

Isolation of endophytic bacteria from cashew root and its ability as phosphate solubilizing and IAA-producing bacteria

Yulia Ningsih^{1*}, Lalu Zulkifli^{1,2}, Mahrus^{1,2}

¹Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Article History

Received : June 08th, 2022

Revised : June 25th, 2022

Accepted : July 18th, 2022

*Corresponding Author:

Yulia Ningsih,

Program Studi Magister

Pendidikan IPA Universitas

Mataram, Mataram, Indonesia

Email: yn98085@gmail.com

Abstract: This study aimed to isolate endophytic bacteria from cashew plant roots, and to determine their ability to dissolve phosphate and produce IAA. This research was conducted at the Microbiology Laboratory of the Faculty of Medicine, University of Mataram. This research was conducted by isolating the endophytic bacteria of cashew nut root and then testing the phosphate solubilizing ability and testing the potential for IAA-producing bacteria. Based on the results of the study, there were 7 isolates of endophytic bacteria, all of which were able to solubilize inorganic phosphate with a low phosphate solubility index, ranging from 1 to 1.7. Of the 7 isolates, there were 2 isolates that were able to produce IAA, namely AJM 7 and AJM8 isolates with IAA concentrations ranging from 16 to 18 ppm. Based on the results above, it can be concluded that the endophytic bacterial isolates from the roots of the cashew plant have the potential to be a candidates for biofertilizer formulation.

Keywords: *Anacardium occidentale* L, root endophytic bacteria, phosphate solubilizing bacteria, IAA.

Pendahuluan

Tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale*, L) merupakan salah satu komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Tanaman jambu mete banyak di temukan diseluruh Indonesia, salah satunya di provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Buah jambu mete mengandung karbohidrat sebanyak 15,8g per 100g buah semu sehingga berpotensi sebagai bahan baku etanol yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Hermawan *et al.*, 2005), daun jambu mete mengandung zat antimikroba dan antioksidan (Ajileye *et al.*, 2015). Kulit gelondong sebagai sumber CNSL memiliki kandungan zat aktif yang dapat dimanfaatkan sebagai antimikroba (Simpson & Simpson, 2008). Tanaman jambu mete dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada daerah-daerah yang memiliki kondisi agroekologi marginal dan beriklim kering (Daras & Pitono, 2006). Untuk mendukung tumbuh kembang suatu tanaman diperlukan unsur P yang berperan dalam proses fotosintesis dan perkembangan akar tanaman, serta adanya penyusunan ATP sebagai cadangan

energi bagi tanaman (Noor, 2003; Zhul *et al.*, 2011; Deviko & Guntur, 2021).

Pengaplikasian bakteri pelarut fosfat secara tunggal mampu meningkatkan produksi tanaman dan hasil panen berkisaran 20% dan mampu secara langsung meningkatkan pelarutan P yang terikat dalam tanah sehingga P tersedia semakin meningkat (Dermiyati *et al.*, 2009; Raj *et al.*, 2014; Tajini *et al.*, 2012; Pane *et al.*, 2022).

Bakteri endofit adalah organisme yang hidup berasosiasi dengan tanaman hidup pada bagian interseluler tanaman, dalam jaringan seperti akar, batang, dan daun, tetapi tidak menyebabkan gejala penyakit pada tanaman inang (Ramos *et al.*, 2016), keanekaragaman bakteri endofit dapat dipelajari melalui karakterisasi morfologi, fisiologis/biokimia dan identifikasi molekuler (Setiawan, 2018).

Bakteri endofit dapat menghasilkan hormon misalnya salah satu hormon yang dihasilkan oleh bakteri endofit adalah IAA (Radji, 2005). IAA adalah fitohormon kelompok auksin alami yang memiliki peran sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan proses elongasi sel dan

diferensiasi sel (Idris, 2007). IAA secara alami dihasilkan oleh tanaman khususnya pada sistem perakaran. Mikroorganisme khususnya bakteri penghasil IAA mempunyai potensi dalam proses fisiologis tanaman dengan cara menghasilkan IAA yang dapat dimanfaatkan tanaman (Retnowati & Putri, 2012). Pemanfaatan kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat dan memproduksi IAA merupakan kriteria penting sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan dipengaruhi oleh faktor genetik dari isolat mikroba yang digunakan (Istiqomah & Abadi, 2017).

Diperkirakan bahwa kemampuan tumbuh yang baik dari jambu mete pada lahan kritis didukung oleh adanya bakteri yang memiliki karakter esensial dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Karakter tersebut antara lain adalah kemampuan sebagai pelarut fosfat dan penghasil IAA. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri endofit dari akar jambu mete dan selanjutnya mengkarakterisasi dan menguji potensinya sebagai PGPR khususnya terkait kemampuannya sebagai pelarut fosfat dan penghasil IAA.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2020 hingga selesai di Laboratorium Mikrobiologi FKIP Universitas Mataram dan Laboratorium Unit Biomedik RSUD Provinsi NTB.

Selanjutnya sampel tanaman yang dalam keadaan segar dibersihkan dengan air yang mengalir dan dipotong-potong dan dipisahkan menurut bagian tanamannya, kemudian disterilisasi permukaannya dengan di rendam kedalam alkohol 70% selama 1 menit, Natrium Hipoklorit 4% selama 5 menit, dibilas dua kali dengan aquades dan dikeringkan dalam laminar air flow diletakan diatas kertas saring. Potongan sampel yang sudah disterilisasi di potong-potong sepanjang $\pm 0,5$ cm kemudian ditanaman dalam media NA dan TSA.

Media yang sudah mengandung sampel tersebut diinkubasi pada suhu 32°C dan diamati setiap hari sampai ada pertumbuhan koloni. Bakteri endofit yang tumbuh, dipindahkan berdasarkan koloni dan ditajamkan kembali pada media NA serta diinkubasi pada suhu 32°C selama 24 jam. Dilakukan pengecatan gram untuk

mengetahui mikroba tersebut murni atau tidak selanjutnya diamati menggunakan mikroskop, jika sudah murni, diperbanyak menggunakan slant/media agar miring yang di modifikasi

Uji Pelarutan Fosfat oleh isolat

Uji pelarut fosfat dari isolat terpilih dilakukan dengan *Plate Screening Method* pada media pikovskaya padat sedangkan, analisis kuantitatif dilakukan dengan *North Borth Method* dengan menggunakan media pikovskaya cair dengan mengukur setiap konsentrasi larutan standar fosfat diukur absorbansinya menggunakan *Spectrofotometer Spectronic Genesys 20@λ 420 nm*.

Uji kemampuan isolate menghasilkan IAA

Isolasi bakteri penghasil IAA dilakukan dengan menggunakan teknik pengeceran serial dan diinokulasikan pada media LB (*Luria Bertani*) + L-tryptofan (Bric *et al.*, 1991). Dan diinkubasi secara terbalik pada suhu 32°C selama 3 hari dan diamati koloni yang muncul. Kemudian dilakukan karakterisasi yang meliputi morfologi koloni, bentuk sel, pewarnaan Gram dan uji biokimianya. Setelah tumbuh satu set ditambahkan dengan 1 ml larutan *Salkowsky* untuk setiap cawan petri (1 set); set lainnya digunakan untuk tes lebih lanjut. Ketika koloni berubah merah muda, itu berarti bahwa isolat menghasilkan IAA secara positif. Selanjutnya, dilakukan uji kuantitatif.

Karakterisasi biokimia dan fisiologi isolat bakteri:

Uji yang dilakukan dalam karakterisasi morfologi bakteri yaitu pengecatan Gram bakteri endofit dan karakterisasi biokimia dilakukan uji motilitas dan uji katalase, uji hidrolisis pati, uji indol, uji hidrolisis urea, uji *simmon citrate*, uji fermentasi karbohidrat, uji TSI (*Tripel Sugar Iron*).

Hasil dan Pembahasan

Isolasi Bakteri endofit Akar

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dari akar tanaman jambu mete yang berasal dari Dusun Bongak Desa Tumpak Kecamatan Pujut Lombok Tengah terdapat 7 (Tujuh) isolat bakteri endofit yang berasal dari akar tanaman jambu mete. Isolat bakteri endofit

yang diperoleh kemudian dilakukan uji potensi isolat bakteri pelarut fosfat dan uji isolat mikroba pengasil IAA.

Uji Potensi Isolat Bakteri pelarut fosfat

1. Kemampuan Isolat Bakteri Pelarut Fosfat Secara Kualitatif

Kemampuan isolat bakteri endofit dalam melarutkan fosfat secara kualitatif ditunjukkan dengan terbentuknya *holozone* (zona bening) di sekitar koloni bakteri selama 5 hari masa inkubasi dengan 3 kali pengulangan. Hasil penelitian sebelumnya telah banyak melaporkan tentang berbagai jenis bakteri pelarut fosfat dengan luas *holozone* yang berbeda-beda tergantung dnegan jenis bakteri dan daerah asalnya. Dari kawasan Wamena, Papua, diperoleh 17 isolat BPF dan *Basillus pantothenicus* menghasilkan *holozone* yang paling luas yaitu 1,35 cm (Triwidodo, 2021), dari kawasan Cikaniki, Jawa Barat, diperoleh 24 isolat BFP dan *holozone* yang paling luas juga di bentuk oleh *Bacillus* yaitu 2,5 cm (Widawati *et al.*, 2010; Sukmasari *et al.*, 2021), Hasil yang diperoleh dari uji ini yaitu indeks pelarut fosfat (IPF) dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Indeks Kelarutan Fosfat (IKF)} = \frac{dk + dzb}{dk}$$

Keterangan:

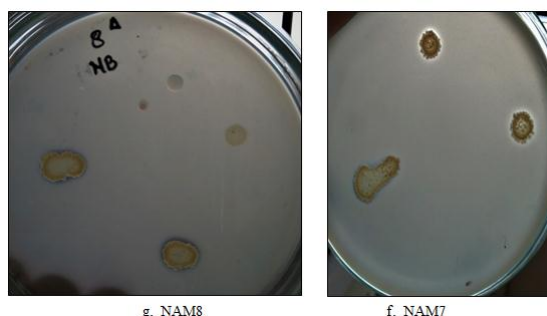
dk = Diameter koloni

dzb = Diameter Zona bening

Tabel 1. Nilai indeks Pelarut fosfat (IPF) isolat baketri endofit pada akar tanaman jambu mete (*Anacardium occidetale*, L) selama 5 hari masa inkubasi.

No	Isolat	Indek pelarut fosfat
1.	AJM1	1,3
2.	AJM2	1,0
3.	AJM3	1,3
4.	AJM4	1,2
5.	AJM5	1,3
6.	AJM7	1,4
7.	AJM8	1,7

Semua isolat bakteri endofit yang telah diuji yaitu melarutkan AJM1, AJM2, AJM3, AJM4, AJM5, AJM6, AJM7, dan AJM8, dapat melarutkan fosfat dengan kategori yang terbilang rendah yang ditunjukkan dengan nilai indeks pelarut fosfat < 2,00.



Gambar.1. Isolat bakteri endofit (NAM7 dan NAM8) dari akar jambu dapat membentuk zona bening pada media Pikovskaya.

Bakteri yang memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat yang diuji secara kualitatif pada media pikovskaya padat. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan antara hasil indeks pelarut fosfat dengan konsentrasi fosfat terlarut yang dihasilkan. Nilai konsentrasi fosfat terlarut apabila dilihat pada Gambar 2 menunjukkan bahwa isolat AJM8 mempunyai nilai konsentrasi tertinggi dalam melarutkan fosfat. Berbeda dengan perhitungan indeks pelarut fosfat, isolat AJM8 mempunyai nilai IPF tertinggi yaitu 1,7.

Selanjutnya di uji kemampuannya secara kulitatif dalam melarutkan fosfat dengan mengukur indeks pelarutan fosfat berdasarkan zona bening yang terbentuk dan secara kuantitatif pada media Pikovskaya cair untuk mengetahui seberapa kelarutan fosfat yang dihasilkan.

2. Kemampuan Isolat Bakteri Pelaut Fosfat Secara Kuantitatif

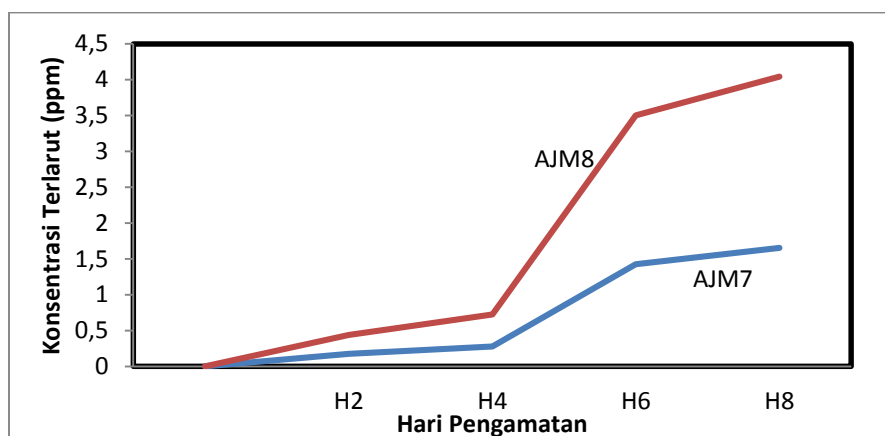
Pengukuran konsentrasi fosfat dilakukan pada media pikovskaya cair dengan sumber fosfat berupa trikalsium fosfat (Ca_3PO_4)₂ yang diukur setiap hari selama 8 hari masa inkubasi dengan 3 kali pengulangan (U). Konsentrasi fosfat terlarut yang dilarutkan oleh bakteri endofit berfariasi.

Tabel 2. Konsentrasi fosfat terlarut yang dilarutkan oleh bakteri endofit akar tanaman jambu mete (*Anacardium occidetale*, L).

Isolat Bakteri	Konsentrasi Fosfat Terlarut (Ppm)			
	Hari Ke-			
	2	4	6	8
AJM 7	0,177	0,279	1,424	1,654
AJM 8	0,264	0,447	2,076	2,387

Selama 8 hari masa inkubasi dengan 3 kali pengulangan setiap bakteri mengalami fluktuasi

jumlah konsentrasi fosfat terlarut yang ditunjukkan melalui Gambar berikut.



Gambar 2. Konsentrasi fosfat terlarut oleh dua isolat bakteri endofit (AJM7 dan AJM8) akar tanaman jambu mete selama 8 hari masa inkubasi dengan 3 kali pengulangan

Asam organik yang dihasilkan oleh bakteri endofit untuk melarutkan fosfat mengakibatkan perubahan pH media pertumbuhan bakteri.

Perubahan pH media ditunjukkan dari pH media hari ke-0 yang awalnya netral (pH 7) menjadi asam (pH 5- 6) setelah 8 hari masa inkubasi

Tabel 3. Perubahan pH pada media pertumbuhan bakteri endofit akar tanaman jambu mete (*Anacardium occidetale*, L).

Isolat Bakteri	pH				
	Hari Ke-				
	0	2	4	6	8
AJM 7	7	5	5	5	5
AJM 8	7	5	5	5	6

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari dua isolat bakteri endofit pada akar tanaman jambu mete dengan tiga kali pengulangan mengalami penurunan pH. Pada isolat AJM 8 pada hari ke 8 mengalami peningkatan Ph menjadi 6 dengan Ph pada hari ke dua sampai hari ke eAJM adalah 5, setelah inkubasi selanjutnya Ph terus menerus meningkat hingga 6 sampai 96 masa inkubasi.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada bakteri endofit dari akar tanaman

jambu mete isolat AJM 7 dan AJM8 mampu memecah ikatan fosfat tidak larut menjadi terlarut melalui sekresi asam organik. Fosfat merupakan unsur hara makro esensial yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman namun ketersediaannya terbatas sehingga isolat AJM7 dan AJM8 berpotensi sebagai agen biofertilizer yang mampu meningkatkan fosfat tersedia yang bermanfaat untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Uji isolat dalam menghasilkan IAA

IAA yang di peroleh dari isolat bakteri akar tanaman jambu mete merupakan kalibrasi dari absorbansi yang diukur dan dibandingkan dengan IAA standar. IAA standar yang digunakan adalah IAA sintetik. Kadar IAA yang didapatkan dalam kultur isolat bakteri endofit akar tanaman jambu mete sebesar 0,629 ppm pada konsentrasi 4 ppm tergolong cukup tinggi.

Pada penelitian ini isolat bakteri yang diperoleh memiliki potensi untuk dapat diaplikasikan sebagai bakteri pemacu pertumbuhan tanaman.

Uji isolat penghasil IAA

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai potensi isolat bakteri endofit pada akar tanaman jambu mete diperoleh data berupa kemampuan isolat bakteri pada 7 isolat penghasil IAA yang tumbuh pada media LB + triptofan. Karakteristik morfologi koloni kedua

isolat penghasil IAA tersebut bervariasi. Tujuh isolat mempunyai bentuk secara morfologi yang berbeda dapat dilihat pada tabel 5.

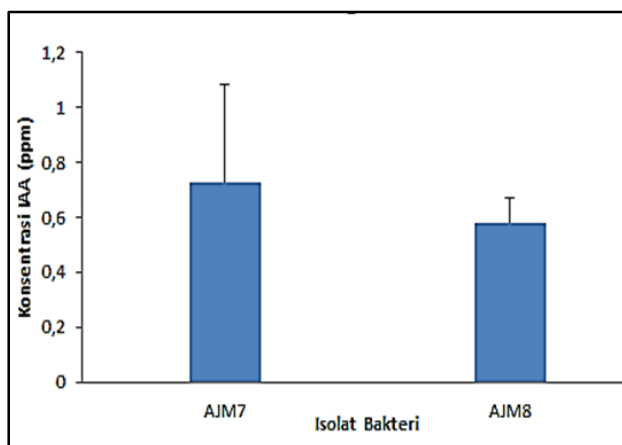
Uji IAA isolate.

Setelah dilakukan uji kualitatif penghasil IAA, kemudian dilakukan uji kuantitatif untuk mengetahui kemampuan isolat dalam menghasilkan IAA dengan mengukur absorbansi IAA menggunakan Spektrofotometer pada panjang gelombang $\lambda=535$ nm, dari 7 isolat yang diujikan hanya 2 isolat yang mampu menghasilkan IAA dengan baik yaitu AJM7 dan AJM8.

Pada isolat AJM7 pengulangan ke-1 menghasilkan IAA dengan konsentrasi tertinggi yaitu 0,980 ppm, dan yang terendah adalah isolat AJM8 pada pengulangan ke-2 yaitu 0,518 ppm. Isolat AJM7 pada pengulangan ke-1 merupakan konsentrasi IAA yang tertinggi.

Tabel 4. Hasil Pengamatan Konsentrasi IAA selama 7 hari masa inkubasi pada akar tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale*) dengan 3 kali pengulangan.

Isolat	Pengulangan	Ph	Absorbansi $\lambda=520$ nm
AJM7	U1	7	0,98
	U2	7	0,473
	U3	7	0,611
Rata-rata			0,726
AJM8	U1	7	0,643
	U2	6	0,518
	U3	7	0,548
Rata-rata			0,580



Gambar. 3 Hasil Pengamatan Konsentrasi IAA selama 7 hari masa inkubasi pada akar tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale*) dengan 3 kali pengulangan.

Morfologi Koloni dan Sel Bakteri Endofit Akar Tanaman Jambu Mete

Pengamatan morfologi terhadap 7 koloni

bakteri dari akar tanaman jambu mete yang mempunyai daya hambat menunjukkan adanya keragaman pada morfologi koloni.

Tabel 5. Morfologi koloni dan sel bakteri endofit akar tanaman jambu mete

No.	Karakteristik					Gram	Morfologi sel	
	Morfologi koloni			Elevasi	Bentuk		Pembentukan spora	
Isolat	Warna	Bentuk	Tepian					
1.	AJM1	Putih Bening	Circular	Entire	Raised	Positif	Basil (tunggal)	+
2.	AJM2	Putih pekat	Circular	Entire	Convex	Positif	Basil (tunggal)	+
3.	AJM3	Kuning kemerahan	Circular	Entire	Raised	Positif	Basil (bergerombol)	+
4.	AJM4	Putih	Iregular	Undulate	Flat	Positif	Basil (bergerombol)	+
5.	AJM5	Kuning	Circular	Entire	Raised	Positif	Basil (berantai)	+
6.	AJM6	Kuning Bening	Filamentous	Filiform	Flat	Positif	Basil (tunggal)	+
7.	AJM7	Kuning Bening	Circular	Entire	Raised	Positif	Coccus (tunggal)	+

Hasil pengecetan Gram menandakan semua bakteri endofit termasuk Gram positif. Bentuk sel sebagian besar adalah bacil dan ada 1 yang berbentuk coccus pada AJM7 dan sebagian besar bakteri endofit yang diperoleh dapat membentuk spora, kecuali AJM5 dan AJM7.

Karakteristik Biokimia

Berdasarkan penelitian uji biokimia yang sudah dilakukan pada akar tanaman jambu mete meliputi uji TSIA, uji Simmon sitrat, uji motilitas, uji karbohidrat (glukosa, sukrosa, laktosa, maltosa), uji katalase, uji hidrolisis pati.

Tabel 6. Hasil uji biokimia isolat bakteri endofit akar tanaman jambu mete

No.	Uji/ isolat	AJM	AJM	AJM	AJM	AJM	AJM	AJM
		1	2	3	4	5	6	7
1.	TSIA	+/+	+/+	-/-	+/+	-/-	+/+	+/+
2.	Simmon sitrat	+	+	+	+	+	+	+
3.	Motilitas	-	-	-	-	-	-	+
4.	Glukosa	-	-	+	+	+	+	+
5.	Laktosa	-	-	-	-	+	+	+
6.	Maltosa	+	+	+	+	+	+	+
7.	Sukrosa	+	+	+	+	+	+	+
8.	Hidrolisis pati	+	+	+	-	+	+	+
9.	Katalase	+	+	+	+	+	+	+

Hasil penelitian menunjukkan isolat bakteri endofit akar tanaman jambu mete ada yang negatif AJM1, AJM2, AJM3, AJM4, AJM5, AJM6, artinya tidak bersifat motil dan menunjukkan hasil positif pada isolat AJM7 (Tebel 6).

Hasil uji multosa dan sukrosa menunjukkan semua isolat bakteri akar tanaman jambu mete positif. Hasil uji Glukosa menunjukkan isolat bakteri akar tanaman jambu mete positif pada isolat AJM3, AJM4, AJM5, AJM6, AJM7 sedangkan negatif pada isolat AJM1 dan AJM2. Hasil uji laktosa isolat

AJM1, AJM2, AJM3, AJM4 menunjukkan hasil yang negatif sedangkan pada isolat AJM5, AJM6 dan AJM7 menunjukkan positif.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh 7 isolat bakteri endofit yang kesemuanya mampu melarutkan fosfat dengan indeks kelarutan fosfat yang rendah, berkisar antara 1 hingga 1,7. Dari 7 isolat tersebut terdapat 2 isolat yang mampu

menghasilkan IAA yaitu isolat AJM 7 dan AJM8 dengan konsentrasi IAA berkisar antara 16 sampai 18 ppm. Isolat endofit yang diperoleh di atas merupakan isolate yang cukup baik sebagai kandidat komponen konsorsium fomulasi biofertilizer di masa yang akan datang.

Ucapan terima kasih

Terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Mataram, karena sebagian pendanaan penelitian ini disupport dari bantuan pendanaan penelitian melalui dana PNPB tahun 2020 kepada LZ, dengan no kontrak: 2465/UN18.L1/PP/2020. Terima kasih juga disampaikan kepada ketua dan laboran pada laboratorium mikrobiologi FKIP Unram atas bantuan teknis dan kerjasamanya.

Referensi

- Ajileye, O. O., Obuotor, E. M., Akinkunmi, E. O., & Aderogba, M. A. (2015). Isolation and Characterization of Antioxidant and Antimicrobial Compounds From *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) Leaf Extract. *Journal of King Saud University-Science*, 27(3): 244-252.
<https://doi.org/10.1016/j.jksus.2014.12.004>.
- Bric, J. M., Bostock, R. M., & Silverstone, S. E. (1991). Rapid In Situ Assay for Indoleacetic Acid Production by Bacteria Immobilized On A Nitrocellulose Membrane. *Applied and Environmental Microbiology*, 57(2), 535-538.
- Daras, U., & Pitono, J. (2006). Pengaruh Pemupukan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jambu Mete di Lombok. *Jurnal Litri*, 12(1): 20-26.
<http://203.190.37.42/publikasi/p3261074.pdf>.
- Dermiyati, D., Antari, J., Yusnaini, S., & Nugroho, S. G. (2019). Perubahan Populasi Mikroorganisme Pelarut Fosfat Pada Lahan Sawah Dengan Sistem Pertanian Intensif Menjadi Sistem Pertanian Organik Berkelanjutan. *Journal Of Tropical Soils*, 14(2): 143-148.
- Hernawan, D. R. W. A., Utarmi, T., & Cahyanto, M. N. (2000). Fermentasi Etanol Dari Sari Buah Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.) Oleh *Saccharomyces cerevisiae* FNCC 3015 Menggunakan Amonium Sulfat dan Urea Sebagai Sumber Nitrogen Ethanol Fermentation From Cashew Juice (*Anacardium Agritech*). *Journal Of Agritech*, 20(2): 93-98.
- 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), 75-84.
- Noor, A. (2003). Pengaruh Fosfat Alam dan Kombinasi Bakteri Pelarut Fosfat Dengan Pupuk Kandang Terhadap P Tersedia dan Pertumbuhan Kedelai Pada Ultisol. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal Of Agronomy)*, 31(3): 100-106.
- Pane, R. D. P., Ginting, E. N., & Hidayat, F. (2022). Bakteri pelarut fosfat dan Potensinya Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. Retrieved from <https://www.iopri.org/warta/index.php/Warta/article/view/81>
- Radji, M. (2012). Peranan Bioteknologi dan Bakteri endofit dalam Pengembangan Obat Herbal. *Pharmaceutical Sciences and Research (PSR)*, 2(3): 113-126.
- Raj, D. P. R. S., Linda, R., & Babyson, R. S. (2014). Molecular Characterization of Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB) and Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) from Pristine Soil. *Int J Innov Sci Eng Technol*, 1, 317-324.
- Ramos, S. A. F., Silva, L. C. N., Correia, M. T. S., Araujo, J. M., & Coelho, L. C. B. B. (2016). Endophytic Microorganisms From *Bauhinia Monandra* Leaves: Isolation, Antimicrobial Activities and Interaction With Galactose-Specific Lectin Bmoll. *African Journal of Microbiology Research*, 10(17): 600-607.
- Retnowati, Y., Uno, W. D., & Putri, S. H. E. (2012). Potensi Penghasilan Hormon IAA Oleh Bakteri endofit Akar Tanaman Jagung (*Zea mays*). *Sainstek*, 6(06): 1-9.

- Setiawan, B. (2016). *Karakterisasi Fisiologi Dan Molekuler Bakteri Symbion-Nematoda Entomopatogen Berdasarkan Sekuen Gen Pengkode 16s Rrna Dari Bromo Kabupaten Probolinggo*, Tesis S2 Biologi. Universitas Jember.
- Simpem, I. N., & Simpem, I. N. (2008). Isolasi Cashew Nut Shell Liquid Dari Kulit Biji Jambu Mete (*Anacardium occidentale*L.) dan Kajian Beberapa Sifat Fisiko-Kimianya. *Jurnal Kimia (Journal Of Chemistry)*, 2(2): 71-76.
<https://doi.org/10.24843/JCHEM.2022.v16.i01>
- Sukmasari, M. D., Wijaya, A. A., Dani, U., & Umyati, S. (2021). Potensi Mikroba Penambat Nitrogen dan Pelarut Fosfat Untuk Optimalisasi Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai. *AGROMIX*, 12(1), 68-73.
- Tajini, F., Trabelsi, M., & Drevon, J. J. (2012). Combined Inoculation with Glomus Intraradices and Rhizobium Tropici CIAT899 Increases Phosphorus Use Efficiency For Symbiotic Nitrogen Fixation In Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 19(2), 157-163.
- Triwidodo, H. (2021). The Isolation, Selection and Determination of Endophytic Bacteria from Bamboo, Gamal, Tulsi, and Alamanda. *SEAS (Sustainable Environment Agricultural Science)*, 5(2), 151-162.
<https://doi.org/10.22225/seas.5.2.4068.151-162>
- Widawati, S., Suliasih, S., & Muharam, A. (2010). Pengaruh Kompos Yang Diperkaya Bakteri Penambat Nitrogen dan Pelarut Fosfat Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kapri dan Aktivitas Enzim Fosfatase Dalam Tanah. *Jurnal Holtikultura*. 20(3):207-215.
www.ijiset.com
- Zhu, J., Li, M., & Whelan, M. (2018). Phosphorus Activators Contribute to Legacy Phosphorus Availability In Agricultural Soils: A review. *Science of the Total Environment*, 612, 522-537.