

Penggunaan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) sebagai Agens Proteksi dalam Mekanisme Ketahanan Terinduksi terhadap Infeksi *Soybean Mosaic Virus* (SMV) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Anjasmoro

Oleh

BENAZIR RITHIE MULYADI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**



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, Juli 2018

BENAZIR RITHIE MULYADI



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,



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



Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc.
NIK. 2015038605231001

Penguji III,

Penguji VI,



Akhmad Rizali, SP., MSi., Ph.D.
NIK. 2014057704151001



Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Lulus :



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Penggunaan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) sebagai Agens Proteksi dalam Mekanisme Ketahanan Terinduksi terhadap Infeksi *Soybean Mosaic Virus* (SMV) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Anjasmoro.

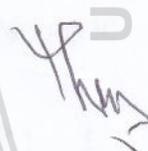
Nama Mahasiswa : Benazir Rithie Mulyadi

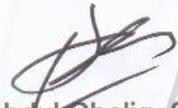
NIM : 135040201111439

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

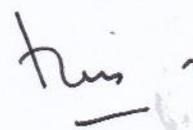
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui
Pembimbing Utama, Pembimbing Pendamping II,


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


Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc.
NIK. 2015038605231001

Diketahui,
Ketua Jurusan


Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

RINGKASAN

Benazir Rithie Mulyadi. 135040201111439. Penggunaan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) sebagai Agens Proteksi dalam Mekanisme Ketahanan Terinduksi terhadap Infeksi *Soybean Mosaic Virus* (SMV) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Anjasmoro. Di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. sebagai pembimbing utama dan Fery Abdul Choliq SP., MP., MSc. sebagai pembimbing pendamping.

Kedelai merupakan salah satu komoditas strategis untuk pembangunan perekonomian dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi di Indonesia. Penurunan secara kualitas dan kuantitas, salah satunya akibat dari infeksi virus. Virus utama atau virus yang selalu menyerang tanaman kedelai disetiap musim tanam adalah *Soybean Mosaic Virus* (SMV). SMV yang menginfeksi tanaman kedelai menimbulkan gejala mosaik yang khas. Salah satu strategi pengendalian yang ramah lingkungan dan tidak meninggalkan residu berbahaya dengan menggunakan agens hayati *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang memiliki manfaat sebagai *biostimulant*, *biofertilizer* dan *bioprotectant* sekaligus. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan virus SMV pada tanaman kedelai, pengaruh dan efektivitas dari penggunaan jenis bakteri PGPR dan perbedaan waktu pemberian PGPR terhadap infeksi virus *Soybean Mosaic Virus* pada tanaman kedelai varietas Anjasmoro.

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2017 sampai Maret 2018. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca, lahan terbuka dan laboratorium penyakit tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur. Percobaan ini menggunakan polibag berukuran 30 cm x 30 cm yang dibudidayakan di lahan terbuka dengan menggunakan metode rancangan acak kelompok yang disusun secara faktorial (4 x 3), terdiri dari 2 faktor yang berinteraksi dan 3 kali ulangan dengan 36 unit percobaan. Faktor pertama mengenai perbedaan PGPR tunggal (*Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter* sp., *Bacillus subtilis*) dan PGPR Kombinasi (*Pseudomonas fluorescens* + *Azotobacter* sp. + *Bacillus subtilis*). Faktor kedua mengenai waktu pengaplikasian PGPR pada perlakuan faktor pertama yaitu; sebelum tanam (0 HST), 14 HST dan 30 HST.

Gejala yang ditimbulkan tanaman kedelai varietas Anjasmoro terhadap serangan SMV tahap awal membentuk lesio lokal dan selanjutnya akan menyebabkan *vein clearing*. Jenis bakteri PGPR *Bacillus subtilis* aplikasi dengan perendaman benih mampu menekan munculnya gejala infeksi SMV lebih lama sekitar 33 HSI dan memiliki intensitas serangan terendah sekitar 5,59%. Selain itu PGPR *Bacillus subtilis* juga dapat mempertahankan tinggi tanaman, pembentukan polong isi dan jumlah biji lebih baik dengan hasil tertinggi berturut-turut sekitar 37,3 cm, 24,67 polong dan 57,67 biji dan memiliki jumlah polong hampa sekitar 1,67 polong.

Jenis bakteri PGPR *Pseudomonas fluorescens* pada waktu pengaplikasian 1 hari sebelum inokulasi memiliki nilai rerata tinggi tanaman yang rendah sekitar 32,33 cm namun memiliki nilai rerata pembungaan lebih cepat sekitar 38,33 HST. Nilai rerata setiap pengamatan pada perlakuan pengaplikasian PGPR pada perendaman benih lebih baik dibandingkan dengan pemberian 1 hari sebelum inokulasi dan 15 hari setelah inokulasi ketika tanaman sudah terinfeksi oleh SMV.

Kata Kunci: PGPR, SMV, Soybean Mosaic Virus, Kedelai, Anjasmoro

SUMMARY

Benazir Rithie Mulyadi. 135040201111439. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) as Protections Agens as Mechanism of Induced Systemic Resistances to *Soybean Mosaic Virus* (SMV) Infection of Soybean (*Glycine max* L.) Varieties Anjasmoro. Under the guidance of Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. as the main supervisor and Fery Abdul Choliq SP., MP., MSc. as second supervisor.

Soybean is one of the strategic commodities for economic development in Indonesia. The decrease in quality and quantity, one of which is the result of viruses infection. The main virus or virus that always infection on soybean crop in every planting season is *Soybean Mosaic Virus* (SMV). Symptoms of SMV in soybean is mosaic. One of the environmentally friendly control strategies and have not residues by using the Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) biomass which has the benefits of biostimulant, biofertilizer and bioprotectant at the same time.

This research was conducted in November 2017 until March 2018 in greenhouse, field and laboratory of plant diseases, Faculty of Agriculture Universitas Brawijaya, Malang, East Java. This experiment used a 30 cm x 30 cm polybag cultivated in field using a Randomized Block Design (4 x 3), consisting of 2 interacting factors and 3 replications with 36 experimental units. The first factor was the difference between single PGPR (*Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter* sp., *Bacillus subtilis*) and PGPR Combination (*Pseudomonas fluorescens* + *Azotobacter* sp. + *Bacillus subtilis*). The second factor concerning the time of application of PGPR on the first factor treatment is; before planting, 1 day before inoculation and 15 days after inoculation.

The results of research include:

Arising symptoms SMV attacks early stage from soybean crops varieties Anjasmoro with form local lesions and then cause vein clearing. Types of PGPR bacteria *Bacillus subtilis* at the time of application by soaking the seeds can suppress the appearance of symptoms of SMV infection longer about 33 HSI and has the lowest attack intensity of about 5,59%. In addition PGPR *Bacillus subtilis* can also maintain plant height, pod formation and better seed quantities with the highest yield of approximately 37.3 cm, 24.67 pods and 57.67 seeds and has a total number of empty pods of about 1.67 pods.

Types of PGPR bacteria *Pseudomonas fluorescens* at the time of application 1 day before inoculation has a low mean high value of the plant about 32.33 cm but has a flowering average rate faster about 38.33 HST. The mean value of each observation on treatment of PGPR application on soaking of the seed was better compared with 1 day before inoculation and 15 days after inoculation when the plant had been infected by SMV.

Key Word: PGPR, SMV, Soybean Mosaic Virus, Soybean, Varietas Anjasmoro

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Penggunaan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) sebagai Agens Proteksi dalam Mekanisme Ketahanan Terinduksi terhadap Infeksi *Soybean Mosaic Virus* (SMV) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Anjasmoro”.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc selaku dosen pembimbing dan penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Dr. Akhmad Rizali, SP., MSi. dan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. selaku dosen penguji atas segala kesabaran, nasihat, arahan, saran dan bimbingannya.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada orang tua, adik dan orang terdekat saya atas nasihat, motivasi, pengertian, doa, dukungan, cinta dan kasih sayang. Juga kepada sahabat-sahabat saya yang selalu ada dan membantu dalam segala bentuk dukungan dan kebersamaannya selama ini. Semua pihak yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan menambah wawasan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 28 Maret 1996 sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Ferry Mulyadi dan Ibu Sumiati. Memiliki satu saudari perempuan yang bernama Niken Nur Aulia Mulyadi.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Wedelan 01 Bangsri, Jepara, Jawa Tengah pada tahun 2001 sampai tahun 2004 dan dilanjutkan di SDN Joglo 05 Pagi, Jakarta Barat pada tahun 2004 sampai tahun 2007. Kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 219 Jakarta pada tahun 2007 dan selesai pada tahun 2010. Pada tahun 2010 sampai tahun 2013 penulis studi di SMAN 85 Jakarta. Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur SNMPTN.



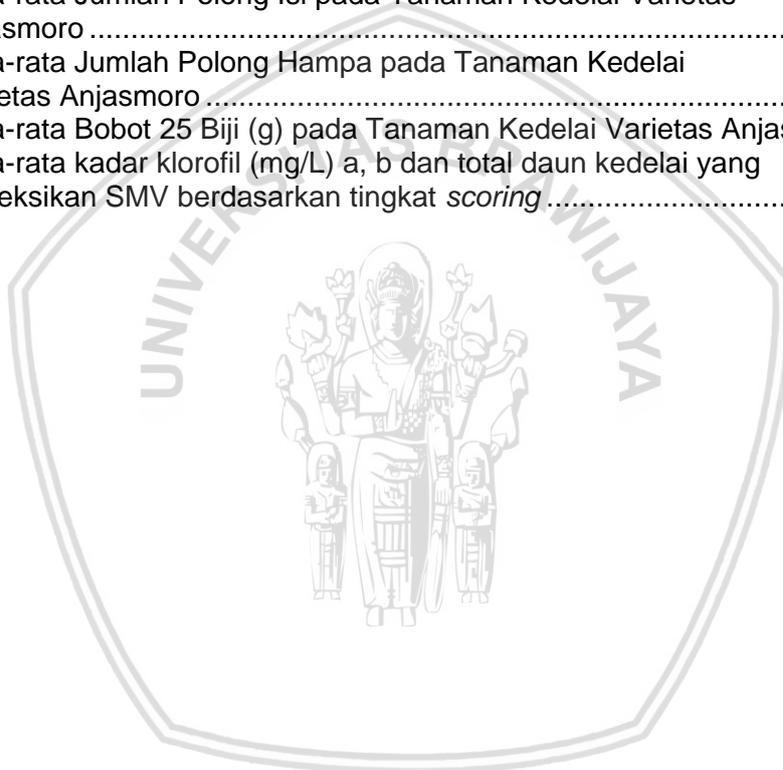
DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Hipotesis	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perkembangan Tanaman Kedelai di Indonesia	3
2.2 Klasifikasi dan Karakteristik Tanaman Kedelai	3
2.3 Klasifikasi dan Gejala <i>Soybean Mosaic Virus</i> (SMV) di Kedelai	5
2.4 PGPR (<i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i>)	6
2.5 Mekanisme PGPR dalam Mengendalikan Serangan Virus	7
III. METODOLOGI	
3.1 Kerangka Konsep	9
3.2 Kerangka Penelitian	10
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	11
3.4 Alat dan Bahan	11
3.5 Metode Pelaksanaan Penelitian	11
3.6 Uji Kadar Klorofil pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro	14
3.7 Parameter Pengamatan	14
3.8 Analisis Data	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Gejala SMV pada Tanaman Kedelai di Lapang	16
4.2 Reaksi Tanaman Indikator terhadap SMV	16
4.3 Gejala Infeksi SMV pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro	19
4.4 Hasil dan Pembahasan Pengamatan SMV pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro	21
V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	34



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Ukuran biji kedelai	4
2.	Rancangan Percobaan.....	13
3.	Nilai Skala Serangan Berdasarkan Gejala Mosaik dan Malformasi	15
4.	Rata-rata Masa Inkubasi dan Bentuk Gejala SMV pada Tanaman Indikator	16
5.	Rata-rata Masa Inkubasi SMV (HSI) pada Tanaman Kedelai.....	21
6.	Rata-rata Intensitas Serangan SMV (%) pada Tanaman Kedelai.....	22
7.	Rata-rata Tinggi Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro.....	23
8.	Rata-rata Jumlah Polong Isi pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro	24
9.	Rata-rata Jumlah Polong Hampa pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro	25
10.	Rata-rata Bobot 25 Biji (g) pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro	26
11.	Rata-rata kadar klorofil (mg/L) a, b dan total daun kedelai yang diinfeksi SMV berdasarkan tingkat <i>scoring</i>	27



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kenampakan Mikroskopis <i>Soybean Mosaic Virus</i>	5
2.	Gejala Sistemik SMV pada Tanaman Kedelai	6
3.	Mekanisme Induksi Ketahanan Tanaman Secara Sistemik	8
4.	Kerangka Konsep	9
5.	Kerangka Operasional	10
6.	Gejala Sistemik SMV yang Ditemukan pada Tanaman Kedelai di Balai Pengembangan Benih Palawija	16
7.	Gejala SMV pada Tanaman <i>Phaseolus vulgaris</i>	17
8.	Gejala SMV pada Tanaman <i>Vigna unguiculata</i>	17
9.	Gejala SMV pada Tanaman <i>Chenopodium amaranticolor</i>	18
10.	Gejala SMV pada Tanaman <i>Cucumis sativus</i>	18
11.	Gejala Nekrotik Lesio Lokal pada Tanaman Kedelai.	19
12.	Gejala Lanjut SMV pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro	20
13.	Biji Kedelai Varietas	20



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tabel ANOVA atau Analisis Ragam Setiap Variabel Pengamatan	34
2.	<i>Skoring</i> Gejala SMV pada Daun Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro	37
3.	Deskripsi Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro	38



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai merupakan salah satu komoditas strategis untuk pembangunan perekonomian dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi di Indonesia. Kegunaan kedelai sebagai sumber energi, pakan ternak dan bahan baku berbagai industri pangan menjadikan kedelai termasuk komoditas pangan terpenting ketiga setelah padi dan jagung. Hal tersebut juga menyebabkan permintaan kedelai terus meningkat secara signifikan setiap tahun yang melampaui produksi benih dalam negeri.

Potensi pasar yang besar dan terus berkembang tersebut belum dapat dimanfaatkan secara optimal dalam pengembangan produksi dalam negeri. BPS (2016) melaporkan produksi kedelai di Indonesia yang fluktuatif cenderung menurun sejak tahun 2011-2015 yaitu berturut-turut 622.254 ton; 567.624 ton; 550.793 ton; 615.685 ton; 614.085 ton. Pengembangan produksi kedelai menghadapi persoalan teknis, sosial, dan ekonomi. Jika kondisi sosial ekonomi sudah kondusif maka secara teknis pengembangan kedelai memiliki potensi dan peluang yang memadai (Surdyanto *et al*, 2001).

Produktivitas kedelai yang masih rendah dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya: faktor iklim, luas pertanaman kedelai yang rendah dan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Kedelai merupakan salah satu tanaman yang rentan terhadap OPT karena kandungan protein tanaman kedelai yang tinggi. Penyakit yang mengganggu secara kualitas dan kuantitas, salah satunya akibat dari infeksi virus. Serangan virus pada kedelai umumnya menimbulkan gejala yang sama diantaranya: mosaik (cenderung untuk sulit dibedakan), *mottle* dan tanaman menjadi kerdil, namun setiap virus memiliki ciri khas yang menjadi pembeda dengan virus lainnya.

Virus utama atau virus yang selalu menyerang tanaman kedelai disetiap musim tanam adalah *Soybean Mosaic Virus* (SMV) yang berpotensi menurunkan produksi tanaman. Kerugian hasil akibat serangan SMV pada stadia tanaman umur muda lebih tinggi dibanding apabila infeksi terjadi pada stadia tanaman umur tua. Rahayu (1989) menjelaskan kerugian hasil pada umur tanaman kedelai 10 HST (Hari Setelah Tanam) mencapai 4% - 29%. Jika SMV terinfeksi pada umur tanaman kedelai 50 HST hanya mengakibatkan kerugian hasil sebesar 2,5% - 4,5% (Sunartiningsih *et al*, 1991)

Salah satu strategi yang ramah lingkungan yang dapat menekan pertumbuhan virus dengan menggunakan agens hayati atau *bioprotectant*. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang merupakan satu dari banyaknya agens hayati dan memiliki manfaat sebagai *biostimulant*, *biofertilizer* dan *bioprotectant* sekaligus. Telah banyak digunakan dan teruji untuk mengendalikan berbagai patogen tanaman (Kloepper, 2004) diantaranya adalah mampu menekan infeksi dari patogen virus *Peanut Stripe Virus* (Febriyanti *et al*, 2015), *Cucumber Mosaic Virus* dan *Chilli Veinal Mottle Virus* (Taufik *et al*, 2005), termasuk dapat menekan infeksi *Soybean Mosaic Virus* pada tanaman kedelai (Putri *et al*, 2013).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan virus SMV pada tanaman kedelai, untuk mengetahui pengaruh dan efektivitas dari penggunaan jenis bakteri PGPR dan perbedaan waktu pengaplikasian PGPR terhadap infeksi virus *Soybean Mosaic Virus* pada tanaman kedelai varietas Anjasmoro.

1.3 Rumusan Masalah

Soybean Mosaic Virus (SMV) merupakan salah satu patogen tanaman yang sulit untuk dikendalikan. Banyaknya penggunaan PGPR sebagai salah satu jenis agens hayati yang berguna sebagai *bioprotectant*, namun belum banyak penelitian mengenai jenis bakteri PGPR yang lebih efektif untuk menekan perkembangan SMV pada tanaman kedelai.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah dapat memberikan wawasan baru bagi petani/ pelaku budidaya/ mahasiswa pertanian mengenai *Soybean Mosaic Virus* (SMV) dan dapat dijadikan strategi pengendalian preventif bagi pelaku budidaya tanaman kedelai untuk mencegah dan menanggulangi perkembangan *Soybean Mosaic Virus* dengan penggunaan PGPR.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dari penelitian ini yaitu penggunaan PGPR kombinasi dengan konsentrasi 10^8 cfu/ml mampu menekan infeksi SMV pada tanaman kedelai lebih baik dibandingkan dengan perlakuan PGPR tunggal dan pengaplikasian PGPR dengan cara direndam pada biji lebih efektif jika dibandingkan dengan cara disiram pada daerah perakaran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkembangan Tanaman Kedelai di Indonesia

Indonesia merupakan negara produsen kedelai ke enam terbesar di dunia setelah India. Sejak krisis ekonomi pada pertengahan tahun 1997, Indonesia kurang mampu melaksanakan program-program pembangunan di sektor pertanian yang telah disusun dalam rangka menghadapi jadwal liberalisasi perdagangan produk pertanian yang telah disepakati dalam WTO. Kondisi paling berat yang terjadi pada tahun 1998 dimana telah memaksa Indonesia harus meliberalisasi produk pertaniannya jauh lebih cepat dari yang seharusnya. Sejak Januari 2005 Indonesia mulai menerapkan kebijakan tarif yang relatif tinggi (10%-40%) pada beberapa produk pertanian strategis, termasuk kedelai. Disamping itu, kebijakan subsidi input ditingkatkan khususnya benih dan pupuk serta penerapan kebijakan fasilitatif lainnya guna mendorong peningkatan produksi kedelai domestik (Zakaria, 2010).

Upaya untuk mengatasi defisit produksi kedelai nasional telah berkali-kali diprogramkan oleh kementerian pertanian. Hampir setiap Menteri Pertanian membuat program swasembada kedelai, antara lain "Program Pengapuran Tanah Masam untuk Kedelai" (1983-1987); "Perbenihan Kedelai" (1986-1988); "Gema Palagung" (1994-1999); "Kedelai Bangkit" (2000-2005); "Program Komoditas Unggulan Kedelai" (2005-2009) dan "Program Swasembada Kedelai" 2014. Semua program tersebut belum berhasil mengatasi kekurangan produksi kedelai nasional secara berkelanjutan dan bahkan produksi kedelai nasional fluktuatif. Teknologi budidaya kedelai diyakini tidak menjadi penyebab sulitnya meningkatkan produksi karena diberbagai agroekologi telah terbukti hasil kedelai dapat mencapai 2 ton/ha (Arsyad, 2006).

2.2 Klasifikasi dan Karakteristik Tanaman Kedelai

2.2.1 Klasifikasi Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai termasuk kedalam Kingdom Plantae (Tumbuhan), Divisi Magnoliophyta (Tumbuhan Berbunga), Kelas Magnoliopsida (Berkeping Dua/Dikotil), Ordo Fabales, Famili Fabaceae (Suku Polong-polongan), Genus *Glycine*, Spesies *Glycine max* (L.) Merr. (USDA, 2012).

2.2.2 Karakteristik Tanaman Kedelai

a. Morfologi

Susunan tubuh kedelai terdiri atas dua macam alat organ utama yaitu Organ vegetatif meliputi: akar, batang, daun, sedangkan organ generatif meliputi: bunga, buah, biji. Struktur akar tanaman kedelai terdiri atas akar lembaga (radikula), akar tunggang (radix primaria) dan akar cabang (radix lateralis) berupa akar rambut. Akar kedelai memiliki kemampuan membentuk bintil akar (nodul). Bintil-bintil akar bentuknya bulat atau tidak beraturan yang merupakan koloni dari bakteri *Rhizobium japonicum*. Bakteri ini bersimbiosis dengan nitrogen bebas dari udara. Jumlah nitrogen yang dapat ditambat bakteri ini berkisar 40-70% dari seluruh nitrogen yang dibutuhkan tanaman. Kedelai berbatang semak yang dapat mencapai ketinggian antara 30-100 cm. Batang beruas-ruas dan memiliki percabangan antara 3-6 cabang (Pusat Pelatihan Pertanian, 2015).

b. Ukuran Biji

Menurut Pusat Pelatihan Pertanian (2015) ukuran biji pada setiap varietas berbeda-beda (Tabel 1). Ukuran biji kedelai terbagi menjadi tiga kelompok diantaranya adalah kecil (< 10 g/100 biji), Sedang (10-14 g/100 biji), Besar (>14 g/100 biji).

Tabel. 1 Ukuran biji kedelai.

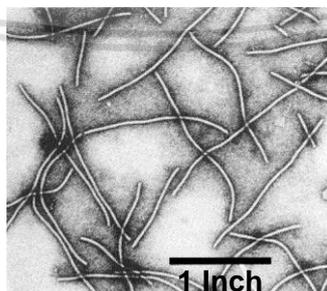
Ukuran biji	Varietas
Kecil (< 10 g/100 biji)	L Gepak ijo, No.29, Tidar, Dieng, Otau, No.27, Ringgit, Sumbing, Merapi, Krakatau, L Gepak Kuning, Petek, Jayawijaya, Menyapa, Seulawah, Ratai, Malika, Lumajang Bewok
Sedang (10-14 g/100 biji)	Guntur, Lokon, Wilis, Kerinci, Merbabu, Muria, Lompobatang, Rinjani, Singgalang, Slamet, Pangrango, Meratus, Kaba, Kawi, Lawit, Tambora, Leuser, Sinabung, Tampomas, Tangamus, Lawu, Ijen, Tengger, Nanti, Davros, Orba, Galunggung, Dempo, Cikuray, Malabar, Kipas putih, Sindoro, Manglayang, Lokal Kipas Merah, Shakti, Raung, Bromo, Sibayak, Merubetiri, Detam-2
Besar (>14 g/100 biji)	Mitani, Detam-1, Anjasmoro, Rajabasa, Arjasari, Gunitir, Argomulyo, Burangrang, Mahameru, Baluran, Argopuro, L Grobogan, Panderman

2.3 Klasifikasi dan Gejala *Soybean Mosaic Virus* (SMV) pada Tanaman Kedelai

2.3.1 Klasifikasi *Soybean Mosaic Virus* (SMV)

Spesies penyakit *Soybean Mosaic Virus* atau SMV merupakan kelompok dari genus Potyvirus dan termasuk dalam keluarga Potyviridae. Seperti yang terlihat pada Gambar 1, kenampakan mikroskopis SMV memiliki partikel flexuous dengan panjang gelombang 750 nm yang dapat ditularkan melalui inokulasi mekanis menggunakan metode SAP, SMV ditularkan oleh serangga vektor diantaranya adalah *Aphis glycine* dan *Aphis cracivora* secara *non* presisten (Sulandari *et al*, 2014). Umumnya virus ini menyerang pada inang kedelai yang merupakan inang alami dari SMV (Bos, 1972 dan 1983). Dari data ICTVdB Management (2006) menjelaskan selain tanaman kedelai SMV juga dapat menginfeksi beberapa jenis tanaman diantaranya: *Chenopodium album*, *C. quinoa*, *Nicotiana benthamiana*, *N. tabacum*, *Phaeolus lunatus*, *P. vulgaris*, *Pisum sativum*, *Sebania exaltata*, *Vicia faba* dan *Vigna unguiculata*. Terdapat beberapa jenis tanaman yang tidak terinfeksi SMV diantaranya: *Capsicum frutescens*, *Chenopodium amaranticolor*, *Cucumis sativus*, *Curcubita maxima*, *C. pepo*, *Datura metel*, *D. stramonium*, *Gomphrena globosa* dan *Nicotiana glutinosa*.

Pada umumnya SMV memiliki titik inaktivasi pada suhu 55-60°C, titik akhir pengenceran pada 10^{-3} – 10^{-6} , SAP akan kehilangan infektivitasnya setelah 2-3 hari pada suhu ruang dan virus paling stabil pada pH 6,0 (Galvez, 1963 dalam DPVWEB, 1972).



Gambar 1. Kenampakan mikroskopis *Soybean Mosaic Virus* (DPVWEB, 1972).

2.3.2 Gejala *Soybean Mosaic Virus* (SMV) pada Tanaman Kedelai

Pada tanaman kedelai *Glycine max*, tanaman yang terinfeksi virus berkembang membentuk mosaik atau *vein clearing* atau distorsi mosaik pada

daun muda berwarna menjadi hijau gelap sepanjang vena utama dan terjadi klorosis diantara area daun yang berwarna gelap yang dapat dilihat pada Gambar 2a dan 2b, selain itu SMV juga menyebabkan tanaman membentuk *blister*/tonjolan pada daun kedelai seperti pada Gambar 2C (DPVWEB, 1972; Sulandari *et al*, 2014). Tanaman biasanya sedikit terhambat, polong lebih sedikit, malformasi, *glabrous* dan tanpa biji. Beberapa varietas tingkat nekrotik progresif tinggi, daun utama tanaman tumbuh dari biji yang terinfeksi terdapat *mottling* (Bos, 1972) dan gejala lanjut dari serangan SMV menyebabkan daun menjadi melengkung kearah dalam (*curling*) yang dapat dilihat pada Gambar 2E (OMAFRA, 2009 dalam Inayati, 2015). Gejala lain dari infeksi SMV mengakibatkan bunga jantan menjadi mandul, deformasi bunga (ICTVdB Management, 2006) dan terkadang menyebabkan nekrotik lesio lokal (ICTVdB Management, 2006; Zhang *et al*, 2014).



Gambar 2. Gejala Sistemik SMV pada Tanaman Kedelai: A: mosaik dengan daun keriting; B: *vein clearing* (*blister*), keriting, dan kerdil; D: mosaik kuning (Sulandari *et al*, 2014); E: daun melengkung akibat gejala lanjut SMV (OMAFRA, 2009 dalam Inayati, 2015).

2.4 PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*)

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) atau Rhizobacteria Pemicu Pertumbuhan Tanaman (RPPT) termasuk dalam jenis agens hayati yang dapat dimanfaatkan sebagai pengendalian organisme pengganggu tanaman. PGPR yang merupakan mikroba tanah yang terdapat pada akar tanaman yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan perlindungan terhadap berbagai patogen tanaman (Van Loon, 2007). PGPR merupakan golongan bakteri yang kaya akan bahan organik (Compant *et al.*, 2005). Bakteri ini diketahui aktif mengkolonisasi di daerah akar tanaman dan memiliki 3 peran utama bagi tanaman yaitu: 1) sebagai *biofertilizer*, PGPR mampu mempercepat proses pertumbuhan tanaman melalui percepatan penyerapan unsur hara, 2) sebagai

biostimulant, PGPR dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon dan 3) sebagai *bioprotectant*, PGPR melindungi tanaman dari berbagai patogen (Rai, 2006).

Dalam beberapa kasus, satu strain PGPR dapat memiliki lebih dari satu peran dalam pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Peran PGPR secara langsung pada tanaman sebagai perangsang pertumbuhan dan penyedia hara dan peran PGPR sebagai pengendali patogen menjadi peran PGPR tidak langsung. Peran PGPR secara langsung maupun tidak langsung telah menjadi satu kesatuan yang tidak terpisahkan (Wahyudi, 2009). Tanaman yang perakarannya berkembang dengan baik akan efisien menyerap unsur hara sehingga tanaman tidak mudah terserang patogen. Mekanisme PGPR dalam memacu atau meningkatkan pertumbuhan tanaman belum sepenuhnya dipahami. Hal ini terkait dengan kompleksitas peran PGPR bagi pertumbuhan tanaman dan beragamnya kondisi fisik, kimia dan biologi di lingkungan rizosfir. Namun diyakini bahwa proses pemacuan tumbuh tanaman dimulai dari keberhasilan PGPR dalam mengkolonisasi rizosfir (Bhatnagarr, 2005).

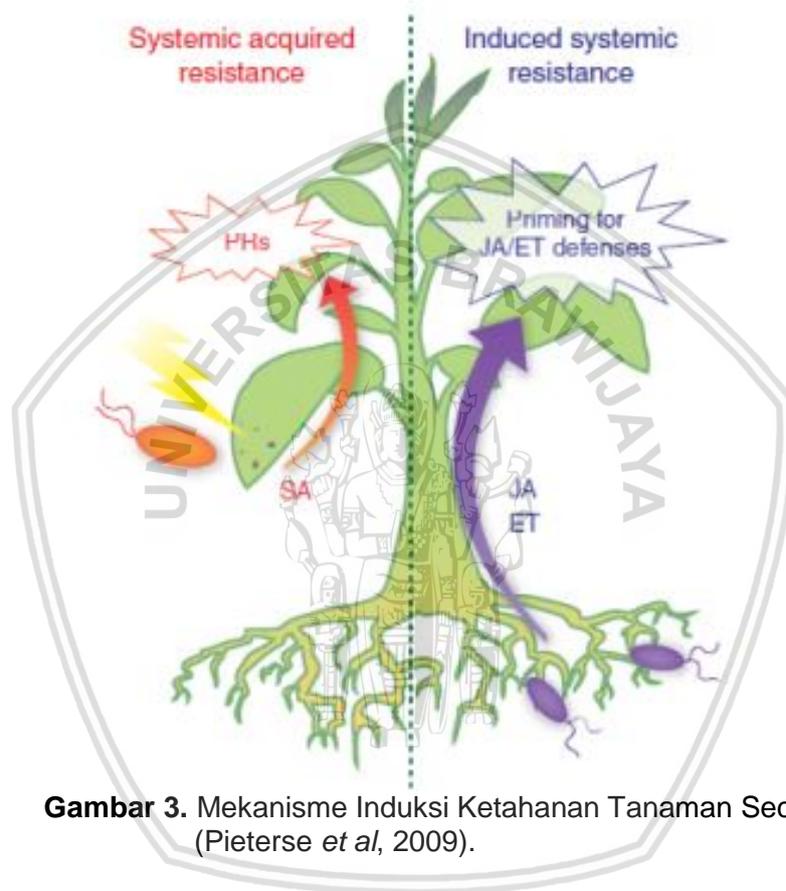
Menurut Ahemad (2013) beberapa jenis bakteri PGPR memiliki beberapa kandungan yang berbeda-beda yang dapat digunakan sebagai pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman dan mempercepat proses pertumbuhan, diantaranya: *Pseudomonas Flourescens* mengandung hormon IAA, *P-solubilization*, Siderosfor, antijamur dan antibiotik. *Bacillus subtilis* mengandung hormon IAA, Siderosfor dan Senyawa Asam Sianida (HCN). *Azotobacter* sp. mengandung hormon Giberelin, Kinetin, IAA, *P-solubilization* dan antijamur.

2.5 Mekanisme PGPR dalam Mengendalikan Serangan Virus

Aktivitas gen yang dipicu oleh agen penginduksi untuk meningkatkan ketahanan tanaman dinamakan ketahanan sistemik terinduksi (Kuc, 1987). Menurut Pieterse (2009) Ketahanan sistemik pada tanaman terbagi menjadi dua yaitu SAR (*Systemic Acquired Resistance*) dan ISR (*Induced Systemic Resistance*) yang melibatkan berbagai jenis gen, enzim dan protein. PGPR termasuk agen biokontrol atau agen penginduksi dengan meningkatkan aktivitas gen pertahanan tanaman secara ISR (Taufik *et al*, 2005; Setyowibowo dan Pertama, 2015).

Pemicu ketahanan tanaman secara ISR berkaitan dengan adanya infeksi mikroba non patogen pada perakaran. Mekanisme ISR terjadi akibat perubahan

fisiologi tanaman yang kemudian menstimulasi terbentuknya senyawa kimia seperti asam jasmonat (AJ), senyawa etilen (ET), dan hidrogen sianida (HCN) yang berguna dalam pertahanan terhadap serangan patogen (Ramamoorthy *et al*, 2001; Ahemad, 2013). Perubahan fisiologi tersebut dapat berupa modifikasi struktural dinding sel atau reaksi biokimia pada tanaman inang, ilustrasi tentang proses peningkatan ketahanan tanaman melalui mekanisme induksi secara sistemik dilukiskan oleh Pieterse (2009) seperti pada Gambar 3.

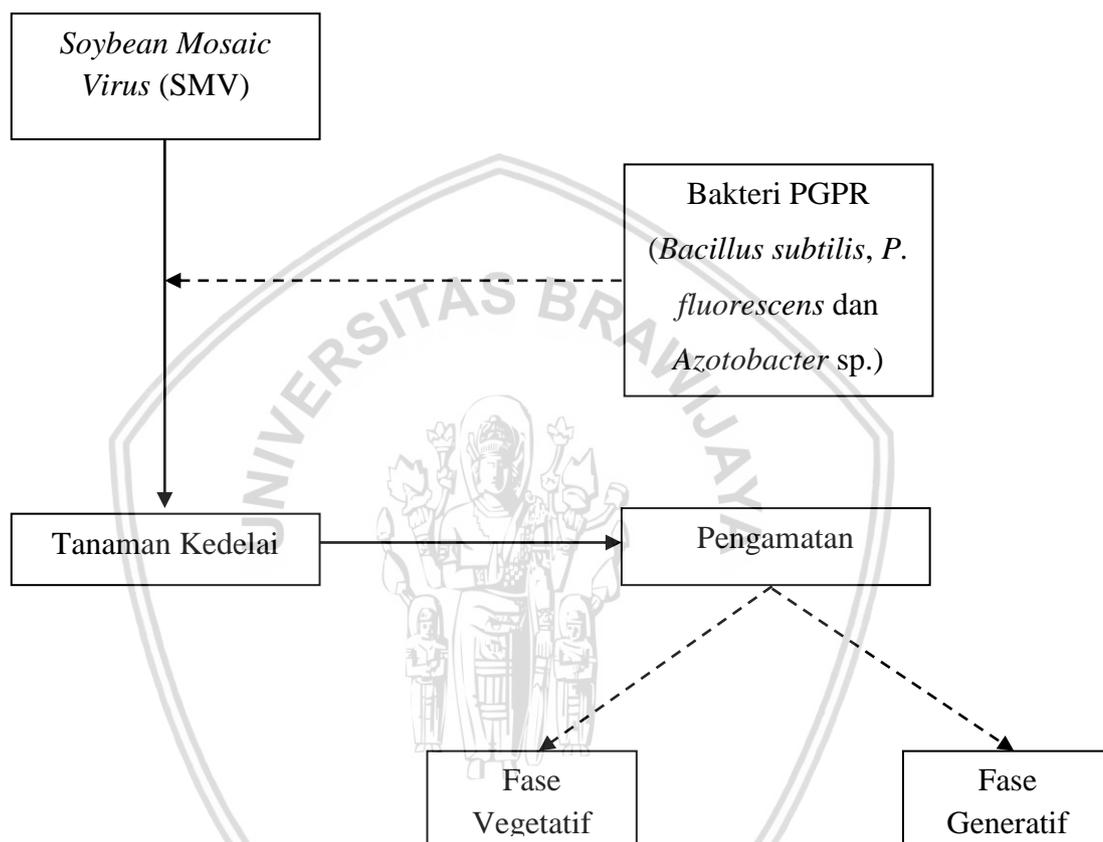


Gambar 3. Mekanisme Induksi Ketahanan Tanaman Secara Sistemik (Pieterse *et al*, 2009).

II. METODOLOGI

3.1 Kerangka Konsep Penelitian

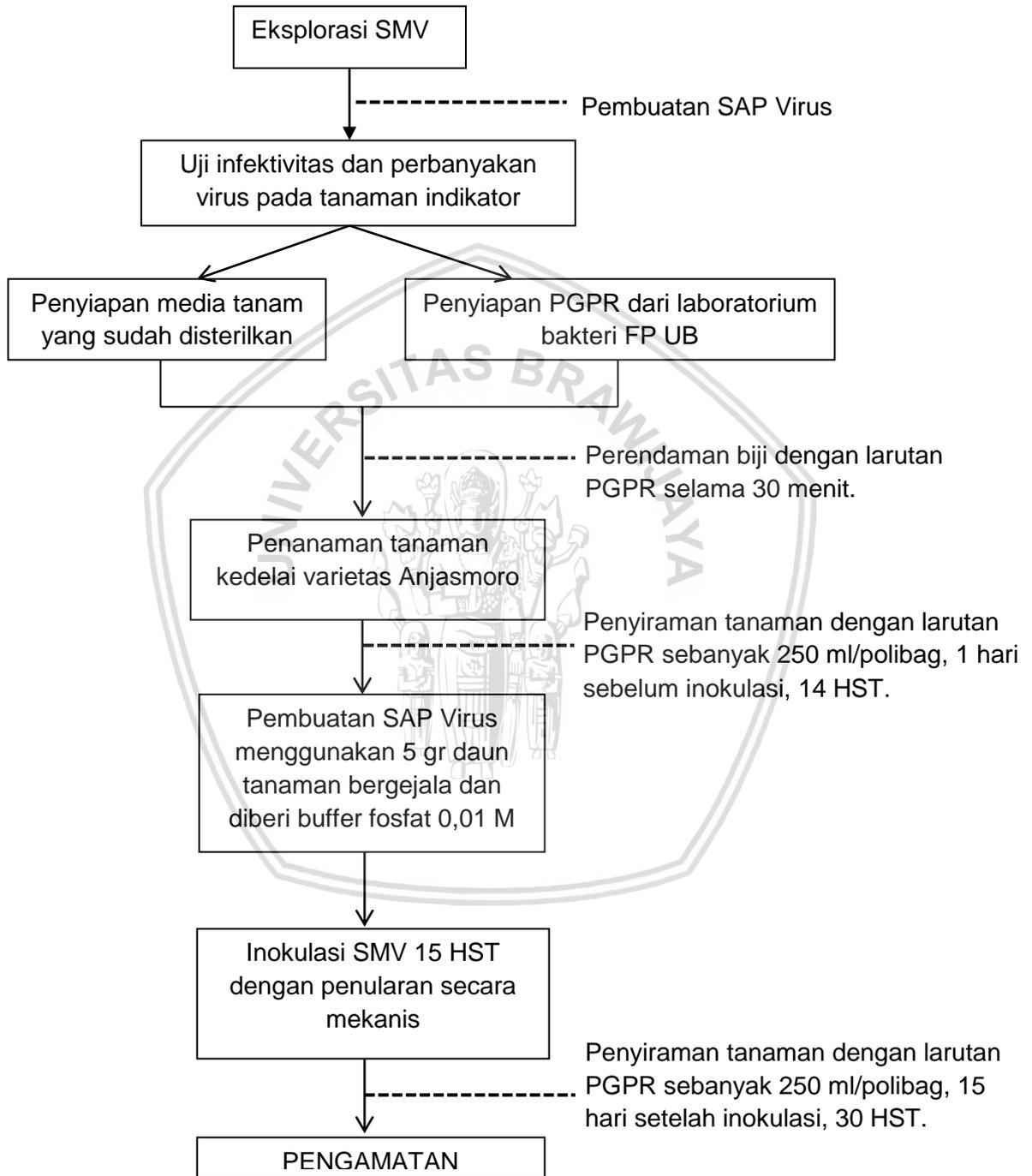
Penelitian ini menggunakan perbedaan jenis bakteri PGPR yang diberikan sebelum dan sesudah infeksi SMV ke tanaman uji kedelai varietas Anjasmoro dengan parameter yang diamati pada fase vegetatif dan generatif tanaman kedelai (Gambar 4).



Gambar 4. Kerangka Konsep Penelitian.

3.2 Kerangka Operasional Penelitian

Secara sistematis pelaksanaan penelitian dimulai dengan eksplorasi SMV yang dilanjutkan dengan uji infektivitas, kemudian diujikan pada tanaman kedelai sesuai dengan perlakuan untuk diamati (Gambar 5).



Gambar 5. Kerangka Operasional Penelitian.



3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2017 sampai Maret 2018. Penelitian dilakukan di rumah kaca (fase vegetatif 1-3 MST) dilanjutkan ditanam pada lahan terbuka dan laboratorium penyakit tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur.

3.4 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah gunting, timbangan, mortar dan penumbuk, cawan Petri, pipet, gelas Beaker (100 ml, 250 ml, 500 ml), botol kaca, spatula, polibag (30x30 cm), mistar, pisau, gembor, kapas, kain kasa, plastik *wrapping*, dan kamera.

Bahan yang digunakan adalah inokulum SMV dari lapang, biji kedelai varietas Anjasmoro, karborundum 600 mesh, buffer fosfat 0,01 M pH 7, tanah, kompos, sekam, formalin 5%, CaCl_2 , PGPR koleksi Laboratorium Bakteriologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya (bakteri *B.subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp.), tanaman indikator positif (*Phaseolus vulgaris* dan *Vigna unguiculata*), tanaman indikator negatif (*Chenopodium amaranticolor* dan *Cucumis sativus*) dan akuades.

3.5 Metode Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Eksplorasi *Soybean Mosaic Virus* (SMV) pada Tanaman Kedelai

Pengambilan sampel virus mosaik kedelai (SMV) dengan melakukan eksplorasi di Balai Pengembangan Benih Palawija, Desa Randuagung, Singosari, Malang dengan melihat kenampakan gejala secara visual dilahan dan dibandingkan dengan penelitian yang terlebih dahulu untuk tingkat akurasi virus SMV. Untuk menjaga keutuhan SMV pada tanaman inang, daun tanaman kedelai yang terserang virus kemudian dipisahkan dengan tulang daun utama dan dipotong kecil-kecil, dimasukkan kedalam botol yang telah disusun menggunakan kalsium klorida (CaCl_2) dan kain kasa (Oxychem, 2017; Hasmoro *et al*, 2014).

Kalsium klorida (CaCl_2) selain bersifat higroskopis dan *deliquesence*, dalam jaringan tanaman ion kalsium juga mampu mempertahankan ketegaran dinding sel, sehingga mampu meminimalkan kerusakan mekanis maupun fisiologis selama proses pengeringan daun tanaman (Oxychem, 2017; Hasmoro *et al*, 2014).

3.5.2 Uji Infektivitas dan Perbanyakkan Inokulum *Soybean Mosaic Virus* (SMV)

Sumber inokulum diperoleh dari tanaman yang menunjukkan gejala terinfeksi SMV. Inokulum yang didapat dilakukan Uji infektivitas sesuai perlakuan Febriyanti (2015), uji ini untuk mengetahui keberadaan dan identifikasi virus SMV. Pada tanaman indikator positif menggunakan tanaman *Phaseolus vulgaris* dan *Vigna unguiculata*, sedangkan pada tanaman indikator negatif menggunakan tanaman *Chenopodium amaranticolor* dan *Cucumis sativus* (Plant Virusses Online-VIDE database, 2017).

Inokulasi virus SMV menggunakan penularan secara mekanis. Tanaman indikator yang telah diinokulasikan dipelihara dalam kotak kasa yang tidak terlalu gelap dan panas. Hal ini berfungsi untuk mendukung munculnya gejala nekrotik terhadap infeksi virus yang diuji dan menghindari tanaman uji dari hama tanaman kedelai. Menurut Andayanie (2012) Tanaman akan menampilkan gejala bercak lokal setelah 15 hari inokulasi.

3.5.3 Persiapan Media Tanam

Perbandingan tanah, kompos dan sekam yang digunakan sebesar 2 : 2 : 1. Tanah yang akan digunakan sebagai media tanam, terlebih dahulu disterilkan menggunakan formalin 5% sebanyak 75 ml kedalam polibag 3 kg tanah (Arisusanti *et al*, 2013) dan diaduk secara merata. Setelah itu tanah dibungkus dengan plastik selama 7 hari dan dibolak-balik selama 3 hari sekali. Setelah 7 hari dibungkus, tanah dikering anginkan selama 7 hari (Ayun *et al*, 2013).

3.5.4 Penyediaan Bakteri PGPR

Isolat bakteri PGPR yang didapatkan berasal dari koleksi Laboratorium Penyakit, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya Malang. Bakteri yang digunakan yaitu *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Azotobacter* sp. dengan kerapatan koloni bakteri 10^8 cfu yang telah diuji dapat menekan pertumbuhan berbagai virus tanaman (Putri *et al*, 2013; Ayun *et al*, 2013; Febriyanti *et al*, 2015).

Pada penelitian ini *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang digunakan memiliki kerapatan bakteri 10^8 cfu/ml dengan konsentrasi 12,5 cc/L yang diberikan pada tanaman dengan waktu yang berbeda. Pada perlakuan 0 HST (perendaman biji), biji kedelai direndam pada larutan PGPR dengan selama 30 menit. Untuk perlakuan 14 HST dan 30 HST pemberian PGPR dilakukan dengan cara disiram dengan dosis 250 ml/polibag.

3.5.5 Inokulasi *Soybean Mosaic Virus* (SMV) pada Tanaman Uji

Perbanyak inokulasi *Soybean Mosaic Virus* (SMV) menggunakan metode Febriyanti *et al* (2015) SAP dengan mengambil 5 gr daun tanaman yang terinfeksi SMV dari tanaman indikator positif *V. unguiculata* atau *P. vulgaris* yang telah dipisahkan dari tulang daun utama kemudian dihaluskan menggunakan mortar dan ditambahkan buffer fosfat 0,01 M, pH 7 sebanyak 10 ml. Setelah itu dilakukan penyaringan hasil tumbukan daun terinfeksi tersebut menggunakan kain kasa. Hasil saringan tersebut merupakan hasil sap yang siap untuk diinokulasikan pada tanaman uji sesuai perlakuan, yang tertera pada kode unit (Tabel 3).

Inokulasi pada tanaman kedelai dilakukan pada tanaman berumur 15 hari setelah tanam (HST). Sebelum diinokulasi, permukaan daun terlebih dahulu dilukai dengan mengoleskan karborundum 600 mesh secara halus agar tidak melukai jaringan tanaman yang dapat mengakibatkan gagalnya inokulasi virus. Kemudian sap tanaman sakit dioleskan pada permukaan daun secara searah. Sisa karborundum yang masih melekat pada permukaan daun tanaman uji kemudian dibilas menggunakan akuades mengalir (Kurnianingsih dan Damayanti, 2012).

Rancangan percobaan ini menggunakan polibag berukuran 30 cm x 30 cm dengan menggunakan metode rancangan acak kelompok yang disusun secara faktorial (4 x 3), terdiri dari 2 faktor yang berinteraksi (Tabel 2), 3 kali ulangan dengan 36 unit percobaan. Sebagai pembanding terdapat Kontrol positif dengan inokulasi dan tanpa PGPR; Kontrol negatif tanpa inokulasi dan tanpa PGPR.

Tabel 2. Rancangan Percobaan.

Jenis Bakteri PGPR	Waktu Pemberian PGPR		
	0 HST (B1)	14 HST (B2)	30 HST (B3)
kontrol – (K -)	-	-	-
kontrol + (K +)	-	-	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (A1)	A1B1	A1B2	A1B3
<i>Bacillus subtilis</i> (A2)	A2B1	A2B2	A2B3
<i>Azotobacter</i> sp. (A3)	A3B1	A3B2	A3B3
<i>P. fluorescens</i> + <i>B.subtilis</i> + <i>Azotobacter</i> sp. (A4)	A4B1	A4B2	A4B3

3.6 Uji Kadar Klorofil pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Setelah tanaman memasuki fase generatif (umur panen) dilakukan pengukuran kadar klorofil dengan mengambil sampel daun kedelai sebesar 2 gram pada setiap nilai skor intensitas serangan SMV. Pengujian kadar klorofil berdasarkan metode Arnon (1949). Sampel klorofil daun kedelai setiap nilai skor dihaluskan dan ditambahkan aseton 80% sebanyak 10 ml. Hasil ekstraksi didinginkan dalam kulkas dengan suhu sekitar 18°C-22°C selama 1 jam, kemudian dimasukkan kedalam kuvet dan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 645 nm dan 663 nm. Pengukuran kadar klorofil sesuai dengan perlakuan Hamidah dan Suhara (2013) menggunakan rumus :

$$\text{Klorofil total} = \frac{[20,2 \times \lambda_{645} + 8,02 \times \lambda_{663}]}{a \times 1000 \times W} \times V$$

$$\text{Klorofil a} = \frac{[12,7 \times \lambda_{645} + 2,69 \times \lambda_{663}]}{a \times 1000 \times W} \times V$$

$$\text{Klorofil b} = \frac{[22,9 \times \lambda_{645} + 4,68 \times \lambda_{663}]}{a \times 1000 \times W} \times V$$

Keterangan: a : panjang lintasan cahaya pada kuvet (1cm)
 W : bobot segar sampel (2 g)
 V : volume ekstrak (10 ml)

3.7 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan pada penelitian ini dibagi menjadi dua, pada fase vegetatif dan fase generatif, diantaranya sebagai berikut:

A. Fase Vegetatif

1. Pengamatan masa inkubasi yang dilakukan setiap hari sejak hari pertama inokulasi SMV. Pengamatan dilakukan sampai muncul gejala pertama pada semua perlakuan.
2. Pengamatan intensitas penyakit sesuai dengan perlakuan Febriyanti (2015) setiap minggu dari minggu pertama setelah tanam sampai enam minggu setelah tanam dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan rumus:

I : Intensitas serangan;

v : Nilai skala tiap kategori serangan (Tabel 4);

- n : Jumlah daun dalam tiap kategori serangan;
 N : Banyak daun yang diamati;
 Z : Nilai skala dari kategori serangan tertinggi

Pengamatan intensitas serangan SMV dilakukan berdasarkan nilai (skor) daun yang terserang mengikuti Putro (2005) memberikan nilai skala serangan berdasarkan gejala mosaik dan malformasi (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai Skala Serangan Berdasarkan Gejala Mosaik dan Malformasi (Widhan dan Roa, 1985 *dalam* Putro, 2005).

Skor	Kategori
0	Tanaman tidak menunjukkan gejala virus (sehat)
1	Gejala mosaik \leq 50%
2	Gejala mosaik \geq 50%
3	Gejala mosaik, ukuran daun mengecil
4	Gejala mosaik, ukuran daun mengecil, berkerut
5	Gejala mosaik, ukuran daun mengecil, berkerut, dan daun menggulung kebawah

3. Tinggi tanaman dihitung dari minggu pertama setelah tanam sampai enam minggu setelah tanam.

B. Fase Generatif

1. Jumlah polong isi dan jumlah polong hampa yang dihasilkan setiap perlakuan tanaman.
2. Bobot 25 biji pada setiap perlakuan tanaman.
3. Uji klorofil pada setiap nilai skor terhadap intensitas serangan SMV.

3.8 Analisis Data

Pengaruh dan efektivitas dari perbedaan pemberian jenis bakteri PGPR dan waktu PGPR yang diberikan ke tanaman kedelai dapat diketahui dengan dilakukannya analisis data. Data pengamatan yang diperoleh (kecuali data kontrol positif dan negatif) akan dianalisis dengan menggunakan Uji F pada taraf kesalahan 5%. Bila hasil pengujian diperoleh perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji perbandingan antar perlakuan dengan menggunakan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kesalahan 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gejala Infeksi SMV pada Tanaman Kedelai di Lapang

Pengambilan sampel tanaman kedelai yang terindikasi terinfeksi *Soybean Mosaic Virus* (SMV) di daerah Desa Randuagung, Balai Pengembangan Benih Palawija Singosari, Malang. Hasil pengamatan secara visual pada Gambar 6 ditemukan indikasi tanaman terserang SMV dengan gejala yang ditemukan yaitu mosaik ringan, daun mengalami malformasi, *curling* dan terdapat tonjolan pada daun berwarna hijau tua. Deskripsi tersebut sesuai dengan penelitian terlebih dahulu yang menjelaskan bahwa ciri-ciri dari daun kedelai yang terserang SMV diantaranya daun mengalami mosaik ringan hingga mosaik dengan daun yang mengeriting, *blister* atau daun dengan tonjolan-tonjolan kecil pada helai daun berwarna hijau tua (Sulandari *et al*, 2014; Boss, 1972), daun mengalami malformasi dan daun melengkung kearah dalam atau *curling* (OMAFRA, 2009 dalam Inayati, 2015).



Gambar 6. Gejala Sistemik SMV yang Ditemukan pada Tanaman Kedelai di Balai Pengembangan Benih Palawija; A: malformasi daun kedelai; B: daun melengkung kearah dalam (*curling*); C: mosaik.

4.2 Reaksi Tanaman Indikator terhadap Infeksi SMV

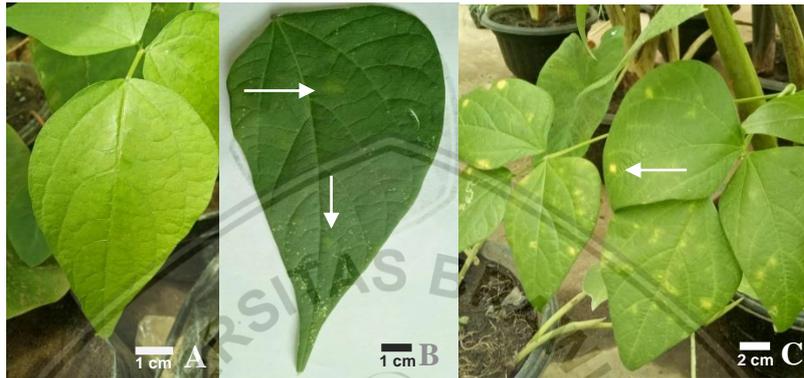
Berdasarkan hasil pengamatan gejala infeksi SMV pada beberapa tanaman indikator *Phaseolus vulgaris*, *Vigna unguiculata*, *Chenopodium amaranticolor* dan *Cucumis sativus* menunjukkan adanya perbedaan antara gejala dan masa inkubasi (Tabel 4).

Tabel 4. Rerata Masa Inkubasi dan Gejala SMV Tanaman Indikator.

Tanaman Indikator	Masa Inkubasi (Hari)	Gejala	Tipe
<i>Phaseolus vulgaris</i>	23	Nekrotik lesio lokal	Positif
<i>Vigna unguiculata</i>	7	Malformasi daun, lesio lokal	Positif

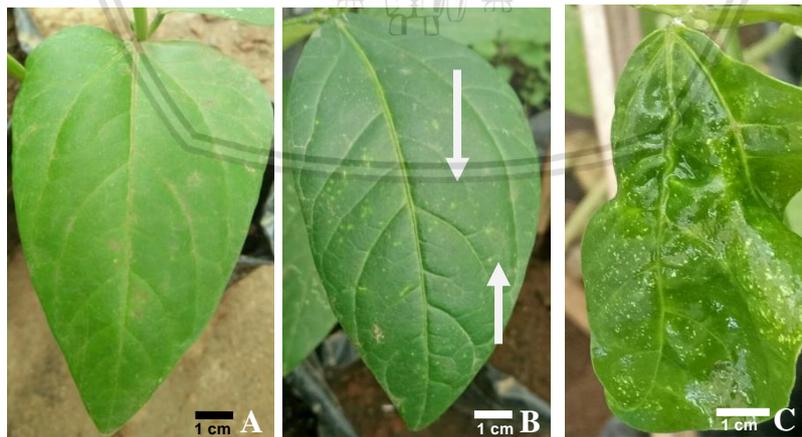
<i>C. amaranticolor</i>	0	-	Negatif
<i>Cucumis sativus</i>	0	-	Negatif

Tanaman indikator *Phaseolus vulgaris* menunjukkan gejala terinfeksi SMV. Dapat dilihat pada Gambar 7B, pada umur Rerata 23 HSI (Hari Setelah Inokulasi) *Phaseolus vulgaris* telah menunjukkan gejala lesio lokal yang diikuti dengan gejala nekrotik seminggu kemudian (Gambar 7C).



Gambar 7. Gejala SMV pada Tanaman Indikator *Phaseolus vulgaris*; A: daun sehat; B: lesio lokal; C: nekrotik lesio lokal.

Berbeda dengan tanaman *Phaseolus vulgaris*, tanaman indikator *Vigna unguiculata* setelah 7 HSI SMV tanaman telah menunjukkan gejala lesio lokal (Gambar 8B) dan pada beberapa percobaan terdapat daun yang mengalami malformasi (Gambar 8C).



Gambar 8. Gejala SMV pada Tanaman Indikator *Vigna unguiculata*; A: daun sehat; B: lesio lokal; C: Malformasi daun.

Gejala yang ditimbulkan tanaman *Phaseolus vulgaris* dan *Vigna unguiculata* mengindikasikan tanaman terinfeksi SMV, hal ini berdasarkan hasil penelitian terlebih dahulu yang menjelaskan bahwa SMV yang menyerang

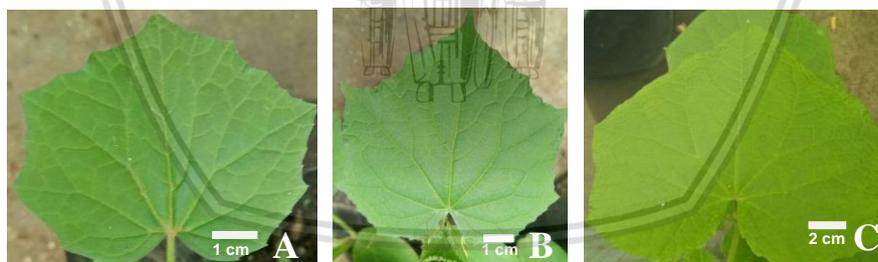
tanaman *Phaseolus vulgaris* akan menunjukkan gejala mosaik secara sistemik atau lesio lokal dengan nekrotik (Quiniones, 1968; DPVWEB, 1972; ICTVdB management, 2006). Pada tanaman *Vigna unguiculata* yang terserang SMV menunjukkan gejala lesio lokal, malformasi daun (ICTVdB management, 2006) dan klorosis (Putri *et al*, 2013).

Pada tanaman indikator *Chenopodium amaranticolor* (Gambar 9) pengamatan gejala infeksi SMV hingga 50 HSI, tanaman tidak menunjukkan gejala terinfeksi virus atau dapat dikatakan tanaman tetap sehat.



Gambar 9. Gejala SMV pada Tanaman Indikator *Chenopodium amaranticolor*; A: 7HSI; B: 15HSI; C: 50HSI.

Terdapat persamaan dengan tanaman indikator *Chenopodium amaranticolor*, tanaman indikator *Cucumis sativus* (Gambar 10) yang telah diinokulasikan SMV juga tidak menimbulkan gejala virus sampai dengan 50 HSI.



Gambar 10. Gejala SMV pada Tanaman Indikator *Cucumis sativus*; A: 7HSI; B: 15HSI; C: 30HSI.

Dapat disimpulkan bahwa tidak munculnya gejala pada tanaman indikator *Chenopodium amaranticolor* dan *Cucumis sativus* termasuk dalam kategori tanaman indikator negatif. Sesuai dengan penjelasan Plant Viruses Online-VIDE database (2017) yang mengemukakan bahwa tanaman tersebut merupakan inang yang tidak sesuai dengan bioekologi SMV, *Chenopodium amaranticolor* salah satu inang yang tidak sesuai dengan SMV. Hal ini juga dijelaskan dalam

disertasi Kay (1971) bahwa inokulasi SMV pada *Cucumis sativus* tidak menunjukkan gejala terinfeksi virus.

4.3 Gejala Infeksi SMV pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

4.3.1 Gejala Awal SMV pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Gejala awal SMV pada tanaman kedelai varietas Anjasmoro menimbulkan gejala berupa nekrotik lokal lesio (Gambar 11a) berbeda dengan gejala infeksi SMV pada umumnya di Indonesia. Seperti kedelai varietas Wilis yang terinfeksi SMV menimbulkan gejala mosaik (Putri, 2013). Penelitian Zhang (2014) dan ICTVdB Management (2006) membenarkan adanya perbedaan gejala SMV pada setiap varietas dan kultivar tanaman kedelai, hal ini sama seperti gejala yang timbul akibat infeksi SMV pada varietas baru di Taiwan; ZheA8901 dan Nannong 1138-2 yang memiliki gejala awal sama dengan varietas Anjasmoro berupa nekrotik lokal lesio (Gambar 11b).

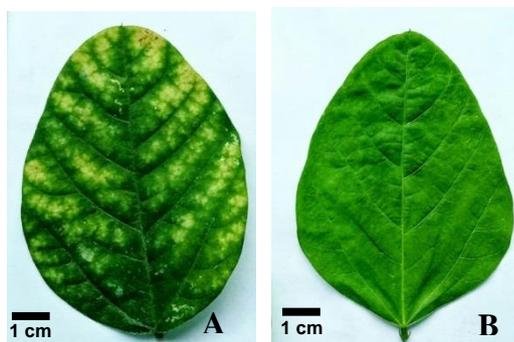


Gambar 11. Gejala Nekrotik Lokal Lesio pada Tanaman Kedelai Varietas, a: Anjasmoro; b: ZheA8901 dan Nannong 1138-2 (Zhang, 2014).

4.3.2 Gejala Lanjut SMV pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Pengamatan Putri (2013) mengemukakan gejala SMV yang timbul pada tanaman kedelai varietas Wilis di Jawa Timur berupa mosaik, selain itu tanaman kedelai menjadi kerdil (Sulandari *et al*, 2014). Hal ini berbeda dengan pengamatan SMV yang diinokulasikan pada tanaman kedelai varietas Anjasmoro yang menunjukkan gejala awal berupa nekrotik lokal lesio (Gambar 11) dan gejala lanjut membentuk *vein clearing* (Gambar 12). Menurut DPVWEB (1972) beberapa varietas tanaman kedelai yang terinfeksi SMV akan menunjukkan gejala *vein clearing*. Hasil ini diperkuat dengan penelitian Sulandari (2014) yang mengemukakan di beberapa wilayah di Indonesia tanaman kedelai yang

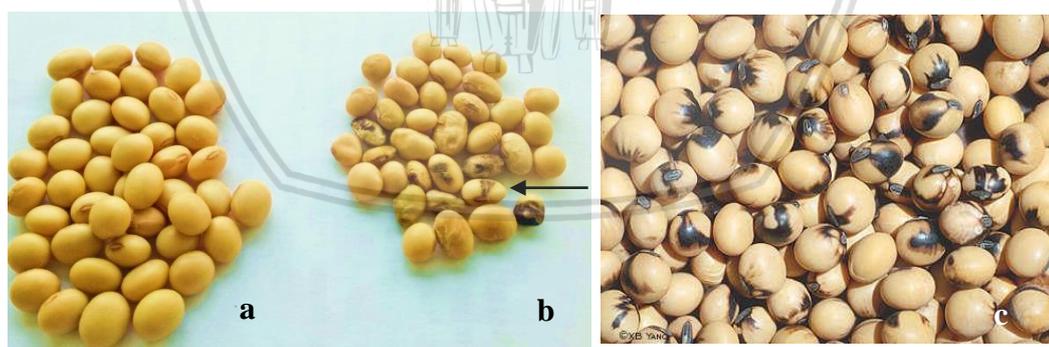
terinfeksi SMV juga menunjukkan gejala *vein clearing* pada varietas Malabar di daerah Jawa Tengah.



Gambar 12. Gejala Lanjut SMV pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro, A; daun sakit (*vein clearing*), B; daun sehat.

4.3.3 Gejala SMV pada Biji Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Terdapat perbedaan biji kedelai yang sehat dan biji yang terinfeksi SMV yang tersaji pada Gambar 13. Biji yang tidak terinfeksi SMV (Gambar 13a) memiliki bentuk bulat, mengkilap, dan ukurannya lebih besar dibandingkan dengan biji yang terinfeksi SMV, sedangkan gejala pada biji kedelai yang terinfeksi SMV diantaranya ukuran biji yang kecil, beberapa terdapat bentuk yang pipih dan mengalami distorsi warna atau belang hitam pada biji (Gambar 13b). Menurut Jossey (2013) menurunnya kualitas hasil produksi yang memengaruhi selera konsumen.



Gambar 13. Biji Kedelai Varietas Anjasmoro: a: Biji yang tidak terinfeksi SMV; b: Biji yang terinfeksi SMV; c: Distorsi Warna biji kedelai akibat SMV (Malvick, 2018)

Sesuai dengan pendapat Malvick (2018) SMV menyebabkan perubahan warna (distorsi warna) biji karena adanya perubahan warna gelap pada hilum. Pada umumnya perubahan warna gelap tersebut berwarna buff/ coklat/ hitam

membentuk sebuah pola khas belang (Gambar 13c). Hal tersebut terjadi karena SMV menginfeksi gen pengedali warna hilum (Hobs *et al*, 2003).

4.4 Hasil Pengamatan SMV pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

4.4.1 Pengaruh PGPR terhadap Masa Inkubasi SMV

Berdasarkan hasil uji analisis ragam (lampiran 2) Rerata masa inkubasi SMV menunjukkan sangat berbeda nyata pada perlakuan perbedaan jenis bakteri dengan waktu pemberian PGPR (Tabel 5).

Tabel 5. Rerata Masa Inkubasi SMV (HSI) pada Tanaman Kedelai.

Perlakuan	Rerata Masa Inkubasi SMV
K+	4,33
K-	0
A1B3	7 ab
A2B1	33 e
A2B2	17,33 d
A2B3	5 a
A3B1	6 ab
A3B2	10 bc
A3B3	5,67 ab
A4B1	29 e
A4B2	14,33 c
A4B3	6,33 ab

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris menunjukkan pengaruh yang sama pada setiap perlakuan berdasarkan hasil uji DMRT 5%.

A1: *P. fluorescens*; A2: *B. subtilis*; A3: *Azotobacter* sp.; A4: A1 + A2 + A3
B1: 0 HST; B2: 14 HST; B3: 30 HST

Tanaman kedelai yang diinokulasikan SMV tanpa perlakuan PGPR menunjukkan masa inkubasi lebih cepat dibandingkan dengan tanaman kedelai menggunakan perlakuan PGPR. Tanaman kedelai yang diinokulasikan SMV dengan perlakuan PGPR memiliki masa inkubasi yang berbeda. Perlakuan PGPR yang lebih efektif terjadi pada perlakuan A2B1 dan A4B1 memiliki pengaruh yang sama dengan rerata masa inkubasi terlama atau tanaman mampu menekan infeksi SMV hingga 33 HSI dan 29 HSI, menurut Sunartiningsih (1991) tanaman kedelai yang mampu bertahan hingga fase generatif baru

terinfeksi SMV memiliki dampak kehilangan hasil produksi lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang telah terinfeksi pada fase vegetatif.

4.4.2 Pengaruh PGPR terhadap Intensitas Serangan SMV pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Pada Tabel 6 berikut ini memperlihatkan rerata intensitas serangan SMV yang telah diuji analisis ragam (terlampir pada lampiran 2) menunjukkan adanya sangat berbeda nyata pada setiap perlakuan. Terdapat perbandingan terbalik terhadap masa inkubasi dengan intensitas serangan, semakin rendah Rerata masa inkubasi maka intensitas serangan pada tanaman semakin tinggi.

Tabel 6. Rerata Intensitas Serangan SMV (%) pada Tanaman Kedelai.

Perlakuan	Rerata Intensitas Serangan SMV
K+	22,87
K-	0
A1B1	17,79 bc
A1B2	21,67 d
A1B3	22,76 e
A2B1	5,59 a
A2B2	14,56 b
A2B3	15,72 bc
A3B1	17,27 bc
A3B2	17,86 bc
A3B3	21,59 d
A4B1	8,39 a
A4B2	16,31 bc
A4B3	18,59 cd

Keterangan: Data ditransformasi ArcSin untuk keperluan statistik. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris menunjukkan pengaruh yang sama pada setiap perlakuan berdasarkan hasil uji DMRT 5%. A1: *P. fluorescens*; A2: *B. subtilis*; A3: *Azotobacter* sp.; A4: A1 + A2 + A3. B1: 0 HST; B2: 14 HST; B3: 30 HST

Jika dilihat dari tabel 5 dan 6, Perlakuan A2B1 dan A4B1 memiliki pengaruh sama dan lebih efektif dalam menekan perkembangan virus SMV dengan memiliki rerata masa inkubasi terlama mencapai 33 HSI dan 29 HSI dengan rerata intensitas serangan paling rendah sekitar 5,59% dan 8,39%,

sedangkan A1 dan A3 kurang efektif karena rerata intensitas yang dihasilkan cukup besar yaitu sekitar 17,27% -22,76%.

Hal ini berkaitan dengan respon tanaman terhadap kandungan PGPR yang dimiliki oleh berbagai jenis bakteri PGPR. Pada perlakuan A2 dan A4 yaitu menggunakan bakteri PGPR *Bacillus subtilis* lebih efektif dalam menekan infeksi SMV, karena jika mengacu pada penelitian Ahemad (2013) hal ini terjadi karena bakteri *Bacillus subtilis* memiliki kandungan HCN dan siderosfor (senyawa pengkhelat Fe). Munif (2003) mengatakan bahwa agen biokontrol sangat bersinergis dalam melindungi inangnya dari patogen dengan membentuk metabolit sekunder seperti HCN. HCN akan berikatan dengan Fe yang berfungsi sebagai toksik berspektrum luas, sehingga mampu mereduksi patogen tanaman (Klopper *et al*, 2004). Kandungan HCN inilah yang menjadikan bakteri PGPR *Bacillus subtilis* lebih baik dalam menekan pertumbuhan dan perkembangan virus.

4.4.3 Pengaruh PGPR terhadap Hasil Tinggi Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Data pada tabel 7 yang tersaji berikut ini merupakan hasil rerata tinggi tanaman kedelai varietas Anjasmoro. Berdasarkan uji analisis ragam (lampiran 2) hasil yang didapatkan tidak berbeda nyata pada perlakuan perbedaan jenis bakteri PGPR namun sangat berbeda nyata pada waktu pemberian PGPR.

Tabel 7. Rerata Tinggi Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro.

Perlakuan A	Perlakuan B			
	Tanpa PGPR	0 HST (B1)	14 HST (B2)	30 HST (B3)
kontrol -	33,03	-	-	-
kontrol +	30,48	-	-	-
A1		36,68 bc	32,33 a	34,81 abc
A2		37,3 c	35,38 abc	34,46 abc
A3		36,58 bc	34,35 abc	33,62 abc
A4		36,05 bc	33,52 ab	33,73 abc

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris dan kolom menunjukkan pengaruh yang sama pada setiap perlakuan berdasarkan hasil uji DMRT 5%. A1: *P. fluorescens*; A2: *B. subtilis*; A3: *Azotobacter* sp.; A4: A1 + A2 + A3

Tanaman kedelai tanpa PGPR yang diinokulasikan SMV pada kontrol positif memiliki rerata tinggi tanaman lebih rendah sekitar 30,48 cm dibandingkan tanaman kedelai yang tidak diinokulasikan SMV pada kontrol negatif sebesar

33,03 cm. Hal ini sama dengan pendapat Bos (1983) yang mengatakan bahwa tanaman yang terinfeksi virus akan mengalami perubahan metabolisme hasil dari perkembangan virus dalam sel inang sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman dan dapat membuat tanaman menjadi kerdil.

Penggunaan PGPR mampu mencegah tanaman menjadi kerdil. Pada tabel 7 dapat disimpulkan bahwa perlakuan B2 dan B3 memiliki pengaruh yang sama jika dibandingkan dengan perlakuan B1. Pada perlakuan A1B2 tinggi tanaman yang dihasilkan sekitar 32,33 cm lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol positif dan perlakuan A2B1 yang memiliki hasil lebih tinggi sebesar 37,3 cm dari semua perlakuan.

Menurut Kloeper (2004) asam jasmonat dan senyawa etilen pada tanaman yang aktif karena metabolisme bakteri PGPR, bersinergis memiliki fungsi untuk pembelahan sel, senyawa tersebut membantu respon tanaman ketika terinfeksi virus tanaman akan segera mematikan sel yang terserang virus dan mempercepat regenerasi sel. Ketika hormon tanaman yang dibutuhkan sudah dalam bentuk tersedia dan patogen mulai menginfeksi, tanaman akan lebih mudah mengaktifkan atau merangsang hormon tersebut sebagai sensitifitas ketahanan tanaman untuk bertahan dari serangan patogen tersebut (Taufik, 2010). Hal ini yang mengindikasikan bahwa perlakuan B1 lebih baik dibandingkan dengan perlakuan B2 dan B3.

4.4.4 Pengaruh PGPR terhadap Hasil Produksi Polong Isi Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Berdasarkan uji analisis ragam yang terlampir pada Lampiran 2 pengaruh PGPR terhadap hasil produksi jumlah polong isi kedelai (Tabel 8) terdapat beda nyata pada perlakuan perbedaan jenis bakteri PGPR dan sangat berbeda nyata pada waktu pemberian PGPR, namun tidak berbeda nyata antara kedua perlakuan tersebut.

Tabel 8. Rerata Jumlah Polong Isi (Polong) pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro.

Perlakuan A	Perlakuan B			
	Tanpa PGPR	0 HST (B1)	14 HST (B2)	30 HST (B3)
kontrol -	19,67	-	-	-
kontrol +	16	-	-	-
A1		22,67 de	18,67 abc	17,33 a
A2		24,67 f	21,67 bcde	20,33 abcd

A3	24,33 e	22 cde	20,67 abcde
A4	22,67 de	19,67 abcd	18 ab

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris dan kolom menunjukkan pengaruh yang sama pada setiap perlakuan berdasarkan hasil uji DMRT 5%. A1: *P. fluorescens*; A2: *B. subtilis*; A3: *Azotobacter* sp.; A4: A1 + A2 + A3

Penggunaan bakteri PGPR dapat mempertahankan pembentukan polong kedelai lebih baik dibandingkan dengan tanaman kedelai uji tanpa menggunakan PGPR dari serangan SMV. Pada perlakuan tanpa PGPR (kontrol +) tanaman kedelai hanya mampu menghasilkan jumlah polong sekitar 16 polong, jumlah tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil polong terendah perlakuan PGPR yaitu A1B3 yang memiliki jumlah polong sekitar 17,33 polong. Dari semua perlakuan PGPR, A2B1 memiliki jumlah polong isi terbanyak sekitar 24,67 polong.

4.4.5 Pengaruh PGPR terhadap Hasil Produksi Polong Hampa Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Berdasarkan uji analisis ragam yang terlampir pada Lampiran 2 pengaruh PGPR terhadap hasil produksi jumlah polong hampa kedelai (Tabel 9) terdapat beda nyata pada perlakuan perbedaan jenis bakteri PGPR dan waktu pemberian PGPR, namun tidak berbeda nyata antara kedua perlakuan tersebut.

Tabel 9. Rerata Jumlah Polong Hampa (Polong) pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro.

Perlakuan A	Perlakuan B			
	Tanpa PGPR	0 HST (B1)	14 HST (B2)	30 HST (B3)
kontrol -	3,33	-	-	-
kontrol +	5,67	-	-	-
A1		2,67 abcd	4,33 e	4,67 e
A2		1,67 a	3 bd	3,33 cde
A3		2,33 abc	4 de	4 de
A4		2 ab	3 bcd	3,33 cde

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris dan kolom menunjukkan pengaruh yang sama pada setiap perlakuan berdasarkan hasil uji DMRT 5%. A1: *P. fluorescens*; A2: *B. subtilis*; A3: *Azotobacter* sp.; A4: A1 + A2 + A3

Rahayu (1989) menjelaskan kerugian hasil pada umur tanaman kedelai 10 HST (Hari Setelah Tanam) mencapai 4% - 29%. Di Indonesia kerugian hasil mencapai 39,51% (Hanurani, 2001). Akibat dari terhambatnya pertumbuhan tanaman kedelai yang terinfeksi SMV pada fase vegetatif menyebabkan polong tidak terbentuk secara maksimal atau bentuk polong menjadi abnormal

(Kartaatmadja, 1993 *dalam* Putri, 2013). Goodman (1986) juga mengemukakan pendapatnya mengenai infeksi virus yang menyerang tanaman kedelai dapat menyebabkan gagalnya pembentukan biji. Jadi tanaman kedelai yang terinfeksi SMV menyebabkan banyak terbentuknya polong hampa.

Pada tanaman uji kontrol – tanaman kedelai memiliki rerata jumlah polong hampa sekitar 3,33 polong, sedangkan kontrol + memiliki rerata polong hampa paling banyak yaitu sekitar 5,67 polong. Hasil pada tanaman uji menggunakan PGPR mampu mempertahankan pembentukan polong dan menekan terjadinya polong hampa pada tanaman. Polong hampa terbanyak pada perlakuan penggunaan PGPR sekitar 4,67 polong pada perlakuan A1B3 masih lebih sedikit jika dibandingkan dengan tanaman uji kontrol +. Dari perlakuan penggunaan PGPR, perlakuan A2B1 selain memiliki jumlah polong isi terbanyak (Tabel 10) juga memiliki jumlah polong hampa terendah sekitar 1,67 polong. Sesuai dengan pernyataan Goodman (1986) tanaman kedelai jumlah polong hampa berbanding terbalik dengan jumlah polong isi, Jika tanaman kedelai memiliki jumlah polong isi terbanyak maka tanaman kedelai memiliki jumlah polong hampa sedikit.

4.4.6 Pengaruh PGPR terhadap Bobot 25 Biji Kedelai Varietas Anjasmoro

Bobot biji merupakan dimensi dari ukuran biji yang mengalami penyusutan akibat serangan virus. Berdasarkan hasil analisis ragam yang terlampir pada Lampiran 2, pengaruh PGPR terhadap bobot 25 biji kedelai varietas Anjasmoro (Tabel 10) terdapat pengaruh nyata pada setiap perlakuan PGPR.

Tabel 10. Rerata Bobot 25 Biji (g) pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro.

Perlakuan A	Perlakuan B			
	Tanpa PGPR	0 HST (B1)	14 HST (B2)	30 HST (B3)
kontrol -	1,86	-	-	-
kontrol +	1,53	-	-	-
A1		2,13 cd	1,97 abc	1,90 ab
A2		2,47 e	2,10 bcd	1,97 abc
A3		2,83 f	2,23 d	2,2 d
A4		2,27 d	1,97 abc	1,87 a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris dan kolom menunjukkan pengaruh yang sama pada setiap perlakuan berdasarkan hasil uji DMRT 5%. A1: *P. fluorescens*; A2: *B. subtilis*; A3: *Azotobacter* sp.; A4: A1 + A2 + A3

Menurut Kuswantoro (2007) berkurangnya bobot biji terjadi selain karena ukuran biji menjadi kecil, juga karena butiran biji biasanya menjadi lebih pipih yang dapat dianggap sebagai biji abnormal (Gambar 14b). Rerata bobot 25 biji pada tanaman kedelai kontrol positif memiliki bobot paling rendah sekitar 1,53 g dibandingkan dengan perlakuan penggunaan PGPR yang memiliki Rerata total 2,16 g. Penggunaan bakteri *Azotobacter* sp. pada perlakuan A3B1 memiliki polong terberat mencapai 2,83 g, hal ini berkaitan dengan penjelasan Kibret (2013) bahwa *Azotobacter* sp. memiliki kandungan hormon IAA, Kinetin dan Giberelin yang berguna untuk pembelahan sel dan juga pembentukan biji, sehingga perlakuan yang menggunakan jenis bakteri tersebut memiliki nilai bobot 25 biji terberat.

Pada perlakuan A1B3, memiliki bobot 25 biji terkecil sebesar 1,90 g. seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pada tabel 8 dan 11 perlakuan A1B3 memiliki intensitas serangan terbesar dan jumlah polong hampa terbanyak. Sesuai dengan penjelasan Kartaatmadja (1993) dalam Putri (2013) Akibat dari terhambatnya pertumbuhan tanaman kedelai yang terinfeksi SMV pada fase vegetatif menyebabkan polong tidak terbentuk secara maksimal atau bentuk polong menjadi abnormal, hal tersebut mengakibatkan A1B3 memiliki nilai bobot 25 biji terkecil dari perlakuan yang lain.

4.4.7 Pengaruh Infeksi SMV terhadap Kadar Klorofil Daun Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Berdasarkan uji analisis ragam (lampiran 2) tidak terdapat pengaruh nyata (Tabel 11) dari nilai skor serangan SMV terhadap jumlah kadar klorofil daun tanaman. Deskripsi nilai skor yang ditemukan pada tanaman uji kedelai varietas Anjasmoro terlampir pada lampiran 3.

Tabel 11. Rerata kadar klorofil (mg/ml) a, b dan total daun kedelai yang diinfeksi SMV berdasarkan tingkat *scoring*.

Skor	Klorofil		
	A	B	Total
0	1.6 cdef	2.9 h	4.6 i
1	1.3 bcde	2.3 fgh	2.0 efgh
2	1.0 abcd	1.8 defg	2.6 gh
3	0.7 ab	1.3 bcde	1.8 defg
4	0.4 a	0.8 abc	1.3 bcde
5	0.4 a	0.8 abc	0.7 ab

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris dan kolom menunjukkan pengaruh yang sama pada setiap perlakuan berdasarkan hasil uji DMRT 5%.



Klorofil adalah katalisator fotosintesis penting yang terdapat pada membran tilakoid dan merupakan senyawa metabolit primer dalam proses metabolisme tumbuhan (Sharma *et al*, 2010). Klorofil a dan b berperan dalam menangkap energi radiasi cahaya (Gorcalves *et al*, 2005). Klorofil a menyusun 75% dari total klorofil (Subandi, 2008). Selain itu, klorofil b juga berfungsi sebagai antena fotosintetik yang mengumpulkan cahaya dalam meningkatkan efisiensi fungsi penyerapan cahaya pada *light harvesting complex* (Taiz dan Ziger, 2001).

Pada skor 1-5 berdasarkan tingkat keparahan infeksi virus mengalami penurunan kadar klorofil a dan b. Infeksi SMV mengakibatkan tanaman kedelai mengalami nekrotik lokal lesio hingga mengakibatkan *vein clearing* yang menyebabkan daun mengalami kematian sel yang membuat daun berubah warna menjadi kuning dan tidak mampu melakukan fotosintesis karena rusaknya klorofil dan hilangnya fungsi kloroplas. Hal tersebut terkait dengan penjelasan Bos (1983) yang menjelaskan virus masuk melalui jaringan parenkim kemudian bereplikasi ke bagian buluh ayak (floem) tersebar keseluruh sistem inang dan infeksi virus menjadi sistemik. Dalam proses replikasi virus yang sedang berlangsung dapat mengganggu deviasi anatomi tumbuhan diantaranya menyebabkan kematian sel (nekrotik) dan deviasi kandungan sel tumbuhan (degenerasi klorofil dan pembengkakan inti).

Sehingga semakin tinggi nilai intensitas serangan dan dampak yang ditimbulkan oleh SMV pada daun tanaman kedelai maka nilai kadar klorofil daun semakin rendah dan dapat mengakibatkan terganggunya proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan mengenai pengaruh penggunaan PGPR pada tanaman kedelai varietas Anjasmoro terhadap infeksi SMV dapat disimpulkan diantaranya:

1. Gejala yang ditimbulkan tanaman kedelai varietas Anjasmoro terhadap serangan SMV tahap awal membentuk lesio lokal dan selanjutnya akan menyebabkan *vein clearing*.
2. Pengaruh perlakuan jenis bakteri PGPR *Bacillus subtilis* dengan waktu pemberian PGPR 0 HST (perendaman biji) lebih efektif dalam menekan infeksi SMV pada tanaman kedelai varietas Anjasmoro dengan masa inkubasi 33 HSI dan intensitas serangan sebesar 5,59% dibandingkan dengan perlakuan yang lain.
3. Rerata pada pengamatan masa inkubasi, intensitas serangan, jumlah polong isi, jumlah polong hampa dan bobot 25 biji pada perlakuan waktu pemberian PGPR pada 0 HST memiliki nilai lebih baik dan dapat digunakan sebagai pengendalian kuratif dibandingkan dengan pemberian 14 HST dan 30 HST.

5.2 Saran

Diperlukannya penelitian lebih lanjut mengenai jumlah kerapatan bakteri *Bacillus subtilis* yang dapat bersimbiosis secara optimal dengan rizosfer tanaman kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahemad, M., M. Kibret. 2013. Mechanism and Applications of Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Current Perspective. *Journal of King Saud University Science* 26: 1-20.
- Andayanie, W. R. 2012. Dianogsis Penyakit Mosaik (SMV) Terbawa Benih Kedelai. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 12(2): 185-191.
- Arisusanti, R. J., K. I. Purwani. 2013. Pengaruh Mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap Akumulasi Logam Timbal (Pb) pada Tanaman Dahlia. *Jurnal sains dan Seni Pomits* 2(2): 2337-3520.
- Arsyad, D. M. 2006. Prospek Pengembangan Teknologi Budidaya Kedelai dilahan kering Sumatera Selatan. *Buletin IPTEK* 1(2): 153-162.
- Ayun, K. Q., M. Martosudiro, T. Hadiastono. 2013. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Terhadap Infeksi *Cucumber Mosaik Virus* (CMV), Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 1(1).
- Bos, L. 1972. *Soybean Mosaic Virus*. Descriptions of Plant Viruses, no 93. Commonwealth Mycological Institute and Association of Applied Biologists, Kew, England.
- Bos, L. 1983. Pengantar Virologi Tumbuhan. Triharso (terjemahan), 1990. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Compant, S., B. Duffy, J. Nowak, C. Clement dan E. D. A. Barka. 2005. Use of Plant Growth Promoting Bacteria For Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mecanisms of Action and Future Prospects. *Applied and Enviromental Microbiology*.
- Dolores, L. M. 1996. Management of Pepper Viruses. In AVNET-II Final Workshop Proceedings. AVDRC. Tainan, Taiwan.
- DPVWEB. 1972. Soybean Mosaic Virus. [online] www.DPVWEB.net/dpv pada Tanggal 19 Februari 2017.
- Egamberdiyeva, D. 2007. The effect of PGPR on Growth and Nutrient Uptake of Maize in Two Different Soils. *Applied Soil Ecology*. Vol.36(1) : 184-189.
- Fatimah, V. S., T. B. Saputro. 2016. Respon Karakter Fisiologis Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Grobogan terhadap Cekaman Genangan. *Jurnal sains dan seni ITS* 5(2): 2337-3520.
- Febriyanti, L. E., M. Martosudiro, T. Hadiastono. 2015. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Terhadap Infeksi *Peanut Stripe Virus* (PStV), Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Genjah. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 3(1).
- Goncalves, M. C., J. Vega, J. G. Oliveira, M. M. A. Gomez. 2005. *Sugarcane Yellow Leaf Virus* Infection Leads to Alterations in Photosynthetic efficiency and carbohydrate Accumulation in Sugarcane Leaves, *Fitopatol*. Bras 30(1).
- Geneaid. 2017. Plant Virus RNA Kit. [online] www.geneaid.com pada Tanggal 16 Maret 2017.
- Goodman, R. N., Z. Kiraly, K. R. Wood. 1986. *The Biochemistry and Phsicology of Plant Disease*. University of Missouri Press. Colombia

- Hamidah, R., C. Suhara. 2013. Pengaruh infeksi *Cucumber Mosaic Virus* Terhadap Morfologi, Anatomi dan Kadar Klorofil daun Tembakau Cerutu. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak* 5(1): 11-19.
- Hanurani, H. 2001. Pengaruh Infeksi SSV dan SMV Tunggal serta Ganda terhadap komponen Hasil pada Beberapa Varietas Kedelai. Tesis. IPB. Bogor.
- Hasmoro, H.B., S. Trisnowati, R. Rogomulyo. Pengaruh Kadar CaCl_2 Terhadap Pematangan dan Umur Simpan Buah Sawo (*Manilkara zapota* (L.) van Royen). *Jurnal Vegetalika* 3(4): 52-62.
- Hobs, H. A., G.L. Hartman, Y. Wang, C. Hill, R. L. Bernard, L.L. Domier and W. L. Perdesen. 2003. Occurrence of Seed Coat Mottling in Soybean Plants Inoculated with Bean Pod Mottle Virus and Soybean Mosaic Virus. *Plant Dis* 87:1333-1336.
- ICTVdB Management. 2006. 00.057.0.01.061. *Soybean Mosaic Virus*. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4, Edited by Büchen-Osmond, C., Columbia University, New York, USA.
- Inayati, A. 2015. Penyakit-penyakit Virus Pada Kedelai. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. [Online] <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/publikasi/prosiding>. Diakses pada tanggal 02 November 2016.
- Jossey, S., H. A. Hobs, L. L. Domier. 2013. Role of Soybean Mosaic Virus-Encoded Proteins in Seed and Aphid Transmission in Soybean. *Phytopathology* 103: 941-948.
- Kay, J. P. 1971. Identification and Varietal Response of Soybeans to Soybean Mosaic Virus and Tobacco Ringspot Virus. Disertasi. Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College. LA. USA
- Kloepper, J. W., M. N. Schroth. 1978. Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Radishes in Proceeding of the 4th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria. Station de Pathologie Vegetale et de Phytobacteriologie, INRA, Angers, France 2: 879-882.
- Kloepper, J. W., S. Zhang, C. M. Ryu. 2004. Induced Systemic Resistance and Promotion of Plant Growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology* 94: 1259-1266.
- Kurnianingsih, L., T. A. Damayanti. 2012. Lima Ekstrak Tumbuhan Untuk Menekan Infeksi *Bean Common Mosaik Virus* Pada Tanaman Kacang Panjang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 8(6): 155-160.
- Kusbiantoro, H. 2006. Potensi *Bacillus subtilis* sebagai Agens Penginduksi Ketahanan Tanaman Cabai terhadap *Cucumber Mosaic Virus*. Skripsi. Fakultas Pertanian IPB. Bogor
- Kuswanto, H., S. Zubaidah, N. Saleh. Keragaan Genotipe Kedelai Lokal Jawa Timur terhadap Serangan CPMMV. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang.
- Malvick, D. 2018. Soybean Mosaic Virus. Unirversity of Minnesota Extension. USA. [online] www.extension.umn.edu. diakses pada 28 Maret 2018.
- Munif, A. 2003. Peranan Mikroba Endofit sebagai Agen hayati dalam Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan. Seminar Nasional dan Gelar Produk Bidang Ilmu Hayati. Pengelolaan dan Pemanfaatan Kenaekaragaman Hayati

dalam Kerangka Pembangunan Pertanian Berkelanjutan. Fakultas Pertanian IPB. Bogor

- OxyChem. 2017. Calcium Chloride, A Guide to Physical Properties Plant. Form No. 173-01791-0812MCK. [online] www.oxycalciumchloride.com. diakses pada tanggal 1 November 2017
- Pieterse, C.M.J., A. Leon-Reyes, S. Van der Ent, S. C. M. Van Wees. 2009. Networking by Small-Molecule Hormones in Plant Immunity. *Journal of National Chemical Biologi* 5: 308-316.
- Plant viruses online-VIDE database. 2017. *Soybean Mosaic Potyvirus*. Form No. descr743. [online] <http://sdb.im.ac.cn>. diakses pada tanggal 5 Juni 2017.
- Pusat Pelatihan Pertanian. 2015. Perbenihan Kedelai. Pelatihan Teknis Budidaya Kedelai Bagi Penyuluh Pertanian dan BABINSA.
- Putri, A. A. P., M. Martosudiro, T. Hadiastono. 2013. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Terhadap Infeksi *Soybean Mosaik Virus* (SMV), Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai Varietas Wilis. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 1(3).
- Putro, G. A. 2005. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair (POC) Terhadap Infeksi *Soybean Mosaik Virus* (SMV), Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Quiniones, S. S. 1968. *Soybean Mosaic*. Disertasi. Iowa State University. USA
- Rahayu, M. 1989. Pengaruh Serangan Soybean Mosaic Virus (SMV) terhadap hasil dan mutu hasil benih kedelai. Thesis. Fakultas Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Rahni, N. M. 2012. Efek Fitohormon PGPR terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah* 3(2).
- Rai, M. K. 2006. *Handbook of Microbial Biofertilizer*. Food Production Press. New York.
- Ramamoorthy, V., R. Viswanathan, T. Raguchander, T. Prakasam, R. Samiyappan. 2001. Induction of Systemic Resistance by Plant Growth Promoting Rhizobacterial Crop Plants Against Pests and Diseases. *Crop Prot.* 20: 1-1
- Salamiah, R. Wahdah. 2015. Pemanfaatan PGPR dalam Pengendalian Penyakit Tungro pada Padi Lokal Kalimantan Selatan. *Prosidium Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* 1(6): 1448-1456.
- Sastrahidayat, I. R. 2011. *Fitopatologi Ilmu Penyakit Tumbuhan*. UB Press. Malang.
- Setyowibowo, N., W. Pertama. 2015. Peran Bakteri dari akar tanaman kedelai dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap *Soybean Mosaic Virus* (SMV). Balai Pelatihan Pertanian. Jambi.
- Sharma, M. M., D. J. Ali, A. Batra. 2010. Plant Regeneration through in vitro Somatic Embryogenesis in Ashwagandha (*Withania somnifera* L. Dunal). *Researcher* 2(3).
- Sulandari, S., S. Hartono, Y. M. S. Maryadani, Y. B. Paradisa. 2014. Deteksi dan Sebaran *Soybean Mosaic Virus* (SMV) dan *Soybean Stunt Virus* (SSV) di

- Berbagai Sentra Produksi Kedelai di Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 18(2): 71-78.
- Sunartiningsih, W. W., A. Hasanuddin, S. Saenong. 1991. Penurunan Hasil Kedelai Akibat Penyakit Mosaik yang Ditularkan *Aphis glycines*. *Agrikam* 6(3): 89 - 94.
- Surdayanto, T., W. Rusastra, Saptana. 2001. Perspektif Pengembangan Ekonomi Kedelai di Indonesia. *Forum Gro Ekonomi* 19(1): 20.
- Taiz, L., E. Zeiger. 2001. *Plant Physiology*. The Benyamin/Cumming Publishing Company Inc. Tokyo.
- Tanaka, A., A. Melis. 1997. Irradiance dependent change in size and composition of chlorophyll A-B light harvesting complex in the green algae, *dunaliella Salina* plant cell, *Journal of Physiology* 38: 17-24.
- Taufik, M., S. H. Hidayat, G. Suastika, S. M. Sumaraw, S. Sujiprihatif. 2005. Kajian Plant Growth Promoting Rhizobacteria sebagai Agens Proteksi *Cucumber Mosaic Virus* dan *Chilli Veinal Mottle Virus* pada Cabai. *Jurnal Hayati* 12(4): 139-144.
- Taufik, M., S. H. Hidayat, A. Rahman, A. Wahab. 2010. Mekanime Ketahanan Terinduki oleh PGPR pada Tanaman Cabai Terinfeksi *Cucumber Mosaic Virus*. *Jurnal Hortikultura* 20(3): 274-283.
- USDA, 2016. Classification Soybean – *Glycine max* (L.) Merr. Natural Resources Conservation Service. United States Depastement of Agriculture. [online] <http://plants.usda.gov/core/profile> pada Tanggal 9 November 2016.
- Van Loon, L. C. 2007. Plant Responses to Plant Growth Promoting Rhizotobacteria. *Eur Journal of Plant Pathology* 119: 243-254.
- Zakaria, A. K. 2010. Kebijakan Pengembangan Budidaya Kedelai Menuju Swasembada Melalui Partisipasi Petani. *Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian* 8(3): 259-272.
- Zhang, K., Y. P. Song, Y. Wang, K. Li, L. Gao, Y. K. Zhong, A. Karthikeyan, H. J. Zhi. 2014. Differential Necrotic Lesion Fromation in Soybean Cultivare in Response to Soybean Mosaic Virus. *Eur Journal of Plant Pathology* 139: 525-534.

LAMPIRAN

1. Tabel ANOVA atau Analisis Ragam Setiap Variabel Pengamatan

A. Masa Inkubasi SMV Pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F-hitung	Ket.	F-tabel 5%
Kelompok	2	182	91	14.1	**	3.44
Perlakuan	11	3000	272.727	42.25	**	2.26
Jenis Bakteri PGPR (A)	3	977.111	325.704	50.46	**	3.05
Waktu Pemberian PGPR (B)	2	1044.667	522.333	80.92	**	3.44
AxB	6	978.222	163.037	25.26	**	2.55
Galat	22	142	6.455			
Total	35	3324				
KK	20.6 %					

B. Intensitas Serangan SMV pada Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F-hitung	Ket.	F-tabel 5%
Kelompok	2	5.184	2.592	0.782	tn	3,44
Perlakuan	11	868.758	78.978	23.839	**	2,26
Jenis Bakteri PGPR (A)	2	438.348	146.116	44.104	**	3,44
Waktu Pemberian PGPR (B)	3	350.602	175.301	52.914	**	3,05
AxB	6	79.809	13.301	4.015	**	2,55
Galat	22	72.885	3.313			
Total	35	946.827				
KK	11.03%					

Keterangan: * : berbeda nyata
 ** : sangat berbeda nyata
 tn : tidak nyata

C. Tinggi Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	Ket.	F-tabel 5%
Kelompok	2	18.184	9.092	2.139	tn	3.443
Perlakuan	11	76.415	6.947	1.635	tn	2.259
Jenis Bakteri PGPR (A)	3	9.402	3.134	0.738	tn	3.049
Waktu Pemberian PGPR (B)	2	57.208	28.604	6.731	**	3.443
AxB	6	9.804	1.634	0.385	tn	2.549
Galat	22	93.492	4.250			
Total	35	188.090				
KK	5.91%					

D. Jumlah Polong Isi Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	Ket.	F-tabel 5%
Kelompok	2.00	1.56	0.78	0.18	tn	3.44
Perlakuan	11.00	185.22	16.84	3.98	**	2.26
Jenis Bakteri PGPR (A)	3.00	55.22	18.41	4.35	*	3.05
Waktu Pemberian PGPR (B)	2.00	127.06	63.53	15.01	**	3.44
AxB	6.00	2.94	0.49	0.12	tn	2.55
Galat	22.00	93.11	4.23			
Total	35.00	279.89				
KK	9.77%					

Keterangan: * : berbeda nyata
 ** : sangat berbeda nyata
 tn : tidak nyata

E. Jumlah Polong Hampa Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	Ket.	F-tabel 5%
Kelompok	2.00	0.72	0.36	0.67	tn	3.44
Perlakuan	11.00	28.97	2.63	4.85	**	2.26
Jenis Bakteri PGPR (A)	3.00	8.97	2.99	5.51	**	3.05
Waktu Pemberian PGPR (B)	2.00	19.39	9.69	17.86	**	3.44
AxB	6.00	0.61	0.10	0.19	tn	2.55
Galat	22.00	11.94	0.54			
Total	35.00	70.61				
KK	23.07%					

F. Bobot 25 Biji Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

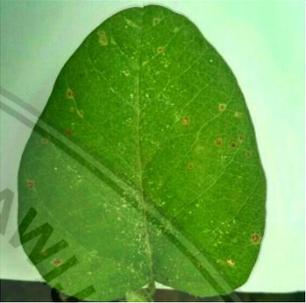
Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	Ket.	F-tabel 5%
Kelompok	2.00	0.59	0.29	22.41	**	3.44
Perlakuan	11.00	2.53	0.23	17.49	**	2.26
Jenis Bakteri PGPR (A)	3.00	1.02	0.34	25.89	**	3.05
Waktu Pemberian PGPR (B)	2.00	1.31	0.66	50.01	**	3.44
AxB	6.00	0.19	0.03	2.45	tn	2.55
Galat	22.00	0.29	0.01			
Total	35.00	3.40				
KK	5.3%					

J. Kadar Klorofil Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Perlakuan	17	56.42	3.32	174.06	**	1.92	2.51
Klorofil (A)	2	14.35	7.17	376.22	**	3.26	5.25
Skoring (B)	5	34.10	6.82	357.72	**	2.48	3.57
AxB	10	7.97	0.80	41.80	**	2.11	2.86
Galat	36	0.69	0.02				
Total	53	57.11					
KK	8.73%						

Keterangan: * : berbeda nyata; ** : sangat berbeda nyata; tn : tidak nyata

2. Skoring Gejala SMV pada Daun Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Skor	Gejala	Keterangan Gambar
0	Daun sehat, tanpa gejala virus	
1	Membentuk lokal lesio sampai nekrotik lokal lesio	
2	Nekrotik lokal lesio membesar dan gejala >50%	-
3	Daun membentuk <i>vein banding</i>	
4	Terjadinya penebalan pada tulang daun, pinggir daun bergelombang dan mulai terbentuknya <i>vein clearing</i> .	
5	Ukuran daun lebih kecil, membentuk <i>vein clearing</i> , permukaan daun menguning hingga daun mati (gugur).	

3. Deskripsi Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro

Anjasmoro

Dilepas tahun	22 Oktober 2001
SK Mentan	537/Kpts/TP.240/10/2001
Nomor galur	Mensuria 395-49-4
Asal	Seleksi massa populasi galur murni
Daya hasil	2,03 – 2,25 t/ha
Warna hipokotil	Ungu
Warna epikotil	Ungu
Warna daun	Hijau
Warna bulu	Putih
Warna bunga	Ungu
Warna kulit biji	Kuning
Warna polong masak	Coklat muda
Warna hilum	Kuning kecoklatan
Bentuk daun	Oval
Ukuran daun	Lebar
Tipe tumbuh	Determinit
Jumlah buku batang utama	12,9 - 14,8
Umur berbunga	35,7 – 39,4 hari
Umur polong masak	82,5 – 92,5 hari
Tinggi tanaman	64 – 68 cm
Bobot 100 biji	14,8 – 15,3 g
Kandungan protein	41,8 – 42,1 %
Kandungan lemak	17,2 – 18,6 %
Kerebahan	Tahan rebah
Ketahanan terhadap penyakit	Moderat terhadap karat daun

Sifat-sifat lain	Polong tidak mudah pecah
Pemulia	Takashi Sanbuichi, Nagaaki Sekiya, Jamaluddin M., Susanto, Darman M.A. dan Muchlish Adie

Sumber: Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (2001)

