

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI RHIZOBAKTERI
DARI PERAKARAN RUMPUT GAJAH (*Pennisetum
purpureum*) YANG BERPOTENSI SEBAGAI PGPR
(*PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



Disusun oleh :
Rizky Ulfa Rini Safitri
NIM 13640050

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI BIOLGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2020**

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI RHIZOBAKTERI
DARI PERAKARAN RUMPUT GAJAH (*Pennisetum
purpureum*) YANG BERPOTENSI SEBAGAI PGPR
(*PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



Disusun oleh :
Rizky Ulfa Rini Safitri
NIM 13640050

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI BIOLGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2020**

Isolasi dan Karakterisasi Rhizobakteri dari Perakaran Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Berpotensi sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*)

Rizky Ulfa Rini Safitri

13640050

Abstrak

Rumput gajah (*P. purpureum*) merupakan tumbuhan yang cukup tahan terhadap cekaman polusi air. Ketahanan ini diduga kuat juga dipengaruhi oleh adanya konsorsium bakteri tertentu yang bersimbiosis dengan akar tumbuhan tersebut (*rhizobacteria*). Kajian pustaka dan observasi menunjukkan bahwa *rhizobacteria* menunjukkan sifat PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Lebih lanjut, untuk membuktikan hal tersebut dilakukan isolasi dan karakterisasi terhadap sampel *rhizobacteria* pada akar rumput gajah yang tumbuh di tepi sungai Gajah Wong. Lebih lanjut, karakterisasi yang dilakukan meliputi, morfologi koloni dan sel, kemampuan fermentasi gula, *Sulfit Indol Motility*, uji fisiologis, kebutuhan oksigen, hidrolisis sitrat, hidrolisis pati, dan enzim ekstraseluler. Proses tersebut menghasilkan 13 isolat bakteri yang menunjukkan karakteristik PGPR. Telaah lanjutan terhadap ke-13 isolat bakteri tersebut, menunjukkan bahwa PGPR dari rumput gajah (*P. purpureum*) dapat digunakan sebagai agensia pengendali hayati yang potensial berdasarkan kemampuannya dalam memproduksi enzim ekstraseluler selulase. Hal ini disebabkan, ke-13 isolat tersebut dapat menunjukkan kemiripan karakter fenotipik dengan Genus *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Microbacterium* dan *Micrococcus*.

Kata kunci: isolasi, karakterisasi, rhizobakter, rumput gajah.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**Isolation and Characterization Rhizobacteria from Elephant Grass Root
(*Pennisetum purpureum*) that Potential as *Plant Growth Promoting
Rhizobacteria***

Rizky Ulfa Rini Safitri

13640050

Abstract

Elephant grass (*P. purpureum*) is a water pollution stress resistant plant. Thus characteristics were suspected influenced by the presence of a consortium of certain rhizobacteria. Literature studies and observations show that rhizobacteria show PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) characteristics, to prove this assumption, isolation and characterization of rhizobacteria were conducted on samples that taken from the roots of elephant grass that growing in the banks of the Gajah Wong river. In details, characterizations include colony and cell morphology, sugar fermentation ability, SIM, physiological tests, oxygen requirements, citric hydrolysis, starch hydrolysis, and extracellular enzymes. The process resulted on 13 bacterial isolates that showed PGPR characteristics. Further study of the 13 bacterial isolates, shows that PGPR from elephant grass (*P. purpureum*) can be used as a potential biological control agent based on its ability to produce extracellular cellulase enzymes. This is due, the 13 isolates can show the similarity of phenotypic characters with Genus *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Microbacterium* and *Micrococcus*.

Keywords: characteristics, isolate, rhizobacteria, *P. purpureum*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B 2009/Un.02/DST/PP.00.9/08/2020

Tugas Akhir dengan judul : Isolasi dan Karakterisasi Rhizobakteri dari Perakaran Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) yang Berpotensi sebagai PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RIZKY ULFA RINI SAFITRI
Nomor Induk Mahasiswa : 13640050
Telah diujikan pada : Kamis, 02 Juli 2020
Nilai ujian Tugas Akhir : A

cinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Jumailatus Solihah, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 5f45ec679010



Penguji I

Dias Idha Pramesti, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 5f49c4c4d5132



Penguji II

Dr. Anifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 5f488261024bc



Yogyakarta, 02 Juli 2020
UIN Sunan Kalijaga
Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Murtono, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 5f48e62db1c42



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Rizky Ulfa Rini Safitri

NIM : 13640050

Judul Skripsi : Isolasi dan Karakterisasi Rhizobakteri dari Perakaran Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpurerum*) Berpotensi sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*)


sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 18 Mei 2020

Pembimbing


Jumailatus Solihah, S.Si., M. Biotech.

NIP. 19760524 200501 2 007

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Rizky Ulfa Rini Safitri

NIM : 13640050

Judul Skripsi : Isolasi dan Karakterisasi Rhizobateri dari Perakaran Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Berpotensi sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 19 Mei 2020

Pembimbing

Dias Idha Pramesti, S.Si., M.Si.

NIP. 19740611 200801 2 009

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain, telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 19 Mei 2020



Kizky Ulfa Rini Safitri

13640050



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini penulis persembakan untuk almamater tercinta, Universitas Islam

Negeri Sunan Kalijaga serta orang-orang yang selalu mendukung dan menyemangati penulis.

Ayahanda H. Ahmad Sururi dan Ibunda Sri Hartini, SH yang senantiasa memberikan limpahan motivasi, do'a dan kasih sayang sepanjang masa.

Suamiku tercinta, M.B. Murditya, S.Pd., M.Pd. yang senantiasa dengan sabar memberikan motivasi dan bimbingan teknis dalam penulisan skripsi ini.

Keluarga besar dan yang telah memberikan banyak dukungan.

Guru-guruku yang telah mmemberikan ilmu berharga hingga memotivasi untuk terus belajar.

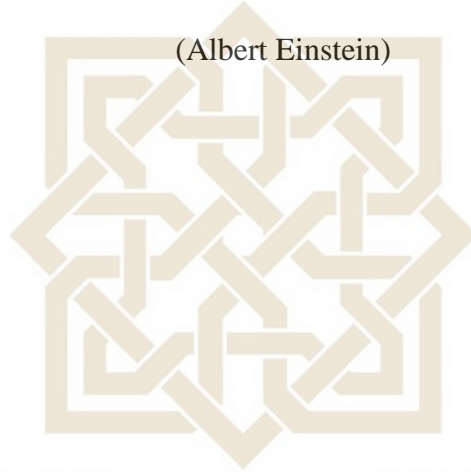
Semua pihak yang telah memberikan saran dan semangat.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

Belajarlh dari masa lalu, hiduplah untuk masa depan, yang terpenting adalah tidak berhenti bertanya.

(Albert Einstein)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, rahmat serta karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Isolasi dan Karakterisasi Rhizobakteri dari Perakaran Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Berpotensi sebagai PGPR”**. Sholawat serta salam senantiasa Penulis limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Pada proses penelitian dan penulisan naskah skripsi ini, penulis mendapat banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menghaturkan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Murtono, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Erny Qurotul Ainy, M.Si, selaku Ketua Program Studi Biologi serta yang mendukung dan memberikan masukan-masukan yang membangun dalam penyelesaian penulisan laporan tugas akhir ini.
3. Ibu Jumailatus Sholihah, S.Si., M.Biotech selaku Dosen Pembimbing Skripsi atas waktu, nasehat, ilmu serta arahannya.
4. Ibu Dias Idha Pramesthi, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi atas waktu, nasihat, ilmu serta arahannya.
5. Seluruh Dosen Program Studi Biologi dan Staf Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi atas ilmu dan arahannya.

6. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda H. Ahmad Sururi dan Ibunda Sri Hartini, SH yang senantiasa mendukung, mendo'akan dan menyemangati penulis.
7. Suamiku tercinta, M.B. Murditya, S.Pd., M.Pd. yang senantiasa dengan sabar memberikan motivasi dan bimbingan teknis dalam penulisan skripsi ini.
8. Kedua adik tersayang yang senantiasa menyemangati dan bertanya “Mbak kapan wisuda? Aku nanti ingin jalan-jalan di Yogyakarta setelah mbak wisuda”.
9. Keluarga besar Biologi 2013 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta khususnya teman-teman seperjuangan di Laboratorium mikrobiologi.
10. Teman-teman asisten di Laboratorium Genetika dan Mikrobiologi.
11. Seluruh pihak yang telah membantu dalam berbagai bentuk yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih ada kekurangan dan ketidaksempurnaan baik materi maupun cara penulisan. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis menerima kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan laporan tugas akhir ini. Penulis juga berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya bagi perkembangan pengetahuan di Indonesia.

Yogyakarta, Mei 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK BAHASA INDONESIA	ii
ABSTRAK BAHASA INGGRIS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING I	v
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING II	vi
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
HALAMAN MOTTO	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Rumusan Masalah	5

Tujuan Penelitian	5
Manfaat Penelitian	6
Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
Parameter lingkungan.....	7
Rumput Gajah	12
Bakteri PGPR (<i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i>)	14
Karakterisasi Rhizobakteri	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
Alat dan Bahan	19
Cara Kerja	20
Penghitungan Komposisi dan Pembuatan Media	21
Pengambilan Sampel Tanah dan Air	22
Pengukuran Parameter Lingkungan	23
Isolasi Bakteri Rhizosfer.....	26
Karakterisasi Isolat Bakteri Rhizosfer PGPR	28
Analisis Data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
Parameter Lingkungan	36
Hasil Pengamatan Morfologi PGPR	38

Uji Fisiologis	40
Uji Biokimiawi	42
Uji Analisis Data	44
BAB V PENUTUP	50
Kesimpulan	50
Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	58
Curriculum Vitae	65



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Hasil Parameter Lingkungan	38
Tabel 2. Hasil pengamatan morfologi	40
Tabel 3. Hasil Uji Fisiologis	42
Tabel 4. Hasil Uji Biokimia	44
Tabel 5. Profil <i>matching</i> isolat A4 dan B2 dengan genus bakteri berdasarkan pada <i>Bergey's Manual of Systematic Bacteria Vol</i> dan <i>Bergey's Manual Determinative</i>	45
Tabel 6. Profil <i>matching</i> isolat A4 dengan genus bakteri berdasarkan pada <i>Bergey's Manual of Systematic Bacteria Vol</i> dan <i>Bergey's Manual Determinative</i>	46
Tabel 7. Profil <i>matching</i> isolat A4 dengan genus bakteri berdasarkan pada <i>Bergey's Manual of Systematic Bacteria Vol 3</i> dan <i>Bergey's Manual Determinative</i>	47
Tabel 8. Profil <i>matching</i> isolat A4 dengan genus bakteri berdasarkan pada <i>Bergey's Manual of Systematic Bacteria Vol 5</i> dan <i>Bergey's Manual Determinative</i>	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Rumpuk Gajah	13
Gambar 2. Peta Pengambilan Sampel	23



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian	58
Lampiran 2. Hasil Pengamatan	59



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai Gajah Wong adalah salah satu sungai yang melintasi Kota Yogyakarta, dengan bagian hulu berada di Kabupaten Sleman, sedangkan bagian hilir berada di Kabupaten Bantul. Sungai Gajah Wong merupakan salah satu ekosistem akuatik yang keberadaannya sangat dipengaruhi oleh aktivitas atau kegiatan di sekitarnya. Fungsi penting ini menjadi salah satu alasan pentingnya menjaga kualitas air sungai dari pencemaran yang dapat menjadi sumber berbagai penyakit. Adanya masukan bahan pencemar ke sungai mengakibatkan penurunan kualitas air. Bahan pencemar yang masuk tersebut berasal dari pembuangan limbah kegiatan domestik maupun industri yang akan mengakibatkan meningkatnya pencemaran di sungai (Purba, 2008).

Pencemaran Sungai Gajah Wong saat ini meningkat seiring dengan pesatnya pembangunan di daerah aliran sungai. Banyak bangunan dibangun di sepanjang sungai ini, antara lain: pabrik-pabrik, rumah sakit, bengkel, hotel, dan cuci mobil. Aktivitas pembangunan tersebut dapat memiliki dampak negatif dan positif bagi lingkungannya. Salah satu dampak negatifnya adalah limbah yang dihasilkan dari aktivitas tersebut dialirkan ke badan sungai sehingga mencemari air sungai. Hal yang lebih memprihatinkan, limbah cair yang berasal dari aktivitas pabrik mengandung logam berat, mineral, bahan

beracun, minyak, dll (Purba, 2008). Selain itu, cemaran Sungai Gajah Wong juga berasal dari kegiatan rumah tangga dan pertanian, yang keduanya menggunakan bahan-bahan kimia seperti detergen dan pestisida.

Kondisi seperti ini mempengaruhi kehidupan di sekitarnya baik hewan, tumbuhan, dan manusia. Namun di Sungai Gajah Wong ini terdapat beberapa jenis tanaman yang dapat tumbuh subur walaupun lingkungannya tercemar, salah satunya adalah tanaman rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) (Razikin et al., 2014).

Menurut Sanderson dan Paul (2008), rumput gajah adalah tanaman yang dapat tumbuh di daerah dengan kandungan nutrisi minimal. Rumput gajah membutuhkan minimal atau tanpa tambahan nutrisi untuk dapat tumbuh, sehingga tanaman ini dapat memperbaiki kondisi tanah yang rusak akibat erosi. Tanaman ini juga dapat hidup pada tanah kritis dimana tanaman lain relatif tidak dapat tumbuh dengan baik. Hal ini diduga karena adanya mikroba yang hidup pada daerah perakarannya dan bersifat non simbiotik.

Perakaran tanaman (rhizosfer) merupakan bagian tanaman yang paling kaya akan mikroorganisme. Banyaknya jumlah mikroorganisme yang ada di rhizosfer disebabkan karena pada daerah tersebut merupakan bagian yang banyak akan senyawa organik di antaranya asam amino dan gula yang berasal dari eksudat tanaman, kedua senyawa tersebut dapat berfungsi sebagai sumber nitrogen dan karbon untuk pertumbuhan mikroorganisme (Bruehl, 1987). Selain itu, eksudat yang dikeluarkan akar dapat berperan sebagai penyeleksi mikroba, meningkatkan perkembangan mikroba tertentu, dan menghambat

pertumbuhan mikroba lainnya (Husen et al., 2008). Semakin banyak eksudat akar, maka semakin besar jumlah dan keragaman mikroba (Rahni, 2012).

Kelompok mikroba yang secara aktif mengkolonisasi rhizosfer secara agresif serta memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman disebut sebagai rhizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman atau lebih populer dengan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Beberapa jenis rhizobakteri mampu berperan ganda sebagai biofertilizer dan bioprotektan pada tanaman (Podile and Kishore, 2006; Ashrafuzzaman et al., 2009; Wahyudi, 2009)

Pengaruh penggunaan secara langsung PGPR sebagai pupuk hayati merupakan satu sumbangan bioteknologi dalam usaha peningkatan produktivitas tanaman. PGPR dari Famili Graminae juga memiliki kemampuan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Vasudevan et al., 2002; Thakuria et al., 2004). Hal tersebut dicapai dengan adanya aktivitas bakteri yang melakukan mobilisasi hara seperti melarutkan mineral fosfor dan mineral lainnya (Cattelan et al., 1999); produksi fitohormon antara lain auksin; fiksasi nitrogen atau pengaktifan mekanisme ketahanan terhadap penyakit (Wei et al., 1996; Thakuria et al., 2004; Dewi, 2007); produksi siderofor, antibiotik, enzim ekstraseluler dan senyawa yang bersifat fungisida (Ahmad et al., 2006; Bharathi et al., 2004; Jeun et al., 2004).

Beberapa peneliti melaporkan bahwa rhizobakteri yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat antara lain : *Bacillus*, *Pseudomonas*, (Wu et al., 2005; Sutariati, 2006), *Micrococcus*, *Azotobacter*, *Microbacterium*, *Flavobacterium* (Purwaningsih, 2003), dan *Serratia sp.* (Gholami et al., 2008).

Rhizobakteri yang mampu memfiksasi nitrogen antara lain: *Azotobacter paspali*, *Bejjirinckia sp.* (Baldani et al., 1997), *Azospirillum* (Cattelan et al., 1999; Egamberdiyeva, 2007), dan *Serratia sp.*, (Gholami et al. 2008). Rhizobakteri yang mampu menghasilkan IAA antara lain: *Azotobacter* (Wedhastari, 2002), *Pseudomonas fluorescens* (Aryantha, et al, 2004; Glick and Penrose, 2004; Ana et al., 2011), dan *Bacillus sp.* (Sutariati, 2006).

Menurut penelitian Eliza et al., (2007) rhizobakteri yang diisolasi dari tanaman Graminae yaitu padi gogo, rumput gajah, dan serai, mampu memacu pertumbuhan tanaman pisang (*Musa sp.*). Hal ini ditunjukkan dengan kemampuan rhizobakteri dalam meningkatkan ketersediaan fosfat, menghasilkan enzim protease dan selulase serta kemampuan antibiosis terhadap *Fusarium oxysporum sp cubense (Foc)* dengan memproduksi kinitase dan asam sianida (HCN).

Gholami et al., (2009) melaporkan bahwa benih tanaman jagung (*Zea mays*) yang diinokulasi dengan PGPR (*Azospirillum*, *Azotobacter*, dan *Pseudomonas*) dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas jagung melalui sintesis fitohormon, meningkatkan serapan hara pada area rhizosfer, mendukung penyerapan hara melalui penurunan tingkat keracunan logam, dan patogen tanah. Selain itu, tanaman yang diinokulasi PGPR juga menunjukkan peningkatan luas daun, bobot segar tanaman serta bobot kering biji, dan jumlah biji per tongkol.

Menurut penelitian Maulina et al., (2015) rhizobakteri yang diisolasi dari rhizosfer alang-alang (*Imperata cylindria* L. Brauv.), bambu wuluh (*Schizostachum mosum*), rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), serai

(*Cymbopogon citrus*), dan tebu (*Saccharum officinarum* L.) diketahui dapat memacu pertumbuhan bibit padi (*Oryza sativa* L.). Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan tinggi bibit tanaman, akar utama, dan jumlah akar lateral. Mekanisme ini kemungkinan dikarenakan kemampuan rhizobakteri menghasilkan hormon tumbuh *Indol Acetic Acid* (IAA).

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan keragaman isolat bakteri rhizosfer rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) yang berpotensi sebagai PGPR serta karakteristik rhizobakteri tersebut. Isolat diambil dari dua lokasi yang berbeda, yaitu: lokasi A di sempadan Sungai Gajah Wong belakang Kampus Timur UIN Sunan Kalijaga dan lokasi B di sempadan Sungai Gajah Wong Desa Kanggotan Kecamatan Bantul Yogyakarta.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana keragaman bakteri rhizosfer tanaman rumput gajah (*P. purpureum*) yang berpotensi sebagai PGPR dari lingkungan pada lokasi A dan lokasi B?
2. Termasuk ke dalam kelompok genus manakah bakteri rhizosfer tanaman rumput gajah (*P. purpureum*) yang berpotensi sebagai PGPR?

C. Tujuan

1. Mengidentifikasi keragaman bakteri rhizosfer rumput gajah (*P. purpureum*) yang berpotensi sebagai PGPR dari lingkungan pada lokasi A dan B.
2. Mengidentifikasi kelompok genus bakteri rhizosfer (*P. purpureum*) yang berpotensi sebagai PGPR.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan bakteri rhizosfer yang berpotensi sebagai PGPR dan dapat dimanfaatkan untuk (i) memperbaiki tingkat kesuburan tanah; (ii) meningkatkan ketahanan tanaman terhadap lingkungan; dan (iii) memacu pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, isolat yang berpotensi dapat digunakan sebagai biofertilizer (pupuk organik) untuk mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk anorganik.

E. Batasan Masalah

1. Pengukuran parameter lingkungan meliputi : DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), kecepatan arus air, suhu air, pH air dan tanah, serta kelembaban tanah.
2. Karakterisasi bakteri meliputi : karakter morfologi koloni (form, margin, elevasi, warna dan pertumbuhan di agar miring) dan sel (morfologi sel, cat gram, cat endospora, susunan sel dan motilitas); kemampuan fermentasi gula-gula (glukosa, laktosa, sukrosa, maltosa dan manitol); SIM (*Sulfide Indole Motility*); uji fisiologis (suhu, pH, salinitas, dan resistensi antibiotik); kebutuhan oksigen; hidrolisis sitrat; hidrolisis pati; dan enzim ekstraseluler (katalase, selulase dan proteinase)

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Keseluruhan isolat rhizobakteri yang berasal dari lokasi A dan B dapat dijadikan agensia pengendali hayati yang potensial berdasarkan kemampuannya dalam memproduksi enzim ekstraseluler selulase.
2. Isolat A2 memiliki kemiripan karakter fenotipik Genus Azospirillum; isolat B2 mirip dengan Genus Azotobacteria; isolat A5, B1, B3, B7 mirip dengan Genus Pseudomonas; isolat A2, A3, B4, B5 Genus Bacillus; isolat B8 mirip Genus Microbacterium; dan isolat A1, B6 mirip dengan Genus Micrococcus.

B. Saran

Berdasarkan penelitian ini maka penulis menyarankan beberapa hal berikut:

1. Perlu dilakukan uji kemampuan sebagai bakteri pemacu pertumbuhan tanaman.
2. Perlu dilakukan identifikasi secara molekuler (genomik) untuk mengetahui secara tepat taksosn spesies dari ketiga belas isolat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani., Nuriyani., Maira, L., dan Emalinda, O. 2010. Rhizobakteria Penghasil Fitohormon IAA pada Rhizosfer Tumbuhan Semak Karamunting, Titonia, dan Tanaman Pangan. *J. Solum* 7 (1): 49-60.
- Ahmad F, Ahmad I, Khan MS. 2005. Indole Acetic Acid Production by The Indigenous Isolates of Azototobacter and Fluorescent Pseudomonas in The Presence Absence of Tryptophan. Turkey. *J. Biology* 29:29-34.
- Aiman., U., Bambang, S., dan Didict, H.S. Eksplorasi Mikroba Rhizosfer Tumbuhan Pantai Potensial Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman. Jurnal. Program Studi Agroteknologi Fakultas Agroindustri UMBY.
- Ana, P.G.CM., Pires, C., Moreira, H., Range, A.O.S.S., and Castro., P.ML. 2011. Assesment of The Plant Growth Promotion Abilities of Six Bacterial Isolate Using *Zea mays* as Indicator Plant. *Soil Biology and Biochemistry* 4(2): 1229-1235.
- Andro, T., Chambost, J.P., Kotoujansky, A., Catto, J., Ertheau, Y., Barras. F., Van Gijsegem, F., and Colelo, A. 1984. Mutan of *Erwinia chrysantemi* detective in secretion of pectinase and cellulose. *J. Bacteriology*. 160: 1119-1023.
- Aryantha, I.N.P., Lestari, D.P., dan Pangesti, N.P.D. 2004. Potensi Isolat Bakteri Penghasil IAA dalam Peningkatan Pertumbuhan Kecambah Kacang Hijau pada Kondisi Hidroponik. *J. Mikrobiologi Indonesia*. Vol 9(2): 43-46.
- Araoye P. A. 2009. The Seasonal Variation of pH and Dissolved Oxygen Concentration in Asa Lake Ilorin. *Int. J. of Physical Sciences*, 4(5), pp.271-274.
- Arvianto, Eko Sutarno, Satriadi, A., Handoyo, G. 2016. Pengaruh Arus Terhadap Sebaran Sedimen Tersuspensi di Muara Sungai Silugonggo Kabupaten Pati. *J. Oce*, Vol 5(1): 116-125
- Ashrafuzzaman, M., Hossen, F.A., Ismail, M.R., Houe, Md, A., Islam, M.Z., Shahidullah, S.M., Meon, S. 2009. Efficiency of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) for the Enhancement of Rice Growth. *African Journal of Biotechnology* 8 (7): 1247-1252.
- Assumuth TW, Strandberg T. 1993. Ground-water Contamination at Finnish Landfills. *Water, Air, & Soil Pollution*, 69:179.
- Atchley, A. L., and R. M. Maxwell. 2011. Influences of subsurface heterogeneity and vegetation cover on soil moisture, surface temperature and evapotranspiration at hillslope scales. *Hydrogeol. J.* 19(2), 289–305.
- Atlas, M. R. 2010. *Handbook of Microbiological Media 4th ed.* Washington: ASM Press.

- Baldani, J.L., L Caruso V, Baldani, L.D., Silvia RG, Dobereiner J. 1997. Recent advance in BNF with non-legume plants. *Soil Biology and Biochemistry*. 29: 911-922.
- Bharathi, R., Vivekanathan, R., Harish, S., Ramanathan, A., and Samiyappan, R. 2004. Rhizobacteria-based Bio-formulations for the Management of Fruit Root Infection in Chillies. *J. Microbiol* 50:835-843.
- Benhamou, N., Belanger, N.N., and Paulitz, T.C. 1996. Introduction of Differential Host Responses by *Pseudomonas fluorescens* in Ri T-DNA-Transformed Pesi Roots After Challenge with *Fusarium oxysporum* f. sp. Pisi and *Pythium ultimum*. *Phytopathology*. 86:1174-1185.
- Bhatnagar A. and Bhatnagar M. 2005. Microbial Diversity in Desert Ecosystems. *Curr. Sci.* 6(3): 91-100.
- Black, J.G., and Black J.L. 2012. *Microbiology: Principles and Explorations*, 8th Edition. Denvers: John Wiley & Sons, Inc.
- Bric, J.M., Richard, M.B., and Sara, E.S. 1991. Rapid In Situ Assay for Indol Acetic Acid Production by Bacteria Immobilized on Nitrocellulose Membrane. *Applied Environment Microbiology*. 57:535-538.
- Bruehl, G.W. 1987. *Soilborne Plant Pathogen*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Burnson B. 1938. Seasonal temperature variations in relation to water treatment. *J. Am. Water Works Assoc.* 30, 793.
- Cattelan, A.J., Hartel, P.G., and Fuhrmann, J.J. 1999. Screening for Plant Growth-Promoting Rhizobacteria to Promote Early Soybean Growth. *Soil Sci Soc Am J.* 63:1670-1680.
- Connel, D.W. and Mille, G.J. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Cetakan Pertama. Jakarta: UI Press.
- Dascaluc. 2002. *Hormones and Synthetic Plant Growth Regulators in Agriculture*. Institute of Genetics a Plant Physiology, Academy of Sciences of Moldova, 20 Padurii str., Chisinau, Moldova.
- de Freitas, J.R., Banerjee, M.R., and Germids, J.J. 1997. Phospat-Solubilizing Rhizobacteria Enhance the Growth and Yield but Not Phosphorus Uptake of Canola (*Brassica napus* L.). *Biology and Fertility of Soil* 24:358-364.
- dela Cruz, T.E.E and Torres, J.M.O. 2016. Gelatin Hydrolysis Test Protocol. American Society for Microbiology. Diakses pada 10 Januari 2020 dari www.asmscience.org.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan kelima. Yogyakarta: Kanisius.

- Egamberdiyeva, D. 2007. The Effect of PGPR on Growth and Nutrient Uptake of Maize in Two Different Soils. *Applied Soil Ecology* 36 (1): 184-189.
- Elango, R., Parthasarathi, R., and Megala, S. 2013. Field Level Studies on The Association of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in *Gloriosa superba* L Rhizosphere. *Indian Streams Research Journal* 3(10):1-6.
- El-Azeem S.A.M.A., Mehana T.A., Shabayek, A.A. 2007. Some Plant Growth Promoting Traits of Rhizobacteria at Different Rhizosphere Condition on Growth Parameter of Maize. *International Meeting On Soil Fertility Land Management and Agroclimatology*, 851-856.
- Eliza., Munif, A., Djatnika, I., dan Widodo. 2007. Karakter Fisiologis dan Peranan Antibiosis Bakteri Perakaran Graminae terhadap Fusarium dan Pemacu Pertumbuhan Tanaman Pisang. *J. Hort.* 17(2):150-160.
- Famiglietti, J., J. Rudnicki, and M. Rodell. 1998. Variability in surface moisture content along a hillslope transect: Rattlesnake Hill, Texas. *J. Hydrol.* 210, 259–281.
- Food Safety and Standards Authority of India. 2012. *Manual of Methods Analysis of Foods Microbiological Testing*. New Delhi: Ministry of Health and Family Welfare Government of India.
- Garrity, M.G. 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2nd ed Vol 2 The Proteobacteria Part B The Gammaproteobacteria..* Michigan: Springer.
- Garrity, M.G. 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2nd ed Vol 2 The Proteobacteria Part C The Alpha, Beta, Delta and Epsilonproteobacteria* Michigan: Springer.
- Gholami, A., Shahsavani, S., and Nezzat. 2009. The Effect of Plant Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Germination, Seedling Growth and Yield of Maize. *Pakistan Journal of Biological Science.* 3 (7): 26-32.
- Ghosh, S., Paul, M., Raha, A., Mukherjee, P., Bagchi, A., and Si, A. 2018. Statistical Evaluation of Biochemical Oxygen Demand of River Water. *Advance Pharmaceutical Journal.* 3(4):118-120.
- Glick, B.R., and Penrose, D.M. 2004. *Plant Surface Microbiology. The Use of ACC Deaminase-Containing Plant Growth-Promoting Bacteria to Protect Plants Against the Deleterious Effects of Ethylene.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Hadiotomo, R.S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek: Tehnik dan Prosedur Dasar Laboratorium.* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hardjowigeno, S. 1995. *Ilmu Tanah.* Ed-2. Jakarta: Akademika Presindo.
- Harley, J.P. dan Prescott, L.M. 2002. *Laboratory Exercises in Microbiology.* New York: McGraw Companies.

- Harley, J.P. 2005. *Laboratory Exercises in Microbiology*. New York:Mc-Graw Hill Companies Inc.
- Husen, E., Saraswati, R., and Hastuti, R.D. 2008. Rhizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman. <http://balitanah.litbang.deptan.go.id>. Diakses pada tanggal 6 Mei 2017.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., & Williams, S.T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9nd ed*. Williams and Wilkins. Baltimore.
- Ibisch, R and Borchardt, D. 2009. Integrated Water Resources management (IWRM): from Research to Implementation. www.wasserressourcenmanagement.de.
- Irianto, K. 2007. *Mikrobiologi*. Jakarta: Erlangga.
- Isobe, K.O., Mitsunori, T. Chiem, N.H., Minh, L.Y. and Takada H. 2004. Effect of Environmental Factors on the Relationship between Concentrations of Coprostanol and Fecal Indicator Bacteria in Tropical (Mekong Delta) and Temperate (Tokyo) Freshwaters. *Applied and Environmental Microbiology*. 70 (02), 814–821.
- Jeffries, M and Mills, D. 1996. *Freshwater Ecology, Principles, and Applications*. Chinister, Uk: John Wiley and Sons.
- Jeun, Y.C., Park, K.S., Kim, C.H., Fowler, W.D., and Kloepper, J.W. 2004. Cytological Observation of Cucumber Plants During Induced Resistance Elicited by Rhizobacteria. *Biol. Control*. 29:34-42.
- Joo, G.J., Kim, Y.M., Kim, J.T., Rhae, I.K., *et al*. 2005. Gibberellins-Producing Rhizobacteria Increase Endogeneous Gibberellins Content and Promote Growth of Red Peppers. *J. Microbiology*. 43 (6), 510-517.
- Kafrawi, L., Kumalawati, Z., dan Muliani, S. 2015. Skrining Isolat Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dari Pertanaman Bawang Merah (*Allium asclonicum*) di Gorontalo. Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan.
- Kale, Vijay S. 2016. Consequence of Temperature, pH, Turbidity and Dissolved Oxygen Water Quality Parameters. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*. 3(8), 186-190.
- Khusnuryani, A., Martani, E., Wibawa, T., and Widada, J. Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Fenol dan Pembentuk Biofilm dari Sumber Alami dan Artifisial. *Kaunia X* (1): 40-50.
- Katzung, B.G. 2018. *Basic & Clinical Pharmacology*, 14th Edition. New York: McGraw-Hill Education.
- Kumar, M., Pun, A. 2012. A Review of Permissible Limits of Drinking Water. *Indian J. Occup. Environ. Med.*, 16(1), 40-44.

- Lay, B.W. 1994. *Analisa Mikrobial di Laboeaatorium*. Edisi Pertama. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Leveau, J.H.J. dan Lindow, S.E. 2005. Utilization of The Plant Hormone Indole-3-Acetic Acid for Growth by *Pseudomonas putida* strain 1290. *Applied and Enviromental Microbiology*. 71(5):2365-2371.
- Li, J., and Kremer, R.J. 2000. Rhizobacteria Associated with Weed Seedings in Different Cropping Systems. *Weed Sci*. 48:734-741.
- Loon, Van. 2007. Plant Responses to Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Europe Jurnal Plant Pathology*. 119: 243-254.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., & Parker, J. 2000. *Brock Biology of Microorganisms*. New Jersey: Prentice-Hall.Inc.
- Mannetje, L. 1992. *Pennisetum purpureum* Schumach. In: 't Mannetje, L. and Jones, R.M. (eds) *Plant Resources of South-East Asia No. 4. Forages*. pp. 191-192. (Public Scientific Publisher, Wageningen, the Netherlands).
- Maulina, I.M.N., Khalimi, K., Wirya, G.N.A.S., dan Suprpta, D.N. 2015. Potensi Rhizobakteri yang Diisolasi dari Rhizosfer Tanaman Graminae Non-Padi untuk Memacu Pertumbuhan Bibit Padi. *J. Agric. Sci. and Biotechmo*. 4(1): (1-8).
- Mays, L.W. 1996. *Water Resources Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Mcmillan, S. 2007. *Promoting Growth with PGPR*. Soil Foodweb. Canada Ltd. Soil Biology Laboratory and Learning Centre.
- Mihrani. 2008. Evaluasi Penyuluhan Penggunaan Bokashi Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Rumput Gajah. *Jurnal Agrisistem*. 4(1): .
- Miller, A.J. and Cramer, M.D. 2004. Root Nitrogen Acuisition and Assimilation. *Plant Soil* 274.1-36.
- Munif, A. 2001. *Studies on The Importance on Endophytic for The Biological Control of The Root-Knot Nematode meloidogyne Incognita on Tomato*. [Disertasion]. Germany: Institute for Plant Diseases, University off Bonn.
- Novonty, V. and Olem, H. 1994. *Water Quality, Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. New York: Van Nostrans Reinhold.
- Nurhayati, H. 2006. *Isolasi dan Seleksi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik dari Lahan Kering Masam*. [Skripsi]. Malang: UIN Malang.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*, Eidman, M., Koesbiono, dan Bengen, D.G, Penerjemah; Jakarta: Gramedia. Terjemahan dari: *Marine Biological: An Ecological Approach*.
- PacarynuK, I.H and Danyk, H.C. 2011. *Biology 3400 Principles of Microbiology Laboratory Manual Spring 2012*. Kanada: The University of Lethbridge.

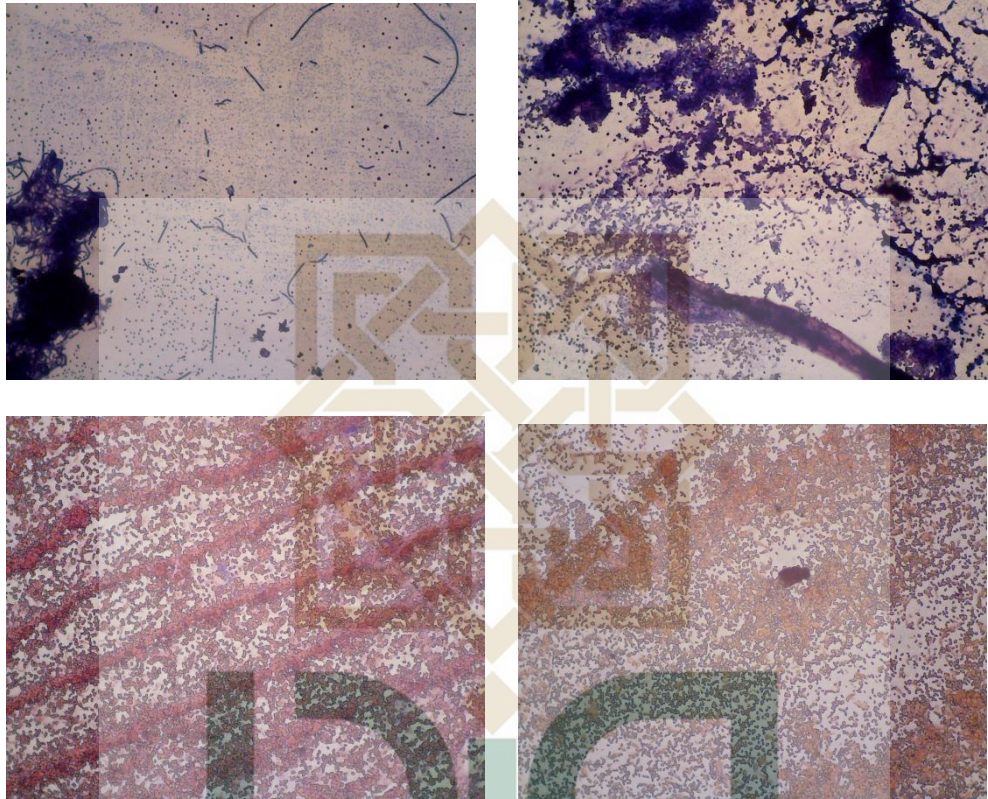
- Podile, A.R and Kishole, K. 2006. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*. Penyunting Plant Associated Bacteria. Netherlands: Springer.
- Purwaningsih, S. 2003. Isolasi, Populasi, dan Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah dari Tanaman Nasional Bogani nani Wartabone, Sulawesi Utara. *Biologi*, 3(1):22-31.
- Petropoulos, George P. 2017. Remote Sensing of Energy Fluxes and Soil Moisture Content. Florida : CRC Press.
- Raaijmaker, J.M., Paulitz, T.C., and Steinberg, C. 2008. The Rhizosphere: A Playground and Battlefield for Soilborn Pathogen and Beneficial Microorganism. *Plant Soil* 10: 1007-1014.
- Rahni, N.M. 2012. Efek Fitohormon PGPR Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays*). *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*, 3(2): 27-35.
- RI. Kementrian Pekerjaan Umum dan Rumah Tangga.2015. Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau. Diakses 20 Februari 2020, dari [http://sda.pu.go.id/dse/dokumen/PERMEN PUPR 28 2015.pdf](http://sda.pu.go.id/dse/dokumen/PERMEN_PUPR_28_2015.pdf).
- Sanderson, M.A. and Paul, R.A. 2008. Perennial Forages As Second Generation Bioenergy Crops. *International Journal of Molecular Sciences*, 9, 768-788.
- Sutariati, G.A.K., Widodo, Suadarsono, Ilyas, S. 2006. Pengaruh perlakuan Rhizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman terhadap Viabilitas Benih serta Pertumbuhan Bibit Tanaman Cabai. *Buletin Agronomi* 34(1): 46-54.
- Teale, W.D., Ivan, A.P., and Klaus, P. 2006. Auxin in Action: Signaling, Transport and The Control of Plant Growth and Development.
- Thakuria, D., Talukdar, N.C., Goswami, C., Harazika, S., Boro, R.C dan Khan, M.R. 2004. Characterization and Screening of Bacteria from Rhizosphere of Rice Grown in Acidic Soils of Assam. *Curr. Sci.* 86:978-985.
- Tsavkelova, E.A., Cherdyntseva, T.A., and Netrusov, A.I. 2005. Auxin Production by Bacteria Associated with Orchid Roots. *Microbiology* 74 (1) : 46-53
- Timmusk, S., Grantcharova, N, Wagner, E.G.H. 2005. Paenibacillus polymyxa Invades Plant Roots and Forms Biofilms. *Applied and Environmental Microbiology* 71 (11): 7292-7300.
- Vasudevan, P., Reddy, M.S., Kavitha, S., Velussany, P, and Paulraj, R.S.D. 2002. Role of Biological Preparations in Enhancement of Rice Seeding Growth and Grain Yiel. *Current Sci*, 83:1140-1143.
- Wahyudi, A.T. 2009. Rhizobacteria Pemacu Pertumbuhan Tanaman: Prospeknya sebagai Agen Biostimulator dan Biokontrol. Nano Indonesia. www.nuance.com. Diakses pada tanggal 10 Januari 2020.

- Waluyo, Lud. 2008. *Tehnik dan Metode Dasar dalam Mikrobiologi*. Malang: UMM Press.
- Wedhastari, S. 2002. Isolasi dan Seleksi *Azotobacter* spp. Penghasil Faktor Tumbuh dan Penambat Nitrogen dari Tanah Masam. *J Ilmu Tanah Lingkungan* 3:45-51.
- Wei, G., Kloepper, J.W., and Tuzun, S. 1991. Induction of Systematic of Systematic Resistance of Cucumber to *Collectotrichum orbiculrae* by Select Strain of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Phytopathol* 81: 1508-1512.
- Whitman, B.W. 2009. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2nd ed Vol 3 The Firmicutes*. London: Springer.
- Whitman, B.W. 2010. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2nd ed Vol 4*. London: Springer.
- Whitman, B.W. 2012. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2nd ed Vol 5 The Actinobacteria Part A*. London: Springer.
- Widawati, S dan Suliasih. 2006. Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, serta Kemampuannya Melarutkan P Terikat di Media Pikovkaya Padat. *Biodiversitas*, 7 (2): 109-113.
- Woodland, J. 2004. *NWFHS Laboratory Procedures Manual Second Edition*. Arizona: Pinetop Fish Health Centre.
- Yolanda *et al.*, 2011. E.M.G., Hernandez, C.A., Hernandez, M.A.M., Esparza, M.B., Cristales, L.F., Ramirez, R.D.M., Contreras and Rojas, J.M. Growth Response of Maize Plantles Inoculated with *Enterobacter* spp., as a Model for Alternative Agriculture. *Revista Argentina de Microbiologia*. Vol. 4(3): 287-293.
- Zribi, M., N. Baghdadi, N. Holah, and O. Fafin. 2005. New methodology for soil surface moisture estimation and its application to ENVISAT-ASAR multi-incidence data inversion. *Remote Sens. Environ.* 96, 485–496.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

Hasil Pewarnaan Gram



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Lampiran 2. Hasil Pengamatan

Tabel Hasil Pengamatan Morfologi Koloni dan Sel

No.	Karakter	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
A.	Morfologi Koloni													
1.	Bentuk	Cir	Irr	Irr	Cir	Irr	Fil	Irr	Cir	Cir	Cir	Fil	Fil	Cir
2.	Tepi	Flt	Flt	Flt	Rs	Flt	Rs	Flt	Flt	Flt	Rs	Flt	Flt	Flt
3.	Elevasi	En	En	En	En	Un	En	Un	Un	Un	En	Lo	Un	En
4.	Warna	Ce	Bn	Ce	Ce	Be	Ce	Ce	Ce	Ce	Ce	Be	Bn	Ce
	Media Slant Agar													
1.	Pertumbuhan	Lb	Tip	Se	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb
2.	Bentuk pertumbuhan	Eff	Bd	Sp	Eff	Eff	Eff	Sp	Sp	Eff	Sp	Eff	Eff	Eff
3.	Kemengkilatan	Ns	Shi	Shi	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Shi	Ns	Ns	Ns
B.	Morfologi Sel													
1.	Sifat gram	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
2.	Bentuk sel	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Co	Ro	Ro	Ro	Co	Ro	Ro
3.	Susunan sel	Sg	Sg	Sg	Ch	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	Ch	Sg	Sg
4.	Endospora	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-
5.	Motilitas	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+

Keterangan: Bd = Beaded; Be = Bening; Bro = Brown; Cir = Circular; Ce = Cream; Ch = Chain; Eff = Effuse; Ent = Entire; Flt = Flat; Fil = Filamentous; Irr = irregular; Lb = Lebat; Lo = Lobate; Raise = Raised; Ro = Rods; Singl = Single; Spin = Spinny; Un = Undulate

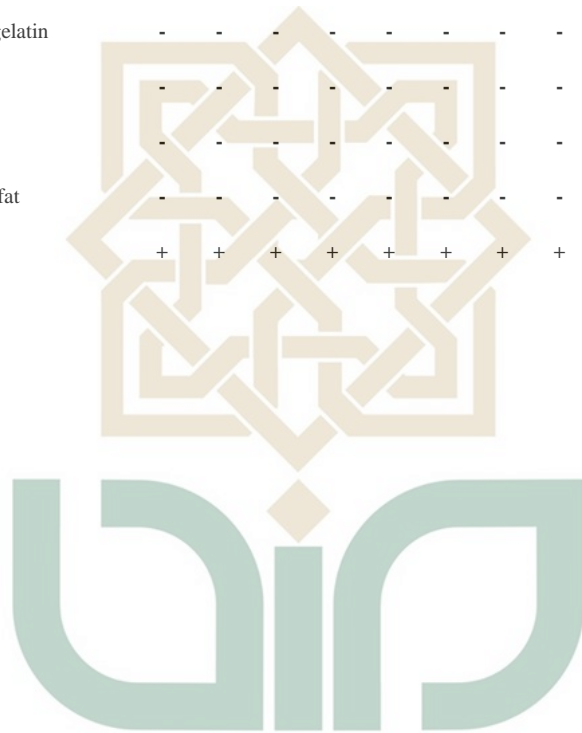
Tabel Uji fisiologis

No.	Uji Fisiologis	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
C.	Pengaruh Suhu °C													
<i>I.</i>	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>2.</i>	35	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>3.</i>	50	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
D.	Pengaruh pH													
<i>I.</i>	5	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>2.</i>	7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>3.</i>	9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
E.	Pengaruh NaCl %													
<i>I.</i>	3	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>2.</i>	6,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>3.</i>	15	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
F.	Resistensi antibiotik													
<i>I.</i>	Amoxycilin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>2.</i>	Cefixime	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>3.</i>	Ciprofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan tabel : (+) = isolat memberikan hasil positif terhadap uji; (-) = isolat memberikan hasil negatif terhadap uji.

Tabel Uji biokimia

No.	Karakter biokimia	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1.	Katalase	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Selulase	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3.	Penghasil H ₂ S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	Hidrolisis sitrat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	Hidrolisis pati	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.	Indol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.	Hidrolisis gelatin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.	Oksidase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.	IAA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.	Pelarut Fosfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.	Aerob	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA

Tabel Uji Fermentasi Karbohidrat

No.	Uji Fermentasi Karbohidrat	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
F.	Asam dari													
1.	Glukosa	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Sukrosa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	=	=
3.	Laktosa	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
4.	Maltosa	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-
5.	Manitol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
G.	Gas dari													
1.	Glukosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	Sukrosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	Laktosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	Maltosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	Manitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA