentuk senyawa kompleks seperti $AlPO_4$ dan $FePO_4$, sehingga tidak dapat diserap tanaman (Sonia *et al.*, 2022).

Fosfat merupakan nutrisi esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, baik dalam bentuk organik maupun anorganik (Saif *et al.*, 2014). Nutrisi ini berperan penting dalam berbagai proses fisiologis tanaman, termasuk pembelahan sel, fotosintesis, dan pengembangan sistem akar (Nash *et al.*, 2014). Namun, ketersediaan fosfat sering terhambat oleh kondisi tanah marginal dengan pH rendah dan kadar aluminium yang tinggi (Urtati, 2021; Wahyumi *et al.*, 2023). Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan *Actinomycetes*, yang merupakan bakteri Gram-positif uniseluler yang memiliki kemampuan memproduksi metabolit sekunder dan bertindak sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), termasuk kemampuannya melarutkan fosfat (Pan F. *et al.*, 2018; Rangseekaew, 2019; Selim, 2021; Walida *et al.*, 2019).

Actinomycetes tersebar luas di berbagai ekosistem tanah dan mampu beradaptasi dengan kondisi ekstrem, terutama di wilayah rhizosfer (Ratih *et al.*, 2020). Populasi *Actinomycetes* lebih tinggi di rhizosfer dibandingkan dengan tanah non-rhizosfer disebabkan oleh eksudat akar yang kaya akan senyawa organik (Fitriana, 2021; Shirinbayan *et al.*, 2018). Penelitian menunjukkan bahwa beberapa genus *Actinomycetes*, seperti

Nocardia sp., *Streptomyces*, dan *Micromonospora* sp., mampu melarutkan fosfat (Nurkanto, 2007; Putri *et al.*, 2021). Pada tanaman jagung, populasi mikroorganisme pelarut fosfat meningkat seiring bertambahnya usia tanaman, terutama pada fase vegetatif awal (Huang *et al.*, 2014; Niswati *et al.*, 2007). Rhizosfer jagung (*Zea mays*) merupakan area penting untuk mengetahui interaksi antara mikroorganisme dan akar tanaman, dimana morfologi akar yang kompleks, seperti sistem perakaran serabut dan ujung akar yang aktif membelah, meningkatkan produksi eksudat yang menarik mikroorganisme (Tai *et al.*, 2015; Chen *et al.*, 2024; Hems *et al.*, 2022). Salah satu unsur penting bagi pertumbuhan jagung adalah fosfor, dengan dosis pupuk fosfat optimal sekitar 150 kg/ha (Puspitasari *et al.*, 2018). Namun, ketersediaan fosfor bagi tanaman dapat terhambat dalam kondisi tanah tertentu.

Pada tanah masam, fosfor dapat bereaksi dengan mineral seperti Fe dan Al, membentuk senyawa yang tidak larut, sementara pada tanah basah, fosfor dapat bereaksi dengan Ca dan Mg, yang juga menghasilkan senyawa tidak larut. Akibatnya, tanaman tidak mampu menyerap fosfor yang terikat dalam tanah (Niswati *et al.*, 2018; Solihin *et al.*, 2019; Edy *et al.*, 2022; Purba *et al.*, 2015). Oleh karena itu interaksi akar tanaman jagung dan *Actinomycetes* di rizosfer sangat penting untuk melepaskan fosfor yang terikat dan meningkatkan efisiensi penggunaan fosfor dalam pertanian.

Gorontalo merupakan wilayah dengan banyaknya perkebunan jagung yang masih belum banyak dikaji mengenai *Actinomycetes* yang berasosiasi dengan sistem perakaran rhizosfer yang mampu melarutkan fosfat, dengan adanya fakta-fakta diatas dan mengingat peran *Actinomycetes* yang sangat besar, maka diperlukan penelitian tentang *Actinomycetes* pelarut fosfat pada rhizosfer tanaman jagung di Gorontalo.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni sampai oktober 2024. Sampling tanah rhizosfer dilaksanakan di lokasi pertanian jagung yaitu

perbukitan Desa Mohiyolo, Kecamatan Asparaga, Kabupaten Gorontalo karena pada lokasi penelitian terdapat Perkebunan jagung yang ideal untuk dilakukan penelitian mengenai *Actinomyces* pelarut fosfat pada rhizosfer tanaman jagung. Isolasi dan purifikasi dilaksanakan di Laboratorium Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu deskriptif Kuantitatif, dengan teknik pengambilan sampel menggunakan teknik *Purposive sampling* yaitu Penentuan sampling di tiga titik kawasan pertanian jagung dengan kemiringan berdasarkan atas, tengah, dan bawah perbukitan serta ukuran plot persegi Panjang ± 10 meter.

2.2 Prosedur Penelitian

Isolat bakteri *Actinomyces* diambil dari sampel tanah disekitar akar tanaman jagung desa mohiyolo, kecamatan asparaga. Selanjutnya dilakukan preparasi sampel dengan menimbang masing-masing 5 gram sampel tanah dan melarutkannya ke dalam akuades steril dan dihomogenkan menggunakan shaker inkubator pada 225 rpm. Suspensi tanah tersebut kemudian dipanaskan dalam water bath pada suhu 60°C selama 15 menit. Selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-5} dan di inkubasi selama 14 hari dengan suhu 37°C. Masing-masing koloni yang

tumbuh dijadikan sebagai kultur murni. Masing masing isolat selanjutnya di karakterisasi morfologi *Actinomyces* ditandai dengan adanya miselium substrat dan miselium areal. Selanjutnya masing masing isolat diuji karakter fisiologisnya dengan dua uji yaitu :

a. Pengujian Kemampuan Pelarut Fosfat Isolat *Actinomyces* secara Kualitatif

Isolat *Actinomyces* dengan diameter koloni 1 cm yang berumur 14 hari ditumbuhkan pada media Pikovskaya agar (PKA). Komposisi media PKA adalah glukosa 10 g/L; Ca_3PO_4 5 g/L; $(NH_4)_2SO_4$ 0,5 g/L; KCl 0,2 g/L; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,1 g/L; $MnSO_4 \cdot H_2O$ 0,01 g/L; ekstrak khamir 0,5 g/L; $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 0,01 g/L; agar 18 g/L dengan pH 7. Isolat aktinomisetes yang telah ditumbuhkan pada media PKA selanjutnya diinkubasi pada suhu 28°C selama 14 hari. Aktivitas positif ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni *Actinomyces*. Aktivitas pelarut fosfat ditentukan dengan perbandingan (rasio) antara diameter zona bening dan diameter koloni (Paul dan Sinha 2017).

$$IP = \frac{\text{Diameter Halozone (mm)} + \text{Diameter koloni (mm)}}{\text{Diameter Koloni (mm)}}$$

Indeks kelarutan fosfat dikategorikan berdasarkan kategori pada tabel 1.

Tabel 1: Kategori Indeks Kelarutan Fosfat
[Sumber: Hindyahtulloh *et al* 2022]

Indeks Kelarutan Fosfat	Kategori
<1,00	Sangat rendah
1,00-2,00	Rendah
2,00-3,00	Sedang
>3,00	Tinggi

b. Pengujian Kemampuan Pelarut Fosfat Isolat *Actinomyces* secara Kuantitatif

Uji kemampuan pelarut fosfat pada isolat *Actinomyces* dilakukan dengan cara menambahkan isolat *Actinomyces* ke dalam labu Erlenmeyer 50 mL diisi dengan media Pikovskaya cair. Setelah itu, campuran diinkubasi dengan rentang waktu selama 7 sampai dengan 35 hari pada suhu 26°C pada 150 rpm dalam inkubator shaker. Setelah itu, pelet dan supernatan dipisahkan dengan sentrifugasi 10 mL kultur selama 15 menit pada 1000 rpm. Selanjutnya, hingga 1 mL supernatan yang dihasilkan diambil dan ditambahkan ke 2,5

mL larutan natrium molybdat 2,5% dan 1 mL hidrazin sulfat 0,3% untuk memulai reaksi. Setelah itu, campuran dimasak selama sepuluh menit dan kemudian didinginkan. Pada panjang gelombang 830 nm, spektrofotometer digunakan untuk mendeteksi jumlah fosfat terlarut. Larutan KH_2PO_4 dengan konsentrasi KH_2PO_4 digunakan untuk membuat kurva standar. 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9, dan 1,0 mg/L (Hartanto *et al.*, 2023; Mardiansah, 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Penelitian dilaksanakan di desa mohiyolo, kabupaten gorontalo. Pengambilan sampel tanah dari rhizosfer dilaksanakan pada satu

lokasi di area perbukitan tanaman jagung, yang mencakup tiga titik kawasan pertanian jagung berdasarkan atas, tengah dan bawah perbukitan dengan masing-masing titik koordinat (Gambar 4.1)



Gambar 1. Lokasi Pengambilan sampel

Lokasi sampling untuk mendapatkan sampel rhizosfer tanaman jagung menunjukkan karakter lingkungan yang meliputi pH tanah dan kelembaban tanah. pH tanah pada tiga titik

lokasi cenderung asam. Sedangkan Kelembaban tertinggi terdapat di titik A (Tabel 2).

Tabel 2: Tabel Parameter Lingkungan

No.	Lokasi	Parameter lingkungan		Pengamatan Morfologi Koloni
		Rerata pH	Rerata Kelembaban tanah	
1.	(A)	5,1	4,8%	Didapatkan 7 isolat <i>Actinomycetes</i>
2.	(B)	5,2	4,5%	
3.	(C)	5,1	4,7%	

Hasil pengukuran lingkungan tanah rhizosfer jagung menunjukkan bahwa di tiga titik cenderung memiliki pH yang asam. Kondisi ini dapat berpengaruh positif terhadap pertumbuhan mikroba, khususnya kelompok *Actinomycetes*. Meskipun *Actinomycetes* umumnya lebih menyukai pH netral hingga sedikit basa (optimal antara 6,5-8,0) mereka masih dapat ditemukan dalam lingkungan dengan pH yang lebih rendah meskipun populasinya mungkin menurun secara signifikan (Kanti, 2005). Sedangkan tingkat kelembaban daerah rhizosfer jagung dikatakan rendah tetapi sangat baik untuk pertumbuhan *Actinomycetes* (Widyanti et al., 2016).

yang telah dimurnikan, diantaranya : RFZm-Pg, RFZm- Pw,

RFZm-Plg, RFZm-Po, RFZm-Pb, RFZm-Py, dan RFZm-Pr. Isolat yang telah dimurnikan diamati morfologi koloni yang terbentuk, mulai dari bentuk, warna *miselium areal*, dan *miselium substrat*. Tabel 3 menunjukkan morfologi koloni setiap isolat bakteri *Actinomycetes*. Berdasarkan hasil menunjukkan bahwa bentuk koloni *Actinomycetes* memiliki bentuk Circular (RFZm-Pg, RFZm-Pb, RFZm-Py, RFZm-Pr, RFZm-Po) dan irregular (RFZm-Pw, RFZm-Plg), Selain itu memiliki warna *miselium areal* dengan tipe warna Abu-abu, kuning, Orange, merah, putih, dan *miselium substrat* berwarna Hitam, Coklat,

putih kuning, orange, Abu-abu dan Kuning. Menurut Astuty (2019), Keberagaman dari bentuk, Warna *Miselium areal*, dan *Miselium*

substrat tergantung pada jenis bakteri *Actinomycetes* dan kondisi lingkungan rhizosfer.

Tabel 3 : Morfologi koloni isolat bakteri *Actinomycetes di rhizosfer tanaman jagung*

Isolat	Bentuk koloni	Warna miselium areal	Warna miselium substrat
RFZm-Pg	Circular	Abu-abu	Hitam
RFZm-Py	Circular	Kuning	P.Kuning
RFZm-Pb	Circular	Abu-abu	Coklat
RFZm-Po	Circular	Orange	Kuning
RFZm-Plg	irregular	Putih	Abu-abu
RFZm-Pw	irregular	Putih	H. Coklat
RFZm-Pr	Circular	Merah	Orange

Kemampuan *Actinomycetes* pelarut fosfat

Kemampuan *Actinomycetes* pelarut fosfat dilakukan dengan cara menumbuhkan *Actinomycetes* dari masing-masing sampel tanah rhizosfer yang ditemukan di ketiga titik lokasi menggunakan media pikovskaya. Setiap isolat di inokulasi pada media Pikovskaya

dengan dilakukan 3 kali pengulangan. Dari 3 titik sampling tanah rhizosfer diperoleh 7 isolat murni *Actinomycetes* yang menunjukkan zona jernih pada media pikovskaya hanya 2 isolat potensial pelarut fosfat (Tabel 4).

Tabel 4 : Isolat *Actinomycetes* pelarut fosfat Secara Kualitatif

Kode Isolat	IKF	Kategori
RFZm-Pg	2,98 mm	Sedang
RFZm-Py	-	-
RFZm-Pb	-	-
RFZm-Po	-	-
RFZm-Plg	-	-
RFZm-Pw	1,54 mm	Rendah
RFZm-Pr	-	-

Hasil menunjukan bahwa *Actinomycetes* ditemukan pada daerah rhizosfer tanaman jagung di desa Mohiyolo, Kecamatan Asparaga, di titik A dan B dengan kode isolat RFZm-Pg dan RFZm-Pw. Keberadaan *Actinomycetes* pelarut

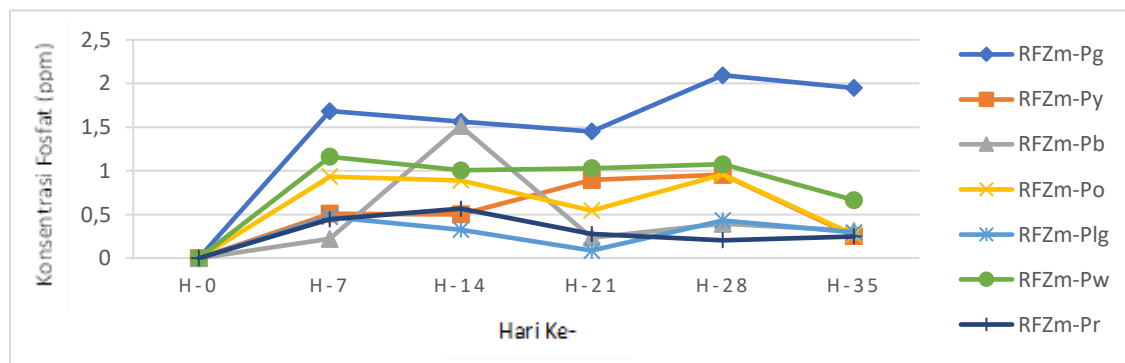
fosfat dianggap positif jika zona bening (*Halazone*) terbentuk pada media Pikovskaya, seperti yang terlihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. A. Koloni *Actinomycetes* pelarut fosfat Kode RFZm-Pg , B. Koloni *Actinomycetes* pelarut fosfat Kode RFZm-Pw

Isolat *Actinomyces* yang diperoleh dilakukan pengujian pelarut fosfat dengan menggunakan medium pikovskaya agar. Kemampuan melarutkan fosfat ditunjukkan oleh zona bening yang terbentuk di sekitar koloni. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat tersebut memiliki kemampuan melarutkan fosfat dengan Indeks Pelarutan (Ip) sebesar 2,98 mm (Sedang) dan 1,54 mm (Rendah). Meskipun begitu, menurut Larasati *et al.* (2018), kemampuan isolat bakteri dalam melarutkan fosfat tidak selalu dapat dinilai hanya berdasarkan lebar zona bening yang terbentuk. Hasil dari uji kualitatif belum sepenuhnya efektif untuk menilai sejauh mana bakteri tersebut mampu melarutkan fosfat. Oleh karena itu, uji lanjutan secara kuantitatif diperlukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam.

Isolat yang menunjukkan pelarut fosfat secara kualitatif selanjutnya di ukur Secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 830 nm. Kurva standar dibuat dengan menggunakan KH_2PO_4 dengan konsentrasi 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 1,0 ppm. Hasil uji kemampuan bakteri *Actinomyces* dalam melarutkan fosfat pada media pikovskaya cair di tunjuk pada gambar 3. Data ini menggambarkan tingkat pelepasan fosfat oleh masing-masing isolat selama periode inkubasi. Pengujian kuantitatif ini sangat penting untuk menilai sejauh mana efektivitas *Actinomyces* dalam meningkatkan ketersediaan fosfat di lingkungan, terutama untuk aplikasi praktis dalam mendukung pertanian berkelanjutan.



Gambar 3. Kemampuan pelarutan fosfat oleh isolat *Actinomyces* dalam media pikovskaya cair

Berdasarkan Gambar, Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pelarutan fosfat semua isolat meningkat sampai hari ke 28 kecuali RFZm-Pr dan semua isolat pun mengalami penurunan setelah hari ke 28. Isolat RFZm-Pg dan RFZm-Pw dapat melarutkan fosfat tertinggi pada hari ke 28 dengan nilai masing-masing 2,0929 ppm dan 1,0744 ppm. Sedangkan pada hari ke 35 mengalami penurunan dengan nilai RFZm-Pg sebesar 1,9480 ppm dan RFZm-Pw 0,6650 ppm. Semakin lama aktivitas bakteri pelarut fosfat akan menurun karena terbatasnya sumber energi dan menyebabkan penurunan populasi sehingga metabolisme sel juga menurun (Sonia *et al.*, 2022). Hasil uji kelarutan fosfat secara kuantitatif berbanding lurus dengan hasil kualitatif. Kemampuan bakteri pelarut fosfat dapat beragam, disebabkan oleh banyak faktor yang terdapat di tanah, seperti unsur hara tanah, pH, kelembapan, bahan organik, dan aktivitas enzim (Dewi *et al.*, 2023). Lovitna *et al.*, (2021)

menyatakan bahwa terdapat hubungan antara populasi bakteri pelarut fosfat, maka kandungan P-tersedia ditanah akan ikut meningkat. Menurut Niswati *et al.*, (2008) perbedaan populasi bakteri pelarut fosfat menyebabkan perbedaan ketersediaan P di dalam tanah. Perbedaan populasi tersebut menyebabkan perbedaan jumlah asam-asam organik yang dihasilkan oleh bakteri pelarut fosfat tersebut. Taniwan *et al.*, (2016) menyatakan, bakteri pelarut fosfat diketahui mereduksi pH substrat dengan mensekresi sejumlah asam-asam organik seperti asam-asam format, asetat, propionat, laktonat, glikolat, fumarat dan suksinat. Asam asam ini mungkin membentuk khelat dengan kation-kation seperti Ca dan Fe yang mengakibatkan pelarutan fosfat yang efektif. Hara P yang cukup berhubungan dengan meningkatnya pertumbuhan akar tanaman (Triadiawarman *et al.*, 2022).

3.2 Pembahasan

Actinomyces merupakan bakteri gram positif yang mampu bertahan di lingkungan ekstrem. Dalam penelitian ini, ditemukan tiga isolat *Actinomyces* pelarut fosfat yang diperoleh dari rizosfer tanaman jagung di tiga lokasi penelitian. Kepadatan populasi *Actinomyces* sangat dipengaruhi oleh faktor fisikokimia lingkungan, termasuk pH tanah. Pengukuran pH di rizosfer tanaman jagung Desa Mohiyolo, Kecamatan Asparaga, Kabupaten Gorontalo menunjukkan kondisi asam dengan pH berkisar antara 5,1 hingga 5,2, yang sesuai dengan temuan Dewi (2024) yang menjelaskan bahwa *Actinomyces* cenderung tidak berkembang di lingkungan dengan pH di bawah 5,0, sementara pH optimal untuk pertumbuhannya adalah 6,5 hingga 8,0. Selain pH, kelembapan tanah juga menjadi faktor penting dalam pertumbuhan *Actinomyces*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kelembapan di titik A, B, dan C masing-masing sebesar 4,8%, 4,5%, dan 4,7%. Meskipun nilai ini tergolong rendah, *Actinomyces* tetap dapat tumbuh dengan baik. Solihin (2017) menyatakan bahwa populasi *Actinomyces* bervariasi dalam rentang kelembapan 0,67% hingga optimal pada 0,98%.

Penelitian menunjukkan bahwa dari tujuh isolat *Actinomyces* yang diuji, hanya dua isolat, yaitu RFZm-Pg dan RFZm-Pw, yang mampu melarutkan fosfat. Temuan ini konsisten dengan studi Utami, Lidar, dan Rizal (2021), yang menemukan bahwa hanya sebagian kecil isolat *Actinomyces* dapat membentuk zona bening pada media Pikovskaya dengan diameter yang bervariasi. Dewi (2017) menjelaskan bahwa semakin tinggi aktivitas enzim fosfatase yang dihasilkan oleh bakteri pelarut fosfat, semakin besar pula zona bening yang terbentuk, karena bakteri tersebut mampu mengubah fosfat tidak larut menjadi bentuk yang larut.

Dalam penelitian ini, isolat *Actinomyces* yang diperoleh dari rizosfer tanaman jagung di Gorontalo menunjukkan hasil yang spesifik. Isolat RFZm-Pg menghasilkan zona bening dengan diameter 2,98 mm dan indeks pelarutan (*Ip*) sebesar 2,0929 ppm, sedangkan isolat RFZm-Pw menghasilkan zona bening dengan diameter 1,54 mm dan *Ip* sebesar 1,0744 ppm.

Pembentukan zona bening pada media Pikovskaya mengindikasikan bahwa bakteri

tersebut mampu memproduksi enzim ekstraseluler fosfatase. Media Pikovskaya mengandung fosfat tidak larut dalam bentuk $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, yang tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber nutrisi (Rahmayuni *et al.*, 2018). Oleh karena itu, bakteri menghasilkan enzim fosfatase untuk melarutkan fosfat tidak larut, sehingga fosfat tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi.

4. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan, memperoleh hasil sebanyak 7 isolat murni bakteri *Actinomyces* (RFZm-Pg, RFZm-Pw, RFZm-Plg, RFZm-Po, RFZm-Pb, RFZm-Py, dan RFZm-Pr). Secara Kualitatif, terdapat 2 isolat *Actinomyces* yang mampu melarutkan fosfat memiliki nilai indeks kelarutan fosfat dengan kategori sedang yaitu RFZm-Pg dan RFZm-Pw dengan kategori rendah. Sedangkan secara kuantitatif isolat RFZm-Pg dan RFZm-Pw melarutkan fosfat tertinggi pada hari ke 28 dengan nilai masing-masing 2,0929 ppm dan 1,0744 ppm. Berdasarkan hasil mengindikasikan bahwa isolat *Actinomyces* dari rizosfer tanaman jagung berpotensi digunakan sebagai biofertilizer untuk meningkatkan ketersediaan fosfat di tanah. Saran dalam penelitian ini adalah: (1) bagi peneliti selanjutnya, diharapkan dapat melakukan pengujian lebih lanjut di berbagai kondisi tanah dan jenis tanaman untuk memastikan efektivitas isolat *Actinomyces* sebagai biofertilizer dan (2) penelitian lanjutan dapat meneliti dengan mengidentifikasi mekanisme spesifik bagaimana isolat *Actinomyces* meningkatkan ketersediaan fosfat, misalnya melalui produksi enzim fosfatase atau senyawa organik lainnya.

PERNYATAAN PENGHARGAAN

Terima kasih penulis sampaikan kepada ketua jurusan biologi selaku dosen pembimbing akademik dan dosen pembimbing skripsi satu saya serta kepala laboratorium biologi fakultas Matematika dan ilmu pengetahuan alam universitas negeri gorontalo dan teman-teman tim Actinomicrobe yang telah membantu dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Astuty, E. (2017) 'Isolasidan Karakterisasi Morfologi Aktinomiset Indigenus Asal

- Tanah Gambut', *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 8(2), pp. 7–15. Available <https://doi.org/10.20956/jal.v8i16.2980>.
- Dewi, S.C.O. *et al.* (2024) 'Optimalisasi Dan Uji Efektivitas Actinomycetes Pada Brassica Chinensis Di Bawah Cekaman Kekeringan Dan Ph Masam Ultisol', *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2024.011.1.21>.
- Edy, E. and Ibrahim, B. (2022) 'Efisiensi Penggunaan Pupuk Fosfor Pada Tanaman Jagung Dengan Aplikasi Ekstrak Pelarut Fosfat', *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 6(1), pp. 90–98. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v6i1.179>.
- Hartanto, P., Zulkifli, L. and Sedijani, P. (2023) 'Jurnal Biologi Tropis Isolation and Identification of Phosphate Solubilizing Bacteria from The Rhizosphere of Dry Land Lamtoro Plants (*Leucaena leucocephala*) in North and South Lombok Regions'.
- Hermes, C.H. *et al.* (2022) 'Back to our roots: exploring the role of root morphology as a mediator of beneficial plant–microbe interactions', *Environmental Microbiology*, 24(8), pp. 3264–3272. <https://doi.org/10.1111/14622920.15926>.
- Huang, X. *et al.* (2014) 'Rhizosphere interactions: root exudates, microbes, and microbial communities 1', 275 (February), pp. 267–275.
- Kanti, A. (2005) 'Cellulolytic Actinomycetes isolated from soil in Bukit Duabelas National Park, Jambi', *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 6(2), <https://doi.org/10.13057/biodiv/d060203>.
- Khan, M.S., Zaidi, A. and Musarrat, J. (2014) 'Phosphate solubilizing microorganisms: Principles and application of microphos technology', *Phosphate Solubilizing Microorganisms: Principles and Application of Microphos Technology*, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08216-5>.
- Larasati, E.D. *et al.* (2018) 'Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Tanah Gambut', *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), p. 1. <https://doi.org/10.14710/bioma.20.1.1-8>.
- Lovitna, G., Nuraini, Y. and Istiqomah, N. (2021) 'Pengaruh Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat Dan Pupuk Anorganik Fosfat Terhadap Populasi Bakteri Pelarut Fosfat, P-Tersedia, Dan Hasil Tanaman Jagung Pada Alfisol', *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), pp.<https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.15>.
- Mardyansah, D. and Trimulyono, G. (2021) 'Isolasi , Karakterisasi , dan Uji Potensi Bakteri Pelarut Fosfat dari Rhizosfer Tanaman Jati dan Sengon di Pegunungan Kapur , Daerah Selatan Kabupaten Tulungagung Isolation , Characterization , and The Potential Test of Phosphate Solubilizing Bacteria fro', 10, pp. 188–198.
- Nasamsir, N., Nengsih, Y. and Purba, H.P. (2022) 'Kandungan Pospor-tersedia Pada Berbagai Kondisi Lahan Yang Berbeda dan Produktivitas Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Afdeling IV Rimsa PTPN VI Persero Rimbo Bujang Kabupaten Tebo Jambi', *Jurnal Media Pertanian*, 7(1), p. 11. <https://doi.org/10.33087/jagro.v7i1.142>
- Nash, D.M. *et al.* (2014) 'Using organic phosphorus to sustain pasture productivity: A perspective', *Geoderma*, 221–222, pp. 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.12.004>.
- Niswati, A., Yusnaini, S. and Syamsul, A. (2008) 'Populasi Mikroba Pelaru Fosfat dan P-tersedia pada Rizorfir beberapa Umur dan Jarak dari Pusat Perakaran Jagung (*Zea mays* L.)', *Jurnal Tanah Tropika*, 13(2), pp. 123–130.
- Nurkanto, A. (2007) 'Identification of soil actinomycetes in Bukit Bangkirai fire forest East Kalimantan and its potention as cellulolitic and phosphate solubilizing', *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 8(4), pp. 314–319. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d080414>.
- Pan, F. *et al.* (2024) 'Vegetation recovery reshapes the composition and enhances the network connectivity of phoD-harboring microorganisms to promote P availability in a karst ecosystem', *Science of the Total Environment*, 918(January), <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170561>.

- Paul, D. and Sinha, S.N. (2017) 'Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacterium *Pseudomonas aeruginosa* KUPSB12 with antibacterial potential from river Ganga, India', *Annals of Agrarian Science*, pp. 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2016.10.001>
- Purba, M.A., Fauzi and Kemala, S. (2015) 'Pengaruh Pemberian Fosfat Alam dan Bahan Organik pada Tanah Sulfat Masam Potensial Terhadap P-Tersedia Tanah dan Produksi Padi (*Oryza sativa* L.)', *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(3), pp. 938–948.
- Puspitasari, H.M., Yunus, A. and Harjoko, D. (2018) 'Dosis Pupuk Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Jagung Hibrida', *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 20(2), p. 34. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v20i2.22058>.
- Rangseekaew, P. and Pathom-Aree, W. (2019) 'Cave actinobacteria as producers of bioactive metabolites', *Frontiers in Microbiology*, 10(MAR). Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00387>.
- Ratih, R., Saida, S. and Nontji, M. (2022) 'Pertumbuhan Rhizobakteri Asal Rhizosfer Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.) Pada Berbagai Media Organik Cair', *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 2(2), pp. 1–10. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v2i2.185>.
- Retnowati, Y., Kandowangko, N.Y. and Katili, A.S. (2024) 'Diversity of actinomycetes on plant rhizosphere of karst ecosystem of Gorontalo, Indonesia', 25(3), <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250301>.
- Selim, M.S.M., Abdelhamid, S.A. and Mohamed, S.S. (2021) 'Secondary metabolites and biodiversity of actinomycetes', *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00156-9>.
- Shirinbayan, S., Khosravi, H. and Malakouti, M.J. (2019) 'Alleviation of drought stress in maize (*Zea mays*) by inoculation with *Azotobacter* strains isolated from semi-arid regions', *Applied Soil Ecology*, 133(September), pp. 138–145. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.09.015>.
- Solihin, M.A. and Fitriatin, B.N. (2017) 'Sebaran Mikroba Tanah pada Berbagai Jenis Penggunaan Lahan Di Kawasan Bandung Utara', *SoilREns*, 15(1), pp. 38–45. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v15i1.13345>.
- Sonia, A.V. and Setiawati, T.C. (2022) 'Aktivitas bakteri pelarut fosfat terhadap peningkatan ketersediaan fosfat pada tanah masam', *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 15(1), <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v15i1.13449>.
- Taher, Y.A. (2021) 'Dampak Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Perubahan', *Jurnal Menara Ilmu*, XV(2), pp. 67–76.
- Triadiawarman, D., Aryanto, D. and Krisbiyantoro, J. (2022) 'Peran Unsur Hara Makro Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bawang Merah (*Allium cepa* L.)', *Agrifor*, 21(1), p. <https://doi.org/10.31293/agrifor.v21i1.5795>.
- Utami, S., Lidar, S. and Rizal, M. (2021) 'Isolasi dan karakterisasi bakteri dan jamur pelarut fosfat pada berbagai lokasi', *Agrotela*, 1(1), pp. 33–42.
- Utarti, E. et al. (2021) 'The Isolasi Aktinomiset Pelarut Fosfat Asal Perakaran Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) di Antirogo Jember', *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 8(2), p. 260. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2021.v08.i02.p09>.
- Wahyumi, R., Hayati, R. and Agustine, L. (2023) 'Uji Isolat Fungi Pelarut Fosfat dari Beberapa Jenis Tanah Terhadap Ketersediaan Hara Fosfat dan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Tanah Ultisol', *Jurnal Sains dan ...*, 5(2), <http://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/saintek/article/view/1426%0Ahttp://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/saintek/article/download/1426/1206>.
- Walida, H. et al. (2019) 'Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penghasil Iaa Dan Pelarut Fosfat Dari Rhizosfer Tanaman Kelapa Sawit Isolation And Identification Of Iaa And Phosphate Solubilizing Bacteria From Palm Oil Rhizosphere PGPR (*Plant Growth Promoting PGPR* beserta potensinya m', 6(1),

<https://doi.org/10.31289/biolink.v6i1.2090>.

- Ye, L. *et al.* (2020) 'Bio-organic fertilizer with reduced rates of chemical fertilization improves soil fertility and enhances tomato yield and quality', *Scientific Reports*, 10(1), pp. 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56954-2>.
- Yuan, H. *et al.* (2018) 'Identification and expression profiling of the Aux/IAA gene family in Chinese hickory (*Carya cathayensis* Sarg.) during the grafting process', *Plant Physiology and Biochemistry*, 127(December 2017), pp. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.03.010>.