

Isolation and Identification of Phosphate Solubilizing Bacteria from The Rhizosphere of Dry Land Lamtoro Plants (*Leucaena leucocephala*) in North and South Lombok Regions

Priyo Hartanto¹, Lalu Zulkifli^{1,2*}, Karnan², Prapti Sedijani^{1,2}, Mahrus^{1,2}

¹Program Studi Magister Pendidikan IPA, Pascasarjana, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

²Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received: September 01th, 2023

Revised : October 18th, 2023

Accepted : October 24th, 2023

*Corresponding Author:

Lalu Zulkifli, Program Studi Magister Pendidikan IPA, Pascasarjana, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia; Email: lalu_zulkifli@unram.ac.id

Abstract: Phosphate solubilizing rhizobacteria are microorganisms that live in the rhizosphere of plants and have the ability to increase the availability of phosphate in the soil, thereby reducing dependence on chemical fertilizers which are harmful to the environment. This research aims to isolate rhizosphere bacteria from Lamtoro plants and test their ability to dissolve phosphate. Screening the ability of these bacterial isolates was carried out using Pikovskaya media and quantitatively using a spectrophotometer. The test results showed that there were 3 isolates, namely KLU13, A2 and KLS1, which had IKF values in the medium category. Meanwhile, the other 4 isolates had abilities in the low category (isolates A1, A31BK, A3BB and A3). The results of quantitative tests with a spectrophotometer showed that there was an increase in dissolved phosphate from day 2 to day 6. Isolates KLU13, A3 and KLS1 dissolved the highest phosphate on day 6 with values of 14.65 ppm, 14.81 ppm and 10.32 ppm respectively. It can be concluded that the isolate obtained from the Lamtoro rhizosphere which grows in the dry areas of Lombok Island has the potential to be developed as a biofertilizer in the future.

Keyword: Dry land, rhizosphere bacteria, phosphate solubilizer, *Leucaena leucocephala*.

Pendahuluan

Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), memiliki potensi lahan kering yang cukup besar yakni sekitar 1.807.463 ha atau 84% dari luas wilayah NTB (Suyuti, 2018). Oleh karena itu pengembangan pertanian lahan kering untuk tanaman pangan dan peternakan dalam arti luas sangat prospektif dilakukan di wilayah NTB. Lahan kering sering kali dianggap sebagai lingkungan yang tidak ramah bagi pertumbuhan tanaman yang subur. Namun, di tengah tantangan ini, tanaman lamtoro (*Leucaena leucocephala*) menonjol sebagai pilihan utama yang mampu bertahan dan bahkan berkembang pesat di lingkungan semacam ini (Hilmiasi, 2019; Tnines & Nahak, 2018). Keunggulan adaptasinya yang sangat baik pada kondisi

kering menjadi perhatian khusus dalam upaya pengembangan pertanian berkelanjutan (Suryani & Dariah, 2012; Harli, 2017).

Lamtoro memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan yang kurang subur dan kekurangan air, sehingga sering ditemukan tumbuh subur di daerah dengan ketersediaan air yang terbatas atau lahan yang cenderung kering (Hendrati & Hidayati, 2018) (Sutaryono *et al.*, 2021). Di banyak wilayah tropis dan subtropis, lamtoro digunakan sebagai tanaman peneduh (Cornelia, 2018), sumber pakan ternak (Dilaga *et al.*, 2022), bahan baku bioenergi (Firman *et al.*, 2017), dan sebagai tanaman penutup tanah untuk mencegah erosi (Diniyah *et al.*, 2020). Kemampuan lamtoro untuk tumbuh di lahan kering membuatnya menjadi

pilihan yang populer dalam rehabilitasi lahan terdegradasi atau untuk mengoptimalkan penggunaan lahan yang sulit untuk tanaman lain.

Upaya memahami rahasia kesuksesan lamtoro pada lahan kering, kita diperkenalkan pada peran penting yang dimainkan oleh bakteri rizosfer. Daerah rizosfer, wilayah tanah yang berdekatan dengan akar tanaman, menawarkan ekosistem mikroba yang kompleks dan kaya akan kehidupan (Handayani *et al.*, 2013; Zulkifli *et al.*, 2018; Sugianto *et al.*, 2019). Bakteri-bakteri yang mendiami rizosfer tidak hanya menawarkan dukungan nutrisi bagi tanaman, tetapi juga memiliki peran krusial dalam meningkatkan resistensi tanaman terhadap stres lingkungan, termasuk kekeringan (Kusrachdiyanti *et al.*, 2020; Mudi *et al.*, 2023).

Fosfat adalah salah satu nutrisi penting bagi tanaman yang memiliki berbagai manfaat utama dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Beberapa manfaat fosfat bagi tanaman diantaranya dapat memacu pertumbuhan akar yang sehat (Dewi *et al.*, 2023), pembentukan energi (Sugianto *et al.*, 2019), pembentukan DNA dan RNA (Lestari & Citrawati, 2023), pembentukan fosfolipid (Jamilah *et al.*, 2017), memacu pembungaan dan pematangan serta resistensi terhadap penyakit (Walida *et al.*, 2019). Namun kondisi lahan yang mengalami kekeringan akan berdampak pada kadar fosfat dalam tanah yang akan dimanfaatkan oleh tanaman.

Kekeringan dapat mengurangi ketersediaan fosfat bagi tanaman dengan terjadinya peningkatan pH tanah bisa mengurangi kelarutan fosfat yang membuatnya lebih sulit diakses oleh akar tanaman (Nugroho & Lestari, 2021), serta terganggunya aktivitas mikroorganisme tanah yang bertanggung jawab untuk memecah senyawa fosfat dalam bentuk yang dapat diserap oleh tanaman (Febriani *et al.*, 2023). Oleh karena itu, peran bakteri rizosfer pada tanaman Lamtoro ini telah dilaporkan mampu melarutkan fosfat dalam bentuk yang dapat diserap oleh tanaman.

Bakteri rizosfer memiliki peran penting dalam membantu tanaman dalam proses melarutkan fosfat di tanah. Bakteri rizosfer melarutkan fosfat dalam tanah dengan cara

memproduksi asam organik dan memproduksi enzim fosfatase (Pambudi *et al.*, 2017; Alam & Zulaika, 2021; Sukmadewi *et al.*, 2022). Bakteri ini merupakan kelompok bakteri tanah yang berkoloni di daerah rizosfer (perakaran tanaman) dan mampu mendukung pertumbuhan tanaman (Sugianto *et al.*, 2019), hal tersebut disebabkan pada daerah rizosfer banyak mengandung nutrisi yang merupakan berbagai jenis eksudat dari tanaman, seperti asam amino, gula, menyediakan sumber energi yang kaya dan nutrisi bagi bakteri (Mirta *et al.*, 2022). Populasi BPF (Bakteri Pelarut Fosfat) di daerah rizosfer mencapai 10-100 kali lebih banyak dibandingkan daerah non-rizosfer karena rizosfer mengekskresikan bahan organik yang dapat mencukupi dan merangsang pertumbuhan bakteri (Panjaitan *et al.*, 2020; Asril *et al.*, 2023).

Bakteri yang berperan sebagai pelarut fosfat pada tanah telah banyak ditemukan, diantaranya genera *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Azotobacter*, *Microbacterium* dan *Flavobacterium* (Purwaningsih, 2003; Istiqomah *et al.*, 2017). Hasil penelitian Widiawati dan Suliasih (2006) menyatakan bahwa bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus* merupakan bakteri pelarut fosfat yang memiliki kemampuan terbesar sebagai biofertilizer dengan cara melarutkan unsur fosfat yang terikat pada unsur lain (Fe, Al, Ca, dan Mg), sehingga unsur P tersebut menjadi tersedia bagi tanaman.

Pemanfaatan bakteri rizosfer sebagai biofertilizer atau pupuk hayati telah menjadi pendekatan yang semakin penting dalam pertanian berkelanjutan. Biofertilizer merupakan produk biologi yang mengandung mikroorganisme seperti bakteri, jamur, atau alga yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Kartikawati *et al.*, 2017; Amaliah *et al.*, 2022). Dalam konteks ini, bakteri rizosfer memiliki peran krusial sebagai biofertilizer karena mereka hidup dekat dengan akar tanaman dan dapat memberikan berbagai manfaat bagi pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Khasanah *et al.*, 2021; Danapriatna, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengetahui kemampuan

bakteri rizosfer pelarut fosfat pada lahan kering yang terdapat di daerah Lombok Utara dan Selatan demi terciptanya pertanian berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Kedokteran Universitas Mataram dan Laboratorium Mikrobiologi FKIP Universitas Mataram. Kemudian untuk pengambilan sampel dilakukan di Kecamatan Bayan Lombok Utara dan Kecamatan Pujut Lombok Selatan.

Bahan penelitian

Bahan yang akan digunakan dalam isolasi bakteri rizosfer lamtoro terdiri dari alkohol 70%, garam fisiologis, aquades, tisu, NA (Natrium Agar), dan tanah yang berada didekat akar tanaman lamtoro (*L. leucocephala*), media PVK dengan komposisi yeast extract 0,5 gr, dextrosa 10 gr, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,5 gr, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 gr, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 5 gr, NaCl 0,2 gr, KCl 0,2 gr, $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,002 gr, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,002 gr dan Agar 15 gr.

Metode

Pengujian kemampuan bakteri dilakukan dengan 2 metode yaitu uji kualitatif dan kuantitatif. Uji kualitatif berupa terbentuknya zona bening pada media PVK padat, dan uji kuantitatif berupa hasil spektrofotometri bakteri pada media PVK cair.

Pengambilan sampel tanah

Sampel tanah sebanyak 100 gr di ambil pada kedalaman 1-15 cm kemudian sampel dimasukkan dalam kantong plastik untuk dibawa ke laboratorium (Zhu *et al.*, 2011).

Isolasi bakteri rizosfer

Sampel tanah diambil 1 gr dari setiap sampel tanah kemudian dilarutkan dalam 9 ml aquades. Satu ml dari larutan yang telah di homogenkan di atas kemudian ditransfer ke dalam 9 ml aquades untuk membentuk pengenceran 10^{-2} . Dengan cara yang sama dilakukan pengenceran sampai 10^{-8} (Zulkifli *et al.*, 2016). Seri pengenceran sampel tanah 10^{-4} , 10^{-6} , 10^{-8} disebarkan sebanyak 0,1 ml pada medium agar. Kemudian diinkubasi pada suhu

37°C selama 24 jam. Selanjutnya koloni bakteri yang tumbuh dilakukan pemurnian sampai memperoleh isolat murni (Sembiring & Sumanto, 2021).

Pengamatan morfologi koloni

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah jumlah isolat yang ditemukan, ukuran koloni bakteri, bentuk koloni bakteri, bentuk bagian tepian koloni, dan warna koloni bakteri (Aryaldi *et al.*, 2021).

Pengecatan gram

Metode pewarnaan yang digunakan dalam mikrobiologi untuk menentukan bakteri termasuk jenis gram positif atau negatif. Pewarnaan tersebut diantaranya Kristal violet, lugol, alkohol dan safranin (Lennin & Yekki, 2011).

Uji biokimia

Mengidentifikasi bakteri berdasarkan reaksi kimia khusus yang dihasilkan oleh bakteri saat berinteraksi dengan berbagai zat atau substrat tertentu. Beberapa diantara uji biokimia yang dilakukan yaitu Uji TSIA (Triple Sugar Iron), Uji Simmon Sitrat, Uji Motilitas, Uji Glukosa, Maltosa, Laktosa dan Sukrosa (Rini *et al.*, 2020).

Uji kemampuan bakteri

Pengujian dilakukan dengan 2 metode yaitu kualitatif dan kuantitatif. Uji Kualitatif: Isolat bakteri diskriming kemampuannya pada media Pikovskaya yang mengandung tricalcium fosfat sebagai sumber fosfat (Bashan *et al.*, 2012). Komposisi media PVK (gr/l) yang digunakan adalah sbb: Yeast Extract (0,5), Dextrosa (10), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (0,5), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,5), $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (5), NaCl (0,2), KCl (0,2), $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,002), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,002), dan Agar (15). Sampel yang telah diinokulasikan pada media PVK diinkubasi dalam posisi terbalik dalam inkubator selama 7 hari pada $27-30^\circ\text{C}$ dan koloni yang menunjukkan adanya zona bening ditandai positif untuk sebagai koloni pelarut fosfat. Zona bening ini disebabkan karena adanya pelarutan senyawa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (Alfiansyah *et al.*, 2023). Koloni yang tumbuh dan mampu membentuk zona kemudian dihitung nilai Indeks Kelarutan Fosfat dengan rumus menurut (Sharon *et al.*, 2016)

pada persamaan 1.

$$IKF = \frac{\text{Diameter koloni} + \text{Diameter halozone}}{\text{Diameter koloni}} \quad (1)$$

Indeks kelarutan fosfat dikategorikan berdasarkan kategori (Filho & Vidor, 1998) pada tabel 1.

Tabel 1. Kategori Indeks Kelarutan Fosfat

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

Uji Kuantitatif: Membuat suspensi bakteri sesuai standar McFarland 1 kemudian diambil sebanyak 500µm dan diinokulasikan pada media pikovskaya cair dan diinkubasi di atas shaker dengan kecepatan 200rpm selama 8 hari. Kultur bakteri diambil pada hari ke 2, 4, 6, dan 8, kemudian disentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 20 menit. Kemudian diambil supernatannya sebanyak 1ml dan direaksikan dengan reagen fosfat sebanyak 1 ml (1:1) di dalam tabung reaksi selama 30 menit. Setelah 30 menit dilakukan uji spektrofotometri dengan serapan panjang gelombang 430nm (Alfiansyah *et al.*, 2023).

Hasil dan Pembahasan

Sampel rizosfer diambil di 2 lokasi lahan kering di daerah Lombok Utara dan Lombok Selatan. Didapatkan 7 isolat yang telah dimurnikan, diantaranya: A1, A31BK, KLU13, A2, KLS1, A3BB dan A3.

Pengamatan morfologi koloni

Isolat yang telah dimurnikan diamati morfologi koloni yang terbentuk, mulai dari bentuk, tepian, elevasi dan warna. Tabel 2 menunjukkan morfologi koloni setiap isolat bakteri. Hanya 1 isolat bakteri berbentuk irregular (A2) dan sebagian besar bakteri memiliki bentuk Circular (A1, A31BK, KLU13, KLS1, A3BB dan A3). Pada bagian tepi koloni semua isolat memiliki tipe Entire. Hanya isolat A1 dan A2 yang termasuk elevasi tipe Raised, sedangkan sisanya memiliki tipe elevasi Flat (A31BK, KLU13, KLS1, A3BB dan A3).

Sedangkan dari segi warna koloni, 4 isolat berwarna putih (A1, KLU13, A2 dan A3BB) sedangkan sisanya berwarna Cream (A31BK, KLS1 dan A3). Keberagaman dari bentuk, tepi, elevasi dan warna koloni tergantung pada jenis bakteri dan kondisi lingkungan di rizosfer. Oleh karena itu, setiap spesies bakteri rizosfer mungkin memiliki karakteristik yang unik.

Tabel 2. Morfologi koloni isolat bakteri rizosfer Tanaman Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) di lokasi Lombok Utara dan Lombok Selatan

Kode Isolat	Morfologi koloni			
	Bentuk	Tepi	Elevasi	Warna
Lombok Utara				
A1	Circular	Entire	Raised	Putih
A31BK	Circular	Entire	Flat	Cream
KLU 13	Circular	Entire	Flat	Putih
Lombok Selatan				
A2	Irregular	Entire	Raised	Putih
KLS 1	Circular	Entire	Flat	Cream
A3BB	Circular	Entire	Flat	Putih
A3	Circular	Entire	Flat	Cream

Hasil uji biokimia isolat

Isolat yang diperoleh selanjutnya dilakukan uji biokimia untuk memahami karakteristik biokimia bakteri yang berperan dalam interaksi dengan tanaman, nutrisi tanah, dan lingkungan rizosfer. Tabel 3 menunjukkan hanya isolat A3BB yang bereaksi negative terhadap uji TSIA, hanya isolat KLS1 yang bereaksi negative terhadap uji simmons sitrat, semua isolat bereaksi negative pada uji motilitas, dan hanya isolat a31bk yang bereaksi negative terhadap uji glukosa, maltose, sukrosa dan laktosa. Serangkaian uji biokimia ini dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri berdasarkan aktivitas enzimatis dan kemampuan metabolik bakteri.

Uji TSIA ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri khususnya bakteri Enterobacteriaceae (Fallo *et al.*, 2022). Uji simmons sitrat digunakan untuk mengidentifikasi kemampuan bakteri dalam menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon (Zulkifli *et al.*, 2020). Uji motilitas digunakan untuk melihat apakah bakteri memiliki kemampuan bergerak atau tidak bergerak (Pratiwi & Asri, 2022). Sedangkan uji yang melibatkan glukosa, maltose, sukrosa dan laktosa bertujuan untuk

mengidentifikasi kemampuan bakteri dalam memetabolisme berbagai jenis gula (Alfiansyah *et al.*, 2023). Tujuan dari uji gula ini yaitu untuk membedakan jenis bakteri berdasarkan profil

fermentasi gula, dan apakah bakteri memiliki enzim tertentu untuk menguraikan gula sehingga hal ini bermanfaat dalam mengidentifikasi jenis bakteri.

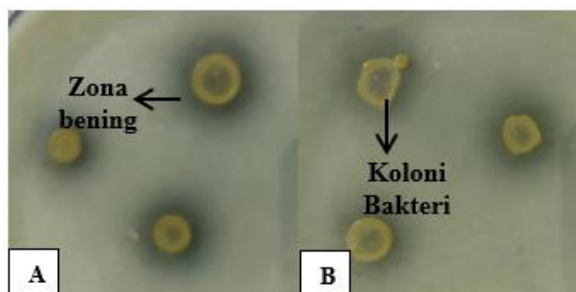
Tabel 3. Hasil uji biokimia isolat bakteri rizosfer tanaman Lamtoro

Kode Isolat	Uji Biokimia						
	TSIA	SC	Motilitas	Glukosa	Maltose	Sukrosa	Laktosa
Lombok Utara							
A1	+	+	+	-	-	+	+
A31BK	+	+	+	-	-	-	-
KLU13	+	+	+	+	+	+	+
Lombok Selatan							
A2	+	+	+	-	-	-	+
KLS1	+	-	+	+	+	+	+
A3BB	-	+	+	-	-	-	+
A3	+	+	+	+	+	+	+

Hasil Uji Kemampuan Bakteri Pelarut Fosfat

Uji kualitatif isolat bakteri pelarut fosfat

Uji kualitatif bakteri pelarut fosfat dilakukan dengan menginokulasikan bakteri pada media PVK. Terbentuknya zona bening pada media mengindikasikan bahwa isolat bakteri mampu melarutkan fosfat (Sugianto *et al.*, 2019; Asril *et al.*, 2019). Selanjutnya untuk mengetahui ukuran atau nilai yang mampu menggambarkan kemampuan mikroorganisme melarutkan fosfat yaitu dengan melakukan pengukuran Indeks Kelarutan Fosfat. Indeks ini digunakan untuk menilai sejauh mana suatu mikroorganisme dapat membebaskan fosfat dari bentuk yang tidak larut menjadi bentuk yang dapat diambil oleh tanaman (Firdausi, 2016). Perhatikan Tabel 4.



Gambar 1. Zona bening yang terbentuk akibat pengaruh sifat pelarutan fosfat oleh isolat bakteri pada media pikovskaya padat. (A) Bakteri Pelarut fosfat, Isolat KLU13 (Lombok Utara); (B) Bakteri Pelarut fosfat, Isolat A3 (Lombok Selatan).

Tabel 4. Hasil pengukuran pelarutan fosfat oleh isolat bakteri secara kualitatif

Kode Isolat	Diameter Koloni (mm)	Zona Bening (mm)	IKF	Kategori
Lombok Utara				
A1	12	11	1.92	Rendah
A31BK	10	9	1.90	Rendah
KLU13	8	9	2.13	Sedang
Lombok Selatan				
A2	9	10	2.11	Sedang
KLS1	7	8	2.14	Sedang
A3BB	11	8	1.73	Rendah
A3	12	7	1.58	Rendah

Keterangan: IKF: Indeks Kelarutan Fosfat mengacu pada kategori Filha dan Vidor (1998).

Berdasarkan hasil nilai indeks kelarutan fosfat secara kualitatif, 3 isolat bakteri (KLU13, A2 dan KLS1) termasuk dalam kategori sedang, sedangkan isolat lainnya (A1, A31BK, A3BB dan A3) termasuk dalam kategori rendah. Indeks kelarutan tinggi menunjukkan bahwa isolat tersebut memiliki aktivitas enzim fosfatase dan menghasilkan asam- asam organik yang tinggi. Semakin tinggi aktivitas enzim yang dihasilkan bakteri pelarut fosfat, semakin besar zona bening yang dihasilkan (Larasati *et al.*, 2018; Suryanti *et al.*, 2023). Zona bening terbentuk akibat terlarutnya fosfat tidak terlarut menjadi bentuk terlarut oleh bakteri pelarut fosfat

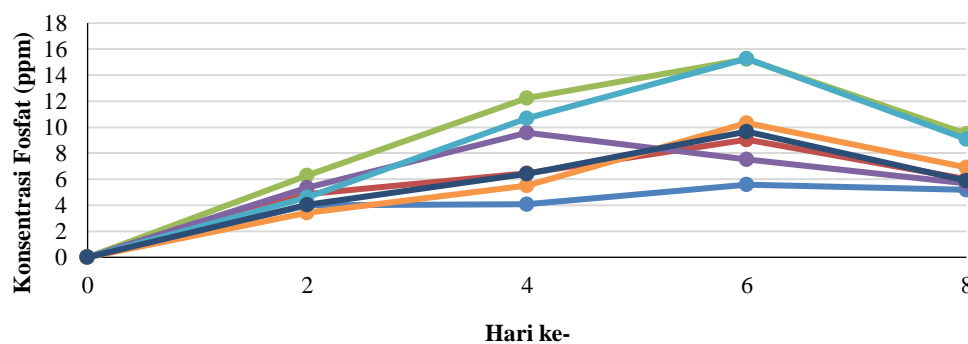
(Lestari *et al.*, 2011). Hal ini terjadi karena bakteri tersebut menghasilkan enzim fosfatase.

Enzim fosfatase merupakan sekelompok enzim yang mengkatalisis reaksi mineralisasi hidrolitik secara enzimatik dengan pelepasan fosfat tidak terlarut menjadi terlarut (Larasati *et al.*, 2018). Kemampuan pelarutan fosfat dari setiap isolat bakteri berbeda-beda. Bakteri dengan indeks pelarutan fosfat yang tinggi pada uji kualitatif belum dapat dijadikan dasar bakteri tersebut mampu sebagai pelarut fosfat yang tinggi apabila memiliki aktivitas kuantitatif yang rendah (Suryanti *et al.*, 2023).

Uji kuantitatif isolat bakteri pelarut fosfat

Hasil uji kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat pada media pikovskaya cair ditunjukkan pada gambar 2. Berdasarkan

Gambar 2, hasil pengukuran menunjukkan bahwa pelarutan fosfat semua isolat meningkat sampai hari ke 6 kecuali A2 dan semua isolat pun mengalami penurunan setelah hari ke 6. Isolat KLU13, A3 dan KLS1 melarutkan fosfat tertinggi pada hari ke 6 dengan nilai masing-masing 14,65 ppm, 14,81 ppm dan 10,32 ppm. Sedangkan pada hari ke 8 mengalami penurunan dengan nilai KLU13 sebesar 9,49 ppm, A3 sebesar 9,08 ppm dan KLS1 sebesar 6,89 ppm. Semua isolat mengalami penurunan kemampuan pelarutan fosfat pada hari ke 8. Semakin lama aktivitas bakteri pelarut fosfat akan menurun karena terbatasnya sumber energi dan menyebabkan penurunan populasi sehingga proses metabolisme sel juga menurun (Sonia *et al.*, 2022).



Gambar 2. Kemampuan pelarutan fosfat oleh isolat bakteri dalam media pikovskaya cair
(—●— A1, —●— A31BK, —●— KLU13, —●— A2, —●— A3, —●— KLS1, —●— A3BB)

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 hara tanah, pH, kelembapan, bahan organik, dan aktivitas enzim (Dewi *et al.*, 2023; Suryanti *et al.*, 2023). Lovitna *et al.*, (2021) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara populasi bakteri pelarut fosfat dengan kandungan P-tersedia tanah, semakin tinggi populasi bakteri pelarut fosfat maka kandungan P-tersedia tanah 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)

Beberapa jenis bakteri pelarut fosfat yang umum ditemui antara lain dari genus *Pseudomonas* (Asril & Lisafitri, 2020), *Bacillus* (Widiyawati *et al.*, 2015), dan *Rhizobium* (Karti *et al.*, 2014). Selain itu, bakteri pelarut fosfat

juga dapat ditemukan dalam lingkungan alami, seperti tanah, sedimen sungai, dan ekosistem akuatik lainnya (Respati *et al.*, 2017; Putri *et al.*, 2018). Melalui aktivitasnya, bakteri ini membantu dalam melepaskan fosfat dari bahan organik yang membusuk dan menguraikannya menjadi bentuk yang dapat diambil oleh tumbuhan dan makhluk hidup lainnya.

Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan, memperoleh hasil sebanyak 7 isolat murni bakteri (A1, A31BK, KLU13, A2, KLS1, A3BB dan A3). Secara kualitatif, terdapat 3 isolat bakteri memiliki nilai IKF dengan kategori sedang yaitu KLU13, A2 dan KLS1 sedangkan secara kuantitatif isolat KLU13, A3 dan KLS1 melarutkan fosfat tertinggi pada hari ke 6 dengan nilai masing-masing 14,65 ppm, 14,81 ppm dan 10,32 ppm. Berdasarkan hasil yang diperoleh, semua isolat bakteri memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh dana hibah penelitian PNPB Universitas Mataram dengan nomor kontrak 1717/UN18.L1/PP/2022. Terimakasih penulis sampaikan kepada Kepala Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Mataram dan Kepala Laboratorium Mikrobiologi RSUP Nusa Tenggara Barat yang telah membantu dalam proses penelitian ini.

Referensi

- Alam, H. E. Y., & Zulaika, E. (2021). Studi Literatur Potensi Bakteri Endogenik Lahan Gambut Sebagai Biofertilizer untuk Memperbaiki Nutrisi Lahan. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 9(2). DOI: <https://doi.org/10.12962/j23373520.v9i2.55624>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i3.5089>

- Amaliah, N. A., Anisa, N., Norna, N., Ahmad, M. H., Rusli, F. I., Karim, H., Azis, A. A., Junda, M., & Jumadi, O. (2022). Kuantitas Mikrob Tanah pada Lahan Jagung dengan Aplikasi Ekstrak Alga. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 22–26. DOI: <https://doi.org/10.18343/jipi.27.1.22>
- Aryaldi, R., Saida, & Nontji, M. (2021). Identifikasi Morfologi dan Uji Pelarut Fosfat Bakteri Rhizosfer Tanaman Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* L.). *Jurnal AGrotekMAS*, 2(1), 1–10.
- Asril, M., & Lisafitri, Y. (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. DOI: <https://doi.org/10.29122/jtl.v21i1.3743>
- Asril, M., Lestari, W., Basuki, Sanjaya, M. F., Firgiyanto, R., Manguntungi, B., Sudewi, S., Swandi, M. K., Paulina, M., & Kunusa, W. R. (2023). *Mikroorganisme Pelarut Fosfat pada Pertanian Berkelanjutan*. 1–147.
- Asril, M., Oktaviani, I., & Leksikowati, S. (2019). Isolasi Bakteri Indigineous dari Limbah Cair Tahu dalam Mendegradasi Protein dan Melarutkan Fosfat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(1), 67. DOI: <https://doi.org/10.29122/jtl.v20i1.3132>
- Bashan, Y., Kamnev, A. A., & Luz, E. (2012). Tricalcium phosphate is inappropriate as a universal selection factor for isolating and testing phosphate-solubilizing bacteria that enhance plant growth : a proposal for an alternative procedure. 1. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0737-7>
- Cornelia Pary. (2018). “Pengaruh pupuk organik (Daun Lamtoro) dalam Berbagai Konsentrasi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi.” *Fikratuna*, 7(2), 247–255. IsIN: 1829-8169. URL: <https://jurnal.iainambon.ac.id/index.php/FT/article/viewFile/337/269>
- Danapriatna, N. (2023). Pupuk Hayati dan Limbah Jerami untuk Pertanian Berkelanjutan Tanaman Padi. *July*. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8152714>
- Dewi Hartati, R., Suryaman, M., & Saepudin,

- A. (2023). The Effect Of Phosphate Solublizing Bacteria At Various Soil Ph On Plant Growth And Yield Of Soybean (*Glycine max (L.) Merr.*). *JA-CROPS Journal of Agrotechnology and Crop Science*, 1(1), 26–34.
- Dilaga, S. H., Amin, M., Yanuario, O., Sofyan, S., & Dahlanuddin, D. (2022). Penggunaan Daun Lamtoro Sebagai Pakan Untuk Penggemukan Sapi Bali. *Jurnal Gema Ngabdi*, 4(2), 163–170. DOI: <https://doi.org/10.29303/jgn.v4i2.262>
- Diniyah, I., Ni'mah, S. K., Azizah, N. L., & Mubarakati, N. J. (2021, January). Inovasi Masyarakat Desa Pagak Dalam Mengolah Keji Lele (Keripik Biji Lamtoro) Wujudkan Ekonomi Tangguh Covid19. In *Konferensi Nasional Pengabdian Masyarakat (KOPEMAS) 2020*.
- Fallo, G., Pardosi, L., & Boluk, A. Y. (2022). Seleksi bakteri pelarut fosfat dari rhizosfer tanaman cabai rawit (*capsicum annum l.*) Di kabupaten timor tengah utara. *Jurnal Biosense*, 5(01), 24–33. DOI: <https://doi.org/10.36526/biosense.v5i01.1878>
- Febriani, I., Advinda, L., Handayani, D., Farma, S. A., Putri, D. H., Metode, B., & Pembahasan, H. (2023). Fluorescent Pseudomonad Association in Plant Rhizosphere Asosiasi Pseudomonad Fluoresen pada Rizosfir Tanaman Abstrak Pendahuluan. 8(2), 117–122.
- Filho, G. N. S., & Vidor, C. (n.d.). Solubilization Of Phostes By Microorganisms In The Presence Of Carbon Sources (1). *December 1998*, 311–319.
- Firdausi, N. (2016). Pengaruh Kombinasi Media Pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat *Bacillus Sp* Terhadap Pertumbuhan Kacang Tanah (*Arachis Hypogea*) Effect Of Carrier Media For Biofertilizer Of Phospate Solubilizing Bacteria *Bacillus Sp* Againts Peanut (*Arachis hypogea*. 1–89. URL: https://repository.its.ac.id/75708/1/1512100033-Undergraduate_Thesis.pdf
- Handayani, W., Munir, M., & Hidayati, I. (2013). Pengelompokan Isolat Bakteri Penghasil Hormon IAA (Indole Acetic Acid) dari Tanah Rizosfer Bawang Merah (*Allium cepa*) di Nganjuk dengan Variasi Wilayah yang Berbeda. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Harli. (2017). Sistem Integrasi Tanaman – Ternak Kambing Untuk Produksi Kakao Yang Resilien. *AGROVITAL : Jurnal Ilmu Pertanian*, 2(1), 1–7.
- Hendrati, R. L., & Hidayati, N. (2018). Sembilan populasi leucaena leucocephala (lam.) De wit. Asal indonesia untuk pemuliaan kayu energi versus var. Tarramba. *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan*, 5(1), 13–28.
- Hilmiati, N. (2019). Sistem Peternakan Sapi Di Pulau Sumbawa: Peluang Dan Hambatan Untuk Peningkatan Produktivitas Dan Pendapatan Petani Di Lahan Kering. *SOCA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, April 2019, 142. DOI: <https://doi.org/10.24843/soca.2019.v13.i02.p01>
- Istiqomah, I., Aini, L. Q., & Abadi, A. L. (2017). Kemampuan *Bacillus Subtilis* Dan *Pseudomonas Fluorescens* Dalam Melarutkan Fosfat Dan Memproduksi Hormon Iaa (Indole Acetic Acid) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat. *Buana Sains*, 17(1), 75. DOI: <https://doi.org/10.33366/bs.v17i1.580>
- Jamilah, M., Purnomowati, P., & Dwiputranto, U. (2017). Pertumbuhan Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) pada Tanah Masam yang Diinokulasi Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) Campuran dan Pupuk Fosfat. *Biosfera*, 33(1), 37. DOI: <https://doi.org/10.20884/1.mib.2016.33.1.347>
- Karti, P. D. M. ., Kumalasari, N. R., & Setyorini, D. (2014). Peranan Fungi Mikoriza Arbuskula, Mikroorganisme Pelarut Fosfat, *Rhizobium Sp* Dan Asam Humik Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Produktivitas Legum *Calopogonium mucunoides* Pada Tanah Latosol Dan Tailing Tambang Emas Di Pt. Aneka Tambang. *Pastura: Journal of Tropical Forage Science*, 3(1), 1–1.
- Kartikawati, A., Trisilawati, O., & Darwati, I.

- (2017). Pemanfaatan pupuk hayati (biofertilizer) pada tanaman rempah dan obat. *Jurnal Prespektif*, 16(1), 33–43.
- Khasanah, E. W. N., Fuskhah, E., & Sutarno, S. (2021). Pengaruh berbagai jenis pupuk kandang dan konsentrasi plant growth promoting rhizobacteria (pgpr) terhadap pertumbuhan dan produksi cabai (*capsicum annum* L.). *Mediagro*, 17(1), 1–15. DOI: <https://doi.org/10.31942/md.v17i1.3858>
- Kusrachdiyanti, N. M., Khumairah, F. H., Hindersah, R., & Simarmata, T. (2020). Penjaringan Dan Uji Hayati Isolat Rhizobakteri Penambat Nitrogen Pemacu Tumbuh Dari Ekosistem Tanah Salin. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 16(2), 116–125. DOI: <https://doi.org/10.31849/jip.v16i2.3531>
- Larasati, E. D., Rukmi, M. I., Kusdiyantini, E., & Ginting, R. C. B. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Tanah Gambut. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), 1. DOI: <https://doi.org/10.14710/bioma.20.1.1-8>
- Lennin Fitri, F., & Yekki Yasmin, Y. (2011). Isolation and Observation of Morphology of Chitinolytic Bacteria Colony. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biolog*, Volume 3(2), 20–25.
- Lestari, I., & Citrawati, S. (2023). Konsep Metabolisme Asam Nukleat Dalam Perspektif Al-Qur'an. *Journal of Development and Reseach in Education*, 4(1), 1–10.
- Lestari, W., Linda, M., & Martina, A. (2011). Kemampuan Bakteri Pelarut Fosfat Isolat Asal Sei Garo dalam Penyediaan Fosfat Terlarut dan Serapannya pada Tanaman Kedelai (Capability of Phosphate Solubilizing Bacteria from Sei Garo in Soluble Phosphate and its Uptake by Soybean). *Biospecies*, 4(2), 15.
- Lovitna, G., Nuraini, Y., & 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), 437–449. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.15>
- Mirta, B., rois, & Amelia, R. (2022). Isolasi Dan Karakteristik Bakteri Asal Rhizosfer Padi Sawah Intensif di Kabupaten Sigi. *E-J. Agrotekbis*, 10(1), 17–29.
- Mudi, L., Wahyudi, R., Ma, M., & Putri, T. V. (2023). *Compatibility Of Rhizobacteria And Mycorozzes To Cocoa*. 13(1), 29–33.
- Niswati, A., Yusnaini, S., & 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), 123–130.
- Nugroho, B. L. A., & Lestari, N. D. (2021). Pengaruh Abu Terbang Batubara Terhadap Sifat Kimia Tanah Dan Serapan Timbal (Pb) Oleh Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides* L.). *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), 471–480. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.18>
- Pambudi, A., Noriko, N., & Sari, E. P. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Tanah Sawah di Kecamatan Medan Satria dan Bekasi Utara, Kota Bekasi, Jawa Barat. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 3(4), 187. DOI: <https://doi.org/10.36722/sst.v3i4.233>
- Panjaitan, F. J., Bachtiar, T., Arsyad, I., & Lele, O. K. (2020). Isolasi Dan Karakteristik Bakteri Pelarut Fosfat (Bpf) Dari Rhizosfer Tanaman Jagung Fase Vegetatif Dan Fase Generatif. *Agroplasma*, 7(2), 53–60.
- Pratiwi, W. M., & Asri, M. T. (2022). Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Indigenous* Pendegradasi Pestisida Profenofos dan Klorantraniliprol di Jombang Jawa Timur Identification of Pesticide Prophenophos and Chlorantraniliprole Indigenous Degrading Bacteria in Jombang East Java. *LenteraBio*, 11(2), 300–309.
- Putri, A. L., Lisdiyanti, P., & Kusmiati, M. (2018). Identifikasi Aktinomisetes Sedimen Air Tawar Mamasa, Sulawesi Barat Dan Aktivitasnya Sebagai Antibakteri Dan Pelarut Fosfat. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 5(2), 139. DOI: <https://doi.org/10.29122/jbbi.v5i2.2953>
- Respati, N. Y., Yulianti, E., & Rahmawati, A.

- (2017). Optimasi suhu dan ph media pertumbuhan bakteri pelarut fosfat dari isolat bakteri termofilik. *Kingdom (The Journal of Biological Studies)*, 6(7), 423–430. DOI: <https://doi.org/10.21831/kingdom.v6i7.7864>
- Rini, I. A., Oktaviani, I., Asril, M., Agustin, R., & Frima, F. K. (2020). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Iaa (Indole Acetic Acid) Dari Rhizosfer Tanaman Akasia (Acacia Mangium). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 3(2), 210–219. DOI: <https://doi.org/10.37637/ab.v3i2.619>
- Sembiring, A., & Sumanto, N. L. (2021). Isolasi Bakteri Penghasil Asam Indol Asetat (Aia) Dan Pengaruhnya Terhadap Viabilitas Benih Cabai Merah. *Jurnal Agrotek Ummat*, 8(1), 27. DOI: <https://doi.org/10.31764/jau.v8i1.4153>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-95162016005000043>
- Sonia, A. V., Studi, P., Tanah, I., Pertanian, F., & Jember, U. (2022). Aktivitas bakteri pelarut fosfat terhadap peningkatan ketersediaan fosfat pada tanah masam The activity of phosphate solubilizing bacteria on increasing phosphate available in acid soil. *15(1)*, 44–53.
- Sugianto, S. K., Shovitri, M., & Hidayat, H. (2019). Potensi Rhizobakteri Sebagai Pelarut Fosfat. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 7–10. DOI: <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37241>
- Sukmadewi, D. K. T., Singapurwa, N. M. A. S., & Candra, I. P. (2022). Isolasi Dan Uji Kemampuan Bakteri Pelarut Kalium Dari Tanah Sawah Dengan Sistem Irigasi Subak. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 413. DOI: <https://doi.org/10.23960/jat.v10i3.5450>
- Suryani, E., & Dariah, D. A. (2012). Peningkatan Produktivitas Tanah Melalui Sistem Agroforestri (Increasing Soil Productivity through Agroforestry System). *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 6(2), 101–109. URL: [http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jsl/issue/download/1044/Peningkatan Produktivitas Tanah Melalui Sistem Agroforestri.Pdf](http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jsl/issue/download/1044/Peningkatan%20Produktivitas%20Tanah%20Melalui%20Sistem%20Agroforestri.Pdf)
- Suryanti, E., Dewi Chusniasih, Muhammad Asril, Agus Rini, I., Antika, W. P., & Rahmah, N. (2023). Bioprospeksi Bakteri Asal Akar Nanas (Ananas comosus L. Merr) Lahan Gambut Kayu Agung, Sumatra Selatan, sebagai Agen Biostimulan dan Bioprotektan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(3), 352–360. DOI: <https://doi.org/10.18343/jipi.28.3.352>
- Sutaryono, Y. A., Maulana, I., Habibi, M., & (2021). Pembinaan Cara Beternak Untuk Meningkatkan Produktifitas Ternak Sapi Pada Program 1000 Desa Sapi Di Desa Teruwai Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Pengabdian*, 4(3), 295–301. URL: <http://www.jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmipi/article/view/989%0Ahttps://www.jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmipi/article/download/989/667>
- Suyuti, I. (2018). Respon Pertumbuhan Padi Gogo Varietas Situgintung Terhadap Pemiupukan Npk, Si (Silikat), Dan Pupuk Hayati Di Tanah Entisol Lahan Kering Kabupaten Lombok Utara. *Crop Agro*.
- Taniwan, S., Suryanto, D., & Nurwahyuni, I. (2016). Isolasi Dan Karakterisasi Parsial Bakteri Pelarut Fosfat Dari Guano Gua Kampret Dan Uji Kemampuannya Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Biosains*, 2(2), 82. DOI: <https://doi.org/10.24114/jbio.v2i2.4219>
- Tnines, S., & Nahak, O. R. (2018). Aplikasi Pupuk Bokashi Padat Berbahan Dasar Feses Ayam dengan Level Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Produksi Lamtoro (Leucaena leucocephala). *Jas*, 3(1), 1–4. DOI: <https://doi.org/10.32938/ja.v3i1.420>
- Triadiawarman, D., Aryanto, D., & Krisbiyantoro, J. (2022). Peran Unsur Hara Makro Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bawang Merah (Allium cepa L.). *AgriFor*, 21(1), 27. DOI: <https://doi.org/10.31293/agrifor.v21i1.579>

- 5
- Walida, H., Harahap, F. S., Hasibuan, M., & Yanti, F. F. (2019). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penghasil Iaa Dan Pelarut Fosfat Dari Rhizosfer Tanaman Kelapa Sawit. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 6(1), 1–7. DOI: <https://doi.org/10.31289/biolink.v6i1.2090>
- Widiyawati, I., Sugiyanta, Junaedi, A., & Widyastuti, R. (2015). Isolat Bacillus Pelarut Fosfat dari Kalimas Surabaya. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(2), 81–83.
- Zhu, F., Qu, L., Hong, X., & Sun, X. (2011). Isolation and characterization of a phosphate-solubilizing halophilic bacterium *Kushneria* sp. YCWA18 from Daqiao saltern on the coast of yellow sea of China. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1155/2011/615032>
- Zulkifli, L., Jekti, D. S. D., & Bahri, S. (2018). Isolasi, karakterisasi dan identifikasi bakteri endofit kulit batang srikaya (*Annona squamosa*) dan potensinya sebagai antibakteri. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 4(1).
- Zulkifli, L., Jekti, D. S. D., Lestari, N., & Rasmi, D. A. C. (2016). Isolasi bakteri endofit dari sea grass yang tumbuh di kawasan pantai pulau lombok dan potensinya sebagai sumber antimokroba terhadap bakteri patogen. *Jurnal Biologi Tropis*.
- Zulkifli, L., Sedijani, P., Citra Rasmi, D. A., & Amrullah, L. W. Z. (2020). Screening and Molecular Identification of Phosphate-Solubilizing Rhizobacteria from Mangrove Ecosystem of the Lombok Island. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(3), 475–484. DOI: <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i3.1730>