

**PENGARUH APLIKASI *PLANT GROWTH PROMOTING*
RHIZOBACTERIA (PGPR) TERHADAP INFEKSI *CUCUMBER MOSAIC*
VIRUS (CMV) SERTA PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN
CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* Linn.)**

Oleh:
YAMAN UDAYEF NASUTION



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

PENGARUH APLIKASI *PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA* (PGPR) TERHADAP INFEKSI *CUCUMBER MOSAIC VIRUS* (CMV) SERTA PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN CABAIRAWIT (*Capsicum frutescens* Linn.)



Oleh:

**YAMAN UDAYEF NASUTION
145040201111090**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH APLIKASI *PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA* (PGPR) TERHADAP INFEKSI *CUCUMBER MOSAIC VIRUS* (CMV) SERTA PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* Linn.)

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof. Dr. Ir. Tutung Hadi Astono., MS.
NIP. 19521028197903 1 003

Fery Abdul Choliq, SP., M.Sc
NIK. 201503 860523 1 001

Mengetahui,
Ketua
Jurusan Hama dan penyakit Tumbuhan

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



RINGKASAN

Yaman Udayef Nasution. 145040201111090. Pengaruh Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) Terhadap Infeksi *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) Serta Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* Linn.). Dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Tutung Hadi Astono., MS. sebagai Pembimbing Utama dan Fery Abdul Choliq SP., M.Sc sebagai Pembimbing Pendamping.

Virus Cucumber Mosaic Virus (CMV) merupakan virus utama pada tanaman cabai dan telah menyebar di berbagai daerah Indonesia. Serangan CMV pada tanaman menyebabkan nekrosis dan tanaman menjadi kerdil. Infeksi CMV memiliki berbagai gejala tergantung pada jenis spesies dan inang virus, namun gejala khas pada tanaman terinfeksi CMV adalah deformasi daun (yakni daun yang menyerupai tali sepatu) dan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil. PGPR dalam meningkatkan ketahanan tanaman bekerja melalui mekanisme ketahanan tanaman terinduksi Induced Systemic Resistance (ISR) yakni suatu proses stimulasi ketahanan tanaman inang tidak secara langsung menghambat perkembangan virus. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan dan mengetahui pengaruh pemberian aplikasi jenis PGPR *Azotobacter* sp., *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* secara tunggal atau kombinasi berpengaruh optimal dalam intensitas serangan Cucumber Mosaic Virus (CMV) serta pertumbuhan dan produksi pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*).

Metodologi penelitian dilakukan dengan melalui percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 8 perlakuan yang dilaksanakan di Rumah Kawat Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah masa inkubasi virus CMV terhadap tanaman indikator, intensitas serangan CMV pada tanaman cabai rawit, tinggi tanaman, jumlah daun pertanaman dan produksi tanaman meliputi jumlah buah dan berat buah pertanaman. Hasil pengamatan yang didapat selanjutnya dianalisis keragaman data dengan uji F pada taraf 5%. Selanjutnya data yang signifikan dilakukan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf kesalahan 5%.

Hasil yang didapatkan dari penelitian tanaman indikator pada daun *Chenopodium amaranticolor* adalah lesio lokal, pada daun tanaman *Gomphrena globosa*. Gejala yang muncul malformasi dan *Dahlia pinnata* pada bagian daun tanaman yang diinokulasikan virus CMV tidak menunjukkan gejala. Perlakuan pemberian isolat tunggal menunjukkan rerata masa inkubasi CMV paling tinggi yakni isolat *P. fluorescens* selama 15 hsi dan isolat tunggal *B. subtilis* sebesar 14 hsi. intensitas serangan CMV pada tanaman cabai rawit paling tinggi yaitu tanpa perlakuan PGPR yakni sebesar 23,28%. Tanaman cabai rawit dengan intensitas serangan yang paling terendah pada perlakuan PGPR isolat campuran *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azetobacter* sp sebesar 13,68%. tinggi tanaman cabai rawit dengan perlakuan PGPR *Azetobacter* sp dengan nilai tertinggi yakni 53,85 cm. Pada jumlah daun tanaman cabai menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh berbeda nyata terhadap pemberian PGPR pada tanaman cabai rawit. Perlakuan kombinasi PGPR *P. fluorescens* + *Azetobacter* sp lebih memberikan pengaruh terhadap jumlah buah pada tanaman cabai rawit sebesar 27,33 pertanaman. Pada rerata bobot buah cabai rawit dengan dengan perlakuan PGPR *P. fluorescens* dan *Azetobacter* sp sebesar 24,57 gr dengan hasil tertinggi.

SUMMARY

Yaman Udayef Nasution. 145040201111090. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Application on Cucumber Mosaic Virus (CMV) Infection, Growth and Production of Chili Plants (*Capsicum frutescens* Linn.). Supervisor by Prof. Dr. Ir. Tutung Hadi Astono., MS. as Supervisor and Fery Abdul Choliq SP., M.Sc as Cosupervisor.

Cucumber Mosaic Virus (CMV) is the main virus in chili plants and has spread in various regions of Indonesia. CMV attacks on plants cause necrosis and plants become stunted. CMV infection has a variety of symptoms depending on the type of species and host of the virus, but a typical symptom in CMV-infected plants is leaf deformation (ie leaves that resemble shoelaces) and plant growth to dwarf. PGPR in increasing plant resilience works through the mechanism of plant resistance induced by Induced Systemic Resistance (ISR) which is a stimulation process of host plant resistance does not directly inhibit the development of the virus but rather increases the resistance of the plant itself by inducing plants to increase and or produce compounds that can inhibit pathogen development . The purpose of this study was to compare and determine the effect of application of *Azotobacter* sp., *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* types of PGPR in a single or combination optimal effect on the intensity of Cucumber Mosaic Virus (CMV) attacks and the growth and production of cayenne pepper *Capsicum frutescens*.

This research methodology was carried out through a experiment using a completely randomized design with 8 treatments. Variables observed in this study were the incubation period of CMV virus on indicator plants, CMV intersection intensity on cayenne pepper plants, plant height, number of leaves of plants and crop production including the number of fruit and the weight of planting fruit. The results of the observations obtained are then analyzed for the diversity of data with the F test at the level of 5%. Furthermore, significant data was further tested by the Smallest Significant Difference Test (BNT) with a 5% error level.

The results obtained from the study of indicator plants on the leaves of *Chenopodium amaranticolor* are local lesions, on the leaves of the *Gomphrena globosa* plant. Symptoms that appear malformation and *Dahlia pinnata* on the leaves of plants inoculated by CMV virus do not show symptoms. The treatment of single isolates showed the highest average CMV incubation period of *P. fluorescens* isolates for 15 his and a single isolate of *B. subtilis* by 14 after day inoculation . The highest intensity of CMV attacks on cayenne pepper was without PGPR treatment at 23.28% . In the lowest cayenne pepper crop with the lowest intensity of treatment in PGPR mixed isolates of *B. subtilis*, *P. fluorescens* and *Azotobacter* sp at 13.68%. the height of cayenne pepper plant with treatment of *Azotobacter* sp PGPR with the highest value of 53.85 cm. The number of leaves of chili plants showed that there was no significant effect on the administration of PGPR on cayenne pepper. The treatment of *P. fluorescens* + *Azotobacter* sp PGPR combination has more influence on the amount of fruit on the spicy cayenne pepper plants for 27.33 plants. The mean weight of cayenne pepper with PGPR treatment *P. fluorescens* and *Azetobacter* sp was 24.57 g with the highest yield.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga skripsi ini dapat tersusun. Skripsi ini berjudul Pengaruh Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) Terhadap Infeksi *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) Serta Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* Linn.) ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S1) di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya di Kota Malang. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Pembimbing Utama, Prof Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS., yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi
2. Pembimbing Pendamping, Fery Abdul Choliq SP., M. Sc. yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi.
3. Pembimbing Akademik, Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun S. atas bimbingan, saran dan motivasi yang diberikan kepada menulis
4. Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
5. Terimakasih kepada kedua Orang Tua, Ayah saya Ali Aman Nasution dan Ibu Ratna Br Perangin-Angin serta kedua kakak penulis yaitu Yulia Mustika Nasution, A.Md beserta suami Ihsan Lubis ST., MT. dan Tira Ralita Suci Nasution, A.Mk., dan keluarga besar terimakasih atas dedikasi, semangat dan doanya yang tiada henti kepada penulis.
6. Terimakasih kepada teman-teman pengurus Pusat Riset dan Kajian Ilmiah Mahasiswa PRISMA 2017 dan juga sahabat serta rekan sejawat penulis yaitu Eka N., Desita K., A Zaed N., Muhammad Febriansyah, Krishnayana B.P., Ratih Eka Sentosa., Putri Nurul A., dan keluarga PRISMA atas semangat, motivasi, doa serta mendukung dan membantu penulis dalam melaksanakan penelitian dan menyelesaikan penulisan laporan akhir.
7. Terimakasih kepada teman dan sahabat penulis, Ken Nygel T Sirait, Erta C Situmorang, Jennifer F Simbolon, M. Taufiq R, Junda F Izza, Habib Musa H.,

- Afriagug S., dan Mira atas bantuan dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
8. Terimakasih kepada teman-teman yang selalu mendukung penulis untuk tetap bersemangat dalam menyelesaikan penelitian Lulu U., M., Mhd Khoir G., Lidyana A., Vivi Herika, Intan Indah Sari dan Wahida Muntaza., P.
 9. Terimakasih kepada teman-teman VIROLOGI 2017 atas bantuan dan semangat dalam melaksanakan penelitian.
 10. Teman Angkatan 2014 dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan penelitian ini

Penulisan skripsi ini telah diusahakan secara optimal. Walaupun demikian, penulis masih dalam tahap sebagai pembelajar yang terus mencari ilmu dan belajar untuk mendapatkan sesuatu yang lebih baik dari skripsi ini. Penulis berharap pemikiran berupa saran yang membangun sebagai koreksi untuk penulisan ini yang lebih baik. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangan ilmu dan pengetahuan bagi dunia pertanian kelak.

Malang, Agustus 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Binjai Pada tanggal 17 Februari 1997 dari pasangan bernama Bapak Ali Aman Nasution dan Ibu Ratna Br Perangin-Angin. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara.

Pada tahun 2008 penulis lulus pendidikan Sekolah Dasar (SD) 023907 di Kota Binjai, kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 7 di Kota Binjai dan lulus pada tahun 2011. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 3 Kota Binjai dan lulus pada tahun 2014. Selanjutnya penulis meneruskan pendidikan pada tingkat universitas pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata Satu (S1) Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya di Kota Malang melalui Jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam berbagai kegiatan pendidikan perkuliahan dan non perkuliahan melalui organisasi dan kegiatan kepenulisan ilmiah.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Asisten Praktikum mata kuliah Bioteknologi pada tahun 2016, penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi, penulis menjadi pengurus dan ketua pada Departemen Penelitian dan Pengembangan (Litbang) Lembaga Pusat Riset dan Kajian Ilmiah Mahasiswa (PRISMA) Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada tahun 2016 dan 2017. Penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan ekstra kampus menjadi panitia dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah (PRISMA 5) pada tahun 2015, Indonesia Student Summit (ISS) pada tahun 2016 dan menjadi Koordinator Hubungan Masyarakat Pada Kegiatan Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional 6 (PRISMA 6) pada tahun 2016.

Selain itu, penulis juga terlibat aktif dalam kegiatan kompetisi penalaran dan kepenulisan ilmiah di tingkat Nasional maupun Internasional. Berbagai penghargaan yang pernah didapatkan penulis antara lain Juara 3 Lomba Karya Tulis Ilmiah di Universitas Negeri Jember Pada tahun 2015, Juara 1 Lomba essay ilmiah di Universitas Brawijaya pada tahun 2017, Juara 1 Lomba Karya Tulis Ilmiah di Universitas Airlangga pada tahun 2017, Juara 2 Lomba Karya Tulis Ilmiah di Universitas Airlangga pada tahun 2017 dan pernah menjadi finalis dalam kompetisi Karya Tulis Ilmiah di Institut Teknologi

Bandung, Universitas Sebelas Maret dan Universitas Mulawarman pada tahun 2016 dan 2017 pada tingkat Nasional.

Pada tingkat Internasional Penulis juga mendapatkan penghargaan finalis dalam Lomba Start-up dan bisnis Universitas Malaya di Malaysia pada tahun 2017, finalis dalam konferensi Airlangga *Asean+3 Youth Conference and Cultural Program* pada tahun 2017 di Universitas Airlangga, penulis juga mendapatkan penghargaan medali emas (*gold medal*) dalam Kompetisi *International Festival of Innovation Green Technology (I-FINOG)* dan juga mendapatkan penghargaan spesial sebagai best innovation ECOPEST Award 2018 dari Universitas Malaysia Pahang di Malaysia pada tahun 2018, Selanjutnya penulis juga mendapatkan medali Silver dalam kompetisi *World Young Inventor (WYIE)* 2018 di Malaysia dan mendapatkan *GOLD MEDAL* dalam acara kompetisi ilmiah *International Research Innnovation, Invention and Solution Exposition* di Universitas Malaya di Malaysia Pada tahun 2018. Selain aktif dalam kegiatan kepenulisan penulis juga aktif dalam kegiatan yang berkaitan dengan kepemudaan dan berbagai konferensi ilmiah. Penulis juga berkontribusi sebagai salah satu penulis dalam penulisan buku tentang kepemudaan yang berjudul *Pemuda Indonesia Menghadapi ASEAN Community* dan terbit pada tahun 2016. Pada tahun 2017 menjadi pembicara dalam konferensi Airlangga *Asean+3 Youth Conference and Cultural Program* di Universitas Airlangga dan juga menjadi penulis paper terpilih dalam konferensi Hokkaido *Indonesian Student Association Scientific Meeting (HISAS 16)* di Universitas Hokkaido Jepang. Selain itu penulis juga terpilih menjadi delegasi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dalam kegiatan Pertukaran Pelajar (*Student Outbond*) dengan Fakultas Pertanian Kasetsart University di Thailand pada tahun 2017.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Hipotesis	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSATAKA	4
2.1 Tanaman Cabai Rawit (<i>Capsicum frutescens</i> Linn.)	4
2.2 Cucumber Mosaic Virus	4
2.3 Inokulasi Patogen Cucumber Mosaic Virus	6
2.4 Bakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman (PGPR)	7
2.5 Ketahanan Tanaman Terhadap Patogen.....	8
2.6 Induksi Ketahanan Tanaman.....	9
III. METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Metodologi Penelitian	12
3.4 Persiapan Penelitian.....	13
3.5 Pelaksanaan Penelitian	14
3.6 Variabel Pengamatan	14
3.7 Analisis Data	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Reaksi Tanaman Indikator Terhadap Cucumber Mosaic Virus (CMV).....	18
4.2 Masa Inkubasi dan Gejala Penyakit Cucumber Mosaic Virus Pada Tanaman Cabai Rawit	19

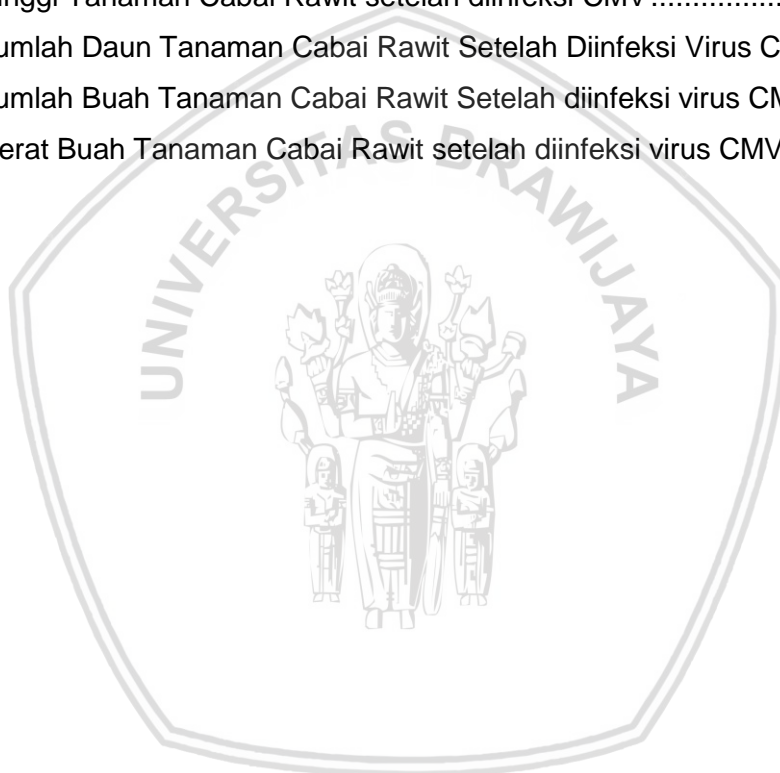


4.3 Intensitas Serangan CMV pada Tanaman Cabai Rawit.....	20
4.4 Pertumbuhan Tanaman Cabai	24
4.5 Produksi Tanaman Cabai Rawit.....	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 KESIMPULAN.....	29
5.2 SARAN	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN.....	33



DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
	Teks
1. Perlakuan Aplikasi PGPR.....	13
2. Reaksi Tanaman Indikator Terhadap infeksi Cucumber Mosaic Virus	18
3. Rerata Masa Inkubasi Virus CMV pada Tanaman Cabai Rawit setelah diinfeksi virus CMV.....	19
4. Rerata Intensitas Serangan CMV pada Tanaman Cabai Rawit setelah diinfeksi virus CMV.....	20
5. Rerata Tinggi Tanaman Cabai Rawit setelah diinfeksi CMV.....	25
6. Rerata Jumlah Daun Tanaman Cabai Rawit Setelah Diinfeksi Virus CMV.....	26
7. Rerata Jumlah Buah Tanaman Cabai Rawit Setelah diinfeksi virus CMV	27
8. Rerata Berat Buah Tanaman Cabai Rawit setelah diinfeksi virus CMV	27



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
	Teks	
1.	Gejala Serangan Virus Cucumber Mosaic Virus Pada Tanaman <i>Zucchini</i>	6
2.	Mekanisme Ketahanan Terinduksi Tanaman.....	9
3.	Gejala Tanaman Indikator Setelah Diinfeksi Virus CMV	18
4.	Serangan CMV Pada Tanaman Cabai Rawit.....	21



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Deskripsi Varietas Cabai Rawit.....	32
2	Denah Penelitian	33
3.	Tabel Analisis Ragam.....	34
4.	Denah Plot Penelitian	36



I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Virus Cucumber Mosaic Virus (CMV) merupakan virus utama pada tanaman cabai dan telah menyebar di berbagai daerah Indonesia (Taufik *et al.*, 2005). Virus CMV merupakan virus mosaik yang memiliki sebaran inang sangat luas yakni lebih dari 1200 spesies tanaman dan menyerang dalam 100 famili monokotil dan dikotil termasuk tanaman cabai rawit. Penularan virus CMV tidak hanya melalui secara mekanis, namun dapat ditularkan melalui vektor yakni kutu daun, lebih dari 60 spesies kutu daun dapat menularkan virus CMV secara non persisten yakni *Myzus persicae* dan *Aphis gossypii* (Agrios, 2005). Serangan CMV pada tanaman menyebabkan nekrosis dan tanaman menjadi kerdil (Palukaitis *et al.*, 1992). Infeksi CMV memiliki berbagai gejala tergantung pada jenis spesies dan inang virus, namun gejala khas pada tanaman terinfeksi CMV adalah deformasi daun (yakni daun yang menyerupai tali sepatu) dan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil (Murphy, 2009). Pada tanaman cabai, tingkat keparahan infeksi CMV pada tanaman cabai memiliki gejala bervariasi pada daun muda sedangkan pada daun yang lebih tua memiliki gejala cincin nekrotik (Murphy *et al.*, 2016). Gejala awal adanya serangan infeksi CMV pada tanaman memiliki gejala khas yakni terbentuknya cincin nekrotik, mosaik pada daun dan adanya penyimpangan bentuk buah (Masiri *et al.*, 2011). Berdasarkan penelitian Murphy *et al.*, 2011 akumulasi jumlah virus CMV sangat tinggi pada awal fase infeksi sehingga menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman terganggu.

Salah satu untuk menekan infeksi virus Cucumber Mosaic Virus (CMV) dapat dilakukan dengan menggunakan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) pada media tanam, hal ini bertujuan memacu meningkatkan ketahanan tanaman. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) merupakan kelompok mikroorganisme tanah yang menguntungkan. PGPR merupakan bakteri yang hidup dan berkembang dengan cara berinteraksi menguntungkan bagi tanaman dan hidup dengan baik pada tanah yang kaya akan bahan organik (Compant *et al.*, 2005). PGPR memiliki peran penting dalam tanaman yakni dapat meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman hal ini terjadi melalui kemampuan PGPR memproduksi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT),

pelarutan fosfat dan memproduksi siderofor yang mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap gangguan secara biotik maupun abiotik (Millan, 2007). PGPR meningkatkan ketahanan tanaman bekerja melalui mekanisme ketahanan tanaman terinduksi Induced Systemic Resistance (ISR) yakni suatu proses stimulasi ketahanan tanaman inang dengan menggunakan penginduksi dari luar (tanpa introduksi gen-gen baru). ISR tidak secara langsung menghambat perkembangan virus melainkan meningkatkan ketahanan tanaman itu sendiri dengan menginduksi tanaman untuk meningkatkan dan atau memproduksi senyawa yang dapat menghambat perkembangan patogen (Verma *et al.*, 1998), dengan demikian ISR akan memicu ekspresi gen yang menghasilkan senyawa yang mampu menghambat perkembangan berbagai patogen seperti resin, fitoaleksin, peroksidase dan lain sebagainya, selain itu ISR juga memicu perubahan morfologi pada tanaman seperti penebalan lignin, peningkatan jumlah papilla dan penebalan dinding sel (Precival, 2001).

Berdasarkan penelitian Aviva *et al.*, 2013 pemberian PGPR mampu menurunkan intensitas serangan virus SMV pada tanaman kedelai. Aplikasi PGPR juga dilaporkan meningkatkan ketahanan, pertumbuhan dan produksi tanaman (Wu *et al.*, 2005; Dilufiza, 2011; Pieterse *et al.*, 2014). Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh aplikasi perendaman Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) pada akar tanaman terhadap infeksi Cucumber Mosaic Virus (CMV) serta pertumbuhan dan produksi pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* Linn.)

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah pengaruh aplikasi satu jenis PGPR *Azotobacter sp.*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* berpengaruh dalam intensitas serangan *Cucumber Mosaic Virus* (CMV), pertumbuhan tanaman dan produksi pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*)?
2. Apakah pengaruh aplikasi kombinasi jenis PGPR *Azotobacter sp.*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* berpengaruh dalam intensitas serangan *Cucumber Mosaic Virus* (CMV), pertumbuhan tanaman dan produksi pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan dan mengetahui pengaruh pemberian aplikasi jenis PGPR *Azotobacter* sp., *B. subtilis* dan *P. fluorescens* secara tunggal atau kombinasi berpengaruh optimal dalam intensitas serangan Cucumber Mosaic Virus (CMV) serta pertumbuhan dan produksi pada tanaman cabai rawit (*C. frutescens*).

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari pelaksanaan penelitian ini adalah pemberian aplikasi satu jenis PGPR dengan koloni tunggal *Azotobacter* sp., *B. subtilis*, dan *P. fluorescens* lebih baik dan berpengaruh dalam intensitas serangan Cucumber Mosaic Virus (CMV) serta pertumbuhan dan produksi pada tanaman cabai rawit (*C. frutescens*).

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini ialah mengetahui apakah pemberian PGPR dengan satu jenis aplikasi atau kombinasi berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, produksi tanaman dan ketahanan cabai rawit (*C. frutescens*) terhadap infeksi virus *Cucumber Mosaic Virus* (CMV). Serta menjadi rekomendasi alternatif penggunaan PGPR dalam mencegah serangan virus dan mengurangi penggunaan pupuk kimia pada tanaman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*)

Klasifikasi tanaman cabai rawit menurut (Rukmana, 2002) adalah Kingdom: Plantae, Divisi: Spermatophyta, Sub Divisi: Angiospermae, Kelas: Dicotyledonae, Sub Kelas: Dicotyledonae, Ordo: Tubiflorae, Famili: Solonaceae, Genus: *Capsicum*, Spesies: *Capsicum frutescens* Linn. Genus *Capsicum* memiliki sekitar 20 - 30 species cabai yang memiliki potensi ekonomi adalah *Capsicum annum* dan *Capsicum frutescens* yang sudah tersebar luas diseluruh Indonesia (Rukmana, 2002).

Tanaman cabai rawit berupa tanaman perdu yang merupakan tanaman semusim dengan bentuk perakaran tunggang. System perakaran cabai menyebar dengan kisaran panjang 25 cm – 35 cm (Harpenas, 2010). Tanaman Cabai rawit memiliki tinggi sekitar 50 -150 cm, batang pokok yang tua berkayu, daunnya bulat telur, dasarnya lebar, ujung menyempit dan meruncing, warna daun hijau muda, permukaan bawah berbulu, bunganya kecil, terletak pada ujung ranting jumlahnya satu atau dua namun terkadang lebih. Buah cabai rawit berbentuk bulat telur memanjang dengan warna merah tumbuh tegak menghadap ke atas dan kecil, bila masak buahnya berwarna merah, kuning keputihan dan mengkilat (Pracaya, 1994).

Tanaman cabai rawit dapat tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi dengan ketinggian 0 - 700 meter diatas permukaan laut. Daerah yang mempunyai suhu 16⁰ C pada malam hari dan minimal 32⁰C pada siang hari dengan kelembapan udara yang baik berkisar 50% - 80% dengan curah hujan 600 mm – 1250 mm pertahun (Cahyono, 2003).

2.2 Cucumber Mosaic Virus

2.2.1 Deskripsi *Cucumber Mosaic Virus*

Salah satu jenis virus yang menyebabkan penyakit pada famili solonaceae adalah *Cucumber Mosaic Virus* (CMV). CMV merupakan virus yang termasuk dalam marga Cucumovirus yang berupa partikel polyhedral, dengan bentuk isometric berdiameter 30 nm (Bos, 1990). Virion CMV mengandung RNA 18% dan 82% protein. RNA terdiri dari tiga genom RNA dan satu atau dua sub genom RNA (Balci, 2005). Virus CMV bersifat stabil pada suhu sekitar 20⁰C sehingga untuk penyimpanan jangka panjang tidak disarankan menyimpan pada suhu beku ataupun suhu panas (Zitikaite, 2011).

Gejala tanaman yang terinfeksi CMV memiliki ciri khas yakni ukuran daun yang berkerut dan pada buah mengalami perubahan bentuk sehingga tidak laku dipasarkan, daun mengalami perubahan warna menjadi kuning dan menebal sehingga produksi buah mengalami penurunan dan nekrosis pada daun dengan bentuk spot-spot pada daun dengan berbagai ukuran (Diansyah, 2012).

2.2.2 Strain *Cucumber Mosaic Virus* (CMV)

CMV dilaporkan telah menginfeksi 1287 spesies tanaman pada 518 gen milik 100 famili (Zitikaite, 2011). CMV mempunyai kisaran inang yang sangat luas meliputi kelas Monocotyledonae dan Dicotyledoneae yang tergolong dalam family Cruciferae, Chenopodiaceae, Cucurbiaceae, Euphorbiaceae, Solonaceae, Papilionaceae (Semangun, 2000). CMV mempunyai banyak strain, oleh karena itu mempunyai jumlah inang yang banyak serta gejala yang ditimbulkan beragam.

2.2.3 Penularan *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) Pada Tumbuhan

Virus sebagai penyebab penyakit tumbuhan, cara penularan dari tanaman ke tanaman bersifat pasif. Adanya virus hanya menular mengikuti kondisi inang dan lingkungan. Salah satunya yakni virus CMV dapat menular melalui tiga cara yakni mekanis, vektor dan benih.

Cucumber Mosaic Virus dapat menular ketanaman inang secara mekanis dengan cara kontak tanaman dengan cairan perasan. Menurut Semangun (2000) virus mosaic mentimun dapat ditularkan secara mekanik melalui gesekan, maupun oleh *Aphid* sp.

Penularan virus melalui vektor disebarkan oleh serangga dengan tipe mulut menusuk-menghisap. Aphid merupakan serangga yang memiliki tipe mulut menusuk dan menghisap, lebih dari 60 spesies Aphid dapat menularkan CMV beberapa jenis Aphid yang dapat menularkan CMV diantaranya *Myzus persicae*, *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii*, *Liphapis erysime* (Jones, 2010). Beberapa faktor yang mempengaruhi vektor serangga menularkan virus adalah temperatur, jenis tanaman inang sebagai sumber inoculum, lamanya tanaman sakit setelah inokulasi dan konsentrasi CMV dalam daun (Balfas, 2009).

Penularan virus CMV pada benih juga dapat terjadi hal ini dikarenakan CMV merupakan virus yang bersifat sistemik, sehingga kemampuan untuk menginfeksi tanaman sampai ke buah dan biji sangat mungkin terjadi. Infeksi akan terjadi apabila virus dapat memperbanyak diri dalam sel inang. Bagian yang aktif dari virus adalah asam nukleatnya, oleh karena itu agar dapat terjadi infeksi

maka asam nukleat harus lepas dari protein pembungkusnya. Namun menurut Hadiastono (2010) hanya beberapa persen saja dari biji-biji yang dihasilkan oleh tiap individu tanaman sakit dapat terinfeksi dan menularkan virus yakni sebesar (1-30%).

2.2.4 Gejala Serangan *Cucumber Mosaic Virus* (CMV)

Gejala serangan infeksi virus CMV pada tanaman sangat beragam, namun gejala yang umum dijumpai berupa daun-daun yang belang hijau tua dan muda dengan berbagai corak. Bentuk daun dapat berubah menjadi kerut dan kerdil atau tepi daun menggulung kebawah, selanjutnya pada buah terdapat bercak-bercak hijau pucat atau putih berseling dengan bercak hijau tua yang agak menonjol keluar. Jaringan daun berubah warna terutama daerah diantara tulang daun, selain itu tanaman akan terhambat juga pertumbuhannya (Semangun, 2000). CMV memiliki serbaran inang yang luas, pada daun tanaman zucchini gejala dan serangan CMV memiliki ciri khas yakni mosaik kuning pada daun dan terjadi *vein banding* atau deformasi bentuk daun (Gambar 1) (Ju Ko *et al.*, 2010). Berdasarkan laporan *Department Of Crop Sciences* (1999) gejala serangan virus akan cepat berkembang pada suhu 26°C - 32°C.



Gambar 1. Gejala Serangan Virus Cucumber Mosaic Virus Pada Tanaman Zucchini (Ju Ko *et al.*, 2010)

2.3 Inokulasi Patogen *Cucumber Mosaic Virus*

Inokulasi adalah terjadinya kontak patogen dengan inang. Bagian awal yang harus ditembus patogen untuk masuk kedalam tanaman adalah lapisan lilin pada permukaan daun, ketebalan kutikula dan ketebalan epidermis. Pergerakan virus secara pasif yakni melalui air, angin, dan aliran metabolisme yang bukan melalui polen, spora atau alat gerak lainnya. Melalui luka mekanis, virus dapat proses infeksi virus pada tanaman akan berjalan dengan mudah tanpa harus

menembus dinding epidermis dan lapisan kutikula tanaman. Perlakuan melukai tanaman dengan cara mekanis biasanya dilakukan untuk menguji sifat ketahanan tanaman terhadap penularan virus CMV (Asniwita, 2010).

2.4 Bakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman (PGPR)

Rhizobacteria merupakan bakteri tanah yang berkoloni di daerah perakaran tanaman. Perannya adalah mendukung pengembangan dan aktivitas kelompok besar mikroba yang beragam, termasuk mikroorganisme yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Peran PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman berhubungan dengan kemampuan PGPR dalam memproduksi hormone pertumbuhan atau senyawa lain yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman, memfiksasi nitrogen atau melarutkan fosfat (Pieterse, 2012).

Bakteri PGPR memacu pertumbuhan tanaman melalui mekanisme langsung dan tidak langsung. Mekanisme secara langsung dilakukan oleh PGPR dengan mensintesis metabolit pada senyawa yang merangsang pembentukan fitohormon *Indole Acetic Acid* (IAA) atau dengan meningkatkan pengambilan nutrisi tanaman. Hormon ini diketahui berperan dalam pertumbuhan tanaman meliputi pembelahan dan pemanjangan sel (Zhao *et al.*, 2001). Selain itu PGPR juga dapat meningkatkan serapan unsur hara makro dan mikro yang diperlukan tanaman meliputi unsur hara N, P, dan K (Sharafzede, 2012).

Pengaruh bakteri PGPR secara tidak langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman seperti menekan fitopatogen (Shishido, *et al.*, 1996). PGPR dalam menghambat pertumbuhan fitopatogen melalui produksi senyawa antimikroba, kompetisi dalam menkelat besi (siderofor), degradasi faktor patogenitas fitopatogen seperti memproduksi enzim ekstraseluler pendegradasi dinding sel seperti kitinase dan penginduksi resistensi (Whipss, 2012).

2.4.1 Peranan PGPR Dalam Menyediakan Unsur Hara Bagi Tanaman

Dampak PGPR pada nutrisi tanaman adalah efek serapan hara tanaman dan atau tingkat pertumbuhan tanaman (Mantellin dan Tourine, 2004). Bakteri PGPR memiliki kemampuan sebagai penyedia hara disebabkan oleh kemampuannya dalam melarutkan mineral-mineral dalam bentuk senyawa kompleks menjadi bentuk ion sehingga dapat diserap oleh akar tanaman (Vessey, 2003). Beberapa jenis PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) juga merupakan penampung Nitrogen dari udara seperti *Azotobacter* dan

Azospirillum yang jika berasosiasi dengan perakaran tanaman dapat membantu tanaman dalam memperoleh nitrogen melalui proses fiksasi nitrogen oleh mikroorganisme tersebut (Gardner *et al.*, 1991).

2.4.2 Peranan PGPR Sebagai Biokontrol

Salah satu peranan bakteri PGPR terhadap peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman secara tidak langsung adalah sebagai biokontrol terhadap penyakit tanaman. Penggunaan PGPR mampu menekan penyakit bercak daun sebesar 60% pada percobaan di rumah kaca (Ji *et al.*, 2005). Selain itu bakteri PGPR juga berperan dalam melindungi tanamandari serangan patogen melalui mekanisme antibiosis, parasitisme atau melalui peningkatan respon tanaman (Whipps, 2001).

2.4.3 Peranan PGPR Sebagai Penghasil Hormon Pertumbuhan

Peranan PGPR selanjutnya sebagai penghasil hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman (Matiru dan Dokara, 2004). *Azotobacter* selain dapat mengikat Nitrogen dari udara, juga mampu menghasilkan Asam Indol Asetat (IAA) dalam jumlah yang berbanding lurus dengan kepadatannya (Ismiarni *et al.*, 2007). Selain itu, *Azotobacter* juga dapat menghasilkan sitokinin, giberelin, dan asam absisat (ABA) (Haefele *et al.*, 2008).

2.5 Tipe dan Mekanisme Ketahanan Tanaman

Ketahanan tanaman terhadap patogen adalah kemampuan tanaman untuk mencegah masuknya patogen atau menghambat perkembangannya patogen dalam jaringan tanaman (Agrios, 1996). Tingkat ketahanan tanaman dapat bervariasi yakni ekstrim imun dan sangat rentan. Tanaman imun tidak akan menjadi tanaman inang bagi pemakan tumbuhan (herbivora) atau patogen dan biasanya berada diluar kisaran tanaman inang untuk serangga atau patogen. Sehubungan dengan tanaman mungkin diklasifikasikan sebagai ketahanan genetik dan ketahanan lingkungan yang sifat ketahanannya dikendalikan terutama oleh lingkungan (Panda dan Khush, 1995).

Ketahanan tanaman untuk mempertahankan diri dari serangan patogen ditentukan oleh interaksi genetik antara inang dan patogen. Interaksi antar inang dan patogen akan menyebabkan respon tanaman yang berbeda beda dalam membentuk struktur pertahanan. Tanaman mempertahankan diri melalui dua cara yakni pertama adanya sifat-sifat struktural pada tanaman yang berfungsi

sebagai penghalang fisik yang akan menghambat patogen untuk masuk dan menyebar dalam tanaman. Kedua adanya respon biokimia yang berupa reaksi-reaksi kimia yang akan terjadi di dalam sel dan jaringan tanaman sehingga patogen dapat mati.

Sifat ketahanan tanaman terdiri dari dua macam ketahanan yakni ketahanan vertikal dan ketahanan horizontal. Ketahanan vertikal adalah tanaman yang tahan terhadap beberapa ras patogen dan rentan terhadap ras lain dari patogen yang sama, dikendalikan oleh satu atau beberapa gen disebut sebagai oligogenik. Ketahanan horizontal adalah semua tanaman yang mempunyai tingkat ketahanan yang efektif melawan setiap patogen yang melawannya dan dikendalikan oleh banyak gen disebut sebagai ketahanan multigenik (Abadi, 2003). Ketahanan tanaman ditentukan oleh berbagai faktor antara lain virulensi patogen, umur tanaman, kondisi tanaman dan keadaan lingkungan disekitar tanaman (Semangun, 2000).

2.6 Induksi Ketahanan Tanaman

Induksi ketahanan tanaman merupakan suatu proses stimulasi ketahanan tanaman inang dengan menggunakan penginduksi dari luar (tanpa introduksi gen-gen baru). Proses induksi ketahanan tanaman sistemik menyebabkan tanaman mampu mengaktifkan sistem ketahanan sistemiknya dengan kata lain tanaman yang diinduksi mampu menstimulasi mekanisme ketahanan alami yang dimiliki oleh tanaman inang (Stomberg, 1994).

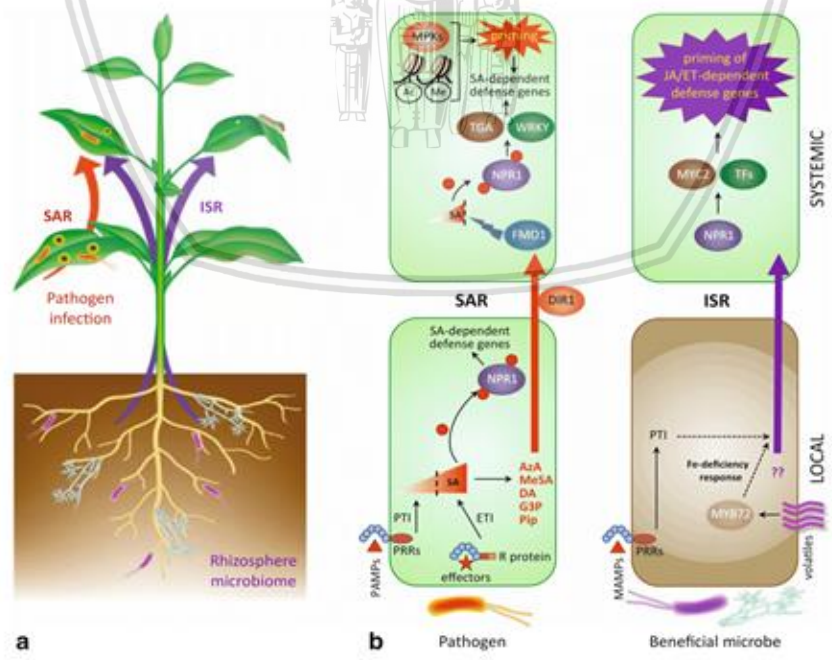
2.6.1 *Induced Systemic Resistance* (ISR)

Induksi ketahanan sistemik merupakan proses stimulasi resistensi tanaman inang tanpa introduksi gen- gen baru. Induksi ketahanan sistemik menyebabkan kondisi fisiologis yang mengatur sistem ketahanan menjadi aktif dan atau menstimulasi mekanisme resistensi alami yang dimiliki oleh inang dengan pengaplikasian bahan penginduksi eksternal. Induksi ketahanan sistemik atau *Induced Systemic Resistance* (ISR) umumnya di induksi oleh patogen lemah atau strain avirulen, agen botani seperti ekstrak tanaman dan cekaman lingkungan (Zeller, 2006). ISR tidak secara langsung menghambat perkembangan virus melainkan meningkatkan ketahanan tanaman itu sendiri dengan menginduksi tanaman untuk meningkatkan dan atau memproduksi senyawa yang dapat menghambat perkembangan patogen (Verma *et al.*,1998). Mekanisme kerja ketahanan tanaman melalui ISR dipacu oleh mikroorganisme bermanfaat seperti PGPR yang berada di zona perakaran dan berasosiasi dengan tanaman

(Gambar 2b). ISR tidak bergantung pada proses pembentukan pada proses pembentukan Asam Salsilat (SA), melainkan bergantung pada tingkat konsentrasi molekul asam Jasmonic Acid (JA) dan Etilen (EA) dalam proses lintasan sinyal, ISR juga tidak berkaitan dengan jumlah protein *pathogenesis related* (PR) (Zeller, 2006; Choudry *et al.*, 2007). ISR akan memicu ekspresi gen yang menghasilkan senyawa yang mampu menghambat perkembangan patogen seperti resin, fitoaleksin, peroksidase dan lain sebagainya, selain itu ISR juga memicu perubahan morfologi pada tanaman seperti penebalan lignin, peningkatan jumlah *papilla* dan penebalan dinding sel (Precival, 2001).

2.6.2 Systemic Induced Resistance (SAR)

Pada umumnya ketahanan terimbas adalah ketahanan sistemik. Hal ini terjadi karena daya pertahanan ditingkatkan tidak hanya pada bagian tanaman yang terinfeksi, tetapi juga pada jaringan terpisah pada tempat yang tidak terinfeksi oleh karena bersifat sistemik, ketahanan terimbas umumnya dirujuk sebagai SAR. Akan tetapi, ketahanan terimbas tidak selalu ditempatkan secara sistemik, ketahanan ini dapat juga ditampakkan secara lokal atau reaksi ketahanan secara lokal (*Locally Acquired Systemic*). Meskipun keaktifannya sama terhadap beragam tipe patogen tanaman (Gambar 2b).



Gambar 2. Mekanisme Ketahanan Terinduksi Tanaman a) skema mekanisme kerja secara SAR (panah merah) dan ketahanan tanaman secara ISR (panah biru) b) skema molekuler komponen yang terlibat dalam SAR (panah merah) dan (ISR panah biru) (Pieterse dan Van Wees, 2015)

Ketahanan tanaman secara SAR memiliki ciri khas antara lain, ketahanan SAR diperoleh setelah inokulasi dengan necrotizing patogen HR, atau aplikasi dari beberapa bahan kimia (SA analog atau agonis), Asam salsilat (SA) merupakan komponen utama dalam proses sinyal didalam jaringan tanaman dan disertai dengan induksi *Pathogenesis Related Proteins* (PR). Komponen utama dalam ketahanan terinduksi secara SAR yakni Salsilic Acid (SA) dan protein Pathogenesis Related (PR). Gen yang mengekspresikan SAR dihubungkan secara kolektif dengan gen SAR dan termasuk beta 1,3 glukunase, PR-1 protein, kitinase dan osmotin-ike protein skema mekanisme kerja ketahanan tanaman dengan SAR melalui beberapa tahapan pembentukan SA dan *priming* sel (Percival, 2001).



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kawat (*Screenhouse*) dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Kota Malang. Pelaksanaan penelitian dimulai pada Januari 2018 hingga Juni 2018.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah polybag berukuran 5 kg, penggaris, sekop, label, gunting, timbangan analitik, tabung Erlenmeyer, mortal dan pistil, gelas ukur, alat tulis dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah inoculum CMV (*Cucumber Mosaic Virus*) yang diperoleh dari lapangan. Benih cabai rawit varietas Bara. Tanah steril, Karborundum 600 mesh, aquades, formalin 4%, buffer fosfat 0,01 M pH 7, pestisida, pupuk kompos, pupuk kandang, PGPR *B. subtilis*, PGPR *P. fluorecens*, PGPR *Azotobacter sp.* yang diperoleh dari laboratorium bakteri, Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya Malang.

3.3 Metodologi Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai perlakuan adalah kontrol dengan perlakuan tanpa PGPR serta inokulasi (P0), PGPR *B. subtilis* (P1), PGPR *P. fluorecens* (P2), PGPR *Azetobacter sp.* (P3), PGPR *B. subtilis*+ *P. fluorecens* (P4), PGPR *B. subtilis* + *Azetobacter sp* (P5), PGPR *P. fluorecens* + *Azetobacter sp* (P6) dan PGPR *B. subtilis* + *P. fluorecens* + *Azetobacter sp* (P7). Masing-masing perlakuan diulang dengan 3 kali ulangan dengan 2 tanaman setiap petak ulangan (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan Aplikasi PGPR

Perlakuan	Keterangan
P0	Tanpa PGPR dan inokulasi
P1	<i>B. subtilis</i>
P2	<i>P. fluorecens</i>
P3	Azotobacter sp
P4	<i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorecens</i>
P5	<i>B. subtilis</i> + Azotobacter sp
P6	<i>P. fluorecens</i> + Azotobacter sp
P7	<i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorecens</i> + Azotobacter sp.

3.4 Persiapan Penelitian

3.4.1 Persiapan Inokulum *Cucumber Mosaic Virus* (CMV)

Inokulum CMV yang digunakan dalam penelitian berupa daun tanaman yang terindikasi terserang virus CMV yang diambil dari lahan tanaman cabai yang berlokasi di Kecamatan Dau Kabupaten Malang. Sebelum penelitian dilaksanakan terlebih dahulu dilakukan identifikasi dengan menggunakan tanaman indikator yakni inokulum berbentuk SAP diinokulasikan secara mekanis pada tanaman indikator yaitu *G. globosa* dan *C. amaranticolor* lalu diamati.

3.4.2 Persiapan Media Tanam

Media tanah yang digunakan adalah sebagai media tanam menggunakan tanah yang telah disterilkan dengan formalin 5%. Media tanam yang digunakan diberi pupuk kompos dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1 Media tanam selanjutnya diaduk secara merata dan ditutup dengan plastik selama 3-5 hari dan dibuka lalu dikering-anginkan. Setelah 2-3 hari media siap digunakan dan dipindah ke polybag berukuran 5 kg.

3.4.3 Persiapan Benih Tanaman Uji

Sebelum benih disemaikan dilakukan pemilihan benih dengan fisik yang utuh, tidak cacat, tidak keriput ataupun luka. Kemudian benih direndam kedalam air hangat (40°C) selama kurang lebih 10 menit. Sehingga benih mampu menghentikan fase istirahat (dormansi).

Persemaian dilakukan pada polybag berukuran kecil, setelah persemaian berumur 3 minggu dengan tinggi 12-15 cm. Selanjutnya benih hasil persemaian diseleksi dengan pertumbuhan yang normal, setelah itu dipindahkan pada polybag yang berukuran 5 kg.

3.4.4 Penyediaan Bakteri PGPR

Bakteri PGPR yang digunakan dalam penelitian ini merupakan koleksi isolat bakteri PGPR Laboratorium Bakteriologi Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Bakteri PGPR yang digunakan terdiri dari *Azotobacter sp.*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. Seluruh bakteri yang digunakan memiliki kerapatan sebesar 10^8 cfu/ml dengan konsentrasi 10 ml/liter.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Pembuatan SAP

Penularan virus menggunakan cara mekanis. Daun cabai yang terserang CMV diambil sebanyak 5 gram yang telah dipisahkan dari tulang daunnya dan dilumatkan dengan mortar yang berfungsi untuk memecahkan sel sehingga virus dapat keluar dari sel ke cairan perasan. Kemudian ditambahkan buffer fosfat 0,01 M pH 7 sebanyak 10 ml yang berfungsi untuk menetralkan virus atau menstabilkan virus dalam cairan perasan, khususnya terhadap pengaruh keasaman larutan terhadap persistensi virus dalam cairan perasan. Setelah pencampuran buffer fosfat, daun ditumbuk lagi sampai halus. Kemudian daun yang sudah halus disaring dengan menggunakan kasa steril untuk memisahkan ampas dari daun yang telah ditumbuk sehingga diperoleh cairan perasan SAP.

3.5.2 Penanaman Benih Tanaman Uji

Benih hasil persemaian ditanam kedalam polybag berukuran 5 kg. Setiap lubang polybag diisi dengan 1 benih tanaman cabai rawit. Bibit yang akan dipindah untuk ditanam, terlebih dahulu direndam dengan larutan PGPR selama 30 menit (Ashrafuzzaman *et al.*, 2009). Konsentrasi PGPR yang digunakan sebesar 10 ml per liter air dengan kerapatan sebesar 10^8 cfu/ml. Pada perlakuan pertama (P0) benih cabai tidak dilakukan perendaman pada PGPR. Pada perlakuan kedua (P1) benih cabai direndam dengan larutan PGPR *B. subtilis*. Perlakuan ketiga (P2) benih cabai direndam dengan larutan PGPR *P. fluorescens*. Pada perlakuan keempat (P3) benih cabai dilakukan perendaman dengan larutan PGPR *Azotobacter sp.* Pada perlakuan keempat (P4) benih cabai direndam dengan larutan kombinasi *B. subtilis* dengan *P. fluorescens*. Pada perlakuan

kelima (P5) benih cabai direndam dengan larutan kombinasi *B. subtilis* dengan *Azotobacter sp.* Pada perlakuan keenam (P6) benih cabai direndam dengan larutan kombinasi *P. fluorescens* dengan *Azotobacter sp.* Pada perlakuan ketujuh (P7) benih cabai direndam dengan larutan kombinasi *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Azotobacter sp.*

3.5.3 Penularan CMV Pada Tanaman Cabai Rawit

Penularan virus CMV dilakukan secara mekanis yakni dengan melukai permukaan daun. Cara penularan dilakukan dengan mengoleskan karborundum 600 mesh secara perlahan dengan jari. Cairan SAP diusapkan pada daun muda tanaman cabai rawit yang berumur 2 minggu pada daun tanaman berbentuk sempurna secara perlahan agar jaringan epidermis pada permukaan daun tidak rusak. Setelah sepuluh menit, permukaan daun dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan sisa-sisa karborundum.

3.5.4 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pengendalian gulma, pemupukan serta pengendalian OPT (Organisme Pengganggu Tanaman). Penyiraman dilakukan dengan interval dua kali sehari pada pagi dan sore secara teratur. Hal ini disesuaikan dengan kebutuhan tanaman sehingga tidak mengalami kekeringan dan layu.

Pengendalian gulma dilakukan secara mekanis dengan mencabut gulma. Pelaksanaan dilakukan setiap saat bila terdapat gulma disekitar tanaman cabai rawit. Pengendalian OPT selain CMV dilakukan dengan kimia yakni menggunakan pestisida dan pemupukan menggunakan pupuk kimia.

3.6 Variabel Pengamatan

3.6.1 Masa inkubasi dan Gejala Penyakit

Masa inkubasi adalah periode waktu inokulasi sampai munculnya gejala tanaman pada cabai rawit. Pengamatan masa inkubasi dilakukan mulai satu hari setelah inokulasi sampai munculnya gejala pertama.

3.6.2 Intensitas Serangan

Pengamatan intensitas serangan atau persentase daun tanaman cabai rawit yang terserang CMV menggunakan perhitungan sebagai berikut (Abadi, 2003)

$$P = \frac{\sum(n_x v)}{N_x Z} \times 100\%$$

Keterangan

- P : Intensitas serangan pertanaman
- N : Jumlah daun dari setiap kategori serangan
- V : Nilai skala dari setiap kategori
- N : Jumlah daun yang diamati
- Z : Nilai skala dari kategori tertinggi

Penilaian intensitas serangan CMV:

- 0 : Tidak muncul gejala dan kondisi daun sehat
- 1 : Luas daun terserang mencapai ≥ 1 - $< 25\%$
- 2 : Luas daun terserang mencapai $\geq 26\%$ - $< 50\%$
- 3 : Luas daun terserang mencapai $\geq 51\%$ - $< 75\%$
- 4 : Luas daun terserang mencapai ≥ 76 - $< 100\%$ dan pertumbuhan tanaman kerdil

3.6.3 Pertumbuhan Tanaman

1. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur panjang tanaman dari pangkal batang sampai titik tumbuh tanaman. Satuan yang digunakan dalam mengukur panjang tanaman adalah centimeter (cm). Waktu pengukuran tinggi tanaman dimulai pada 15 HST (1 hari setelah inokulasi) dengan interval pengamatan setiap 7 hari.

2. Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan jumlah daun yang terdapat pada tanaman dari awal minggu pengamatan sampai akhir pengamatan. Waktu pengukuran jumlah daun dimulai pada 15 HST (1 hari setelah inokulasi) dengan interval pengamatan setiap 7 hari.

3.6.4 Produksi Tanaman

Pemanenan buah cabai rawit dilakukan pada 13 MST. Pemanenan dilakukan 2 kali sesuai dengan kematangan buah. Variabel yang diamati dalam produksi tanaman yaitu:

1. Jumlah Buah Pertanaman

Jumlah buah ditentukan dengan cara menghitung buah pada setiap tanaman.

2. Bobot buah pertanaman

Bobot buah diperoleh dengan menimbang buah pertanaman saat panen, satuan yang digunakan dalam pengamatan ini adalah gram (g).

3.7 Analisis Data

Data pengamatan yang diperoleh dari percobaan selanjutnya keragaman data dianalisis menggunakan uji F pada taraf 5%, kemudian data yang signifikan dilakukan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf kesalahan 5%, analisis data dilakukan menggunakan *software* SPSS.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

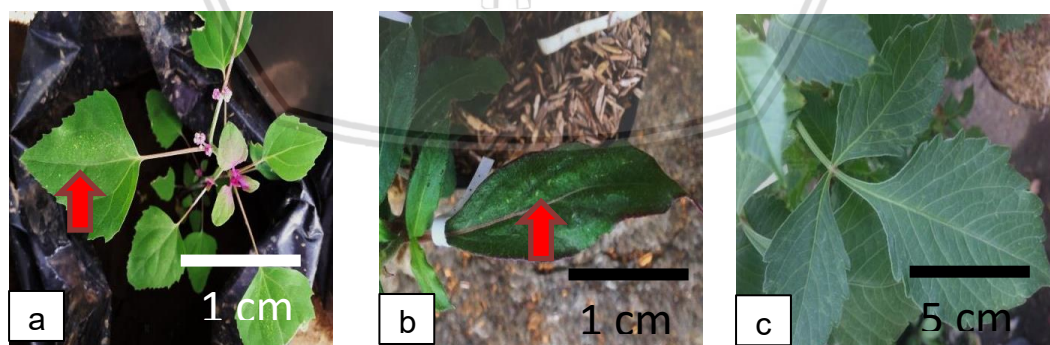
4.1 Reaksi Tanaman Indikator Terhadap *Cucumber Mosaic Virus* (CMV)

Tanaman indikator yang digunakan merupakan tanaman yang rentan terhadap infeksi virus CMV. Tanaman indikator bertujuan untuk mengidentifikasi gejala khas yang timbul dari inokulasi dan dilakukan pengamatan. Berdasarkan hasil pengamatan gejala virus yang ada pada tanaman indikator *C. amaranticolor*, *G. globosa* dan *D. pinnata* menunjukkan berbagai perbedaan gejala dan masa inkubasi (Tabel 2).

Tabel 2. Reaksi Tanaman Indikator Terhadap infeksi Cucumber Mosaic Virus

Tanaman Indikator	Masa Inkubasi (hari)	Gejala
<i>C. amaranticolor</i>	10	Lesio lokal, klorosis
<i>G. globosa</i>	13	Mosaik, malformasi
<i>D. pinnata</i>	-	Tidak bergejala

Gejala yang muncul oleh infeksi virus CMV pada daun *C. amaranticolor* adalah lesio lokal (Gambar 3a), waktu munculnya gejala pada daun yang di inokulasi virus pada hari 10 hsi. Lesio lokal adalah gejala yang muncul akibat infeksi virus dengan timbulnya gejala kerusakan jaringan pada bagian tanaman yang terinfeksi virus. Tanaman *Chenopodium amaranticolor* yang terserang CMV akan menunjukkan gejala nekrotik dan lokal lesion (bercak kuning hingga kemerahan) (Plant Virus Online, 2018).



Gambar 3. Gejala Tanaman Indikator Setelah di Infeksi Virus CMV a) Tanaman *C. amaranticolor*, b) *G. globosa* dan c) *D. pinnata*

Pada tanaman *Gomphrena globosa* (Gambar 3b). Gejala yang muncul dari inokulasi virus CMV adalah malformasi pada daun dengan waktu munculnya gejala pada bagian daun yang diinfeksi yakni pada hari 13 hsi, malformasi pada bagian daun merupakan perubahan bentuk daun yang tidak sempurna

ditandai dengan adanya perubahan bentuk daun menggulung kedalam (Diyansyah, 2012). Pada tanaman *Dahlia pinnata* (Gambar 2c) bagian daun tanaman yang diinokulasikan virus CMV tidak menunjukkan gejala sehingga dapat dikategorikan tanaman indikator negatif dari virus CMV. Hal ini sesuai dengan penjelasan Plant Virus Online –VIDE database (2017) bahwa tanaman *Dahlia pinnata* tidak sesuai dengan bioekologi virus dan bukan tanaman inang virus CMV.

4.2 Masa Inkubasi dan Gejala Penyakit *Cucumber Mosaic Virus* Pada Tanaman Cabai Rawit

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan tanaman cabai memiliki masa inkubasi yang berbeda-beda. Gejala serangan oleh CMV terlihat pada tanaman berumur 8-15 hsi. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan masa inkubasi serangan CMV pada tanaman cabai rawit terdapat perbedaan yang sangat nyata terhadap antar perlakuan (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata Masa Inkubasi Virus CMV Pada Tanaman Cabai Rawit Setelah Diinfeksi Virus CMV

Perlakuan	$\bar{x} \pm$ Simpangan Baku
Tanpa PGPR (P0)	8.50 \pm 0.50 a
PGPR <i>B. subtilis</i> (P1)	14.67 \pm 1.15 d
PGPR <i>P. fluorescens</i> (P2)	15.67 \pm 0.76 b
PGPR Azetobacter sp (P3)	11.33 \pm 0.58 bc
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> (P4)	10.83 \pm 1.53 b
PGPR <i>B. subtilis</i> + Azetobacter sp (P5)	11.83 \pm 1.53 bc
PGPR <i>P. fluorescens</i> + Azetobacter sp (P6)	12.33 \pm 2.06 c
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> + Azetobacter sp (P7)	11.67 \pm 1.04 bc

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya interaksi perbedaan sangat nyata antar perlakuan tanpa pemberian PGPR, PGPR tunggal, dan PGPR campuran. Perlakuan pemberian isolat tunggal menunjukkan rerata masa inkubasi CMV paling tinggi yakni isolat *P. fluorescens* selama 15 hsi dan isolat tunggal *B. subtilis* sebesar 14 hsi. Sedangkan rata-rata masa inkubasi terendah yaitu pada perlakuan tanpa PGPR yakni sebesar 8,50 hsi. Sehingga perbandingan penundaan masa inkubasi antar perlakuan tanpa PGPR dibandingkan dengan nilai rerata masa inkubasi tertinggi yakni PGPR *P.*

fluorecens memiliki selisih sekitar 7 hari. Selisih lama waktu masa inkubasi ini dapat memperkecil serangga vektor untuk mendapatkan sumber inokulum yang dapat disebarkan ke tanaman yang lain. Berdasarkan Wahyuni (2003) menyatakan bahwa virus CMV menunjukkan gejala setelah 5-14 hari inokulasi, bergantung pada suhu dan panjang hari, macam galur CMV dan jenis cabai rawit.

Gejala pada tanaman cabai rawit yang terinfeksi CMV berdasarkan hasil penelitian yaitu daun mengalami lesio lokal dan malformasi. Berdasarkan penelitian oleh Bos (1990) gejala yang disebabkan oleh infeksi virus, pigmen kuning pada daun lebih dominan. Hal ini juga didukung berdasarkan penelitian yang dilakukan Lecoq *et al.*, (1998) bahwa daun tanaman yang terserang CMV akan mengalami mosaik, nekrosis dan malformasi pada daun sehingga ukuran daun mengalami perubahan bentuk dan cenderung mengecil.

4.3 Intensitas Serangan CMV pada Tanaman Cabai Rawit

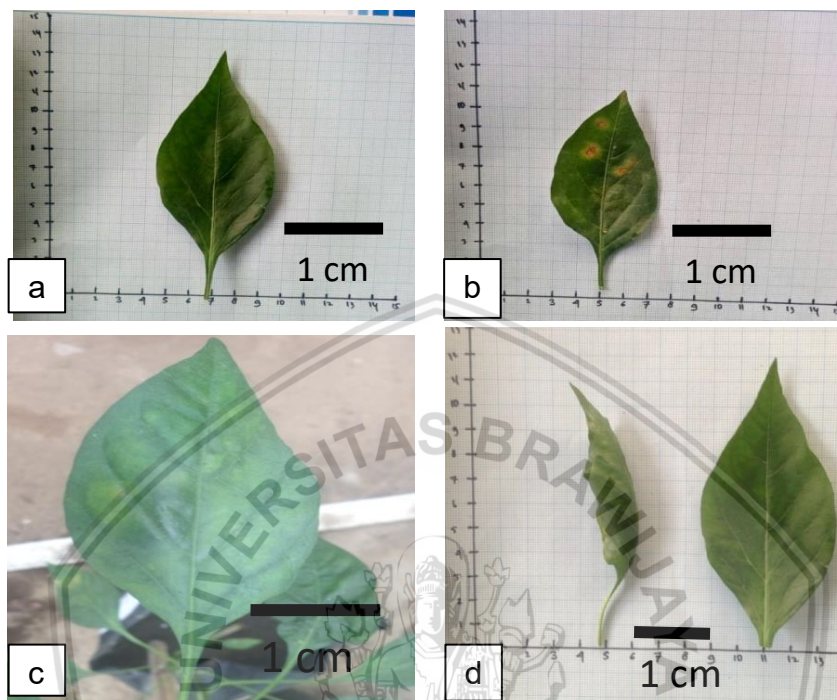
Berdasarkan hasil analisis data intensitas serangan CMV menunjukkan adanya perbedaan nyata pengaruh pemberian PGPR terhadap intensitas serangan CMV yang dapat dilihat pada tabel 4. Hasil rerata intensitas serangan CMV pada tanaman cabai rawit paling tinggi yaitu tanpa perlakuan PGPR yakni sebesar 48,48%. Pada tanaman cabai rawit dengan intensitas serangan yang paling terendah pada perlakuan PGPR isolat campuran *B. subtilis*, *P. fluorecens* dan *Azetobacter* sp sebesar 45.19%. Hasil intensitas serangan penyakit CMV.

Tabel 4. Rerata Intensitas Serangan CMV Pada Tanaman Cabai Rawit Setelah Diinfeksi Virus CMV

Perlakuan	$\bar{x} \pm$ Simpangan Baku
Tanpa PGPR (P0)	48.48 \pm 1.24 a
PGPR <i>B. subtilis</i> (P1)	46.08 \pm 0.69 ab
PGPR <i>P. fluorecens</i> (P2)	46.38 \pm 0.77 abc
PGPR <i>Azetobacter</i> sp (P3)	46.80 \pm 1.65 abc
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorecens</i> (P4)	46.12 \pm 0.45 bc
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>Azetobacter</i> sp (P5)	46.60 \pm 1.35 bc
PGPR <i>P. fluorecens</i> + <i>Azetobacter</i> sp. (P6)	45.57 \pm 0.35 c
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorecens</i> + <i>Azetobacter</i> sp (P7)	45.19 \pm 0.42 d

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf kesalahan 5%. Angka ditransformasi dengan Arc Sin $\sqrt{x} + 0.5$ untuk keperluan statistik.

Semakin tinggi persentase angka terserang penyakit maka semakin besar serangan penyakit dan semakin rendah persentase angka serangan penyakit terhadap tanaman maka semakin rendah intensitas penyakit pada tanaman.



Gambar 4. Serangan CMV pada Tanaman Cabai Rawit a) daun tanaman sehat, b) daun tanaman nekrosis, c) daun tanaman mosaik dan d) daun tanaman sehat dengan daun malformasi

Infeksi yang disebabkan oleh CMV pada tanaman cabai rawit terlihat pada saat berumur 3 Minggu Setelah Tanam (MSI). Beberapa gejala penyimpangan daun akibat infeksi virus CMV yaitu nekrosis, mosaik pada daun dan malformasi pada daun (Gambar 4). Gejala infeksi CMV yang ditemukan pada tanaman sangat beragam, namun tidak semua bagian daun tanaman terserang oleh penyakit CMV, pada tanaman yang diamati terdapat daun yang sehat yakni memiliki warna daun yang hijau dan tidak terdapat mosaik, nekrosis dan malformasi pada daun (Gambar 4a). Pada (Gambar 4b) gejala yang ditemukan yakni nekrosis atau bercak yang menyerupai cincin, gejala nekrosis merupakan gejala khas dari infeksi CMV pada tanaman (Ju Ko *et al.*, 2010). Selanjutnya gejala ditemukan berupa daun-daun yang belang hijau tua dan muda atau mosaik dengan berbagai corak dan malformasi atau perubahan bentuk pada daun tanaman yang menyerupai tali sepatu (*Shoestring*), bentuk daun dapat berubah menjadi kerut dan kerdil atau tepi daun menggulung kebawah (Gambar 4c dan 4d), selanjutnya pada buah terdapat bercak-bercak hijau pucat atau putih

berseling dengan bercah hijau tua yang agak menonjol keluar. Jaringan daun berubah warna terutama daerah diantara tulang daun, selain itu tanaman akan terhambat juga pertumbuhannya (Semangun, 2000).

Pemberian perlakuan PGPR dengan PGPR *B. subtilis* + *P. fluorescens* + Azetobacter sp. memiliki nilai rerata intensitas serangan penyakit terendah hal ini diduga bakteri PGPR bekerja sinergis dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap infeksi virus. Hal ini sesuai dengan penelitian Aviva *et al*, (2013) pemberian PGPR dengan isolat tunggal dan kombinasi dapat menghambat terjadinya infeksi SMV (*Soybean Mosaic Virus*) dan menurunkan intensitas serangan SMV pada kedelai dengan perlakuan kombinasi jenis PGPR *B. subtilis* + *P. fluorescens* + Azetobacter sp memiliki nilai paling tinggi dari semua perlakuan. Rendahnya intensitas serangan pada perlakuan tersebut diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kemampuan tanaman dalam menyerap dan meregulasi unsur hara pada tanaman salah satunya yakni ZPT dan interaksi bakteri bakteri PGPR pada tanaman bersinergis dengan baik.

Interaksi bakteri dengan tanaman terjadi melalui sekresi senyawa metabolit dan sinyal yang diberikan oleh bakteri seperti vitamin, asam amino dan hormon sehingga memacu pertumbuhan, ketahanan dan deferensiasi sel akar (Wu *et al.*, 2005). Kontak langsung bakteri dengan akar tanaman memungkinkan transfer langsung ZPT yang disintesis ke akar yang akan memberikan efek langsung pada tanaman. ZPT yang diproduksi oleh bakteri PGPR masuk kedalam jaringan akar melalui mekanisme aliran massa difusi ion. Aliran massa ZPT masuk bersama air dan hara lainnya dipengaruhi oleh transpirasi daun, sedangkan mekanisme difusi ion berlangsung karena adanya perbedaan gradien konsentrasi. Setelah masuk pada jaringan akar ZPT diangkut melalui transport xilem dan diakumulasi pada jaringan spesifik tanaman masing-masing ZPT (Dilufiza, 2011). Zat pengatur tumbuh selanjutnya menstimulasi pertumbuhan, mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan sel pada tanaman dengan mempengaruhi lintasan transduksi sinyal pada target. Lintasan tersebut menyebabkan respon seluler misalnya mengekspresikan suatu gen, menghambat atau mengaktifasi enzim, atau mengubah komposisi membran.

Meningkatnya ketahanan tanaman pada perlakuan yang diberikan PGPR terhadap serangan virus CMV disebabkan juga oleh sistem ketahanan tanaman yang bekerja merespon patogenisitas virus. Tanaman memiliki beberapa sistem pertahanan untuk melawan serangan virus yang menyerang yakni ketahanan

tanaman sistemik atau *Systemic Acquired Resistance* (SAR) dan *Induced Systemic Resistance* (ISR). Pemberian perlakuan PGPR merupakan merupakan salah cara tanaman meningkatkan tanaman dengan metode ISR. Ketahanan tanaman secara ISR secara fenotip mirip dengan ketahanan tanaman sistemik (SAR), yang merupakan meningkatkan ketahanan tanaman setelah terinfeksi oleh patogen, sehingga tanaman telah menjadi lebih tahan terhadap serangan patogen sama dan lainnya juga pada serangan serangga (Sticher *et al.*, 1997; Van Loon *et al.*, 1998). Kolonisasi PGPR pada akar tanaman dan menginfeksi akar tanaman telah terbukti meningkatkan sistem ketahanan tanaman yang dikenal dengan ISR (Pieterse *et al.*, 2014). Untuk menstimulasi ketahanan ISR PGPR harus memproduksi elisitor yang berperan dalam mengatur ketahanan tanaman. Ketahanan tanaman secara ISR ditentukan berdasarkan jumlah hormon jasmonic acid (JA) dan hormon etilen yang diproduksi oleh berbagai non patogenik rhizobacteria. Bentuk dari ketahanan tanaman ISR adalah dengan meningkatkan imun dan ketahanan pada dinding sel dan perubahan pada perubahan pada fisiologi tanaman inang dan respon metabolik tanaman serta juga memberikan pengaruh dalam meningkatkan respon sintesis secara biokimia dari serangan patogen atau cekaman abiotik (Loper, 1991; Nowak, 2003).

Peran PGPR dalam meregulasi dan memacu pembentukan hormon pada tanaman juga memberikan pengaruh dalam ketahanan tanaman cabai rawit terhadap intensitas serangan CMV pada tanaman cabai rawit. Hal ini didukung dari berbagai penelitian yang menunjukkan beberapa hormon yang dipacu oleh PGPR dan berpengaruh dalam ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit yaitu hormon Absisic Acid (ABA), ABA memiliki peran kunci dalam inkompabilitas interaksi antara sel tanaman dengan virus dengan cara mengontrol lokasi dan temperatur gen *R sensitive* (Mang *et al.*, 2012). ABA juga mempengaruhi ketahanan tanaman didalam pembentukan RNA hal ini dianggap pertahanan yang lebih luas dibandingkan dengan ketahanan *R-genes* spesifik. Kemampuan ABA dalam menghalangi pembentukan RNA ini mempengaruhi dua hal yakni akumulasi lokal virus dan penyebaran virus secara sistemik (Li *et al.*, 2012). Selanjutnya adalah hormon Jasmonic Acid (JA) hormon ini dipacu oleh PGPR dan memiliki peran bekerjasama dengan Etilen. JA meregulasi ketahanan sistemik secara induksi (ISR) yang dipacu dari beberapa non mikroorganisme non patogenik. Memberikan perlakuan hormon Jasmomic Acid (JA) pada

tanaman memberikan pengaruh dalam menekan infeksi penyakit CMV (Ryu *et al.*, 2004).

Hormon Etilen (ET) juga memberikan pengaruh dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap virus CMV hal ini didukung oleh penelitian Sansregret *et al.*, (2013) ET berpengaruh positif dalam menekan virus TBSV. Selain itu hormone Auxin juga memberikan pengaruh dalam menekan penyebaran virus dalam sel yakni dengan mengekspresikan gen anti virus melalui biosintesis Auxin atau meregulasi sinyal untuk mencegah layu, daun menggulung pada tanaman (Kazan dan Manners, 2009). Hormon yang juga dipacu oleh PGPR yang diduga juga memberikan pengaruh dalam menekan virus CMV pada tanaman cabai rawit adalah Giberelic Acid (GA). Hal ini berdasarkan penelitian Robertz *et al.*, (2007) GA membantu dalam ketahanan tanaman dengan menyeimbangkan antara lintasan sinyal anatara SA dan JA/ET sehingga ketahanan tanaman meningkat.

4.4 Pertumbuhan Tanaman Cabai

1. Tinggi Tanaman Cabai Rawit

Berdasarkan hasil penelitian, tinggi tanaman cabai rawit dipengaruhi oleh infeksi virus CMV yang berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman cabai rawit (Tabel 5.). Berdasarkan Tabel 5, tinggi tanaman cabai rawit dengan perlakuan PGPR perlakuan pemberian PGPR tunggal dengan jenis bakteri *Azotobacter* sp memiliki pengaruh yang berbeda nyata tertinggi yaitu 53,85 cm sedangkan tinggi tanaman yang paling rendah yakni pada perlakuan tanpa PGPR yaitu 35.90 cm. Hal ini diduga PGPR menghasilkan fitohormon yang bekerja untuk menambah luas permukaan akar-akar halus dan meningkatkan ketersediaan nutrisi dalam tanah, hal ini menyebabkan penyerapan unsur hara dan air menjadi semakin baik (Masnilah *et al.*, 2009). PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara langsung melalui hormon-hormon pertumbuhan yang dihasilkan seperti Giberlin (Gac) dan *indole 3-acetic acid* (IAA). IAA merupakan hormon pertumbuhan kelompok auksin yang berguna untuk memacu pertumbuhan tanaman. Auksin berguna untuk meningkatkan pertumbuhan sel batang, menghambat proses pengguguran daun, mempercepat pembentukan buah, serta memacu pertumbuhan kambium dan menghambat pertumbuhan tunas ketiak (Tjondronegoro *et al.*, 1989).

Tabel 5. Rerata Tinggi Tanaman Cabai Rawit Setelah Diinfeksi CMV

Perlakuan	$\bar{x} \pm$ Simpangan Baku
Tanpa PGPR (P0)	35.90 \pm 2.19 a
PGPR <i>B. subtilis</i> (P1)	49.35 \pm 5.12 bcd
PGPR <i>P. fluorecens</i> (P2)	43.81 \pm 4.95 b
PGPR Azetobacter sp (P3)	53.85 \pm 2.33 d
PGPR <i>B. Subtilis</i> + <i>P. fluorecens</i> (P4)	48.99 \pm 5.01 bcd
PGPR <i>B. subtilis</i> + Azetobacter sp (P5)	52.45 \pm 7.08 d
PGPR <i>P. fluorecens</i> + Azetobacter sp (P6)	49.57 \pm 3.36 d
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorecens</i> + Azetobacter sp. (P7)	45.77 \pm 0.88 bc

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf kesalahan 5%.

Pertumbuhan tanaman sangat bergantung pada zat pengatur tumbuh berupa fitohormon yang dapat diproduksi oleh PGPR seperti auxin, sitokinin, giberelin dan etilen yang mengatur proses fisiologi tanaman seperti pembentukan dan pemanjangan akar dan bentuk akar (Calvo *et al.*, 2014). Hal ini juga didukung dari penelitian Bhattacharyya *et al.*, (2012) bakteri rhizobium *Bacillus* sp. dapat memproduksi hormon stres etilen melalui sekresi 1-amino cyclopropane-1-carboxylated deaminase sehingga mencegah penghambatan pertumbuhan tanaman. Tanaman yang menunjukkan terserang infeksi virus akan mengalami gangguan pada system metabolismenya, penurunan produksi hormon tumbuh yang dihasilkan tanaman sehingga mempengaruhi tinggi tanaman (Agrios, 1996). Hal ini ditunjukkan pada perlakuan tanpa PGPR tanaman memiliki rerata tinggi tanaman yang terendah. Peningkatan hormon pada tanaman yang dipacu oleh bakteri PGPR mengakibatkan ketahanan tanaman terhadap tekanan juga meningkat. Yaitu tekanan karena faktor biotik seperti gangguan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), maupun abiotik seperti tekanan suhu dan kelembapan.

2. Jumlah Daun Tanaman Cabai Rawit

Hasil sidik ragam pada jumlah daun tanaman cabai menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh berbeda nyata terhadap pemberian PGPR pada tanaman cabai rawit (*C. frutescens*) (Tabel 6). Meskipun infeksi CMV pada tanaman cabai rawit tidak mempengaruhi jumlah daun, akan tetapi pada daun menunjukkan kerusakan dan penyimpangan yang menunjukkan infeksi virus. Tanaman yang terinfeksi virus CMV memperlihatkan gejala daun yang berukuran kecil,

menyempit dan keriting, daun menjadi belang-belang hijau muda dan kuning yang selanjutnya akan menjadi coklat dan akhirnya mati (Taufik, 2011).

Tabel 6. Rerata Jumlah Daun Tanaman Cabai Rawit Setelah Diinfeksi Virus CMV

Perlakuan	$\bar{x} \pm$ Simpangan Baku
Tanpa PGPR (P0)	36.33 \pm 1.62
PGPR <i>B. subtilis</i> (P1)	43.38 \pm 4.64
PGPR <i>P. fluorecens</i> (P2)	41.75 \pm 4.05
PGPR Azetobacter sp (P3)	40.83 \pm 1.32
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorecens</i> (P4)	42.92 \pm 1.34
PGPR <i>B. subtilis</i> + Azetobacter sp (P5)	43.00 \pm 1.65
PGPR <i>P. fluorecens</i> + Azetobacter sp (P6)	43.00 \pm 3.23
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorecens</i> + Azetobacter sp (P7)	43.20 \pm 2.12

Reis *et al*, (2011) menyatakan bahwa Azotobacter mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui fiksasi N, produksi ZPT, peningkatan penyerapan hara dan ketahanan tanaman terhadap cekaman. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Cook *et al*, 2002 perlakuan PGPR pada saat pindah tanam dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan hasil tanaman.

4.5 Produksi Tanaman Cabai Rawit

1. Jumlah Buah Pertanaman

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam jumlah buah tanaman cabai rawit berbeda sangat nyata pada pemberian PGPR (Tabel 7.) perlakuan pemberian PGPR *P. fluorecens* + Azetobacter sp. sebesar 27.33 pertanaman. Sedangkan jumlah buah tanpa pemberian PGPR sebesar 17.00. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi PGPR *P. fluorecens* + Azetobacter sp lebih memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah buah pada tanaman cabai rawit.

Rerata jumlah buah yang berbeda menunjukkan tiap perlakuan pemberian jenis PGPR menghasilkan jumlah rata-rata buah yang berbeda secara statistik. Rendahnya hasil rerata jumlah buah pada perlakuan tanpa pemberian PGPR diduga dipengaruhi oleh faktor waktu virus menginfeksi tanaman. Semakin muda umur tanaman terinfeksi virus maka metabolisme tanaman terganggu sehingga mengakibatkan pembentukan cabang berkurang dan pembentukan bunga menjadi tidak sempurna dan mempengaruhi jumlah buah (Sastrahidayat, 1990).

Tabel 7. Rerata Jumlah Buah Tanaman Cabai Rawit Setelah Diinfeksi Virus CMV

Perlakuan	$\bar{x} \pm$ Simpangan Baku
Tanpa PGPR (P0)	17.00 \pm 1.00 a
PGPR <i>B. subtilis</i> (P1)	24.67 \pm 1.52 c
PGPR <i>P. fluorescens</i> (P2)	18.33 \pm 1.15 ab
PGPR Azetobacter sp (P3)	23.00 \pm 3.88 c
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> (P4)	20.00 \pm 3.60 b
PGPR <i>B. subtilis</i> + Azetobacter sp (P5)	19.33 \pm 1.52 ab
PGPR <i>P. fluorescens</i> + Azetobacter sp (P6)	27.33 \pm 2.08 d
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> + Azetobacter sp (P7)	23.67 \pm 1.52 c

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf kesalahan 5%.

2. Bobot Buah Pertanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan pemberian PGPR memberikan pengaruh sangat nyata terhadap rerata bobot buah tanaman cabai rawit setelah diinfeksi virus CMV. Dari Tabel 8 dapat dilihat perbedaan bobot buah antar perlakuan PGPR. Bobot buah cabai rawit dengan dengan perlakuan PGPR *P. fluorescens* dan Azetobacter sp sebesar 24.57 g. Sedangkan bobot buah cabai rawit tanpa perlakuan PGPR sebesar 13.76 g per tanaman. Pemberian kombinasi PGPR *P. fluorescens* dan Azetobacter sp mempengaruhi bobot buah pada tanaman cabai rawit. Tanaman cabai rawit dengan perlakuan PGPR memiliki nilai bobot buah yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman cabai rawit tanpa perlakuan PGPR. Berdasarkan hasil pengamatan pemberian perlakuan ketiga jenis PGPR *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan Azetobacter sp dapat mempengaruhi produksi buah pada tanaman cabai rawit.

Tabel 8. Rerata Berat Buah Tanaman Cabai Rawit setelah Diinfeksi Virus CMV

Perlakuan	$\bar{x} \pm$ Simpangan Baku
Tanpa PGPR (P0)	13.76 \pm 0.45 a
PGPR <i>B. subtilis</i> (P1)	20.63 \pm 0.91 d
<i>P. fluorescens</i> (P2)	16.87 \pm 1.40 b
PGPR Azetobacter sp (P3)	19.66 \pm 3.00 cd
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> (P4)	20.36 \pm 4.12 d
PGPR <i>B. subtilis</i> + Azetobacter sp (P5)	17.70 \pm 1.31 bc
PGPR <i>P. fluorescens</i> + Azetobacter sp (P6)	24.57 \pm 3.32 e
PGPR <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> + Azetobacter sp (P7)	21.31 \pm 0.80 d

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf kesalahan 5%.

Perbedaan jumlah rerata buah yang dihasilkan pada perlakuan *P. fluorescens* dan *Azetobacter* sp diduga karena interaksi bakteri dalam memproduksi ZPT dan meningkatkan hormon pada tanaman seperti giberelin dan auksin. Peran interaksi giberelin dan auksin tidak hanya memacu perkembangan vegetatif tanaman tetapi juga pada fase perkembangan generatif. Auksin dan giberelin menginduksi pemanjangan dan aktivitas pembelahan sel, meningkatkan jumlah trakeid yang diperlukan untuk menyediakan unsur hara dalam perkembangan buah (de Jong *et al.*, 2009).



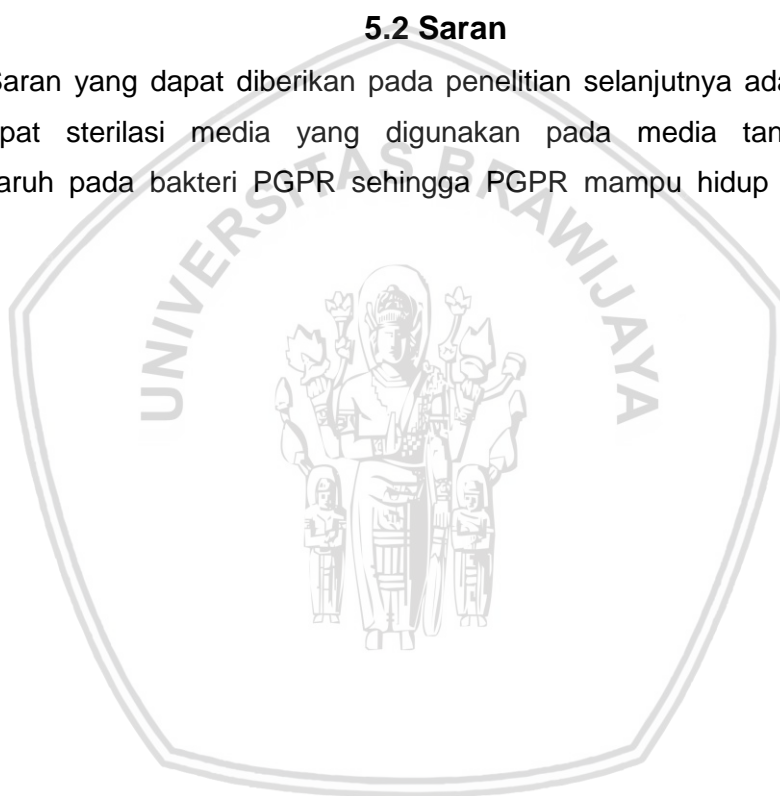
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian yakni Pemberian PGPR secara kombinasi lebih optimal dibandingkan dengan pemberian PGPR secara tunggal. PGPR secara kombinasi memberikan pengaruh terhadap masa inkubasi virus CMV, intensitas serangan penyakit CMV serta pertumbuhan yakni pada tinggi tanaman dan jumlah daun dan produksi tanaman meliputi jumlah buah dan bobot buah pertanaman pada tanaman cabai rawit.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian selanjutnya adalah memilih lebih tepat sterilasi media yang digunakan pada media tanam apakah berpengaruh pada bakteri PGPR sehingga PGPR mampu hidup dan tumbuh optimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan Jilid 3. Banyumedia. Malang.
- Agrios, G. N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Edisi ketiga. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Agrios, GN. 2005. Plant Pathology, Edisi ke-5. San Diego (US): Academic Press.
- Ashrafuzzaman, M., Farid Farid A.H, Muhammad R. I., Md. A. H., Muhammad, Z.I., S.M. Shahidullah., Sariah Meon. 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). Percikan: Vol 111 Edisi April 2010.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. Produksi Tanaman Sayuran Cabai Rawit (Ton). www.bps.go.id.
- Balfas, R. 2009. Status Penelitian Serangga Vektor Penyakit Kerdil Pada Tanaman Lada. Perspektif Vol. 8 (1) juni 2009. Hlm 42-51. ISSN:1412-8004.
- Bhattacharyya, P. dan Smith, D. 2012. Plant Growth-promoting Rhizobacteria (PGPR) : emergence in agriculture. World J. Microbiol. Biotechnol., 28(4), 1327-1350.
- Bos, L. 1990. Pengantar Virologi Tumbuhan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 226 Hlm.
- Cahyono, B. 2003. Cabai Rawit Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani. Yogyakarta: Kanisius.
- Calvo P., Nelson L. dan Kloepper J. 2014. Agricultural Uses of Plant Biostimulants. Plant Soil. 383(1) : 3-41.
- Choudry DK, Prakesh A dan JohriBN. 2007. Induced Systemic Resistance (ISR) in Plants: Mechanism of Action. Indian Journal of Microbiology 47 (4):289-297.
- de Jong M, Celestina M, Wim HV. 2009. The role of auxin and giberellin in tomato fruit set. J Exp Bot. 60(5):1523-1532.
- Department Of Crop Sciences. 1999. Report On Plant Disease : Mosaic Diseases Of Cucurbits. University Of Illinois at Urbana Champaign.
- Diansyah, B. 2012. Ketahanan Lima Varietas Semangka (*Citrullus vulgaris* Schard) Terhadap Infeksi Virus CMV (*Cucumber Mosaic Virus*). Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Dilfuza E. 2011. Indole acetic acid production by root associated bacteria and its role in plant growth and development. Di dalam Kellr AH, Fallon MD,

editor. Auxin: Structure, Biosynthesis, and Functions. New York (US):Nova Science Publisher Inc.

- Gardner, C. A., P. L. Bax, D. J. Bailey, A. J. Cavaliari. C. R. Clausen, G. A. Luce, J.m. Meece, P.A. Murphy, T. E. Piper, R. I Segebart. O,S Smith, C. W. Tiffany, M.W. Trimble, and B. N Wilson. 1990. Response of Corn Hybrid to Nitrogen Fertilizer. *J. Prod. Agrie.* 3 (1): 39-43.
- Hadiastono, T. 2010. *Virologi Tumbuhan Dasar.* Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Haefele, S.M., S. M. A., Jabbar, J. D. L. C. Siopongco, A, Tirol- Padre, S. Amarante, P.C. Stacruz, dan W. C. Cosico. 2008. Nitrogen Use Efficiency In Selected Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes Under Different Water Regimes and Nitrogen Levels. *Crop Res* 107: 137-146.
- Harpenas, A. dan Dermawan, R. 2010. *Budidaya Cabai Unggul.* Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ko, Sug-ju., Kook-Hyung. K., Su-Heon.L., Hoong-Soo., C. 2010. Characteristic of Cucumber Mosaic Virus Infecting Zucchini in Korea. *The Plant Pathology Journal.* 26 (2) : 139-148.
- Li W, Cui X, Meng Z, Huang X, Xie Q, Wu H. 2012. Transcriptional regulation of Arabidopsis MIR168a and argonaute 1 homeostasis in abscisic acid and abiotic stress responses. *Plant Physiology.* 158 : 1279-1292.
- Loper, J. E and Buyer JS *Molec Plant Microbe Interact* 4 (1991) 5-13
- Mang HG, Qian W, Zhu Y, Qian J, Kang HG, Klssig DF. 2012. Abscisic acid deficiency antagonizes high-temperature inhibition of disease resistance through enhancing nuclear accumulation of resistance proteins SNC1 and RPS4 in Arabidopsis. *Plant Cell.* 24 : 1271-1284
- Mantellin, S., Tourine B. 2004. Plant Growth-Promoting Bacteria and Nitrate Availability: Impacts on Root Development and Nitrate Uptake. *J Exp. Bot* 55 27-34.
- Nowak J dan Shulaev V *In Vitro Cell Dev Biol-Plant* 39 (2003):107-124
- Palukaitis P, Roossinck MJ, Dietzgen RG, Francki RIB. 1992. *Cucumber Mosaic Virus.* *Adv Virus Res.* 41:281-384. doi: 10.1016/S0065-3527(08)60039-1.
- Percival, GC. 2001. Induction of systemic Acquired Disease Resistance in Plant: Potential Implications for Disease Management in Urban Forestry. *Journal of Arboriculture* 27 (4): 181-192.
- Pieterse, C.M.J, S.C.M Van Erdd, J. Ton, J.A. Van Pelt dan L.C Van Loon. 2002. Signaling in Rhizobacteria – Induced Systemic Resistance in Arabidopsis Thaliana.
- Pracaya. 1994. *Bertanam Lombok.* Kanisius. Yogyakarta.

- Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian (PUSDATIN). 2015. Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura: Cabai. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral Kementerian Pertanian.
- RJ Cook, DM Weller, EA Youssef, D Vakoch, H Zhang Yield Responses of Direct-Seeded Wheat to Rhizobacteria and Fungicide Seed Treatment Plant Diseases, 86 (2002). 780-784.
- Sastrahidayat, I. R. 1990. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Usaha Nasional : Surabaya.
- Semangun, H. 2000. Penyakit - Penyakit Tanaman Hortikultura Di Indonesia. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Siadi, Ketut I. I Gusti Ngurah Raka dan I Gusti Ngurah Wisnu Purwadi. 2012. Produksi Benih cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Bebas TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) Melalui *Dry Heat Treatment*. Jurnal AGRITROP. 2 (1) : 77-84.
- Sticher, L., Mauch-Mani, B., and Métraux, J. P., 1997, Systemic acquired resistance. Annu. Rev. Phytopathol. 35:235-270.
- Stomberg A. 1994. Induced Systemic Resistance in Potato to Late Blight [Distertation]. Swedish University of Agricultural Science. Sweden.
- Taufik M, Astuti AP, Hidayat SH. 2005. Survei Infeksi *Cucumber Mosaic Virus* dan *Chilli Veinal Mottle Virus* Pada Tanaman Cabai dan Seleksi Ketahanan Beberapa Kultivar Cabai. Jurnal Agrikultura. 16: 146-152
- Taufik, M., Sri H. H., Sriani S., Gede S. an Sientje M. S. 2007. Ketahanan Beberapa Kultivar Cabai Terhadap *Cucumber Mosaic Virus* dan *Chilli Veinal Mottle Virus*. J. HPT Tropika. Vol 7 (2) : 130-139. ISSN 1411-7525.
- Verma, H.N. V.K Baranwal dan S. Srivastava. 1998. Alternatives Strategies for Engineering Virus Resistance in Plants. Didalam : Hadidi A, Khetrapal RK, Kugunazawa Press.
- Whipss, J. M. 2001. Microbial Interaction and Biocontrol in The Rhizosphere J exp Bot. 52:4.
- Wu S.C, Cao ZH, Li ZG, Cheung KC, Wong MH. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on corn growth: a greenhouse trial. Geoderma. 125:155-166.
- Zeller W. 2006. Status on Induced resistance against plant bacterial disease. Fitosanidad 10 (2): 99-103.
- Zitikaitė, I. J. Staniulis, L. Urbanavičienė, Dan M. Žižytė. 2011. *Cucumber Mosaic Virus* Identification in Pumpkin Plants. Žemdirbystė Agriculture, vol. 98 (4): 421–426. ISSN 1392-3196.

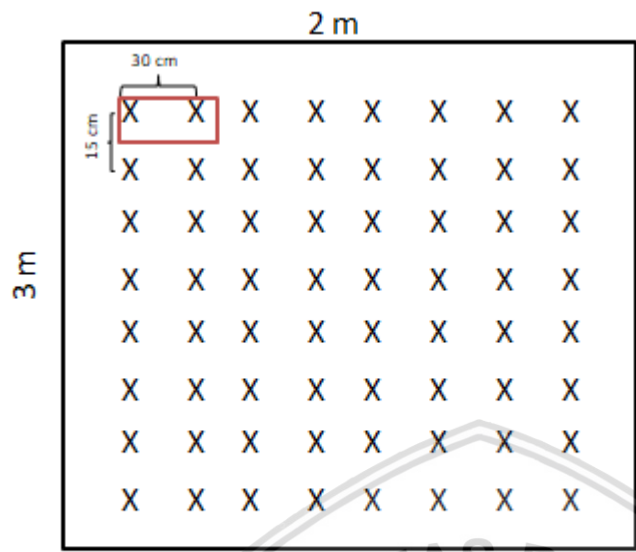
LAMPIRAN


Lampiran 1. Deskripsi Varietas Cabai Rawit

DESKRIPSI VARIETAS CABAI RAWIT CR 9

Nama varietas	Cabai Rawit CR 9
Adaptasi	Dataran rendah – menengah
Tipe pertumbuhan	Tanaman tinggi tegak dengan percabangan banyak
Warna buah immature	Hijau
Warna buah masak fisiologis	Merah
Umur Panen	95 – 100 hst
Ukuran buah	Panjang buah 4.0 – 5.0 cm
	Diameter buah 1.0 – 1.2 cm
Potensi hasil	1.0 – 1.2 kg / tanaman
Ketahanan	Toleran penyakit layu & virus keriting

Lampiran 2. Denah Penelitian



 = unit perlakuan



LAMPIRAN 3. Tabel Analisis Ragam

1.Lampiran Analisis Ragam Masa Inkubasi dan Gejala Penyakit CMV Pada Tanaman Cabai Rawit

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		P-value	
					5%	1%		
Perlakuan	7	104.32	14.90	8.62	**	2.66	4.03	0.000
Galat	16	27.67	1.73	KK = 10.86%				
Total	23	131.99						

2.Lampiran Analisis Ragam Intensitas Serangan CMV pada Tanaman Cabai Rawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		P-value	
					5%	1%		
Perlakuan	7	20.53	2.93	3.04	*	2.66	4.03	0.021
Galat	16	15.45	0.97	KK =				
Total	23	35.99	KK =		2.12%			

3.Lampiran Analisis Ragam Tinggi Tanaman Cabai Rawit

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		P-value	
					5%	1%		
Perlakuan	7	678.01	96.86	3.38	*	2.66	4.03	0.013
Galat	16	458.80	28.67	KK =11.28%				
Total	23	1136.81						

4.Lampiran Analisis Ragam Jumlah Buah Pertanaman Cabai Rawit

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5%	1%	
Perlakuan	7	264.00	37.71	7.07	**	2.66	4.03	0.000
Galat	16	85.33	5.33	KK = 10.66%				
Total	23	349.33						

5.Lampiran Analisis Ragam Jumlah Daun Pertanaman Cabai Rawit

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5%	1%	
Perlakuan	7	117.30	16.76	1.92	<i>tn</i>	2.66	4.03	0.112
Galat	16	139.66	8.73	KK = 7.07%				
Total	23	256.95						

6.Lampiran Analisis Ragam Berat Buah Pertanaman Cabai Rawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5%	1%	
Perlakuan	7	221.81	31.69	5.29	**	2.66	4.03	0.001
Galat	16	95.80	5.99	KK = 12.64%				
Total	23	317.61						

Lampiran 4. Denah Plot Penelitian

DENAH PERCOBAAN

