

**PENGARUH *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)
TERHADAP INFEKSI *Peanut Stripe Virus* (PStV),
PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN KACANG
TANAH (*Arachis hypogaea* L.) VARIETAS GAJAH**

Oleh

**LILYA ECHA FEBRIYANTI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2014**

**PENGARUH *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)
TERHADAP INFEKSI *Peanut Stripe Virus* (PStV),
PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN KACANG
TANAH (*Arachis hypogaea* L.) VARIETAS GAJAH**

Oleh

**LILYA ECHA FEBRIYANTI
105040213111041
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

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

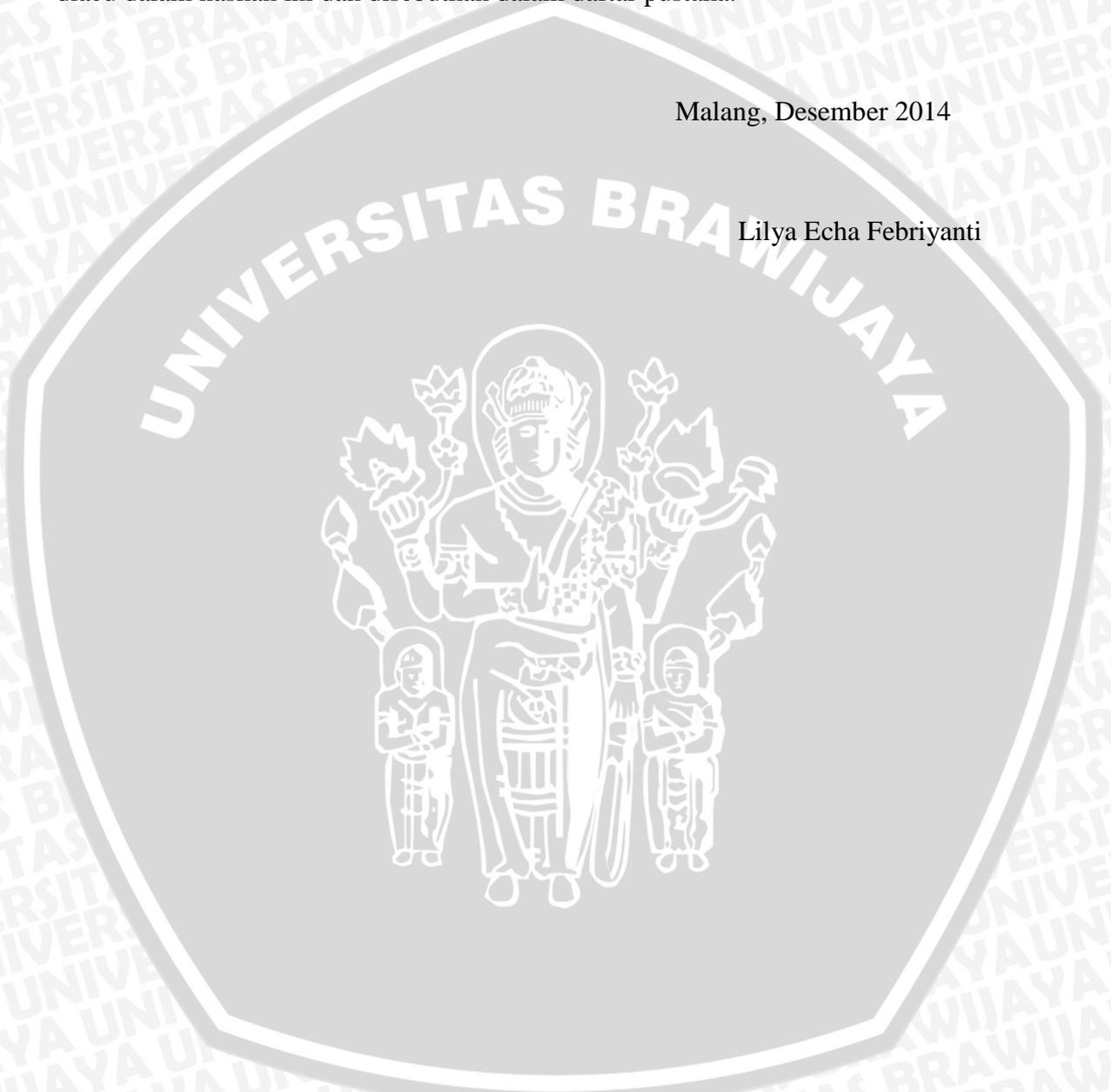
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2014**

PERNYATAAN

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

Malang, Desember 2014

Lilya Echa Febriyanti



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap Infeksi *Peanut Stripe Virus* (PStV), Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (*Arachis hipogaea* L.) Varietas Gajah

Nama : Lilya Echa Febriyanti

NIM : 105040213111041

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

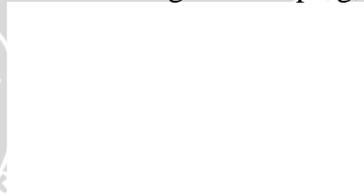
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 1986011003

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS.
NIP. 19521028 197903 1 003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

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

Tanggal persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Sri Karindah, MS.
NIP. 19520517 1979032 001

Fery Abdul Choliq, SP.,M.Sc.
NIK. 86052304 31 0020

Penguji III

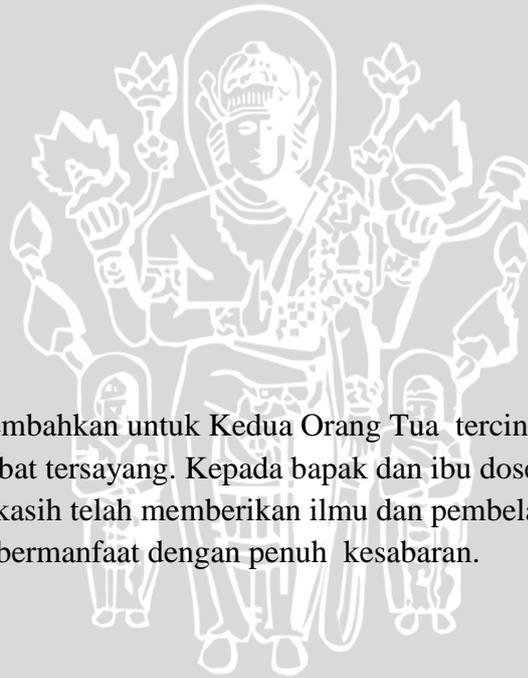
Penguji IV

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 1986011003

Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS.
NIP. 19521028 197903 1 003

Tanggal lulus :

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Skripsi ini saya persembahkan untuk Kedua Orang Tua tercinta, kedua adikku, keluarga dan sahabat tersayang. Kepada bapak dan ibu dosen yang sudah mendampingi, terima kasih telah memberikan ilmu dan pembelajaran yang sangat bermanfaat dengan penuh kesabaran.

RINGKASAN

Lilya Echa Febriyanti.105040213111041. Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap Infeksi *Peanut Stripe Virus* (PStV), Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Gajah. Di bawah bimbingan Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. sebagai Pembimbing Pendamping.

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) adalah salah satu komoditi pangan di Indonesia yang bernilai ekonomi tinggi. Salah satu penyakit penting pada tanaman kacang tanah di Indonesia adalah *Peanut Stripe Virus* (PStV) (Saleh *et al.* 1989). Kehilangan hasil yang disebabkan oleh virus PStV dapat mencapai 52,9% (Sudarsono *et al.* 1997). Teknologi pengendalian yang aman untuk mengendalikan virus adalah pemanfaatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR adalah sekumpulan bakteri yang berkoloni dan hidup di akar tanaman. Peran PGPR antara lain sebagai perangsang pertumbuhan (biostimulan), penyedia hara (biofertilizer) dan pengendali patogen (bioprotektan) (Millan, 2007). *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Azotobacter* sp. merupakan kelompok genus bakteri PGPR yang banyak diteliti dan dikembangkan sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan kombinasinya terhadap serangan PStV, pertumbuhan dan produksi pada tanaman kacang tanah. Penelitian dilaksanakan di *screenhouse* di Desa Jatikerto Kec. Kromengan Kab. Malang dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dari bulan Maret 2014 sampai September 2014.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat 8 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Bakteri PGPR yang digunakan adalah *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Azotobacter* sp.. Perlakuan penelitian antara lain tanaman kacang tanah yang tidak diaplikasi bakteri PGPR (kontrol), kacang tanah yang diaplikasi bakteri *B. subtilis*, kacang tanah yang diaplikasi bakteri *P. fluorescens*, kacang tanah yang diaplikasi bakteri *Azotobacter* sp., kacang tanah yang diaplikasi bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens*, kacang tanah yang diaplikasi bakteri *B. subtilis* dan *Azotobacter* sp., kacang tanah yang diaplikasi bakteri *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp., serta kacang tanah yang diaplikasi *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Azotobacter* sp.

Hasil penelitian menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan kombinasi *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR terhadap masa inkubasi dan intensitas serangan PStV pada tanaman kacang tanah. Kombinasi bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dapat meningkatkan masa inkubasi *Peanut Stripe Virus* (PStV) hingga 30,33 hari setelah inokulasi (hsi) dan menurunkan intensitas serangan PStV pada tanaman kacang tanah. Hasil penelitian terhadap komponen pertumbuhan tanaman menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan isolat tunggal bakteri *Azotobacter* sp. dan semua kombinasi PGPR dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR. Isolat tunggal bakteri *Azotobacter* sp. dan

semua kombinasi bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. dapat meningkatkan tinggi tanaman kacang tanah. Analisis terhadap komponen produksi menunjukkan isolat tunggal bakteri *B. subtilis*, kombinasi bakteri *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp., serta kombinasi bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. dapat meningkatkan jumlah polong dan bobot basah polong kacang tanah jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa PGPR (kontrol). Isolat tunggal bakteri *B. subtilis* dapat meningkatkan bobot kering polong kacang tanah jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa PGPR (kontrol).



SUMMARY

Lilya Echa Febriyanti.105040213111041. The Effect of *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) to Infection of *Peanut Stripe Virus* (PStV), Growth and Production of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Gajah's Variety. Supervised by Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. and Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS.

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is a food commodity in Indonesia which has high economic value. One of the peanut important disease is *Peanut Stripe Virus* (PStV). PStV spreaded in planting area of peanut in Indonesia (Saleh *et al.* 1989). Losing crop caused by PStV up to 52,9% (Sudarsono *et al.* 1997). Once safe control technology for virus is using *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR is the association of bacteria's colony and lived in rhizosfer. The function of PGPR are growth stimulator (biostimulant), substances provider (biofertilizer) and pathogen control (bioprotectant) (Millan, 2007). *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Azotobacter* sp. are popular group of PGPR as biocontrol of pest and plant disease. The purpose of this research were to know the effect of PGPR to PStV disease, growth and production of peanut. Research was done at screenhouse in Jatikerto, Kromengan, Malang and Laboratory of Plant Disease, Departement of Plant Protection, Agriculture Faculty University of Brawijaya Malang. Research was started from March to September 2014.

This research used Completely Randomized Design. There was 8 treatments with 3 replicates. The treatments used *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Azotobacter* sp.. The treatment covered: PGPR (control) was not applied to peanut, *Bacillus subtilis* was applied to peanut, *Pseudomonas fluorescens* was applied to peanut, *Azotobacter* sp. was applied to peanut, combination of *B. subtilis* and *P. fluorescens* were applied to peanut, combination *B. Subtilis* and *Azotobacter* sp. were applied to peanut, combination *P. fluorescens* and *Azotobacter* sp. were applied to peanut, combination *B. subtilis*, *P. fluorescens*, and *Azotobacter* sp. were applied to peanut.

The results showed that there was significant difference between combination of *B. Subtilis* and *P. fluorescens* compare to without PGPR (control) treatment against PStV incubation time and disease's intensity in peanut. The combination of *B. Subtilis* and *P. fluorescens* could increase PStV incubation time (30.33 day after inoculation) and decrease disease's intensity in peanut. The result of plant growth components showed that the application of *Azotobacter* sp. treatment and all combinations of PGPR had significant difference to the peanut's height, but it did not show the significant difference on the amount of peanut leaves. *Azotobacter* sp. treatment and all combinations of PGPR could increase to the peanut's height. The analysis of production component (pod's amount, peanut's wet weight and peanut's dry eight) showed that there was significance difference between *B. subtilis*, combination of *P. fluorescens* and *Azotobacter* sp., and combination of *B. subtilis*, *P. fluorescens*, and *Azotobacter* sp. treatment. The treatment of single isolate *B. subtilis*, combination of *P. fluorescens* and *Azotobacter* sp., and combination of *B. subtilis*, *P. fluorescens*, and *Azotobacter* sp. treatment had pod's wet weight average which higher than without PGPR

(control) treatment. The treatment of single isolate *B.subtilis* had pod's dry weight average which higher than without PGPR (control) treatment.



KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap Infeksi *Peanut Stripe Virus* (PStV), Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Gajah.”

Penulis menyadari banyak menerima bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir, sehingga penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS dan Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan nasehat, arahan, dan bimbingannya dengan sabar kepada penulis.
2. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
3. Kepada kedua orang tua, adik dan keluarga besar penulis atas kasih sayang, doa dan dukungan yang selalu diberikan.
4. Keluarga Agro-N 2010, sahabat HPT 2010, dan semua pihak yang telah memberikan saran dan dukungannya terhadap penulis.

Malang, Desember 2014

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 27 Pebruari 1992 sebagai putri pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Sutris Dwi Cahyono dan Ibu Susmiati.

Penulis memulai pendidikan dasar di SDN Slorok 01 Kromengan pada tahun 1998 hingga 2004. Sekolah menengah pertama penulis melanjutkan di SMPN 2 Sumberpucung pada tahun 2004 hingga 2007 dan jenjang menengah atas di SMAN 1 Kepanjen dengan jurusan IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Penulis melanjutkan studi di Program Studi Agroekoteknologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan melalui jalur beasiswa Bidik Misi oleh Dirjen Perguruan Tinggi pada tahun 2010.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Teknologi Produksi Benih aspek Hama dan Penyakit Tumbuhan (2013), Pertanian Berlanjut (2013), dan Manajemen Hama dan Penyakit Terpadu (2013). Penulis juga pernah aktif dalam kepanitian PROTEKSI pada tahun 2013.



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	xi
RIWAYAT HIDUP	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Morfologi dan Syarat Tumbuh Tanaman Kacang Tanah	4
2.2 <i>Peanut Stripe Virus</i> (PStV)	5
2.3 Inokulasi Patogen	6
2.4 <i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i> (PGPR)	7
2.5 Mekanisme PGPR untuk Mengendalikan Infeksi PStV	7
III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian	11
3.4 Persiapan Penelitian	12
3.5 Pelaksanaan Penelitian	13
3.6 Variabel Pengamatan	17
3.7 Analisis data	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Reaksi Tanaman Indikator terhadap PStV	20



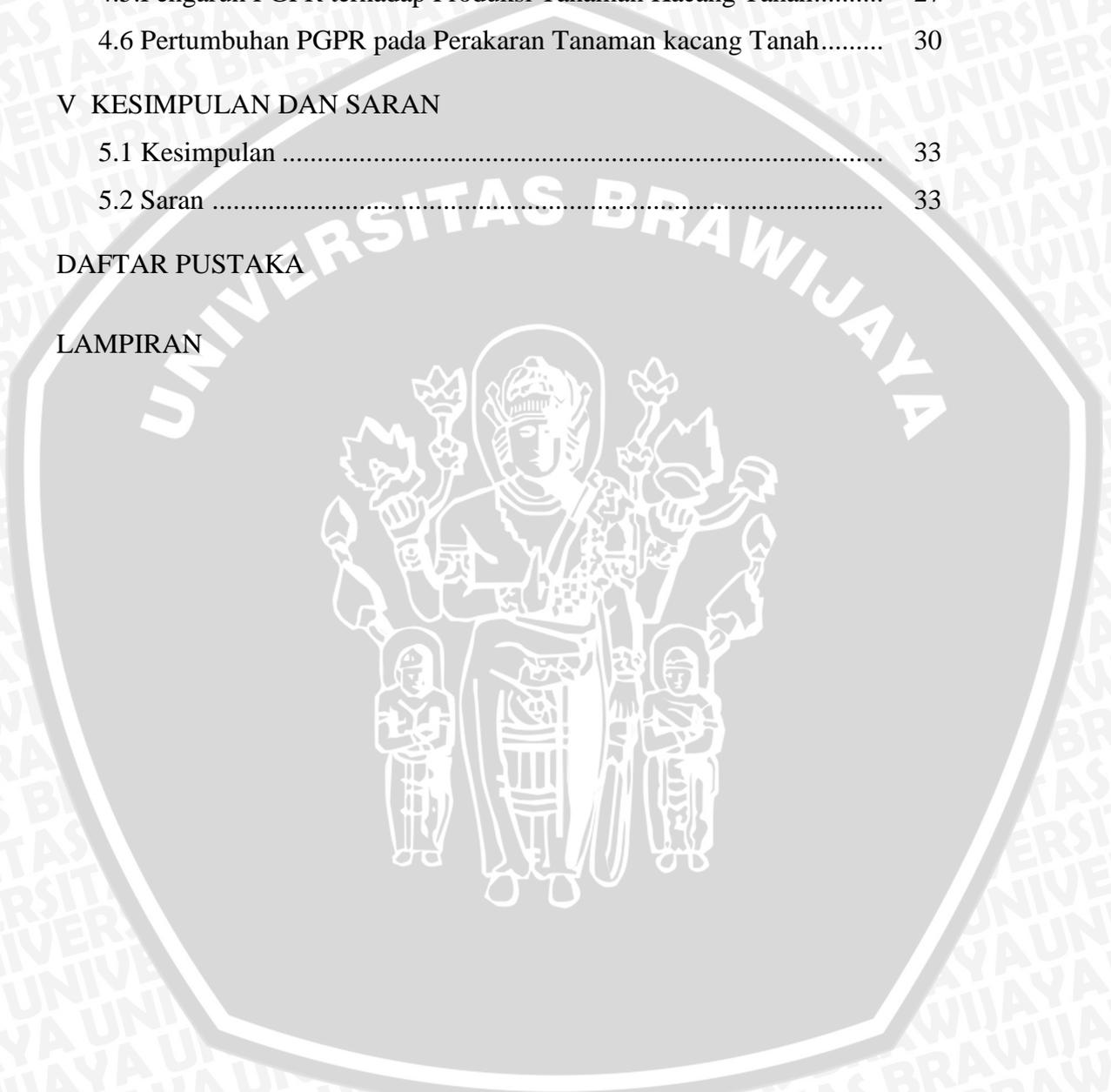
4.2 Pengaruh PGPR terhadap Masa Inkubasi PStV pada Tanaman Kacang Tanah	21
4.3 Pengaruh PGPR terhadap Intensitas Serangan PStV pada Tanaman Kacang Tanah	22
4.4.Pengaruh PGPR terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Tanah ..	25
4.5.Pengaruh PGPR terhadap Produksi Tanaman Kacang Tanah.....	27
4.6 Pertumbuhan PGPR pada Perakaran Tanaman kacang Tanah.....	30

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

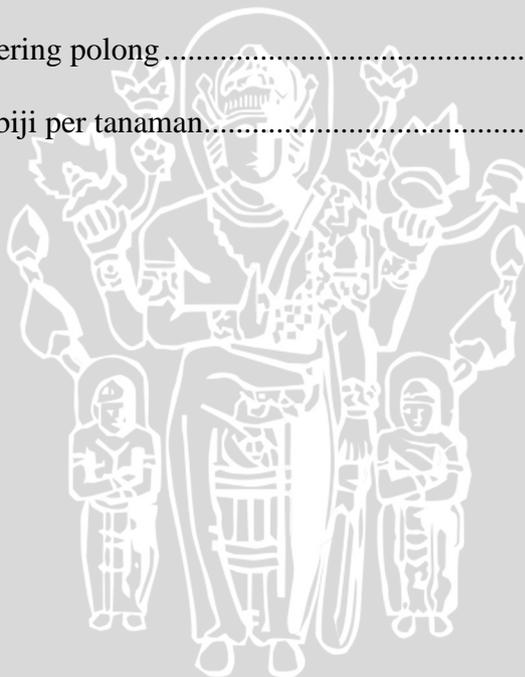
Nomor	Teks	Halaman
1.	Skala serangan menurut Dolores (1996)	18
2.	Rerata masa inkubasi pada tanaman indicator akibat infeksi PStV	20
3.	Rerata masa inkubasi (hari) PStV tanaman kacang tanah	21
4.	Rerata intensitas serangan (%) PStV pada tanaman kacang tanah	22
5.	Rerata pengaruh PGPR terhadap tinggi tanaman kacang tanah	25
6.	Rerata pengaruh PGPR terhadap jumlah polong kacang tanah	27
7.	Rerata pengaruh PGPR terhadap bobot basah polong kacang tanah	28
8.	Rerata pengaruh PGPR terhadap bobot kering polong kacang tanah	29
9.	Hasil pengamatan jumlah koloni bakteri PGPR	32

Lampiran

Nomor	Teks	Halaman
1.	Masa inkubasi PStV pada tanaman kacang tanah	38
2.	Intensitas serangan minggu ke-3 setelah inokulasi	38
3.	Intensitas serangan minggu ke-4 setelah inokulasi	38
4.	Intensitas serangan minggu ke-5 setelah inokulasi	38
5.	Intensitas serangan minggu ke-6 setelah inokulasi	38



6.	Intensitas serangan minggu ke-7 setelah inokulasi	39
7.	Intensitas serangan minggu ke-8 setelah inokulasi	39
8.	Intensitas serangan minggu ke-9 setelah inokulasi	39
9.	Intensitas serangan minggu ke-10 setelah inokulasi	39
10.	Intensitas serangan minggu ke-11 setelah inokulasi	39
11.	Tinggi tanaman.....	39
12.	Jumlah daun.....	40
13.	Jumlah polong	40
14.	Bobot basah polong	40
15.	Bobot kering polong	40
16.	Jumlah biji per tanaman.....	40



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Gejala serangan PStV	5
2.	Kerangka konsep penelitian.	9
3.	Kerangka operasional penelitian	10
4.	Cara pembuatan sap	13
5.	Inokulasi virus secara mekanis dengan sap	14
6.	Metode pengenceran bertingkat	15
7.	Metode agar tuang (<i>Pour plate</i>)	16
8.	Perhitungan koloni bakteri dengan metode <i>Total Plate Count</i> (TPC)	17
9.	Gejala infeksi PStV pada tanaman indikator	20
10.	Gejala serangan PStV pada daun tanaman kacang tanah	24
11.	Grafik perkembangan intensitas PStV pada tanaman kacang tanah	24
12.	Gejala biji kacang tanah yang terserang PStV	30
13.	Hasil isolasi bakteri PGPR	31

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) adalah salah satu komoditi pangan di Indonesia yang bernilai ekonomi tinggi. Kacang tanah mengandung lemak (40,50%), protein (27%), karbohidrat dan vitamin (A, B, C, D, E dan K). Kandungan mineral yang terdapat pada kacang tanah antara lain Calcium, Chlorida, Ferro, Magnesium, Phospor, Kalium dan Sulphur (Deptan, 2012).

Salah satu penyakit penting pada tanaman kacang tanah yang disebabkan oleh virus adalah *Peanut Stripe Virus* (PStV). Penyakit ini tersebar di seluruh areal pertanaman kacang tanah di Indonesia (Saleh *et al.* 1989). Kehilangan hasil yang disebabkan oleh virus PStV dapat mencapai 52,9% (Sudarsono *et al.* 1997). Kisaran inang virus PStV sangat luas diantaranya *Glycine max*, *Lupinus albus*, *Nicotiana benthamiana*, *Trifolium incarnatum*, *T. subterraneum*, *T. vesiculosum*, *Vigna unguiculata*, *Crotalaria incana*, *Desmodium trifolium*, *Vignaradiata*, *Indigofera amoena*, *Peuralia phaseoloides*, *Stylosanthes capitata*, dan *S. scraba* (Demski *et al.* 1984).

Teknik pengendalian yang aman untuk patogen virus adalah pemanfaatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR adalah sekumpulan bakteri yang berkoloni dan hidup di akar tanaman. Peran PGPR antara lain sebagai perangsang pertumbuhan (biostimulan), penyedia hara (biofertilizer) dan pengendali patogen (bioprotektan) (Millan, 2007). Hasil penelitian Avioliita (2013) menunjukkan bahwa pemberian PGPR dapat menurunkan kejadian penyakit *Soybean Mosaic Virus* (SMV) pada tanaman kedelai. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh penelitian Nurliana (2013) bahwa bakteri *P. fluorescens* sangat efektif sebagai agens induksi ketahanan terhadap penyakit virus pada tanaman cabai di lapangan.

Di bidang pertanian saat ini pemanfaatan PGPR telah mendapatkan perhatian karena mampu meningkatkan produksi pertanian baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Kelompok genus bakteri yang paling banyak diteliti dan dikembangkan sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) adalah *Bacillus* sp dan *Pseudomonas* sp karena dapat mengeluarkan senyawa antibiotik dan induksi

ketahanan sistemik pada tanaman (Wardanah, 2007). Selain itu dengan penambahan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas* sp. dapat meningkatkan pembentukan akar sebesar 65% dan peningkatan berat kering akar hingga 125% (Texeria *et.al*, 2006).

Penelitian tentang pengaruh PGPR terhadap infeksi PStV pada tanaman kacang belum pernah dilakukan, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh PGPR terhadap serangan PStV, pertumbuhan dan produksi pada tanaman kacang tanah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah pemberian PGPR *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan kombinasinya dapat menurunkan intensitas serangan *Peanut Stripe Virus* (PStV) pada tanaman kacang tanah
2. Apakah pemberian PGPR *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan kombinasinya dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah

1.3 Tujuan Penelitian

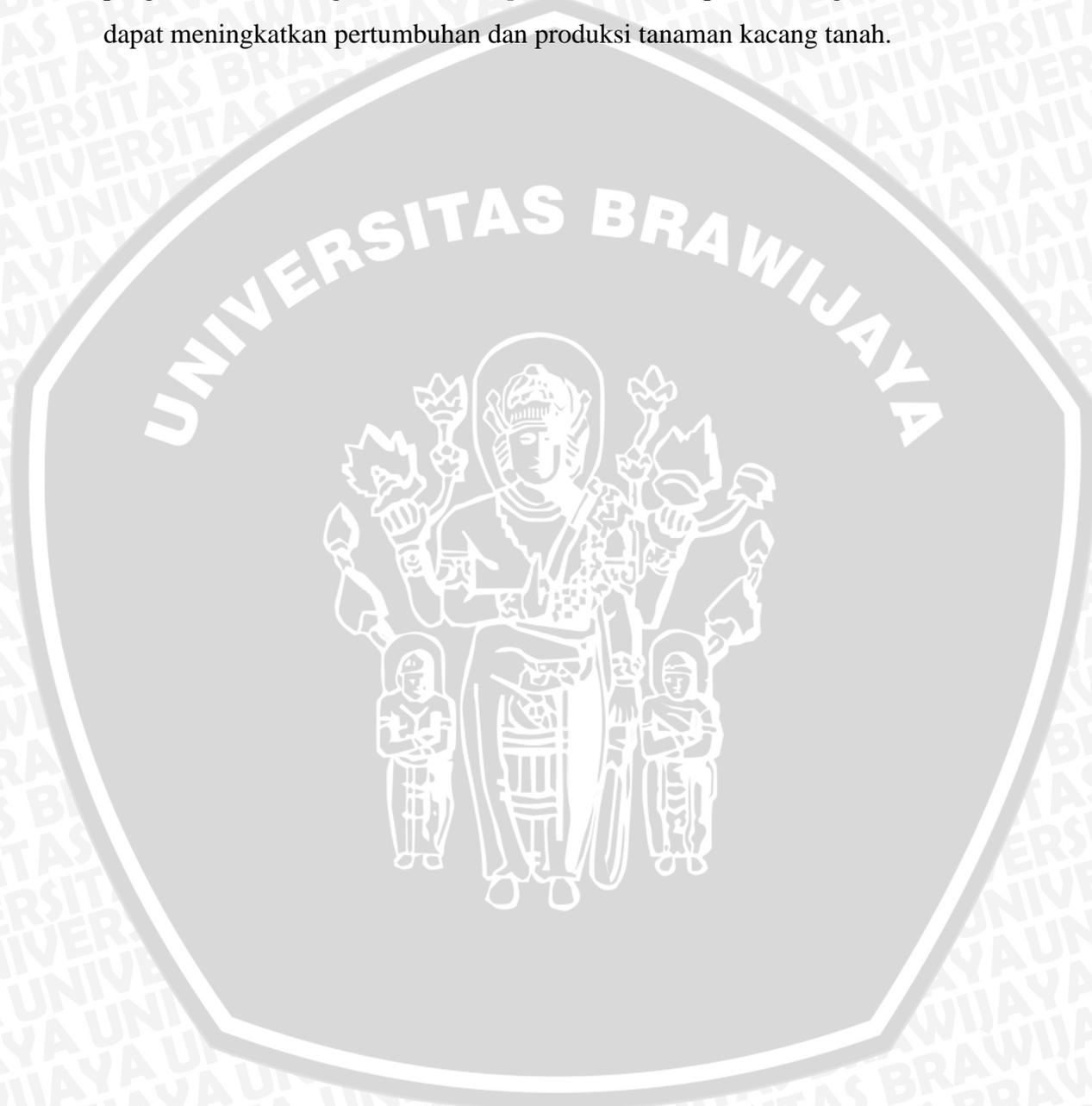
1. Mengetahui peranan PGPR *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan kombinasinya terhadap serangan PStV pada tanaman kacang tanah
2. Mengetahui peranan PGPR *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan kombinasinya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah (1) Pemberian PGPR *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan kombinasinya dapat menurunkan intensitas serangan *Peanut Stripe Virus* (PStV) pada tanaman kacang tanah (2) Pemberian PGPR *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan kombinasinya dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah.

1.5 Manfaat Penelitian

Aplikasi PGPR *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan kombinasinya diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pengendalian serangan *Peanut Stripe Virus* (PStV) pada kacang tanah serta dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah.



II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi dan Syarat Tumbuh Tanaman Kacang Tanah

Kacang tanah adalah tanaman polong-polongan kedua yang terpenting setelah kedelai di Indonesia. Tanaman perdu ini memiliki tinggi antara 30-50 cm dengan tipe batangnya ada yang tegak dan ada juga yang menjalar. Batang yang bertipe tegak memiliki umur genjah yakni antara 80-120 hari dengan kematangan polong yang seragam. Sedangkan tipe batang yang menjalar berumur antara 150-180 hari dengan kematangan polong yang kurang seragam (Najiyati dan Danarti, 1997).

Kacang tanah memiliki daun bersirip genap dengan 4 anak daun yang berbentuk oval dan panjangnya berkisar antara 2-4 cm. daun-daun tersebut akan berguguran apabila polong sudah tua. Akar tanaman kacang tanah bertipe serabut dengan kedalaman akar sekitar 20 cm dan terdapat akar lateral sekitar 25 cm. Pada akar terdapat bintil akar yang mengandung bakteri *Rhizobium* sp. yang dapat mengikat nitrogen (N_2) dari udara menjadi NH_3 dan kemudian akan diikat oleh rangka karbon menjadi asam amino yang akan menjadi protein (Najiyati dan Danarti, 1997).

Bunga tanaman kacang tanah berbentuk kupu-kupu dan berwarna kuning. Bunga tersebut akan muncul pada ketiak daun setelah tanaman berumur sekitar 4-5 minggu (Fachruddin, 2000). Pada umumnya kacang tanah melakukan penyerbukan sendiri dan hanya 5% terjadi penyerbukan silang. Penyerbukan biasanya terjadi pada malam hari. Setelah terjadi penyerbukan maka bakal buah akan berubah menjadi ginofor yang berbentuk seperti pensil. Setelah penyerbukan terjadi maka ginofor akan segera memanjang dengan arah pertumbuhannya mula-mula keatas dan kemudian ke bawah yang akan membentuk polong di dalam tanah. Pelong tersebut akan menyerap langsung unsur kalsium (Ca) yang akan digunakan untuk membentuk polong isi. Setiap polong dapat menghasilkan 1-5 biji kacang tanah (Najiyati dan Danarti, 1997).

Kacang tanah dapat tumbuh baik didaerah yang memiliki ketinggian sekitar 500 mdpl. Suhu udara yang diperlukan untuk pertumbuhan kacang tanah adalah antara $28^{\circ}C$ hingga $32^{\circ}C$ dengan curah hujan rata-ratanya antara 800 mm/tahun

hingga 1300 mm/tahun. Tanaman kacang tanah membutuhkan sinar matahari yang cukup untuk pertumbuhannya dengan kelembaban udaranya berkisar antara 65% hingga 75%. Jenis tanah yang gembur dan subur adalah jenis tanah yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman kacang tanah. Kacang tanah menyukai tanah yang memiliki derajat keasaman tanah atau pH antara 6,0-6,5. Kekurangan air akan menyebabkan tanaman kacang tanah menjadi kurus, layu, kerdil dan akhirnya mati apabila tidak memperhatikan sistem irigasi terutama sistem drainasenya (Najiyati dan Danarti, 1997).

2.2 Peanut Stripe Virus (PStV)

Peanut Stripe Virus (PStV) adalah salah satu penyakit penting pada tanaman kacang tanah. Penyakit ini tersebar di seluruh areal pertanaman kacang tanah di Indonesia (Saleh *et al.* 1989). Kehilangan hasil yang disebabkan oleh virus PStV dapat mencapai 52,9% (Sudarsono *et al.* 1997). PStV termasuk dalam kelompok *Potato virus Y* (*Potyvirus*) dengan bentuk batang lentur berukuran panjang 750 nm dan lebar 12 nm. Badan inklusi dari kelompok *Potyvirus* dicirikan dengan bentuk cakram. PStV memiliki genom berupa benang RNA tunggal (*single strand*) yang tersusun atas 9.500 nukleotida (Saleh, 2003).



Gambar 1. Gejala serangan PStV
sumber: a. warintek.ristek.go.id, 2007
b. dokumentasi pribadi

Gejala tanaman yang terserang virus pada umumnya adalah mosaik pada daun dengan permukaan yang tidak rata. Menurut Deptan (1989) gejala tersebut

bervariasi tergantung dari varietas tanaman dan *strain* virus. Gejala serangan PSTV adalah klorotik yang berupa garis-garis lateral sepanjang tulang daun (Gambar 1). Selain itu tanaman yang terserang virus juga akan menjadi kerdil dan jika infeksi virus terjadi sejak dini (melalui benih) maka tanaman tersebut tidak akan menghasilkan biji.

Kisaran inang virus PSTV sangat luas diantaranya *Glycine max*, *Lupinus albus*, *Nicotiana benthamiana*, *Trifolium incarnatum*, *T. subterraneus*, *T. vesiculosum*, *Vigna unguiculata*, *Crotalaria incana*, *Desmodium trifolium*, *Vignaradiata*, *Indigofera amoena*, *Peuralia phaseoloides*, *Stylosanthes capitata*, dan *S. scraba* (Demski *et al.* 1984).

2.3 Inokulasi Patogen

Kontak yang terjadi antara patogen dengan inangnya disebut dengan inokulasi. Cara patogen melakukan kontak pertama kali dengan inangnya yaitu harus dapat menembus bagian lapisan lilin pada permukaan daun, ketebalan kutikula dan ketebalan epidermis. Ketebalan dinding sel epidermis dapat menentukan resistensi tanaman terhadap patogen sehingga pada beberapa jenis patogen akan sulit melakukan penetrasi langsung ke sel epidermis tanaman inangnya. Menurut Abadi (2003) tanaman yang memiliki dinding sel epidermis pada umumnya tahan terhadap serangan patogen, walaupun jika terjadi pelukaan maka resistensi tersebut menjadi patah.

Virus dapat menginfeksi tanaman dengan mudah tanpa menembus dinding sel epidermis dan lapisan kutikula tanaman yakni dengan cara pelukaan (mekanis). Adapun pelukaan yang dimaksud adalah pelukaan yang bersifat abrasif namun tidak merusak jaringan tanaman. Inokulasi virus yang sering dilakukan secara mekanis yaitu dengan menggunakan sari air perasan (sap). Penularan melalui cairan tanaman sakit pada umumnya dilakukan untuk menguji sifat ketahanan tanaman terhadap virus (Asniwita, 2010). Penularan virus secara mekanik sering digunakan dalam berbagai penelitian karena tingkat keberhasilannya dinilai cukup tinggi. Tanaman yang sudah diinokulasi virus akan

menunjukkan gejala yang sama dan sesuai dengan karakteristik virus yang diinokulasikan tersebut.

2.4 Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

Rhizobacteria adalah bakteri yang hidup secara berkoloni di daerah perakaran tanaman. Dengan demikian maka akar akan mampu menyerap sekresi mikroba yang bermanfaat bagi pertumbuhan akar dan menghambat invasi patogen (Soesanto, 2008). Pemanfaatan PGPR dalam bidang pertanian kini telah mendapatkan perhatian karena mampu meningkatkan produksi pertanian baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Adapun beberapa bakteri yang telah dilaporkan berperan sebagai PGPR yaitu bakteri dari kelompok genus *Arthrobacter* sp., *Azoarcus* sp., *Azospirillum* sp., *Pseudomonas* sp., *Azotobacter* sp., *Bacillus* sp., *Clostridium* sp., *Enterobacter* sp., *Gluconoacetobacter* sp., dan *Serratia* sp. (Somers *et al.* 2004).

Kelompok genus bakteri yang paling banyak diteliti dan dikembangkan sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) adalah *Bacillus* sp dan *Pseudomonas* sp. Kedua bakteri tersebut mampu menekan patogen secara langsung dengan cara mengeluarkan senyawa antibiotik dan induksi ketahanan sistemik pada tanaman (Wardanah, 2007). Selain itu dengan penambahan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas* sp. dapat meningkatkan pembentukan akar sebesar 65% dan peningkatan berat kering akar hingga 125% (Texeria *et. al.*, 2006).

2.5 Mekanisme PGPR untuk Mengendalikan Infeksi PSTV

Pada prinsipnya ketahanan tanaman sudah terbentuk sebelum adanya serangan dari patogen (*pre existing*) atau induksi ketahanan tanaman oleh suatu agens (*induced resistance*). Patogen yang bersifat virulen akan mampu melawan reaksi ketahanan tanaman sehingga dapat mematahkan ketahanan *pre existing* pada tanaman. Tingkat keparahan penyakit akan menurun apabila sebelum terjadi infeksi patogen, tanaman tersebut sudah terinduksi oleh agens stimulant (misalnya PGPR). Beberapa strain dari rhizobacteria dari kelompok PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dapat menstimulasi pertumbuhan dan meningkatkan

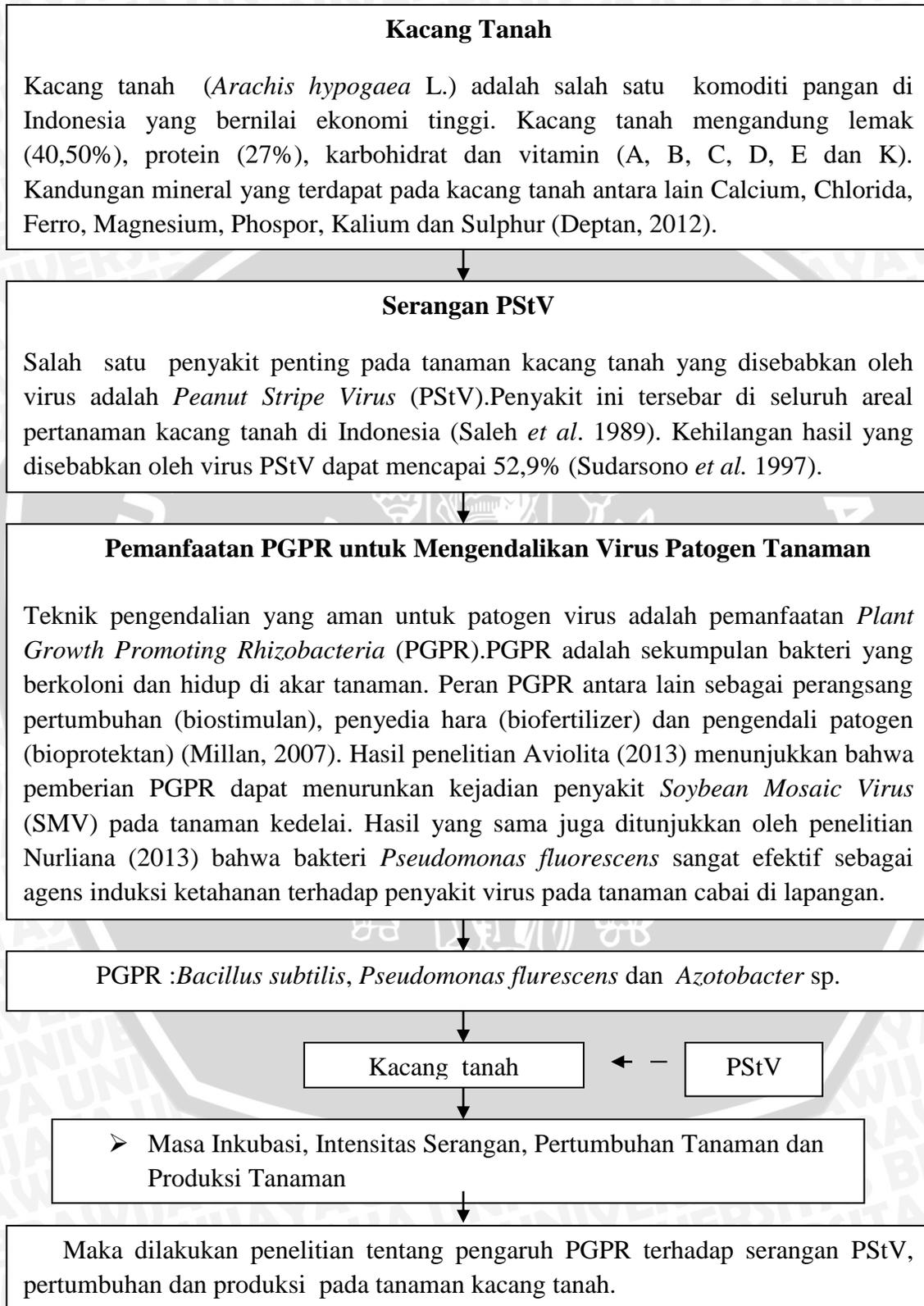
ketahanan tanaman dalam kondisi stress (Kloepper *et. al*, 1980). Menurut Paul (2007) PGPR dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman dengan cara menskresikan hormon pertumbuhan seperti IAA (auksin) dan sitokinin.

PGPR memiliki tiga fungsi umum dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman yaitu: (1) sebagai perangsang pertumbuhan (biostimulan) dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti IAA, giberelin, sitokinin dan etilen dalam perakaran, (2) sebagai penyedia hara (biofertilizer) dengan menambat N₂ dari udara secara asimbiosis dan melarutkan hara P yang terikat di dalam tanah, (3) sebagai pengendali patogen tular tanah (bioprotectan) dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit anti patogen seperti siderophore, β -1,3 glukanas, kitinase, antibiotik dan sianida (Millan, 2007).

PGPR akan menyebabkan resistensi sistemik yang disebut dengan ISR (*Induced Systemic Resistance*) (Kloepper *et. al*, 1992). Menurut Istikorini (2002) ISR atau ketahanan terimbas adalah ketahanan yang berkembang setelah tanaman terlebih dahulu diinokulasi dengan lisitor biotik (mikroorganisme avirulen, non patogenik, saprofit) dan elisitor abiotik (asam salsilat, asam 2-kloroetil fosfonat). Asam salsilat berperan penting sebagai molekul signal dari beberapa respon ketahanan tanaman. Menurut Zehnder *et. al*(2001) bahwa strain PGPR pada ketahanan ISR telah menurunkan perkembangan penyakit terhadap virus mosaik mentimun (CMV) pada mentimun dan virus tomat belang (ToMoV) pada tanaman tomat.

Menurut Paul (2007) mekanisme ISR dan antagonis biasanya terjadi secara simultan. Artinya baik secara langsung maupun tidak langsung rhizobakteri akan mampu menghambat pertumbuhan patogen. Ketahanan tanaman dapat terinduksi oleh senyawa kimia tertentu, mikroba non patogenik (tidak dapat menyebabkan penyakit, dan patogen yang virulen (mampu menyebabkan penyakit) serta patogen yang avirulen (tidak dapat menyebabkan penyakit) (Millan, 2007).

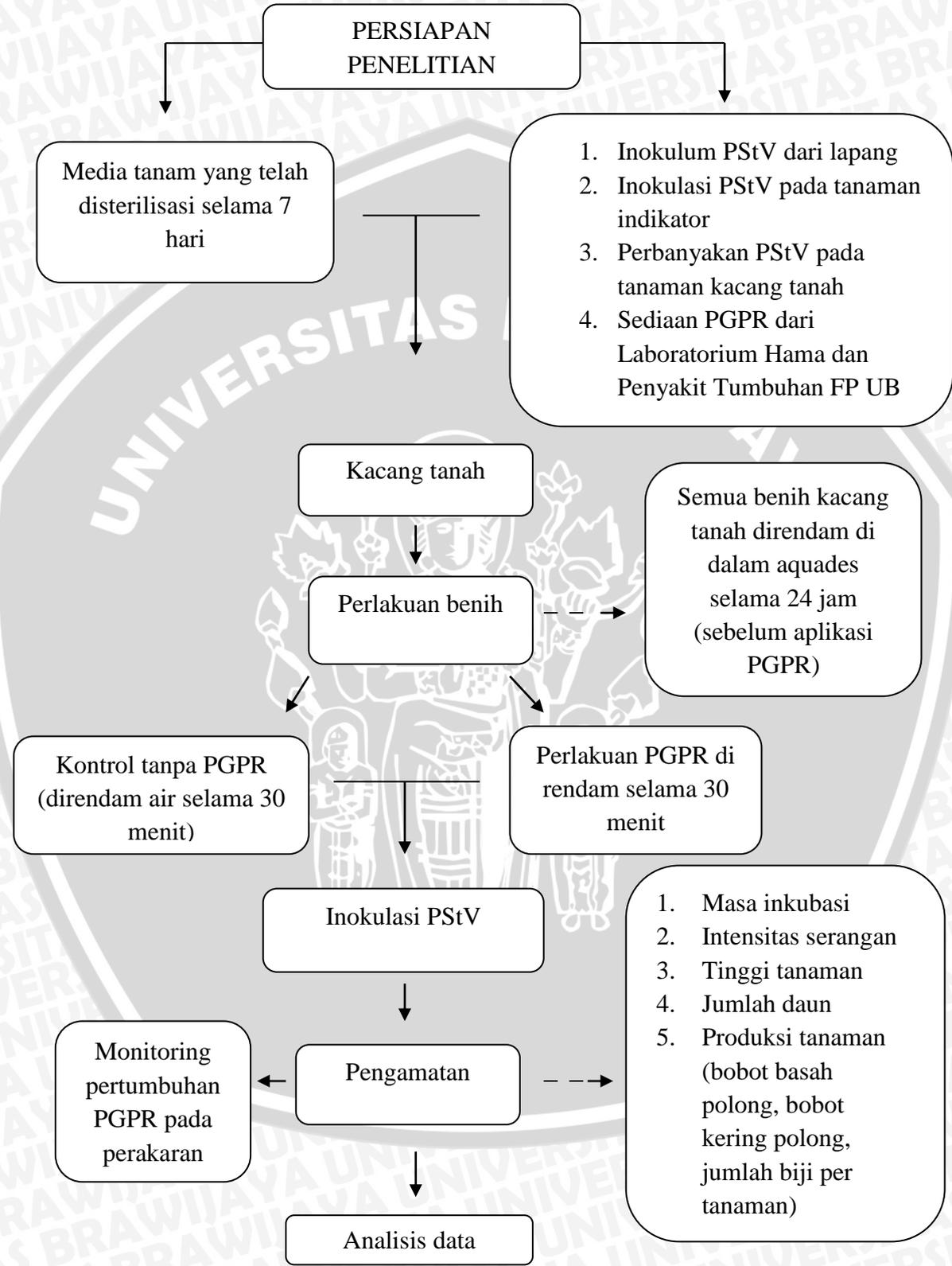
Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 2. Kerangka Konsep Penelitian



Kerangka Operasional Penelitian



Gambar 3. Kerangka Operasional Penelitian



III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di *screenhouse* Desa Jatikerto Kec. Kromengan Kab. Malang dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dari bulan Maret 2014 sampai September 2014.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah gunting, timbangan, mortar dan penumbuk, cawan petri, mikropipet, pipet, autoklaf, *beaker glass* (vol. 100 ml, vol. 250 ml, vol. 500 ml), tabung reaksi, rak tabung reaksi, bunsen, *laminar air flow*, kompor listrik, panci, spatula, *polybag* (40x40 cm), mistar (cm), *hand counter*, gembor dan kamera.

Bahan yang digunakan adalah inokulum PStV yaitu tanaman kacang tanah yang terserang PStV dari lapangan, benih kacang tanah varietas Gajah, karborundum 600 mesh, buffer Phosphat 0,01 M pH 7, tanah, kompos, formalin 5%, PGPR koleksi Laboratorium Bakteriologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya (bakteri *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Azotobacter* sp.), tanaman indikator (*Chenopodium amaranticolor* dan *Phaseolus vulgaris*), sampel tanah, alkohol 70%, media NA, media King's B, media Ashby, kapas, kain kasa, plastik wrapping, aluminium foil, dan aquades.

3.3 Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dalam rancangan ini terdapat 8 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Adapun perlakuan yang digunakan antara lain tanaman kacang tanah yang tidak diaplikasi bakteri PGPR (kontrol), kacang tanah yang diaplikasi bakteri *Bacillus subtilis*, kacang tanah yang diaplikasi bakteri *Pseudomonas fluorescens*, kacang tanah yang diaplikasi bakteri *Azotobacter* sp.,

kacang tanah yang diaplikasi bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens*, kacang tanah yang diaplikasi bakteri *B. subtilis* dan *Azotobacter* sp., kacang tanah yang diaplikasi bakteri *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp., serta kacang tanah yang diaplikasi *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Azotobacter* sp.

3.4 Persiapan Penelitian

3.4.1 Penyediaan Inokulum dan Identifikasi PStV

Inokulum PStV yang digunakan berasal dari daun tanaman kacang tanah yang menunjukkan gejala terinfeksi PStV di lapang. Sebelum inokulum PStV digunakan dalam penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan identifikasi menggunakan tanaman indikator. Inokulum yang digunakan berbentuk sap diinokulasikan secara mekanis pada tanaman indikator yaitu *Chenopodium amaranticolor* dan *Phaseolus vulgaris* (Manzila et al.,?). Menurut Saleh (2003) gejala PStV pada tanaman *Chenopodium amaranticolor* adalah bercak klorotik atau bercak nekrotik.

3.4.2 Persiapan Media Tanam

Tanah yang akan digunakan sebagai media tanam, terlebih dahulu disterilkan menggunakan formalin 5%. Kemudian media tanam ditutup dengan plastik selama 7 hari dan dibolak-balik selama 3 hari sekali dengan tujuan agar formalin yang digunakan dapat merata. Setelah itu tanah dikering anginkan selama 7 hari. Tanah yang sudah siap digunakan lalu dipindahkan ke dalam *polybag* (40x40 cm) yang sudah dicampur dengan kompos. Perbandingan tanah dan kompos yang digunakan adalah 2 : 1.

3.4.3 Penyediaan Bakteri PGPR

Isolat bakteri PGPR yang diperoleh berasal dari Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Bakteri yang digunakan yaitu *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Azotobacter* sp.

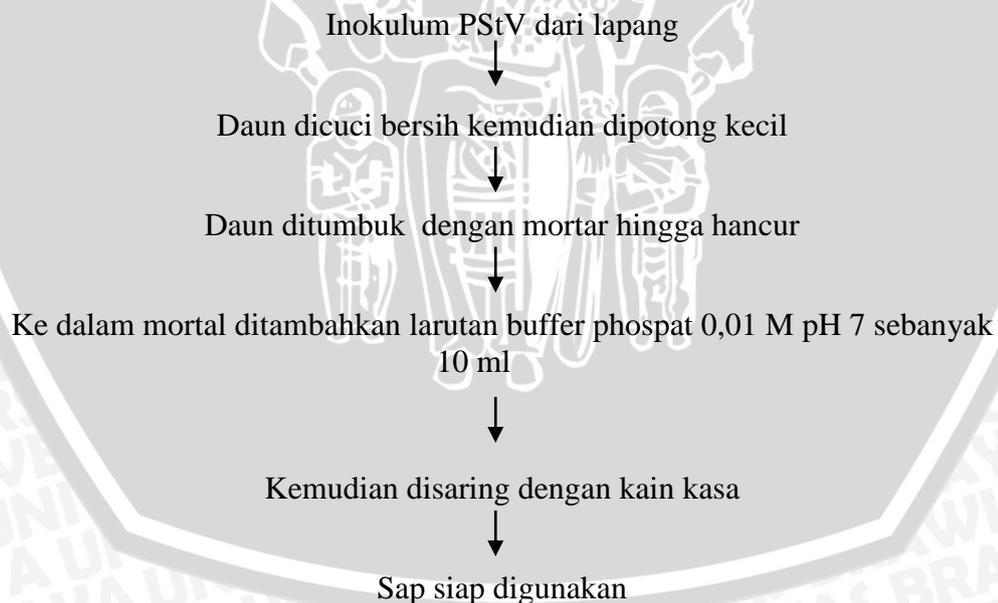
3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Aplikasi PGPR

Benih kacang tanah yang digunakan terlebih dahulu direndam di dalam aquades selama 24 jam. Benih kacang tanah yang di perlakukan dengan PGPR, terlebih dahulu direndam di dalam suspensi PGPR selama kurang lebih 30 menit (Ashrafuzzaman *et all.* 2009) dan kemudian ditanam pada media tanam.

3.5.2 Pembuatan Sap Inokulum PStV

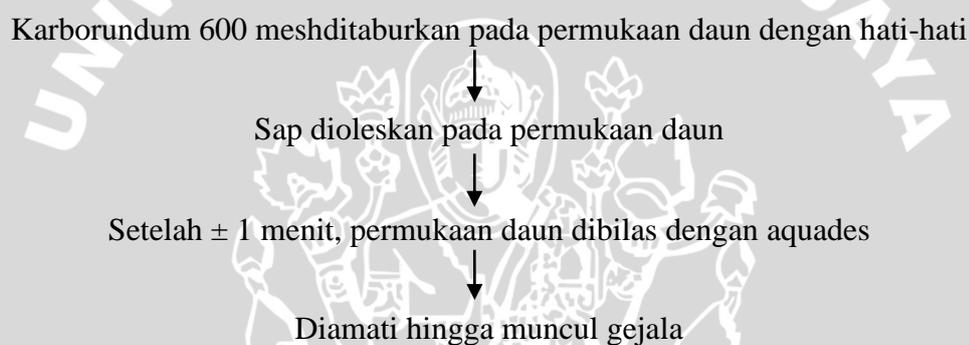
Daun tanaman kacang tanah yang menampakkan gejala infeksi PStV dicuci dan dipotong-potong. Kemudian diambil sebanyak 5 gram dan ditumbuk dengan mortar. Setelah daun hancur, ditambahkan larutan buffer phospat 0,01 M pH 7 sebanyak 10 ml. Lalu dilakukan penyaringan dengan kain kasa (Gambar 4). Penyaringan menggunakan kain kasa bertujuan untuk memperoleh sap kasar. Setelah didapatkan sap kasarnya kemudian diinokulasikan ke tanaman indikator dan tanaman uji (Agrios, 2005).



Gambar 4. Cara pembuatan sap (Agrios, 2005)

3.5.3 Inokulasi PStV pada Tanaman Uji

Inokulasi pada tanaman kacang tanah dilakukan pada tanaman berumur tujuh hari setelah tanam (hst). Sebelum diinokulasi, permukaan daun terlebih dahulu dilukai dengan mengoleskan karborundum 600 mesh. Kemudian cairan perasan (sap) tanaman sakit dioleskan menggunakan jari pada permukaan daun. Pengolesan harus dilakukan searah dengan tulang daun (Gambar 5). Inokulasi virus menggunakan sap harus dilakukan secara hati-hati untuk menghindari luka yang menyebabkan nekrotik. Oleh karena itu, setelah pengolesan sap dilakukan pembilasan sisa-sisa karborundum yang masih melekat pada permukaan daun tanaman uji dengan menggunakan aquades.



Gambar 5. Inokulasi virus secara mekanis dengan sap (Agrios, 2005)

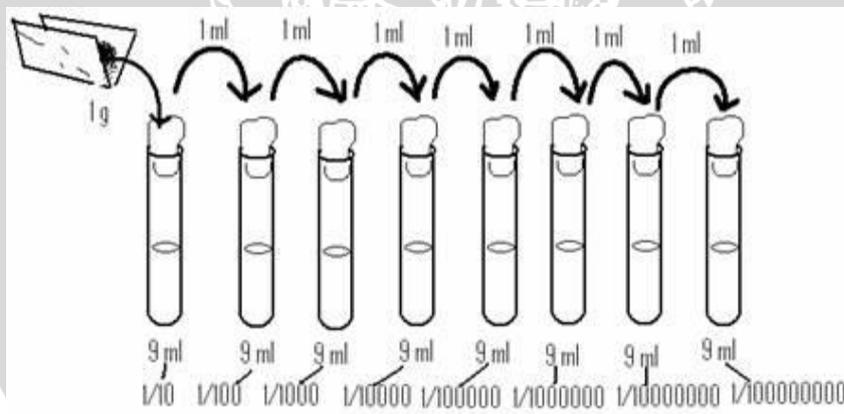
3.5.4 Monitoring Pertumbuhan PGPR pada Perakaran

Monitoring pertumbuhan PGPR pada perakaran tanaman kacang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah PGPR yang telah diaplikasikan masih tumbuh di dalam perakaran tanaman. Dengan demikian maka akan diketahui bahwa PGPR tersebut adalah faktor yang berperan penting terhadap intensitas serangan PStV, pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah.

Menurut Sumarsih dan Haryanto (2012) bahwa pengambilan sampel tanah dilakukan pada 30 hari setelah tanam (hst). Deteksi PGPR dilakukan di laboratorium bakteriologi Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman FP UB. Bakteri PGPR ditumbuhkan pada media *Nutrient Agar* (NA), King's B, dan Ashby. Isolasi bakteri yang dilakukan adalah dengan menggunakan teknik pengenceran bertingkat (Gambar 6). Adapun tujuan dari pengenceran bertingkat ini yaitu untuk

memperkecil jumlah mikroba yang tersuspensi dalam cairan. Perkiraan jumlah mikroba dalam sampel akan menentukan banyaknya tingkat pengenceran yang akan dilakukan. Cara kerja teknik pengenceran adalah sebagai berikut (Anonim, 2014).

- Disiapkan 7 tabung reaksi. Tabung pertama diisi dengan 10 ml aquades dan untuk tabung kedua dan selanjutnya hingga tabung ketujuh diisi dengan 9 ml aquades
- Sampel tanah yang mengandung bakteri di masukkan ke dalam tabung pengenceran pertama (10^1) secara aseptis
- Dari tabung pertama diambil 1 ml suspensi dan kemudian pindahkan ke tabung kedua. Setelah itu dikocok hingga menjadi homogen
- Dari tabung kedua lalu pindahkan lagi 1 ml ke tabung ketiga dan untuk tabung berikutnya dilakukan cara yang sama hingga pada tabung ketujuh.
- Pipet yang digunakan harus selalu diganti setiap kali mengambil suspensi dari satu tabung ke tabung yang lainnya

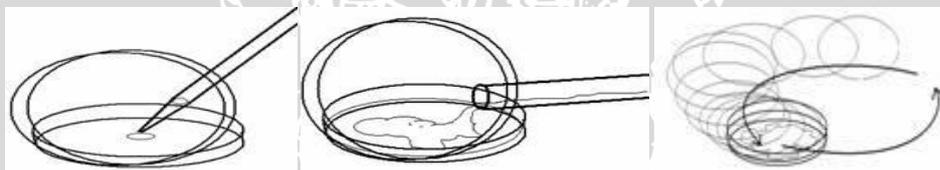


Gambar 6. Metode pengenceran bertingkat (Anonim, 2014)

Teknik penanaman dari suspensi adalah lanjutan dari pengenceran bertingkat. Untuk mendapatkan koloni tunggal dari bakteri yang diinginkan maka dilakukan isolasi yang diambil dari dua tabung pengenceran terakhir. Sehingga dari 8 perlakuan didapatkan 16 tabung yang diisolasi. Metode isolasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode agar tuang (*Pour plate*) (Gambar 7). Media yang digunakan adalah media yang belum padat ($>45^{\circ}\text{C}$) yang akan

dituangkan bersama dengan suspensi bakteri ke dalam cawan petri. Media yang digunakan antara lain NA (*Bacillus subtilis*), King's B (*Pseudomonas fluorescens*) dan Ashby (*Azotobacter* sp.). Perlakuan yang menggunakan kombinasi bakteri ditumbuhkan pada media NA. Adapun langkah isolasi bakteri yang dilakukan adalah sebagai berikut :

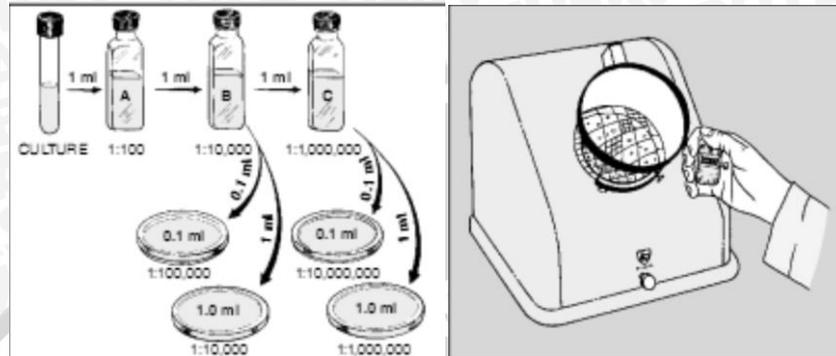
- Disiapkan cawan Petri steril, tabung pengenceran yang akan di tanam pada media padat yang masih cair ($>45^{\circ}\text{C}$)
- 1 ml suspensi bakteri diteteskan ke dalam cawan Petri kosong secara aseptis
- Media yang masih cair dituangkan kedalam cawan Petri dan kemudian dihomogenkan dengan cara diputar
- Diinkubasi selama 24 jam
- Untuk bakteri *Bacillus subtilis* dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 70°C selama 20 menit sebelum dilakukan penuangan (isolasi) ke dalam cawan Petri



Gambar 7. Metode agar tuang (*Pour plate*)(Anonim, 2014)

Perhitungan koloni bakteri dapat dilakukan pada media padat maupun media cair (Anonim, 2014). Perhitungan koloni yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan Teknik *Total Plate Count* (TPC) karena media yang digunakan adalah media padat. Metode hitungan cawan menggunakan anggapan bahwa setiap sel akan hidup dan berkembang menjadi satu koloni. Jumlah koloni yang hidup menjadi indeks bagi jumlah organisme yang terkandung di dalam sampel. Cawan-cawan tersebut kemudian diinkubasi lalu dihitung jumlah koloni yang terbentuk. Adapun cawan yang dipilih adalah sesuai dengan kaidah statistik yaitu berisi 30-300 koloni. Jumlah organisme yang terdapat dalam sampel asal dihitung

dengan cara mengalikan jumlah koloni yang terbentuk dengan faktor pengenceran pada cawan yang bersangkutan.



Gambar 8. Perhitungan koloni bakteri dengan metode *Total Plate Count* (TPC)(Anonim, 2014)

3.5.5 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyiangan gulma dan pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Penyiraman dilakukan setiap pagi dan sore hari dengan menggunakan gembor. Pengendalian gulma dilakukan secara mekanis, yaitu dengan mencabut gulma yang tumbuh. Pengendalian OPT dapat dilakukan dengan cara mekanis.

3.6 Variabel Pengamatan

Parameter pengamatan yang diamati adalah masa inkubasi, intensitas serangan, tinggi tanaman, jumlah daun, dan produksi tanaman. Pengamatan dilakukan sejak satu hari setelah inokulasi virus. Gejala yang timbul berupa mosaik pada daun muda tanaman kacang tanah.

3.6.1 Masa Inkubasi

Pengamatan masa inkubasi dan gejala penyakit dilakukan setiap hari sejak hari pertama setelah inokulasi PStV. Pengamatan dilakukan sampai munculnya gejala pertama pada semua perlakuan.

3.6.2 Intensitas Serangan

Perhitungan intensitas serangan PStV menggunakan rumus :

$$I = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100\%$$

Tabel 1. Skor tiap kategori serangan menurut Dolores (1996)

Skor	Kategori Serangan
0	Tanaman tidak menunjukkan gejala virus (sehat)
1	Tanaman menunjukkan gejala mosaik sangat ringan, atau tidak ada penyebaran sistemik
2	Tanaman menunjukkan gejala mosaik sedang
3	Tanaman menunjukkan gejala mosaik atau belang berat tanpa penciutan atau kelainan bentuk daun
4	Gejala mosaik atau belang berat dengan penciutan atau kelainan bentuk daun
5	Gejala mosaik atau belang sangat berat dengan penciutan atau kelainan bentuk daun yang parah, kerdil, atau mati

Keterangan :

I = Intensitas serangan

n = jumlah daun dalam tiap kategori serangan

v = nilai skala tiap kategori serangan

N = banyaknya daun yang diamati

Z = nilai skala dari kategori serangan tertinggi

3.6.3 Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tanaman dari pangkal batang sampai ujung kanopi menggunakan mistar (cm).

3.6.4 Jumlah Daun

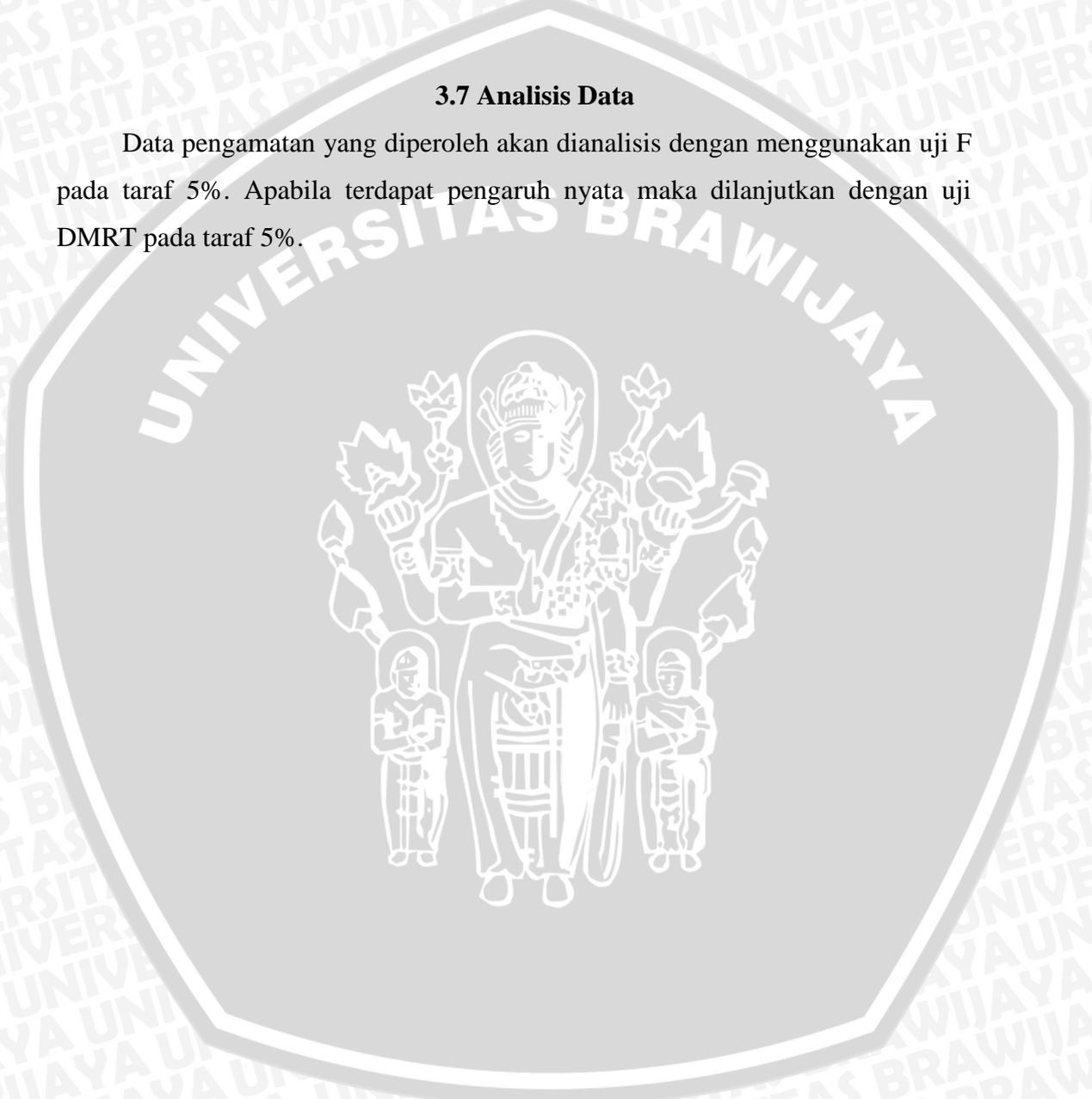
Perhitungan jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung helai daun pada setiap tanaman menggunakan *handcounter*.

3.6.5 Produksi Tanaman

Pengamatan produksi tanaman meliputi perhitungan jumlah polong, bobot basah polong, bobot kering polong dan jumlah biji per tanaman. Pada parameter bobot kering polong dilakukan pengeringan dengan suhu 80°C selama 2x24 jam.

3.7 Analisis Data

Data pengamatan yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan uji F pada taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5%.



IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Reaksi Tanaman Indikator terhadap PSTV

Berdasarkan hasil pengamatan gejala infeksi *Peanut Stripe Virus*, terdapat perbedaan masa inkubasi dan gejala yang muncul pada tanaman indikator *Chenopodium amaranticolor* dan *Phaseolus vulgaris* (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata Masa Inkubasi pada Tanaman Indikator akibat Infeksi PSTV

Tanaman Indikator	Masa Inkubasi (hari)	Gejala
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	10	Lesio lokal
<i>Phaseolus vulgaris</i>	5	Klorosis

Gejala infeksi virus PSTV pada *Chenopodium amaranticolor* muncul setelah 10 hari inokulasi, sedangkan pada *Phaseolus vulgaris* muncul setelah 5 hari inokulasi. Gejala yang ditimbulkan oleh infeksi virus PSTV pada *Chenopodium amaranticolor* adalah lesio lokal (Gambar 9). Hal ini sesuai dengan penelitian Avivi (2005) bahwa *Chenopodium amaranticolor* yang diinokulasi PSTV menunjukkan gejala lesio lokal. Pada *Phaseolus vulgaris* muncul gejala klorosis. Perbedaan masa inkubasi pada kedua tanaman indikator disebabkan oleh perbedaan jenis tanaman inang sehingga menunjukkan gejala yang juga berbeda.



(a)

(b)

Gambar 9. Gejala lesio lokal dan klorosis pada tanaman indikator
(a) *Chenopodium amaranticolor*, (b) *Phaseolus vulgaris*

4.2 Pengaruh PGPR terhadap Masa Inkubasi PStV pada Tanaman Kacang Tanah

Gejala infeksi yang disebabkan oleh PStV mulai terlihat pada saat tanaman berumur 3 minggu setelah inokulasi (Tabel Lampiran 2). Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap masa inkubasi serangan PStV pada tanaman kacang tanah menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap perlakuan pemberian PGPR (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata Inkubasi PStV pada Tanaman Kacang Tanah

Perlakuan	Rerata (hari)
Kontrol (tanpa PGPR)	21,67 ab
<i>Bacillus subtilis</i> (<i>B.s</i>)	22,67 ab
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (<i>P.f</i>)	27,00 abc
<i>Azotobacter</i> sp. (<i>Az</i>)	20,67 a
<i>B.s</i> + <i>P.f</i>	30,33 c
<i>B.s</i> + <i>Az</i>	28,67 bc
<i>P.f</i> + <i>Az</i>	23,00 ab
<i>B.s</i> + <i>P.f</i> + <i>Az</i>	23,67 abc

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan data pada tabel 3 menunjukkan bahwa hanya perlakuan kombinasi bakteri *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR. Pada perlakuan kontrol tanpa PGPR didapatkan hasil rerata masa inkubasi adalah 21,67 hsi. Rerata masa inkubasi pada perlakuan kombinasi bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* adalah 30,33 hsi, artinya kombinasi bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* mampu memperpanjang masa inkubasi PStV pada tanaman kacang tanah jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR.

Kemampuan bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dalam menginduksi ketahanan tanaman terhadap serangan patogen telah banyak dilaporkan. Salah satu fungsi umum yang dimiliki oleh PGPR adalah sebagai pengendali patogen tanaman (bioprotektan). Hal inilah yang mengindikasikan bahwa kombinasi bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* mampu menghasilkan masa inkubasi PStV yang lebih lama jika dibandingkan perlakuan lainnya kecuali dengan perlakuan

kombinasi *B. subtilis* dan *Azotobacter* sp., perlakuan isolat tunggal *P. fluorescens*, serta kombinasi *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp.. Menurut Wardanah (2007) bahwa *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dapat menekan patogen secara langsung dengan mengeluarkan senyawa antibiotik dan induksi ketahanan sistemik pada tanaman. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh penelitian Aviolita (2013), dimana perlakuan kombinasi bakteri *B. subtilis* dengan *P. fluorescens* mampu memperlambat gejala infeksi *Soybean Mosaic Virus* (SMV) pada tanaman kedelai hingga 35.33 hsi.

4.3 Pengaruh PGPR terhadap Intensitas Serangan PStV pada Tanaman Kacang Tanah

Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel Lampiran 2) terhadap serangan PStV pada tanaman kacang tanah menunjukkan berbeda nyata. (Tabel 4).

Tabel 4. Rerata Intensitas Serangan PStV pada Tanaman Kacang Tanah

Perlakuan	Rerata (%)
Kontrol (tanpa PGPR)	7,15 bc
<i>Bacillus subtilis</i> (<i>B.s</i>)	4,16 ab
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (<i>P.f</i>)	3,75 ab
<i>Azotobacter</i> sp. (<i>Az</i>)	9,35 c
<i>B.s</i> + <i>P.f</i>	3,24 a
<i>B.s</i> + <i>Az</i>	5,04 ab
<i>P.f</i> + <i>Az</i>	4,58 ab
<i>B.s</i> + <i>P.f</i> + <i>Az</i>	4,71ab

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Duncan pada taraf 5%. Data ditransformasi ke Arc Sin \sqrt{x} untuk keperluan analisis statistik

Berdasarkan data pada tabel 4, hanya perlakuan kombinasi bakteri *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* yang menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR. Perlakuan kontrol tanpa PGPR didapatkan hasil rata-rata intensitas serangan sebesar 7,15 %. Perlakuan kombinasi bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* memiliki rerata intensitas serangan yang lebih rendah (3,24%), artinya kombinasi bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* mampu

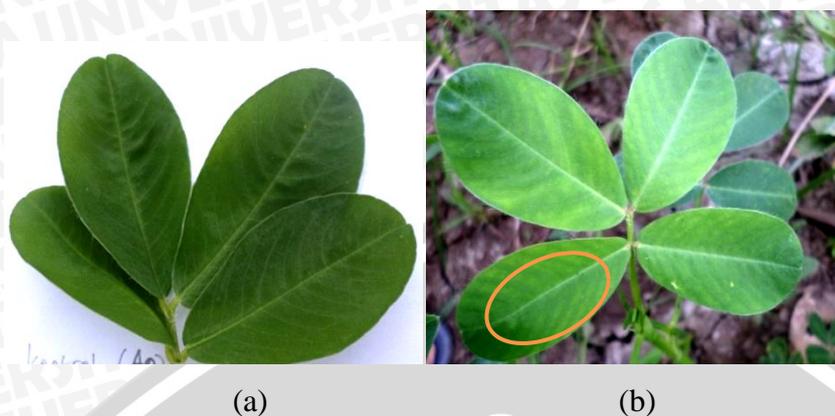
menurunkan intensitas serangan PStV pada tanaman kacang tanah jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR.

Sebagai salah satu agen pengendali patogen yang telah banyak dilaporkan, PGPR mampu menekan kejadian penyakit dikarenakan adanya senyawa metabolit yang dihasilkan dari masing-masing jenis bakteri. Hal inilah yang diduga bahwa senyawa metabolit yang dihasilkan dari perlakuan PGPR diatas kecuali perlakuan isolat tunggal *Azotobacter* sp. mampu menginduksi ketahanan sistemik pada tanaman kacang tanah sehingga dapat menurunkan kejadian penyakit PStV jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR.

Menurut Wardanah (2007) bahwa *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dapat menekan patogen secara langsung dengan mengeluarkan senyawa antibiotik dan induksi ketahanan sistemik pada tanaman. Menurut Soesanto (2008) metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *P. fluorescens* antara lain siderofor, pterin, pirol, dan fenazin. Menurut Park *et al.* 2009 sidofor juga mampu mengimbas ketahanan sistemik tanaman. Menurut Maurhofer *et al.* (1994) bahwa *Pseudomonas* sp. dapat mengendalikan virus nekrotik pada tembakau (*Tobacco Necrotic Virus*/TNV) karena bakteri tersebut dapat memproduksi asam salisilat.

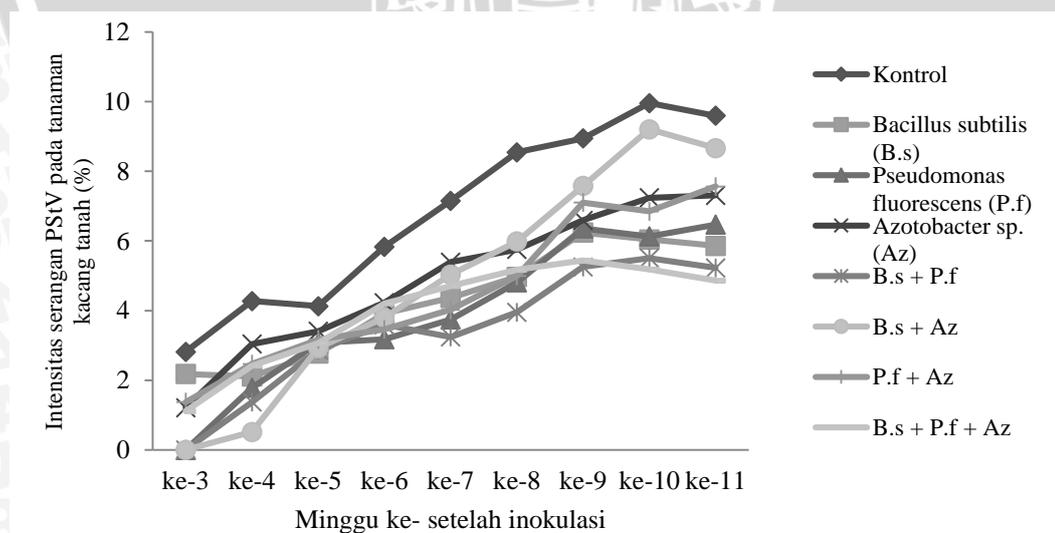
Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh penelitian Avioluta (2013) bahwa perlakuan kombinasi bakteri *B. subtilis* dengan *P. fluorescens* pada tanaman kedelai memiliki kejadian penyakit *Soybean Mosaic Virus*(SMV) yang rendah (6,83 %) jika dibandingkan perlakuan kontrol tanpa PGPR (24,15 %). Selain itu hasil penelitian Nurliana (2013) menunjukkan bahwa bakteri *P. fluorescens* sangat efektif sebagai agens induksi ketahanan terhadap penyakit virus pada tanaman cabai di lapangan.

Gejala infeksi yang disebabkan oleh PStV mulai terlihat pada saat tanaman berumur 3 minggu setelah inokulasi. Daun tanaman kacang tanah yang terserang PStV yaitu berwarna kuning dengan garis-garis strip searah tulang daun (Gambar 10). Perkembangan intensitas serangan PStV pada masing-masing perlakuan mengalami peningkatan dari minggu ke-3 setelah inokulasi hingga minggu ke-11 setelah inokulasi (Gambar 11).



Gambar 10. Gejala serangan PSStV pada daun tanaman kacang tanah
(a) daun sehat, (b) daun sakit yang terserang PSStV

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa pengamatan pada 6 msi, 7 msi, 10 msi, dan 11 msi terjadi perbedaan intensitas yang nyata antar perlakuan PGPR dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR. Sedangkan pengamatan pada 8 msi menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antar perlakuan PGPR dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR. Hal ini menunjukkan bahwa PGPR mampu menekan perkembangan intensitas PSStV pada kacang tanah sejak pengamatan minggu ke-6 hingga minggu ke-11 setelah inokulasi jika di bandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR.



Gambar 11. Grafik perkembangan intensitas PSStV pada tanaman kacang tanah

Intensitas serangan lebih tinggi ditunjukkan oleh perlakuan kontrol tanpa PGPR pada setiap minggunya hingga pada puncaknya diminggu ke10 setelah inokulasi sebesar 10%. Perlakuan kombinasi bakteri *B. subtilis* dan *Azotobacter* sp. menunjukkan perkembangan intensitas PStV yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan PGPR lainnya. Perkembangan intensitas PStV lebih rendah ditunjukkan oleh perlakuan kombinasi bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* (Gambar 11), artinya bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* mampu menekan perkembangan intensitas PStV pada tanaman kacang tanah.

4.4 Pengaruh PGPR terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Tanah

4.4.1 Pengaruh PGPR terhadap Tinggi Tanaman Kacang Tanah

Berdasarkan hasil pengamatan tinggi tanaman menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan kontrol (tanpa PGPR) dengan perlakuan isolat tunggal *Azotobacter* sp. dan kombinasi bakteri PGPR (Tabel 5).

Tabel 5. Rerata Pengaruh Aplikasi PGPR terhadap Tinggi Tanaman Kacang Tanah

Perlakuan	Rerata (cm)
Kontrol (tanpa PGPR)	21,67 a
<i>Bacillus subtilis</i> (<i>B.s</i>)	23,00 ab
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (<i>P.f</i>)	22,67 ab
<i>Azotobacter</i> sp. (<i>Az</i>)	24,00 b
<i>B.s</i> + <i>P.f</i>	24,00 b
<i>B.s</i> + <i>Az</i>	24,00 b
<i>P.f</i> + <i>Az</i>	24,00 b
<i>B.s</i> + <i>P.f</i> + <i>Az</i>	24,00 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa tinggi tanaman kacang tanah pada perlakuan isolat tunggal *Azotobacter* sp. dan semua kombinasi bakteri PGPR adalah lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR, artinya perlakuan isolat tunggal *Azotobacter* sp. dan kombinasi bakteri PGPR dapat meningkatkan tinggi tanaman kacang tanah jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR. Fitohormon yang dihasilkan dari masing-masing jenis bakteri PGPR

diduga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena koloni bakteri yang terdapat di dalam sistem perakaran akan mengoptimalkan fungsi akar untuk proses penyerapan unsur hara di dalam tanah.

Berbagai penelitian melaporkan bahwa *Pseudomonas* sp. adalah salahsatu jenis bakteri yang dapat menghasilkan fitohormon dalam jumlah yang besar. *Indole Acetic Acid* (IAA) adalah hormon pertumbuhan kelompok auksin yang dihasilkan oleh *Pseudomonas* sp. Hormon auksin berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Timmusk *et al.* (1999) melaporkan bahwa *Bacillus* sp. dapat menghasilkan hormon sitokinin yang berfungsi memacu pembelahan sel, mendorong pertumbuhan tunas samping dan perluasan daun, perkembangan kloroplas, menunda penuaan daun dan mendorong deferensiasi tajuk pada kultur jaringan. Selain itu hormon sitokinin bersama IAA berperan dalam merangsang pembelahan sel secara cepat. Hasil penelitian Widiastuti (2010) menyatakan bahwa bakteri *Azotobacter* sp dapat meningkatkan tinggi tanaman sorgum karena menghasilkan IAA diatas 2 μ M. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh penelitian Maria (2010) bahwa PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman cabai.

4.4.2 Pengaruh PGPR terhadap Jumlah Daun Tanaman Kacang Tanah

Pengamatan jumlah daun menunjukkan perbedaan yang tidak nyata antarperlakuan kontrol (tanpa PGPR) dengan perlakuan PGPR. Hal ini menunjukkan bahwa PGPR tidak mampu meningkatkan jumlah daun pada tanaman kacang tanah, dengan demikian maka perlakuan PGPR dan perlakuan kontrol tanpa PGPR menghasilkan jumlah daun yang tidak berbeda nyata secara statistik (sama). Dari hasil pengamatan menunjukkan hal yang bertolak belakang dengan hasil penelitian Maria (2010) dan hasil penelitian Timmusk *et al.* (1999). Hasil penelitian Maria (2010) menunjukkan bahwa perlakuan PGPR pada tanaman cabai mempunyai jumlah daun yang lebih banyak jika dibandingkan perlakuan tanpa PGPR. Hasil penelitian Timmusk *et al.* (1999) melaporkan bahwa hormon sitokinin yang dihasilkan oleh *Bacillus* sp. dapat memacu pembelahan

sel, perkembangan kloroplas mendorong pertumbuhan tunas samping dan perluasan daun.

4.5 Pengaruh PGPR terhadap Produksi Tanaman Kacang Tanah

4.5.1 Pengaruh PGPR terhadap Jumlah Polong pada Tanaman Kacang Tanah

Hasil analisis sidik ragam terhadap jumlah polong yang dihasilkan kacang tanah menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan kontrol (tanpa PGPR) dengan perlakuan isolat tunggal *B. subtilis*, perlakuan kombinasi *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. serta kombinasi *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. (Tabel 6).

Tabel 6. Rerata Pengaruh Aplikasi PGPR terhadap Jumlah Polong Kacang Tanah

Perlakuan	Rerata (buah)
Kontrol (tanpa PGPR)	11,00 a
<i>Bacillus subtilis</i> (<i>B.s</i>)	18,00 cd
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (<i>P.f</i>)	12,00 abc
<i>Azotobacter</i> sp. (<i>Az</i>)	13,67 abcd
<i>B.s</i> + <i>P.f</i>	11,67 ab
<i>B.s</i> + <i>Az</i>	12,67 abcd
<i>P.f</i> + <i>Az</i>	17,67 bcd
<i>B.s</i> + <i>P.f</i> + <i>Az</i>	18,67 d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan data pada tabel 6, hanya perlakuan isolat tunggal *B. subtilis*, kombinasi bakteri *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. dan kombinasi bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. yang menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR, artinya isolat tunggal *B. subtilis*, kombinasi bakteri *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. dan kombinasi bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. mampu meningkatkan jumlah polong tanaman kacang tanah jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR.

Hormon auksin yang terdapat pada bakteri tersebut di atas diduga sebagai zat perangsang dalam pembentukan polong kacang tanah. Hal ini sejalan dengan penelitian Timmusk *et al.* (1999) yang menyatakan bahwa *P. fluorescens* mampu

menghasilkan hormon auksin yang dapat merangsang pembentukan buah. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh penelitian Avioli (2013) yang menunjukkan bahwa perlakuan PGPR tanpa inokulasi SMV dapat meningkatkan hasil produksi jumlah polong kedelai sebanyak 42,46%. Sebaliknya, hasil penelitian Maria (2010) menunjukkan hal yang bertolak belakang dimana perlakuan PGPR tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah buah cabai. Namun demikian, tanaman cabai yang diberi perlakuan PGPR umumnya dapat memberikan hasil panen yang lebih tinggi jika dibandingkan tanaman cabai tanpa perlakuan PGPR.

4.5.2 Pengaruh PGPR terhadap Bobot Basah Polong Kacang Tanah

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Tabel Lampiran 14) terhadap bobot basah polong pada semua perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata antarperlakuan kontrol (tanpa PGPR) dengan perlakuan isolat tunggal *B. subtilis*, perlakuan kombinasi *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. serta kombinasi *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. (Tabel 7).

Tabel 7. Rerata Pengaruh Aplikasi PGPR terhadap Bobot Basah Polong Kacang Tanah

Perlakuan	Rerata (gram)
Kontrol (tanpa PGPR)	18,99 a
<i>Bacillus subtilis</i> (<i>B.s</i>)	35,04 d
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (<i>P.f</i>)	23,27 abc
<i>Azotobacter</i> sp. (<i>Az</i>)	21,93 ab
<i>B.s</i> + <i>P.f</i>	23,40 abc
<i>B.s</i> + <i>Az</i>	22,28 ab
<i>P.f</i> + <i>Az</i>	29,83 bcd
<i>B.s</i> + <i>P.f</i> + <i>Az</i>	33,10 cd

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan isolat tunggal *B. subtilis*, kombinasi bakteri *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp., dan kombinasi bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. berbeda nyata dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR, artinya isolat tunggal *B. subtilis*, kombinasi bakteri *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp., dan kombinasi bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter*

sp.mampu meningkatkan bobot basah polong tanaman kacang tanah jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Maria (2010) yang menunjukkan bahwa perlakuan PGPR umumnya dapat menghasilkan bobot buah cabai yang lebih banyak jika dibandingkan tanaman cabai tanpa perlakuan PGPR.

4.5.3 Pengaruh PGPR terhadap Bobot Kering Polong Kacang Tanah

Berdasarkan pengamatan bobot kering polong pada semua perlakuan didapatkan hasil analisis sidik ragam (Tabel Lampiran 15) yang menunjukkan berbeda nyata antarperlakuan kontrol (tanpa PGPR) dengan perlakuan isolat tunggal *B. subtilis* (Tabel 8).

Tabel 8. Rerata Pengaruh Aplikasi PGPR terhadap Bobot Kering Polong Kacang Tanah

Perlakuan	Rerata (gram)
Kontrol (tanpa PGPR)	12,13 ab
<i>Bacillus subtilis</i> (<i>B.s</i>)	18,41 c
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (<i>P.f</i>)	10,60 a
<i>Azotobacter</i> sp. (<i>Az</i>)	12,74 ab
<i>B.s</i> + <i>P.f</i>	12,36 ab
<i>B.s</i> + <i>Az</i>	12,38 ab
<i>P.f</i> + <i>Az</i>	17,71 bc
<i>B.s</i> + <i>P.f</i> + <i>Az</i>	16,67 bc

Keterangan : Angka yang diikuti tanda huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Duncan pada taraf 5%.

Perlakuan isolat tunggal *B. subtilis* memiliki rerata bobot kering polong kacang tanah yang lebih banyak (18.41 gram) jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR, artinya hanya perlakuan isolat tunggal *B. subtilis* yang dapat meningkatkan bobot kering polong kacang tanah jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR.

4.5.4 Pengaruh PGPR terhadap Jumlah Biji per Tanaman Kacang Tanah

Pengamatan jumlah biji per tanaman menunjukkan hasil analisis ragam (Tabel Lampiran 16) yang tidak berbeda nyata antara perlakuan PGPR dengan perlakuan kontrol tanpa PGPR, artinya pemberian PGPR tidak mampu meningkatkan

jumlah biji per tanaman kacang tanah. Hal ini diduga bahwa PGPR tidak dapat merangsang peningkatan jumlah biji per tanaman karena PGPR hanya berperan sebagai perangsang pertumbuhan, sebagai penyedia hara dan sebagai pengendali patogen tanaman. Hal ini sejalan dengan pendapat Millan (2007) bahwa PGPR memiliki tiga fungsi umum pada tanaman, yaitu dapat merangsang pertumbuhan tanaman, dapat menyediakan unsur hara dan dapat mengendalikan patogen tanaman. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh penelitian Aviolita (2013) bahwa perlakuan PGPR tidak mempengaruhi jumlah biji yang dihasilkan oleh tanaman kedelai.



(a) (b)

Gambar 12. Gejala biji kacang tanah yang terserang PStV
(a) biji yang sehat, (b) biji yang terinfeksi PStV

Biji yang dihasilkan oleh tanaman yang terserang patogen pada umumnya akan menunjukkan gejala penyakit berupa ketidaknormalan warna dan bentuknya. Namun demikian tidak semua patogen menularkan penyakitnya pada benih atau biji. PStV merupakan salah satu penyakit yang dapat ditularkan melalui benih (Saleh, 2003). Biji kacang tanah yang sudah terinfeksi PStV maka bentuknya mengkerut dan berukuran kecil (Gambar 12).

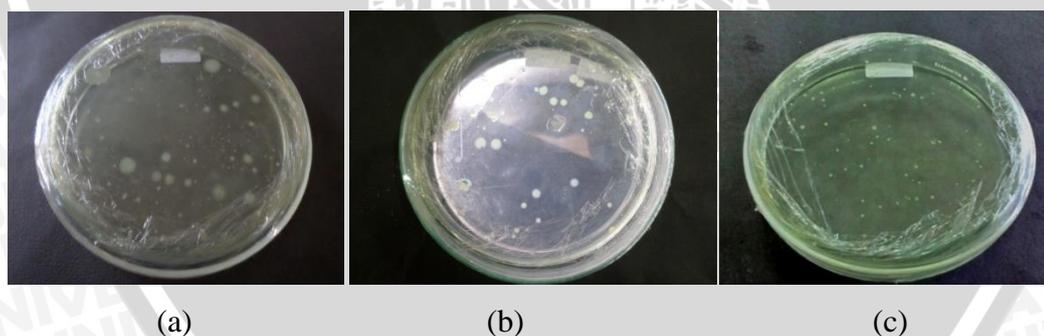
4.6 Pertumbuhan PGPR pada Perakaran Tanaman Kacang Tanah

Monitoring pertumbuhan PGPR pada perakaran tanaman kacang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah PGPR yang telah diaplikasikan masih tumbuh di dalam perakaran tanaman. Dengan demikian maka akan diketahui

bahwa PGPR tersebut adalah faktor yang berperan penting terhadap intensitas serangan PSTV, pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah.

Pertumbuhan bakteri PGPR dapat diketahui dengan metode isolasi bakteri secara aseptik. Pengambilan sampel tanah dilakukan ketika tanaman berumur 2 minggu setelah tanam. Terdapat 7 sampel tanah yang akan diisolasi, antara lain perlakuan isolat tunggal bakteri *Bacillus subtilis*, isolat tunggal bakteri *Pseudomonas fluorescens*, isolat tunggal bakteri *Azotobacter* sp., isolat kombinasi *B. subtilis* dan bakteri *P. fluorescens*, isolat kombinasi *B. subtilis* dan bakteri *Azotobacter* sp., isolat kombinasi bakteri *P. fluorescens* dan bakteri *Azotobacter* sp., dan isolat kombinasi *B. subtilis*, bakteri *P. fluorescens*, serta bakteri *Azotobacter* sp..

Media yang digunakan untuk isolasi bakteri yaitu media nutrient Agar (NA) untuk isolat tunggal bakteri *B. subtilis*, media King's B untuk isolat tunggal bakteri *P. fluorescens*, dan media Ashby untuk isolat tunggal bakteri *Azotobacter* sp.. Sedangkan untuk isolat bakteri kombinasi maka dilakukan isolasi pada masing-masing media selektif dari bakteri kombinasinya. Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa isolasi dari sampel tanah yang diambil menunjukkan adanya bakteri yang tumbuh pada media isolasi (Gambar 13).



Gambar 13. Hasil isolasi bakteri PGPR. (a)*B. subtilis*, (b)*P. fluorescens*, (c)*Azotobacter* sp.

Jenis bakteri *Bacillus* spp. pada media nutrient Agar (NA) menunjukkan bentuk koloni yang berbeda-beda. Menurut Hatmanti (2000) warna koloni *Bacillus* spp. umumnya berwarna putih sampai kekuning-kuningan atau putih

suram. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* mempunyai ciri utama adalah mengeluarkan pigmen fluorescens berwarna kuning kehijauan pada media King's B. Media King's B adalah media yang sedikit mengandung ion besi (Fe). Bakteri *P. fluorescens* akan membentuk siderofor yang berfungsi mengikat ion Fe jika ditumbuhkan pada media King's B. Deteksi siderofor dapat dilihat dari adanya pigmen warna kuning kehijauan yang berdifusi dalam media King's B. Pigmen tersebut akan lebih jelas terlihat jika diamati dibawah lampu ultraviolet dengan panjang gelombang 365 nm (Arwiyanto, 2007). Isolasi bakteri *Azotobacter* sp. dilakukan pada media Ashby dan diinkubasi selama 3-4 hari (Widiastutik, 2010).

Tabel 9. Hasil pengamatan jumlah koloni bakteri PGPR

Perlakuan	Kerapatan bakteri (cfu/ml)
<i>Bacillus subtilis</i> (B.s)	$1,25 \times 10^{12}$
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (P.f)	$2,10 \times 10^{12}$
<i>Azotobacter</i> sp. (Az)	$7,6 \times 10^{11}$
B.s + P.f	$8,9 \times 10^{11} + 2,45 \times 10^{12}$
B.s + Az	$8,4 \times 10^{11} + 9,2 \times 10^{11}$
P.f + Az	$2,36 \times 10^{12} + 9,6 \times 10^{11}$
B.s + P.f + Az	$7,8 \times 10^{11} + 6,7 \times 10^{11} + 8,4 \times 10^{11}$

Perhitungan jumlah koloni dilakukan pada 1x24 jam dan 2x24 jam setelah isolasi bakteri. Hasil pengamatan didapatkan bahwa pada masing-masing perlakuan bakteri PGPR mempunyai jumlah koloni atau kerapatan yang berbeda-beda (Tabel 9). Data diatas menunjukkan bahwa bakteri PGPR yang diaplikasikan memang tumbuh pada perakaran tanaman kacang tanah, sehingga dapat diasumsikan bahwa PGPR tersebut adalah faktor penting yang berperan dalam menekan infeksi serangan PStV, pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh yaitu:

1. Kombinasi PGPR *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dapat meningkatkan masa inkubasi *Peanut Stripe Virus* (PStV) dan menurunkan intensitas serangan PStV pada tanaman kacang tanah
2. Isolat tunggal bakteri *Azotobacter* sp. dan semua kombinasi PGPR *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. dapat meningkatkan tinggi tanaman kacang tanah.
3. Isolat *subtilis*, kombinasi PGPR *P.fluorescens* dan *Azotobacter* sp., serta kombinasi PGPR *B. subtilis*, *P.fluorescens* dan *Azotobacter* sp.dapat meningkatkan jumlah polongdan bobot basah polong kacang tanah
4. Isolat tunggal bakteri *B. subtilis* dapat meningkatkan bobot kering polong kacang tanah

5.2 Saran

Adapun saran yang diajukanadalah perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh konsentrasi PGPR yang dapat menurunkan intensitas PStV dan meningkatkan hasil produksi tanaman kacang tanah di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

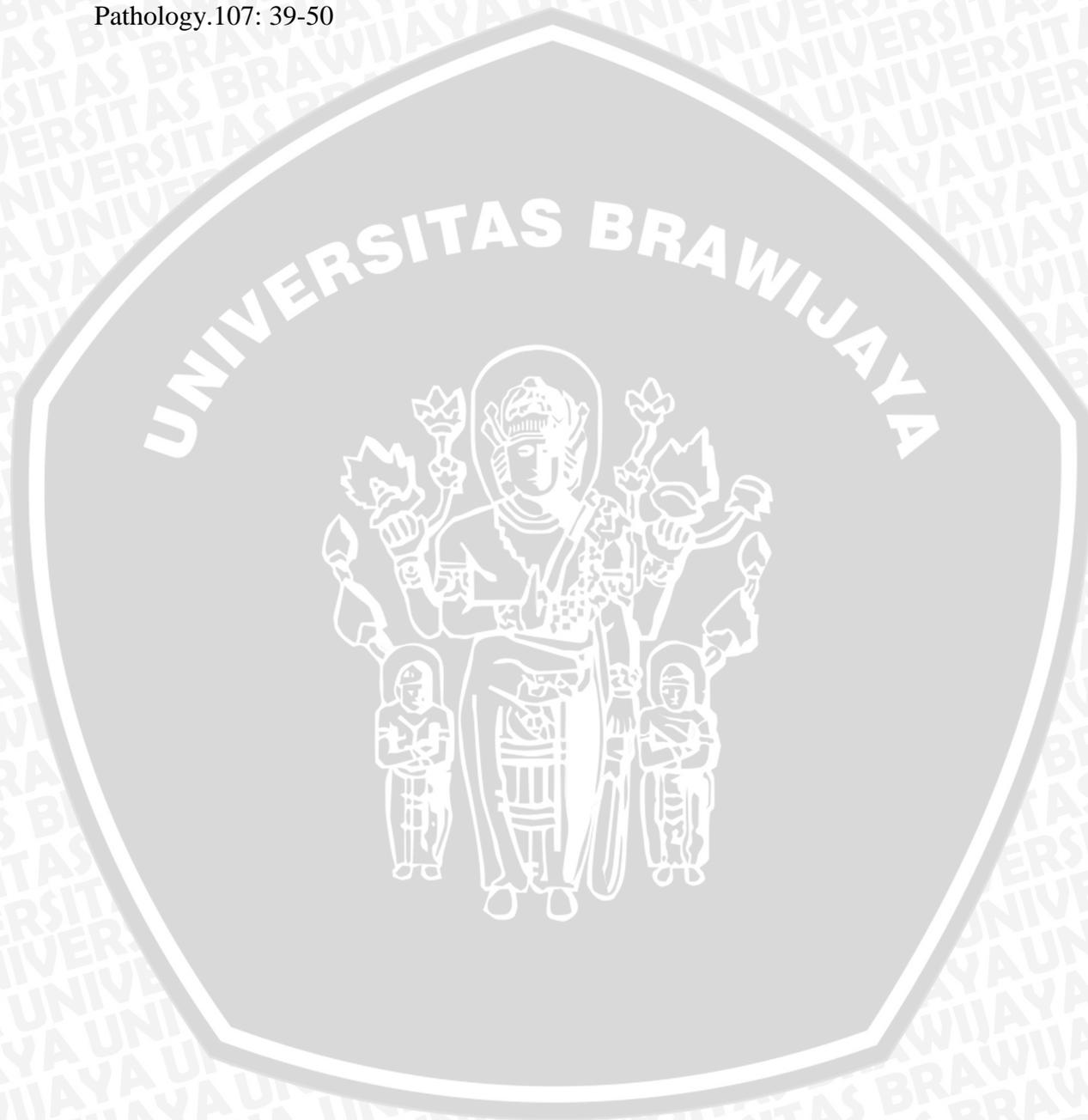
- Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan Jilid 3. Banyumedia. Malang. 13 hlm.
- Agrios, G. N. 2005. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Edisi kelima. Elsevier Academic Press. USA. 921 hlm.
- Anonim.2007.KacangTanah.http://www.warintek.ristek.go.id/pertanian/kacang_tanah.pdfDiunduh pada14 Januari 2014
- Anonim. 2014. Definisi, Prinsip, Kelebihan dan Kekurangan Cawan Gores dan Cawan Tuang. http://definisi-prinsip-kelebihan-dan-kekurangan-cawan_gores-dan_cawan_tuang.blogspot.com Diunduh pada 21 Februari 2014
- Arwiyanto, T., Maryudani, Y.M.S., dan Azizah, N.N. 2007. Sifat-Sifat Fenotipik *Pseudomonas fluorescens*,Agensia Pengendali Hayati Penyakit Lincat pada Tembakau Temanggung.pdf Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 8 (2): 147-151 Diunduh pada 7 Oktober 2014
- Ashrafuzzaman, *et al.* 2009. Efficiency of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) for the Enhancement of Rice Growth. African Journal of Biotechnology. 8 (7): 1247-1252
- Asniwita. 2010. Pengujian Ketahanan Beberapa Genotip cabai terhadap *Cucumber Mosaic Virus* (CMV). 111: April 2010. Diunduh pada 7 Oktober 2014
- Aviolita, A., Martosudiro, M., dan Hadiastono, T. 2013. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) terhadap Infeksi Soybean Mosaic Virus (SMV), Pertumbuhan dan Produksi pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) varietas Wilis.(skripsi).Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Avivi. 2005. Efektivitas Gen *cp* PStV dalam Memproteksi *Nicotiana benthamiana* Transgenik T₀ terhadap Serangan *Peanut Stripe Virus*.pdf. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia. 11: 1410-1637 Diunduh pada 7 Oktober 2014
- Demski, J. K, dan Kuhn, C. W.1989. Soybean Mosaic Virus. In: Sinclair JB, Backman PA (Ed.). Compendium of Soybean Diseases. Minnesota: APS Press. Hlm. 55-57
- Deptan. 1989. Pengenalan Penyakit Penting Pada Tanaman Padi dan Palawija dan Cara Pengendaliannya. Jakarta

- Deptan. 2012. Road Map Peningkatan produksi Kacang Tanah Tahun 2010-2014. Jakarta. 73 hlm.
- Dolores, L.M. 1996. Management of Pepper Viruses. In AVNET-II Final Workshop Proceedings. AVDRC. Tainan, Taiwan. Hlm. 334-342
- Fachruddin, L. 2000. Budidaya Kacang-Kacangan. Yogyakarta. Kanisius
- Hatmanti, A. 2000. Pengenalan *Bacillus* spp. Oseana. 25(1):31-41 Diunduh pada 7 Oktober 2014
- Istikorini. 2002. Pengendalian Penyakit Tumbuhan secara Hayati yang Ekologis dan Berkelanjutan. http://tumoutou.net/702_05123/yunik_istikorini.htm. Diunduh 30 Januari 2014
- Kloepper, J. W. E., Tuzn, S., dan Kuch, J.A. 1992. Proposed Definitions Related to Induce Diseases Resistance. *Bioccontrol Science an Technology*. 2: 349-351
- Kloepper, J. W. E., Ryu, C. W., dan Zang, S. 2004. Induced Systemic Resistance and Promoting of Plant Growth by *Bacillus* spp. *J Phytopath*. 94: 1259-1266
- Manzila, I. Jumanto, Wardoyo, A., dan Wawan.?. Bioasai Tanaman kacang Tanah Transgenik terhadap Virus Bilur Kacang Tanah (PStV). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Hlm. 179-183
- Maria, S. 2010. Pengaruh Aplikasi Bakteri Perakaran Pemacu Pertumbuhan Tanaman pada Tiga Genotipe Cabai (*Capsicum annum* L.) terhadap Pertumbuhan Tanaman serta Kejadian Penyakit Penting Cabai. (skripsi). Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Maurhofer M., Hase, C., Mewly, P., Metraux JP., dan Defago, G. 1994. Induction of systemic resistance of tobacco to *Tobacco necrosis virus* by the root colonizing *Pseudomonas fluorescens* strain CHA0: influence of the *gacA* gene and pyoverdine production. *Phytopathology*. 84: 139-146
- Millan, Mc. S. 2007. Promoting Growth With PGPR. *The Canadian Organic Grower*. Hlm. 32-34
- Najiyati, S., dan Danarti. 1997. Palawija, Budidaya dan Analisis Usahatani. Jakarta. Penebar Swadaya
- Nelson L.M. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): prospects for new inoculants. *Crop Manag* 10:1094 [jurnal on-line]. <http://www.cropmanagement.org/10.1094> Diunduh pada 7 Oktober 2014

- Nurliana. 2013. Uji Efektifitas Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dari beberapa Rizosfer terhadap Penyakit Virus pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) di Lapangan.pdf <http://respository.usu.ac.id/handle/123456789/34957> Diunduh pada 7 Oktober 2014
- Park, K.H., Lee C.Y., dan Son H.J. 2009. Mechanism of insoluble phosphate solubilization by *Pseudomonas fluorescens* RAF15 isolated from ginseng rhizosphere and its plant growth-promoting activities. *Letters in Applied Microbiology*. 49: 222-228
- Paul, E. A. 2007. Soil Microbiology, Ecology and Biocchemistry 3rd Edition. United States of America: ELSIVIER. (3): 98-106
- Saleh, N., dan Baliadi, Y.1989. pengaruh jarak tanam terhadap perkembangan penyakit virus belang hasil kacang tanah. Laporan tahunan 1989. Balai Penelitian Tanaman kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. Hlm. 41-42
- Saleh, N. 2003. Ekobiologi dan Optimalisasi Pengendalian Penyakit Virus Belang pada Kacang Tanah Melalui Pengelolaan Tanaman Secara Terpadu. *Jurnal Litbang Pertanian*. 22(2)
- Soesanto, L. 2008. Pengendalian Penyakit Tanaman. Rajagrafindo Persada. Jakarta. 53 hlm.
- Somers, E., Vanderlag J., dan Srinivasan, M. 2004. Rhizosphere Bacterial Signaling: A love parade beneath our feet. *Critic Rev Microbiol*. 30: 205-240
- Sudarsono, W., Winarto, dan Ilyas, S. 1997. Pengaruh Infeksi Dua Isolat PSTv terhadap Hasil dan Kualitas Benih Kacang Tanah. CV banteng dan Komodo
- Sumarsih, S., dan Haryanto, D. 2012. *Pseudomonas fluorescens* and *pseudomonas putidato* to Promote Growth of *Jatropha curcas* Seedling Root. *The Journal of Tropical Life Science*. 2(2): 53-57
- Teixeria, J., Oliveira, R., Rodrigues, L., dan Banat, I. M. 2006. Biosurfactants: Potential Appllication in Medicine. *J. Antimicrob. Chemother*. Hlm. 609-618
- Timmusk S., Tillberg, E., Nicander, B., dan Granhall, U. 1999. Cytokinin Production by *Paenibacillus polymixa*. *Soil Biol. & Biochem*. 31:1847-1852
- Wardanah, T. 2007. Pemanfaatan Bakteri Perakaran Pemacu Pertumbuhan Tanaman (Plant growth Promoting Rhizobacteria) untuk Mengendalikan Penyakit Mosaik Tembakau (*Tobacco Mosaic Virus*) pada Tanaman Cabai (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hlm. 56
- Widiastuti H., Siswanto, dan Suharyanto. 2010. Karakterisasi dan seleksi Beberapa Isolat *Azotobacter* sp. untuk Meningkatkan Perkecambahan Benih

dan Pertumbuhan Tanaman. pdf Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. Diunduh pada 7 Oktober 2014

Zehnder, W.G., Murphy J. F., Sikora E.J., dan Kloepper J.W.E. 2001. Application of Rhizobacteria for Induced Resistance. *European Journal of Plant Pathology*.107: 39-50



Lampiran

Tabel Lampiran 1. Masa Inkubasi PStV pada Tanaman Kacang Tanah

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	258,958	36,994	2,715*	2,66	4,03
Galat	16	218,000	13,625			
Total	23	467,958				

Tabel Lampiran 2. Intensitas serangan PStV minggu ke-3 setelah inokulasi

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	10,751	1,536	1,331	2,66	4,03
Galat	16	18,457	1,154			
Total	23	29,208				

Data ditransformasi ke Arc Sin $\sqrt{x+0,5}$ untuk keperluan analisis statistik.

Tabel Lampiran 3. Intensitas serangan PStV minggu ke-4 setelah inokulasi

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	13,397	1,914	1,701	2,66	4,03
Galat	16	18,00	1,125			
Total	23	31,397				

Data ditransformasi ke Arc Sin $\sqrt{x+0,5}$ untuk keperluan analisis statistik.

Tabel Lampiran 4. Intensitas serangan PStV minggu ke-5 setelah inokulasi

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	15,452	2,207	1,625	2,66	4,03
Galat	16	21,733	1,358			
Total	23	37,185				

Data ditransformasi ke Arc Sin $\sqrt{x+0,5}$ untuk keperluan analisis statistik.

Tabel Lampiran 5. Intensitas serangan PStV minggu ke-6 setelah inokulasi

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	22,653	3,236	3,180*	2,66	4,03
Galat	16	16,284	1,018			
Total	23	38,938				

Data ditransformasi ke Arc Sin $\sqrt{x+0,5}$ untuk keperluan analisis statistik.

Tabel Lampiran 6. Intensitas serangan PStV minggu ke-7 setelah inokulasi

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	28,796	4,114	3,791*	2,66	4,03
Galat	16	17,360	1,085			
Total	23	46,155				

Data ditransformasi ke Arc Sin \sqrt{x} untuk keperluan analisis statistik.

Tabel Lampiran 7. Intensitas serangan PStV minggu ke-8 setelah inokulasi

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	43,451	6,207	4,510**	2,66	4,03
Galat	16	11,023	1,376			
Total	23	65,474				

Data ditransformasi ke Arc Sin \sqrt{x} untuk keperluan analisis statistik.

Tabel Lampiran 8. Intensitas serangan PStV minggu ke-9 setelah inokulasi

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	28,442	4,063	2,049	2,66	4,03
Galat	16	31,724	1,983			
Total	23	60,166				

Data ditransformasi ke Arc Sin \sqrt{x} untuk keperluan analisis statistik.

Tabel Lampiran 9. Intensitas serangan PStV minggu ke-10 setelah inokulasi

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	39,430	5,633	2,662*	2,66	4,03
Galat	16	33,862	2,116			
Total	23	73,292				

Data ditransformasi ke Arc Sin \sqrt{x} untuk keperluan analisis statistik.

Tabel Lampiran 10. Intensitas serangan PStV minggu ke-11 setelah inokulasi

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	36,369	5,196	2,879*	2,66	4,03
Galat	16	28,873	1,805			
Total	23	65,243				

Data ditransformasi ke Arc Sin \sqrt{x} untuk keperluan analisis statistik.

Tabel Lampiran 11. Tinggi Tanaman Kacang Tanah

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	16,500	2,357	3,328*	2,66	4,03
Galat	16	11,333	0,708			
Total	23	27,833				

Tabel Lampiran 12 . Jumlah Daun Tanaman Kacang Tanah

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	140,000	20,000	1,538	2,66	4,03
Galat	16	208,000	13,000			
Total	23	348,000				

Tabel Lampiran 13. Jumlah Polong Kacang Tanah

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	210,500	30,071	2,808*	2,66	4,03
Galat	16	171,333	10,708			
Total	23	381,833				

Tabel Lampiran 14. Bobot Basah Polong Kacang Tanah

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	721,176	103,025	3,342*	2,66	4,03
Galat	16	493,180	30,824			
Total	23	1214,356				

Tabel Lampiran 15. Bobot Kering Polong Kacang Tanah

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	187,204	26,743	2,996*	2,66	4,03
Galat	16	142,810	8,926			
Total	23	330,014				

Tabel Lampiran 16. Jumlah Biji per Tanaman Kacang Tanah

SK	Db	JK	KT	F. Hit	F. Tab 5%	F.Tab 1%
Perlakuan	7	426,625	60,946	1,083	2,66	4,03
Galat	16	900,000	56,250			
Total	23	1326,625				