

## Isolation of Phosphate Solubilizing Bacteria Around Bamboo (*Bambusa vulgaris*) Clumps Using Natural Media Trap Method

Parisya Velayati Furqon<sup>1</sup>, Bambang Fajar Suryadi<sup>1</sup>, Ernin Hidayati<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62 Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

### Article History

Received : July 18<sup>th</sup>, 2023

Revised : August 21<sup>th</sup>, 2023

Accepted : September 01<sup>th</sup>, 2023

\*Corresponding Author:

**Ernin Hidayati,**

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62 Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;  
Email:  
hidayatiernin@unram.ac.id

**Abstract:** Bamboo plant is a potential source of plant growth promoting bacteria (PGPB). Phosphate solubilizing ability is an important characteristic of PGPB. This study aims to isolate phosphate solubilizing bacteria around the bamboo clumps using natural media. The bacteria around the bamboo clumps are trapped using natural media. The media consist of 70 gram cooked rice and 70 gram banana peel. The media were stored in plastic boxes with four types of treatments: 1) tightly closed, 2) covered with tissue, 3) covered with banana leaves, and 4) uncovered (open). Those plastic boxes are placed around the bamboo clump and left for up to 5 days. The trapped phosphate solubilizing bacteria were isolated using Pikovskaya agar. A total of 17 isolates of phosphate solubilizing bacteria were successfully trapped, 8 isolates in cooked rice and 9 isolates in banana peel. The isolates showed a phosphate solubilization index, ranging from 0,2 to 1,40. The isolate NN01 has the highest ability to solubilize phosphate. This isolate was trapped in a cooked rice with an open plastic box condition. NN01 is a Gram positive rod-shaped bacterium. In this study it was revealed that the area of the bamboo clumps is inhabited by various types of bacteria. The natural media of cooked rice and banana peels have a good ability to trap potential phosphate solubilizing bacteria around the bamboo clumps.

**Keywords:** Bamboo clump, banana peel, cooked rice, natural media, phosphate solubilizing bacteria, trapping.

### Pendahuluan

Bambu dikenal sebagai tumbuhan berumpun dengan ciri pertumbuhan yang menjulang. Tanaman ini masih dapat ditemukan dengan mudah di seluruh wilayah Pulau Lombok. Damayanto *et al.* (2020) menyebutkan bahwa terdapat 11 spesies bambu yang ditemukan di Pulau Lombok. *Bambusa vulgaris* merupakan salah satu spesies yang mempunyai wilayah persebaran yang luas.

Bambu terpelihara dengan baik karena merupakan tanaman fungsional. Aspek pemanfaatannya antara lain sebagai bahan baku berbagai bentuk kerajinan, bahan bangunan, makanan, sumber humus, konservasi mata air, dan simbol sosial kemasyarakatan. Informasi yang diperoleh oleh Nurliana & Anggraini (2018) mengatakan bahwa petani bibit

menjadikan humus bambu untuk persemaian karena petani melihat bahwa tanaman bambu jarang terkena penyakit. Tanah di sekitar perakaran bambu memiliki kemampuan yang baik dalam menyokong pertumbuhan bibit. Hal ini disebabkan karena sifat biologis tanah pada rizosfer bambu meliputi jumlah bakteri yang tinggi serta terdapatnya mikroorganisme fungsional (Susanti, 2015).

Bakteri pelarut fosfat (PSB, *phosphate solubilizing bacteria*) merupakan salah satu mikroorganisme fungsional yang berperan menyediakan unsur hara fosfat yang diperlukan tanaman. Jumlah fosfat anorganik yang melimpah di dalam tanah tidak akan dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan jika berada dalam bentuk terikat. Bakteri pelarut fosfat mampu melarutkan fosfat sukar larut yang ada di dalam tanah dengan cara mensekresi asam-asam

organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PSB umum ditemukan berasosiasi dengan berbagai jenis tanaman, seperti jati dan sengon (Mardiansah & Trimulyono, 2021), cabai (Linu *et al.*, 2019), cemara cina (Chen *et al.* 2021), dan bambu (Lengkong *et al.*, 2022).

Teknik jebakan atau perangkap menggunakan media alami merupakan cara yang dilakukan untuk mendapatkan strain mikroorganisme tertentu. Teknik ini pernah dilakukan oleh Nurliana dan Anggraini (2018) dengan menggunakan nasi untuk menjebak *Trichoderma* sp. Penggunaan teknik perangkap ini awalnya dikembangkan oleh kalangan terbatas yaitu para pengrajin tempe dan tape tradisional. Namun saat ini sudah sangat jarang dilakukan karena telah tersedianya isolat mikroorganisme potensial untuk pembuatan tempe dan tape. Teknik jebakan menggunakan media lamai seperti ini juga dapat dilakukan untuk mendapatkan isolat-isolat mikroorganisme potensial pemacu tumbuh tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri pelarut fosfat yang berada disekitar rumpun bambu dengan teknik perangkap menggunakan media nasi dan kulit pisang.

## Bahan dan Metode

### Penyiapan media alami

Media alami yang digunakan adalah nasi (kode N) dan kulit pisang (kode K). Beras dimasak menggunakan *rice cooker* sampai matang. Sebanyak 70 g nasi yang sudah didinginkan dimasukkan ke dalam wadah-wadah plastik yang telah didisinfeksi dengan alkohol 70 %. Kulit pisang kepok yang telah dicuci dengan air mengalir, kemudian dicacah menghasilkan cacahan berukuran 1 mm<sup>2</sup>. Sebanyak 70 g cacahan dimasukkan ke dalam wadah-wadah plastik yang telah didisinfeksi. Kedua macam media alami tersebut dibagi menjadi empat perlakuan yaitu 1) ditutup rapat dengan plastik (kode K), 2) ditutup longgar dengan 2 lembar tisu (kode T), 3) ditutup longgar dengan daun pisang (kode D), 4) dan tidak ditutup (kode N). Jumlah seluruh perlakuan adalah 8 yaitu NK, NT, ND, NN, KK, KT, KD, dan KN. Media kemudian dibawa ke lahan perkebunan bambu yang berlokasi di Desa Sigerongan, Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat (8°33'42.81" LS dan 116°9'28.54" BT) (Gambar 1). Media

diletakkan secara acak diatas tanah di bawah rumpun bambu (*Bambusa vulgaris*). Ulangan perlakuan dibuat sebanyak 2 kali. Ulangan waktu penjebakan dibuat sebanyak 2 kali yaitu pada bulan Oktober 2022 dan pada bulan Februari 2023.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian di Desa Sigerongan, Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat

### Pengamatan media alami dan pencuplikan sampel

Pengamatan terhadap media alami dilakukan setiap hari selama lima hari meliputi perubahan penampakan permukaan dan aromanya.

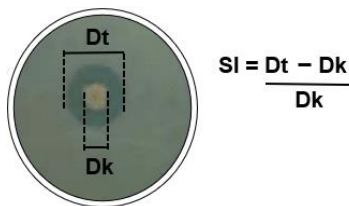
### Isolasi, pemurnian PSB dan karakterisasi

Pencuplikan sampel dilakukan pada hari ke-3 dan ke-5 untuk analisis angka lempeng total dan koloni bakteri pelarut fosfat (PSB). Isolasi PSB dilakukan menggunakan media Pikovskaya agar dengan komposisi per liter adalah 10 g glukosa; 5 g Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>; 0,5 g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 0,1 g MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O; 0,1 mg MnSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O; 0,1 mg FeSO<sub>4</sub>; 0,5 g ekstrak ragi; dan 15 g *bacto agar*). Sebanyak 1 gr sampel dari masing-masing media perlakuan diencerkan secara berseri dengan NaCl fisiologis. Sebanyak 1 ml suspensi diambil dari pengenceran 10<sup>-5</sup>, 10<sup>-6</sup> dan 10<sup>-7</sup> kemudian disebar pada media Pikovskaya agar dalam cawan petri. Inkubasi dilakukan pada suhu 27-28°C selama 1-6 hari. Pengamatan dilakukan setiap hari meliputi jumlah dan morfologi koloni bakteri, serta adanya zona bening yang terbentuk disekeliling koloni. Zona bening tersebut merupakan penduga bahwa koloni tersebut mampu melarutkan fosfat yang tersedia dalam bentuk Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. Koloni terduga kemudian

dimurnikan lalu dikarakterisasi. Karakterisasi meliputi karakter morfologi koloni dan sel.

### Uji kemampuan melarutkan fosfat

Uji kemampuan melarutkan fosfat dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat pada media Pikovskaya agar. Inkubasi dilakukan selama 3 hari pada suhu 28°C. Kemampuan isolat dalam melarutkan fosfat ditentukan berdasarkan indeks kelarutan fosfat. Indeks pelarutan fosfat (PSI, *phosphate solubilizing index*) diperoleh dengan cara membagi diameter zona bening dengan diameter koloni seperti pada gambar 2.



**Gambar 2.** Membagi diameter zona bening dengan diameter koloni

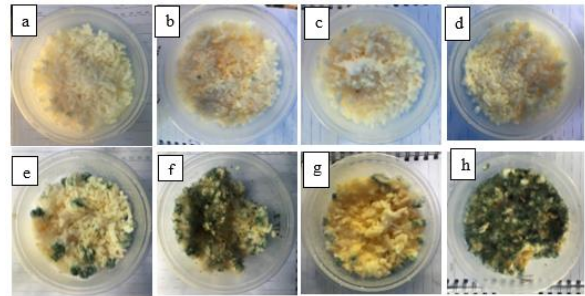
### Hasil dan Pembahasan

#### Perubahan kondisi fisik dan biologis pada media alami nasi dan kulit pisang

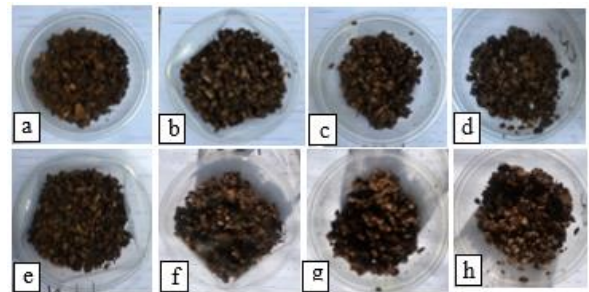
Perubahan kondisi fisik dan biologi terjadi pada media alami sejalan dengan waktu inkubasi. Perubahan tersebut terlihat dari bentuk-bentuk koloni mikroorganisme yang tumbuh di permukaan media. Koloni yang muncul semakin beragam seiring lamanya waktu inkubasi (Gambar 3). Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa semakin lama waktu inkubasi, jumlah komunitas bakteri menurun tetapi jumlah komunitas kapang tampak meningkat. Terdapat  $1 \times 10^8$  sel bakteri yang terdapat dalam 1 gram sampel nasi setelah inkubasi hari ke-3 dan  $3,57 \times 10^7$  sel setelah inkubasi hari ke-5. Adapun jumlah bakteri yang terdapat dalam 1 gram sampel kulit pisang adalah  $4,1 \times 10^7$  setelah inkubasi hari ke-3 dan  $3,53 \times 10^7$  sel setelah inkubasi hari ke-5.

Umumnya, jumlah bakteri yang tumbuh pada media dengan perlakuan ditutup rapat lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah bakteri dengan perlakuan ditutup longgar dan terbuka (Gambar 4). Kondisi wadah yang terbuka bahkan tertutup longgar memberikan akses bagi mikroorganisme setempat yang ada di sekitar rumpun bambu untuk masuk mengkolonisasi

media. Mikroorganisme setempat tersebut dapat berkontribusi dalam menambah jumlah mikroorganisme awal yang semula terkandung dalam media nasi dan kulit pisang.



**Nasi**



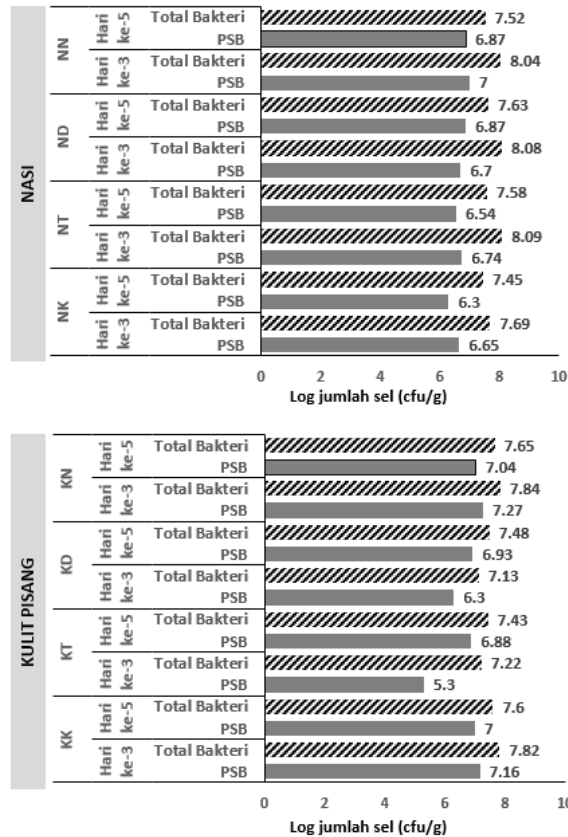
**Kulit Pisang**

**Gambar 3.** Koloni mikroorganisme yang muncul pada media perangkap alami yang disimpan di sekitar rumpun bambu. (a) inkubasi hari ke-3, wadah ditutup plastik; (b) inkubasi hari ke-3, wadah ditutup tisu; (c) inkubasi hari ke-3, wadah ditutup daun pisang; (d) inkubasi hari ke-3, wadah terbuka; (e) inkubasi hari ke-5, wadah ditutup plastik; (f) inkubasi hari ke-5, wadah ditutup tisu; (g) inkubasi hari ke-5, wadah ditutup daun pisang; (h) inkubasi hari ke-5, wadah terbuka.

Bakteri mempunyai sifat yang lebih cepat tumbuh dan berkembang dibanding kapang. Hal inilah yang menyebabkan komunitas bakteri mampu mendominasi pada fase awal dibandingkan kapang. Suksesi komunitas umumnya terjadi sejalan dengan proses pengomposan media-media alami. Kelimpahan setiap kelompok mikroorganisme akan berbeda pada selama proses dekomposisi. Hal ini dipengaruhi antara lain oleh suhu, kelembaban, dan nutrisi yang tersedia. Nasi dan kulit pisang termasuk jenis media alami kompleks karena mengandung berbagai macam nutrisi. Seperti yang dipelajari oleh Meng *et al.* (2019) pada proses pengomposan jerami jagung, diketahui bahwa jika dibandingkan dengan fungi, keanekaragaman dan kelimpahan bakteri



meningkat selama fase mesofilik dan termofilik. Hal ini dapat dipengaruhi oleh ketersediaan senyawa organik yang mudah digunakan sehingga menguntungkan bagi kelompok mikroorganisme yang lebih cepat tumbuh seperti bakteri. Sukses seperti inilah yang kemungkinan terjadi pada media nasi dan kulit pisang.



**Gambar 4.** Perbandingan jumlah bakteri pelarut fosfat (PSB) (■) dan jumlah total bakteri (▨) yang tumbuh pada berbagai perlakuan media nasi dan kulit pisang.

Perubahan yang terjadi pada media nasi dan kulit pisang tersebut adalah munculnya aroma manis. Aroma manis mulai muncul dari semua perlakuan setelah inkubasi 24 jam dan semakin kuat sampai inkubasi hari ke-5. Aroma yang muncul dari substrat terdekomposisi merupakan hasil aktivitas mikroorganisme yang terdapat dalam substrat tersebut. Aroma yang dihasilkan oleh media selama masa inkubasi salah satunya disebabkan oleh produksi asam organik yang dihasilkan oleh bakteri. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ye *et al.* (2018), dalam proses fermentasi sayur oleh *Lactobacillus*

akan menghasilkan asam organik dalam jumlah yang besar. Asam organik inilah yang mengakibatkan rasa asam dan aroma pada produk fermentasi tersebut. Asam organik dan gula berperan dalam proses biosintesis berbagai senyawa seperti asam amino, vitamin dan sintesis komponen terpen, yang mempengaruhi aroma pada buah (Beauvoit *et al.*, 2018). Hal ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Shi *et al.*, (2022), menyatakan bahwa asam organik menyediakan energi dasar baik untuk tumbuhan maupun hewan, asam organik ini mampu mempengaruhi rasa makanan serta memberikan aroma pada makanan.

### Isolat PSB yang diperoleh

Sebanyak 17 isolat PSB berhasil dimurnikan, terdiri dari Gram positif (88,2%) dan Gram negatif (11,8%). Delapan isolat ditemukan pada media nasi dan 9 isolat pada media kulit pisang pada semua perlakuan (Tabel 1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa PSB ditemukan pada semua perlakuan, termasuk pada media yang ditutup rapat (Gambar 4). Isolat NK01, NK02, dan NK03 merupakan PSB awal yang terdapat pada media nasi yang tertutup rapat. Kemampuannya melarutkan fosfat berkisar antara 0,20 – 0,27. Kemampuan tersebut lebih rendah dibandingkan dengan isolat yang ditemukan pada media nasi yang dibiarkan terbuka dan ditutup longgar dengan tisu atau daun pisang (Tabel 1). Demikian halnya dengan PSB yang berhasil diisolasi dari media kulit pisang. Isolat KK01 merupakan PSB awal yang terdapat pada media kulit pisang yang tertutup rapat. Kemampuannya melarutkan fosfat adalah 0,40. Kemampuan tersebut lebih rendah dibandingkan dengan isolat yang ditemukan pada media kulit pisang yang dibiarkan terbuka (Tabel 1).

Diantara 17 isolat PSB yang diperoleh, 4 diantaranya mempunyai indeks pelarutan fosfat diatas 0,5. Tiga isolat terperangkap dengan media nasi yaitu ND02, ND03, NN01, dan satu isolat terperangkap dengan media kulit pisang yaitu KN01 (Tabel 1). Isolat KK01 mempunyai indeks pelarutan fosfat sebesar 1,05 dan NN01 sebesar 1,40 (Gambar 4). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, media yang dibiarkan terbuka dan ditutup longgar dengan tisu atau

**Tabel 1.** Karakter bakteri pelarut fosfat pada media alami dan indeks pelarutan fosfatnya

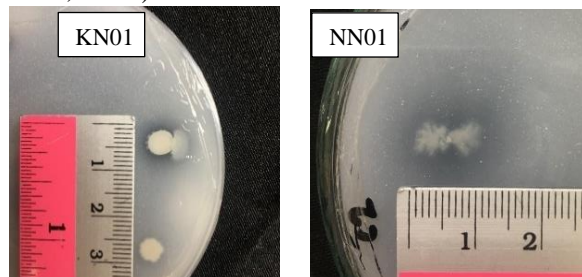
No.	Nama Isolat	Karakter koloni	Karakter sel	Indeks pelarutan fosfat
1.	NK01	Koloni rhizoid, berwarna putih, bertekstur kasar, tepian berbelah, elevasi menonjol	Gram negatif berbentuk batang	0,20
2.	NK02	Koloni bulat bertekstur licin berwarna putih, tepian rata, elevasi timbul-datar	Gram positif berbentuk bulat	0,27
3.	NK03	Koloni tak beraturan, berwarna putih, bertekstur licin, pinggir bergerigi, elevasi timbul-datar	Gram negatif berbentuk batang	0,23
4.	NT01	Koloni tak beraturan, berwarna putih kekuningan, bertekstur licin, pinggir bergelombang, elevasi menonjol	Gram positif berbentuk batang	0,40
5.	ND01	Koloni tak beraturan, berwarna putih, bertekstur licin, pinggir rata bergelombang, elevasi datar	Gram positif berbentuk bulat	0,20
6.	ND02	Koloni tak beraturan, berwarna putih, bertekstur licin, pinggir bergelombang, elevasi menonjol	Gram positif berbentuk bulat diplococcus	0,54
7.	ND03	Koloni tak beraturan, berwarna putih, bertekstur licin, pinggir bergelombang, elevasi datar	Gram positif berbentuk bulat	0,56
8.	NN01	Koloni rhizoid, berwarna putih, bertekstur licin, pinggir berlekuk, elevasi timbul-datar	Gram positif berbentuk bulat	1,40
9.	KK01	Koloni bulat, berwarna putih, bertekstur licin, pinggir rata, elevasi menonjol	Gram positif berbentuk bulat	0,40
10.	KT01	Koloni bulat, berwarna putih, bertekstur kasar, pinggir bergelombang, elevasi datar	Gram positif berbentuk bulat	0,40
11.	KT02	Koloni bulat, berwarna kekuningan, bertekstur licin, pinggir rata, elevasi menonjol	Gram positif berbentuk bulat	0,38
12.	KT03	Koloni bulat, berwarna putih, bertekstur licin, pinggir bergerigi, elevasi menonjol	Gram positif berbentuk bulat	0,22
13.	KD01	Koloni bulat, berwarna putih, bertekstur kasar, pinggir bergelombang, elevasi timbul-datar	Gram positif berbentuk bulat	0,40
14.	KN01	Koloni tak beraturan, berwarna putih, bertekstur licin, pinggir bergerigi, elevasi timbul-datar	Gram positif berbentuk batang	1,05
15.	KN02	Koloni tak beraturan, berwarna putih, bertekstur kasar, pinggir rata bergerigi, elevasi menonjol	Gram positif berbentuk batang	0,33
16.	KN03	Koloni tak beraturan, berwarna putih kekuningan, bertekstur licin, pinggir bergelombang, elevasi menonjol	Gram positif berbentuk bulat	0,36
17.	KN04	Koloni bulat, berwarna putih kekuningan, bertekstur kasar, pinggir bergerigi, elevasi timbul-datar	Gram positif berbentuk bulat	0,50

daun pisang telah memberikan peluang bagi PSB yang berada di sekitar rumpun bambu untuk mengkolonisasi media alami.

Mekanisme pelarutan fosfat yang dilakukan oleh mikroorganisme utamanya merupakan mekanisme pelarutan fosfat secara kimiawi. Bakteri pelarut fosfat mensekresi sejumlah asam organik molekul rendah seperti oksalat, suksinat, glutamat, tartrat, sitrat, laktat dan lain sebagainya. Kemudian asam-asam organik ini akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat yaitu  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ , atau  $Mg^{2+}$  dan

membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat terikat dan oleh karena itu dapat diserap oleh tanaman (Ginting *et al.*, 2006). Produksi asam organik oleh mikroorganisme, termasuk, glukonat, sitrat, malat, malonat, oksalat, suksinat, laktat dan tartarat. Asam ini menyediakan proton dan anion organik yang berfungsi sebagai agen pengkelat. Anion memiliki muatan negatif, sehingga memiliki kemampuan untuk membentuk kompleks dengan ion bermuatan positif yang ada di dalam tanah dan dengan demikian melepaskan

fosfor yang diendapkan atau tersumbat (Mardad *et al.*, 2013).



**Gambar 5.** Zona bening yang terbentuk disekitar koloni ioslat KN01 dan NN01 menandakan adanya aktivitas pelarutan fosfat.

Banyak jenis bakteri diketahui mampu melepaskan ikatan fosfat organik dan anorganik. Beberapa genus yang sering ditemukan diantaranya adalah *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Erwinia*, *Micrococcus*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, dan *Alcaligenes* (Kalayu 2019; Yuan *et al.* 2018; Rodrigues *et al.* 1999). Setiap jenis bakteri mempunyai kemampuan yang berbeda dalam melarutkan fosfat. Selain karena perbedaan kemampuannya dalam menghasilkan asam organik, juga sangat dipengaruhi oleh faktor fisik dan kimia lingkungan substrat dimana bakteri tersebut hidup.

## Kesimpulan

Teknik jebakan dengan media alami nasi dan kulit pisang dapat digunakan untuk mendapatkan isolat bakteri pelarut fosfat yang ada di sekitar rumpun bambu. Dengan teknik tersebut, diperoleh sebanyak 17 isolat bakteri pelarut fosfat dimana 8 isolat ditemukan pada media nasi dan 9 isolat pada media kulit pisang. Isolat NN01 mempunyai indeks pelarutan fosfat paling tinggi yaitu sebesar 1,4. Isolat ini merupakan bakteri Gram positif berbentuk bulat yang ditemukan pada media nasi yang dibiarkan terbuka.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh staf Laboratorium Biologi Lanjut, Fakultas MIPA Universitas Mataram atas fasilitas yang disediakan. Terima kasih juga disampaikan kepada Kelompok Riset Mikrobiologi, Fakultas MIPA Universitas

Mataram yang telah memberikan arahan serta membantu dalam pendanaan.

## Referensi

- Beauvoit, B., Belouah, I., Bertin, N., Cakpo, C. B., Colombies, S., Daai, Z., Gautier, H., Genard, M., Moing, A., & Roch, L. (2018). Putting Primary Metabolism Into Perspective to Obtain Better Fruits. *Ann Bot*, 122 (1): 1-21. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcy057>.
- Chen, J., Zhao, G., Wei, Y., Dong, Y., Hou, L., & Jiao, R. (2021). Isolation and Screening of Multifunctional Phosphate Solubilizing Bacteria and Its Growth-Promoting Effect on Chinese Fir Seedlings. *Nature*, 11: 9081. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88635-4>.
- Damayanto, I. P. G., Sustiami, H., Miftahudin, & Chikmawati, T. (2020). A Synopsis of Bambusoideae (Poaceae) in Lombok, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(10): 4489-4500. DOI: 10.13057/biodiv/d211004.
- Ginting, R. C. B., Saraswati, R., & Husen, E. (2006). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Kalayu, G. (2019). Phosphate Solubilizing Microorganisms: Promising Approach As Biofertilizers. *Int J Agron*, 2019: 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/4917256>.
- Lengkong, S. C., Siahaan, S., & Tangapo, A. M. (2022). Analisis Karakteristik dan Uji Bioaktivitas Bakteri Rizosfer PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Isolat Kalasey. *Jurnal Bios Logos*, 12 (2): 104-113. DOI: <https://doi.org/10.35799/jbl.v12i2.42131>.
- Linu, M. S., Asok, A. K., Thampi, M., Sreekumar, J., & Jisha, M. S. (2019). Plant Growth Promoting Traits of Indigenous Phosphate Solubilizing *Pseudomonas aeruginosa* Isolates from Chilli (*Capsicum annum* L.) Rhizosphere. *Commun Soil Sci Plant Anal*, 50(4): 444-457.
- Mardad, I., Serrano, A., & Soukri, A. (2013). Solubilization of Inorganic Phosphate and Production of Organic Acids by Bacteria Isolated from a Moroccan Mineral Phosphate Deposit. *Afr J Microbiol Res*,

- 7(8): 626-635. DOI: 10.5897/AJMR12.1431.
- Mardiyansah, D., & Trimulyono, G. (2021). Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Potensi Bakteri Pelarut Fosfat dari Rhizosfer Tanaman Jati dan Sengon di Pegunungan Kapur, Daerah Selatan Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Lentera Bio*, 10 (2): 188–198. DOI: <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n2.p188-198>.
- Meng, Q., Yang, W., Men, M., Bello, A., Xu, X., Xu, B., Deng, L., Jiang, X., Sheng, S., Wu, X., Han, Y., & Zhu, H. (2019) Microbial Community Succession and Response to Environmental Variables During Cow Manure and Corn Straw Composting. *Front Microbiol*, 10:529. doi: 10.3389/fmicb.2019.00529.
- Nurliana, N. & Anggraini, N. (2018). Eksplorasi dan Identifikasi Trichoderma Sp Lokal dari Rizosfer Bambu dengan Metode Perangkap Media Nasi. *Jurnal AGROHITA: Jurnal Agroteknologi*, 2 (2): 41-44. DOI: 10.31604/jap.v2i2.516.
- Rodríguez, H., & Fraga, R. (1999). Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnol Adv*, 17(4-5): 319-339. [https://doi.org/10.1016/S0734-9750\(99\)00014-2](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(99)00014-2).
- Shi, Y., Pu, D., Zhou, X., & Zhang, Y. (2022). Recent Progress in The Study of Taste Characteristic and The Nutrition and Health Properties of Organic Acid in Foods, *Foods*, 11 (2022), 3408. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11213408>.
- Susanti, W. I., Widyastuti, R., & Wiyono, S. (2015). Peranan Tanah Rhizosfer Bambu sebagai Bahan untuk Menekan Perkembangan Patogen Phytophthora palmivora dan Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Pepaya. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 39 (2): 65–74. DOI: 10.2017/JTI.V39I2.6223.
- Ye, L., Li, Y., Wang, R., Liu, C., Jiang, L., Deng, F. & Zhou, H. (2018). Progress in Research on The Diversity of Lactic Acid Bacteria in Traditional Chinese Fermented Vegetables. *Shipin Kexue Fppd Science*, 39 (15): 296-301. DOI: <http://www.spkx.net.cn/EN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=45971>.
- Yuan, Z., Liu, F., Xie, B., & Zhang, G. (2018). The Growth-Promoting Effects of Endophytic Bacteria on *Phyllostachys edulis*. *Arch Microbiol*, 200:921–927. <https://doi.org/10.1007/s00203-018-1500-8>.