

**ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENAMBAT
NITROGEN NONSIMBIOTIK DARI TANAH ULTISOL DI BEBERAPA
WILAYAH DI SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

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



Oleh:

**MIRA OLLYVIANTI
08101004032**

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

S
579.307

2: 27425/28007

mir

i
2014

**ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENAMBAT
NITROGEN NONSIMBIOTIK DARI TANAH ULTISOL DI BEBERAPA
WILAYAH DI SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI



Oleh:

**MIRA OLLYVIANTI
08101004032**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

**ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENAMBAT
NITROGEN NONSIMBIOTIK DARI TANAH ULTISOL DI BEBERAPA
WILAYAH DI SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

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



Oleh

**MIRA OLLYVIANTI
08101004032**

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**

HALAMAN PERSEMBAHAN

"O you who have believed, when you are told "Space yourselves" in assemblies, then make space. Allah will make space for you. And when you are told, Arise then arise, Allah will raise those who have believed among you and those who were given knowledge by degrees. And Allah is acquainted with what you do."
(Q.S. Al-Mujadillah : 11)

Sujud syukur kulantunkan kepada Allah SWT, nikmat sehat yang menetap pada diriku telah membuatku menyelesaikan bait demi bait kata, dan bait-bait karya ini dengan setulus hati teruntuk:

- Keluargaku tercinta., Papa Amir Faisol, SE. Yang isnya Allah telah bahagia dan mulia di sisi-Nya, Mama Lisma Agustin, Kedua Saudaraku Rima Ollyviantika & Fetty Amelia Surayya, Nenek Hasanah (Ibu) serta keluarga besar. Terima kasih atas segala doa, kerja keras, motivasi, inspirasi dan kasih sayang yang tak terhingga dalam keluarga.
- Semua orang yang pernah berada dalam cerita kehidupanku yang singkat ini.
- Dosen & Seluruh Staf Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
- Almamaterku

Mira Ollyvianti

HALAMAN PERSEMBAHAN

"O you who have believed, when you are told "Space yourselves" in assemblies, then make space. Allah will make space for you. And when you are told, Arise then arise, Allah will raise those who have believed among you and those who were given knowledge by degrees. And Allah is acquainted with what you do."
(Q.S. Al-Mujadillah : 11)

Sujud syukur kulantunkan kepada Allah SWT, nikmat sehat yang menetap pada diriku telah membuatku menyelesaikan bait demi bait kata, dan bait-bait karya ini dengan setulus hati teruntuk:

- Keluargaku tercinta., Papa Amir Faisol, SE. Yang isnya Allah telah bahagia dan mulia di sisi-Nya, Mama Lisma Agustin, Kedua Saudaraku Rima Ollyviantika & Fetty Amelia Surayya, Nenek Hasanah (Ibu) serta keluarga besar. Terima kasih atas segala doa, kerja keras, motivasi, inspirasi dan kasih sayang yang tak terhingga dalam keluarga.
- Semua orang yang pernah berada dalam cerita kehidupanku yang singkat ini.
- Dosen & Seluruh Staf Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
- Almamaterku

Mira Ollyvianti

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Alhamdulillah segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan ridho-Nya, Dialah sumber dari segala sumber ilmu pengetahuan. Dan tak lupa salawat serta salam selalu tercurah kepada Rosulullah SAW yang menjadi pembuka jalan mencari ilmu yang hakiki yang tak dapat disangkal kebenarannya.

Demikian pula penulis ucapkan Alhamdulillah atas petunjuk dan pertolonganNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Isolasi, Karakterisasi, Dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen Nonsimbiotik Dari Tanah Ultisol Di Beberapa Wilayah di Sumatera Selatan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains Bidang Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Munawar, M.Si selaku Pembimbing I dan Dr. Hary Widjajanti, M.Si selaku Pembimbing II, terima kasih untuk bimbingan dan bantuannya selama ini, serta penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Drs. Muhammad Irfan, M.T selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Indra Yustian, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dra. Nina Tanzerina, M.Si selaku Sekertaris Jurusan dan Seluruh Staf Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

4. Dr. Salni, M.Si selaku Pembimbing Akademik, terima kasih untuk bimbingan dan dukungannya selama ini.
5. Dr. Marieska Verawaty, M.Si dan Dra. Muharni, M.Si selaku Dosen Pembahas, terima kasih atas kritik dan sarannya.
6. Kedua Orang tuaku (Amir Faisol, SE & Lisma Agustin) dan kedua saudaraku (Rima Ollyviantika & Fetty Amelia Surayya).
7. Sahabat - sahabat terbaikku terima kasih untuk semangat dan kebersamaannya.
8. Teman-teman Bioers'10 terima kasih untuk bantuan dan dukungannya selama ini.
9. Mahasiswa/i Jurusan Biologi angkatan 2007, 2008, 2009, dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka.

Penulis menyadari skripsi ini sangat jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan waktu, kesempatan serta pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran yang membangun untuk memperbaiki penulisan dimasa yang akan datang.

Semoga karya kecil ini dapat bermanfaat dalam menunjang perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya biologi dikemudian hari.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Indralaya, November 2014

Penulis

ISOLATION, CHARACTERIZATION, AND IDENTIFICATION OF NONSYMBIOTIC NITROGEN-FIXING BACTERIA IN ULTISOLS SOIL IN SOME REGIONS IN SOUTH SUMATRA

By

MIRA OLLYVIANTI
08101004032

Abstract

Isolation, characterization, and identification of non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria was performed to obtain the isolates of non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria from ultisols soil and to identify the genus. This research was conducted from February until August 2014 in the laboratory of Microbiology, Biology major, faculty of Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University. Sample of ultisols soil were taken from the regions of Ogan Ilir, Prabumulih and Kayu Agung. Soil used as sample to analyzed were taken at depths of 0, 15 and 30 cm. Isolation were done with the use of medium Nutrient Agar (NA) and the selection was done with the use of medium LGI. After that, the characterization process began. This included the colony morphology, bacterial cells, and the nature of the bacterial physiology. The study design used was Completely Randomized Design (CRD) with the treatment using types of isolates. Data analyzed were using analysis of variance in Statistics program version 8.0. If the result showed significant difference, then Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) conducted with α 0.05. The basic characters of isolates then matched with the chosen genus. After that, dendogram created by using cluster analysis to determine the percentage of similarity with the chosen genus. From the analysis, it was found that there were 8 bacterial isolates that have high potential to tie up free nitrogen in the air within the biggest colony diameter of 9.72 mm by isolate P₉. Based on the result of cluster analysis that isolate K₁ had the similarity percentage with genus *Derxia* 82%, isolate K₃ with ganus *Beijerinckia* 54%, isolate O₃ with genus *Erwinia* 46%, isolate O₆ with genus *Pseudomonas* 83%, isolate P₂ with genus *Derxia* 82%, isolate P₃ with genus *Bacillus* 64%, isolate P₈ with genus *Derxia* 48%, and isolate P₉ with genus *Derxia* 89%.

Key words: isolation, selection, characterization, non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria, ultisols soil

ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENAMBAT NITROGEN NONSIMBIOTIK DARI TANAH ULTISOL DI BEBERAPA WILAYAH DI SUMATERA SELATAN

Oleh

MIRA OLLYVIANTI
08101004032

Abstrak

Isolasi, karakterisasi dan identifikasi bakteri penambat nitrogen non simbiotik dari tanah ultisol di beberapa wilayah di Sumatera Selatan dilakukan untuk mendapatkan isolat bakteri penambat nitrogen nonsimbiotik dari tanah ultisol dan mengidentifikasi sampai tingkat genus dari isolat bakteri penambat nitrogen tersebut. Penelitian ini telah dilaksanakan pada Februari sampai Agustus 2014 bertempat di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Sampel tanah ultisol diambil dari wilayah Ogan Ilir, Prabumulih, dan Kayu Agung. Masing-masing wilayah diambil sampel dengan kedalaman 0, 15, dan 30 cm. Isolasi dilakukan dengan menggunakan medium Nutrien Agar (NA) dan seleksi bakteri penambat nitrogen nonsimbiotik dilakukan dengan menggunakan medium LGI. Selanjutnya dilakukan karakterisasi yang meliputi morfologi koloni dan sel bakteri serta sifat-sifat fisiologi bakteri. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan berupa jenis isolat. Data dianalisis menggunakan Analisis varian pada program Statistic 8.0, jika berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji DNMRT dengan α 0,05. Karakter masing-masing isolat yang diperoleh dicocokkan dengan genus yang terpilih dan dibuat dendogram menggunakan *cluster analysis* untuk mengetahui persen kemiripan isolat terhadap genus yang terpilih. Hasil penelitian didapatkan delapan isolat bakteri yang berpotensi tinggi dalam menambat nitrogen bebas di udara dengan diameter koloni terbesar yaitu 9,72 mm pada isolat P₉. Berdasarkan hasil *cluster analysis* diketahui bahwa isolat K₁ memiliki kesamaan dengan genus *Derxia* sebesar 82%, K₃ - memiliki kesamaan dengan genus *Beijerinckia* sebesar 54%, O₃ memiliki kesamaan dengan genus *Erwinia* sebesar 46%, O₆ memiliki kesamaan dengan genus *Pseudomonas* sebesar 83%, P₂ memiliki kesamaan dengan genus *Derxia* sebesar 82%, P₃ memiliki kesamaan dengan genus *Bacillus* sebesar 64%, P₈ memiliki kesamaan dengan genus *Derxia* sebesar 48%, dan P₉ memiliki kesamaan dengan genus *Derxia* sebesar 89%.

Kata Kunci : isolasi, seleksi, karakterisasi, bakteri penambat nitrogen nonsimbiotik, tanah ultisol

DAFTAR ISI

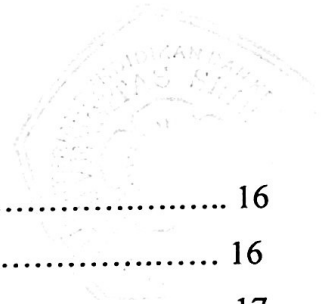
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Isolasi Bakteri.....	5
2.2. Karakteristik Tanah Ultisol.....	6
2.3. Nitrogen.....	7
2.3.1. Peranan Nitrogen Terhadap Tumbuhan.....	7
2.3.2. Siklus Nitrogen.....	8
2.4. Fiksasi Nitrogen Secara Biologi.....	10
2.4.1. Fiksasi Nitrogen Secara Simbiotik.....	12
2.4.2. Fiksasi Nitrogen Secara nonsimbiotik.....	12
2.4.3. Mekanisme Fiksasi Nitrogen.....	14



BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat.....	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.3. Cara Kerja.....	17
3.3.1. Pengambilan Sampel.....	17
3.3.2. Isolasi dan Pemurnian.....	17
3.3.3. Seleksi Bakteri Penambat Nitrogen Nonsimbiotik.....	18
3.3.4. Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen.....	19
3.3.5. Identifikasi Bakteri.....	24
3.3.6. Konstruksi Dendogram.....	25
3.3.7. Variabel Pengamatan.....	26
3.3.8. Analisis dan Penyajian Data.....	26

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Isolasi Bakteri dari Tanah Ultisol.....	28
4.2. Hasil Seleksi Bakteri Penambat Nitrogen Nonsimbiotik.....	29
4.3. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri penambat Nitrogen Nonsimbiotik.....	33
4.3.1. Karakteristik Morfologi Koloni Bakteri.....	34
4.3.2. Karakteristik Morfologi Sel Bakteri.....	35
4.3.3. Karakteristik Fisiologi Bakteri.....	36
1. Uji Kebutuhan Oksigen.....	36
2. Uji Motilitas.....	37
3. Uji Sitrat.....	37
4. Uji Katalase.....	38
5. Uji Hidrolisis Pati.....	39
6. Uji Hidrolisis Gelatin.....	39
7. Uji Hidrolisis Urea.....	40
8. Uji Fermentasi Glukosa.....	40
9. Uji H ₂ S dan Pembentukan Gas.....	41
10. Uji MR-VP.....	42

4.4. Identifikasi bakteri Penambat Nitrogen Nonsimbiotik..... 44

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan..... 51

5.2. Saran..... 51

DAFTAR PUSTAKA..... 52

LAMPIRAN..... 56



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Analisis Tanah Ultisol di Daerah Lampung Tengah.....	7
2. Genus Bakteri yang Mempunyai Kemampuan Memfiksasi Nitrogen.....	11
3. Hasil Isolasi Bakteri dari Tanah Ultisol.....	28
4. Hasil Seleksi Bakteri Penambat Nitrogen Nonsimbiotik pada Medium LGI.....	29
5. Hasil Uji <i>Duncan New Multiple Range Tes</i> (DNMRT) Terhadap Rata-Rata Diameter Koloni Isolat Bakteri.....	32
6. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri Penambat Nitrogen Nonsimbiotik.....	43
7. Persen Kemiripan Isolat Bakteri Terhadap Genus Terpilih Berdasarkan Koefisien Korelasi Pearson.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Siklus Nitrogen.....	9
2.1. Kerangka Alur Kerja.....	27
4.1. Contoh Isolasi Bakteri Penambat Nitrogen Nonsimbiotik Menggunakan Medium LGI.....	31
4.4.1. Dendogram isolat bakteri K ₁ , P ₂ , P ₈ , dan P ₉	45
4.4.2. Dendogram isolat K ₃	46
4.4.3. Dendogram isolat O ₃	47
4.4.4. Dendogram isolat O ₆	48
4.4.5. Dendogram isolat P ₃	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi Medium dan Reagen yang Digunakan.....	56
2. Hasil Isolasi dan Pemurnian.....	63
3. Hasil Seleksi Bakteri Penambat Nitrogen Nonsimbiotik Menggunakan Medium LGI.....	65
4. Hasil Analisis Varian Diameter Koloni Bakteri dan Uji DNMRT.....	67
5. Karakteristik Morfologi Koloni dan Sel Bakteri.....	68
6. Karakteristik Fisiologi Bakteri.....	69
7. Bentuk-bentuk koloni standar pada medium <i>Nutrien Agar</i> (NA).....	74
8. Hasil Pengukuran Sifat Fisika dan Kimia Tanah Ultisol.....	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumatera Selatan umumnya memiliki lahan yang didominasi oleh ultisol dengan permasalahan rendahnya kesuburan fisika, kimia, dan biologi tanah serta peka terhadap erosi (Nurul *et.al.*, 2010: 772). Di Sumatera Selatan tanah ultisol mempunyai luas sekitar 1.600.000 ha, tanah ini dapat dijumpai pada berbagai relief, mulai dari datar hingga bergunung (Prasetyo & Suradikarta, 2006: 39).

Kandungan hara ultisol pada umumnya rendah oleh adanya pencucian yang berlangsung intensif. Rendahnya kandungan bahan organik pada ultisol disebabkan oleh proses dekomposisi berjalan cepat dan sebagian terbawa erosi (Prihastuti, 2012: 105). Berdasarkan hasil penelitian dari para ahli didapatkan bahwa selama masa pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, dibutuhkan sebanyak 16 unsur hara esensial yang dapat dibagi menjadi unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro (Fe, Mn, Bo, Mo Cu, Zn, Cl, dan Co). Unsur hara makro diperlukan tumbuhan dalam jumlah yang relatif banyak, sedangkan unsur hara mikro juga sama pentingnya dengan unsur hara makro akan tetapi kebutuhan tumbuhan terhadap zat-zat ini hanya sedikit (Sutejo, 2010: 14).

Tumbuhan memerlukan unsur hara seperti nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangan. Nitrogen adalah unsur hara yang esensial untuk nutrisi tanaman yang berfungsi sebagai komponen protein, asam nukleat, dan klorofil. Oleh karena itu unsur nitrogen ini sangat penting dalam pertumbuhan tanaman, namun unsur hara ini

umumnya defisiensi di dalam tanah, kondisi ini memberi andil menurunnya produksi pertanian di dunia. Kekurangan unsur nitrogen dapat disuplai melalui pupuk kimia maupun dari proses penambatan nitrogen secara biologi, yaitu suatu proses penambatan N_2 atmosfer (yang merupakan bentuk tidak tersedia) oleh adanya asosiasi tanaman legum dan bakteri tanah yang besimbiosis serta penambatan nitrogen yang dilakukan oleh bakteri yang hidup bebas (Purwantari, 2008: 11).

Penggunaan pupuk kimia seperti pupuk urea merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan nitrogen yang diperlukan oleh tumbuhan, namun jika dilakukan penambahan pupuk urea secara terus menerus akan memberikan efek buruk yaitu dapat menurunkan kualitas tanah (Sutejo, 2010: 15). Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut adalah penggunaan pupuk organik yang mengandung mikroba *activator* atau dikenal dengan pupuk hayati (*biofertilizer*).

Pupuk hayati didefinisikan sebagai sebuah komponen yang mengandung mikroba untuk meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Pupuk tersebut mengandung mikroorganisme hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman. Pupuk hayati juga membantu usaha mengurangi pencemaran lingkungan akibat penyebaran hara yang tidak diserap tanaman pada penggunaan pupuk anorganik (Simanungkalit, 2001: 56). Di dalam tanah telah terkandung bakteri yang mempunyai peran sebagai pengikat N_2 di udara yang hidup bebas. Oleh karena itu, sebagian besar nitrogen yang terdapat dalam tanaman berasal dari penambatan mikroorganisme prokariot atau bakteri (Salisbury & Ross, 1992: 114).

Beberapa jenis bakteri yang berbeda telah ditemukan dapat menambat nitrogen secara langsung yaitu *Azotobacter* dan *Clostridium* (Foth, 1998: 534). Dengan penggunaan pupuk hayati maka pemanfaatan bakteri yang sudah terdapat dalam tanah tersebut dapat dimaksimalkan perannya dalam 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). Untuk meningkatkan ketersediaan unsur nitrogen yang diperlukan oleh tanaman dengan penggunaan pupuk hayati, maka perlu dilakukan isolasi serta identifikasi jenis-jenis bakteri yang mampu menambat nitrogen secara langsung.

1.2. Rumusan Masalah

Sumatera Selatan umumnya memiliki lahan yang didominasi oleh tanah ultisol yang mempunyai beberapa kelemahan karena mengandung bahan organik dalam jumlah sedikit, bersifat masam, dan kandungan nitrogen yang rendah. Penggunaan pupuk hayati merupakan salah satu alternatif dalam penyediaan nitrogen yang dibutuhkan oleh tanaman dengan memanfaatkan bakteri penambat nitrogen. Berdasarkan uraian di atas, masalah dalam penelitian ini adalah apakah terdapat bakteri penambat nitrogen nonsimbiotik pada tanah ultisol dan termasuk dalam jenis apakah bakteri penambat nitrogen tersebut.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri penambat nitrogen nonsimbiotik dari tanah ultisol dan mengidentifikasi sampai tingkat genus dari isolat bakteri penambat nitrogen tersebut.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan diperoleh isolat bakteri penambat nitrogen nonsimbiotik dari tanah ultisol yang dapat diuji lebih lanjut untuk diaplikasikan pada tanah ultisol, baik berupa pupuk hayati maupun dalam bentuk isolat murni.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, Martin. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. Wiley, University of Minnesota. New York: 467 pages.
- Agisti, A., Nur, H.A., & Tutik, N.H. 2014. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik Pada Lahan Restorasi Dengan Metode *Legume Cover Crop* (LCC) Di Daerah Pasirian Lumajang Jawa Timur. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. 3(2): 2337-3539 hlm.
- Agustian, R., Syafei & Maria. 2012. Keragaman Bakteri Penambat N Pada Rhizosfir *Tithonia diversifolia* Yang Tumbuh Pada Tanah Masam Ultisol. *Jurnal Solum*. 9 (2): 98-105 hlm.
- Agustine, M., Delita, Z., & Bernadeta, LF. 2014. Enumerasi Total Populasi Bakteri Penambat Nitrogen (N) Tanah Gambut Di Teluk Meranti. *Artikel*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Bina Widya. Pekanbaru: 10 hlm.
- Anonim. 2013. Azospirillum. <http://repository.IPB/Azospirillum/chapter-II.pdf>. Diakses 12 September 2013. Pukul 19.30 WIB.
- Atlas, R.M. 1995. *Handbook of Media for Environmental Microbiology*. University of Louisville. CRC Press. USA: iv + 540 pages.
- Benson, H. J. 2001. *Microbiological Applications a Laboratory Manual in General Microbiology 8th Edition*. Front Matter Laboratory Protocol. The McGraw-Hill Companies: 496 pages.
- Burgman. 2003. Agriculture and Nitrogen Cycle. onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/.../pdf. Diakses 15 September 2013. Pukul 20.00 WIB.
- Cappucino, J.G. & Sherman, N. 1992. *Microbiology a Laboratory Manual*. The Benjamin Cumming Publishing. USA: 458 pages.
- Cappucino, J.G. & Sherman, N. 2008. *Microbiology a Laboratory Manual 6th Edition*. The Benjamin/Cumming Publishing. USA: 462 pages.
- Danapriatna, N. 2010. Biokimia Penambatan Nitrogen Oleh Bakteri Non Simbiotik. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*. 1 (2): 16 hlm.
- Endriani. 2014. Temperatur Tanah. <http://endriani.wordpress.com/temperature-tanah1.pdf>. Diakses 15 September 2014. Pukul 16.00 WIB.

- Lay, B.W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta: 168 hlm.
- Metasari, K. 2012. Eksplorasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiosis Dari Tanah Kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya. *Artikel*. 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. *Artikel*. Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga. Surabaya: 9 hlm.
- Nurul, Siti A.F., Siti Masreah., & Adipati N. 2010. Pengaruh Bahan Organik Dengan Berbagai Aktivator Terhadap Dinamika Mikroba Dan Karakteristik Kompos Yang Dihasilkan. *Prosiding Seminar Nasional*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya: 5 hlm.
- Oriska, R. 2012. Pengaruh Pemberian Vermikompos Dan Kompos Daun Serta Kombinasinya Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi. <http://eprints.uny.ac.id/9381/3/BAB%2020-%2005308141018.pdf>. Diakses 12 September 2013 Pukul 19.30 WIB.
- Pathania, N., S.K. Gosal., G.S. Saroa., & Yogesh, V. Molecular Characterization Of Diazotrophic Bacteria Isolated From Rhizosphere Of Wheat Cropping System From Central Plain Region Of Punjab. *African Journal Of Microbiology Research*. 8(9): 862-871 Pages.
- Pery, J.J., J.T Stanley., & S. Lory. 2002. *Microbial Life*. Sinaues Associates, Inc. USA: 811 pages.
- Prasetyo & Suradikarta. 2006. Karakteristik, Potensi, Dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering Di Indonesia. *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian*. Bogor: i + 9 hlm.
- Prihastuti. 2012. Upaya Pengelolaan Biologis Lahan Kering Masam Ultisol. *Jurnal El-Hayah*. 2 (2): 104-111.
- Purnomo, B. 2008. *Materi Kuliah Mikrobiologi*. Faperta Unib. Bengkulu: 19 hlm.
- Purwantari, N.D. 2008. Penambatan Nitrogen Secara Biologis: Perspektif Dan Keterbatasannya. *Jurnal Wartazoa*. 18 (1): 9-17 hlm.
- Rao, Subba N.S. 1999. *Soil Microbiology, Soil Microorganism and Palnt Growth*. Science Publishers, Inc. USA.

- Ristiati, P. 2008. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiosis Dari Dalam Tanah. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora*, Lembaga Penelitian Undiksha. 2(1): 68-80 hlm.
- Salisbury, B.F., dan Ross, C.W. 1992. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Terjemahan Oleh Diah, R.L., Sumaryono. Penerbit ITB. Bandung: 381 hlm.
- Sanchez, P.A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika. Jilid I*. Terjemahan oleh Johara. Penerbit ITB. Bandung : 381 hlm.
- Seshachla, U., & Padmavathi, T. 2012. Phosphate Solubilizers From The Rhizosphere of *Piper nigrum L. Chilean*. *Jurnal of Agricultural Research*. Karnataka India. 72 (3).
- Simanungkalit. 2001. Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia: Suatu Pendekatan Terpadu. *Jurnal Agrobio*. Balai Pelatihan dan Pengembangan Departemen Pertanian. 4 (2): 56-61 hlm.
- Suriani, S., Soemarno, Suharjono. 2013. Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju Pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* yang Diisolasi dari Ekosistem sungai Tercemar Deterjen di Sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *Jurnal PAL*. 3(2): 2087-3522 hlm.
- Suseno, D.S. 2008. Berbagai Mikroorganisme Rizosfer Pada Tanaman Pepaya (*Carica Papaya L.*) di Pusat Kajian Buah Buahan Tropika (Pkbt) IPB Desa Ciomas Jawa Barat. *Skripsi*. Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor: 41 hlm.
- Sutejo, MM., Kartasapoetra, Sastroatmodjo. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta: xxi + 446 hlm.
- Sutejo, M. 2010. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta: x + 173 hlm.
- Sylvia, D.M., Peter G.H., Jeffrey J.F., & David A.Z. 2005. *Principle and Applications of Soil Microbiology*. Pearson Education Inc. New Jersey: xxiii + 607 hlm.
- Xenia. 2010. Pengaruh Inokulasi *Azotobacter* Sp. Terhadap Perakaran Jagung Pada Beberapa Tingkat Pemberian KNO_3 Di Media Padat Watanabe. *Skripsi*. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor:: 48 hlm.