

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI RHIZOSFER TANAMAN AREN (*ARENCA PINNATA*(WURB)MERR) DI DESA BONTO SOMBA KABUPATEN MAROS

Isolation and Identification of Phosphate Solubilizing Bacteria from the Rhizosphere of Sugar Palm Plants (Arenga Pinnata (Wurb) Merr) in Bonto Somba Village, Maros Regency

^{1*}Syarwani, ²Siti Aisyah ¹Hadija, ¹Nirawati

¹Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Peternakan Dan Kehutanan, Universitas Muslim Maros

²Badan Riset dan Inovasi Nasional, Makassar, Sulawesi Selatan

*Email : Syarwanisamsung83@gmail.com

ABSTRACT

Phosphate is second only to nitrogen and macronutrients that are important for plant growth and development. The aim of the study was to isolate and identify the number and diversity of phosphate solubilizing bacteria from the soil rhizosphere of sugar palm plants, as well as to test their ability to solubilize phosphate. This research is a type of qualitative descriptive research. The analysis was carried out using descriptive analysis including macroscopic and microscopic characteristics as well as the phosphate solubilizing bacteria index (BPF) test. The phosphate solubilization index value was measured by comparing the total colony diameter and the clear zone holozon colony diameter on Pikovskaya agar media. The results of this study showed that the highest number of phosphate solubilizing bacteria was obtained at location 2 layer 1 with a value of 57.5×10^{-8} CFU/g and the lowest was obtained at location 2 layer 2 with a value of 40.5×10^{-8} CFU/g. The results of morphological characterization showed quite diverse results. Meanwhile, the highest phosphate dissolving ability test was found at the location of 2 layers 2 with an index value of 3.75. Where has a high enough potential so that further testing may be needed.

Keywords : *Isolation, phosphate solubilizing bacteria, microscopic, rhizosphere, macroscopic*

ABSTRAK

Unsur hara fosfat kedua setelah nitrogen dan unsur hara makro yang penting bagi pertumbuhan serta perkembangan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi jumlah dan keragaman bakteri pelarut fosfat dari rhizosfer tanah tanaman aren, serta menguji kemampuannya dalam melarutkan fosfat. Penelitian ini adalah jenis penelitian deskriptif kualitatif. Analisis yang dilakukan menggunakan deskriptif meliputi karakteristik makroskopis dan mikroskopis serta uji indeks bakteri pelarut fosfat (BPF). Nilai indeks pelarutan fosfat diukur dengan membandingkan total diameter koloni dan zona bening *holozon* diameter koloni pada media *Pikovskaya* agar. Hasil penelitian ini menunjukkan jumlah bakteri pelarut fosfat tertinggi diperoleh pada lokasi 2 lapisan 1 dengan nilai $57,5 \times 10^{-8}$ CFU/g dan terendah diperoleh lokasi 2 lapisan 2 dengan nilai $40,5 \times 10^{-8}$ CFU/g. Hasil karakterisasi secara morfologi menunjukkan hasil yang cukup beragam. Sedangkan uji kemampuan melarutkan fosfat yang tertinggi ditemukan lokasi 2 lapisan 2 dengan nilai indeks 3,75. Dimana memiliki potensi yang cukup tinggi sehingga, dapat diperlukan pengujian lebih lanjut.

Kata kunci : Isolasi, bakteri pelarut fosfat, mikroskopis, rhizosfer, makroskopis

PENDAHULUAN

Tanaman Aren (*Arenga Pinnata*) salah satu golongan famili *Arecaceae* yang mengkombinasikan ke dalam tanaman multi guna (*multiple purpose trees*). Tanaman aren mampu tumbuh baik di hutan primer maupun sekunder, dengan ketinggian 500 sampai 1200 m di atas permukaan laut (Miska, 2015). Isolasi bakteri pelarut fosfat alaminya contoh tanah dikumpulkan dengan melakukan metode pengenceran pada tiap sampel koloni masing-masing dipisahkan pada diameter zona bening, dan diameter koloni (Pagi, 2013). Bakteri pelarut fosfat (BPF) merupakan bakteri yang hidup disekitar perakaran daerah rhizosfer serta dapat melarutkan fosfat yang baik larut maupun sukar larut dari tanah dan dari pupuk sehingga dapat diserap oleh tanaman (Larasati et al., 2018). Rhizosfer adalah daerah perakaran yang merupakan ekosistem paling penting pada bagian tanah. Setiap rhizosfer pada tanaman dalam suatu ekosistem memiliki berbagai jenis mikroorganisme (Asril & Lisafitri, 2020). Isolasi bakteri pelarut fosfat potensinya sangat tinggi sehingga menjadikan aren menjadi tanaman potensial. Tanaman aren berpotensi memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan penyerapan nutrisi makro yang sangat penting pada pertumbuhan serta perkembangan tanaman aren (Sugianto, 2019).

Berdasarkan penelitian jenis bakteri pada mikroorganisme pelarut fosfat ini diantaranya *diminuta*, *P. Pseudomonas striata*, *P. cerevisia*, *P. Fluorescens*, *P. putida*, *P. Aeruginosa*, *P. Rathonis bacillus polymyxa* B. *Denitrificans*, B.

megatherium, *laevolacticus*, B. *Mycobacterium*, *Thiobacillus* sp, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Escherichia*, *Cunninghamella*, *freundii*, *Brevibacterium* spp. *Alcaligenes* spp. *Serratia*, spp. dan *Achromobacter* spp. (Islamiati, 2016). Tujuan penelitian ini adalah untuk isolasi mengidentifikasi jumlah dan keragaman bakteri pelarut fosfat pada rhizosfer tanaman aren di Desa Bonto Somba Kabupaten Maros

METODE PENELITIAN

Penelitian mengidentifikasi keberadaan mikroba pelarut fosfat dilaksanakan di Desa Bonto Somba Kabupaten Maros, sebagai tempat pengambilan sampel tanah dan Laboratorium Balitsereal Hama dan Penyakit. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2022. Analisis kandungan tanah dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah UNHAS Universitas Hasanuddin.

Pengambilan Sampel Tanah

Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah metode *simple random sampling* Masing-masing pohon aren diambil dua titik pengambilan sampel secara acak. Kedalaman pengambilan tanah rhizosfer 30 cm dari pangkal akar di sekitar perakaran tanaman. Masing-masing tanah diambil 500g per sampel. Tanah kemudian di kompositkan kedalam coolbox lalu dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi.

Perhitungan Jumlah Koloni

Isolasi bakteri pelarut fosfat dilakukan dengan metode pengenceran (*dillution method*) (Waluyo, 2008). sampel tanah ditimbang sebanyak 10 gram kemudian dilarutkan ke 9 ml aquades steril kemudian di homogenisasikan menggunakan *vortex*, kemudian mengambil 1 ml larutan dari tabung reaksi dan dimasukkan ke dalam 9 ml aquades pada tabung reaksi yang lainnya sehingga diperoleh pengenceran 10^{-1} . Pada prosedur kerja tersebut diulangi terus menerus hingga mencapai tingkat pengenceran 10^{-8} . Sampel tanah yang telah diencerkan diambil masing-masing sebanyak 1 ml mulai pengenceran dari 10^{-7} sampai 10^{-8} kemudian dimasukkan ke cawan petri yang telah ditambahkan media agar *Pikovskaya* lalu 1 ml suspensi di sebar ke media menggunakan batang penyebar di cawan petri steril masing-masing dilakukan 2 kali pengulangan. Kemudian media diinkubasi selama 72 jam dengan suhu 30°C . Jumlah koloni yang tumbuh kemudian dihitung menggunakan *colony counter* pada setiap lokasi dan lapisan dihitung menggunakan

perhitungan cawan (*plate count*) dengan rumus sebagai berikut (Waluyo, 2008):

$$\text{Jumlah koloni percawan} = x \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$$

Isolasi Bakteri Pelarut Fosfat

Sampel bakteri diisolasi dengan metode tuang (*pour plate method*) pada tingkat pengenceran 10^{-7} sampai 10^{-8} , dengan cara mengambil 1 ml suspensi dari masing-masing pengenceran kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri secara aseptis. Cawan petri kemudian dituangkan media *Pikovskaya* lalu diratakan dengan memutar media searah angka delapan agar homogen. Bakteri diinkubasi selama 72 jam pada suhu 30°C (Waluyo, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sampel Tanah

Berdasarkan hasil analisis tanah dilakukan di laboratorium Departemen Ilmu Tanah Unhas (Universitas Hasanuddin). Analisis tanah meliputi kandungan untuk parameter tekstur dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Sampel Tanah

Kode sampel	Kedalaman cm	Klas tekstur	C organik (%)	N-total (%)	C/N	Fosfat tersedia P ₂ O ₅ (ppm)	pH H ₂ O
L.1.1	15	Liat	1,41	0,10	15	13,64	5,95
L.1.2	30	Liat	1,62	0,08	20	15,85	5,85
L.2.1	15	Liat	1,71	0,08	15	16,99	6,05
L.2.2	30	Liat	1,63	0,11	16	17,24	6,12

Keterangan : L.1.1 : Lokasi 1 Lapisan 1 L.2.1 : Lokasi 2 Lapisan 1 L.1.2 : Lokasi 1 Lapisan 2 L.2.2 : Lokasi 2 Lapisan 2

Berdasarkan hasil analisis sampel tanah disekitar perakaran tanaman aren di Desa Bonto Somba pada lokasi titik pengambilan sampel dimana setiap lokasi diambil dua kedalaman yaitu kedalaman 15 cm - 30 cm. Hasil analisis berdasarkan klas tekstur dari empat sampel

menunjukkan klas liat, dimana Bahan Organik yang tertinggi berada pada sampel

L.1.2 lokasi 1 lapisan 2 dengan hasil 20%. Sedangkan kandungan P₂O₅ tertinggi berada pada L.2.1 lokasi 2 lapisan 1 dengan hasil 13,03 dan kandungan pH.

Tabel 3. Hasil Uji Indeks Kelarutan Fosfat

Kode isolat	Munculnya zona bening (HST)	DZB (mm)	DK (mm)	IKF
L.1.2.	3	0,8	0,6	2,33
L.2.1	4	1,6	1,3	2,23
L.2.2.1	2	0,6	0,5	2,2
L.2.2.2	4	1,1	0,4	3,75

Keterangan: HST = Hari setelah tanam
 DK = Diameter koloni; DZB = diameter zona bening; IKF = Indeks kelarutan fosfat

Isolasi Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Pelarut Fosfat

Berdasarkan hasil isolasi bakteri pelarut fosfat memiliki kepadatan bakteri sebanyak 10⁻⁸ CFU/ml. Hasil tersebut menunjukkan isolat bakteri yang didapatkan berjumlah 4 isolat yang mampu tumbuh dan berkoloni pada media agar Pikovskaya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Koloni Bakteri Pelarut Fosfat

Kode Isolat	Pengenceran	Jumlah Rata-rata CFU/ml	Jumlah Isolat
L.1.2	10 ⁻⁸	41,5 x 10 ⁻⁸	1
L.2.1	10 ⁻⁸	57,5 x 10 ⁻⁸	1
L.2.2	10 ⁻⁸	40,5 x 10 ⁻⁸	2

Berdasarkan tabel 2. Menunjukkan bahwa hasil perhitungan jumlah koloni bakteri pelarut fosfat terdapat jumlah isolat bakteri sebanyak empat isolat dimana jumlah isolat terbanyak itu ditemukan pada sampel L.2.2 lokasi 2 lapisan 2 dengan jumlah dua isolat.

Uji Kemampuan Isolat Bakteri Pelarut Fosfat Secara Kualitatif

Hasil uji indeks kemampuan isolat bakteri pelarut fosfat terdapat 4 isolat yang

memiliki potensi melarutkan fosfat dengan waktu kemunculan zona bening dan indeks pelarutan fosfat yang berbeda-beda. Isolat L.2.2.1 mulai menampakkan zona bening pada hari ke-2 dengan jumlah indeks kelarutan fosfat rata-rata 2,2. L.1.2 mulai menampakkan zona bening pada hari ke-3 sedangkan L.2.2.1 dan L.2.2.2 mulai menampakkan zona bening pada hari ke-4. Data indeks disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. menunjukkan bahwa kemampuan empat isolat bakteri yang ditemukan pada media agar *Pikovskaya*. Berdasarkan parameter nilai indeks kelarutan fosfat dengan munculnya zona bening, diameter zona bening, diameter koloni dan nilai indeks kelarutan fosfat (IKF). Hasil menunjukkan bahwa kode isolat L.2.2.2 memiliki nilai indeks tertinggi dibandingkan dengan yang lain dengan nilai indeks 3,75.

Identifikasi Morfologi Secara Makroskopis Bakteri Pelarut Fosfat

Hasil identifikasi morfologi secara makroskopis bakteri pelarut fosfat pada rhizosfer tanaman aren terdapat 4 isolat koloni bakteri dapat disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Identifikasi Morfologi Koloni Isolasi Bakteri Pelarut Fosfat

Kode Isolat	Karakteristik Morfologi			
	Bentuk	Elevasi	Tepi	Warna
L.1.2	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Krem
L.2.1	<i>Irregular</i>	<i>Convex</i>	<i>Entire</i>	Putih
L.2.2.1	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Putih
L.2.2.2	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih

Hasil analisis karakterisasi morfologi koloni bakteri pelarut fosfat di temukan ada 2 bentuk bakteri yaitu, Circular dan Irregular, dengan 3 jenis elevasi yaitu Raised, Convex dan Flat, dimana karakteristik tepi koloni umumnya

ditemukan berbentuk Entire dengan warna koloni yaitu dominan berwarna putih.

Tabel 5. Uji Mikroskopis Isolat BPF Sumber diolah (2022).

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis sampel tanah menunjukkan bahwa tekstur tanah

Kode Isolat	Uji Gram	Bentuk Sel	Jenis bakteri
L.1.2.	(-)	bulat	Coccus
L.2.1	(+)	bulat	Streptococcus
L.2.2.1	(+)	Batang	Bacillus
L.2.2.2	(-)	Batang	Pseudomonas

pada lokasi penelitian umumnya liat. Menurut Apin, (2012) tanah liat atau lempung ialah partikel mineral yang mengandung unsur silika dengan diameter ± 4 mikrometer. Sejalan dengan hasil (Febrina, 2018) menjelaskan tanah yang berstekstur liat cenderung halus maka dari itu pada setiap satuan berat memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga dapat mampu menahan air. Pada derajat kemasaman tanah (pH) pada metode H2O biasanya lebih bervariasi. Kandungan pH tanah berkisar 5,95-6,12. Menurut Hanafiah, (2005) tanah liat kandungan tanah >35 dan biasanya tidak lebih kecil dari 40%.

Kadar bahan organik pada tanah ini tergolong rendah. Dengan nilai tertinggi 1,71%. Hal terjadi karena menurut Mustofa pada Wawan, (2017) kandungan

bahan organik pada bentuk C-organik di dalam tanah harus dipertahankan tidak kurang dari 2%. Nilai nitrogen pada L.1.1 berkisar 0,10 dan L.1.2 berkisar 0,8 sedangkan L.2.1 dan L.2.2 rata-rata total

tergolong sangat rendah dengan nilai tertinggi 0,11% masing-masing nilai menunjukkan tingkat kesuburan tanahnya rendah. Menurut (Forth, 1994) rendah unsur N ada kaitannya dengan jumlah bahan organik, oleh sebab itu N dalam tanah berasal dari udara, Sebagian besar berasal dari mineralisasi.

Berdasarkan dengan karakteristik unsur hara di Desa Bonto Somba pada umumnya mempunyai unsur fosfat (P) tersedia tergolong rendah dengan nilai tertinggi 13,03 Olsen (ppm). Hal tersebut diperkuat pada pernyataan Hartatik et al., (2015) bahwa kriteria sifat kimia tanah P2O5 yang tergolong rendah berkisar 10-25. Pengeringan tanah dapat meningkatkan ketersediaan P sebab terjadi proses oksidasi yang mengubah Fe3(PO4)2 menjadi FePO4 yang lebih larut.

Berdasarkan hasil uji perhitungan isolat bakteri pelarut fosfat pada L.2.2.1 lokasi 2 lapisan 2 ditemukan dua isolat bakteri pelarut fosfat dengan jumlah sel 40,5 x 10-8 CFU/ml. Hal ini disebabkan pada lapisan tersebut mempunyai nilai pH sebesar 6,12 dimana pH tersebut dikategorikan kondisi pH netral. Sejalan dengan penelitian dewi, (2018) kebanyakan tanah ketersediaan P maksimum dijumpai pada kisaran pH 5,5-7. Dimana ketersediaan P akan menurun apabila pH tanah lebih rendah dari 5,5 atau lebih tinggi dari 7. Berdasarkan indeks kelarutan fosfat L.2.2.2 memiliki indeks yang sangat tinggi yaitu 3,75. Hal ini sejalan dengan penelitian Nova et al., (2020) Menyatakan bahwa nilai indeks kelarutan fosfat dengan kategori 2,6-3,0 termasuk kategori indeks sangat tinggi. Indeks zona bening dengan kategori tersebut, menunjukkan bahwa isolat L.2.2.2 memiliki aktivitas enzim fosfatase

serta asam organik yang tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Larasati et al., (2018). Menyatakan bahwa semakin tinggi enzim maka semakin lebar zona bening yang dihasilkan. Enzim fosfatase ialah sekelompok dari enzim yang mengatalisis reaksi mineralisasi hidrolitik secara enzimatis pada pembebasan yang tidak terlarut menjadi terlarut. Berdasarkan hasil pengamatan morfologi koloni didapatkan bentuk bulat (circular), tidak bertepi/ tidak beraturan (irregular), dengan elevasi rata (flat), terangkat (raised), dan bentuk cembung (convex), dengan tepi pada koloni rata (entire), serta berwarna krem dan putih. Menurut penelitian Hatmanti, (2000) Menyatakan bakteri memiliki tepi koloni bermacam-macam baik rata maupun tidak rata.

Isolat L.1.2, L.2.2.1 dan L.2.2.2 yang memiliki bentuk circular, sedangkan L.2.1 memiliki bentuk irregular. Permukaan koloni pada isolat bakteri pelarut fosfat yang diisolasi dari rhizosfer tanah tanaman aren pada umumnya ditemukan memiliki tepi koloni rata (entire). Isolat L.2.1, L.2.2.1 dan L.2.2.2 umumnya berwarna putih, kecuali isolat L.1.2 yang berwarna krem serta bersifat gram positif dan negatif dengan bentuk sel batang bacillus dan bulat coccus.

Hasil identifikasi karakteristik mikroskopis bakteri pelarut fosfat ditemukan terdapat 4 jenis bakteri yaitu coccus, streptococcus, pseudomonas dan bacillus. Menurut Rostinawati, (2008) pewarnaan gram digunakan untuk mengetahui karakteristik morfologi sel bakteri serta dapat mengetahui jenis bakteri gram positif dan negatif. Isolat L.2.2.1 ditemukan jenis bakteri bacillus. Hal ini sejalan dari penelitian Puspita et al., (2017) yang menyatakan bahwa bakteri

Bacillus bakteri yang berbentuk batang dan gram positif, hidup secara aerob dan bersifat motil.

Menurut Corbin, (2004) koloni Bacillus sp. memiliki karakteristik umum warna keputihan serta bentuk koloni yang bulat dan tidak beraturan. Isolat L.2.2.2 di temukan jenis bakteri Pseudomonas. Menurut Ratna, (2007) Pseudomonas merupakan bakteri yang berbentuk batang, gram negatif, bersifat aerob, isolat L.1.2 memiliki bentuk bakteri coccus bakteri gram negatif, isolat L.2.1 memiliki bentuk bulat streptococcus sejalan dengan penelitian Reyes et al., (2007) menyatakan bahwa streptococcus bakteri gram positif, berbentuk bulat memiliki rantai Panjang, bakteri non motil atau tidak bergerak serta tidak memiliki spora.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian isolasi dan identifikasi pada jumlah dan keragaman bakteri pelarut fosfat ditemukan hasil jumlah perhitungan. Jumlah bakteri pelarut fosfat tertinggi ditemukan pada lokasi 2 lapisan 1 57,5 x 10⁻⁸ CFU/ml dan yang terendah pada lokasi 2 lapisan 2. Identifikasi secara mikroskopis menunjukkan hasil yang cukup beragam ditemukan jenis bakteri yaitu coccus, streptococcus, pseudomonas dan bacillus. Isolat L.1.2, L.2.2.1 dan L.2.2.2 memiliki bentuk circular sedangkan L.2.1 memiliki bentuk irregular.

DAFTAR PUSTAKA

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. <https://doi.org/10.29122/jtl.v21i1.3743>
- Corbin, B. D. (2004). Identification and characterization Bacillus. *J. Bacteriol*, 186(4), 7736–7744.
- dewi, firnia. (2018). *Dinamika unsur fosfor pada tiap horison profil tanah masam*. 10(1), 45–52.
- Febrina. (2018). Pertumbuhan Bibit Tanaman Aren. In *jurusan biologi* (Vol. 9, Issue 1). universitas andalas.
- Forth. (1994). *Commentary on Forth, H.(1994) Understanding others and the magical number two (and four and seven)*. Social Development; Wiley Online Library.
- Hanafiah, K. A. (2005). *Dasar Dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada.
- Hartatik, W., Husnain, H., & Widowati, L. R. (2015). *Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman*. Indonesian Center for Agriculture Land Resource Development.
- Hatmanti, A. (2000). Pengenalan Bacillus spp. *Oseana*, 25(1), 31–41.
- Islamiati, Z. (2016). Potensi Azotobacter Sebagai Pelarut Fosfat. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 2(1), 1–3.
- 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. <https://doi.org/10.14710/bioma.20.1.1>
- 8
- Miska. (2015). *Respon pertumbuhan bibit aren (Arenga pinnata (Wurmb) Merr.) terhadap inoculasi fungi mikoriza arbuskula indigenous*. Sekolah pascasarjana institut pertanian bogor.
- Nova, W., Irfan, M., & Saragih, R. (2020). Isolasi Dan Karakterisasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria Dari Rizosfer Kebun Karet Rakyat. *Dinamika Pertanian*, 35(3), 57–64. [https://doi.org/10.25299/dp.2019.vol35\(3\).4565](https://doi.org/10.25299/dp.2019.vol35(3).4565)
- Pagiu. (2013). Eksplorasi Dan Skrinning Bakteri Pelarut Fosfat. *Jurnal Agroland*, 19(3), 159–164.
- Puspita, F., Ali, M., & Pratama, R. (2017). Isolasi dan karakterisasi morfologi dan fisiologi bakteri Bacillus sp. endofitik dari tanaman kelapa sawit (Elaeis guineensis Jacq.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 6(2), 44–49.
- Ratna, D. (2007). Bakteri Pelarut Fosfat. In *Makalah*.
- Reyes, I., Valery, A., & Valduz, Z. (2007). Phosphate-solubilizing microorganisms isolated from rhizospheric and bulk soils of colonizer plants at an abandoned rock phosphate mine. *First International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization*, 69–75.
- Rostinawati, T. (2008). *Skrining dan identifikasi bakteri penghasil enzim kitinase dari air laut di perairan Pantai Pondok Bali*. Penelitian Mandiri.
- Sugianto, S. K. (2019). Potensi Rhizobakteri Sebagai Pelarut Fosfat. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 7–10.

<https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37241>

Wawan. (2017). *Pengelolaan Bahan Organik. Buku Ajar*, 1–130.

Waluyo, L. (2008). *Teknik dan Metode Dasar Mikrobiologi*. Cetakan Pertama, UMM Pres, Malang.