

**UJI POTENSI DAN SINERGISME ISOLAT BAKTERI PENAMBAT NITROGEN
DAN BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI TANAH ULTISOL DI BEBERAPA
WILAYAH DI PROVINSI SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



Oleh:

DINA KARTIKA SARI

08101004054

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

NOVEMBER 2014

S.
579.307

R: 27Y23/28005

Din

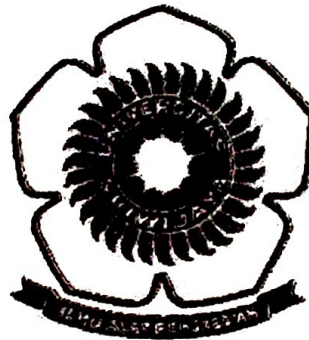
U

2014

**UJI POTENSI DAN SINERGISME ISOLAT BAKTERI PENAMBAT NITROGEN
DAN BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI TANAH ULTISOL DI BEBERAPA
WILAYAH DI PROVINSI SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



Oleh:

DINA KARTIKA SARI

08101004054

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NOVEMBER 2014**

**UJI POTENSI DAN SINERGISME ISOLAT BAKTERI PENAMBAT NITROGEN
DAN BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI TANAH ULTISOL DI BEBERAPA
WILAYAH DI PROVINSI SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI



Oleh:

DINA KARTIKA SARI

08101004054

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2014

LEMBAR PENGESAHAN

**UJI POTENSI DAN SINERGISME ISOLAT BAKTERI PENAMBAT NITROGEN
DAN BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI TANAH ULTISOL DI BEBERAPA
WILAYAH DI PROVINSI SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

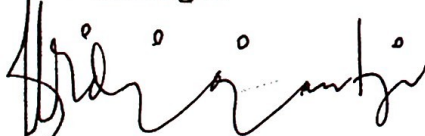
**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Biologi**

Oleh

**DINA KARTIKA SARI
08101004054**

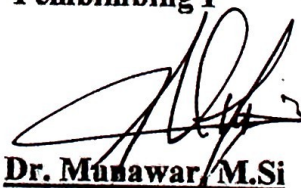
Indralaya, November 2014

Pembimbing II



**Dr. Harry Widjajanti, M.Si
NIP. 196112121987102001**

Pembimbing I



**Dr. Munawar, M.Si
NIP. 196805211993031003**

Mengetahui,



Ketua Jurusan Biologi
**Dr. Indra Yustian, M.Si
NIP. 197307261997021001**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto :

"Maka sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai, maka tegaklah. Dan hanya kepada Tuhanmu, hendaklah engkau berharap."

(Q.S. Al-Insyiraah: 5-8)

Kupersembahkan karya ini untuk:

Ayahanda dan Ibunda tercinta (Marjono dan Sri Andriani)

Adikku tercinta (Dimas Setioaji)

Keluarga dan sahabat-sahabatku

Afmamaterku

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto :

"Maka sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai, maka tegaklah. Dan hanya kepada Tuhanmu, hendaklah engkau berharap."

(Q.S. Al-Insyiraah: 5-8)

Kupersembahkan karya ini untuk:

Ayahanda dan Ibunda tercinta (Marjono dan Sri Andriani)

Adikku tercinta (Dimas Setioaji)

Keluarga dan sahabat-sahabatku

Almamaterku

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah swt atas berkah yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Uji Potensi dan Sinergisme Isolat Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat dari Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah di Sumatera Selatan”**.

Ucapan terima kasih yang setulusnya disertai dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat kepada kedua pembimbing, Bapak Dr. Munawar, M.Si dan Ibu Dr. Hary Widjajanti, M.Si, yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran, perhatian dan ikhlas telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada:

1. Drs. Muhammad Irfan, M.T, selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Indra Yustian, M.Si, selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si, selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
4. Dra. Muharni, M.Si dan Dr. Marieska Verawaty, M.Si, selaku dosen pembahas yang telah banyak memberikan saran dalam penulisan skripsi.
5. Seluruh Staf Dosen Pengajar dan karyawan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.
6. Uni Nia selaku Analis Laboratorium yang banyak membantu kelancaran penelitian di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Mikrobiologi (Mira, Okky, Aminah, Rumini, Ira, Brian dan Irma).

8. Sahabat-sahabatku (Mira, Okky, Aminah, Puspita, Rian, Riski, Beben dan kak Iqbal).
9. Teman-teman Biologi angkatan 2010, kakak-kakak senior angkatan 2007-2009.
10. Semua pihak yang ikut serta memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua yang membaca, khususnya mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Inderalaya. Atas kekurangan dalam penulisan skripsi ini penulis mohon maaf, akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Inderalaya, November 2014

Penulis

POTENTIAL TEST AND SYNERGISM OF NITROGEN FIXING BACTERIA AND PHOSPHATE SOLUBILIZING BACTERIA ISOLATE FROM ULTISOL SOIL AT SOME AREAS IN SOUTH SUMATERA PROVINCE

By:

DINA KARTIKA SARI

08101004054

ABSTRACT

Research of “Potential Test and Synergism of Nitrogen Fixing Bacteria and Phosphate Solubilizing Bacteria Isolate from Ultisol Soil at Some Areas in South Sumatera Province” had been done on June until August 2014 at Laboratory of Microbiology, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya Univesity. This research aimed to determine the potential of *Derxia* sp.1, *Derxia* sp.2, *Erwinia* sp. dan *Pseudomonas* sp. in fixing nitrogen and solubilizing phosphate and to know their synergism. The variable of this research were synergism among bacteria, bacterial colonies formed and halozone formed. Data were analyzed by analysis of variance and DNMRT 5%. The result of this research showed that the four isolates were able fixing nitrogen and solubilizing phosphate had synergism among them. *Derxia* sp.1 is the best isolate in fixing nitrogen with an average diameter of colony 8.13 mm. *Pseudomonas* sp. is the best isolate in solubilizing phosphate in Picovskaya medium $AlPO_4$ and $FePO_4$ as source of phosphate with an average halozone 8.68 mm dan 8.61 mm. The result of synergism nitrogen fixing bacteria and phosphate solubilizing bacteria showed that *Pseudomonas* sp. were able synergy with *Derxia* sp.1, *Derxia* sp.2, *Pseudomonas* sp. and *Erwinia* sp. with synergism percentage 100%, *Derxia* sp.1 were able synergy with *Derxia* sp.1, *Derxia* sp.2 and *Pseudomonas* sp. with synergism percentage 75%, *Derxia* sp.2 were able synergy with *Derxia* sp.1, *Derxia* sp.2 and *Pseudomonas* sp. with synergism percentage 75%, whereas *Erwinia* sp. were able synergy with *Pseudomonas* sp. and *Erwinia* sp. with synergism percentage 50%.

Keywords: potential test, synergism, nitrogen fixing bacteria, solubilizing phosphate bacteria, ultisol soil, consortium.

UJI POTENSI DAN SINERGISME ISOLAT BAKTERI PENAMBAT NITROGEN DAN BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI TANAH ULTISOL DI BEBERAPA WILAYAH DI PROVINSI SUMATERA SELATAN

Oleh:

DINA KARTIKA SARI

08101004054

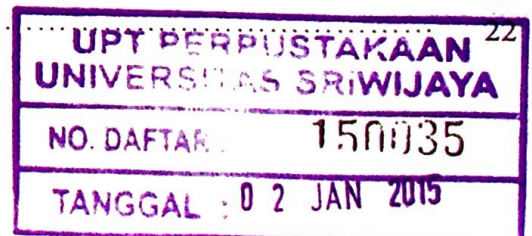
ABSTRAK

Uji Potensi dan Sinergisme Isolat Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat dari Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah di Provinsi Sumatera Selatan telah dilakukan pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2014 di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Inderalaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Derxia* sp.1, *Derxia* sp.2, *Erwinia* sp. dan *Pseudomonas* sp. dalam menambat nitrogen dan melarutkan fosfat serta mengetahui sinergisme yang terjadi di antara keempat bakteri tersebut. Variabel pengamatan yang diamati adalah interaksi sinergis, koloni yang terbentuk dan zona bening yang terbentuk. Data dianalisis dengan analisis varian dan DNMRT 5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keempat isolat yang diujikan dalam penelitian ini mampu menambat nitrogen dan melarutkan fosfat serta menunjukkan adanya sinergisme. *Derxia* sp.2 merupakan isolat yang paling unggul dalam menambat nitrogen dengan rata-rata diameter koloni 8,13 mm. *Pseudomonas* sp. merupakan isolat yang paling unggul dalam melarutkan fosfat pada medium Picovskaya dengan sumber P berupa $AlPO_4$ dan $FePO_4$ dengan rata-rata diameter zona bening 8,68 mm dan 8,61 mm. Hasil sinergisme bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat menunjukkan *Pseudomonas* sp. dapat bersinergis dengan *Derxia* sp.1, *Derxia* sp.2, *Pseudomonas* sp. dan *Erwinia* sp. dengan persentase sinergisme 100%, *Derxia* sp.1 dapat bersinergis dengan *Derxia* sp.1, *Derxia* sp.2 dan *Pseudomonas* sp. dengan persentase sinergisme 75%, *Derxia* sp.2 dapat bersinergis dengan *Derxia* sp.1, *Derxia* sp.2 dan *Pseudomonas* sp. dengan persentase sinergisme 75%, sedangkan *Erwinia* sp. dapat bersinergis dengan *Pseudomonas* sp. dan *Erwinia* sp. dengan persentase sinergisme 50%.

Kata kunci: uji potensi, sinergisme, bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat, tanah ultisol, konsorsium.

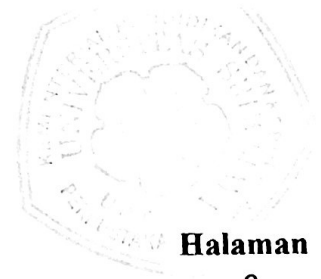
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Hipotesis	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Karakteristik Tanah Ultisol	6
2.1.1. Sifat Fisik Tanah Ultisol	7
2.1.2. Sifat Kimia Tanah Ultisol	9
2.2. Karakteristik Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat	11
2.3. Mekanisme Penambatan Nitrogen	12
2.4. Mekanisme Pelarutan Fosfat	14
2.5. Jenis-jenis Interaksi Antar Mikroorganisme	17
2.6. Sinergisme dalam Konsorsium Mikroba	18
BAB III. METODE PENELITIAN	21
3.1. Waktu dan Tempat	21
3.2. Alat dan Bahan	21
3.3. Cara Kerja	22
3.3.1. Peremajaan Bakteri	22



3.3.2. Perhitungan dan Pembuatan Suspensi Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat	22
3.3.3. Uji Kemampuan Penambatan Nitrogen	23
3.3.4. Uji Kemampuan Pelarutan Fosfat	23
3.3.5. Sinergisme Antar Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat	24
3.3.6. Variabel Pengamatan	25
3.3.7. Analisis Data	26
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Uji Kemampuan Penambatan Nitrogen	27
4.2. Uji Kemampuan Pelarutan Fosfat	31
4.3. Sinergisme Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat	39
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL



	Halaman
Tabel 1. Sifat Fisik Tanah Ultisol Cigudeg	8
Tabel 2. Rata-rata Diameter Koloni Keempat Bakteri Penambat Nitrogen	29
Tabel 3. Rata-rata Diameter Zona Bening Keempat Bakteri Pelarut Fosfat pada Medium Picovskaya ($AlPO_4$)	33
Tabel 4. Rata-rata Diameter Zona Bening Keempat Bakteri Pelarut Fosfat pada Medium Picovskaya ($FePO_4$)	35
Tabel 5. Hasil Sinergisme Antar Keempat Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat	40
Tabel 1.1. Komposisi Medium NA	49
Tabel 1.2. Komposisi Medium NB	49
Tabel 1.3. Komposisi Medium LGI	49
Tabel 1.4. Komposisi Medium Picovskaya	50
Tabel 2.1. ANAVA Diameter Koloni	51
Tabel 2.2. Uji Lanjut <i>Duncan New Multiple Range Test</i> (DNMRT) 5% Data Rata-Rata Diameter Koloni Keempat Bakteri Penambat Nitrogen	51
Tabel 3.1. ANAVA Rata-rata Diameter Zona Bening pada Medium Picovskaya ($AlPO_4$)	52
Tabel 3.2. Uji Lanjut <i>Duncan New Multiple Range Test</i> (DNMRT) 5% Data Rata-rata Diameter Zona Bening pada Medium Picovskaya ($AlPO_4$) Keempat Bakteri Pelarut Fosfat	52
Tabel 4.1. ANAVA Rata-rata Diameter Zona Bening pada Medium Picovskaya ($FePO_4$)	53

Tabel 4.2. Uji Lanjut <i>Duncan New Multiple Range Test</i> (DNMRT) 5% Data Rata-rata Diameter Zona Bening pada Medium Picovskaya (FePO ₄) Keempat Bakteri Pelarut Fosfat	54
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mekanisme Fiksasi Nitrogen	14
Gambar 3.1. Skema Penyusunan Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat pada Sinergisme	25
Gambar 4.1. Uji Kemampuan Penambatan Nitrogen	27
Gambar 4.2. Uji Kemampuan Pelarutan Fosfat pada Medium Picovskaya ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ diganti dengan AlPO_4)	31
Gambar 4.3. Uji Kemampuan Pelarutan Fosfat pada Medium Picovskaya ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ diganti dengan FePO_4)	34
Gambar 4.4. Uji Sinergis	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Komposisi Medium	49
Lampiran 2. Analisis Varian (ANAVA) dan Uji Lanjut DNMRT 5% Data Rata-rata Diameter Koloni Keempat Bakteri Penambat Nitrogen	51
Lampiran 3. Analisis Varian (ANAVA) dan Uji Lanjut DNMRT 5% Data Rata-rata Diameter Zona Bening pada Medium Picovskaya (AlPO_4) Keempat Bakteri Pelarut Fosfat	52
Lampiran 4. Analisis Varian (ANAVA) dan Uji Lanjut DNMRT 5% Data Rata-rata Diameter Zona Bening pada Medium Picovskaya (FePO_4) Keempat Bakteri Pelarut Fosfat	53

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Tanah ultisol merupakan jenis tanah marjinal yang bersifat asam dengan kandungan bahan organik rendah, ketersediaan dan cadangan hara rendah, serta kejenuhan Al, Fe dan Mn tinggi (Suharta, 2010: 144). Kandungan hara ultisol pada umumnya rendah oleh adanya pencucian basa yang berlangsung intensif. Rendahnya kandungan bahan organik pada ultisol disebabkan oleh proses dekomposisi berjalan cepat dan sebagian terbawa erosi (Prihastuti, 2012: 105).

Tumbuhan memerlukan unsur hara seperti N dan P sebagai elemen makro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan. Unsur N yang terdapat di udara tidak dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan secara langsung karena harus mengalami perubahan bentuk menjadi nitrat dan ammonium. Agar N dapat dimanfaatkan oleh tanaman dalam bentuk tersedia maka N perlu diubah melalui fiksasi secara simbiotik maupun non simbiotik. Unsur P yang terkandung dalam tanah ultisol cenderung lebih berikatan dengan Al, Fe dan Mn sehingga fosfor membentuk senyawa yang tidak tersedia bagi tumbuhan. Oleh karena itu, dibutuhkan adanya penggunaan pupuk agar ketersediaan unsur hara N dan P yang diperlukan tanaman berjalan optimal. Salah satu jenis pupuk yang membantu ketersediaan unsur hara bagi tanaman yaitu pupuk hayati.

Pupuk hayati yang digunakan harus mengandung mikroorganisme yang mampu mengadakan interaksi sinergis. Pupuk hayati adalah inokulan berbahan aktif organisme hidup dalam bentuk cair atau padat yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan

ketersediaan hara tidak tersedia (N_2 , hara terikat dalam mineral atau terikat dalam bentuk senyawa organik) menjadi bentuk tersedia melalui proses biologis. Mikroba yang digunakan sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*) dapat diberikan langsung ke dalam tanah, disertakan dalam pupuk organik atau disalurkan pada benih yang akan ditanam. Penggunaan *biofertilizers* yang menonjol untuk lahan pertanian yaitu mikroba penambat N (simbiotik dan nonsimbiotik) dan mikroba pelarut P (Ciptadi, 2009: 8).

Genus *Derxia* dan *Pseudomonas* terbukti mampu menambat nitrogen dengan mengikat N_2 yang terdapat di udara. N_2 tersebut akan difiksasi oleh bakteri sehingga membentuk nitrat (NO_3^-) atau amonia (NH_3) sesuai dengan kebutuhan tanaman (Anonim, 2013: 1). Hasil penelitian Nurhayati (2006: 34) telah berhasil mengisolasi empat puluh genus bakteri yang berasal dari lahan kering masam di Kabupaten Lampung Tengah dimana genus yang diperoleh meliputi genus *Azotobacter*, *Azomonas*, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Bacillus*, *Klebseilla*, *Pseudomonas* dan *Clostridium*. Lebih lanjut Widayati (1998: 39) melaporkan bahwa hampir seluruh isolat bakteri penambat N non simbiotik yang diisolasi dari tanah masam, terbukti sebagai penambat nitrogen bebas dari udara.

Genus *Erwinia* dan *Pseudomonas* berperan dalam membebaskan unsur P yang terikat pada unsur Al, Fe dan Mn pada tanah ultisol. Menurut Rodriguez (2000) dalam Ilham, *et al.* (2014: 180) menunjukkan bahwa genus *Erwinia*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Morganella*, *Salmonella*, *Shigella* dan *Yersinia* mampu melarutkan fosfat. Hasil penelitian Widawati & Suliasih (2006: 112) 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.

Hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat sebagai pupuk hayati dapat membantu penyediaan hara penting terutama N dan P bagi tanaman. Ketersediaan unsur hara di dalam tanah yang bersifat asam seperti tanah ultisol pada umumnya rendah terutama unsur N dan P. Penggunaan isolat bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat yang diisolasi dari tanah ultisol diharapkan mampu meningkatkan ketersediaan unsur N dan P yang dibutuhkan oleh tanaman. Oleh karena itu, perlu diketahui kemampuan isolat bakteri tersebut dalam menambat nitrogen dan melarutkan fosfat serta sinergismenya antara bakteri yang satu dengan bakteri lainnya sehingga dapat dijadikan sebagai dasar pembuatan konsorsium.

1.2. Rumusan Masalah

Tanah ultisol mengandung unsur hara N dan P yang tidak tersedia sehingga diperlukan unsur tersebut dalam bentuk yang tersedia bagi tumbuhan. Dengan menggunakan pupuk hayati yang terdiri atas bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara sehingga diperlukan isolat penambat nitrogen dan pelarut fosfat dalam bentuk konsorsium. Berdasarkan masalah tersebut, perlu diadakan penelitian apakah isolat tersebut dapat menambat nitrogen dan melarutkan fosfat serta dapat hidup bersinergis antara bakteri satu dengan bakteri lainnya sehingga dapat dijadikan sebagai dasar pembuatan konsorsium.

1.3. Hipotesis

Isolat bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat yang telah diisolasi dari tanah ultisol memiliki kemampuan dalam menambat nitrogen dan melarutkan fosfat yang mampu mengadakan interaksi sinergis sehingga dapat menyediakan unsur hara terutama N dan P yang diperlukan tanaman.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat dalam menambat nitrogen dan melarutkan fosfat serta mengetahui interaksi sinergisnya sehingga dapat dijadikan dasar pembuatan konsorsium dalam menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kemampuan isolat bakteri dalam menambat nitrogen dan melarutkan fosfat yang dapat hidup bersinergis yang dapat dijadikan sebagai dasar pembuatan konsorsium sehingga dapat digunakan sebagai pupuk hayati dalam hal meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA



- Alcamo, E. 1977. *Fundamentals of Microbiology*. 5th Edition. An Imprint of Addison Wesley Longman, Inc. iv + 877 pages.
- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. 2th Edition. John Wiley & Sons. New York. xi + 457 pages.
- Anonim. 2013. *Azospirillum. Repository IPB*. Bogor: 6 hlm.
- Atlas, R. M. 1995. *Handbook of Media for Environmental Microbiology*. CRC Press. United State of America. 540 pages.
- Baskoro, D.P.T & S.D. Tarigan. 2007. Karakteristik Kelembaban Tanah pada Beberapa Jenis Tanah. *Journal IPB*. 2(1): 120-134 hlm.
- Benson, H. J. 2001. *Microbial Application: A Laboratory Manual in General Microbiology*. 8th Edition. The McGraw-Hill Companies. New York. 496 pages.
- Ciptadi, D. 2009. Pengaruh Aplikasi Berbagai Sumber Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Gogo (*Oryza Sativa* L.). *Skripsi*. Program Studi Agronomi. Institut Pertanian Bogor. 49 hlm.
- Hadioetomo, R.S. 1990. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Gramedia. Jakarta. vi + 163 hlm.
- Hanafiah, K. A. 2007. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. 358 hlm.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Penerbit Akademika Pressindo Jakarta. xiii + 267 hlm.
- Hifnalisa & A.B. Karim. 2000. Penggunaan Mikroba Pelarut Fosfat untuk meningkatkan P Tersedia di Tanah Andisol Aceh Tengah. *Laporan Penelitian*. Fakultas Pertanian. Unsyiah. Banda Aceh.
- Husen, E., R. Saraswati, & R.D.M. Simanungkalit. 2007. Metode Analisis Biologi Tanah. *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian*. 278 hlm.

- Holt, J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.M. Staley & S.T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9th Edition*. Williams and Wilkins. Baltimore. USA. 787 pages.
- Ilham, I. B. G. Darmayasa, I. G. M. O. Nurjaya & R. Kawuri. 2014. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat Potensial pada Tanah Konvensional dan Tanah Organik. *Jurnal Simbiosis II*. Jurusan Biologi. FMIPA. Universitas Udayana. (1): 173-183 hlm.
- Jadhav, G.G., Dipti S.S., Devidas P.N., & Rama K.B. 2010. Isolation and Characterization of Salt Tolerant Nitrogen Fixing Microorganism from Food. *Eur Asian Journal of BioScience*. 4(5): 33-40 pages.
- Komarawidjaja, W. 2009. Karakteristik dan Pertumbuhan Konsorsium Mikroba Lokal dalam Media Mengandung Minyak Bumi. Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 10 (1): 114-119 hlm.
- Lay, B. W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 168 hlm.
- Manalu, M. H. I. 2011. Aplikasi Bakteri Penambat Nitrogen dengan Media Tanah Gambut Terbakar dan Tidak Terbakar pada Semai *Acacia Crassicarpa Cunn. Ex-Benth*. *Skripsi*. Departemen Silviculture. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. 63 hlm.
- Mardiansyah, T. M. 2006. Pengaruh Bakteri dan Kapang Pelarut Fosfat dari Areal Perkebunan Tebu Desa Cinta Manis Ogan Ilir Sumatera Selatan Terhadap Kadar P-Tersedia Tanah. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sriwijaya. 34 hlm.
- Metasari, K. 2012. Eksplorasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiosis dari Tanah Kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya. *Skripsi*. Departemen Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga. Surabaya. 12 hlm.
- Mukti, A.W. 2012. Eksplorasi Bakteri Penambat Nitrogen Dan Bakteri Pelarut Fosfat Pada Tanah Gambut Di Provinsi Kalimantan Timur. Departemen Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga. Surabaya. *Jurnal*. 9 hlm.
- Munawar. 2000. Optimalisasi Sumber Nitrogen (KNO_3) pada Medium Pertumbuhan Bakteri Pengurai Hidrokarbon. *Jurnal Penelitian Sains*. 8: 15-22 hlm.

- Nugroho, A. 2006. Biodegradasi 'Sludge' Minyak Bumi dalam Skala Mikrokosmos. *Makara Teknologi*. 10 (2): 82-89 hlm.
- Nugroho, A. 2006. *Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi*. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta: xiv + 160 hlm.
- Nurhayati, H. 2006. Isolasi dan Seleksi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik dari Lahan Kering Masam. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Malang. 86 hlm.
- Pramudibyo, G. M. 2000. Pengaruh Pemberian Kapur CaCO_3 dan Pupuk $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ pada Tanah Podsolik Darmaga terhadap Semai *Ochroma bicolor* Rowlee serta Pembuatan Kurva Buffer. *Skripsi*. Jurusan Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. 58 hlm.
- Prasetyo, B. H. & D. A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25(2): 39-47 hlm.
- Premono, M.E. 1997. Indeks Pelarutan sebagai Penduga Kemampuan Jasad Renik Melarutkan Fosfat. *Jurnal P3GI*. 145 hlm.
- Prescott, L. M., Harley, J. P., & Klein, D. A. 1999. *Microbiology*. 4th Edition. The McGraw-Hill Companies. New York. 962 pages.
- Prihastuti. 2012. Upaya Pengelolaan Biologis Lahan Kering Masam Ultisol. *Jurnal El-Hayah*. 2 (2): 104-111 hlm.
- Purwaningsih, S., 2003, Isolasi, Populasi dan Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah dari Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, Sulawesi Utara. 3 (1): 22-31 hlm.
- Raharjo, B., A. Suprihadi, & Agustina D. K. 2007. Pelarutan Fosfat Anorganik oleh Kultur Campur Jamur Pelarut Fosfat secara In Vitro. Laboratorium Mikrobiologi. Jurusan Biologi. FMIPA Undip. *Jurnal Sains & Matematika (JSM)*. 15(2): 45-54 hlm.
- Rao, N.S.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Edisi Ke-2*. Penerbit UI. Jakarta. ix + 353 hlm.

- Rismunandar. 1993. *Tanah dan Seluk Beluknya Bagi Pertanian*. Penerbit Sinar Baru Algensindo Bandung. v + 106 hlm.
- Rodriguez, H. & Fraga, R. 1999. Phosphate Solubilizing Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion. *Biotechnology Advances of Cuban Research Institute*. 17: 319-339 pages.
- Salisbury, F.B. & C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Terjemahan oleh Diah, R.L. & Sumaryono. ITB, Bandung. 173 hlm.
- Saraswati, R. 1999. Teknologi Pupuk Mikrob Multiguna Menunjang Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelai. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. 4 (1): 1-9 hlm.
- Setiawati, T. C. & P. A. Mihardja. 2008. Identifikasi dan Kuantifikasi Metabolit Bakteri Pelarut Fosfat dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas *Rhizoctonia solani* pada Tanaman Kedelai. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian, Universitas Jember. *Jurnal Tanah Trop*. 13(3): 233-240 hlm.
- Setyorini, D., D.A Suriadikarta, & Nurjaya. 2007. Rekomendasi Pemupukan Padi di Lahan Sawah Bukaan Baru. *Artikel*. 77-106 hlm.
- Silitonga, D.M., N. Priyani, & I. Nurwahyuni. 2013. Isolasi dan Uji Potensi Isolat Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Penghasil Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycine Max L.*) pada Tanah Kuning. Departemen Biologi. Fakultas Mipa. Universitas Sumatera Utara. *Artikel Penelitian*. 35-41 hlm.
- Simarmata, T., B. Joy, & N. Danapriatna. 2012. Peranan Penelitian dan Pengembangan Pertanian pada Industri Pupuk Hayati (*Biofertilizers*). *Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi*, 29 Juni 2012, BBSDLP, Bogor. 14 hlm.
- Soekardi, M., M.W. Retno, & Hikmatullah. 1993. Inventarisasi dan Karakterisasi Lahan Alang-Alang. 1-18 hlm. *Dalam* S. Sukmana, Suwardjo, J. Sri Adiningsih, H. Subagjo, H. Suhardjo, Y. Prawirasumantri. (Ed.). Pemanfaatan Lahan Alang-alang untuk Usaha Tani Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Lahan Alang-Alang*, Bogor, Desember 1992. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Subagyo, H., N. Suharta, & A.B. Siswanto. 2004. Tanah-Tanah Pertanian di Indonesia. 21-66 hlm. *Dalam* A. Adimihardja, L.I. Amien, F. Agus, D. Djaenudin (Ed.).

Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.

- Suharta, N. 2010. Karakteristik dan Permasalahan Tanah Marginal dari Batuan Sedimen Masam di Kalimantan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. *Jurnal Litbang Pertanian*. 29(4): 139-146 hlm.
- Suliasih & Rahmat. 2007. Aktivitas Fosfatase dan Pelarutan Kalsium Fosfat oleh Beberapa Bakteri Pelarut Fosfat. *Biodiversitas*. 8(1): 23-26 hlm.
- Sutanto, R. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Kanisius. Yogyakarta. 207 hlm.
- Sylvia, D. M. Fuhrmann, J. F, Hartel, P. G, & Zuberer, D.A. 2005. *Principles and Applications of Soil Microbiology*. 2th Edition. Pearson Education Inc. USA. xxiii + 639 pages.
- Tan, K. H. 1982. *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Decker Inc. New York.
- Widawati, S. & Suliasih, 2006. Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, serta Kemampuannya Melarutkan P Terikat di Media Pikovskaya Padat. *Biodiversitas*. 7 (2): 109-113 hlm.
- Widayati, W. E. 1998. Aktivitas Nitrogenase dan Produksi Fitohormon dari Bakteri Penambat N₂ Udara Hasil Isolasi dari Rizosfer dan Nira Tebu. *Jurnal Buletin Pagi P3GI*. 148 : 34-44 hlm.
- Wulandari, S., 2001. Efektifitas Bakteri Pelarut Fosfat *Pseudomonas* sp. terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) pada Tanah Podsolik Merah Kuning, *Jurnal Natur Indonesia*. 4(1): 21-25 hlm.