

Isolation and Identification of IAA-Producing and Phosphate-Solubilizing Rhizobacteria from *Sesuvium portulacastrum* and In Vitro Growth-Promotion Effect on *Vigna radiata* L.

Baiq Fadilla Yuliana¹, Lalu Zulkifli^{1,2*}, Dewa Ayu Citra Rasmi¹, Prapti Sedijani^{1,2}

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

²Program Studi Magister Pendidikan IPA, Pascasarjana, Universitas Mataram, Indonesia

Article History

Received : October 16th, 2025

Revised : November 23th, 2025

Accepted : December 17th, 2025

*Corresponding Author:

Lalu Zulkifli

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Email:

lalu_zulkifli@unram.ac.id

Abstract: *Sesuvium portulacastrum* is a coastal plant resistant to high salt content and drought. Exploration of rhizosphere bacteria is necessary to obtain potential isolates that can be developed as biofertilizers in the future. This study aims to isolate and identify rhizosphere bacteria from *Sesuvium portulacastrum* that are able to produce Indole Acetic Acid (IAA) and dissolve phosphate, and to test their effects in vitro on the germination of *Vigna radiata* L. Rhizosphere bacteria from the Bagek Kembar Mangrove Ecosystem Area, Sekotong, West Lombok Regency. A total of 14 bacterial isolates were successfully obtained and characterized based on morphological, physiological, and biochemical properties. All isolates produced IAA qualitatively and quantitatively (19.85–33.71 ppm) with isolate KT1 having the highest production (33.71 ppm). Qualitative phosphate solubilization test showed that 12 isolates were able to form a clear zone, while quantitatively it ranged from 7.86 to 16.18 ppm with isolate K8 having the highest value (16.18 ppm). Selected isolates KT1 (the highest IAA producer), K8 (the highest phosphate solubilizer), and K5 (both with high abilities) were tested for their effect on mung bean germination. Inoculation had a significant effect on plant height, root length, and dry weight ($p < 0.05$). These results indicate that *S. portulacastrum* rhizosphere bacteria have the potential to be an environmentally friendly biofertilizer for plants in high-salinity soils.

Keywords: high salinity; IAA; phosphate; rhizosphere bacteria; *Sesuvium portulacastrum*; *Vigna radiata* (L)

Pendahuluan

Kondisi salinitas lahan pertanian adalah pembatas utama yang secara signifikan menurunkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Dey *et al.*, 2021). Kondisi ini mempengaruhi mikroorganisme tanah serta proses kimia dan fisika yang penting bagi kesuburan lahan (El-Ramady *et al.*, 2024). Salinitas juga menghambat penyerapan unsur hara makro dan mikro esensial seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) oleh akar tanaman (Roy & Chowdhury, 2021). Fosfor menjadi salah satu unsur yang paling terpengaruh karena meskipun melimpah, sebagian besar berada dalam bentuk yang tidak

tersedia bagi tanaman (Kalayu, 2019). Penggunaan pupuk kimia yang berlebihan untuk mengatasi hal ini berpotensi merusak tanah dan lingkungan (Widowati *et al.*, 2022).

Sebagai alternatif berkelanjutan, pemanfaatan mikroorganisme atau *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR) menjadi strategi yang menjanjikan terutama pada lahan marginal seperti lahan yang memiliki salinitas tinggi (Zendrato & Lase, 2024). PGPR dapat mendukung pertumbuhan tanaman melalui produksi hormon pertumbuhan seperti *Indole Acetic Acid* (IAA), pelarut fosfat, dan fiksasi nitrogen (Amartani, 2024). IAA merupakan hormon auksin utama pada tumbuhan yang berperan dalam

pembelahan dan pemanjangan sel serta diferensiasi jaringan (Ningsih *et al.*, 2024). Beberapa mikroorganisme mampu menghasilkan IAA melalui metabolisme amino L-triptofan (Ardiana & Advinda, 2022). Selain memiliki kemampuan dalam menghasilkan IAA, PGPR juga memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat, sehingga meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman dalam bentuk ion H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} yang dipengaruhi oleh pH tanah Kusumawati, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Anggita *et al.*, (2024), menunjukkan bahwa kombinasi produksi IAA dan pelarutan fosfat oleh PGPR terbukti meningkatkan ketersediaan nutrisi dan daya tahan tanaman pada kondisi salinitas tinggi.

Sesuvium portulacastrum adalah tanaman halofit yang tumbuh di habitat bersalinitas tinggi seperti pantai dan mangrove, dengan sistem akar luas dan toleransi terhadap cekaman lingkungan seperti garam, kekeringan, dan logam berat (Zhang *et al.*, 2024). Mikrobiota rhizosfer tanaman ini mampu menghasilkan senyawa bioaktif, termasuk fitohormon, yang membantu mengurangi stres salinitas dan meningkatkan ketersediaan nutrisi (John *et al.*, 2023). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri rhizosfer dari *Sesuvium portulacastrum* yang berpotensi menghasilkan hormon Indole Acetic Acid (IAA) serta melarutkan fosfat. Isolat terpilih kemudian diuji pengaruhnya terhadap pertumbuhan *Vigna radiata* L. melalui uji in vitro. Sampel diambil dari wilayah Ekosistem Mangrove Bagek Kembar, Sekotong, Lombok Barat, yang memiliki tingkat salinitas tinggi dan kondisi lingkungan kering. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan pupuk hayati lokal yang ramah lingkungan dan efektif untuk meningkatkan produktivitas tanaman pada lahan marginal.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-Juli 2025 di Laboratorium Biologi dan Mikrobiologi, Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Mataram.

Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan studi deskriptif eksploratif dengan pendekatan eksperimental. Isolasi bakteri penghasil IAA dan pelarut fosfat dilakukan dari rhizosfer *Sesuvium portulacastrum*, kemudian isolat terpilih diuji pengaruhnya terhadap perkecambahan *Vigna radiata* L. secara in vitro.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tabung reaksi, cawan petri, mikropipet, *blue tip*, *yellow tip*, batang pengaduk, gelas ukur, labu erlenmeyer, gelas beaker, jarum ose, kaca objek, hot plate, mikroskop, vortex, laminar air flow, autoklaf, shaker, inkubator, kompor, bunsen, rak tabung reaksi, timbangan analitik, alat dokumentasi, alat tulis, spektrofotometer, *ziplog bag*, *box ice*, dan pisau. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1 gram tanah yang diambil dari rhizosfer tanaman *Sesuvium portulacastrum*, aquades, garam fisiologis, media *Nutrient Agar* (NA), media *Nutrient Broth* (NB), media Pikovskaya, L-tryptofan, reagen Salkowski, larutan molibdate dan asam ascorbat, Hidrogen Peroksida (H_2O_2), *Mc Farland* (0,5%), alkohol 70%, alkohol 96%, larutan lugol, larutan safranin, larutan cristal violet, isolat bakteri, NaCl, glukosa, laktosa, maltosa, sukrosa, manitol, *phenol red*, media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), media *Sulfide Indol Motility* (SIM), media Simmone Citrat (SC), biji kacang hijau, media Murphy modifikasi, aluminium foil, plastik wrap, sabun, lateks, tisu, kapas, kertas label.

Prosedur penelitian

Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Kawasan Ekosistem Esensial Mangrove Bagek Kembar, Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok Barat (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel rhizosfer *S. portulacastrum*.

Pengambilan dilakukan pada tiga titik dengan kedalaman sekitar $\pm$ 5-7 cm. Tanah di sekitar perakaran diambil secukupnya pada setiap titik, kemudian dihomogenkan dan dimasukkan ke dalam plastik *Ziploc* dan disimpan dalam *box ice*. Sampel yang telah dikumpulkan kemudian dibawa ke Laboratorium untuk diteliti.

Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri tanaman krokot laut daun lancip (*Sesuvium portulacastrum*) dilakukan dengan menimbang 1 gr sampel tanah yang menempel pada perakaran (rhizosfer) tanaman krokot laut daun lancip lalu dituangkan kedalam tabung reaksi yang berisi 9 ml garam fisiologis kemudian dihomogenkan menggunakan vortex. Selanjutnya melakukan pengenceran bertingkat 10^{-1} - 10^{-5} . Mengambil sebanyak 1 ml sampel tanah yang telah homogen menggunakan mikropipet steril kedalam tabung 10^{-1} . Mengambil 1 ml sampel dari tabung pertama 10^{-1} kemudian memasukkannya kedalam tabung kedua untuk pengenceran 10^{-2} . Mengulang prosedur pengambilan sampel hingga pengenceran terakhir yakni 10^{-5} . Setiap tabung sampel dihomogenkan menggunakan vortex sebelum dipindahkan ke pengenceran selanjutnya.

Pembiakan bakteri dilakukan dengan cara mengambil 200 μ l hasil dari pengenceran tiga terakhir yaitu 10^{-3} , 10^{-4} dan 10^{-5} kemudian dibiakkan pada media NA (*Nutrient Agar*) menggunakan metode *pour plate* selanjutnya diinkubasi pada suhu 32°C selama 24 jam. Setelah dilakukan inkubasi, selanjutnya dilakukan pengamatan morfologi koloni bakteri. Jika ditemukan pertumbuhan koloni yang berbeda maka harus dilakukan pemurnian dengan metode pengenceran sampai ditemukan isolat murni. Bakteri murni yang diperoleh kemudian diidentifikasi serta dikarakterisasi melalui pengamatan makroskopik dan mikroskopik. Karakterisasi bakteri rhizosfer dilakukan secara mikroskopis dan makroskopis dengan cara mengamati karakter morfologi dan fisiologinya, seperti bentuk, warna, tepi dan ketinggian koloni. Identifikasi bentuk sel dilakukan melalui pewarnaan gram (Cappuccino & Sherman, 2014).

Uji Potensi Bakteri Penghasil IAA

Pengujian isolat bakteri penghasil IAA dilakukan dengan cara memasukkan 1 ose bakteri ke dalam Erlenmeyer yang berisi media *Nutrient Broth* (NB) cair dan L-Tryptophan. Erlenmeyer tersebut kemudian dikocok dengan kecepatan 200 rpm menggunakan shaker selama 3 hari pada suhu ruang agar bakteri dapat tumbuh di dalam media. Setelah itu, kultur disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang dihasilkan, kemudian diambil 1 ml dan dicampur dengan 2 ml reagen Salkowski (1:2). Campuran dipindahkan ke dalam tabung durham dan diinkubasi di tempat gelap selama 30 menit. Setiap perubahan warna diamati, isolat yang menghasilkan IAA ditunjukkan dengan warna merah muda atau merah. Terakhir, konsentrasi IAA ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer yang diatur pada panjang gelombang 530 nm.

Uji Aktivitas Pelarutan Fosfat

Uji Pelarutan Fosfat Secara Kualitatif

Uji kualitatif potensi pelarutan fosfat bakteri rhizosfer dilakukan dengan mengambil 1 lup ose bakteri lalu diinokulasi ke dalam cawan petri berisi media Pikovskaya padat menggunakan metode titik dan diinkubasi pada suhu 35°C selama 8 hari. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar isolat. Indeks kelarutan fosfat dihitung menggunakan persamaan indeks kelarutan fosfat menurut Sharon *et al.*, (2016) sebagai berikut:

$$\text{IKF} = \frac{\text{Diameter koloni} + \text{Zona bening}}{\text{Diameter koloni}}$$

Uji Pelarutan Fosfat Secara Kuantitatif

Pengukuran aktivitas pelarutan P secara kuantitatif dilakukan dengan cara memasukkan 1 lup ose suspensi bakteri ke dalam 5 ml garam fisiologis lalu di spektrofotometri dengan panjang gelombang 880 nm. Metode ini dilakukan untuk menyetarakan jumlah sel bakteri sesuai dengan standar Mc. Farland. Selanjutnya, hasil penyetaraan tersebut kemudian diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke pada 15 ml media Pikovskaya cair. Kultur bakteri tersebut kemudian diinkubasi di atas shaker selama 8 hari pada kecepatan 200 rpm. Sampel bakteri diambil

pada hari 2, 4, 6, dan 8 masing-masing sebanyak 1 ml, kemudian disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit. Supernatan hasil sentrifugasi diambil sebanyak 250 µL untuk setiap sampel dan dicampurkan dengan 700 µL reagen fosfat dalam tabung durham selama 30 menit. Pengukuran P terlarut yang dihasilkan oleh bakteri dilakukan menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang 880 nm. Konsentrasi P terlarut dihitung berdasarkan kurva standar fosfat.

Uji Pengaruh Bakteri Penghasil IAA Dan Pelarut Fosfat Terhadap Perkecambahan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Biji kacang hijau dengan ukuran yang sama dipilih secara acak dan dicuci secara bertahap untuk membersihkan biji dari kotoran dan mikroba yang menempel. Cuci biji kacang hijau di bawah air mengalir selama 5 menit dan keringkan. Biji kacang hijau di cuci dengan larutan NaOCl 5,25% selama 5 menit, selanjutnya cuci dengan alkohol 70% selama 10 menit dan konsentrasinya dikurangi secara bertahap dengan mengurangi volume larutan dan menambahkan *aquades* steril. Isolat bakteri terpilih dikultur dalam media NB selama 24 jam kemudian disentrifugasi pada 5000 rpm selama 15 menit. Setiap pellet isolat bakteri dicampur dengan 25 ml *aquades* steril hingga membentuk suspensi. Suspensi yang dihasilkan digunakan untuk merendam benih kacang hijau.

Tiga perlakuan yang dibandingkan adalah: perendaman dalam *aquades* steril/kontrol (P0), perendaman dalam suspensi pellet bakteri yang menghasilkan IAA tertinggi kode KT1 (P1), perendaman dalam suspensi pellet bakteri yang menghasilkan efek pelarutan P tertinggi dengan kode K8 (P2) dan perendaman pada suspensi pellet bakteri penghasil IAA + fosfat tertinggi (P3). Setiap perendaman dilakukan selama 1 jam dan kemudian diinkubasi dalam media Murphy yang dimodifikasi (KH_2PO_4 digantikan oleh $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) selama 6 hari. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, panjang akar, berat basah, dan berat kering diukur. Untuk pengamatan berat kering dilakukan dengan cara di keringkan di dalam oven selama 42 jam, kemudian di timbang menggunakan neraca analitik.

Analisis Data

Hasil uji in vitro pengaruh bakteri pelarut fosfat dan penghasil IAA terhadap perkecambahan kacang hijau dianalisis menggunakan One Way Anova ($p \leq 0.05$) untuk melihat pengaruh perlakuan. Uji lanjut Tukey untuk mengidentifikasi perlakuan yang dapat memberikan respon terbaik terhadap perkecambahan kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

Hasil dan Pembahasan

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Rhizosfer

Hasil isolasi bakteri dari rhizosfer *Sesuvium portulacastrum*, berdasarkan hasil karakterisasi diperoleh 14 isolat bakteri yang didasarkan pada perbedaan ciri morfologi koloni, morfologi sel, dan sifat fisiologisnya (Cappuccino & Sherman, 2014). Semua bakteri berbentuk basil dengan keseluruhan termasuk gram positif. Karakteristik morfologi koloni bakteri yang diperoleh memiliki berbagai bentuk dimana koloni bakteri bentuk circular paling mendominasi. Tepi (margin) koloni didominasi oleh bentuk entire dengan elevasi yang didominasi oleh flat dengan hampir keseluruhan bakteri berwarna putih dan beberapa berwarna kuning. Karakteristik morfologi koloni masing-masing isolat bakteri disajikan secara rinci pada Tabel 2.

Hasil uji biokimia

Uji biokimia melibatkan berbagai uji diantaranya, yaitu uji *simmons citrate*, uji TSI, glukosa, maltosa, sukrosa, laktosa, manitol, dan katalase. Hasil uji *simmons citrate* menunjukkan semua isolat bereaksi positif. Hasil uji *simmons citrate* (SC) menunjukkan sebanyak 12 isolat bereaksi positif sedangkan dua isolat lainnya yakni K2 dan KT5 bereaksi negatif. Uji motilitas menunjukkan bahwa hanya dua isolat, yaitu K4 dan KT4 yang bersifat motil, sedangkan 12 isolat lainnya bersifat non-motil. Uji katalase menunjukkan bahwa sebagian besar isolat menunjukkan reaksi positif, kecuali isolat K2, K3, K5, K7, dan KT6 yang bereaksi negatif. Hasil uji TSIA menunjukkan bahwa semua isolat bakteri bereaksi positif. Uji manitol menunjukkan bahwa hanya tiga isolat, yaitu K1, K6, dan KT6 menunjukkan reaksi positif dan 11 isolat negatif. Uji fermentasi glukosa menunjukkan bahwa isolat K7, KT1, dan KT5

bereaksi negatif sedangkan 11 isolat lainnya bereaksi positif. Hasil uji laktosa menunjukkan semua isolat negatif. 10 isolat bereaksi positif pada uji sukrosa dan 7 isolat positif maltosa. Data

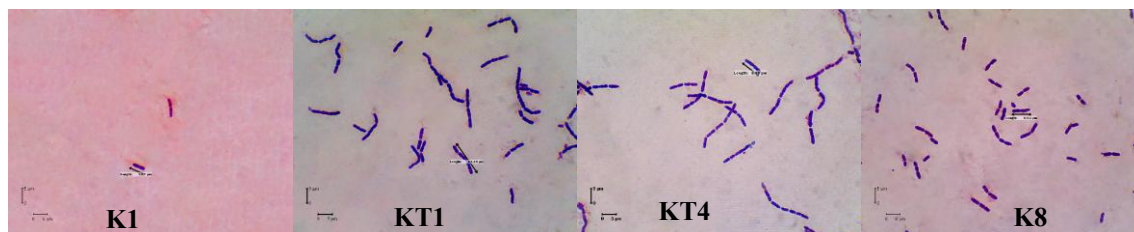
hasil uji biokimia dapat dilihat secara rinci pada Tabel 3.

Tabel 2. Ciri morfologi koloni dan sel bakteri rhizosfer *S. portulacastrum*

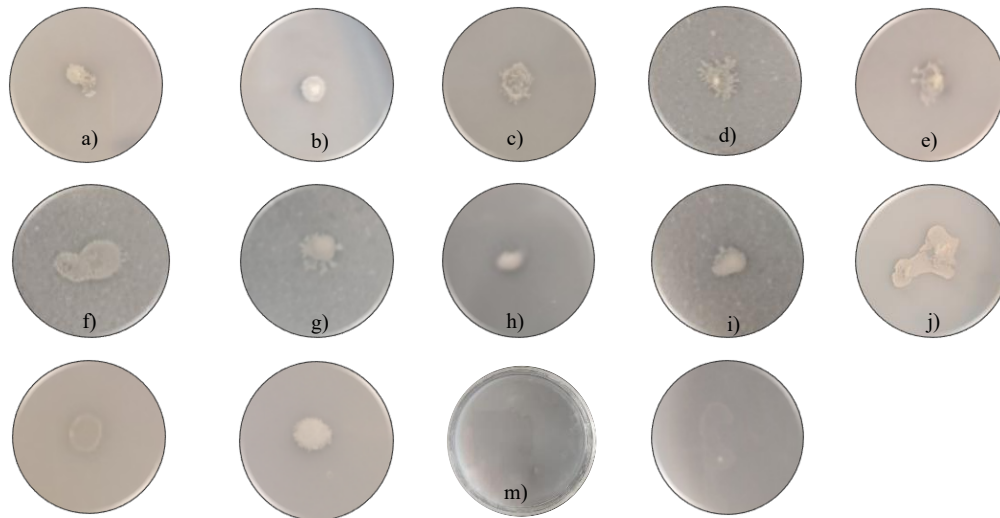
Kode isolat	Kategori					Pewarnaan Gram	
	Bentuk	Margin	Elevasi	Tekstur	Warna	Bentuk sel	Gram
K1	Filamentous	Filamentous	Flat	Kering	Putih	Basil	+
K2	Circular	Entire	Raised	Kering	Putih	Basil	+
K3	Circular	Undulate	Raised	Berbutir	Putih	Basil	+
K4	Circular	Entire	Raised	Berlendir	Putih	Basil	+
K5	Circular	Entire	Raised	Halus	Putih	Basil	+
K6	Circular	Entire	Flat	Berlendir	Putih	Basil	+
K7	Circular	Entire	Flat	Halus	Putih	Basil	+
K8	Irregular	Undulate	Raised	Berlendir	Putih	Basil	+
KT1	Circular	Entire	Raised	Halus	Kuning	Basil	+
KT2	Circular	Lobate	Raised	Berlendir	Kuning	Basil	+
KT3	Circular	Entire	Raised	Halus	Kuning	Basil	+
KT4	Circular	Entire	Raised	Berlendir	Kuning	Basil	+
KT5	Irregular	Undulate	Convex	Halus	Putih	Basil	+
KT6	Irregular	Lobate	Raised	Berlendir	Cream	Basil	+

Tabel 3. Karakteristik fisiologis isolat bakteri rhizosfer *S. portulacastrum*

Uji Biokimia									
Kode Isolat	Motilitas	Katalase	SC	TSIA	Manitol	Uji Gula-Gula			
						Glukosa	Laktosa	Sukrosa	Maltosa
K1	-	+	+	+	+	+	-	+	-
K2	-	-	-	+	-	+	-	+	-
K3	-	-	+	+	-	+	-	-	-
K4	+	+	+	+	-	+	-	+	+
K5	-	-	+	+	-	+	-	+	+
K6	-	+	+	+	+	+	-	-	+
K7	-	-	+	+	-	-	-	+	-
K8	-	+	+	+	-	+	-	+	+
KT1	-	+	+	+	-	-	-	-	+
KT2	-	+	+	+	-	+	-	-	+
KT3	-	+	+	+	-	+	-	-	+
KT4	+	+	+	+	-	+	-	+	-
KT5	-	+	-	+	-	-	-	+	-
KT6	-	-	+	+	+	+	-	+	-



Gambar 2. Morfologi sel dan pewarnaan gram isolat bakteri rhizosfer *S. portulacastrum*. (A) Isolat K1 yaitu bakteri gram positif dengan bentuk basil; (B) Isolat KT1 yaitu bakteri gram positif dengan bentuk basil; (C) Isolat KT5 yaitu bakteri gram positif dengan bentuk basil; (D) Isolat K8 yaitu bakteri gram positif dengan bentuk basil.

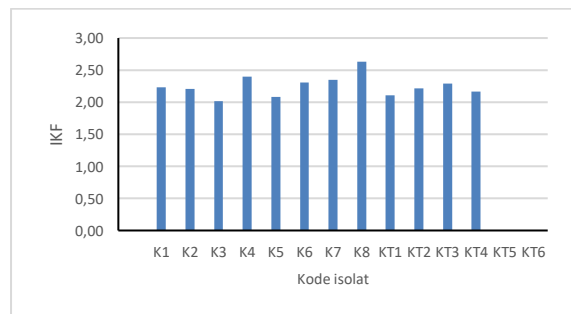


Gambar 3. perbedaan aktivitas pelarutan fosfat oleh bakteri rhizosfer *S. portulacastrum* secara kualitatif. a) Isolat K1; b) Isolat K2; c)) Isolat K3; d) Isolat K4; e) Isolat K5; f) Isolat K6; g) Isolat K7; h) Isolat K8; i) Isolat KT1; j) Isolat KT2; k) Isolat KT3; l) Isolat KT4; m) Isolat KT5; n) Isolat KT6.

Uji Pelarutan Fosfat Bakteri Rhizosfer *S. portulacastrum*

Hasil Uji Pelarutan Fosfat secara Kualitatif

Hasil uji pelarutan fosfat pada media pikovskaya padat ditemukan hasil bahwa 12 isolat rhizosfer *S. portulacastrum* mampu melarutkan fosfat dengan ditandai terbentuknya zona bening disekitar koloni (Gambar 4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat K8 memiliki indeks kelarutan fosfat terbesar dan terendah berturut-turut dengan nilai indeks 2,63 untuk isolat K8 dan 2.01 untuk isolat K3.



Gambar 4. Indeks Kelarutan Fosfat

Bakteri dapat melarutkan fosfat dengan membentuk zona bening pada medium Pikovskaya. Hal ini terjadi karena bakteri menghasilkan asam organik yang mengikat ion Ca dari $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, sehingga ion fosfat (H_2PO_4^-) dilepaskan dan zona yang terbentuk terlihat jernih

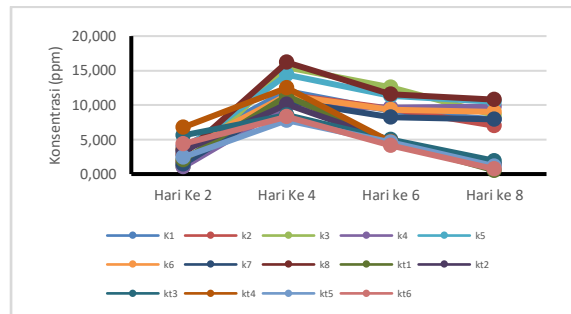
atau transparan (Oksana et al., 2020). Zona bening yang terbentuk terjadi karena aktivitas pelarutan fosfat dari yang tidak terlarut menjadi bentuk fosfat terlarut oleh bakteri pelarut fosfat (Sharma et al., 2013).

Hasil Uji Pelarutan Fosfat secara Kuantitatif

Pengukuran kemampuan pelarutan fosfat oleh bakteri secara kuantitatif dilakukan dengan pengukuran absorbansi kelarutan fosfat menggunakan spektrofotometer pada serapan panjang gelombang 880 nm. Data hasil perhitungan menunjukkan hasil yang bervariasi setiap isolat. Selain itu, fosfat terlarut yang dihasilkan juga berbeda setiap pengukuran isolat mengalami peningkatan melarutkan fosfat pada inkubasi hari ke 4 dan kembali menurun pada hari ke 6 dan 8.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Sonia & Setiawati, (2022) yang menyatakan bahwa keterbatasan sumber energi menyebabkan penurunan populasi bakteri dan aktivitas metabolisme sel. Penurunan fosfat terlarut terjadi karena mikroba memanfaatkan kembali P yang sudah terlarut (Alfiansyah et al. 2023). Aktivitas mikroba dalam melarutkan fosfat meningkat hingga hari ke-4, lalu menurun pada hari ke-6 dan ke-8, akibat pemanfaatan fosfat untuk pertumbuhan dan pembelahan sel. Fosfat penting bagi pembentukan asam nukleat dan fosfolipid

yang mendukung metabolisme bakteri (Arisna & Asri, 2019).



Gambar 5. Konsentrasi fosfat terlarut oleh isolat bakteri rhizosfer *S.portulacastrum*

Uji produksi IAA Bakteri Rhizosfer *S. portulacastrum*

Hasil Uji Produksi IAA secara Kualitatif

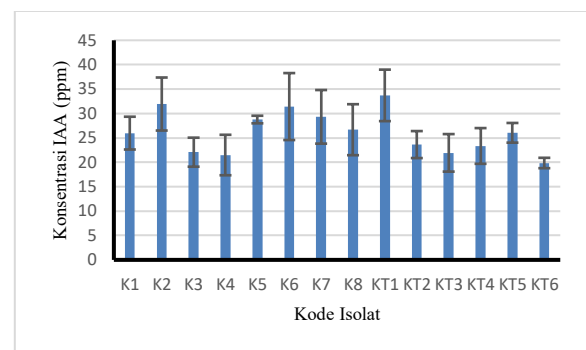
Uji kualitatif produksi IAA pada bakteri rhizosfer *S. portulacastrum* dilakukan dengan metode kolorimetri menggunakan reagen Salkowski. Menurut Gordon & Weber (1951, dalam Guardado-Fierros et al., 2024) metode kolorimetri bekerja berdasarkan reaksi antara senyawa IAA pada supernatan kultur bakteri dengan reagen Salkowski, yang menghasilkan kompleks berwarna akibat interaksi IAA dengan FeCl_3 dalam kondisi asam. Munculnya warna orange-merah muda setelah inkubasi selama 30 menit di tempat gelap menunjukkan kemungkinan produksi IAA. interaksi IAA dengan FeCl_3 dalam kondisi asam. Munculnya warna orange-merah muda setelah inkubasi selama 30 menit di tempat gelap menunjukkan kemungkinan produksi IAA.

Berdasarkan hasil uji terhadap 14 isolat bakteri (K1-K8 dan KT1-KT6), semua isolat menunjukkan perubahan warna, menandakan kemampuan menghasilkan IAA. Isolat K1, K2, K3, K4, K5 dan KT1 menghasilkan warna oranye pekat, mengindikasikan produksi IAA yang tinggi. Sementara isolat seperti K6, K8, KT4 dan KT6 menunjukan warna lebih pucat, mengindikasikan produksi IAA yang lebih rendah. Menurut Astriani & Murtiyaningsih, (2018) peningkatan produksi IAA sebanding dengan makin pekatnya warna yang terbentuk.

Hasil Uji Produksi IAA secara Kuantitatif

Produksi IAA secara kualitatif secara kuantitatif menggunakan spektrofotometri

dengan panjang gelombang 530 nm. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semua isolat yang diuji mampu menghasilkan IAA dengan konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi IAA berkisar antara 19,85–33,71 ppm, dengan isolat KT1 menunjukkan produksi tertinggi sebesar 33,71 ppm sedangkan isolat KT6 menghasilkan IAA terendah sebesar 19,85 ppm. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, hasil ini menunjukkan kadar IAA yang relatif tinggi. John et al. (2023) melaporkan produksi IAA dari isolat bakteri perakaran *S. portulacastrum* sebesar 22,80–23,60 ppm.



Gambar 6. Konsentrasi IAA yang dihasilkan bakteri rhizosfer *S.portulacastrum*

Asra et al., (2020) melaporkan bahwa sintesis IAA meningkat dengan adanya prekursor L-triptofan melalui jalur Trp-pathways. Selain faktor genetik, biosintesis IAA dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, antara lain pH, ketersediaan nitrogen, oksigen, dan lama inkubasi, yang dapat menurunkan produksi jika berlangsung terlalu lama. IAA umumnya terbentuk pada fase stasioner pertumbuhan sebagai metabolit sekunder (Chitraselvi et al., 2015).

Uji Pengaruh Bakteri Penghasil IAA dan Pelarut Fosfat Terhadap Perkecambahan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Secara In Vitro

Uji in vitro dilakukan dengan melakukan pemilihan terhadap bakteri yang akan digunakan sebagai perlakuan. Hasil pemilihan diperoleh tiga isolat yang sesuai dengan kriteria. Isolat yang dipilih untuk dijadikan uji pada perkecambahan tanaman kacang hijau adalah isolat KT1, K8 dan K5. KT1 merupakan isolat yang memiliki kemampuan menghasilkan IAA tertinggi dibandingkan dengan isolat lainnya (P1), perlakuan 2 (2) menggunakan isolat K8 dengan jenis isolat bakteri yang memiliki

kemampuan pelarutan fosfat paling tinggi diantara isolat lain. Perlakuan 3 (P3) menggunakan isolat K5 dengan jenis bakteri yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat dan menghasilkan IAA dengan nilai lebih tinggi

dibandingkan isolat lainnya. Uji in vitro pengaruh bakteri penghasil IAA dan pelarut fosfat terhadap perkecambahan kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dilakukan selama masa perkecambahan atau sampai 6 hari setelah tanam.

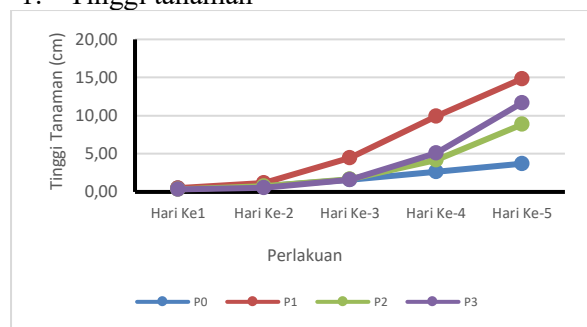
Tabel 4. Pengaruh Bakteri Penghasil IAA dan Pelarut Fosfat pada Perkecambahan Tanaman Kacang Hijau

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Panjang akar (cm)	Berat basah	Berat kering
Kontrol (P0)	3.70a	4.00a	0.32a	0.01a
Isolat KT1 (P1)	14.83c	9.17b	0.48a	0.03b
Isolat K8 (P2)	8.83b	4.57a	0.43a	0.04b
Isolat K5 (P3)	11.67bc	5.67a	0.42a	0.03ab

Keterangan: berdasarkan uji one way anova taraf 5%: Nilai pada kolom yang sama diikuti huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan berdasarkan uji lanjut Tukey ($p < 0.05$). Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan.

Berdasarkan hasil analisis *One Way Anova* pada taraf 5% (Tabel 4) menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata terhadap tinggi tanaman, panjang akar dan berat kering, tetapi tidak berbeda nyata pada berat basah tanaman.

1. Tinggi tanaman



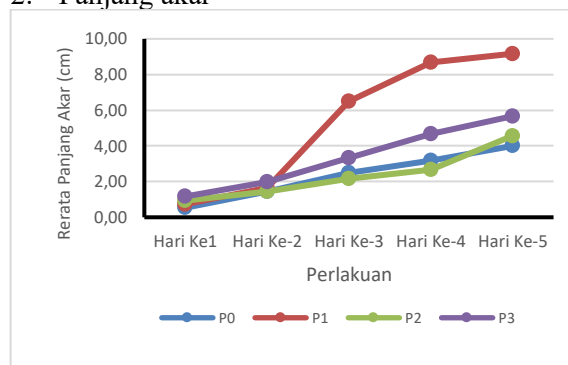
Gambar 7. Grafik rata-rata tinggi kacang hijau. (P0: Kontrol; P1: Isolat KT1; P2 Isolat K8; P3 Isolat K5)

Berdasarkan hasil analisis *One Way ANOVA* pada taraf 5% diperoleh nilai signifikansi $p < 0,05$ mulai pengamatan hari ke-3 hingga hari ke-5 (p hari ke-5=0,000), yang menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap tinggi tanaman kacang hijau. Hasil uji lanjut Tukey pada hari ke-5 menunjukkan bahwa perlakuan P1 (14,83 cm) berbeda nyata dengan P0 (3,70 cm) dan P2 (8,83 cm), namun tidak berbeda nyata dengan P3 (11,67 cm). Perlakuan P3 berbeda nyata dengan P0, tetapi tidak berbeda nyata dengan P2. Perlakuan P2 juga berbeda nyata dengan P0. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Arianti *et al.*, (2024) melaporkan aplikasi bakteri penghasil IAA dan pelarut fosfat memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan tinggi tanaman kacang

hijau. Peningkatan ini diduga berkaitan dengan tersedianya unsur hara esensial dalam jumlah yang memadai, sehingga mendukung proses pertumbuhan vegetatif tanaman secara optimal.

Peningkatan tinggi tanaman pada perlakuan P1 dan P3 dibanding P0 mengindikasikan pengaruh positif inokulasi bakteri rhizosfer terhadap pertumbuhan batang. Perlakuan yang memiliki rata-rata paling tinggi yaitu P1 yang merupakan isolat (KT1) terpilih dengan kandungan IAA tertinggi, yang mana IAA merupakan hormon auksin utama pada tumbuhan (Ningsih *et al.*, 2024). Hal ini didukung oleh pernyataan Asra *et al.*, (2020) perendaman benih dalam auksin meningkatkan tinggi kecambah dibandingkan benih tanpa perlakuan, karena auksin merangsang pembelahan sel dan pembentukan batang. Selain itu, kemampuan bakteri melarutkan fosfat meningkatkan ketersediaan fosfor yang berperan dalam sintesis ATP dan asam nukleat, yang penting untuk pembelahan dan pemanjangan sel (Sharma *et al.*, 2013).

2. Panjang akar



Berdasarkan hasil analisis *One Way*

ANOVA pada taraf 5% diperoleh nilai signifikansi $p = 0,002$ pada hari ke-5 ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap panjang akar kacang hijau. Pada pengamatan hari ke-1 dan ke-2, nilai p masing-masing sebesar 0,593 dan 0,759 ($p > 0,05$) sehingga belum terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Uji lanjut Tukey pada hari ke-5 menunjukkan bahwa perlakuan P1 memiliki rata-rata panjang akar tertinggi (9,17 cm), diikuti P3 (5,67 cm) dan P2 (4,57 cm), sedangkan kontrol (P0) terendah (4,00 cm). Perkembangan akar, termasuk akar lateral dan akar adventif, memiliki peran penting pada tanaman muda karena mendukung proses penyerapan unsur hara (Sari et al., 2025). Selain itu, inokulasi bakteri ini juga meningkatkan panjang akar, luas permukaan akar, volume akar, dan jumlah ujung akar tanaman, yang berkontribusi pada peningkatan penyerapan hara dan berat kering tanaman (Elhaissofi et al., 2020).

3. Berat Basah dan Berat Kering



Hasil *ANOVA* menunjukkan bahwa berat basah tidak berbeda nyata antar perlakuan dengan nilai $p = 0,185$ ($p > 0,05$). Walaupun tidak signifikan, rerata berat basah cenderung tertinggi pada P1 (0,48 g), diikuti P2 (0,43 g), P3 (0,42 g), dan kontrol (0,32 g). Kecenderungan ini selaras dengan peningkatan pertumbuhan vegetatif pada perlakuan bakteri meskipun perbedaan statistiknya tidak kuat. Besarnya berat basah tanaman mencerminkan tingginya persentase materi organik dan kandungan air dalam jaringan atau organ tanaman, yang pada gilirannya dapat menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IAA dalam jumlah yang memadai (Arianti et al., 2024). Berat basah tanaman juga dipengaruhi oleh kandungan

nutrisi media (Alfiansyah et al., 2023).

Analisis *ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan dengan nilai $p = 0,009$ ($p < 0,05$). Hasil uji Tukey memperlihatkan bahwa perlakuan P2 memiliki berat kering tertinggi (0,038 g), diikuti P1 (0,033 g) dan P3 (0,029 g), sedangkan kontrol (P0) terendah (0,014 g). Peningkatan berat kering pada perlakuan bakteri menunjukkan adanya peningkatan akumulasi fotosintat yang dialokasikan untuk pembentukan jaringan struktural. Kombinasi kemampuan bakteri menghasilkan IAA dan melarutkan fosfat diduga berkontribusi dalam meningkatkan penyerapan hara, memperluas area perakaran, dan mengoptimalkan fotosintesis. Peningkatan pertumbuhan tanaman serta efisiensi penyerapan unsur hara tercermin dari tingginya bobot kering tanaman. Menurut Arianti et al., (2024) peningkatan pertumbuhan tanaman serta efisiensi penyerapan unsur hara tercermin dari tingginya bobot kering tanaman. Inokulasi PGPR mampu memengaruhi perkembangan sistem perakaran, yang pada gilirannya berdampak pada peningkatan berat kering tanaman (Rosyida & Nugroho, 2017).

Kesimpulan

Hasil isolasi bakteri rhizosfer dari *Sesuvium portulacastrum* diperoleh sebanyak 14 isolat mampu menghasilkan IAA secara kualitatif dan kuantitatif serta mampu melarutkan fosfat secara kuantitatif, sedangkan pengujian fosfat secara kualitatif hanya 12 isolat yang mampu melarutkan fosfat. Produksi IAA tertinggi sebesar 33,71 ppm yang dihasilkan oleh isolat dengan kode KT1 dan pelarutan fosfat tertinggi sebesar 16,18 ppm yang dihasilkan oleh isolat dengan kode K8. Pemberian inokulan bakteri penghasil IAA dan pelarut fosfat berbeda nyata terhadap parameter tinggi tanaman, panjang akar, dan berat kering tanaman, tetapi tidak berbeda nyata terhadap berat kering tanaman kacang hijau.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Mataram yang mendukung penelitian ini melalui dana hibah penelitian DIPA BLU-PNBP Universitas Mataram

anggaran 2025 kepada LZ dengan No. Kontrak: 3041/UN18.L1/PP/2025. Penulis juga menyampaikan terima kasih atas kerjasama dan dukungan teknis kepada ketua dan asisten Lab. di laboratorium Biologi dan Mikrobiologi, FKIP, Universitas Mataram.

Referensi

- Alfiansyah, M. F., Zulkifli, L., & Rasmi, D. A. C. (2023). The Effect of Phosphate-Solubilizing Bacteria and IAA Producers from Cactus Rhizosphere on the Germination of *Vigna sinensis* L. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 607–618. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i3.5089>
- Amartani, K. (2024). Potensi Bakteri Rizosfer Tanah Salin Sebagai Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman Ditanah Salin. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman (JURRIT)*, 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.55606/jurrit.v3i1.2808>
- Anggita, V., Khotimah, S., Rahmawati, & Mukarlina. (2024). Potensi Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Penghasil IAA Asal Tanah Gambut terhadap Perkecambahan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Life Science*, 13(2), 109–118. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/unnesjlfesci.v13.i2.1729>
- Ardiana, M., & Advinda, L. (2022). The Ability of Fluorescent *Pseudomonad* to Produce Indole Acetic Acid (IAA) Kemampuan pseudomonad fluoresen dalam Menghasilkan Indole Acetic Acid (IAA) Abstrak. *Serambi Biologi*, 7(1), 59–64. <https://doi.org/10.24036/srmb.v7i1.20>
- Arianti, S., Zulkifli, L., Mertha, I. G., Ayu, D., & Rasmi, C. (2024). Jurnal Biologi Tropis Influence of IAA-Producing Bacteria and Phosphate Solubilizers from The Rhizosphere of *Serbania grandiflora* (L.) Pers on The in vitro Germination of *Vigna radiata* (L .). *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1), 109–118. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v24i1.6460>
- Arisna, W. T. sukma, & Asri, M. T. (2019). Potensi Isolat Bakteri Endofit Akar Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonium*) sebagai Bakteri Pelarut Fosfat. *Lentera Bio*, 8(3), 260–267.
- Asra, R., Samarlina, R. A., & Silalahi, M. (2020). Hormon Tumbuhan. In *UKI Press: Vol.* (Issue).
- Astriani, M., & Murtiyaningsih, H. (2018). Pengukuran Indole- 3-Acetic Acid (IAA) pada *Bacillus* sp dengan Penambahan L-Tryptopan. *Bioeduscience*, 2(2), 116–121. <https://doi.org/10.29405/j.bes/22116-1212233>
- Cappuccino., J. G., & Sherman, N. (2014). *Microbiology A Laboratory Manual* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Chitraselvi, P. E., S, K., & Rajiv, K. (2015). Efficiency of rhizosphere bacteria in production of indole acetic acid, siderophore and phosphate solubilization. *International Journal of ChemTech Research*, 7(6), 2557–2564.
- Dey, G., Banerjee, P., Sharma, R. K., Maity, J. P., Etesami, H., Shaw, A. K., Huang, Y. H., Huang, H. Bin, & Chen, C. Y. (2021). Management of phosphorus in salinity-stressed agriculture for sustainable crop production by salt-tolerant phosphate-solubilizing bacteria—a review. *Agronomy*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/agronomy11081552>
- El-Ramady, H., Prokisch, J., Mansour, H., Bayoumi, Y. A., Shalaby, T. A., Veres, S., & Brevik, E. C. (2024). Review of Crop Response to Soil Salinity Stress: Possible Approaches from Leaching to Nano-Management. *Soil Systems*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/soilsystems8010011>
- Elhaissofi, W., Khourchi, S., Ibnyasser, A., Ghoulam, C., Rchiad, Z., Zeroual, Y., Lyamlouli, K., & Bargaz, A. (2020). Phosphate Solubilizing Rhizobacteria Could Have a Stronger Influence on Wheat Root Traits and Aboveground Physiology Than Rhizosphere P Solubilization. *Frontiers in Plant Science*, 11(July), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00979>
- Guardado-Fierros, B. G., Tuesta-Popolizio, D. A., Lorenzo-Santiago, M. A., Rodriguez-Campos, J., & Contreras-Ramos, S. M. (2024). Comparative study between Salkowski reagent and chromatographic method for auxins quantification from

- bacterial production. *Frontiers in Plant Science*, 15(June), 1–10.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1378079>
- Kalayu, G. (2019). Phosphate solubilizing microorganisms: Promising approach as biofertilizers. *International Journal of Agronomy*, 2019(1), 7.
<https://doi.org/10.1155/2019/4917256>
- Ningsih, M. S., Susilo, E., Rahmadina, Qolby, F. H., Tanjung, D. D., Anis, U., N, E. S., Panggabean, N. H., Priyadi, S., Nasution, J., Sari, N. Y., Baharuddin, R., & Wisnubroto, M. P. (2024). *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. CV Hei Publishing Indonesia.
- Oksana, O., 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.
<https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v4i1.36063>
- Rosyida, R., & Nugroho, A. S. (2017). Pengaruh Dosis Pupuk NPK Majemuk Dan Pgpr (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Terhadap Bobot Basah Dan Kadar Klorofil Daun Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.). *Bioma : Jurnal Ilmiah Biologi*, 6(2), 42–56.
<https://doi.org/10.26877/bioma.v6i2.1716>
- Roy, S., & Chowdhury, N. (2021). Salt Stress in Plants and Amelioration Strategies: A Critical Review. *Abiotic Stress in Plants*.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.93552>
- Sari, N. K., Zulkifli, L., Rasmi, D. A. C., & Sedijani, P. (2025). The Effect of IAA-Producing and Phosphate-Solubilizing Bacteria Isolated from Zea mays Rhizosfera on the Germination of Vigna sinensis L (Wulung Var.). *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 2239–2253.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8521>
- Sharma, S. B., Sayyed, R. Z., Trivedi, M. H., & Gobi, T. A. (2013). Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *Springer Plus*, 2(258), 1–14.
- 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.
<https://doi.org/10.4067/S0718-95162016005000043>
- Sonia, A. V., & Setiawati, T. C. (2022). Aktivitas bakteri pelarut fosfat terhadap peningkatan ketersediaan fosfat pada tanah masam. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 15(1), 44–53.
<https://doi.org/10.21107/agrovigor.v15i1.13449>
- Widowati, R. L., Hartatik, W., Setyorini, Id., & Trisnawati, Y. (2022). *Pupuk Organik Dbuatnya Mudah Hasil Tanah Melimpah*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Zendrato, I. N., & Lase, N. K. (2024). Peran mikroorganisme dalam meningkatkan kualitas tanah dan toleransi tanaman terhadap cekaman abiotik. *PENARIK: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 01(02), 94–100.
<https://doi.org/10.70134/penarik.v1i2.200>