

**POTENSI BAKTERI PELARUT FOSFAT PENGHASIL SIDEROFOR DALAM  
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN HASIL PADI KULTIVAR “MENTHIK  
SUSU” DI TANAH SULFAT MASAM DI DESA SUNGAI RENGAS KABUPATEN  
KUBU RAYA KALIMANTAN BARAT**

**DISERTASI**

**Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Gelar Doktor  
Di Program Doktor Ilmu Pertanian**



**Oleh**

**PURWANINGSIH  
NIM T 651208005**

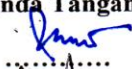


**PROGRAM DOKTOR ILMU PERTANIAN  
PASCA SARJANA UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2018**

**POTENSI BAKTERI PELARUT FOSFAT PENGHASIL SIDEROFOR DALAM  
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN HASIL PADI KULTIVAR "MENTHIK  
SUSU" DI TANAH SULFAT MASAM DI DESA SUNGAI RENGAS KABUPATEN  
KUBU RAYA KALIMANTAN BARAT**

**DISERTASI**

Oleh

**PURWANINGSIH  
NIM T 651208005**

| Emisi Promotor | Nama                                  | Tanda Tangan   | Tanggal |
|----------------|---------------------------------------|--|---------|
| omotor         | Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, MS |   |         |
| -Promotor I    | Dr. Ir. Widyatmani Sih Dewi, MP       |  |         |
| Promotor II    | Dr. Ir. Radian, MS                    |  |         |

Telah dinyatakan lulus memenuhi syarat  
Pada tanggal 15 Nopember 2018

Kepala Program Doktor Ilmu Pertanian  
Pascasarjana UNS



**Dr. Ir. Supriyadi, MP  
Nip 195808131985031003**


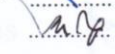




**POTENSI BAKTERI PELARUT FOSFAT PENGHASIL SIDEROFOR DALAM  
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN HASIL PADI KULTIVAR "MENTIK  
SUSU" DI TANAH SULFAT MASAM DI DESA SUNGAI RENGAS KABUPATEN  
KUBU RAYA KALIMANTAN BARAT**

**DISERTASI**

Oleh

**PURWANINGSIH  
NIM 651208005**

**Tim Penguji**

| Jabatan         | Nama   | Tanda Tangan   | Tanggal |
|-----------------|--|--|---------|
| Ketua           | Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, MS        |    | .....   |
| Sekretaris      | Dr. Ir. Supriyadi, MP                        |   | .....   |
| Anggota penguji | 1. Prof. Dr. Ir. Didik Indradewa, Dip Agr.St |  | .....   |
|                 | 2. Prof. Dr. Ir. Edi Purwanto, M.Sc          |  | .....   |
|                 | 3. Prof. Dr. Samanhudi, SP, M.Si             |  | .....   |
|                 | 4. Dr. Ir. Radian, MS                        |  | .....   |

Telah dipertahankan dihadapan penguji  
pada Ujian Terbuka Promosi Doktor Universitas Sebelas Maret  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
pada tanggal 15 Nopember 2018

Mengetahui,  
Rektor Universitas Sebelas Maret Surakarta

  
Prof. Dr. Ravik Karsidi, M.S  
NIP. 195707071981031006



### PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

Disertasi yang berjudul “Potensi Bakteri Pelarut Fosfat Penghasil Siderofor dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil Padi kultivar “Merntik Susu” di Tanah Sulfat Masam di Desa Sungai Rengas Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat” ini adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat isi karangan yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan yang disebutkan sumbernya, baik dalam naskah karangan dan daftar pustaka, apabila ternyata di dalam naskah disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiaris, maka saya bersedia menerima sanksi, baik disertasi beserta gelar doktor saya dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70). Publikasi sebagian atau keseluruhan isi disertasi pada jurnal atau forum ilmiah harus menyertakan tim promotor sebagai *author* dan PPs UNS sebagai institusinya, Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

## RINGKASAN

PURWANINGSIH. T651208005. “Potensi bakteri pelarut fosfat penghasil siderofor dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil gabah padi kultivar “Mentik Susu” di tanah sulfat masam Desa Sungai rengas Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat” dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, MS. sebagai promotor, Dr. Ir. Widyatmani Sih Dewi, MP dan Dr. Ir. Radian, MS sebagai co-promotor 1 dan 2. Program Pascasarjana Prodi Ilmu Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Penelitian tentang “Potensi bakteri pelarut fosfat penghasil siderofor dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil gabah padi kultivar “MentikSusu” di tanah sulfat masam Desa Sungai Rengas Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat”, terdiri dari 4 kajian. Kajian pertama Isolasi dan karakterisasi bakteri pelarut fosfat dari tanah sulfat masam. Kajian kedua identifikasi molekuler dan filogenetik bakteri pelarut fosfat indigenus dari tanah sulfat masam. Kajian ketiga mekanisme pelarutan P oleh bakteri pelarut fosfat. Kajian keempat terdiri dari dua yaitu “Potensi Bakteri Pelarut Fosfat indigenus Tanah Sulfat Masam terhadap Pertumbuhan Padi Kultivar “Mentik susu” (Studi di rumah kaca), dan “Potensi Bakteri Pelarut Fosfat indigenus Tanah Sulfat Masam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Gabah Padi Kultivar “Menthik Susu” (Studi di Lapangan).

Tujuan penelitian adalah untuk menemukan bakteri pelarut fosfat penghasil siderofor dan senyawa indol dari tanah sulfat masam dan mengidentifikasinya menggunakan penanda gen 16S rRNA, juga untuk mengevaluasi kemampuan bakteri pelarut dalam meningkatkan ketersediaan P di tanah sulfat masam, memahami mekanisme kerja bakteri dalam melarutkan P, serta mengevaluasi kemampuannya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi kultivar “Mentik Susu” yang berasal dari Pulau Jawa yang ditanam di tanah sulfat masam..

Hasil isolasi diperoleh 4 isolat bakteri dari 23 isolat bakteri yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat, memproduksi siderofor, dan senyawa indol, terdiri dari dua isolat berasal dari jaringan akar padi lokal (4A dan 6A), dan 2 isolat lainnya berasal dari rhizosfir (8RH dan 10RH), setelah diidentifikasi secara molekuler dengan penanda Gen 16S rRNA keempat bakteri termasuk dalam genus *Bacillus* berkerabat dekat dengan *Paenibacillus alvei* strain NBRC 3343 (4A),



*Paenibacillus alvei* strain DSM29 (6A), *Bacillus cereus* ATCC 14579 (8RH) dan *Bacillus cereus* strain ATCC 14579 (10RH).

Kemampuan keempat bakteri melarutkan fosfat sangat tinggi pada medium Pikovkaya dengan sumber P dari Ca-fosfat, dibandingkan dengan medium dengan sumber P dari batu fosfat alam. *Paenibacillus alvei* strain DSM29 merupakan bakteri yang paling tinggi dalam melarutkan fosfat pada kedua sumber fosfat, masing-masing sebesar 417,4 ppm dan 6,84 ppm, demikian pula dengan senyawa siderofor yang diproduksinya paling tinggi sebesar 0,037 ppm.. Keempat bakteri efektif bekerja pada pH 4,2 – 5,9. Dalam melarutkan P bakteri merilis asam-asam organik, berupa asam butirat, suksinat, asetat, sitrat, laktat dan propionat.

Inokulasi bakteri, pemberian kompos dan batu fosfat alam mempengaruhi tinggi tanaman, anakan/rumpun padi Kultivar “Mentik Susu” yang ditanam di dalam polibag. Pengaruh interaksi terjadi antara tiga faktor pada tinggi tanaman, sedangkan anakan/rumpun terjadi interaksi dua faktor yaitu bakteri pelarut fosfat dengan kompos dan bakteri pelarut fosfat dengan batu fosfat alam. Korelasi antara bakteri pelarut fosfat dengan penggunaan kompos tinggi sebesar  $r = 0,8055$ , sedangkan korelasi antara bakteri dengan batu fosfat alam ( $r$ ) = 0,5678. Penggunaan konsorsium menghasilkan pertumbuhan tidak sebaik penggunaan bakteri tunggal.

Inokulasi bakteri pelarut fosfat yang berasal dari rhizosfir pada padi kultivar “Mentik Susu” memiliki kemampuan meningkatkan anakan /rumpun sebesar 53,08%, anakan produktif/ rumpun sebesar 76,79%, berat gabah/rumpun sebesar 82,21% dan berat gabah per petak sebesar 51,06%, melebihi dari bakteri endofit, bila dibandingkan tanpa bakteri. Hasil gabah kering terbaik diperoleh dari inokulasi bakteri *Bacillus cereus* strain ATCC 14579 sebesar 7,361 kg per petak atau setara dengan 6,134 t ha<sup>-1</sup>. Penggunaan inokulasi bakteri juga memberikan pertumbuhan dan hasil gabah melebihi padi yang dipupuk N,P,K,

## DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>KATA PENGANTAR</b>  | iii     |
| <b>RINGKASAN</b>   | iv      |
| <b>SUMMARY</b>   | vi      |
| <b>DAFTAR TABEL</b>  | viii    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>   | ix      |
| <b>DAFTAR ISI</b>  | xi      |
| <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>                                      | 1       |
| A. Latar Belakang  | 1       |
| B. Keaslian Penelitian   | 3       |
| C. Rumusan Masalah   | 4       |
| D. Tujuan Penelitian   | 5       |
| E. Manfaat Penelitian  | 6       |
| <b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>                                  | 7       |
| A. Tinjauan Pustaka  | 7       |
| 1. Karakteristik tanah sulfat masam                            | 7       |
| 2. Peranan bakteri pelarut fosfat pada tanah sulfat masam      | 9       |
| a. Siderofor dan peranannya                                    | 10      |
| b. Peranan bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman | 11      |
| c. Mekanisme kelarutan P oleh bakteri pelarut fosfat           | 13      |
| 3. Budidaya padi di tanah sulfat masam                         | 14      |
| B. Kerangka Berpikir   | 15      |
| C. Hipotesis   | 16      |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>  | <b>18</b> |
| A. Tempat dan Waktu Penelitian   | 18        |
| B. Waktu Penelitian  | 18        |
| C. Pelaksanaan Penelitian  | 18        |
| Kajian 1. Isolasi dan karakterisasi bakteri pelarut fosfat dari Tanaman padi lokal di tanah sulfat masam   | 19        |
| Kajian 2. Identifikasi Molekuler dan Philogenetik Bakteri Pelarut Fosfat Penghasil Siderofor dari Tanah Sulfat Masam.                                | 22        |
| Kajian 3. Mekanisme kelarutan P oleh bakteri pelarut fosfat  | 25        |
| Kajian 4a. Potensi Bakteri Pelarut Fosfat Idegenus Tanah Sulfat Masam Terhadap Pertumbuhan Padi Kultivar “Mentik Susu” (studi di rumah plastik).     | 25        |
| 4b. Potensi Bakteri Pelarut Fosfat Indegenus Tanah Sulfat Masam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Gabah Padi Kultivar “Mentik Susu” (studi di lapangan) | 26        |
| <b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>  | <b>30</b> |
| A. Hasil dan Pembahasan Penelitian   | 30        |
| 1. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat, dari Tanah Sulfat Masam   | 30        |
| 2. Identifikasi Molekuler dan Phylogenetik Bakteri Pelarut Fosfat Indegenus dari Tanah Sulfat Masam  | 39        |
| 3. Mekanisme Pelarutan P oleh Bakteri Pelarut Fosfat   | 52        |
| 4a. Potensi Bakteri Pelarut Fosfat indegenus Tanah Sulfat Masam terhadap Pertumbuhan Padi Kultivar “Mentik susu” (Studi di rumah kaca)               | 58        |
| 4b. Potensi Bakteri Pelarut Fosfat indigenus Tanah Sulfat Masam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Gabah Padi Kultivar ”Mentik Susu” (Studi di Lapangan) | 69        |



|   |           |
|---|-----------|
| <b>B. Pembahasan Umum</b>   | <b>81</b> |
| <b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>  | <b>85</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>   | <b>87</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>   |           |
| 1. Skuen DNA Empat Isolat Asal Padi Hasil Aligment Menggunakan Software Mega Version 6  | 104       |
| 2. Gambar tanaman padi di lapangan  | 106       |
| 3. Sertifikat LOA Bulgaria Journal of Agriculture Science   | 108       |
| 4. Internasional (Bulgaria Journal Agriculture Science):<br>“ <b>Indigenus Phosphate Solubilizing Bacteria for Enhance Germination in Deteriorated Rice Seed</b> ”. akan publish Bulan Maret 2019.  | 109       |
| 5. Artikel yang dibawakan pada saat konferensi International <b>Bacteria from rice to overcome the P availability and Fe toxicity</b> The 6 <sup>th</sup> International Conference on Sustainable Future for Human Security (SUSTAIN) 2015 : “Sustainable Development and Global Change”. November 17 -19 2015 (Sanur Paradise Plaza Hotel and Suites, Bali, Indonesia) | 128       |
| 6. Artikel yang submit ke Jurnal of Applied Sience berjudul: “ <b>Potential of Phosphate Solubilizing Bacteria as Biofertilizer in Sulfate Acid Soil, West Borneo, Indonesia (A Case Study of Local Java Rice Cultivar <i>Mentik Susu</i>)</b> ”  | 138       |