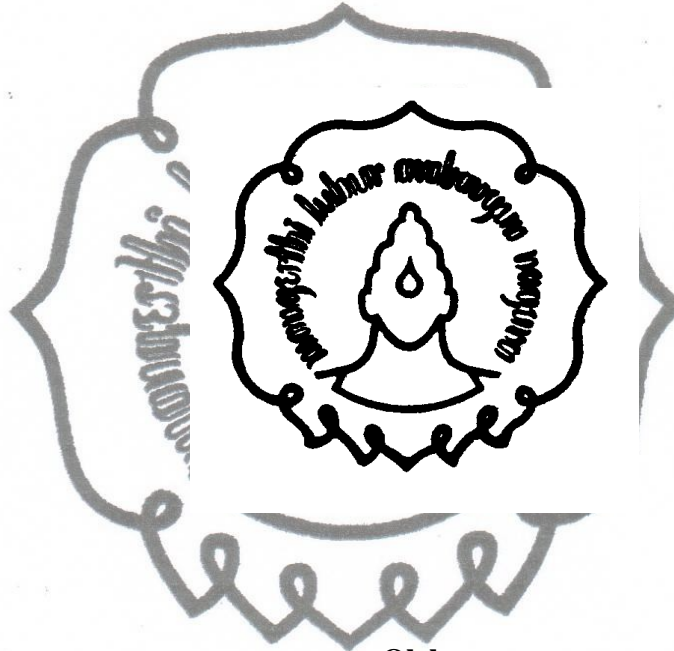


**POTENSI ISOLAT BAKTERI TANAH KAPURAN DALAM MENINGKATKAN
TOLERANSI KACANG HIJAU TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN**

DISERTASI

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



Oleh

YEKTI MARYANI

NIM T651408023




**PROGRAM DOKTOR ILMU PERTANIAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2018**

**POTENSI ISOLAT BAKTERI TANAH KAPURAN DALAM
MENINGKATKAN TOLERANSI KACANG HIJAU TERHADAP
CEKAMAN KEKERINGAN**

DISERTASI

Oleh

**YEKTI MARYANI
NIM T651408023**

Komisi Promotor	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Promotor	Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, MS		.....
Ko-Promotor	Dr. Ir. Widyatmani Sih Dewi, MP		.....
Ko-Promotor	Dr. Ir. Sudadi, MP		.....

**Telah dinyatakan memenuhi syarat
pada tanggal 1 November 2018**

**Ketua Program Doktor Ilmu Pertanian
Program Pascasarjana UNS**









**Dr. Ir. Supriyadi, MS
NIP. 195808131985031003**

**POTENSI ISOLAT BAKTERI TANAH KAPURAN DALAM MENINGKATKAN
TOLERANSI KACANG HIJAU TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN**

DISERTASI

**Oleh
YEKTI MARYANI
NIM T651408023**

TIM PENGUJI

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Prof. Dr. M. Furqon Hidayatulloh, M.Pd.		.....
Sekretaris	Dr. Supriyadi, MS		.....
Anggota Penguji	1. Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, MS		.....
	2. Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, MS		.....
	3. Dr. Ir. Sudadi, MS		.....
	4. Prof. Dr. Ir. Didik Indradewa, Dip. Agr. St.		.....
	5. Dr. Mujiyo, SP., MP.		.....

**Telah dipertahankan dihadapan penguji
pada Ujian Terbuka Promosi Doktor Universitas Sebelas Maret
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
pada tanggal 1 November 2018**

**Mengetahui
Rektor Universitas Sebelas Maret**

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

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

Disertasi yang berjudul: “Potensi Isolat bakteri Tanah Kapuran dalam Meningkatkan Toleransi Kacang Hijau Terhadap Cekaman Kekeringan” ini adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat isi karangan yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan yang disebutkan sumbernya, baik dalam naskah karangan dan daftar pustaka . Apabila ternyata dalam di dalam naskah disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi, baik disertasi beserta gelar doktor saya dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundangan-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70). Publikasi sebagian atau keseluruhan isi disertasi pada jurnal atau forum ilmiah harus menyertakan tim promotor sebagai author dan PPs UNS sebagai institusinya. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, 1 November 2018



Yekti Maryani

NIM T 651408023

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmatNya, sehingga disertasi ini dapat diselesaikan. Disertasi berjudul : Potensi isolat bakteri tanah kapuran dalam meningkatkan toleransi kacang hijau terhadap cekaman kekeringan ini disusun dan diajukan untuk memenuhi persyaratan studi program doktor Ilmu Pertanian, Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa disertasi ini tidak dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya tanpa bantuan berbagai pihak. Sehubungan dengan hal tersebut, peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Ravik Karsidi, M.S. selaku Rektor Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta segenap jajaran rektorat, Prof. Dr. M. Furqon Hidayatulloh, M.Pd., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta, Prof Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, M.S. selaku dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, Dr. Ir. Supriyadi, MS., selaku Ketua Program Studi S3 Ilmu Pertanian, Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta, serta seluruh dosen Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta khususnya Program Studi Ilmu Pertanian yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menempuh studi S3. Demikian juga kepada seluruh Tata Usaha dan karyawan Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberikan pelayanan kemudahan administrasi.
2. Tim pembimbing, Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, MS sebagai promotor, Dr. Ir. Widyatmani Sih Dewi, MP dan Dr. Ir. Sudadi, MP sebagai Ko-promotor yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, masukan, dan motivasi hingga selesai disertasi ini.
3. Prof. Drs. Sutarno, M.Sc. Ph.D. selaku ketua penguji, Prof. Dr. M. Furqon Hidayatulloh, M.Pd., selaku sekretaris penguji, beserta anggota penguji: Prof Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, MS; Dr. Ir. Supriyadi, MS.; Prof. Ir. Irfan Dwidya

Prijambada, M.Eng., P.hD. dan Dr. Ir. Mujiyo, MS yang telah memberikan masukan, saran dan perbaikan disertasi ini.

4. Dr. H. Pardimin , M.Pd., Ph.D., selaku Rektor Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta yang telah berkenan memberikan dukungan kepada peneliti untuk menyelesaikan studi program doktor (S3), Ir. Sri Endah Prasetyowati S., MP, selaku Dekan beserta keluarga besar Fakultas Pertanian Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta yang telah membantu dan memberi dalam menyelesaikan studi ini.
5. Kedua orang tuaku Bapak Sadino dan Ibu Hj. Rusti Sumartiyah atas semua doa dan dukungan moral yang tidak pernah terbalaskan serta adik-adikku Sri Suwarni, BA., Dra. Yekti Herlina, MSn., M. Sugeng Haryadi, Rachmawati Sri Minarsih, SAg., Sri Lestari N., SP., M. S. Arifiyanto, SH atas doa dan dukungan yang diberikan.
6. Suamiku Ir. Rohlan Rogomulyo, MP, anak-anakku Rembanang Anindita, SP, MSc., Putri Lindhang Kirana, SP, Maya Nilamsari, Sekar Lananingrum, STP, menantu-menantuku Sandi Abdulrachman, SPd., Dimas Budi Satya, Satria Dani Firmansyah, cucu-cucuku M. Ombak Biru, Fawwazio Sandi, Almarwah Langit Jingga, Jenar Bumi Arkana, Diandra Syarafina Permadani dan Malauna Maliq Zain atas doa, cinta, kasih sayang, serta dukungan untuk menyelesaikan studi ini.
7. Kedua Bapak dan Ibu Mertuaku Bapak Siswoyo (Almarhum) dan Ibu Soebandiyah (Almarhumah) beserta kakak-kakak iparku yang kami hormati dan sayangi.
8. Semua keluarga besarku yang tidak dapat disebutkan satu per satu terimakasih atas doa, dukungan dalam menyelesaikan studi ini.
9. Semua rekan-rakan seperjuangan Ilmu Pertanian, khususnya angkatan 2014 atas semua dukungan, motivasi, semangat, dan kebersamaan dalam penyelesaian studi.

Penulis menyadari dalam disertasi ini masih terdapat kelemahan dan kekurangan. Akhirnya penulis berharap agar disertasi ini bermanfaat bagi banyak pihak terkait untuk masa sekarang maupu dimasa mendatang.

Surakarta, 1 November 2018

Penulis



SUMMARY

YEKTI MARYANI. T651408023. Potential Calcareous Soil Bacteria Isolate to Improve Mung Bean Tolerance to Under Drought Stress. Promotor. : Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, MS, Co. Promotor : Dr. Ir. Widyatmani Sih Dewi, MP and Dr. Ir. Sudadi, MP. Dissertation of Doctoral Program of Agricultural Science, Postgraduate Program, Sebelas Maret University, Surakarta, 2018.

Gunung Kidul regency is geographically divided into calcareous and non calcareous soils. Calcareous soil has limitations including mostly hilly terrain, deep hardpan layer, calcareous stone and shallow cultivated layer. Furthermore, it has disadvantageous climate such as a long dry season, a short rainy season and high temperature. Bacteria are microorganisms in Gunungkidul regency, which is divided into two geographical features of calcareous soil and non calcareous soil. Therefore, calcareous soil in Gunungkidul regency has the likelihood of isolating bacteria in order to obtain bacteria that help plants to grow well.

Bacteria are microorganisms that have high survival and can survive in various stress conditions such as hot water, cold water, anaerobe, acid, base, dryness and so on. Therefore, calcareous soil and non calcareous soil area in Gunungkidul has the possibility of isolating bacteria in order to obtain bacteriaa that can help plants to live well in osmotic stress condition. Bacteria that are tolerant of osmotic stress have the capability of forming an osmoprotectant compound. Osmoprotectant compound synthesized by bacteria is glycine betaine. Osmoprotectant bacteria can help other organisms that cannot form glycine betaine by secreting glycine betaine into the environment.

This research aimed to study the ability of osmoprotectant bacteria isolates to support mung bean growth under drought stress. The bacteria isolates are capable to produce the osmoprotectant compound as glycine betain, can help other organisms secreting glycine betaine into the environment. Glycine betaine is an osmolyte synthesized by bacteria to protect it from osmotic stress such as dry soil, which also indicator of : *E. coli* osmotic stress during bacteria colony forming.

Mung bean is the third most important commodity in Indonesia after soybean and peanut, but the production is low and not sufficient to meet the needs. Productivity is very low, only of 1.162 ton ha⁻¹. The efforts to mung bean production can be done by field extension, including to marginal land such as dry land. Mung bean can be cultivated on dry land with technology support called inoculation of osmoprotectant bacteria, plant be tolerance to drought stress.

Isolates bacteria calcareous having resistance to osmotic stress are from strain A124-k and Ver5-k, isolate bacteria of strain A124-k can produce glycine betaine of 9.93 mg g⁻¹ cell and isolate bacteria of Ver5-k can produce glycine betaine of 11.12 mg g⁻¹ cell. Isolates bacteria non calcareous having resistance to osmotic stress are from strain U116-k and U124-a, isolate bacteria of strain U116-k can produce glycine betaine of 5.66 mg g⁻¹ cell and isolate bacteria of U124-a can produce glycine betaine of 7.92 mg g⁻¹ cell. Isolate bacteria of strain A124-k form IAA 7089.32 ppm g⁻¹ cell, while strain ver5-k forms 9619.96 ppm g⁻¹ cell, U116-k forms 6713.46 ppm g⁻¹ cell and U124-a forms 6673.04 ppm g⁻¹ cell.

The density of osmoprotectant bacteria isolates ver5-k in mung bean rhizosphere was higher than that at osmoprotectant bacteria isolates A124-k. glycine betain production of osmoprotectant bacteria isolates Ver5-k is higher than that at osmoprotectant bacteria isolates A124-k. This indicates that inoculation of osmoprotectant bacteria which isolated and screened from calcareous soil of Gunungkidul supported mung bean growth under field capacity soil moisture and improved the resilience of mung bean to drought stress.

Inoculation of rhizobium can support mung bean growth and yield. Inoculation of isolates osmoprotectant bacteria A124-k and Ver5-k can support mung bean growth and yield. Osmoprotectant bacteria isolate did not effect rhizobium in mung bean rhizosphere.

Isolates calcareous having resistance to osmotic stress are from strain A124-k and Ver5-k. Isolate of strain A124-k and Ver5-k can produce glycine betaine of 9.93 mg g⁻¹ cell and 11.12 mg g⁻¹ cell. inoculation of osmoprotectant bacteria A124-k and Ver5-k supported mung bean growth under field capacity soil moisture and improved the

resilience of mung bean to drought stress. Osmoprotectant bacteriaa isolate A124-k and Ver5-k did not effect rhizobium in mung bean rhizosphere.

Keywords: bacteria, calcareous, glycine betaine, mung bean, drought stress.



RINGKASAN

YEKTI MARYANI. T651408023. Potensi Isolat Bakteri Tanah Kapuran dalam Meningkatkan Toleransi Kacang Hijau Terhadap Cekaman kekeringan. Promotor. : Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, MS, Co. Promotor : Dr. Ir. Widyatmani Sih Dewi, MP dan Dr. Ir. Sudadi, MP. Disertasi Program Doktor Ilmu Pertanian, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2018.

Kabupaten Gunungkidul merupakan kawasan batuan kapuran yang memiliki keterbatasan ketersediaan air bagi makhluk hidup baik manusia, hewan, tumbuhan dan mikrobial. Tanah batuan kapuran memiliki keterbatasan yaitu sebagian besar bentang permukaan lahan bergunung, lapisan padas tebal, lahan berbatu kapuran, lapis olah dangkal. Selain itu memiliki kondisi cuaca yang kurang menguntungkan yaitu musim kemarau panjang, musim hujan pendek dan suhu udara panas. Dalam kondisi ini masih ada beberapa tanaman yang mampu hidup dengan baik karena didukung oleh bakteri di daerah perakarannya. Oleh karena itu dari perakaran tanaman yang mampu hidup baik pada saat tercekam kekeringan di kawasan tanah kapuran di kabupaten Gunungkidul berpeluang untuk diisolasi bakteri-bakteri untuk membantu tanaman hidup dengan baik pada kondisi cekaman kekeringan.

Salah satu cara peningkatan toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan adalah menggunakan bakteri penghasil osmoprotektan. Bakteri penghasil osmoprotektan mampu membantu organisme lain yang tidak mampu menghasilkan osmoprotektan. Bakteri penghasil osmoprotektan akan mensekresikan senyawa osmoprotektan ke lingkungan dan diserap organisme lain atau dengan mekanisme bakteri osmoprotektan menyerap air ke lingkungannya.

Tanaman kacang hijau termasuk tanaman pangan penting dan sudah lama dibudidayakan di Indonesia. Tanaman kacang hijau menduduki posisi luasan produksi ketiga dari tanaman kacang-kacangan yang diusahakan di Indonesia yaitu setelah tanaman kedelai dan kacang tanah. Produksi kacang hijau di Indonesia masih rendah dan belum mampu memenuhi kebutuhan domestik.

Usaha meningkatkan produksi kacang hijau untuk memenuhi kebutuhan dapat dilakukan dengan perluasan lahan, termasuk lahan marginal seperti lahan kering. Kacang hijau dapat dibudidayakan di lahan marginal seperti lahan kapuran, lahan kering. Salah satu teknik budidaya kacang hijau dilahan marginal yaitu dengan memberi bakteri penghasil osmoprotektan untuk membantu tanaman toleran terhadap cekaman kekeringan.

Tujuan penelitian kajian satu adalah mengisolasi, menskrening, dan mengkarakterisasi isolat bakteri dari tanah kapuran di kabupaten Gunungkidul penghasil osmoprotektan berupa glisin betain. Tujuan kajian dua adalah mengkaji potensi isolat bakteri dari tanah kapuran di kabupaten Gunungkidul penghasil osmoprotektan dalam meningkatkan pertumbuhan kacang hijau kondisi cekaman kekeringan. Tujuan ketiga adalah mengkaji pengaruh isolat bakteri penghasil osmoprotektan terhadap simbiosis rhizobium dengan kacang hijau pada kondisi tercekam kekeringan.

Isolat bakteri tanah kapuran yang memiliki ketahanan terhadap cekaman osmotik lebih tinggi daripada isolat bakteri tanah non kapuran. Isolat bakteri tanah kapuran strain Ver5-k dan Al24-k memproduksi glisin betain berturut-turut sebesar 11,12 mg/g sel dan 9,93 mg/g sel. Isolat bakteri tanah non kapuran strain UI 24 dan UI16 memproduksi glisin betain berturut-turut sebesar 5,66 mg/g sel dan 7,92 mg/g sel. Isolat bakteri tanah kapuran strain Ver5-k dan Al24-k memproduksi asam indol asetat ekstraseluler berturut-turut sebesar 9.419,96 ppm/g sel dan 7.089,04 ppm/g sel. Isolat bakteri tanah non kapuran strain UI24 dan UI16 memproduksi asam indol asetat ekstraseluler berturut-turut sebesar 6.673,04 ppm/g sel dan 6.713,46 ppm/g sel.

Kepadatan isolat bakteri Ver5-k di rhizosfer kacang hijau lebih tinggi daripada kepadatan isolat bakteri Al24-k. Produksi glisin betain isolat bakteri Ver5-k lebih tinggi daripada produksi glisin betain isolat bakteri Al24-k. Inokulasi bakteri Al24-k dan Ver5-k mampu meningkatkan toleransi kacang hijau terhadap cekaman kekeringan.

Inokulasi rhizobium memberikan pertumbuhan dan hasil lebih baik daripada tanpa inokulasi rhizobium. Inokulasi bakteri Al24-k dan Ver5-k tidak berpengaruh terhadap simbiosis kacang hijau dengan rhizobium. Inokulasi isolat bakteri osmoprotektan Al24-k dan Ver5-k memberikan pertumbuhan dan hasil kacang hijau lebih tinggi daripada tanpa inokulasi isolat bakteri osmoprotektan (kontrol). Inokulasi Al24-k _50 % kapasitas lapangan dan inokulasi Ver5-k _kapasitas lapangan 50 % memberikan hasil polong kering kacang hijau sama dengan kontrol.

Isolat bakteri tanah kapuran yang memiliki ketahanan terhadap cekaman osmotik tinggi yaitu isolat bakteri strain Al24-k dan Ver5-k. Isolat bakteri strain Al24-k memproduksi glisin betain sebesar 9,9251 mg/g sel dan isolat bakteri strain Ver5-k membentuk glisin betain sebesar 11,1218 mg/g sel. Inokulasi bakteri Al24-k dan Ver5-k memiliki potensi meningkatkan toleransi kacang hijau terhadap kondisi cekaman kekeringan. Inokulasi isolat bakteri penghasil osmoprotektan Al24-k dan Ver5-k tidak berpengaruh terhadap simbiosis kacang hijau dengan rhizobium.

Kata Kunci: bakteri, tanah kapuran, glisin betain, kacang hijau, cekaman kekeringan

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAM PENGESAHAN TIM PROMOTOR	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI DISERTASI	iv
KATA PENGANTAR	v
SUMMARY	viii
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
 BAB I	
PENDAHULUAN	1
A. Latar Balakang	1
B. Keaslian dan Kebaruan Penelitian	2
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
 BAB II	
LANDASAN TEORI	5
A. Tinjauan Pustaka	5
1. karakteristik Bakteri	5
a. Bakteri	5
b. Osmoprotektan	6
2. Cekaman kekeringan pada tanaman	9
3. Simbiosis bakteri osmoprotektan-kacang hijau-rhizobium	11
B. Kerangka Berpikir	12
1. Bakteri tanah kapuran	12
2. Cekaman Kekeringan pada tanaman	13
3. Simbiosis bakteri osmoprotektankacang hijau-Rhizobium	14
C. Hipotesis	14
D. Alir Penelitian	14

BAB III	METODE PENELITIAN	19
	A. Tempat Penelitian	19
	B. Bahan dan Alat Penelitian	19
	1. Bahan penelitian	19
	2. Alat Penelitian	19
	C. Tatalaksana Penelitian	20
	1. Isolasi dan skrining bakteri tanah kapuran yang toleran cekaman osmotik di kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta	20
	a. Isolasi dan skrining bakteri	20
	b. Pembentukan glisin betain	21
	c. Uji biokimia terhadap isolat bakteri tanah kapuran dan tanah non kapuran	23
	d. Pembentukan asam Indol asetat	23
	2. Studi bakteri osmoprotektan untuk memperbaiki pertumbuhan kacang hijau kondisi cekaman kekeringan	24
	a. Kepadatan bakteri di rhizosfer kacang hijau .	25
	b. Produksi glisin betain	25
	c. Pertumbuhan kacang hijau	25
	3. Studi bakteri osmoprotektan dan rhizobium untuk memperbaiki hasil kacang hijau kondisi cekaman kekeringan	26
	a. Kepadatan bakteri di rhizosfer kacang hijau .	27
	b. Produksi glisin betain	28
	c. Pengamatan bintil akar	28
	d. Pertumbuhan dan hasil tanaman	28
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
	A. Hasil Penelitian	30
	1. Isolasi dan skrining bakteri tanah kapuran yang toleran cekaman osmotik di kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta	30
	a. Pendahuluan	30
	b. Metode penelitian	32
	c. Hasil dan pembahasan	33
	d. Kesimpulan	40
	2. Studi bakteri osmoprotektan untuk memperbaiki pertumbuhan kacang hijau kondisi cekaman kekeringan	40
	a. Pendahuluan	40
	b. Metode penelitian	42

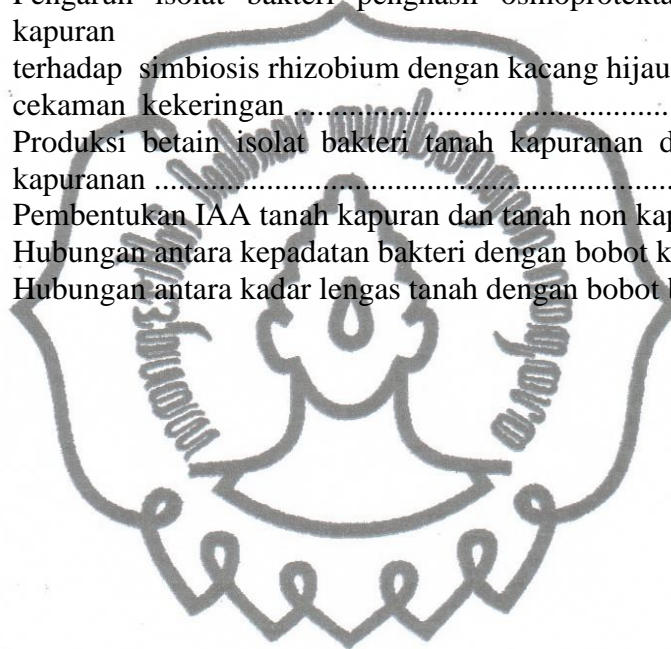
c. Hasil dan pembahasan	44
d. Kesimpulan	50
3. Studi bakteri osmoprotektan dan rhizobium untuk memperbaiki hasil kacang hijau kondisi cekaman kekeringan	51
a. Pendahuluan	51
b. Metode penelitian	52
c. Hasil dan pembahasan	54
d. Kesimpulan	67
B. Pembahasan Umum	67
C. Keterbatasan Penelitian	70
 BAB V. KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN	72
A. Kesimpulan	72
B. Implikasi	72
B. Saran	72
 DAFTAR PUBLIKASI HASIL DISERTASI	74
 DAFTAR PUSTAKA	75
 LAMPIRAN	79

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Toleransi isolate bakteri pada medium M 63 agar dengan berbagai konsentrasi NaCl	33
Tabel 2.	Morfologi bakteri tanah kapuranan Al24-k dan ver5-k	36
Tabel 3.	Ringkasan hasil analisis varian (uji F) kepadatan isolat bakteri di rizosfer, pembentukan glisin betain isolat bakteri, tinggi tanaman, jumlah daun per tanaman, luas daun per tanaman dan bobot kering per tanaman	42
Tabel 4.	Kepadatan isolat bakteri di rizosfer kacang hijau dan pembentukan glisin betain isolat bakteri	43
Tabel 5.	Tinggi tanaman, jumlah daun per tanaman, dan luas daun per tanaman umur enam minggu	44
Tabel 6.	Bobot kering tanaman per tanaman umur enam minggu	45
Tabel 7.	Hubungan antar variabel	47
Tabel 8.	Ringkasan hasil analisis varian (uji F) kepadatan isolat bakteri di rizosfer, pembentukan glisin betain isolat bakteri, tinggi tanaman, jumlah daun per tanaman, luas daun per tanaman dan bobot kering per tanaman	52
Tabel 9.	Kepadatan isolat bakteri di rizosfer kacang hijau dan pembentukan glisin betain isolat bakteri	53
Tabel 10.	Jumlah bintil akar dan berat kering bintil akar kacang hijau umur 6 minggu	54
Tabel 11.	Bobot kering tanaman, jumlah polong per tanaman, bobot polong kering per tanaman, bobot biji kering per tanaman, bobot 100 biji perlakuan rhizobium	55
Tabel 12.	Bobot kering tanaman, jumlah polong per tanaman, bobot polong kering per tanaman, bobot biji kering per tanaman, bobot 100 biji pada perlakuan isolat bakteri	56
Tabel 13.	Bobot kering tanaman, jumlah polong per tanaman, bobot polong kering per tanaman, bobot biji kering per tanaman, bobot 100 biji pada perlakuan rhizobium_kadar lengas tanah	57
Tabel 14.	Bobot kering tanaman, jumlah polong per tanaman, bobot polong kering per tanaman, bobot biji kering per tanaman, bobot 100 biji perlakuan isolat bakteria_kadar lengas tanah	59
Tabel 15.	Hubungan antar variabel	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Diagram alir tahapan penelitian	15
Gambar 2.	Isolasi dan karakterisasi isolat bakteri penghasil osmoprotektan berupa glisin betain	16
Gambar 3.	Pengaruh isolat bakteri penghasil osmoprotektan dalam meningkatkan toleransi kacang hijau terhadap cekaman kekeringan	17
Gambar 4.	Pengaruh isolat bakteri penghasil osmoprotektan dari tanah kapuran terhadap simbiosis rhizobium dengan kacang hijau pada kondisi cekaman kekeringan	18
Gambar 5.	Produksi betain isolat bakteri tanah kapuran dan tanah non kapuran	35
Gambar 6.	Pembentukan IAA tanah kapuran dan tanah non kapuran	37
Gambar 7.	Hubungan antara kepadatan bakteri dengan bobot kering	50
Gambar 8.	Hubungan antara kadar lengas tanah dengan bobot biji kering	66



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Maryani, Y., Sudadi, W. S. Dewi, A. Yunus. 2019. Isolation and screening of calcareous and non calcareous soil rhizobacteria producing osmoprotectant and indol acetic acid in Gunungkidul, Yogyakarta, Indonesia. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. Issue 1 2019 (accepted).
- Lampiran 2. Maryani, Y., Sudadi, W. S. Dewi, A. Yunus. 2018. Study on rhizobium interaction with osmoprotectant rhizobacteria for improving mung bean yield. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 129 012011.
- Lampiran 3. Maryani, Y., Sudadi, W. S. Dewi, A. Yunus. 2018. Study on osmoprotectant rhizobacteria to improve mung bean growth under drought stress. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 129 012014.

