

**PENGARUH PEMBERIAN *Plant Growth Promoting
Rhizobacteria (Bacillus subtilis dan Pseudomonas fluorescens)*
TERHADAP PENYAKIT BULAI PADA TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays* L.)**

Oleh

ZAINUDIN

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN

MALANG

2013

PENGARUH PEMBERIAN *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Bacillus subtilis)* dan (*Pseudomonas fluorescens*) TERHADAP PENYAKIT BULAI PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)

Oleh :

ZAINUDIN

0910480299

**MINAT PENYAKIT TANAMAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

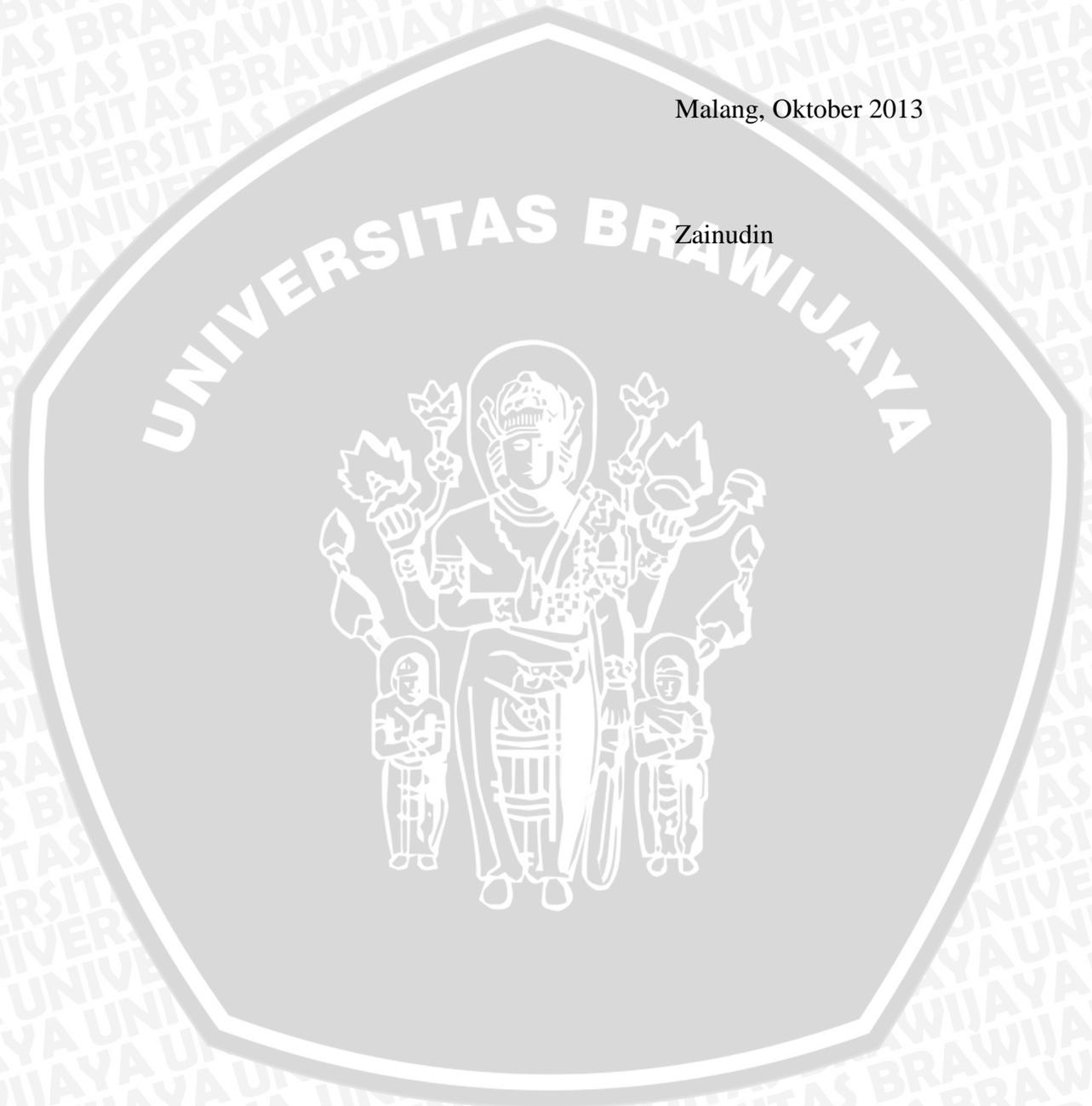
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN
MALANG
2013**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dari sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Malang, Oktober 2013

Zainudin



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : **PENGARUH PEMBERIAN *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Bacillus subtilis)* dan (*Pseudomonas fluorescense*) TERHADAP PENYAKIT BULAI PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*)**

Nama Mahasiswa : Zainudin

NIM : 0910480299

Jurusan : Hama dan Penyakit Tanaman

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Penyakit Tanaman

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS
NIP. 1955081 198002 1 002

Luqman Qurata Aini, SP., Msi., Ph.D
NIP. 19720919 199802 1 001

Mengetahui,
Ketua jurusan Hama dan Penyakit Tanaman

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS
NIP. 1955081 198002 1 002

Luqman Qurata Aini, SP., Msi., Ph.D
NIP. 19720919 199802 1 001

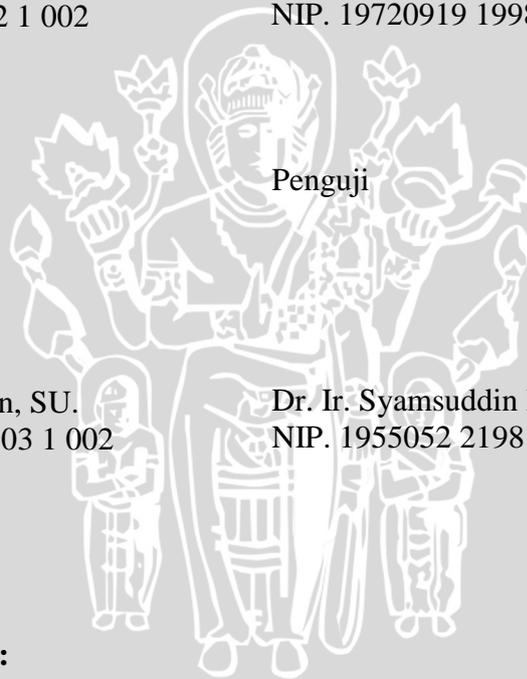
Ketua Majelis

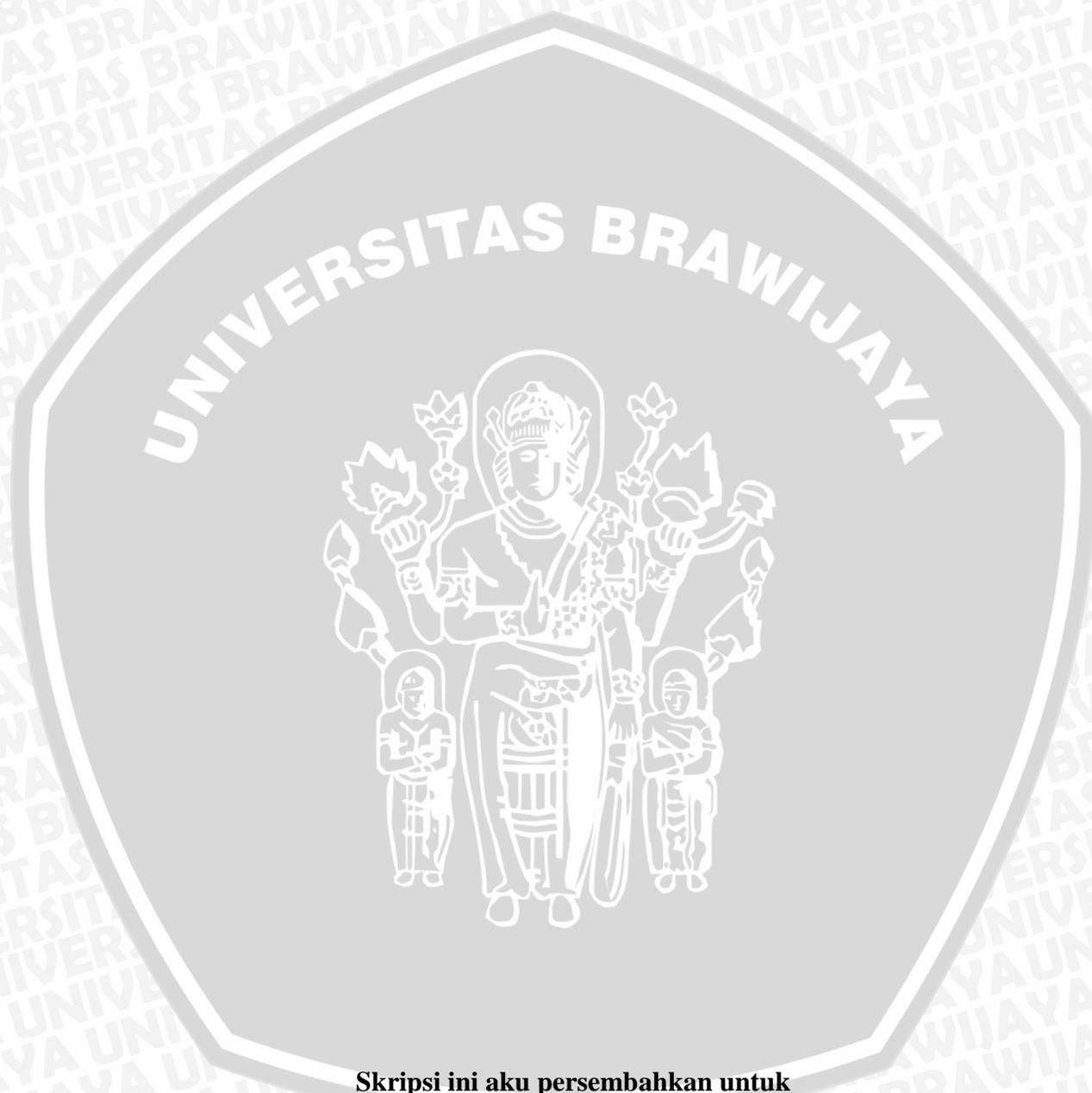
Penguji

Dr. Ir. Toto Himawan, SU.
NIP. 19551119 198303 1 002

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS
NIP. 1955052 2198103 1 006

Tanggal Ujian Lulus :





**Skripsi ini aku persembahkan untuk
Kedua orang tua tercinta serta Kakakku tersayang**

RINGKASAN

ZAINUDIN. 0910480299. PENGARUH PEMBERIAN *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Bacillus subtilis)* dan (*Pseudomonas fluorescense*) TERHADAP PENYAKIT BULAI PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea Mays L.*). Di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS dan Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D

Jagung (*Zea Mays L.*) merupakan bahan pangan sumber karbohidrat kedua setelah beras dan bahan baku industri untuk pakan ternak (Najayati dan Danarti, 1999). Namun produksi jagung menurun hingga 95% (Hamijaya, Asikin dan Thamrin 2001) akibat serangan penyakit bulai pada umur 2-5 minggu (AAK, 1993).

PGPR merupakan bakteri aktif yang mengkolonisasi akar tanaman dengan memiliki tiga peran utama bagi tanaman yaitu sebagai biofertilizer, biostimulan dan bioprotektan (Rai, 2006). PGPR juga memproduksi siderofor penghelat Fe, antibiotik dan HCN diproduksi oleh beberapa bakteri PGPR dan telah dikaitkan dengan kemampuannya mereduksi patogen tanaman serta rhizobakteria yang bersifat toksik (Dewi, 2007).

Van Loon (1997) menyatakan bahwa rhizobakteria dapat menginduksi ketahanan sistemik pada tanaman yang secara fenotipik sama dengan ketahanan terinduksi atau yang disebut *Induced Systemic Resistance (ISR)*. Adanya ketahanan terinduksi dapat diketahui dari pengurangan gejala penyakit, perubahan faktor-faktor biokimia di dalam tanaman yang menyebabkan tanaman tahan terhadap penyakit. Mekanisme ketahanan terinduksi yaitu perubahan struktural tanaman inang, pembentukan protein pertahanan, pembentukan enzim kitinase, lignifikasi dan reaksi hipersensitif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)* dalam mengendalikan penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*) pada jagung untuk menjadi strategi pengendalian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Penelitian dilakukan di laboratorium Bakteriologi dan rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada bulan Januari – Mei 2013. Alat yang digunakan selama penelitian antara lain autoklaf, oven, mikroskop, mikropipet, timbangan analitik, *orbital shaker*, SPAD-502 *Chlorophyll meter*, sentrifus dan *laminar air flow*. Bahan yang digunakan adalah media NB, 5 strain *B. subtilis* dan 2 strain *P. fluorescens*, jagung hibrida varietas P21, arang sekam steril, media Kings'B, formalin 4%, dan pot ukuran 3 kg.

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian ini ada 9 perlakuan dan diulang 3 kali. Pengamatan dilakukan selama 4 minggu setelah inokulasi penyakit. Parameter pengamatan meliputi intensitas penyakit, diameter batang, tinggi tanaman, jumlah daun, kandungan khlorofil, panjang akar, bobot segar akar dan bobot kering akar.

Penggunaan PGPR (*B. subtilis* dan *P. fluorescense*) dapat menekan serangan penyakit bulai. Pada pengamatan 4 MSI, bakteri *B. subtilis* 4 dan 5 dapat menekan intensitas serangan hingga 50% bila dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan penggunaan fungisida berbahan aktif dimetromorf dapat menekan hingga 80% bila dibandingkan kontrol.

SUMMARY

ZAINUDIN. 0910480299. EFFECT OF Plant Growth Promoting Rhizobacteria (*Bacillus subtilis*) and (*Pseudomonas fluorescense*) downy mildew OF THE CORN (*Zea mays* L.). supervised by Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS dan Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D

Maize (*Zea Mays* L.) is the second source of carbohydrate food after rice and raw materials for animal feed industry (Najayati and Danarti, 1999). However, maize production declined by 95% (Hamijaya, Asikin and Thamrin 2001) due to downy mildew attack at the age of 2-5 weeks (AAK, 1993).

PGPR is an active bacteria that colonize plant roots to have three major roles for the plant as biofertilizer, biostimulan and bioprotektan (Rai, 2006). PGPR also produce siderophores penghelat Fe, antibiotics and HCN produced by some bacteria have been associated with PGPR and plant pathogens as well as its ability to reduce rhizobakteria that are tosik (Dewi, 2007).

Van Loon (1997) states that rhizobacteria can induce systemic resistance in plants that are phenotypically similar to induced resistance or the so-called Induced Systemic Resistance (ISR). The existence of induced resistance can be seen from the reduction of disease symptoms, changes in biochemical factors in plants that cause plant disease resistance. Resistance mechanisms are induced structural changes in the host plant, the establishment of defense proteins, chitinase enzyme formation, lignification and hypersensitivity reactions. This study aims to determine the potential of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in the control of downy mildew (*Peronosclerospora maydis*) on corn for a control strategy that is environmentally friendly and sustainable.

The study was conducted in the laboratory and greenhouse Bacteriology Brawijaya University in January - May 2013. The tools used for the study include autoclave, oven, microscope, micropipette, analytical scales, orbital shaker, SPAD-502 chlorophyll meter, centrifuges and laminar air flow. Materials used are NB medium, 5 strains of *B. subtilis* and two strains of *P. fluorescens*, P21 hybrid maize varieties, sterile husk charcoal, Kings'B, formalin 4%, and 3 kg pot size.

Methods of research using randomized block design (RBD) conducted in greenhouses Brawijaya University. This study there were 9 treatment and repeated 3 times. Observations made during the 4 weeks after inoculation disease. Parameters include the intensity of disease surveillance, stem diameter, plant height, number of leaves, chlorophyll content, root length, root fresh weight and root dry weight.

The use of PGPR (*B. subtilis* and *P. fluorescense*) can suppress downy mildew attack. In observation 4 WAI (Week After Inoculation), bacteria *B. subtilis* 4 and 5 can suppress the intensity of the attacks by 50% when compared with controls. While the use of fungicide active ingredient dimetromorf can hit up to 80% when compared to controls.

KATA PENGANTAR

Segala puji penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Bacillus subtilis)* dan (*Pseudomonas fluorescense*) Terhadap Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*)”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS dan Luqman Qurata Aini, SP., Msi., Ph.D., selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan, dan bimbingannya kepada penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Bambang Tri Raharjo, SU dan Dr. Ir. Toto Himawan, SU. selaku dosen pembimbing akademik atas segala nasihat dan bimbingannya kepada penulis, beserta seluruh dosen atas bimbingannya dan arahan yang selama ini diberikan serta kepada karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua dan kakak atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Juga kepada rekan-rekan PRISMA, HIMAPTA dan angkatan 2009 atas bantuan dan dukungan selama ini. Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Oktober 2013

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Probolinggo pada tanggal 1 Nopember 1990 sebagai putra kedua dari dua bersaudara dari Bapak Dowi dan Ibu Suharti.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Muneng Leres 1 pada tahun 1997 sampai tahun 2003, kemudian penulis melanjutkan ke SLTPN 2 Sumberasih pada tahun 2003 dan selesai pada tahun 2006. Pada tahun 2006 sampai tahun 2009 penulis studi di SMAN 2 Probolinggo. Pada tahun 2009 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur SNMPTN.

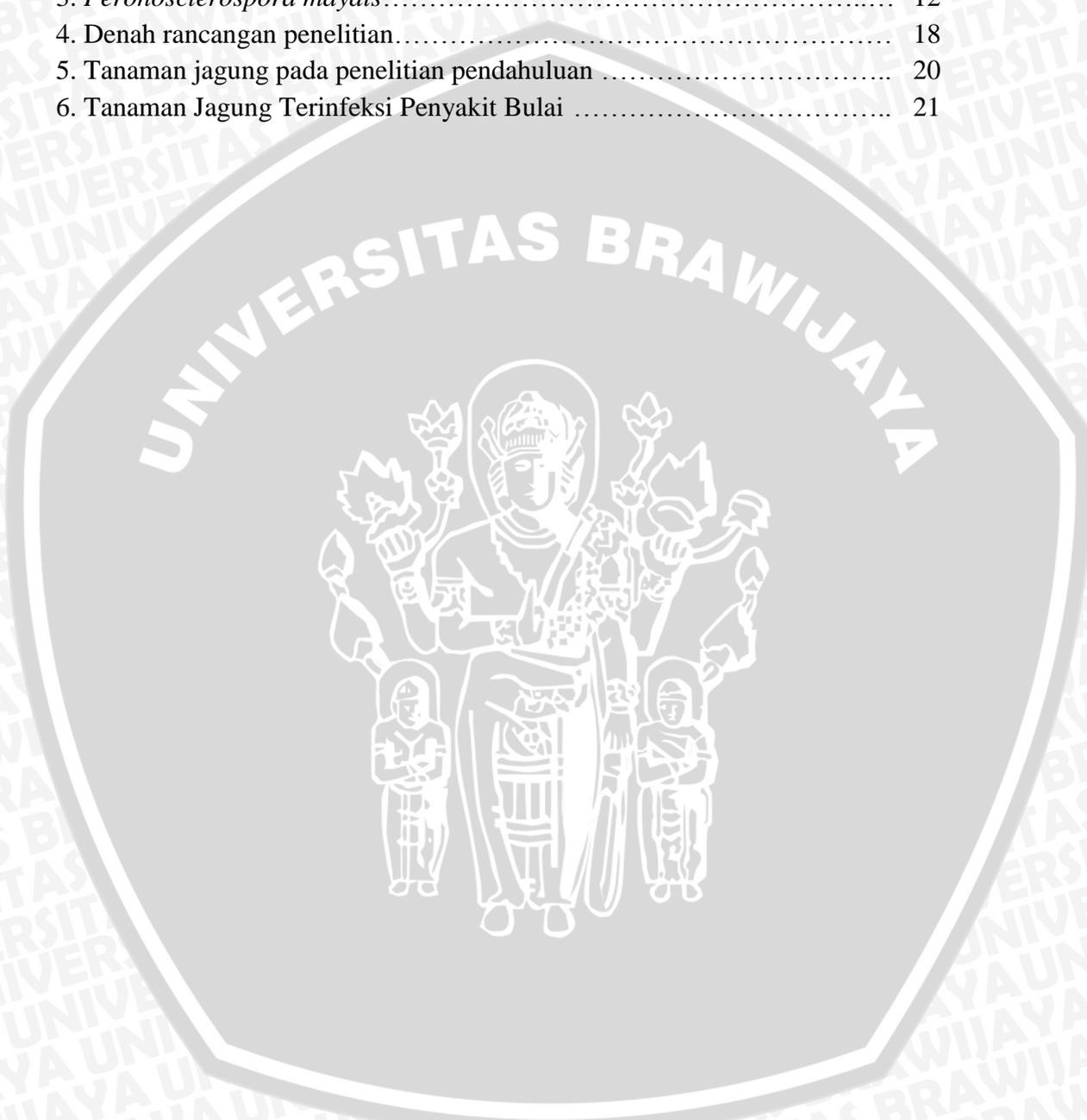
Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi Sekretaris Umum Forsika (Forum Kajian Islam Insan Kamil) pada tahun 2010, Kepala Departement Penelitian dan Pengembangan PRISMA (Pusat Riset dan Kajian Ilmiah Mahasiswa) pada tahun 2011-2012. Penulis aktif di kepanitian Diklat dan Anggota Penulisan PRISMA sebagai Ketua Pelaksana pada tahun 2011, Pekan Riset dan Ilmiah Mahasiswa 1 (PRISMA 1) sebagai Steering Commite (SC) pada tahun 2011, Berbagi Dalam Kebersamaan (BDK) sebagai Steering Commite (SC) pada tahun 2012, Diklat dan Anggota Penulisan PRISMA sebagai Steering Commite (SC) pada tahun 2012. Adapun kejuaraan yang pernah diraih juara 2 dalam E-Youth (Entrepreneurial Youth 2012) di Universitas Bakrie pada tahun 2012, juara 1 dalam LippoInsurance (be the next INSUREPRENEUR) di Jakarta pada tahun 2012, juara 2 SIBOY (Sistem Informasi Businnes On Holidays) di ITS pada tahun 2012, Finalis Wirausaha Muda Mandiri tahun 2012, Finalis YAC (Youth Agrotechnopreneurship Competition) di IPB pada tahun 2012, Finalis i-STEP 2013 (Intensive Student Technopreneurship Program) atau RAMP IPB pada tahun 2013, juara emas PKM-K (Program Kreatifitas Mahasiswa Keiwrausahaan) di Mataram pada tahun 2013.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Hipotesis Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Jagung	4
2.2 Morfologi Tanaman Jagung Manis	5
2.3 Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	6
2.4 Bakteri <i>Pseudomonas fluorescense</i>	7
2.5 <i>Plant Growth Promoting Rhizobakteria</i> (PGPR).....	8
2.6 Interaksi PGPR dengan tanaman	9
2.7 Interaksi PGPR dengan patogen	9
2.8 Penyakit Bulai	11
III. METODE PELAKSANAAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	15
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.4 Pelaksanaan Percobaan	15
3.5 Pengamatan	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	20
4.2 Pembahasan	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	

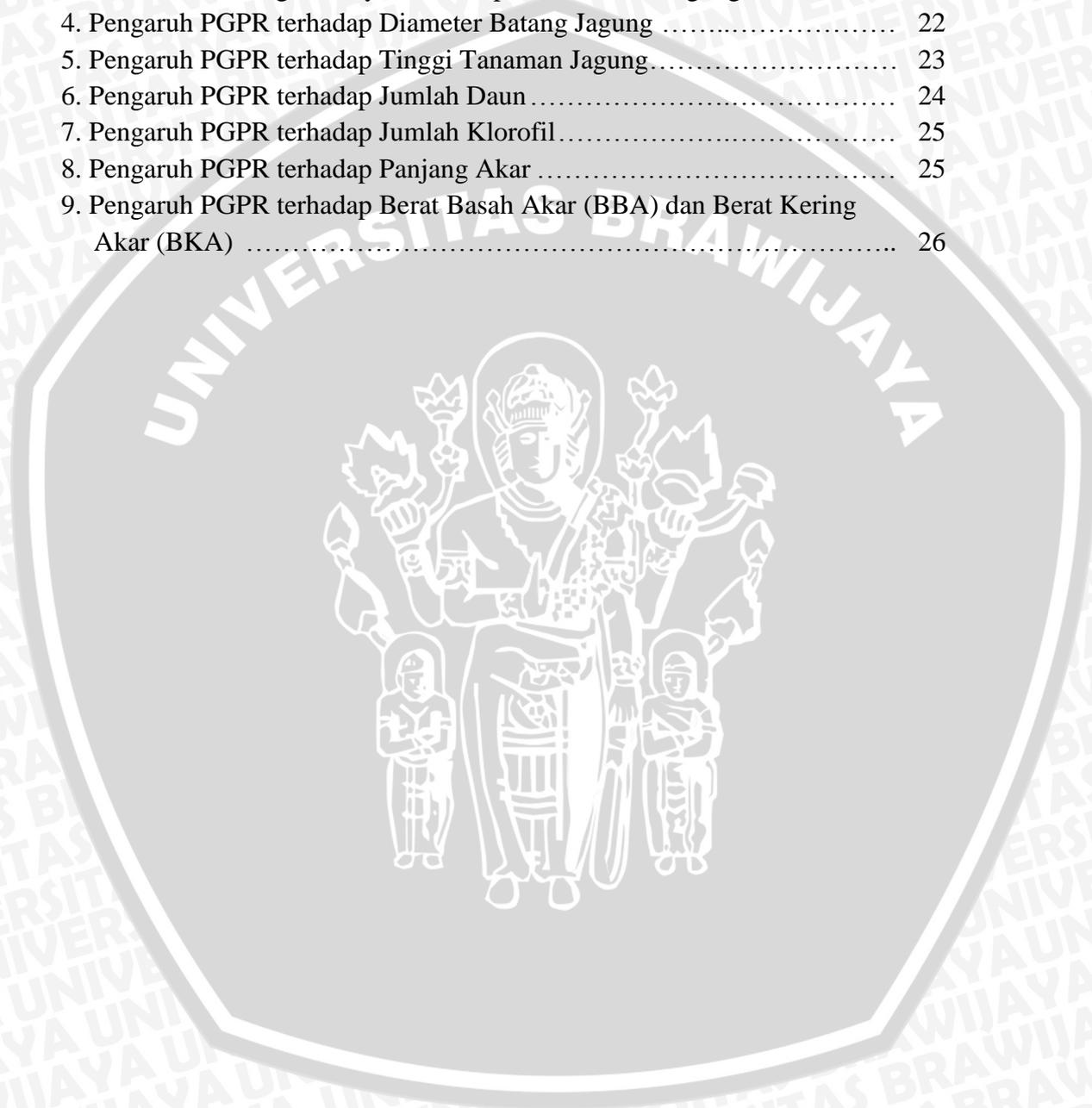
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1. Tanaman jagung		5
2. Pengaruh PGPR secara langsung dan tidak langsung.....		8
3. <i>Peronosclerospora maydis</i>		12
4. Denah rancangan penelitian.....		18
5. Tanaman jagung pada penelitian pendahuluan		20
6. Tanaman Jagung Terinfeksi Penyakit Bulai		21



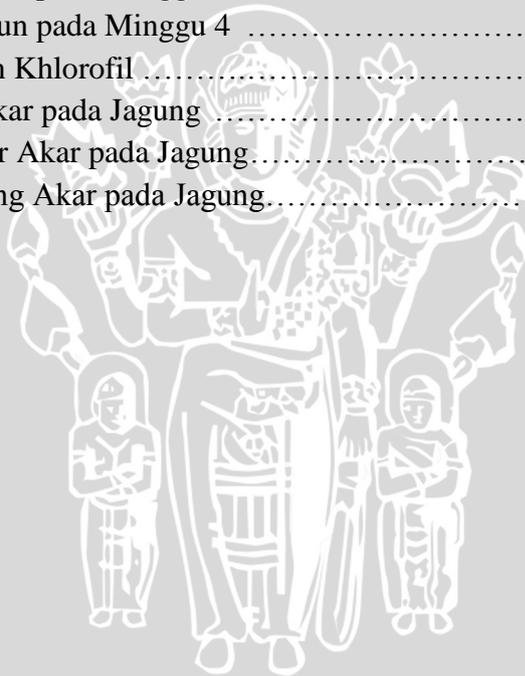
DAFTAR TABEL

Gambar	Teks	Halaman
1.	Perlakuan Penelitian.....	17
2.	Intensitas Serangan Penyakit Bulai pada Penelitian Pendahuluan.....	21
3.	Persentase Serangan Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung.....	22
4.	Pengaruh PGPR terhadap Diameter Batang Jagung.....	22
5.	Pengaruh PGPR terhadap Tinggi Tanaman Jagung.....	23
6.	Pengaruh PGPR terhadap Jumlah Daun.....	24
7.	Pengaruh PGPR terhadap Jumlah Klorofil.....	25
8.	Pengaruh PGPR terhadap Panjang Akar.....	25
9.	Pengaruh PGPR terhadap Berat Basah Akar (BBA) dan Berat Kering Akar (BKA).....	26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Teks	Halaman
1.	Analisa Intensitas Penyakit Bulai Pada Minggu 1.....	38
2.	Analisa Intensitas Penyakit Bulai Pada Minggu 2	38
3.	Analisa Intensitas Penyakit Bulai Pada Minggu 3	38
4.	Analisa Intensitas Penyakit Bulai Pada Minggu 4.....	38
5.	Analisa Diameter Batang pada Jagung.....	38
6.	Analisa Tinggi Tanaman Jagung pada Minggu 1.....	38
7.	Analisa Tinggi Tanaman Jagung pada Minggu 2.....	39
8.	Analisa Tinggi Tanaman Jagung pada Minggu 3.....	39
9.	Analisa Tinggi Tanaman Jagung pada Minggu 4.....	39
10.	Analisa Jumlah Daun pada Minggu 1	39
11.	Analisa Jumlah Daun pada Minggu 2	39
12.	Analisa Jumlah Daun pada Minggu 3	39
13.	Analisa Jumlah Daun pada Minggu 4	40
14.	Analisa Kandungan Klorofil	40
15.	Analisa Panjang Akar pada Jagung	40
16.	Analisa Berat Segar Akar pada Jagung.....	40
17.	Analisa Berat Kering Akar pada Jagung.....	40



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Jagung (*Zea Mays* L.) merupakan bahan pangan sumber karbohidrat kedua setelah beras. Disamping sebagai bahan pangan, komoditi ini juga dikonsumsi sebagai bahan pakan ternak dan bahan baku industri (Najayati dan Danarti, 1999). Namun pada saat ini produksi jagung mendapat menurun, hal tersebut dipicu oleh musim hujan yang tidak menentu, sehingga menimbulkan perkembangan patogen penyakit. Salah satu penyakit penting pada jagung adalah penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*). Kerusakan yang disebabkan sangat bervariasi yaitu dari 0% hingga 95% (Hamijaya, Asikin dan Thamrin 2001).

Penyakit bulai dapat menyerang tanaman jagung berumur 2-3 minggu, 3-5 minggu dan pada tanaman dewasa (AAK, 1993). Gejala daun yang terinfeksi berwarna khlorotik, biasanya memanjang sejajar tulang daun, dengan batas yang jelas, dan bagian daun yang masih sehat berwarna hijau normal. Warna putih seperti tepung pada permukaan bawah maupun atas bagian daun yang berwarna khlorotik, tampak dengan jelas pada pagi hari. Daun yang khlorotik sistemik menjadi sempit dan kaku. Tanaman menjadi terhambat pertumbuhannya dan pembentukan tongkol terganggu sampai tidak bertongkol sama sekali (Semangun, 1996).

Infeksi dari konidia yang tumbuh di permukaan daun akan masuk jaringan tanaman melalui stomata tanaman muda dan lesio lokal berkembang ke titik tumbuh yang menyebabkan infeksi sistemik. Konidiofor dan konidia terbentuk keluar dari stomata daun pada malam hari yang lembab. Infeksi dari konidia yang tumbuh di permukaan daun akan masuk jaringan tanaman melalui stomata tanaman muda dan lesio lokal berkembang ke titik tumbuh yang menyebabkan infeksi sistemik (Anonim, 2013).

PGPR merupakan kelompok bakteri tanah yang menguntungkan dan berkembang dengan baik pada tanah yang kaya bahan organik. Bakteri ini aktif mengkoloni akar tanaman dengan memiliki tiga peran utama bagi tanaman yaitu sebagai biofertilizer, biostimulan dan bioprotektan (Rai, 2006). PGPR dapat merangsang pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung.

Ada beberapa cara PGPR mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara langsung yaitu dengan memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, produksi siderofor dan hormon pertumbuhan. Pengaruh tidak langsung terjadi ketika PGPR membantu pertumbuhan tanaman dan lebih dulu memperbaiki kondisi yang membatasi pertumbuhan tanaman dengan satu atau beberapa mekanisme (Glick, 1995).

Indikasi adanya mekanisme yang mendukung pertumbuhan oleh PGPR adalah saat bakteri PGPR meningkatkan pertumbuhan secara tidak langsung dengan cara mengubah keseimbangan mikroba dalam rhizosfer. Siderofor pengelut Fe, antibiotik dan HCN diproduksi oleh beberapa bakteri PGPR dan telah dikaitkan dengan kemampuannya mereduksi patogen tanaman serta rhizobakteria yang bersifat tosik (Dewi, 2007)

Secara umum beberapa genus bakteri yang banyak dimanfaatkan sebagai PGPR adalah *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Erwinia*, *Thiobacillus*, *Streptomyces*, *Burkholderia*, *Bradyrhizobium* dan *Agrobacterium*. Masnilah, Mihardja dan Restuningsih (2006) menyatakan bahwa aplikasi PGPR *Bacillus amyloliquefaciens* 937a, *B. subtilis* 937b dan *B. pumilis* SE34 pada tanaman tomat mampu melindungi tanaman tomat dari serangan tomato mottle virus (TMoV) sekaligus dapat meningkatkan hasil produksi. Dilaporkan bahwa intensitas penyakit TMoV dapat ditekan hingga 50% dan hasil produksi tomat dapat ditingkatkan hingga 10-15 %.

Van Loon (1997) menyatakan bahwa rhizobacteria non patogenik dapat menginduksi ketahanan sistemik pada tanaman yang secara fenotipik sama dengan ketahanan terinduksi secara infeksi patogen yang disebut dengan *Systemic Acquired Resistance* (SAR). Adanya ketahanan induksi dapat diketahui dari pengurangan gejala penyakit, perubahan faktor-faktor biokimia di dalam tanaman yang menyebabkan tanaman tahan terhadap penyakit. Mekanisme ketahanan terinduksi yaitu perubahan struktural tanaman inang, pembentukan protein pertahanan, pembentukan enzim kitinase, lignifikasi dan reaksi hipersensitif.

1.2 Perumusan Masalah

Apakah Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) berpotensi mengendalikan penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*) pada daun jagung (*Zea mays* L.).

1.3 Tujuan Penelitian

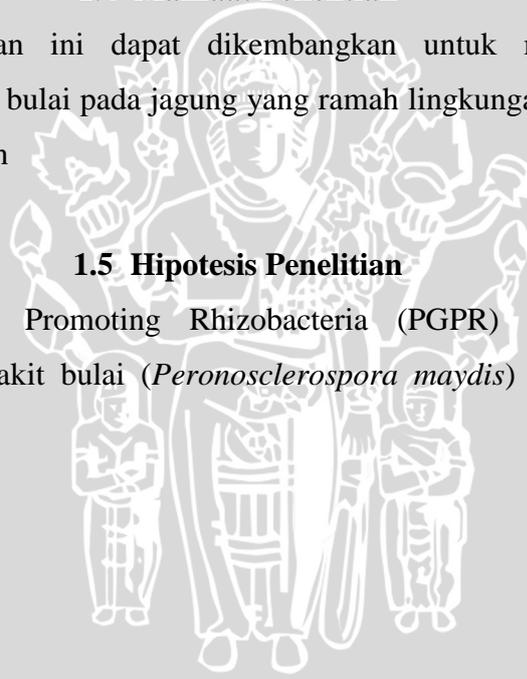
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dalam mengendalikan penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*) pada jagung untuk menjadi strategi pengendalian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat dikembangkan untuk merakit teknologi pengendalian penyakit bulai pada jagung yang ramah lingkungan dan mendukung pertanian berkelanjutan

1.5 Hipotesis Penelitian

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) berpotensi dalam mengendalikan penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*) pada jagung (*Zea mays* L.)



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman terpenting di dunia dan menduduki urutan ketiga setelah padi dan gandum. Di Amerika Tengah dan Amerika Selatan, tanaman jagung digunakan sebagai sumber karbohidrat utama dan menjadi alternatif sumber pakan ternak di Amerika Serikat. Di Indonesia (misalnya Madura dan Nusa Tenggara) jagung dijadikan sebagai makanan pokok, juga diambil minyaknya, diolah menjadi tepung dan bahan baku industri (Anonim, 2013).

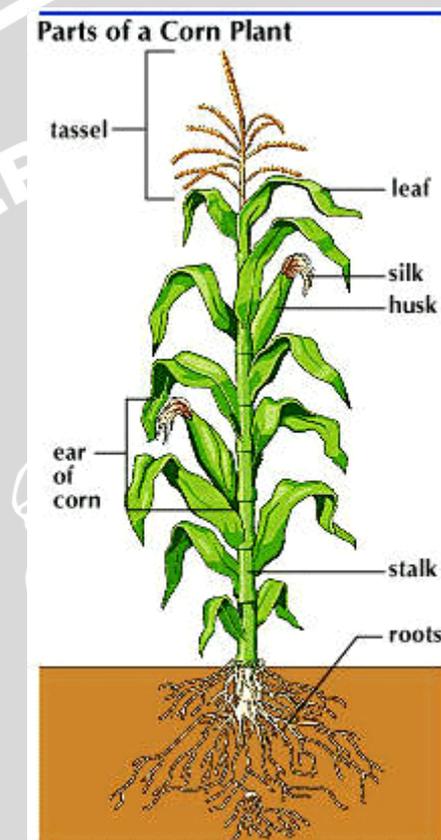
Di Daerah Jawa Timur jagung yang dihasilkan pada umumnya dapat diserap seluruhnya untuk bahan baku pakan ternak (unggas). Begitu juga dengan daerah Nusa Tenggara Timur yang berpotensi untuk peternakan sapi, sangat ideal dikembangkan sebagai areal pertanaman jagung. Produk jagung maupun batangnya bisa digunakan untuk pakan ternak (Warisno, 1998).

Tanaman jagung adalah salah satu jenis bahan makanan yang mengandung karbohidrat yang dapat digunakan untuk menggantikan beras karena memiliki kalori yang hampir sama dengan padi. Kandungan protein dalam biji jagung sama dengan biji padi serta dapat tumbuh pada berbagai macam tanah (AAK, 1993).

Perkembangan produksi jagung di Indonesia berdasarkan data BPS (2011) menunjukkan bahwa produktivitas jagung pada tahun 2009 sebesar 4.24 ton/ha dan mengalami peningkatan sebesar 4.48 % pada tahun 2010 menjadi 4.43 ton/ha, namun pada tahun 2011 produktivitas jagung diramalkan mengalami penurunan menjadi 4.41 ton/ha. Pada tahun 2010 produksi jagung nasional sebesar 18.4 juta ton dan belum mencukupi kebutuhan jagung nasional sebesar 20 juta ton. Kandi (2011) menyatakan bahwa Asosiasi Pabrik Pakan Ternak Indonesia memprediksi impor jagung sebagai bahan baku pakan ternak pada 2011 akan mencapai 2 juta ton, atau naik 33.3% dibanding impor 2010 sebanyak 1.5 juta ton. Oleh karena itu, produksi jagung nasional harus segera dipacu.

2.2 Morfologi Tanaman Jagung

Jagung (*Zea mays*. L) merupakan tanaman semusim yang menyelesaikan satu siklus hidupnya selama 80-150 hari. Tanaman jagung merupakan tanaman tingkat tinggi dengan klasifikasi Kingdom : Plantae, Divisio : Spermatophyta, Sub division : Angiospermae, Class : Monocotyledoneae, Ordo : Poales, Familia : Poaceae, Genus : Zea, Spesies : *Zea mays* L. (Iriany, dkk, 2007)



Gambar 1. Morfologi Tanaman Jagung
Sumber : www.kids.britannica.com

Tanaman jagung berakar serabut terdiri dari akar seminal, akar adventif dan akar udara (Goldsworthy dan Fisher, 1992), mempunyai batang induk, berbentuk silindris terdiri dari sejumlah ruas dan buku ruas. Pada buku ruas terdapat tunas yang berkembang menjadi tongkol. Tinggi batang bervariasi 60-300 cm, tergantung pada varietas dan tempat selama fase vegetatif bakal daun mulai terbentuk dari kuncup tunas. Setiap daun terdiri dari helaian daun, ligula dan pelepah daun yang erat melekat pada batang (Sudjana, Rifin dan Sudjadi, 1991).

Bunga jantan terletak di pucuk yang ditandai dengan adanya rambut atau tassel dan bunga betina terletak di ketiak daun dan akan mengeluarkan stil dan stigma. Bunga jagung tergolong bunga tidak lengkap karena struktur bunganya tidak mempunyai petal dan sepal dimana organ bunga jantan (*staminate*) dan organ bunga betina (*pestilate*) tidak terdapat dalam satu bunga disebut berumah satu (Sudjana, Rifin dan Sudjadi, 1991).

2.3 Bakteri *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis merupakan bakteri dengan sel berbentuk batang berukuran 0,6-0,8 x 2-5 μm , motil, gram positif dan membentuk endospora pada lingkungan yang tidak menguntungkan sehingga toleran pada kondisi lingkungan kritis (Madigan dan Martinko 2006). *Bacillus* sp. merupakan bakteri yang sering digunakan dalam penelitian untuk pengembangan secara komersial karena dapat menghasilkan endospora yang mampu bertahan dalam waktu lama dan toleran terhadap suhu dan pH ekstrim.

Bacillus subtilis berpotensi untuk dikembangkan dalam mengendalikan berbagai penyakit tanaman. Beberapa patogen penting yang dapat dikendalikan oleh *B. subtilis* diantaranya adalah *Phytium* sp., *Phytophthora* sp., *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* dan beberapa jenis patogen lainnya (Asaka dan Shoba, 1996). Potensi *B. subtilis* dalam pengendalian berbagai jenis penyakit ini dihubungkan dengan kemampuannya dalam memproduksi berbagai macam senyawa antimikroba seperti subtilin, surfactin, fengycin, bacitracin, basilin, basilomisin B, difisidin, oksidifisidin, subtilisin dan iturin A (Szczech dan Shoda 2006). Antimikroba yang dihasilkan oleh *B. subtilis* dapat bersifat antibakteri dan antijamur.

Bacillus subtilis termasuk kelompok PGPR yang memiliki banyak potensi karena kemampuannya dalam memproduksi IAA, melarutkan fosfat, mensekresi siderofor dan berperan sebagai agen biokontrol dengan menginduksi sistem ketahanan tanaman serta menghasilkan antibiotik (Compant et al, 2005). *Bacillus* sp. dapat meningkatkan biomassa benih dengan peningkatan nodulasi tanaman kacang kedelai dan pertumbuhannya di dalam rumah kaca.

Menurut Nawangsih (2006) *B. subtilis* dan *B. cereus* positif menghasilkan senyawa siderofor. Adanya siderofor pada bakteri ini mendukung kemampuan bakteri sebagai PGPR karena dapat bertindak dalam kompetisi dengan mikroorganisme patogen dalam menggunakan Fe^{3+} yang konsentrasinya sangat terbatas dalam tanah. Namun pengambalian Fe^{3+} oleh bakteri ini tidak mempengaruhi kebutuhan tanaman akan besi dibandingkan dengan mikroorganisme.

2.4 Bakteri *Pseudomonas fluorescense*

Pseudomonas sp. merupakan bakteri dengan sel berbentuk lurus atau lengkung, ukuran tiap sel bakteri $0,5-0,11 \mu\text{m} \times 1,5-4,0 \mu\text{m}$, bereaksi negatif terhadap pewarnaan gram, motil dengan satu atau beberapa flagel, aerob dan tidak membentuk spora (Madigan dan Martinko, 2006). Bakteri ini mampu mendominasi rizosfer dan berkembang secara cepat, motil dan fakultatif aerobik (Pelezar dan Chan 1986).

Bakteri *Pseudomonas* sp. mampu mendegradasi sejumlah besar senyawa organik, berinteraksi dengan tanaman dan berasosiasi dalam rizosfer yang bersifat menguntungkan dibidang pertanian dan sebagian lainnya bersifat patogen. *Pseudomonas* sp. banyak menguntungkan bagi tanaman secara langsung, yaitu melalui pemacuan pertumbuhan dan peningkatan kesehatan tanaman dan secara tidak langsung melalui penghambatan pada, atau kompetisi dengan patogen dan parasit (Loccoz dan Defago 2004).

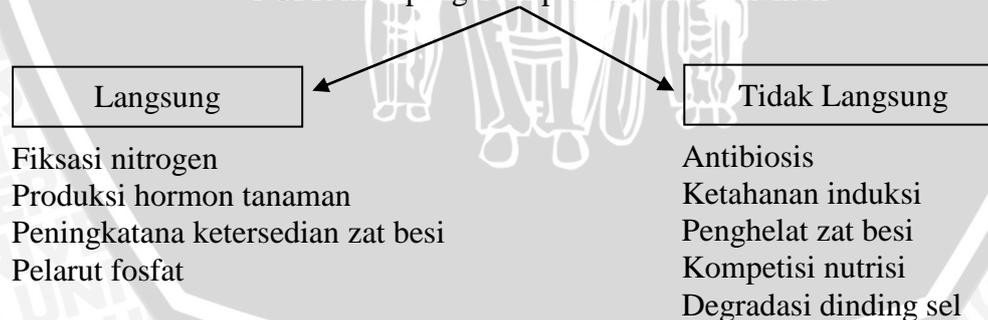
Mekanisme *Pseudomonas* sp. dalam memacu pertumbuhan tanaman banyak yang dilaporkan sebagai penghasil fitohormon dalam jumlah besar khususnya IAA untuk merangsang pertumbuhan (Watanabe et al, 1987). Mekanisme *Pseudomonas* sp. dalam menekan pertumbuhan cendawan patogen tanaman diantaranya dengan menghasilkan siderofor, β -13, glukonase, kitinase, antibiosis dan sianida (Chermin dan Chet 1997). *Pseudomonas* sp. juga dilaporkan menghasilkan senyawa antibiotik antara lain bakteriosin, pioluteorin, pirolnitritin, fenazin 2,4-diasetil floroglusinol (Dwivedi dan Johri 2003).

2.5 Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) pertama didefinisikan oleh Pleban, Kloepper dan Schroth (1997) untuk mendeskripsikan bakteri di sekitar perakaran tanaman. Bakteri tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan sistem perakaran. PGPR pemacu pertumbuhan tanaman bersaing dalam mengkolonisasi akar tanaman dan memacu pertumbuhan tanaman serta menurunkan infeksi pada tanaman akibat serangan fitopatogen. Peran PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman berhubungan dengan kemampuannya dalam memproduksi hormon pertumbuhan atau senyawa lain yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman, memfiksasi nitrogen atau melarutkan fosfat (Pieterse, dkk., 2002).

PGPR dalam memacu pertumbuhan tanaman melalui mekanisme secara langsung maupun tidak langsung (Kloepper 1993; Glick 1995). Mekanisme secara langsung dilakukan oleh PGPR dengan mensintesis metabolit misalnya senyawa yang merangsang pembentukan fitohormon seperti Indole Acetic Acid (IAA), atau dengan meningkatkan pengambilan nutrisi tanaman. Hormon ini diketahui berperan dalam berbagai aspek pertumbuhan tanaman meliputi pembelahan sel dan pemanjangan, diferensiasi, tropisme, dominasi apikal, absisi dan pembungaan (Zhao, dkk., 2001). Selain itu, PGPR juga dapat meningkatkan serapan unsur hara makro NPK pada perakaran di tanaman tomat (Sharafzadeh, 2012).

PGPR mempengaruhi pertumbuhan tanaman



Gambar 2. Pengaruh PGPR secara langsung dan tidak langsung pada tanaman

Mekanisme secara tidak langsung yang hasilnya akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman seperti menekan fitopatogen (Shishido, dkk., 1996). PGPR dalam menghambat pertumbuhan fitopatogen melalui produksi senyawa antimikroba, kompetisi dalam mengkelat besi (siderofor), kompetisi ruang dan

nutrisi yang dikeluarkan oleh akar, degradasi faktor patogenitas fitopatogen seperti, memproduksi enzim ekstraseluler pendegradasi dinding sel seperti kitinase, β -13 glukukanase dan penginduksian resistensi (Whipps, 2002).

2.6 Interaksi PGPR dengan Tanaman

PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman ialah menghasilkan fitohormon yang dapat membuat tanaman menambah luas permukaan akar-akar halus dan meningkatkan ketersediaan nutrisi dalam tanah. Hasil penelitian (Masnilah, dkk., 2009) menunjukkan bahwa perlakuan PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan akar tanaman kedelai apabila dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menyebabkan penyerapan unsur hara dan air dapat dilakukan dengan baik, sehingga kesehatan tanaman juga semakin baik.

Peningkatan pertumbuhan tanaman oleh PGPR dapat dipicu dengan mensistesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti Asam Indol Asetat (AIA), giberelin, sitokinin, dan enzim aminocyclopropane carboxylic acid deaminase (pengendali sistesis hormon etilen yang berlebihan) (Tenuta, 2006). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa AIA yang dihasilkan PGPR seperti *Azospirillum brasilense* dan *Azotobacter* meningkatkan jumlah bulu akar dan akar lateral sehingga meningkatkan penyerapan air dan unsur hara (Okon dan Kapulnik, 1986).

PGPR berperan sebagai biofertiliser dalam mempercepat pertumbuhan tanaman yang dilakukan melalui mekanisme peningkatan ketersediaan sumber nutrisi yang dapat digunakan oleh tanaman (Glick, 1995). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bakteri-bakteri dalam kelompok PGPR memiliki kemampuan dalam menyediakan unsur hara penting bagi tanaman seperti nitrogen, fosfat, sulfur, kalium dan ion besi (Vessey, 2003). Bakteri yang dapat melarutkan fosfat antara lain *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Mycobacterium* sp., *Flavobacterium* sp., *Citrobacter* sp., dan *Enterobacter* sp. (Alexander, 1977)

2.7 Interaksi PGPR dengan Patogen

PGPR mempunyai mekanisme sebagai bioprotektan/biokontrol sebagai pengendali patogen hayati dengan menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit

anti patogen seperti siderophore, β -1,3 glukonase, kitinase, antibiotik dan sianida (tenuta, 2006). *Pseudomonas* sp. mampu berkompetisi nutrisi berupa ion Fe yang terjadi pada kondisi ion Fe dalam jumlah yang terbatas. Bakteri ini mampu membentuk senyawa pengikat/penghelat ion tersebut sehingga menjadi tidak tersedia bagi mikroorganisme lain termasuk patogen. Senyawa tersebut disebut sebagai siderofor (Leong, 1986).

Secara umum ada dua jalur pertahanan tanaman yaitu *Induced Systemic Resistance* (ISR) dan *Systemic Acquired Resistance* (SAR). ISR ialah resistensi sistemik dimediasi oleh rhizobacteria yang tidak melibatkan kerusakan pada tanaman, sebaliknya SAR diinduksi oleh patogen dan menimbulkan aktivasi enzim resistensi dalam bagian yang terinfeksi. Pada SAR sistem pertahanan tanaman ada dua yaitu (1) sifat struktural yang bertindak sebagai penghalang fisik yang menghambat masuknya dan/atau berkembangnya patogen dalam tanaman, dan (2) adanya rekasi biokimia dalam sel dan jaringan tanaman yang menghasilkan senyawa racun sehingga dapat menghambat pertumbuhan patogen dalam tanaman (Abadi, 2000).

Induksi ketahanan sistemik (*Induced Systemic Resistance* [ISR]) adalah suatu mekanisme yang secara normal berfungsi membatasi pertumbuhan dan penyebaran patogen juga meningkatkan efektivitas mekanisme oleh infeksi primer dan agen penginduksi (biotik dan abiotik) berupa infeksi patogen, non patogen, metabolit mikrob, ekstrak tumbuhan atau senyawa sintetik seperti asam salisilat (Agrios, 1997).

Menurut Desmawati (2006), pada prinsipnya ketahan tanaman sudah terbentuk sebelum patogen menyerang tanaman (*pre existing*) atau ketahanan tanaman terinduksi oleh suatu agens (*induced resistance*). Ketahanan *pre existing* akan patah ketika terinfeksi oleh patogen yang bersifat virulen, karena patogen mampu mengatasi reaksi ketahanan tanaman. Namun, bila mekanisme pertahanan dipicu oleh agen stimulan (PGPR) sebelum terjadi infeksi oleh patogen, maka tingkat kerusakan serangan penyakit akan menurun.

Mekanisme ISR terjadi akibat perubahan fisiologi tanaman yang kemudian menstimulasi terbentuknya senyawa kimia yang berguna dalam pertahanan terhadap serangan patogen. Perubahan fisiologi tersebut dapat berupa modifikasi

struktural dinding sel atau perubahan reaksi biokimia pada tanaman inang (Ramamoorthy, dkk., 2001).

Beberapa indikator terjadinya induksi ketahanan sistemik telah dilaporkan seperti akumulasi pembentukan pathogenesis-related protein (PR-protein), akumulasi senyawa antimikroba dan pembentukan biopolimer protektif seperti lignin, kalose dan glikoprotein yang berperan sebagai pembatas dan penghambat perkembangan patogen (Chen, dkk., 2000).

PR-protein memegang peranan penting dalam meningkatkan resistensi tanaman terhadap invasi patogen. Beberapa fungsinya antara lain melisis dinding sel patogen, menginaktivasi enzim yang disekresikan oleh patogen, mengganggu struktur dan fungsi membran sel patogen dan pertahanan dinding sel tanaman. Kelompok PR-protein yang umum dikenal antara lain peroksidase (Chen, dkk., 2000).

Enzim peroksidase berperan dalam mengkatalisis reaksi akhir dalam proses pembentukan lignin dan hidrogen peroksida yang berhubungan dengan pembentukan pertahanan untuk penguatan struktur sel (Chen, dkk., 2000). Menurut Huang (2001) peroksidase berperan penting dalam pembentukan papilia terutama dalam proses lignifikasi papilia. Papilia adalah lapisan pada jaringan sel yang terdiri dari berbagai macam bahan yang terkumpul diantara membran plasma dan dinding sel. Organ ini terbentuk sebagai respon ketahanan inang terhadap gangguan pada permukaan sel seperti penetrasi oleh patogen dan kerusakan mekanis.

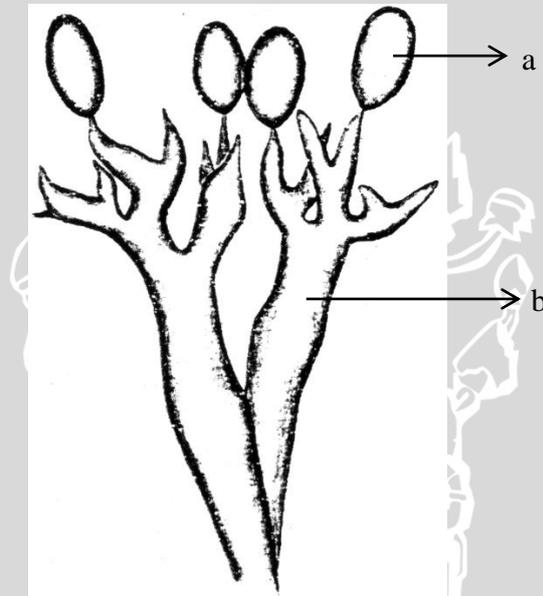
2.8 Penyakit Bulai

Penyakit bulai merupakan penyakit utama atau nomor satu pada tanaman jagung di Indonesia maupun dinegara-negara lain di dunia. Penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung dilaporkan ada 10 species yang tergolong dalam 3 (tiga) genera (peronosclerospora, sclerophthora dan sclerospora). Pada genus peronosclerospora ada 7 species, yaitu *P. maydis*, *P. philippinensis*, *P. sorghi*, *P. sacchari*, *P. heteropogoni*, *P. miscanthi* dan *P. spontanea* (Tantera, 1975).

Penyakit bulai dapat menimbulkan gejala sistemik yang dapat menginfeksi keseluruhan tanaman. Persebaran penyakit ini di dalam tanaman tergantung dari ketahanan tanaman. Gejala sistemik hanya terjadi apabila jamur dari daun yang

terinfeksi dapat mencapai titik tumbuh, sehingga dapat menginfeksi semua daun yang dibentuk oleh titik tumbuh itu.

Dari satu mulut kulit dapat keluar satu konidiofor atau lebih. Konidium yang masih muda berbentuk bulat, sedang yang sudah masak dapat menjadi jorong, konidium berukuran 12-19 x 10-23 μm dengan rata-rata 19,2 x 17,0 μm . Konidium tumbuh dengan membentuk pembuluh kecambah. Sporangiosfor pada sclerospora panjang dan bercabang-cabang dekat dengan ujung. Sporangium tumbuh pada ujung cabang-cabang. Peronosporaceae tidak menghasilkan sporangium terus menerus tetapi sekali saja. Sporangium boleh dikatakan seragam, semuanya serupa jeruk nipis (Dwidjoseputro, 1978).



Gambar 3. *Peronosclerospora maydis*, a. sporangia; b. sporangiosfor
Sumber : Shurtleff (1980)

Pada tanaman yang masih muda, daun-daun yang baru saja membuka mempunyai bercak klorotis kecil-kecil. Bercak ini berkembang menjadi jalur yang sejajar dengan tulang induk. Disini jamur penyebab penyakit berkembang menuju ke pangkal daun. Daun-daun yang berkembang sesudah itu mempunyai daun klorotis merata atau bergaris-garis (Semangun, 1971). Tanaman yang terinfeksi pada waktu masih sangat muda biasanya tidak membentuk buah. Buah sering mempunyai tangkai yang panjang dengan kelobot yang tidak menutup pada ujungnya, dan hanya membentuk sedikit biji (Semangun, 1968).

Peronosclerospora tidak dapat hidup secara saprofitik, selain itu jamur tidak membentuk oospora. Sampai sekarang belum ditemukan adanya tumbuhan inang lain dari *Peronosclerospora* di alam. Pada percobaan infeksi terhadap bermacam-macam tanaman diketahui bahwa jamur dapat menginfeksi *Euchlaena Mexicana* (teosinte) dan *Tripsacum*, namun di Indonesia kedua macam tanaman ini tidak terdapat di alam.

Jamur dapat bertahan hidup sebagai miselium dalam biji, namun tidak begitu penting sebagai sumber inokulum. Infeksi dari konidia yang tumbuh di permukaan daun akan masuk jaringan tanaman melalui stomata tanaman muda dan lesio lokal berkembang ke titik tumbuh yang menyebabkan infeksi sistemik. Konidiofor dan konidia terbentuk keluar dari stomata daun pada malam hari yang lembab. Apabila bijinya yang terinfeksi, maka daun kotiledon selalu terinfeksi, tetapi jika inokulum berasal dari spora, daun kotiledon tetap sehat.

Infeksi hanya terjadi kalau ada air, baik air embun, air hujan, atau air gutasi. Di waktu malam dalam corong daun tanaman jagung muda selalu terdapat air gutasi. Menurut Semangun (1971), air gutasi sangat membantu perkecambahan spora. Jamur menyebar dengan konidia melalui infeksi pada stomata dan lentisel. Perkembangan jamur sangat baik pada keadaan lembab, curah hujan tinggi, dan pemupukan N yang berat. Spora disebarkan oleh angin pada cuaca kering. Konidium berkecambah paling baik pada suhu 30°C (Pracaya, 1999).

Infeksi sangat ditentukan oleh umur tanaman dan umur daun yang terinfeksi. Tanaman yang berumur lebih dari 3 minggu cukup tahan terhadap infeksi, dan makin muda tanaman makin rentan. Suatu daun dari tanaman muda sangat menurun kerentanannya satu minggu sesudah daun berkembang dengan sempurna (Bustaman dan Kimigafukuro, 1981).

Penyakit bulai pada jagung terutama terdapat di dataran rendah dan jarang terdapat di daerah-daerah yang lebih tinggi dari 900-1200 m dari permukaan laut. Penyakit ini lebih banyak terdapat pada daerah yang ditanam pada musim hujan dengan curah hujan lebih dari 100 mm/tahun. Infeksi hanya terjadi kalau ada air, baik air embun, air hujan atau air gutasi. Infeksi juga ditentukan oleh umur tanaman dan umur daun yang terinfeksi. Tanaman yang berumur lebih dari 3

minggu cukup tahan terhadap infeksi dan makin muda tanaman makin rentan (Pangarasa dan Rahmawati, 2007).



III. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan dan rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2013 – Mei 2013.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan selama penelitian antara lain panci, kompor listrik, autoklaf, oven, scalpel, cawan petri, jarum ose, mikroskop, bunsen, mikropipet, timbangan analitik, tabung reaksi, pinset, pisau, botol media, gelas ukur, jarum suntik, gunting, gelas obyek, sprayer, cover glass, pipet, *orbital shaker*, kotak plastik, spektrofotometer, SPAD-502 *Chlorophyll meter*, sentrifus dan *laminar air flow*.

Bahan yang digunakan adalah media NB, agar, fungisida Acrobat 50 WP, aquadest steril, 5 strain *B. subtilis* dan 2 strain *P. fluorescens*, jagung hibrida varietas P21, arang sekam steril, spritus, alkohol 70%, media Kings'B, formalin 4%, tanah steril, plastik, cangkul dan pot ukuran 3 kg.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Pada penelitian ini ada 9 perlakuan dalam 1 kelompok perlakuan, masing-masing kelompok perlakuan diulang 3 kali. Untuk perlakuan di rumah kaca dilakukan pengamatan selama 4 minggu setelah inokulasi penyakit.

3.4 Pelaksanaan Percobaan

Perbanyak PGPR

Isolat PGPR (*B.subtilis* dan *P. fluorescense*) yang digunakan dalam percobaan ini merupakan koleksi dari laboratorium bakteri jurusan Hama dan

Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Perbanyak PGPR dilakukan pada media padat NA (*Bacillus* sp.) dan King's B (*Pseudomonas* sp.), kemudian diinkubasi pada suhu ruang (27°C - 28°C) selama 48 jam untuk mendapatkan koloni tunggal. Koloni tunggal hasil peremajaan kemudian digores penuh pada cawan petri steril baru yang telah berisi media pada King's B dan NA, kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang. Bakteri kemudian dipanen dengan aquades steril dan dihitung pada OD = 1 pada 600 nm dengan spektrofotometer. Sel bakteri disesuaikan pada konsentrasi 10^9 CFU/ml dalam aquades steril.

Media tanam dan Pemupukan

Benih jagung hibrida varietas P-21 ditanam pada pot 3 kg yang berisi 5 benih dengan menggunakan media tanah dan arang sekam yang telah disterilisasi. Perbandingan media tanah dengan arang sekam (1:1). Proses sterilisasi media tanam menggunakan larutan formalin dengan konsentrasi 4%. Pada proses sterilisasi dibutuhkan 3 hari untuk inkubasi kemudian di kering anginkan selama 3 hari sebelum media siap untuk di tanam. Pemberian pupuk dilakukan saat penanaman jagung dilakukan. Pupuk yang diberikan merupakan pupuk majemuk NPK Ponska dengan dosis 0,34 gr/polibag.

Inokulasi Jamur *Peronosclerospora* sp. pada Jagung.

Daun jagung yang terserang bulai dikumpulkan pukul 16.00 WIB. Daun jagung yang terkumpul kemudian dibersihkan dengan air dan dipotong 10 cm. Bagian pangkal daun diletakkan pada kapas yang diberi suspensi gula 10%. Daun jagung diletakkan pada tempat yang gelap dan bersuhu 18-23°C. Spora bulai akan muncul pada bagian bawah daun setelah 5-7 jam. Spora dipanen dengan suspensi air gula 3%. Konsentrasi jamur yang akan diinokulasi pada tanaman jagung disesuaikan hingga 10^3 spora/ml dengan menggunakan *Henemocytometer*. Teknik inokulasi spora dengan teknik *spray* pada titik tumbuh tanaman. Masing-masing jagung diinokulasi sebanyak 3 ml suspensi *Peronoscleorospora* sp. pada 10 (HST) sekitar pukul 01.00-03.00 WIB.

Pemberian PGPR

PGPR diaplikasikan dengan dua kali yaitu perlakuan benih dan pemberian suspensi pada media tanam. Perlakuan pada benih dengan perendaman selama 12 jam sebelum ditanam dengan suspensi PGPR. Perendaman menggunakan masing-masing suspensi PGPR sebanyak 50 ml dengan konsentrasi 10^9 CFU/ml. Sedangkan pada tanaman jagung, pemberian suspensi masing-masing PGPR dituang pada media tanam dalam pot sebanyak 50 ml/pot sehari sebelum inokulasi (9 HST).

Rancangan Percobaan

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 9 perlakuan dan 3 ulangan seperti berikut :

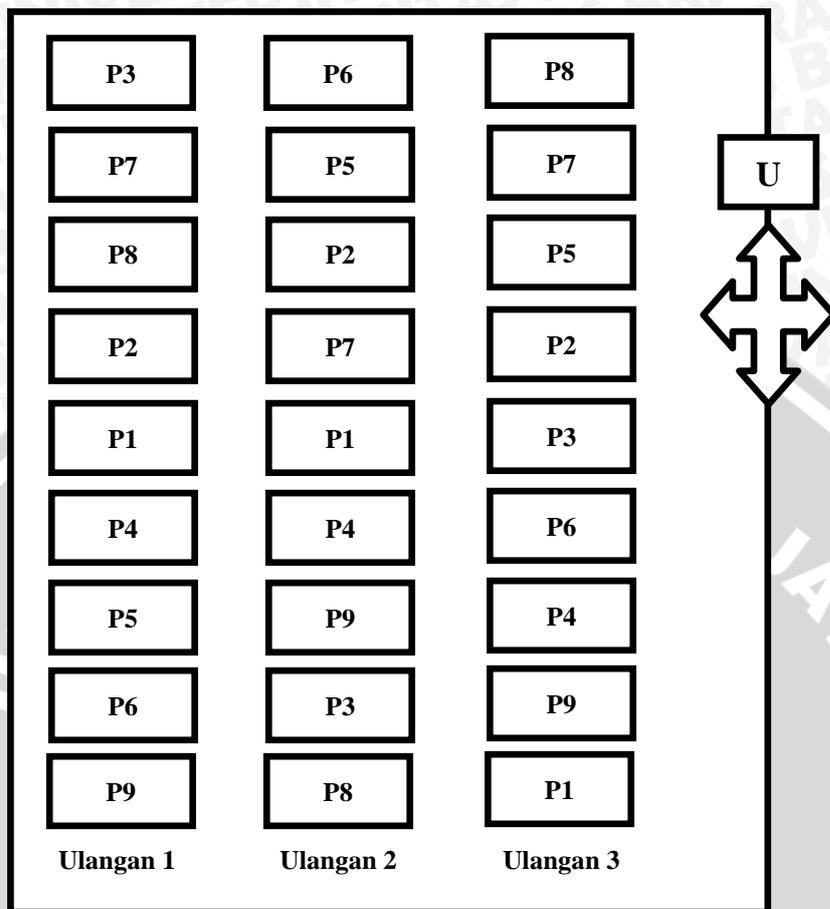
Tabel 1. Perlakuan Penelitian

Perlakuan	Kontrol	<i>Peronoscleoropsora</i> sp.	PGPR
P1	Aquades steril	10^3 spore/ml	0
P2	Fungisida berbahan aktif dimetomorf 50WP	10^3 spore/ml	0
P3	0	10^3 spore/ml	10^9 cfu/ml UB-ABS 1
P4	0	10^3 spore/ml	10^9 cfu/ml UB-ABS 2
P5	0	10^3 spore/ml	10^9 cfu/ml UB-ABS 3
P6	0	10^3 spore/ml	10^9 cfu/ml UB-ABS 4
P7	0	10^3 spore/ml	10^9 cfu/ml UB-ABS 5
P8	0	10^3 spore/ml	10^9 cfu/ml UB-APF 2
P9	0	10^3 spore/ml	10^9 cfu/ml UB-APF 5

Keterangan : UB-ABS = Strain *Bacillus subtilis* koleksi HPT (FP-UB)

UB-APF = Strain *Pseudomonas fluorescense* koleksi HPT (FP-UB)

Denah Rancangan Percobaan di Screen House



Gambar 4. Denah rancangan percobaan

3.5 Pengamatan

Persentase Penyakit Bulai

Pengamatan penyakit bulai dilakukan pada tiap perlakuan pada umur tanaman 1, 2, 3 dan 4 MSI (Minggu Setelah Inokulasi). Setiap perlakuan diulang 3 kali dengan masing-masing ulangan terdiri dari 10 tanaman. Persentase penyakit bulai dihitung berdasarkan pada rumus berikut:

$$P = \frac{B}{T} \times 100 \%$$

Keterangan :

P = Persentase tanaman jagung terserang penyakit bulai

B = Jumlah tanaman jagung terserang bulai

T = Jumlah populasi tanaman jagung yang tumbuh

Keragaan Tanaman

Keragaman tanaman yang diamati adalah diameter batang, tinggi tanaman, jumlah daun, kandungan khlorofil, panjang akar, bobot segar akar dan bobot kering akar. Tinggi tanaman dan jumlah daun dihitung pada tanaman jagung berumur 1, 2, 3 dan 4 MSI. Diameter batang, panjang akar, berat segar akar, berat kering akar, dan kandungan khlorofil dihitung pada 4 MSI.

a. Diameter Batang

Pengukuran dilakukan dengan mengukur diameter batang (cm) tanaman pada 5 cm diatas permukaan tanah pada 4 MSI (Minggu Setelah Inokulasi) penyakit bulai.

b. Tinggi Tanaman

Pengukuran dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman (cm) dari atas permukaan tanah hingga ujung tunas yang dimulai 1 MSI (Minggu Setelah Inokulasi) penyakit bulai.

c. Jumlah Daun

Pengam atan dilakukan dengan menghitung daun yang telah terbuka sempurna dimulai pada 1 MSI (Minggu Setelah Inokulasi) penyakit bulai.

d. Kandungan Khlorofil

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat SPAD-502 *Chlorophyll meter* pada 4 MSI (Minggu Setelah Inokulasi) penyakit bulai.

e. Panjang Akar

Pengukuran dilakukan dengan mengukur akar yang terpanjang pada tanaman pada 4 MSI (Minggu Setelah Inokulasi) penyakit bulai.

f. Bobot Segar Akar

Penimbangan bobot segar akar dengan alat timbangan analitik pada 4 MSI (Minggu Setelah Inokulasi) penyakit bulai.

g. Bobot Kering Akar

Penimbangan dilakukan setelah akar dimasukkan ke dalam oven selama 48 jam pada suhu 80°C dengan menggunakan timbangan analitik.

Analisa Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan dengan sidik ragam (ANOVA) dan apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan Duncan pada taraf kepercayaan 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL

1. Penelitian Pendahuluan Intensitas Serangan Bulai pada berbagai Umur Tanaman

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui umur tanaman jagung yang terinfeksi spora bulai. Penelitian ini menggunakan 3 variabel umur tanaman jagung yang diinokulasi spora bulai. Dari ketiga perlakuan pada penelitian pendahuluan ini pada perlakuan P1 merupakan perlakuan tingkat serangan tertinggi dengan perlakuan yang lain. Pada perlakuan P1 tingkat serangan 32,5%, sedangkan pada perlakuan P2 sebesar 13,3%, dan pada perlakuan P3 sebesar 0%. Pada perlakuan P3 tidak terdapat serangan penyakit bulai pada tanaman jagung. Pada perlakuan P3 ini menginformasikan bahwa pada umur jagung 21 HST yang diinfeksi spora bulai tidak terdapat gejala.

Tabel 2. Intensitas Serangan Penyakit Bulai pada Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Rata-rata Intensitas Serangan Penyakit Bulai (%)		
	1 MSI	2 MSI	3 MSI
P1	20	32,5	32,5
P2	11	13,3	13,3
P3	0	0	0

Keterangan : perlakuan P1 tanaman berumur 7 HST, P2 berumur 14 HST, dan P3 berumur 21 HST. Spora bulai diinokulasi pada umur tersebut



Gambar 5. A. Tanaman jagung pada penelitian pendahuluan, B. daun yang terinfeksi penyakit bulai

Sumber : dokumentasi pribadi

2. Deskripsi Gejala Penyakit Bulai

Gejala penyakit bulai terlihat pada daun ke tiga pada tanaman jagung. Gejala tersebut ditandai klorosis berwarna putih pada helai dan sejajar dengan tulang daun. Pada bagian bawah helai daun terdapat bercak-bercak berwarna putih. Bercak tersebut merupakan spora bulai dan gejala penyakit yang terus berkembang menuju ke pangkal daun. Daun-daun yang berkembang setelah itu akan terdapat klorosis merata pada helai daun.



Gambar 6. Tanaman Jagung Terinfeksi Penyakit Bulai
Sumber : dokumentasi pribadi

3. Persentase Serangan Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung

Intensitas serangan penyakit bulai dengan pemberian fungisida dan PGPR ditujukan untuk menekan serangan penyakit bulai (*Peronosclerospora* sp.) pada tanaman jagung. Hasil analisis ragam menunjukkan penekanan serangan penyakit bulai dipengaruhi secara nyata dengan pemberian PGPR dan fungisida. Penekanan serangan penyakit tertinggi yaitu dengan pemberian fungisida.

Pada tabel 3 diketahui pada pengamatan 1, 2 dan 3 MSI (Minggu Setelah Inokulasi) penekanan serangan penyakit bulai tidak berbeda nyata antar perlakuan. Sedangkan pada pengamatan 4 MSI terdapat perbedaan nyata antar perlakuan terhadap kontrol. Pada pengamatan 4 MSI intensitas serangan tertinggi dan terendah sama dengan pengamatan 3 MSI. Selain itu, perlakuan P6 dan P7 tidak berbeda nyata dengan perlakuan fungisida.

Tabel 3. Persentase Serangan Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung

Perlakuan	Rata-rata Intensitas Serangan Penyakit Bulai (%)			
	1 MSI	2 MSI	3 MSI	4 MSI
P1 (Kontrol)	20.00	23.34	33.33	33.33 c
P2 (Fungisida)	3.33	3.33	6.67	6.67 a
P3 (UB-ABS 1)	3.33	16.67	20.00	23.33 bc
P4 (UB-ABS 2)	10.00	13.33	23.34	30.00 bc
P5 (UB-ABS 3)	3.33	6.67	16.67	26.67 bc
P6 (UB-ABS 4)	6.67	10.00	13.33	16.67 ab
P7 (UB-ABS 5)	13.33	16.67	16.67	16.67 ab
P8 (UB-APF 2)	10.00	13.33	16.67	20.00 abc
P9 (UB-APF 5)	6.67	10.00	26.67	26.67 bc

Keterangan : seluruh perlakuan diinokulasi spora bulai (*Peronosclerospora* sp. dengan konsentrasi 10^3); P=Perlakuan penelitian, angka dibelakang huruf merupakan kode perlakuan; P1= tanaman jagung tanpa diinokulasi PGPR dan fungisida; P2= tanaman jagung dengan perlakuan fungisida berbahan aktif Dimetromorf; P3-P9 diinokulasi dengan PGPR; UB-ABS = *B. subtilis*, UB-APF= *P.fluorescens* angka dibelakang huruf merupakan kode isolat; MSI=Minggu Setelah Inokulasi. Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata (uji selang ganda Duncan $\alpha = 0,05$)

4. Pengaruh PGPR terhadap Diameter Batang Jagung

Diameter batang tanaman jagung diukur pada 4 MSI dengan menggunakan jangka sorong. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian PGPR pada tanaman jagung tidak memberikan hasil yang berbeda nyata.

Tabel 4. Pengaruh PGPR terhadap Diameter Batang Jagung

Perlakuan	Rata-rata Diameter Batang (cm)
P1 (Kontrol)	0.50
P2 (Fungisida)	0.50
P3 (UB-ABS 1)	0.52
P4 (UB-ABS 2)	0.50
P5 (UB-ABS 3)	0.48
P6 (UB-ABS 4)	0.48
P7 (UB-ABS 5)	0.49
P8 (UB-APF 2)	0.53
P9 (UB-APF 5)	0.53

Keterangan : seluruh perlakuan diinokulasi spora bulai (*Peronosclerospora* sp. dengan konsentrasi 10^3); P=Perlakuan penelitian, angka dibelakang huruf merupakan kode perlakuan; P1= tanaman jagung tanpa diinokulasi PGPR dan fungisida; P2= tanaman jagung dengan perlakuan fungisida berbahan aktif Dimetromorf; P3-P9 diinokulasi dengan PGPR; UB-ABS = *B. subtilis*, UB-APF= *P.fluorescens* angka dibelakang huruf merupakan kode isolat; MSI=Minggu Setelah Inokulasi. Penelitian menggunakan uji selang ganda Duncan $\alpha = 0,05$ tetapi hasil analisis tidak berbeda nyata.

5. Pengaruh PGPR terhadap Tinggi Tanaman Jagung

Tinggi tanaman jagung diukur pada 1 hingga 4 MSI dengan menggunakan penggaris. Hasil analisis ragam pada tabel 5 menunjukkan tinggi tanaman tidak berbeda nyata dengan pemberian PGPR dan fungisida.

Tabel 5. Pengaruh PGPR terhadap Tinggi Tanaman Jagung

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)			
	1 MSI	2 MSI	3 MSI	4 MSI
P1 (Kontrol)	8.17	12.51	16.77	21.95
P2 (Fungisida)	9.42	13.60	18.12	23.48
P3 (UB-ABS 1)	9.18	14.60	18.83	23.62
P4 (UB-ABS 2)	8.58	12.37	16.93	20.90
P5 (UB-ABS 3)	9.05	13.63	18.17	22.53
P6 (UB-ABS 4)	9.43	14.17	18.68	22.42
P7 (UB-ABS 5)	10.22	14.17	18.92	23.85
P8 (UB-APF 2)	9.98	15.30	20.40	25.90
P9 (UB-APF 5)	9.07	13.17	17.85	22.62

Keterangan : seluruh perlakuan diinokulasi spora bulai (*Peronosclerospora* sp. dengan konsentrasi 10^3); P=Perlakuan penelitian, angka dibelakang huruf merupakan kode perlakuan; P1= tanaman jagung tanpa diinokulasi PGPR dan fungisida; P2= tanaman jagung dengan perlakuan fungisida berbahan aktif Dimetomorf; P3-P9 diinokulasi dengan PGPR; UB-ABS = *B. subtilis*, UB-APF= *P. fluorescens* angka dibelakang huruf merupakan kode isolat; MSI=Minggu Setelah Inokulasi. Penelitian menggunakan uji selang ganda Duncan $\alpha = 0,05$ tetapi hasil analisis tidak berbeda nyata.

6. Pengaruh PGPR terhadap Jumlah Daun

Pemberian PGPR dan fungisida berbahan aktif Dimetomorf 50% dilakukan pada jagung umur 9 Hari Setelah Tanam. Sedangkan pada 10 Hari Setelah Tanam dilakukan inokulasi penyakit bulai yang dilakukan pada malam hari pukul 03.00 WIB. Pemberian perlakuan PGPR (*B.Subtilis* dan *P. Flourescens*) dan fungisida tersebut diharapkan dapat meningkatkan jumlah daun. Penelitian ini juga menggunakan tanaman kontrol (tanpa aplikasi PGPR dan fungisida) sebagai pembanding. Aplikasi fungisida pada penelitian ini sebagai pembanding dengan perlakuan aplikasi PGPR terhadap jumlah daun. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Tabel 6. Pengaruh PGPR terhadap Jumlah Daun

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Daun			
	1 MSI	2 MSI	3 MSI	4 MSI
P1 (Kontrol)	2.83	3.83	4.60	5.40
P2 (Fungisida)	2.77	3.73	4.63	5.40
P3 (UB-ABS 1)	2.97	3.90	4.70	5.50
P4 (UB-ABS 2)	2.67	3.63	4.40	5.23
P5 (UB-ABS 3)	2.73	3.70	4.63	5.47
P6 (UB-ABS 4)	2.60	3.60	4.43	5.50
P7 (UB-ABS 5)	2.87	3.73	4.50	5.27
P8 (UB-APF 2)	2.90	3.87	4.80	5.67
P9 (UB-APF 5)	2.90	3.83	4.70	5.60

Keterangan : seluruh perlakuan diinokulasi spora bulai (*Peronosclerospora* sp. dengan konsentrasi 10^3); P=Perlakuan penelitian, angka dibelakang huruf merupakan kode perlakuan; P1= tanaman jagung tanpa diinokulasi PGPR dan fungisida; P2= tanaman jagung dengan perlakuan fungisida berbahan aktif Dimetromorf; P3-P9 diinokulasi dengan PGPR; UB-ABS = *B. subtilis*, UB-APF= *P.fluorescens* angka dibelakang huruf merupakan kode isolat; MSI=Minggu Setelah Inokulasi. Penelitian menggunakan uji selang ganda Duncan $\alpha = 0,05$ tetapi hasil analisis tidak berbeda nyata.

7. Pengaruh PGPR terhadap Kandungan Klorofil

Pengukuran kandungan klorofil pada daun tanaman jagung menggunakan SPAD-502 *Chlorophyl Meter*. Dari hasil analisis ragam menunjukkan pemberian PGPR didaerah perakaran dapat memberikan hasil yang beda nyata.

Tabel 7. Pengaruh PGPR terhadap Jumlah Klorofil

Perlakuan	Rata-rata Kandungan Klorofil
P1 (Kontrol)	31.40 cd
P2 (Fungisida)	28.13 a
P3 (UB-ABS 1)	28.7a ab
P4 (UB-ABS 2)	30.37 bcd
P5 (UB-ABS 3)	29.73 abc
P6 (UB-ABS 4)	29.13 ab
P7 (UB-ABS 5)	29.20 ab
P8 (UB-APF 2)	29.00 ab
P9 (UB-APF 5)	32.03 d

Keterangan : seluruh perlakuan diinokulasi spora bulai (*Peronosclerospora* sp. dengan konsentrasi 10^3); P=Perlakuan penelitian, angka dibelakang huruf merupakan kode perlakuan; P1= tanaman jagung tanpa diinokulasi PGPR dan fungisida; P2= tanaman jagung dengan perlakuan fungisida berbahan aktif Dimetromorf; P3-P9 diinokulasi dengan PGPR; UB-ABS = *B. subtilis*, UB-APF= *P.fluorescens* angka dibelakang huruf merupakan kode isolat; MSI=Minggu Setelah Inokulasi. Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata (uji selang ganda Duncan $\alpha = 0,05$)

Dari 9 perlakuan yang beragam, pada tabel 6 menunjukkan terdapat perbedaan kandungan klorofil antar perlakuan pada daun tanaman jagung. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan klorofil terendah terdapat pada P2 dengan pemberian fungisida sedangkan kandungan klorofil tertinggi terdapat pada P9 dengan pemberian *P. fluorescense* 5.

8. Pengaruh PGPR terhadap Panjang Akar

Pengaruh pemberian PGPR pada daerah perakaran dan perendaman benih jagung terhadap panjang akar ditujukan untuk meningkatkan panjang akar tanaman jagung. Panjang akar tanaman jagung diukur pada 4 MSI. Dari hasil analisis ragam ditunjukkan pada tabel 8 tidak berbeda nyata antara pemberian PGPR dengan panjang akar tanaman jagung.

Tabel 8. Pengaruh PGPR terhadap Panjang Akar

Perlakuan	Rata-rata Panjang Akar (cm)
P1 (Kontrol)	44.66
P2 (Fungisida)	47.57
P3 (UB-ABS 1)	46.13
P4 (UB-ABS 2)	45.97
P5 (UB-ABS 3)	46.13
P6 (UB-ABS 4)	46.13
P7 (UB-ABS 5)	47.50
P8 (UB-APF 2)	49.77
P9 (UB-APF 5)	48.20

Keterangan : seluruh perlakuan diinokulasi spora bulai (*Peronosclerospora* sp. dengan konsentrasi 10^3); P=Perlakuan penelitian, angka dibelakang huruf merupakan kode perlakuan; P1= tanaman jagung tanpa diinokulasi PGPR dan fungisida; P2= tanaman jagung dengan perlakuan fungisida berbahan aktif Dimetromorf; P3-P9 diinokulasi dengan PGPR; UB-ABS = *B. subtilis*, UB-APF= *P. fluorescens* angka dibelakang huruf merupakan kode isolat; MSI=Minggu Setelah Inokulasi. Penelitian menggunakan uji selang ganda Duncan $\alpha = 0,05$ tetapi hasil analisis tidak berbeda nyata.

9. Pengaruh PGPR terhadap Berat Basah dan Berat Kering Akar

Pemberian PGPR ditujukan untuk meningkatkan berat segar dan berat kering dari akar tanaman jagung. Hasil analisis data menunjukkan pada berat segar akar tanaman jagung tidak berbeda nyata namun hasil sebaliknya pada hasil analisis berat kering akar tanaman jagung berbeda nyata. hal ini menginformasikan pemberian PGPR dapat meningkatkan berat kering akar.

Tabel 9. Pengaruh PGPR terhadap Berat Basah Akar (BBA) dan Berat Kering Akar (BKA)

Perlakuan	Rata-rata BBA per 10 tanaman (g)	Rata-rata BKA per 10 tanaman (g)
P1 (Kontrol)	31.33 a	2.51 bc
P2 (Fungisida)	26.00 a	1.76 a
P3 (UB-ABS 1)	30.00 a	2.88 c
P4 (UB-ABS 2)	25.67 a	1.75 a
P5 (UB-ABS 3)	26.67 a	2.00 ab
P6 (UB-ABS 4)	29.67 a	2.11 ab
P7 (UB-ABS 5)	29.00 a	1.99 ab
P8 (UB-APF 2)	27.67 a	2.38 abc
P9 (UB-APF 5)	29.00 a	2.56 bc

Keterangan : seluruh perlakuan diinokulasi spora bulai (*Peronosclerospora* sp. dengan konsentrasi 10^3); P=Perlakuan penelitian, angka dibelakang huruf merupakan kode perlakuan; P1= tanaman jagung tanpa diinokulasi PGPR dan fungisida; P2= tanaman jagung dengan perlakuan fungisida berbahan aktif Dimetromorf; P3-P9 diinokulasi dengan PGPR; UB-ABS = *B. subtilis*, UB-APF= *P. fluorescens* angka dibelakang huruf merupakan kode isolat; MSI=Minggu Setelah Inokulasi.. Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata (uji selang ganda Duncan $\alpha = 0,05$)

Pada tabel 9 menunjukkan bahwa berat basah akar tidak menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan. Hasil analisis pada berat kering akar menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Pada perlakuan P4 tidak menunjukkan berbeda nyata dengan P2 (penambahan fungisida). Sedangkan pada perlakuan P3 berbeda nyata antara perlakuan P1 dan P2. Perlakuan yang memiliki berat kering akar terkecil adalah P2 dengan penambahan fungisida dan P4 dengan penambahan *B. subtilis* 4.

4.2 PEMBAHASAN

4.2.1 Pengaruh Pemberian PGPR Terhadap Persentase Serangan Bulai

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian PGPR terhadap intensitas serangan penyakit bulai. PGPR yang digunakan dalam penelitian ini merupakan koleksi dari Laboratorium Bakteriologi. Adapun bakteri yang digunakan yaitu *B. subtilis* (UB-ABS1), *B. subtilis* (UB-ABS2), *B. subtilis* (UB-ABS3), *B. subtilis* (UB-ABS4), *B. subtilis* (UB-ABS5), *P. fluorescense* (UB-APF2) dan *P. fluorescense* (UB-APF2). Dalam penelitian ini juga menggunakan fungisida berbahan aktif dimetomorf. Pada hasil pengamatan 1, 2 dan 3 MSI tidak menunjukkan berbeda nyata namun pada pengamatan 4 MSI menunjukkan berbeda nyata. Gejala klorosis berwarna putih tampak pada helai daun dan sejajar

dengan tulang daun. Penyakit bulai dapat menimbulkan gejala sistemik yang meluas keseluruhan badan tanaman. Gejala sistemik hanya terjadi apabila jamur dari daun yang terinfeksi dapat mencapai titik tumbuh, sehingga dapat menginfeksi semua daun yang dibentuk oleh titik tumbuh itu (Semangun, 1971). Tanaman yang berumur lebih dari 3 minggu cukup tahan terhadap infeksi, dan makin muda tanaman makin rentan. Suatu daun dari tanaman muda sangat menurun kerentanannya satu minggu sesudah daun berkembang dengan sempurna (Bustaman dan Kimigafukuro, 1981). Perbedaan intensitas serangan penyakit bulai pada tanaman jagung dimungkinkan dipengaruhi oleh induksi ketahanan sistemik yang dengan perlakuan penambahan PGPR.

PGPR mempunyai mekanisme sebagai bioprotektan/biokontrol sebagai pengendali patogen hayati dengan menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit anti patogen seperti siderophore, β -1,3 glukanas, kitinase, antibiotik dan sianida (tenuta, 2006). *B. subtilis* dalam pengendalian berbagai jenis penyakit ini dihubungkan dengan kemampuannya dalam memproduksi berbagai macam senyawa antimikroba seperti subtilin, surfactin, fengycin, bacitracin, basilin, basilomisin B, difisidin, oksidifisidin, subtilisin dan iturin A (Szczech dan Shoda 2006). Antimikroba yang dihasilkan oleh *B. subtilis* dapat bersifat antibakteri dan antijamur. *Pseudomonas* sp. mampu berkompetisi nutrisi berupa ion Fe yang terjadi pada kondisi ion Fe dalam jumlah yang terbatas. Bakteri ini mampu membentuk senyawa pengikat/penghelat ion tersebut sehingga menjadi tidak tersedia bagi mikroorganisme lain termasuk patogen. Senyawa tersebut disebut sebagai siderofor (Leong, 1986).

Pada mekanisme *Induced Systemic Resistance* (ISR) Ramamoorthy et al. (2001) memaparkan bahwa mekanisme ISR terjadi sebagai akibat perubahan fisiologi tanaman yang kemudian menstimulasi terbentuknya senyawa kimia yang berguna dalam pertahanan terhadap serangan patogen. Perubahan fisiologi tersebut dapat berupa modifikasi struktural dinding sel atau perubahan reaksi biokimia pada tanaman inang. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan adanya induksi ketahanan sistemik oleh bakteri yaitu: 1) adanya sumbangan lipopolisakarida oleh bakteri; 2) produksi siderofor oleh bakteri; dan 3) produksi asam silsilat, yang dapat terjadi secara langsung oleh bakteri ataupun secara tidak

lansung (Van Loon, dkk., 1998). Hal ini sesuai dengan penelitian (Raj, dkk., 2003) pada tanaman *Pennisetum glaucum* bahwa dengan penggunaan PGPR dapat menekan intensitas serangan penyakit downy mildew sebesar 78% pada tanaman tersebut. Bahkan dari hasil penelitian (Zhang, 2004) pada tanaman tembakau dapat mengurangi intensitas serangan bercak biru yang disebabkan spora *Peronospora tabacina* hingga 99,6% pada konsentrasi bakteri 10^{10} CFU/mL.

4.2.2 Pengaruh PGPR terhadap Keragaan Tanaman Jagung

Pemberian *B. subtilis* dan *P. fluorescense* diharapkan dapat meningkatkan tinggi tanaman. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada pengamatan 1, 2, 3 dan 4 MSI tidak berbeda nyata. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian (Maharani, 2012) bahwa pemberian biofertilizer dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman. Tinggi tanaman tidak berbeda nyata dimungkinkan karena pengaruh dari persaingan nutrisi unsur hara yang berada di media tanam. Nutrisi yang ada tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan dari tanaman jagung. Faktor volume media tanam memungkinkan mempengaruhi terbatasnya unsur hara dan ruang gerak dari akar tanaman. Selain itu juga jarak antar tanaman mempengaruhi persaingan nutrisi antar tanaman. Pemakaian bibit per titik tanam berpengaruh terhadap pertumbuhan karena secara langsung berhadapan dengan kompetisi antar tanaman dalam satu rumpun. Jumlah bibit per titik tanam yang lebih sedikit akan memberikan ruang pada tanaman untuk menyebar dan memperdalam perakaran (Berkelaar, 2001). Padahal pada penelitian (Tahar, 2009), aplikasi kombinasi antara isolat *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. dapat saling melengkapi kekurangan antara satu dengan yang lain. *Bacillus* sp. dapat membentuk endospora apabila berhadapan dengan lingkungan yang tidak menguntungkan sementara *Pseudomonas* sp. memiliki waktu regenerasi yang lebih cepat dibanding *Bacillus* sp. Disamping itu seluruh *Bacillus* sp. dapat menghasilkan siderofor sedangkan *Pseudomonas* sp. tidak semua dapat menghasilkan siderofor, tetapi dapat melarutkan posfat. Pemberian *P. fluorescense* ini diduga dapat meningkatkan fitohormon IAA pada tanaman jagung. Glick dan Pasternak (1994) melaporkan bahwa *Pseudomonas* sp. adalah mikroba penghasil fitohormon khususnya IAA dalam jumlah besar dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan mengatur keseimbangan hormonal di dalam tanaman yang

diinfeksi. Martenst et al. (1994) dalam Patten dan Glick (2002) melaporkan bahwa hormon IAA, ternyata tidak berfungsi nyata sebagai hormon dalam sel bakteri, adanya dalam sel bakteri diduga karena hormon tersebut berperan penting dalam interaksi antara bakteri dengan tanaman. Disamping itu IAA merupakan hormon auksin pertama pada tumbuhan yang mengendalikan berbagai proses fisiologi penting yang meliputi pembelahan dan perkembangan sel, diferensiasi jaringan, respon terhadap cahaya, dan gravitasi (Salisbury dan Ross 1992). Selain adanya aktivitas hormon IAA, pemacuan pertumbuhan tanaman oleh *Pseudomonas* diduga disebabkan kemampuan *Pseudomonas* sp. dalam menambat nitrogen (Watanabe et al. 1987). Kemungkinan lain adalah potensi yang dimiliki oleh kedua jenis bakteri ini sebagai pelarut fosfat sehingga ketersediaan fosfat bagi tanaman tercukupi. Menurut Sutariati (2006) senyawa fosfat yang ada dalam lingkungan tumbuh tanaman tidak selalu dapat mencukupi kebutuhan bagi tanaman sehingga keberadaan bakteri pelarut fosfat di rizosfer tanaman membantu menyediakan senyawa fosfat bagi tanaman.

Pengaruh pemberian PGPR tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang dan jumlah daun pada tanaman jagung. Hal ini diduga pengaruh populasi dan varietas pada tanaman jagung. Menurut Frizia (1993) dan Handayani (2003), diameter batang dipengaruhi oleh jumlah populasi tanaman. Handayani (2003) juga menyatakan bahwa tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot berangkasan dan komponen hasil panen dipengaruhi oleh varietas. Hal ini dikuatkan oleh (Gardner, dkk., 1990) yang menyatakan bahwa pengaruh varietas terhadap peubah yang diamati disebabkan oleh adanya perbedaan faktor genetik yang dimiliki masing-masing varietas jagung dan kemampuan adaptasinya terhadap lingkungan. Menurut (Goldsworthy, 1992) dan (Dohi, 1998) jumlah daun total yang ditentukan pada waktu inisiasi bunga, diameter batang dan ILD disebabkan oleh kemampuan genetik yang dimiliki oleh masing-masing varietas jagung yang berbeda satu dengan yang lainnya, dan sedikit pengaruh lingkungan.

Penggunaan PGPR dapat meningkatkan kandungan khlorofil dan menginformasikan hasil yang berbeda nyata. hal ini dibuktikan dengan penggunaan perlakuan *P. fluorescense* 5 menunjukkan kandungan khlorofil tertinggi pada daun jagung. Hal ini sesuai dengan (Stefan, dkk., 2013) penggunaan

PGPR dapat meningkatkan kandungan klorofil yang signifikan pada tanaman kacang-kacangan. Penggunaan bakteri *Pseudomonas* sp. pada tanaman kemangi dapat meningkatkan kandungan klorofil yang signifikan (Heidari, 2011). *Pseudomonas* sp. banyak menguntungkan bagi tanaman secara langsung, yaitu melalui pemacuan pertumbuhan dan peningkatan kesehatan tanaman dan secara tidak langsung melalui penghambatan pada, atau kompetisi dengan patogen dan parasit (Loccoz dan Defago, 2004). Mekanisme *Pseudomonas* sp. dalam memacu pertumbuhan tanaman banyak yang dilaporkan sebagai penghasil fitohormon dalam jumlah besar khususnya IAA untuk merangsang pertumbuhan (Watanabe et al., 1987). Didukung dengan penelitian (Piromyou, 2010) penggunaan *Pseudomonas* sp. pada tanaman pisang dapat meningkatkan hormon IAA. *Pseudomonas* sp. mampu berkompetisi nutrisi berupa ion Fe yang terjadi pada kondisi ion Fe dalam jumlah yang terbatas. Bakteri ini mampu membentuk senyawa pengikat/penghelat ion tersebut sehingga menjadi tidak tersedia bagi mikroorganisme lain termasuk patogen. Senyawa tersebut disebut sebagai siderofor (Leong, 1986). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bakteri-bakteri dalam kelompok PGPR memiliki kemampuan dalam menyediakan unsur hara penting bagi tanaman seperti nitrogen, fosfat, sulfur, kalium dan ion besi (Vessey, 2003). Bakteri yang dapat melarutkan fosfat antara lain *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Mycobacterium* sp., *Flavobacterium* sp., *Citrobacter* sp., dan *Enterobacter* sp. (Alexander, 1977). Unsur N merupakan unsur utama pembentuk klorofil sedangkan unsur P mampu meningkatkan fotosintesis dan metabolisme tebu dengan cara mengikat mineral penting (Ca^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+}) dan protein yang juga komponen utama pembentukan klorofil (Widowati, 2008).

Pemberian PGPR (*B. subtilis* dan *P. fluorescense*) terhadap panjang akar tanaman jagung tidak berbeda nyata. Hal ini diduga pengaruh dari persaingan nutrisi unsur hara yang berada di media tanam. Nutrisi yang ada tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan dari tanaman jagung. Faktor volume media tanam memungkinkan mempengaruhi terbatasnya unsur hara dan ruang gerak dari akar tanaman. Selain itu juga jarak antar tanaman mempengaruhi persaingan nutrisi antar tanaman. Pemakaian bibit per titik tanam berpengaruh terhadap pertumbuhan karena secara langsung berhadapan dengan kompetisi antar

tanaman dalam satu rumpun. Jumlah bibit per titik tanam yang lebih sedikit akan memberikan ruang pada tanaman untuk menyebar dan memperdalam perakaran (Berkelaar, 2001). Penggunaan jarak tanam pada dasarnya ialah memberikan kemungkinan tanaman untuk tumbuh dengan baik tanpa mengalami banyak persaingan dalam hal mengambil air, unsur-unsur hara, dan cahaya matahari. Jumlah dan kecepatan tumbuh akar suatu tanaman merupakan faktor yang sangat penting terhadap jumlah hara dan air yang diambil (Goss, 1973 dalam Kurniasih, 2008). Jarak tanam yang tepat penting dalam pemanfaatan cahaya matahari secara optimal untuk proses fotosintesis. Dalam jarak tanam yang tepat, tanaman akan memperoleh ruang tumbuh yang seimbang (Warjido, dkk., 1990).

Hasil analisis berat segar akar tidak berbeda nyata dengan kontrol. Namun dari berat kering akar hasil analisis menunjukkan berbeda nyata. Hal ini dimungkinkan ada pengaruh penambahan PGPR dengan berat kering akar tanaman jagung. Hasil analisa menunjukkan berat kering akar tertinggi pada perlakuan P3 (*B. subtilis* 1). Hal ini sesuai dengan (Kardilag, dkk., 2013) pemberian bakteri *B. subtilis* dapat meningkatkan berat kering akar 11,2 % dibandingkan kontrol. Pernyataan ini juga didukung (Mia, 2009) bakteri *B. subtilis* tanpa penambahan pupuk N pada sistem pertanian hidroponik dapat meningkatkan berat kering akar hingga 22,3% bila dibandingkan dengan kontrol. Dengan pemberian PGPR (*Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp) memiliki aktivitas pemacu pertumbuhan tanaman dengan cara menghasilkan hormon IAA dan melarutkan posfat (Astuti 2007). Glick dan Pasternak (1994) melaporkan bahwa *Pseudomonas* sp. adalah mikroba penghasil fitohormon khususnya IAA dalam jumlah besar dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan mengatur keseimbangan hormonal di dalam tanaman yang diinfeksi. Martenst et al. (1994) dalam Patten dan Glick (2002) melaporkan bahwa hormon IAA, ternyata tidak berfungsi nyata sebagai hormon dalam sel bakteri, adanya dalam sel bakteri diduga karena hormon tersebut berperan penting dalam interaksi antara bakteri dengan tanaman. Disamping itu IAA merupakan hormon auksin pertama pada tumbuhan yang mengendalikan berbagai proses fisiologi penting yang meliputi pembelahan dan perkembangan sel, diferensiasi jaringan, respon terhadap cahaya, dan gravitasi (Salisbury dan Ross 1992).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan PGPR (*B. subtilis* dan *P. fluorescense*) berpotensi menggantikan fungisida. Pada penelitian ini dengan penggunaan PGPR dapat menekan serangan penyakit bulai yang diakibatkan spora *Peronosclerospora* sp. pada tanaman jagung. Pemberian *B. subtilis* 4 dan 5 dapat menekan serangan penyakit bulai hingga 50% bila dibandingkan dengan kontrol pada pengamatan 4 MSI (Minggu Setelah Inokulasi). Sedangkan pada *P. fluorescense* 2 dan 5 masing-masing dapat menekan 40% dan 20% penyakit bulai pada tanaman jagung bila dibandingkan dengan kontrol. Penggunaan fungisida sistemik berbahan aktif dimetromorf dapat menekan hingga 80% bila dibandingkan dengan kontrol.

Saran

Penelitian tentang PGPR perlu dilakukan lebih lanjut dengan mengkombinasi bakteri PGPR. Hasil dari kombinasi diharapkan dapat lebih tinggi menekan intensitas serangan bulai pada tanaman jagung. Sehingga hasil dari kombinasi tersebut dapat menjadi referensi bagi petani dan pengusaha.

DAFTAR PUSTAKA

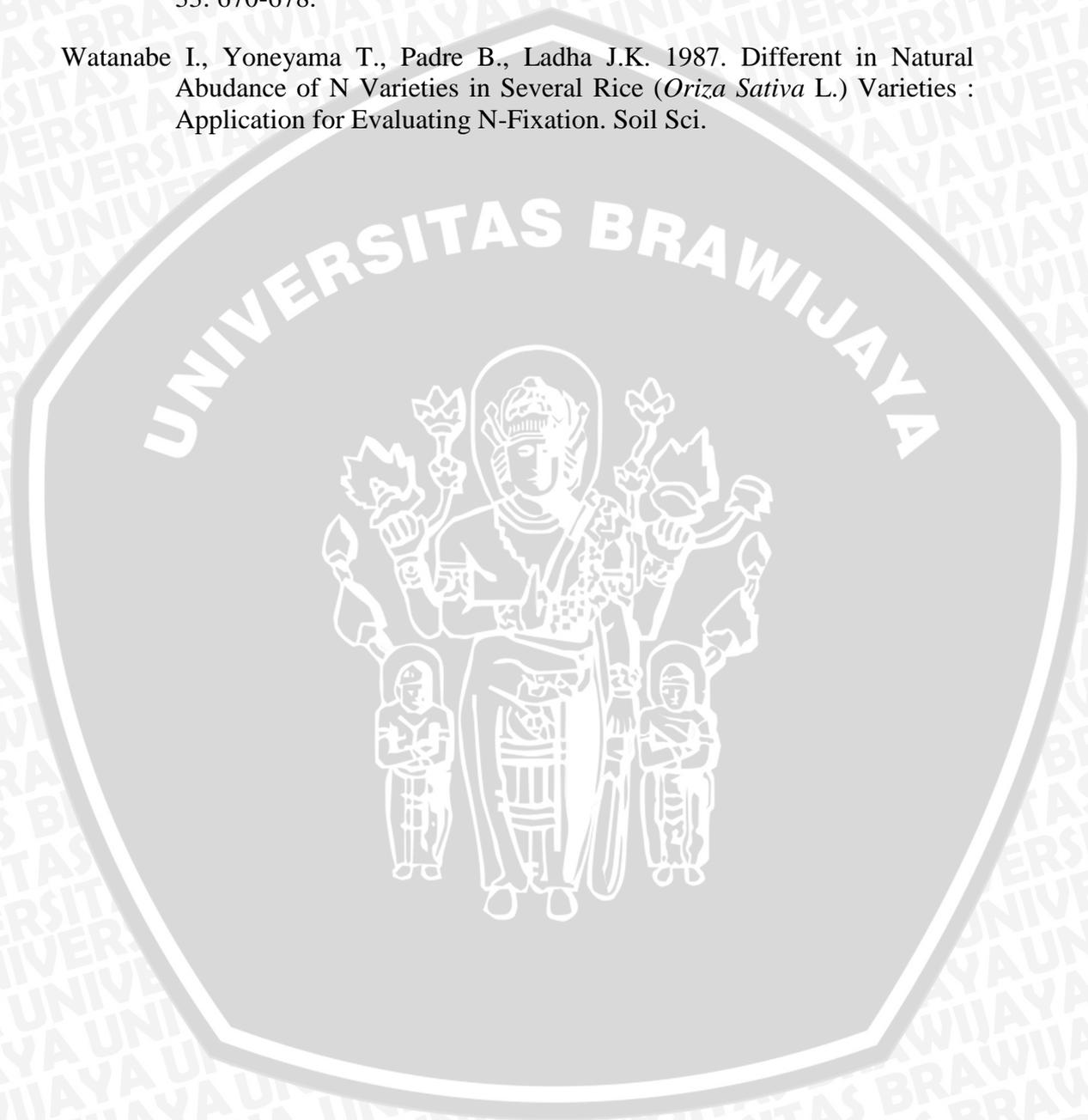
- Abadi, A.L. 2000. Ilmu penyakit tumbuhan. Lembaga Penerbitan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya : Malang. Halaman 106
- Anonim. 2013. Jagung bahan pokok makanan Indonesia. <http://bapeluh.blogspot.com/> tinjauan. diakses tanggal 8 maret 2013.
- Anonim. 2013. Serangan penyakit bulai. <http://bapeluh.blogspot.com/> tinjauan. diakses tanggal 8 maret 2013.
- Anonim. 2013. Tanaman Jagung. <http://www.kids.britannica.com>. Diakses tanggal 3 maret 2013
- Astuti, RI. 2008. Analisis Karakter *Pseudomonas* sp. sebagai Agens Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Biokontrol Fungi Patogen. [Tesis]. Sekolah Pascasarjan IPB. Bogor.
- Berkelaar, D. 2001. Sistem intensifikasi padi (the system of rice intensification-SRI) : Sedikit dapat memberi lebih banyak. 7 hal terjemahan. ECHO, Inc. 17391 Durrance Rd. North Ft. Myers FL. 33917 USA.
- BPS. 2011. Perkembangan Produksi Jagung. <http://www.bps.go.id>. diakses tanggal 3 Maret 2013
- Bustaman, Masdiar and T. Kimigafukuro. 1981. Studies on Medium, Temperature for Germination of *Conidia* and Appearance of Local Symtoms of *P. Maydis* on Corn Leaves at Different Seedling Stages. *Contr. Centr. Res. Inst. Food Crops*, Bogor, No. 63, 14 hlm.
- Chen Z, Silva H, Klessing DF. 1993. Involment of reactive oxygen spesies in the induction of systemic acquired resistance by salicyclic acid in plants. *Science* 242:883-886
- Compant S, Reiter B, Sessitsch A, Nowak J, Clément C and Barka E A 2005 Endophytic colonization of *Vitis vinifera* L. by plant growth-promoting bacterium *Burkholderia* sp. strain PsJN; *Appl. Environ. Microbiol.* 71 1685–1693
- Desmawati. 2006. Pemanfaatan plant growth promoting rhizobacter (PGPR) prospek yang menjanjikan dalam berusaha tani tanaman hortikultura. <http://ditlin.hortikultura.go.id>.
- Dewi, R.I. 2007. Rhizobacteria Pendukung Pertumbuhan Tanaman Plant Growth Promoting Rhizobacteria. Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran, Jatinangor.

- Dohi, M. 1998. Pengaruh varietas dan kepadatan awal tanam terhadap produksi jagung rebus dan hijauan jagung sebagai makanan ternak. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dwidjoseputro. 1978. Dasar-dasar Mikrobiologi. Jakarta: Djambatan
- Dwivedi D, Johri BN. 2003. Antifungals from fluorescent pseudomonads: biosynthesis and regulation. *Curr Sci.* 85:1693-1703.
- Frizia, F. 1993. Pengaruh Waktu Pemangkasan Daun dan Populasi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Hibrida C-1. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Gardner, C. A. C., P. L. Bax, D. J. Bailey, A. J. Cavalieri, C. R. Clausen, G. A. Luce, J. M. Meece, P. A. Murphy, T. E. Piper, R. L. Segebart, O. S. Smith, C. W. Tiffany, M. W. Trimble, and B. N. Wilson. 1990. Response of Corn Hybrid to Nitrogen Fertilizer. *J. Prod. Agric.* 3 (1) : 39-43.
- Glick BR, Pasternak JJ. 1994. *Molecular Biotechnology, Principles & Applications of Recombinant DNA*. Washington, D.C. ASM Pr.
- Glick, B.R. 1995. The Enhancement of Plant Growth by Free-Living Bacteria. *Can J Microbiol* 41:109-117
- Goldsworthy, P.R. dan N.M. Fisher. 1992. *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik*. Penerjemah: Tohari. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Hamijaya, M. Z. S. Asikin dan M. Thamrin. 2001. Musuh Alami jagung dilahan Kering Beriklim Basah dan Pasang surut Kalimantan Selatan. Simposium Pengendalian Hayati. Sukamandi 14-15 Maret 2001.
- Handayani, K.D. 2003. Pertumbuhan dan produksi beberapa varietas jagung (*Zea mays* L.) pada populasi yang berbeda dalam sistem tumpang sari dengan ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.). Skripsi. Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Heidari, M., Sayed M. M., Amir G. 2011. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Effect on Physiological Parameters and Mineral Uptake in basil (*Ocimum basilicum* L.) Under Water Stress. Vol. 6, No. 5, May 2011
- Karlidag, H., Ertam Y., Metin T., Mucahit dan P. Figen D. 2013. Plant Growth-promoting Rhizobacteria Mitigate Deleterious Effects of Salt Stress on Strawberry Plants. *Hortscience* 48(5):563–567. 2013.
- Kurniasih, B., Siti, F., dan Dwi A.P., 2008. Karakteristik Perakaran Tanaman Padi Sawah IR 64 (*Oriza sativa* L.) pada Umur Bibit dan Jarak Tanam Yang Berbeda. *Ilmu Pertanian* Vol. 15 No. 1, 2008 : 15-25

- Leog, J. 1986. Siderophores: their biochemistry and possible role in the biocontrol of pathogen. *Annu. Rev. Phytopathol.* 24:187-209
- Loccoz dan Defago. 2004. *Organic Fertilisation, Soil Quality and Human Health.* Springer : USA
- Madigan dan Martinko . 2006. *Brock Biology of Microorganism.* New York : USA
- Maharani, B. R., Tini Suhartanti., dan Edy Sudrajat. 2012. Pengaruh pemberian pupuk hayati (biofertilizer) dan media tanam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)
- Masnilah, R., P.A Mihardja dan Restuningsih. 2006. Pemanfaatan *Bacillus* spp. Untuk Mengendalikan Penyakit Busuh Batang Berlubang *Erwinia carotovora* Pada Tembakau Di Rumah Kaca. *Jurnal Mapeta* 9 (3): 154-165
- Mia, M. A. Baset, Z. H. Shamsuddin, Z. Wahab, dan M. Marziah. 2009. The effect of rhizobacterial inoculation on growth and nutrient accumulation of tissue-cultured banana plantlets under low N-fertilizer regime. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (21), pp. 5855-5866, 2 November, 2009
- Najiyati, S dan Danarti. 1999. *Palawija Budidaya dan Analisis Usahatani.* Penebar swadaya : Jakarta
- Nawangsih, A. A. 2006. Seleksi dan karakterisasi bakteri biokontrol untuk mengendalikan penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum* pada tomat [Desertasi]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Neni Iriany, R., M. yasin, dan A. M. Takbar. 2007. *Asal, Sejarah, Evolusi, dan Taksonomi Tanaman Jagung.* Balai Tanaman Serelia, Maros
- Okon, Y dan Y. Kapulnik. 1986. Development and function of azospirillum-inoculated roots. *Plant and soil* 90:3-6
- Patten CL, BR.Glick. 2002. Role of *Pseudomonas* sp. putida indole acetic acid in development of the planta root system. *Appl Environ Microbiol* 68 : 3795-3801.
- Pelczar, M.J. dan E.C.S.Chan. 1986, Penterjemah , Ratna Siri Hadioetomo dkk. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 1,* Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Pieterse, C.M.J., S.C.M Van Wees, J. Ton, J.A. Van Pelt dan L.C Van Loon. 2002. Signaling in Rhizobacteria-Induced Systemic Resistance in *Arabidopsis Thaliana*.
- Pleban, S.; Chernin, L.; Chet, I. 1997. Chitinolytic activity of an endophytic strain of *Bacillus cereus*. *Lett. Appl. Microbiol.* 1997, 25, 284-288.

- Rai, M.K. 2006. Handbook of Microbial Biofertilizer. Food Production Press: New York
- Ramamoorthy V, Raguchander T dan Samiyappan R. 2001. Induction of defense-related proteins in tomato roots treated with *Pseudomonas fluorescens* Pf1 and *Fusarium oxysporum* f.sp.lycopersici. *Plant Soil* 239:55-68.
- Salisbury FB, Roos CW. 1992. *Plant Physiology*. Edisi ke-4. California:Worth Publishing, Inc.
- Semangun, H. 1968. Penelitian Tentang Penyakit Bulai (*Sclerospora maydis*) pada Jagung, Khususnya Mengenai Cara Bertahannya Cendawan, Disertasi, Univ. Gadjah mada, Yogyakarta, 113 hlm.
- Semangun. 1971. *Penyakit-Penyakit Penting di Indonesia. (Common plant diseases in Indonesia)*. P.139-149.
- Semangun. 1996. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 754 hlm
- Sharafadesh, S. 2012. Effects of PGPR on Growth and Nutrient Uptake of Tomato. *International Journal of Advances in Engineering and Technology*. Vol 2, Issue 1, pp.27-31
- Shishido, M., H.B. Massicotte, C.P. Chanway. 1996. Effect of Plant Growth Promoting Bacillus Strains on Pine and Spruce Seedling Growth and Mycorrhizal infectio. *Annals of Botany* 77 : 433-441, 1996
- Sudjana, A. A, Rifin dan M. Sudjadi. 1991. Jagung. Buletin Teknik No.3 Badan Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Bogor
- Sutariati, GAK. 2006. Perlakuan Benih dengan Agen Biokontrol untuk Pengendalian Penyakit Antraknosa, Peningkatan Hasil dan Mutu Benih Cabai [Desertasi]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Tahar. 2009. Rizobakteria *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. toleran asam aluminium sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Pengendali Fungi Patogen Akar Tanaman Kedelai. Skripsi, Institut Pertanian Bogor.
- Tantera, D.M. 1975. Cultural Practices to Decrease Losses Due To Corn Downy Mildew Disease. symp. on downy mildew of maize. Tokyo, March 1975, trop. Agric. Res. Series no. 8: 165-175.
- Van Loon, L.C. 1997. Induced Resistance in Plants and the Role Of Pathogenesis-Related Proteins. Departement of Plant Ecology and Evolutionary Biology, Utreht University
- Warisno. 1998 . Budidaya Jagung Hibrida. Kanisius : Yogyakarta.

- Warjido, Z. Abidin dan S. Rachmat. 1990. Pengaruh pemberian pupuk kandang dan kerapatan populasi terhadap pertumbuhan dan hasil bawang putih kultivar lumbu hijau. Buletin Penelitian Hortikultura 19(3) : 29-37.
- Watanabe, Shibiso. 1987. A new Nitrogen-fixing species of Pseudomonad: *Pseudomonas diazotrophichus*, nov. Isolatd from rice. Can J Microbiol 33: 670-678.
- Watanabe I., Yoneyama T., Padre B., Ladha J.K. 1987. Different in Natural Abudance of N Varieties in Several Rice (*Oriza Sativa* L.) Varieties : Application for Evaluating N-Fixation. Soil Sci.



DATA LAMPIRAN PENELITIAN

Lampiran 1. Analisa Intensitas Penyakit Bulai pada Minggu 1

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	96.2963	48.14815	0.590909	3.633723	tn
Perlakuan	8	740.7407	92.59259	1.136364	2.591096	tn
Galat	16	1303.704	81.48148			
Total	26	2140.741				

Lampiran 2. Analisa Intensitas Penyakit Bulai pada Minggu 2

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	29.62963	14.81481	0.097264	3.633723	tn
Perlakuan	8	851.8519	106.4815	0.699088	2.591096	tn
Galat	16	2437.037	152.3148			
Total	26	3318.519				

Lampiran 3. Analisa Intensitas Penyakit Bulai pada Minggu 3

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	29.62963	14.81481	0.124514	3.633723	tn
Perlakuan	8	1451.852	181.4815	1.525292	2.591096	tn
Galat	16	1903.704	118.9815			
Total	26	3385.185				

Lampiran 4. Analisa Intensitas Penyakit Bulai pada Minggu 4

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	288.8889	144.4444	2.363636	3.633723	tn
Perlakuan	8	1600	200	3.272727	2.591096	*
Galat	16	977.7778	61.11111			
Total	26	2866.667				

Lampiran 5. Analisa Diameter Batang pada Jagung

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	0.030607	0.015304	6.45625	3.633723	*
Perlakuan	8	0.00803	0.001004	0.423438	2.591096	tn
Galat	16	0.037926	0.00237			
Total	26	0.076563				

Lampiran 6. Analisa Tinggi Tanaman Jagung pada Minggu 1

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	2.745	1.3725	1.248555	3.633723	tn
Perlakuan	8	9.681667	1.210208	1.100919	2.591096	tn
Galat	16	17.58833	1.099271			
Total	26	30.015				

Lampiran 7. Analisa Tinggi Tanaman Jagung pada Minggu 2

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	0.133519	0.066759	0.03506	3.633723	tn
Perlakuan	8	22.86852	2.858565	1.501225	2.591096	tn
Galat	16	30.46648	1.904155			
Total	26	53.46852				

Lampiran 8. Analisa Tinggi Tanaman Jagung pada Minggu 3

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	6.990185	3.495093	1.2586	3.633723	tn
Perlakuan	8	29.08296	3.63537	1.309115	2.591096	tn
Galat	16	44.43148	2.776968			
Total	26	80.50463				

Lampiran 9. Analisa Tinggi Tanaman Jagung pada Minggu 4

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	5.000822	2.500411	0.747625	3.633723	tn
Perlakuan	8	47.8464	5.9808	1.788263	2.591096	tn
Galat	16	53.51158	3.344474			
Total	26	106.3588				

Lampiran 10. Analisa Jumlah Daun pada Minggu 1

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	0.080741	0.04037	0.734625	3.633723	tn
Perlakuan	8	0.34963	0.043704	0.795282	2.591096	tn
Galat	16	0.879259	0.054954			
Total	26	1.30963				

Lampiran 11. Analisa Jumlah Daun pada Minggu 2

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	0.054074	0.027037	0.595918	3.633723	tn
Perlakuan	8	0.265185	0.033148	0.730612	2.591096	tn
Galat	16	0.725926	0.04537			
Total	26	1.045185				

Lampiran 12. Analisa Jumlah Daun pada Minggu 3

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	0.006667	0.003333	0.042553	3.633723	tn
Perlakuan	8	0.42	0.0525	0.670213	2.591096	tn
Galat	16	1.253333	0.078333			
Total	26	1.68				

Lampiran 13. Analisa Jumlah Daun pada Minggu 4

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	0.071852	0.035926	0.506527	3.633723	tn
Perlakuan	8	0.480741	0.060093	0.847258	2.591096	tn
Galat	16	1.134815	0.070926			
Total	26	1.687407				

Lampiran 14. Analisa Kandungan Klorofil

SK	Db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	2.898519	1.449259	1.183785	3.633723	tn
Perlakuan	8	39.83852	4.979815	4.067615	2.591096	*
Galat	16	19.58815	1.224259			
Total	26	62.32519				

Lampiran 15. Analisa Panjang Akar pada Jagung

SK	Db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	154.9073	77.45364	6.028978	3.633723	*
Perlakuan	8	62.18427	7.773033	0.605052	2.591096	tn
Galat	16	205.5503	12.84689			
Total	26	422.6419				

Lampiran 16. Analisa Berat Segar Akar pada Jagung

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	246.2963	123.1481	5.570681	3.633723	*
Perlakuan	8	187.8519	23.48148	1.062199	2.591096	tn
Galat	16	353.7037	22.10648			
Total	26	787.8519				

Lampiran 17. Analisa Berat Kering Akar pada Jagung

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab5%	Sign
Ulangan	2	0.617363	0.308681	2.687833	3.633723	tn
Perlakuan	8	3.625407	0.453176	3.946014	2.591096	*
Galat	16	1.837504	0.114844			
Total	26	6.080274				