

**PENGARUH APLIKASI EKSTRAK DAUN  
TANAMAN PAGODA (*Clerodendrum paniculatum* L.)  
SEBAGAI AGENS PENGINDUKSI KETAHANAN  
TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)  
TERHADAP *Tobacco Mosaic Virus* (TMV)**

Oleh  
**NUR SIFA'ATUN SA'IDA**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

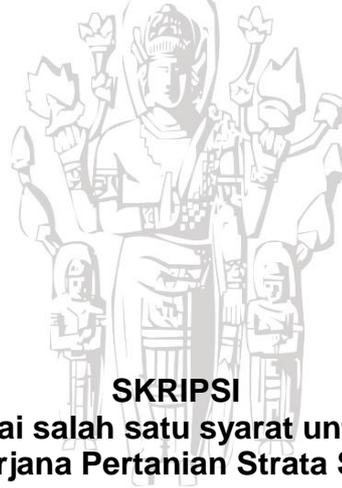


UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2017

**PENGARUH APLIKASI EKSTRAK DAUN  
TANAMAN PAGODA (*Clerodendrum paniculatum* L.)  
SEBAGAI AGENS PENGINDUKSI KETAHANAN  
TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)  
TERHADAP *Tobacco Mosaic Virus* (TMV)**

**OLEH  
NUR SIFA'ATUN SA'IDA  
125040201111319**

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



**SKRIPSI**

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

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**MALANG**

**2017**

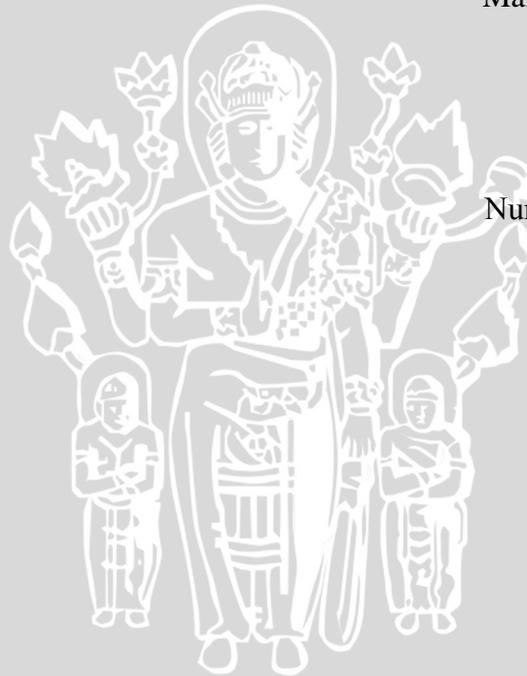
## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Januari 2017

Nur Sifa'atun Sa'ida

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Penelitian : Pengaruh Aplikasi Ekstrak Daun Tanaman Pagoda (*Clerodendrum paniculatum* L.) sebagai Agens Penginduksi Ketahanan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap *Tobacco Mosaic Virus* (TMV)

Nama Mahasiswa : Nur Sifa'atun Sa'ida

NIM : 125040201111319

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi



Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

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



Diketahui,  
Ketua Jurusan

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

Tanggal Persetujuan:



**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.  
NIP. 19590705 198601 1 003

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

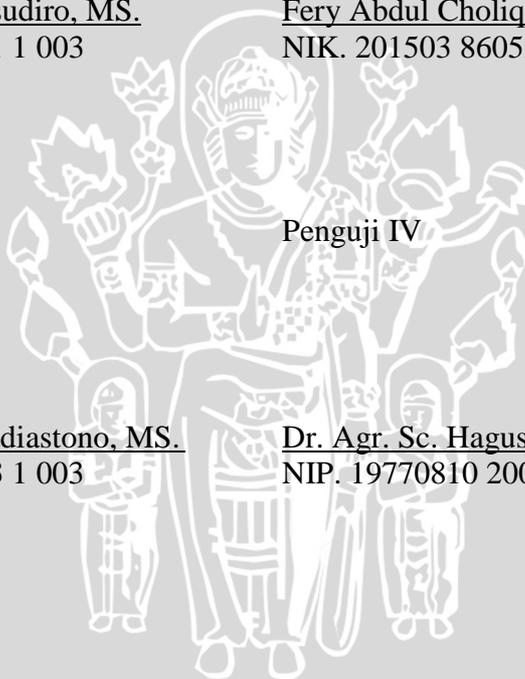
Penguji III

Penguji IV

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

Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP.  
NIP. 19770810 200212 1 003

Tanggal Lulus :



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Skripsi ini kupersembahkan untuk  
Kedua orang tuaku tercinta serta  
Adik - adikeku tersayang*

## RINGKASAN

**Nur Sifa'atun Sa'ida. 125040201111319. Pengaruh Aplikasi Ekstrak Daun Tanaman Pagoda (*Clerodendrum paniculatum* L.) sebagai Agens Penginduksi Ketahanan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap Tobacco Mosaic Virus (TMV). Dibawah Bimbingan Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. Dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc.**

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura dari famili Solanaceae yang tidak saja memiliki nilai ekonomi tinggi, tetapi juga karena buahnya yang memiliki kombinasi warna, rasa, dan nilai nutrisi yang lengkap. Rataan produksi cabai nasional masih mencapai 4,35 ton /ha, sementara potensi produksi cabai dapat mencapai lebih 10 ton/ha, sehingga produktivitas cabai nasional belum mendekati produktivitas yang sebenarnya. Salah satu penyebab diantaranya adalah infeksi virus tumbuhan seperti *Tobacco Mosaic Virus* (TMV). Penyakit yang disebabkan oleh TMV merupakan kendala utama yang dihadapi dalam budidaya cabai rawit. Salah satu agens biologis yang terdapat pada ekstrak daun pagoda diduga mampu meningkatkan ketahanan tanaman cabai rawit terhadap infeksi TMV. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh aplikasi ekstrak daun pagoda sebagai pemicu ketahanan sistemik terinduksi pada tanaman cabai rawit terhadap penyakit mosaik yang disebabkan oleh TMV, dan untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak daun pagoda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai rawit.

Penelitian dilaksanakan di Screen House Desa Karang Widoro, Kecamatan Dau, Malang dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Juni sampai Oktober 2016. Perlakuan pada penelitian ini yaitu tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda dan tanpa inokulasi TMV (kontrol negatif); tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda dan dengan inokulasi TMV (kontrol positif); Aplikasi ekstrak daun pagoda sebanyak 1 kali; 2 kali; 3 kali; dan 4 kali. Masing-masing perlakuan memiliki jarak frekuensi 7 hari dengan menggunakan konsentrasi 50%. Penelitian diatur menggunakan RAL yang diulang 4 kali, setiap ulangan terdiri dari 2 tanaman, sehingga total terdapat 40 tanaman uji. Variabel yang diamati diantaranya: masa inkubasi, intensitas penyakit, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah buah per tanaman, bobot buah pertanaman, dan kategori ketahanan tanaman. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) dilakukan dengan menggunakan uji F dengan taraf kesalahan 5%. Apabila berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kesalahan 5%.

Hasil penelitian menunjukkan, pemberian ekstrak daun pagoda sebanyak 3 kali dan 2 kali aplikasi dapat memperpanjang masa inkubasi TMV masing-masing 17,50 dan 13,75 hari setelah inokulasi, dapat menurunkan intensitas penyakit TMV masing-masing sebesar 10,10% dan 13,04 %. Kedua perlakuan tersebut memiliki kategori ketahanan yang sama, yaitu sama-sama tahan dibandingkan perlakuan yang lain. Selain itu, perlakuan aplikasi ekstrak daun pagoda sebanyak 3 kali dan 2 kali juga dapat memberikan pengaruh yang lebih baik dalam pertumbuhan dan produksi tanaman.

## SUMMARY

**Nur Sifa'atun Sa'ida. 125040201111319. Effect of Application Extract Pagoda Leaf (*Clerodendrum paniculatum* L.) as Agents of Resistance Inducers in Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens* L.) against Tobacco Mosaic Virus (TMV). Supervised by Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. and Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc.**

Cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.) is one of the horticultural crops of the Solanaceae family which not only has a high economic value, but also because of the fruit that has a combination of color, flavor, and full nutritional value. The average national chili production still reached 4.35 tons / ha, while the potential of chili production can reach over 10 tons / ha, so that national chili and productivity has not approached the actual productivity. One possible cause is a viral infection of plants such as Tobacco Mosaic Virus (TMV). Diseases caused by TMV is the main obstacle in the cultivation of chili. One biological agents contained in leaf extracts pagoda allegedly able to improve plant resistance to the cayenne against TMV infection. The purpose of this study is to determine the effect of extract application pagoda leaf as a trigger induced systemic resistance in cayenne plants to mosaic disease caused by TMV, and to determine the effect of the extract pagoda leaf on growth and production in cayenne pepper.

Research conducted at the Screen House in the village of Karang Widoro, District Dau, Malang and Laboratory of Plant Pathology, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University. Implementation of the study began in June to October 2016. The treatment in this study include: without the application of extracts pagoda leaf and without inoculation TMV (negative control); without the application of extract pagoda leaf and with inoculation TMV (positive control); Applications extract pagoda leaf 1 times; 2 times; 3 times; and 4 times. Each treatment was a frequency within 7 days by using a concentration of 50%. Research set using Complete Random Networks, which was repeated four times, each test consists of two plants, resulting in a total of 40 test plants. The variables measured are: the incubation period, the intensity of the disease, plant height, leaf number, number of fruit per plant, weight of fruit weight per plant, and the category of plant resistance. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) was performed using F test with a 5% error level.

The results showed, giving application extract pagoda leaf 3 times and 2 times can extend the incubation period TMV respectively 17,50 and 13,75 days after inoculation, and suppress the intensity of the disease respectively 10,10% and 13,04%. Two of these treatments have the same resistance category, which is equally resistant than other treatments. In addition, treatment applications extract pagoda leaf 3 times and 2 times can also provide a better effect in the growth and crop production.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, taufiq, hidayah, serta inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Aplikasi Ekstrak Daun Tanaman Pagoda (*Clerodendrum paniculatum* L.) sebagai Agens Penginduksi Ketahanan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap *Tobacco Mosaic Virus* (TMV)”. Skripsi ini disusun sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1).

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. selaku dosen pembimbing utama dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc. selaku dosen pembimbing pendamping atas bimbingan, saran, nasihat, dan kesabarannya dalam membimbing penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT) dan seluruh dosen atas arahan dan bimbingan yang diberikan serta karyawan Jurusan HPT, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan selama ini.

Penghargaan dan ucapan terima kasih yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua dan adik-adik tercinta atas do'a, kasih sayang, pengertian, dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Kepada rekan-rekan HPT 2012, Agroekoteknologi 2012, serta seluruh pihak atas do'a, bantuan, dukungan, dan kebersamaan selama ini, penulis sampaikan terima kasih.

Semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pertanian.

Malang, Januari 2017

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

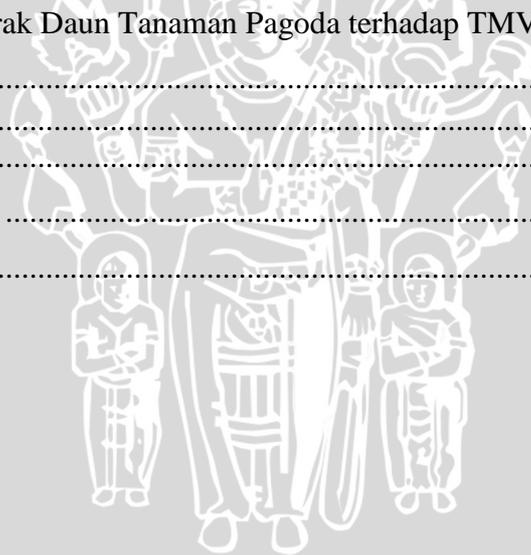
Penulis dilahirkan di Tuban pada tanggal 26 Mei 1994 dari pasangan bapak Slamet dan ibu Rukmiyatun. Penulis menempuh pendidikan di RA Muslimat NU Salafiyah Mandirejo pada tahun 1999-2000. Penulis menempuh pendidikan dasar di MI Salafiyah Mandirejo, Kecamatan Merakurak, Tuban pada tahun 2000-2009, kemudian melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di MTs Negeri Tuban pada tahun 2006-2009. Penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMA Darul Ulum 1 Unggulan BPP-Teknologi Peterongan, Jombang pada tahun 2009-2012. Pada tahun 2012, penulis diterima sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur penerimaan Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) jalur undangan dan memilih minat Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Manajemen Hama dan Penyakit Terpadu pada tahun 2015 dan Virologi pada tahun 2016. Penulis pernah aktif dalam Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) sebagai Staff Magang Departemen Administrasi dan Kesekretariatan (ADKES) pada periode 2014 dan sebagai Anggota Departemen Pengembangan Sumberdaya Anggota pada periode 2015. Penulis juga pernah aktif dalam kepanitiaan tingkat fakultas meliputi MENTARI 2013 sebagai divisi publikasi, dekorasi, dan dokumentasi (PDD), Kreasi Ilmiah 2014 sebagai divisi PDD, EKSPEDISI 2015 sebagai koordinator steering committee, PROTEKSI 2015 sebagai koordinator divisi PDD, dan ARTHROPODA 2015 sebagai divisi PDD. Penulis pernah mengikuti Program Teras Usaha Mahasiswa Agribisnis BRI-UB dan Pekan Mahasiswa Wirausaha (PMW). Penulis juga pernah melaksanakan magang kerja di PT. BISI International Tbk. wilayah kerja Kediri dan Malang pada tahun 2015.

## DAFTAR ISI

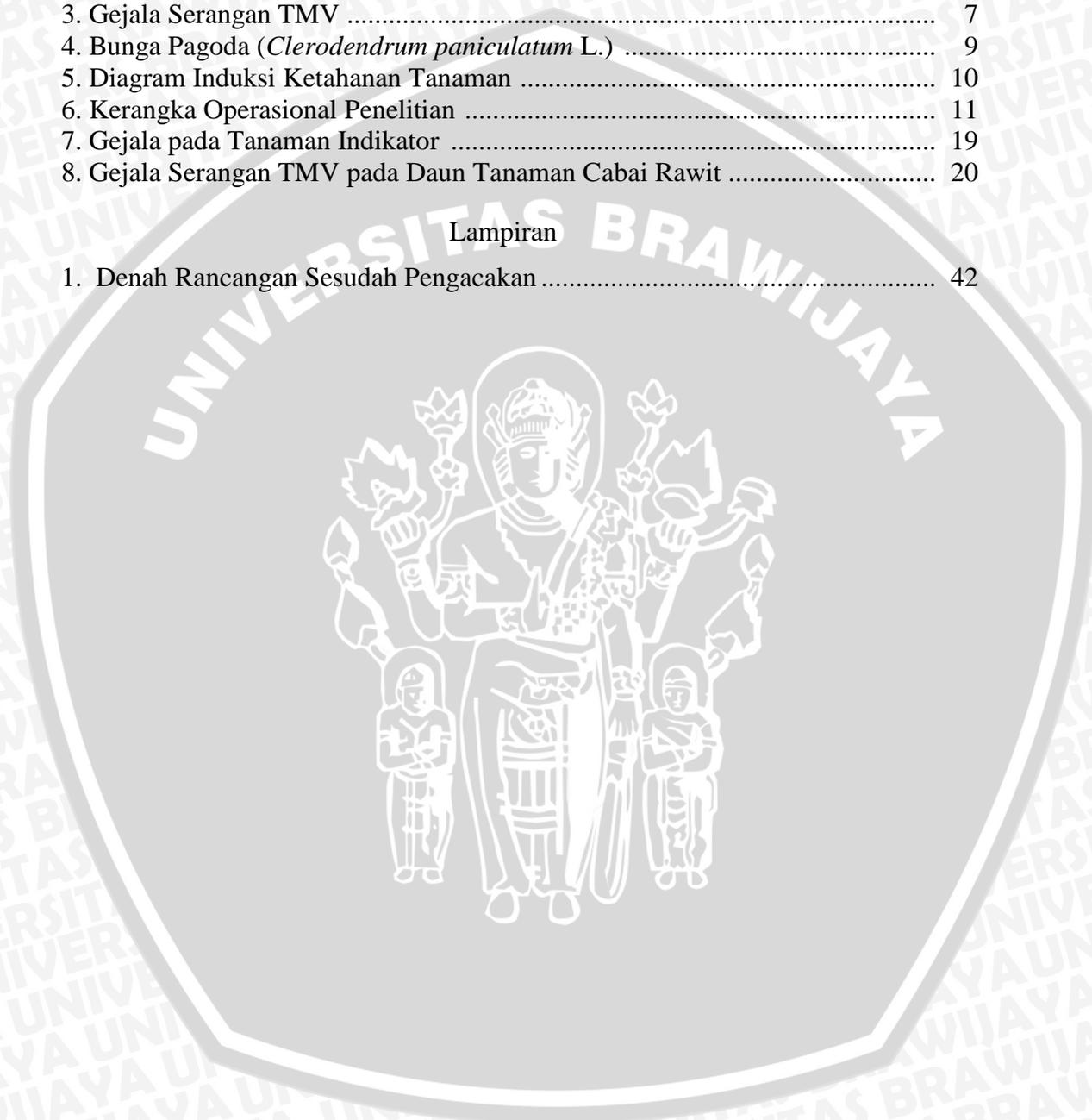
	<b>Halaman</b>
RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kerangka Konseptual Penelitian .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Hipotesis .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Karakteristik Tanaman Cabai Rawit .....	5
2.2 Diskripsi TMV .....	6
2.3 Tanaman Pagoda .....	8
2.4 Ketahanan Tanaman Terinduksi .....	9
<b>III. METODOLOGI</b> .....	<b>11</b>
3.1 Kerangka Operasional Penelitian .....	11
3.2 Tempat dan Waktu .....	12
3.3 Alat dan Bahan .....	12
3.4 Metode Penelitian .....	12
3.5 Persiapan Penelitian .....	13
3.5.1 Persiapan Inokulum dan Identifikasi Virus .....	13
3.5.2 Persiapan Media Tanam .....	13
3.5.3 Persiapan Benih Tanaman Uji .....	14
3.5.4 Persiapan Ekstrak Daun Pagoda .....	14
3.6 Pelaksanaan Penelitian .....	14
3.6.1 Metode Aplikasi Ekstrak Daun Pagoda .....	14
3.6.2 Metode Inokulasi Virus Secara Mekanis .....	14
3.6.3 Pemeliharaan Tanaman .....	15
3.7 Parameter Pengamatan .....	15
3.7.1 Masa Inkubasi Penyakit .....	15
3.7.2 Intensitas Penyakit .....	15
3.7.3 Pertumbuhan Tanaman .....	16

3.7.4 Produksi Tanaman .....	17
3.7.5 Penilaian Tingkat Ketahanan Tanaman .....	17
3.8 Analisis Data .....	18
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>19</b>
4.1 Masa Inkubasi dan Gejala Serangan TMV pada Tanaman Indikator .....	19
4.2 Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Intensitas Penyakit TMV pada Tanaman Cabai Rawit .....	20
4.2.1 Gejala TMV pada Tanaman Cabai Rawit .....	20
4.2.2 Masa Inkubasi TMV .....	21
4.2.3 Intensitas Penyakit .....	22
4.3 Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit .....	23
4.3.1 Tinggi Tanaman Cabai Rawit .....	23
4.3.2 Jumlah Daun Tanaman Cabai Rawit .....	24
4.4 Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Produksi Tanaman Cabai Rawit .....	25
4.4.1 Jumlah Buah Per Tanaman Cabai Rawit .....	25
4.4.2 Bobot Buah Per Tanaman Cabai Rawit .....	26
4.5 Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Ketahanan Tanaman Cabai Rawit .....	28
4.6 Hubungan Ekstrak Daun Tanaman Pagoda terhadap TMV .....	29
<b>V. PENUTUP .....</b>	<b>31</b>
5.1 Kesimpulan .....	31
5.2 Saran .....	31
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>32</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>36</b>



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kerangka Konseptual Penelitian .....	3
2.	Cabai Rawit .....	5
3.	Gejala Serangan TMV .....	7
4.	Bunga Pagoda ( <i>Clerodendrum paniculatum</i> L.) .....	9
5.	Diagram Induksi Ketahanan Tanaman .....	10
6.	Kerangka Operasional Penelitian .....	11
7.	Gejala pada Tanaman Indikator .....	19
8.	Gejala Serangan TMV pada Daun Tanaman Cabai Rawit .....	20
<b>Lampiran</b>		
1.	Denah Rancangan Sesudah Pengacakan .....	42



## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Pagoda pada Tanaman Cabai Rawit .....	12
2.	Rancangan Percobaan Perlakuan .....	13
3.	Masa Inkubasi dan Gejala Serangan pada Tanaman Indikator yang Diinokulasi TMV .....	19
4.	Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Rerata Masa Inkubasi TMV .....	21
5.	Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Intensitas Penyakit TMV .....	22
6.	Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Tinggi Tanaman Cabai Rawit ....	23
7.	Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Jumlah Daun Cabai Rawit .....	24
8.	Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Jumlah Buah Per Tanaman .....	26
9.	Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Bobot Buah Per Tanaman .....	27
10.	Nilai Indeks Ketahanan Lima Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Pagoda Terhadap Infeksi TMV .....	28

### Lampiran

1.	Hasil Analisis Ragam Masa Inkubasi TMV pada Tanaman Cabai Rawit .....	37
2.	Hasil Analisis Ragam Intensitas Serangan TMV pada Tanaman Cabai Rawit 28 Hari Setelah Inokulasi .....	37
3.	Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman Tanaman Cabai Rawit .....	37
4.	Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Cabai Rawit .....	37
5.	Hasil Analisis Ragam Jumlah Buah Tanaman Cabai Rawit .....	37
6.	Hasil Analisis Ragam Bobot Buah Tanaman Cabai Rawit .....	38
7.	Rerata enam variabel pengamatan lima perlakuan yang diinfeksi TMV .....	39
8.	Nilai Indeks Ketahanan Lima Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Pagoda Terhadap Infeksi TMV .....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Hasil Analisis Sidik Ragam Variabel Pengamatan .....	37
2. Penghitungan Kategori Ketahanan Tanaman .....	39
3. Denah Penelitian .....	42



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

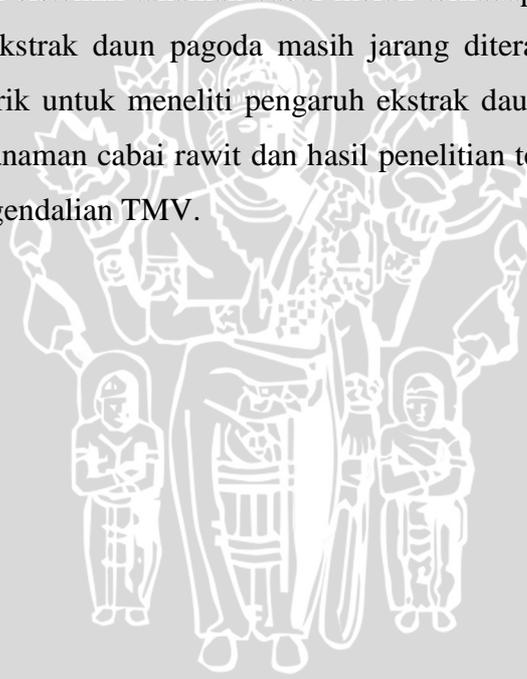
Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura dari famili Solanaceae yang tidak saja memiliki nilai ekonomi tinggi, tetapi juga karena buahnya yang memiliki kombinasi warna, rasa, dan nilai nutrisi yang lengkap (Kouassi *et al.*, 2012). Rodrigues dan Tam (2010) menyatakan cabai rawit digunakan sebagai bumbu masakan dan bahan obat. Varietas cabai rawit dengan tingkat kepedasan sedang dan tinggi digunakan baik dalam bentuk segar maupun olahan, sedangkan dengan tingkat kepedasan rendah digunakan untuk produksi oleoresin atau bahan pelengkap makanan (Sharma *et al.*, 2008). Secara umum, buah cabai rawit mengandung zat gizi antara lain lemak, protein, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, B1, B2, C, dan senyawa alkaloid seperti capsaicin, oleoresin, flavanoid, dan minyak esensial. Ikpeme *et al.* (2014) melaporkan bahwa di antara genus cabai, cabai rawit memiliki kandungan protein, abu, dan anthraquinone paling tinggi.

Rataan produksi cabai nasional masih mencapai 4,35 ton /ha, sementara potensi produksi cabai dapat mencapai lebih 10 ton/ha (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2010), sehingga produktivitas cabai nasional belum mendekati produktivitas yang sebenarnya. Salah satu penyebab diantaranya adalah infeksi virus tumbuhan seperti *Tobacco Mosaic Virus* (TMV). Kusumawati *et al.* (2013) mengemukakan bahwa penyakit yang disebabkan oleh TMV merupakan kendala utama yang dihadapi dalam budidaya cabai rawit. Serangan virus ini dapat menurunkan persentase produksi sebanyak 84,25% (Sukada *et al.*, 2014). Oleh karena itu, penyakit ini penting untuk diperhatikan karena dapat menyebabkan kerugian pada produksi cabai rawit. Tanaman yang terserang TMV menunjukkan gejala klorosis, keriting, distorsi, dan pengerdilan pada seluruh bagian tanaman (Agrios, 2005).

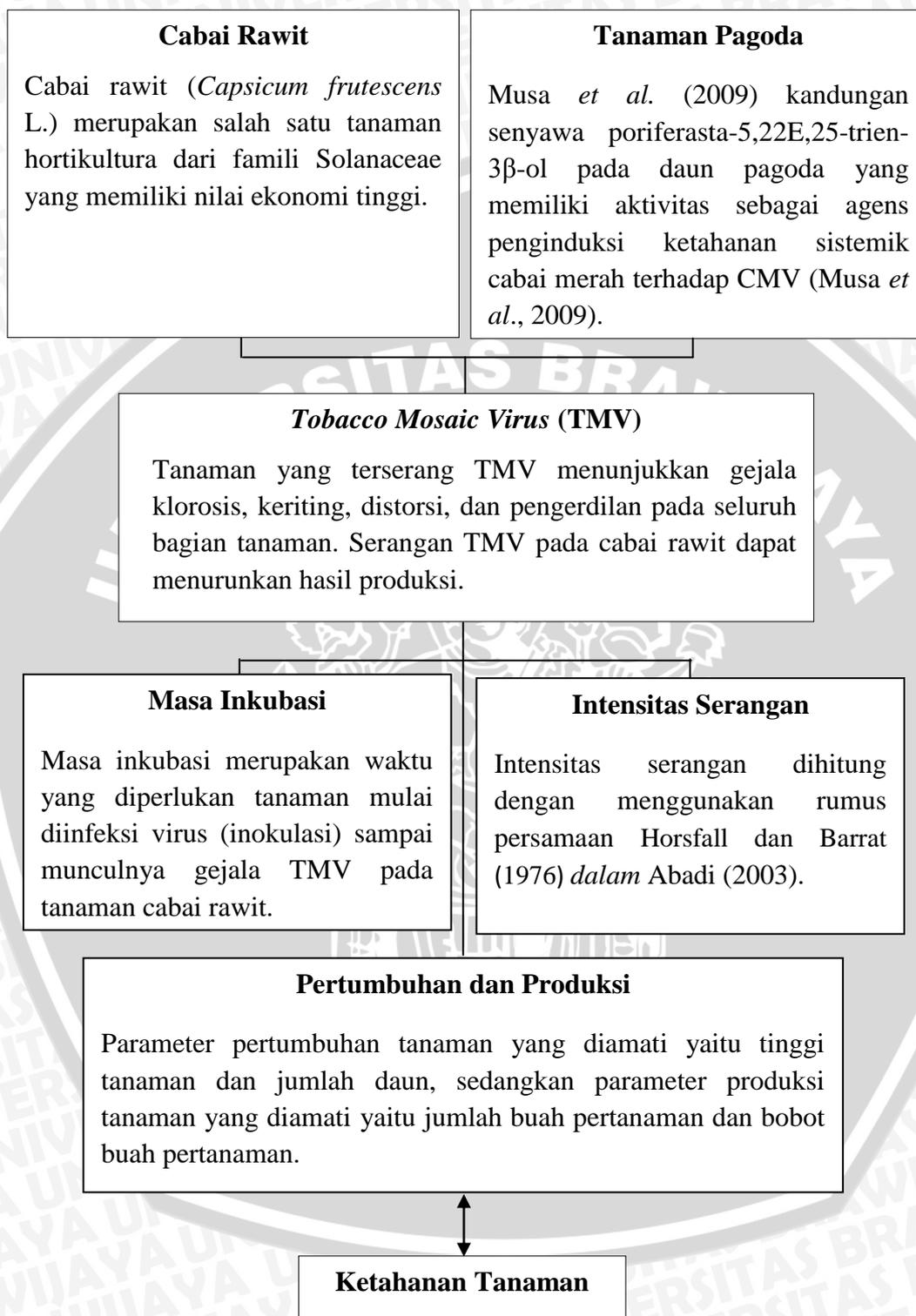
Sampai saat ini, para petani masih menggunakan benih bebas virus dalam mengendalikan TMV, namun ketersediaan kultivar komersial dengan sifat tahan terhadap virus tersebut masih terbatas. Ketahanan tanaman terhadap patogen tidak hanya diperoleh melalui program pemuliaan tanaman. Ketahanan tersebut dikenal

dengan Ketahanan Sistemik Terinduksi (KST), yang mana dapat diaktifkan dengan menginduksi gen-gen ketahanan yang terdapat di dalam tanaman dengan memanfaatkan agen penginduksi ketahanan (Kuc, 1987). Beberapa produk dari gen KST mempunyai sifat antimikrobia atau dapat dimasukkan ke dalam kelas protein anti mikrobia. Protein itu antara lain berupa b-1,3, glukukanase, kitinase, thaumatin, dan protein PR-1 (Kessman *et al.*, 1994).

Salah satu agens penginduksi yang mempunyai kemampuan dalam menginduksi ketahanan cabai merah terhadap *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) adalah ekstrak daun pagoda (*Clerodendrum paniculatum* L.) (Hersanti, 2003). Berdasarkan penelitian Musa *et al.* (2009) kandungan senyawa poriferasta-5,22E,25-trien-3 $\beta$ -ol pada daun pagoda yang memiliki aktivitas sebagai agen penginduksi ketahanan sistemik tanaman cabai merah terhadap CMV. Penelitian tentang penggunaan ekstrak daun pagoda masih jarang diterapkan pada TMV, sehingga penulis tertarik untuk meneliti pengaruh ekstrak daun tanaman pagoda terhadap TMV pada tanaman cabai rawit dan hasil penelitian tersebut diharapkan menjadi alternatif pengendalian TMV.



## 1.2 Kerangka Konseptual Penelitian



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah pemberian ekstrak daun pagoda konsentrasi 50% dengan jumlah aplikasi tertentu dapat berpengaruh dalam memperpanjang masa inkubasi dan menekan intensitas penyakit TMV pada tanaman cabai rawit?
2. Bagaimana pengaruh pemberian ekstrak daun pagoda konsentrasi 50% terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabai rawit?

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun pagoda konsentrasi 50% dengan jumlah aplikasi tertentu secara berulang dapat memperpanjang masa inkubasi dan menekan intensitas penyakit TMV pada tanaman cabai rawit.
2. Untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak daun pagoda konsentrasi 50% terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai rawit.

### 1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Pemberian tiga kali aplikasi ekstrak daun pagoda konsentrasi 50% merupakan aplikasi terbaik untuk dapat memperpanjang masa inkubasi dan menekan intensitas penyakit.
2. Pemberian aplikasi ekstrak daun pagoda konsentrasi 50% dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai rawit.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah memberikan informasi akan manfaat ekstrak daun pagoda (*Clerodendrum paniculatum* L.) sebagai penginduksi ketahanan sistemik cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap infeksi TMV. Selain itu, penelitian ini bermanfaat untuk alternatif pengendalian TMV.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Karakteristik Tanaman Cabai Rawit

Menurut Steenis (1997), tanaman cabai rawit diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub-divisio	: Angiospermae
Class	: Dicotyledonae
Famili	: Solanaceae
Genus	: Capsicum
Spesies	: <i>Capsicum frutescens</i> L.



Gambar 2. Cabai Rawit (Anak Tani, 2015)

Tanaman cabai rawit merupakan tanaman herba yang hidup lama, tegak, bercabang lebar, dan memiliki tinggi 0,5-1,5 meter. Daun tersebar pada seluruh permukaan tanaman. Helai daun memiliki tipe bulat telur memanjang atau bulat telur bentuk lanset dengan pangkal daun yang runcing dan ujung daun yang menyempit. Bunga terletak di ujung atau di ketiak daun dengan tangkai bunga yang tegak. Kelopak berbentuk seperti lonceng, dengan 5 gigi kecil, dan buah membesar di bagian bawah. Buah berbentuk bulat telur memanjang yang berwarna merah dan memiliki rasa yang sangat pedas (Steenis, 1997).

Tanaman cabai rawit memerlukan tanah yang memiliki tekstur lumpur berpasir atau liat berpasir, dengan struktur gembur. Selain itu, tanah harus mudah

mengikat air, memiliki solum yang dalam (minimal 1 m), memiliki daya menahan air yang cukup baik, tahan terhadap erosi dan memiliki kandungan bahan organik tinggi (Setiadi, 1987). Tanaman cabai rawit memerlukan derajat keasaman (pH) tanah antara 6,0 – 7,0 (pH optimal 6,5) dan memerlukan sinar matahari penuh (tidak memerlukan naungan). Tanaman dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada kondisi iklim 0-4 bulan basah dan 4-6 bulan dalam satu tahun, dengan curah hujan berkisar antara 600 mm-1.250 mm per tahun. Kelembaban udara yang cocok untuk tanaman cabai rawit adalah 60% -80%. Agar dapat tumbuh dengan baik dan bereproduksi tinggi, tanaman cabai rawit memerlukan suhu udara rata-rata tahunan berkisar antara 18°C-30°C (Cahyono, 2003).

## 2.2 Diskripsi TMV

*Tobacco Mosaic Virus* (TMV) adalah penyakit yang menyebabkan kerugian ekonomi yang menginfeksi tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) dan tanaman solanaceous lainnya di seluruh dunia. TMV menginfeksi 199 spesies yang berbeda dari 30 family. Namun, serangan TMV pada tanaman solanaceous yang paling menyebabkan kerugian (Bagley, 2001).

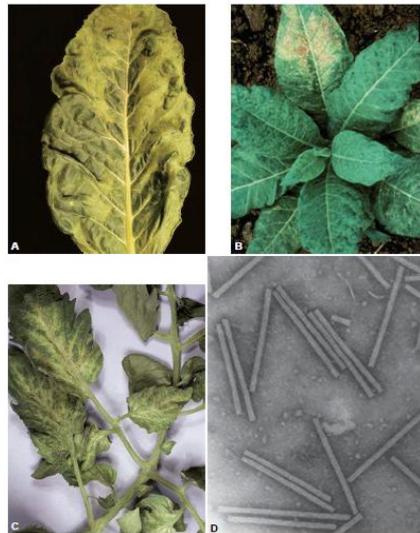
Dinamai *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) karena genus Tobamovirus berisi lebih dari selusin virus berbentuk batang dengan ukuran lebar partikel 18 nm dan panjang partikel 300 nm. Genom mereka terdiri dari satu positif untai tunggal RNA [(+) dsRNA] dari 6.400 nukleotida (6,4 kb). Mantel protein mereka terdiri dari satu spesies dari subunit protein yang diatur dalam heliks (Agrios, 2005).

TMV dapat bertahan dalam cairan perasan tanaman sakit selama beberapa bulan hingga beberapa tahun. Sifat fisik TMV antara lain titik panas inaktivasi antara 90°C sampai 93°C, titik batas pengenceran lebih dari  $10^{-6}$  dan ketahanan virus dalam cairan perasan pada temperatur kamar kurang lebih satu bulan (Nurhayati, 2012).

### Gejala Serangan *Tobacco Mosaic Virus*

*Tobacco Mosaic Virus* adalah penyakit yang sangat sulit untuk mengontrol karena menyebar begitu mudah. Penyakit ini ditularkan secara mekanis, mengakibatkan infeksi cepat dan efektif. Setelah tanaman rentan terinfeksi, gejala muncul dalam 7-14 hari setelah infeksi (hsi). Gejala pertama terjadi pada tanaman

yang baru terinfeksi *vein clearing*. Gejala yang menunjukkan *vein clearing* memungkinkan pembuluh angkut di daun akan lebih jelas terlihat. *Vein clearing* terlihat pada daun atas baru dan dapat dilihat lebih jelas pada 40°C dari 25°C (Dawson, 1999).



Gambar 3. Gejala serangan TMV : A. daun tembakau, B. tanaman tembakau, C. daun tomat, dan D. Partikel dari tobamovirus TMV. [Agrios, 2005]

Gejala terdiri dari berbagai tingkat bintik, klorosis, keriting, distorsi, dan pengerdilan daun (Gambar 3), bunga, dan seluruh tanaman. Dalam beberapa tanaman, daerah nekrotik berkembang pada daun (Agrios, 2005). Nurhayati (2012) menjelaskan bahwa gejala pada daun berupa *vein clearing* dimana tulang daun lebih jernih dari pada sekitarnya, daun kadang kala melengkung dan terdapat bercak berwarna kuning. Gejala selanjutnya daun akan mengalami klorotik tidak teratur sehingga terlihat jelas mosaik. Pada daun yang telah dewasa, gejala mosaik itu tidak begitu jelas. Tanaman yang terinfeksi sejak muda akan sangat terhambat pertumbuhannya sehingga menjadi kerdil, produksinya menurun atau bahkan tidak menghasilkan sama sekali.

### Penularan

TMV dapat ditularkan secara mekanik melalui tangan-tangan pekerja yang telah memegang daun-daun tembakau yang terinfeksi TMV. Virus ini tidak ditularkan melalui serangga vektor. Di lapangan, TMV dapat bertahan di dalam tanah, sisa atau daun-daun tembakau yang kering ataupun pada inang yang lain.

Tanaman inang TMV selain tembakau antara lain: mentimun, semangka, cabai, tomat, dan terung (Nurhayati, 2012).

### 2.3 Tanaman Pagoda

Umumnya bunga pagoda ditanam di taman, pekarangan rumah, atau di tepi jalan daerah luar kota sebagai tanaman hias. Tanaman ini merupakan tanaman perdu meranggas, tinggi 1–3 m. Batangnya dipenuhi rambut halus. Daun tunggal, bertangkai, dan letaknya berhadapan. Helaian daun berbentuk bulat telur melebar, pangkal daun berbentuk jantung, daun tua bercangap menjari, dan panjangnya dapat mencapai 30 cm. Bunganya majemuk berwarna merah, terdiri dari bunga-bunga kecil yang berkumpul membentuk piramida dan keluar dari ujung tangkai. buahnya berbentuk bulat (Gambar 4). Bunga pagoda dapat diperbanyak dengan biji. Bunga pagoda ini merupakan tanaman obat yang berkhasiat untuk berbagai macam penyakit pada manusia. Daun rasanya manis, asam, agak kelat, dan bersifat netral. Kandungan yang terdapat pada bunga pagoda yaitu alkaloid, garam kalium, dan zat samak (Dalimartha, 2003).

Hasil-hasil penelitian pada genus *Clerodendrum* seperti yang dilaporkan oleh Verma *et al.* (1996) bahwa senyawa aktif yang berukuran 34 kDa dari *C. aculeatum* dapat menginduksi tanaman tembakau yang terinfeksi oleh TMV. Senyawa aktif yang berukuran 34 kDa adalah protein. Hal yang sama dilaporkan oleh Prasad *et al.*, (1995) menemukan glikoprotein CIP-29 dan CIP-34 dari *C. inerme*, dapat menginduksi ketahanan sistemik tanaman tembakau terhadap TMV. Masing-masing protein tersebut menginduksi dengan derajat induksi yang berbeda yaitu: 16µg/ml untuk CIP-29 dan 800 µg/ml untuk CIP-34. Protein CIP-29 adalah sebuah manomer dengan massa molekul 29 kDa, sedangkan protein CIP-34 merupakan kompleks dengan massa molekul 34 kDa. Perbedaan dari hasil penelitian dengan hasil-hasil yang telah dilaporkan sebelumnya pada genus *Clerodendrum* dan pada tumbuhan lainnya terletak pada prosedur penelitian yang dilakukan.



Gambar 4. Bunga Pagoda (*Clerodendrum paniculatum* L.) (Knoll, 2015)

Senyawa poriferasta-5,22E,25-trien-3 $\beta$ -ol telah diisolasi untuk pertama kali dari daun *C. Paniculatum* L. yang memiliki aktivitas sebagai agen penginduksi ketahanan sistemik tanaman cabai merah terhadap CMV. Penemuan senyawa ini memiliki arti penting pada kemotaksonomi *Clerodendrum* karena dalam genus ini telah dilaporkan senyawa agen penginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen adalah protein (Musa *et al.*, 2009).

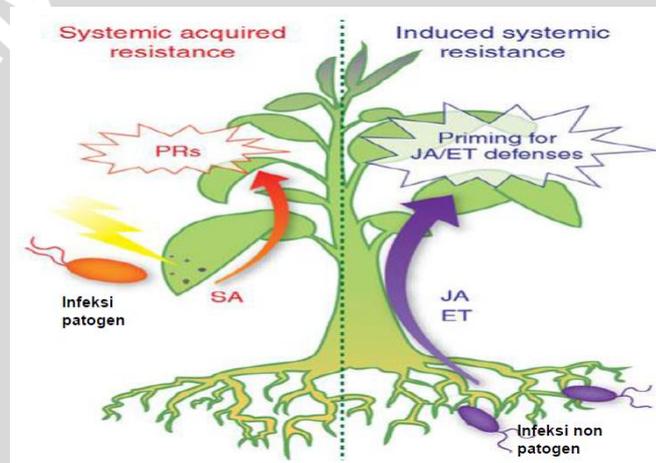
#### 2.4 Ketahanan Tanaman Terinduksi

Fenomena peningkatan ketahanan tanaman secara terinduksi dapat melalui proses *Systemic Acquired Resistance* (SAR) atau *Induced Systemic Resistance* (ISR) yang melibatkan berbagai jenis gen, enzim dan protein. Baik SAR maupun ISR sama-sama penting perannya untuk meningkatkan ketahanan tanaman. Induksi ketahanan dapat dipacu oleh beragam bahan penginduksi (elisitor), baik hayati maupun kimia (Supriadi dan Rosita, 2009). Ketahanan tanaman terhadap patogen ditunjukkan dengan ketahanannya terhadap infeksi patogen, namun dapat membatasi aktivitas patogen, sehingga patogen tidak dapat berkembang dan tidak dapat menyebabkan kerusakan berat (Agrios, 2005).

Secara ringkas, ilustrasi tentang proses peningkatan ketahanan tanaman melalui mekanisme SAR dan ISR digambarkan oleh Pieterse *et al.* (2009) (Gambar 5). Peningkatan ketahanan tanaman melalui SAR terjadi setelah adanya infeksi patogen secara lokal pada tanaman, kemudian tanaman yang terinfeksi mengaktifkan gen-gen yang berperan dalam ketahanan (*pathogenic related genes*; PR) yang memproduksi senyawa-senyawa kimia untuk pertahanan tanaman, seperti asam salisilat (SA). PR-protein yang paling banyak diproduksi adalah kitinase, diikuti oleh phenylalanine ammonia-lyase (PAL), b-1,3-glukanase, PR-1, dan peroksidase (Agrios, 2005). Selanjutnya, apabila tanaman yang sudah

terangsang ketahanannya itu diinfeksi oleh patogen lain maka tanaman akan dapat mempertahankan dirinya sehingga infeksi patogen tidak berkembang (misalnya terlokalisasi akibat sel-sel tanaman di sekitar tempat infeksi mati; disebut reaksi hipersensitif, HR).

Pemicu peningkatan ketahanan melalui ISR terjadi bukan karena infeksi patogen, tetapi oleh adanya infeksi mikroba non patogen pada perakaran, seperti bakteri, jamur atau mikoriza. Respon tanaman terhadap adanya infeksi mikroba nonpatogen, maka tanaman akan memproduksi senyawa-senyawa pertahanan tanaman, seperti asam jasmonat (JA) dan senyawa etilen (ET). Aktivasi senyawa pertahanan tersebut tidak berhubungan dengan peran gen-gen pertahanan (PR) seperti halnya pada SAR (Supriadi dan Rosita, 2009).

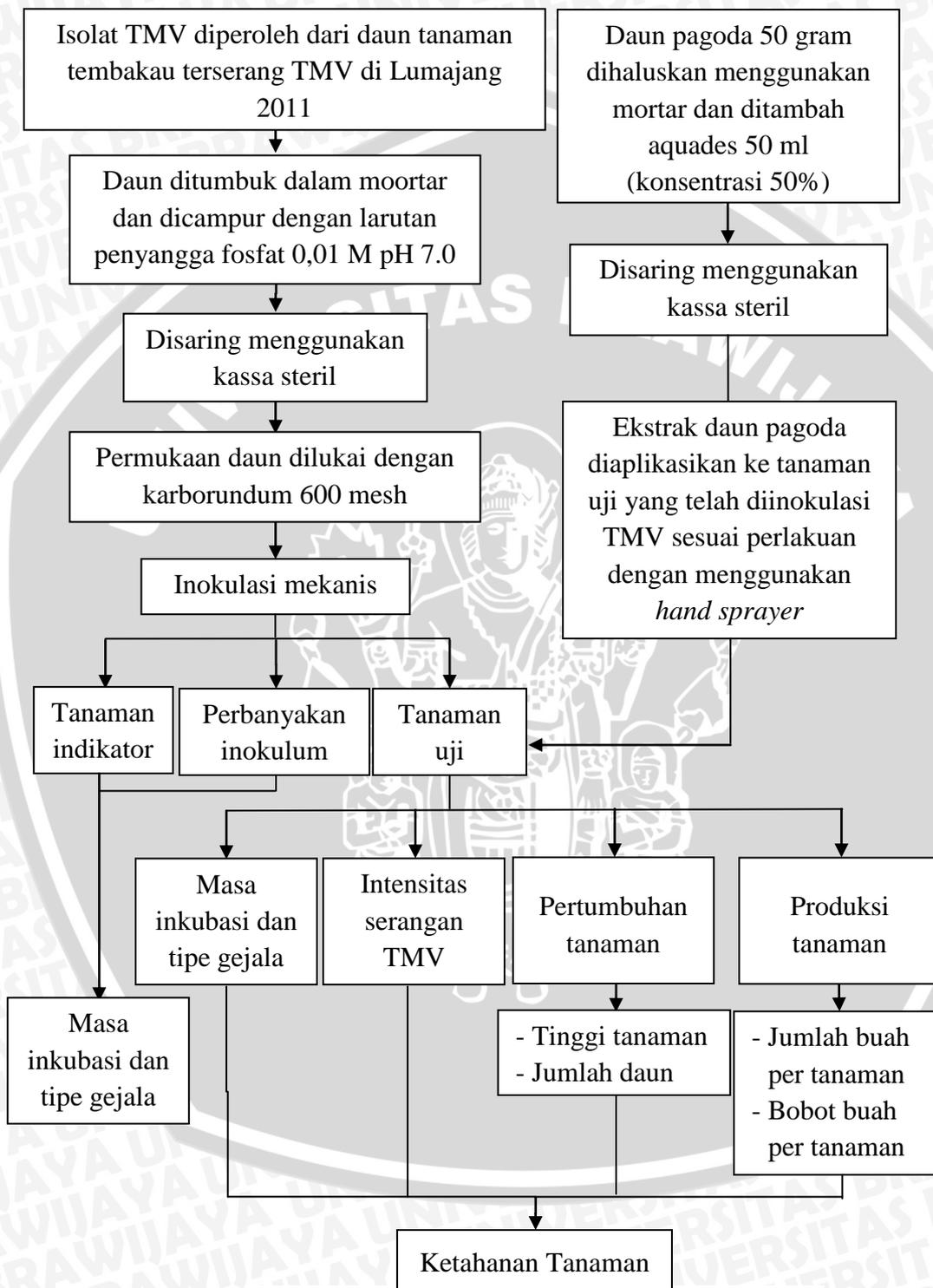


Gambar 5 Diagram induksi ketahanan tanaman melalui SAR dan ISR serta gen pertahanan tanaman (plant resistance gene; PRs) dan senyawa penginduksi ketahanan tanaman (asam salisilat, SA; asam jasmonat, JA; dan etilen, ET) (Pieterse *et al.*, 2009)

Mekanisme induksi ketahanan bersifat sistemik, berspektrum luas, dan tahan lama. Namun, efektifitasnya tergantung pada jenis senyawa yang digunakan, kondisi tanaman dan lingkungan tumbuh. Keberhasilan strategi induksi ketahanan bervariasi dari 20-85% (Walters *et al.*, 2005).

### III. METODOLOGI

#### 3.1 Kerangka Operasional Penelitian



Gambar 5. Kerangka Operasional Penelitian

### 3.2 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di *Screen House* Desa Karang Widoro, Kecamatan Dau, Malang dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian (FP), Universitas Brawijaya (UB). Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Juni sampai Oktober 2016.

### 3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mortar dan penumbuknya, timbangan analitik, gelas ukur, mistar, *hand sprayer*, *polybag* berukuran 5 kg, gunting, dan kamera digital.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih cabai rawit varietas Sonar, daun pagoda (*Clerodendrum paniculatum* L.), inokulum TMV didapatkan dari koleksi virus Laboratorium Penyakit Jurusan HPT, FP, UB, tanaman indikator berupa *Chenopodium amaranticolor* L. dan *Gomphrena globosa* L., karborundum 600 mesh, alkohol 70%, larutan penyangga fosfat 0,01 M pH 7,0, kain kasa steril, aquades, formalin 5%, pupuk urea, TSP, KCl, media tanam berupa tanah dan pupuk kandang.

### 3.4 Metode Penelitian

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 2 tanaman sehingga diperoleh 48 tanaman. Perlakuan tersebut dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Pagoda pada Tanaman Cabai Rawit

Kode	Perlakuan
P <sub>0-</sub>	Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda, tanpa inokulasi TMV
P <sub>0+</sub>	Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda, dengan inokulasi TMV
P <sub>1</sub>	Ekstrak daun pagoda konsentrasi 50% diaplikasi sebanyak 1 kali pada tanaman cabai rawit pada umur 14 hari setelah tanam (HST)
P <sub>2</sub>	Ekstrak daun pagoda konsentrasi 50% diaplikasi sebanyak 2 kali pada tanaman cabai rawit pada umur 14 HST dan 21 HST
P <sub>3</sub>	Ekstrak daun pagoda konsentrasi 50% diaplikasi sebanyak 3 kali pada tanaman cabai rawit pada umur 14, 21, dan 28 HST
P <sub>4</sub>	Ekstrak daun pagoda konsentrasi 50% diaplikasi sebanyak 4 kali pada tanaman cabai rawit pada umur 14, 21, 28, dan 35 HST

Tabel 2. Rancangan Percobaan Perlakuan

Perlakuan	Ulangan			
	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>
P <sub>0+</sub>	P <sub>0+</sub> U <sub>1</sub>	P <sub>0+</sub> U <sub>2</sub>	P <sub>0+</sub> U <sub>3</sub>	P <sub>0+</sub> U <sub>4</sub>
P <sub>0-</sub>	P <sub>0-</sub> U <sub>1</sub>	P <sub>0-</sub> U <sub>2</sub>	P <sub>0-</sub> U <sub>3</sub>	P <sub>0-</sub> U <sub>4</sub>
P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> U <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> U <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> U <sub>3</sub>	P <sub>1</sub> U <sub>4</sub>
P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> U <sub>1</sub>	P <sub>2</sub> U <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> U <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> U <sub>4</sub>
P <sub>3</sub>	P <sub>3</sub> U <sub>1</sub>	P <sub>3</sub> U <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> U <sub>3</sub>	P <sub>3</sub> U <sub>4</sub>
P <sub>4</sub>	P <sub>4</sub> U <sub>1</sub>	P <sub>4</sub> U <sub>2</sub>	P <sub>4</sub> U <sub>3</sub>	P <sub>4</sub> U <sub>4</sub>

### 3.5 Persiapan Penelitian

#### 3.5.1 Persiapan Inokulum dan Identifikasi Virus

Inokulum awal TMV yang digunakan dalam percobaan ini merupakan koleksi virus dari Laboratorium Penyakit Jurusan HPT, FP, UB. Inokulum tersebut berasal dari Lumajang pada tahun 2014 yang diperoleh dari tanaman tembakau yang terserang TMV dengan gejala *vein clearing*, klorosis, keriting, dan pengerdilan daun bunga, dan seluruh tanaman. Sebelum digunakan dalam percobaan, inokulum TMV terlebih dahulu dilakukan identifikasi dengan menggunakan tanaman indikator. Tanaman indikator yang digunakan ialah *Chenopodium amaranticolor* dan *Gomphrena globosa*.

#### 3.5.2 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan berupa campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1 : 1. Media tanam tersebut dicampurkan, kemudian disterilkan terlebih dahulu menggunakan formalin 5% dengan cara menyemprotkan ke permukaan media tanam secara merata. Sterilisasi menggunakan formalin berfungsi untuk mematikan mikroba dalam tanah (serangga, nematoda, dan vektor). Selanjutnya, media tanam ditutup menggunakan plastik selama lebih kurang 7 hari dan dibuka lalu dikeringanginkan. Setelah 7 hari, media tanam siap dipindahkan ke polybag berukuran 5 kg.

### 3.5.3 Persiapan Benih Tanaman Uji

Benih disemaikan pada media semai berupa plastik yang telah diisi dengan media tanam. Bibit dipindahkan dari media semai ke *polybag* berukuran 5 kg yang telah berisi media tanam yang telah disterilisasi setelah berumur lebih kurang 25 hari atau bibit yang telah memiliki tiga sampai empat helai daun.

### 3.5.4 Persiapan Ekstrak Daun Pagoda

Konsentrasi ekstrak daun pagoda yang digunakan adalah 50% yang didapatkan dari hasil perbandingan 1 bagian daun dan 1 bagian aquades (50 gram daun pagoda : 50 ml aquades). Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan konsentrasi yang sesuai untuk memicu ketahanan sistemik tanaman terhadap CMV (Hersanti, 2003). Daun ditimbang, dicuci bersih, dan ditambahkan aquades, kemudian dihaluskan menggunakan mortar yang telah disterilkan dengan menggunakan alkohol 70%. Ekstrak daun disaring menggunakan kain steril.

## 3.6 Pelaksanaan Penelitian

### 3.6.1 Metode Aplikasi Ekstrak Daun Pagoda

Penginduksi dilakukan dengan menyemprotkan ekstrak daun pagoda dengan konsentrasi 50% menggunakan *hand sprayer* pada dua helai daun cabai rawit termuda (bukan kotiledon). Setelah 30 menit aplikasi ekstrak, dilakukan pembilasan menggunakan aquades pada permukaan daun. Penyemprotan pertama diaplikasikan 24 jam sebelum inokulasi virus, selanjutnya diaplikasikan 7 hari sekali sesuai masing-masing perlakuan.

### 3.6.2 Metode Inokulasi Virus Secara Mekanis

Inokulasi TMV dilakukan 24 jam setelah aplikasi ekstrak daun pagoda. Inokulum diperoleh dengan cara daun tanaman cabai rawit sakit sebagai sumber inokulum TMV dicuci dengan menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan daun. Daun digunting dan dipisahkan dari tulang daunnya, kemudian ditambahkan larutan penyangga fosfat 0,01 M pH 7.0 dan ditumbuk dalam mortar steril. Hasil tumbukan disaring menggunakan kain kasa steril. Karborumdum 600 mesh terlebih dahulu ditaburkan pada permukaan daun, kemudian sap dioleskan pada permukaan daun yang telah diinduksi oleh

ekstrak daun pagoda secara searah. Karborundum berfungsi untuk melukai sel-sel daun sehingga sap dapat terserap tanpa menyebabkan kematian jaringan tanaman. Pembilasan menggunakan aquades dilakukan beberapa saat setelah proses inokulasi dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa karborundum.

### 3.6.3 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), sanitasi gulma, pemupukan, dan pemasangan ajir. Penyiraman dilakukan setiap hari hingga tanah pada *polybag* basah. Pengendalian OPT dilakukan secara manual dengan mengambil hama dan mematakannya. Sanitasi gulma dilakukan secara mekanik dengan mencabut gulma yang tumbuh di sekitar *polybag*. Pupuk yang diberikan yaitu urea, TSP, dan KCl. Dosis pemberian pupuk sesuai rekomendasi ialah 150 kg/ha urea atau 3,75 g/tanaman, 100 kg/ha TSP atau 2,5 g/tanaman, dan 100 kg/ha KCl atau 2,5 g/tanaman. Pupuk TSP dan KCl diberikan satu hari sebelum tanam, sedangkan urea diberikan dengan dua tahap, yaitu pada saat tanaman berumur 14 hari dan 28 hari. Pemasangan ajir dilakukan lebih kurang 2 minggu setelah tanam yang bertujuan untuk menopang pertumbuhan tanaman agar tanaman kokoh dan tidak mudah rebah.

## 3.7 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi masa inkubasi dan intensitas serangan, pertumbuhan tanaman, dan produksi tanaman.

### 3.7.1 Masa Inkubasi Penyakit

Masa inkubasi merupakan waktu yang diperlukan tanaman mulai diinfeksi virus (inokulasi) sampai munculnya gejala TMV pada cabai rawit. Pengamatan masa inkubasi dilakukan mulai satu hari setelah inokulasi sampai munculnya gejala pertama pada semua perlakuan.

### 3.7.2 Intensitas Penyakit

Pengamatan intensitas penyakit dimulai 7, 14, 21, dan 28 hari setelah inokulasi (HSI) bersamaan dengan pengamatan pertumbuhan tanaman. Intensitas

penyakit dihitung dengan menggunakan rumus persamaan menurut Horsfall dan Barrat (1976) dalam Abadi (2003) sebagai berikut.

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

Keterangan :

- I = intensitas serangan tiap tanaman
- n = jumlah daun dari tiap kategori serangan
- v = nilai atau skor dari setiap kategori serangan
- N = jumlah daun yang diamati tiap tanamn
- Z = nilai atau skor dari kategori serangan tertinggi

Skor intensitas serangan :

- 0 = daun sehat
- 1 = gejala mosaik < 50% dari luas daun
- 2 = gejala mosaik > 50% dari luas daun
- 3 = gejala mosaik, ukuran daun mengecil
- 4 = gejala mosaik, ukuran daun mengecil dan berkerut
- 5 = gejala mosaik, ukuran daun mengecil, berkerut serta menggulung ke bawah

### 3.7.3 Pertumbuhan Tanaman

Adapun parameter yang digunakan dalam menentukan pertumbuhan tanaman, yaitu:

#### a. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai ujung titik tumbuh tanaman. Satuan pengukuran adalah centimeter (cm). Waktu pengukuran tinggi tanaman dimulai dimulai 7, 14, 21, 28, 35, dan 42 HST, dengan interval waktu pengukuran satu minggu sekali.

#### b. Jumlah Daun

Parameter jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung jumlah helai daun pada tiap sampel tanaman yang sudah membuka sempurna. Perhitungan jumlah daun dilakukan setiap seminggu sekali bersamaan dengan pengamatan parameter tinggi tanaman.

### 3.7.4 Produksi Tanaman

Panen adalah kegiatan pemetikan hasil yang dilakukan pada saat buah cabai rawit telah memenuhi kriteria masak petik yaitu buah cabai yang telah berwarna merah merata dengan persentase kemasakan 75%-100%. Pemanenan pertama kali buah cabai rawit varietas sonar pada umur 73 HST. Panen selanjutnya dilakukan setiap satu minggu sekali pada hari yang sama setelah panen awal sampai 5 kali panen dalam satu periode panen pertama. Adapun parameter yang digunakan dalam menentukan produksi tanaman, yaitu:

#### a. Jumlah Buah per Tanaman

Perhitungan jumlah buah dengan cara memetik buah cabai beserta tangkainya. Jumlah buah dihitung dari semua buah yang terbentuk pada setiap tanaman kemudian dirata-rata.

#### b. Bobot Buah per Tanaman

Bobot buah dihitung dengan menimbang buah yang diperoleh setiap tanaman kemudian dirata-rata. Perhitungan bobot buah digunakan untuk mengetahui perbedaan bobot buah antara tanaman yang diinduksi ekstrak daun pagoda dan tanaman yang tidak diinduksi dengan ekstrak daun pagoda.

### 3.7.5 Penilaian Tingkat Ketahanan Tanaman

Penilaian tingkat ketahanan tanaman dari cabai rawit yang terinfeksi TMV didasarkan pada nilai indeks variable yang diamati. Perhitungan nilai indeks menurut Castillo *et al.* (1976) adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai Indeks Tertinggi} = \frac{\text{Jumlah tertinggi setiap variable yang diamati}}{\text{Jumlah nilai huruf variable tersebut}}$$

$$\text{Nilai Indeks Terendah} = \frac{\text{Nilai indeks tertinggi}}{\text{Nilai notasi tertinggi variable tersebut}}$$

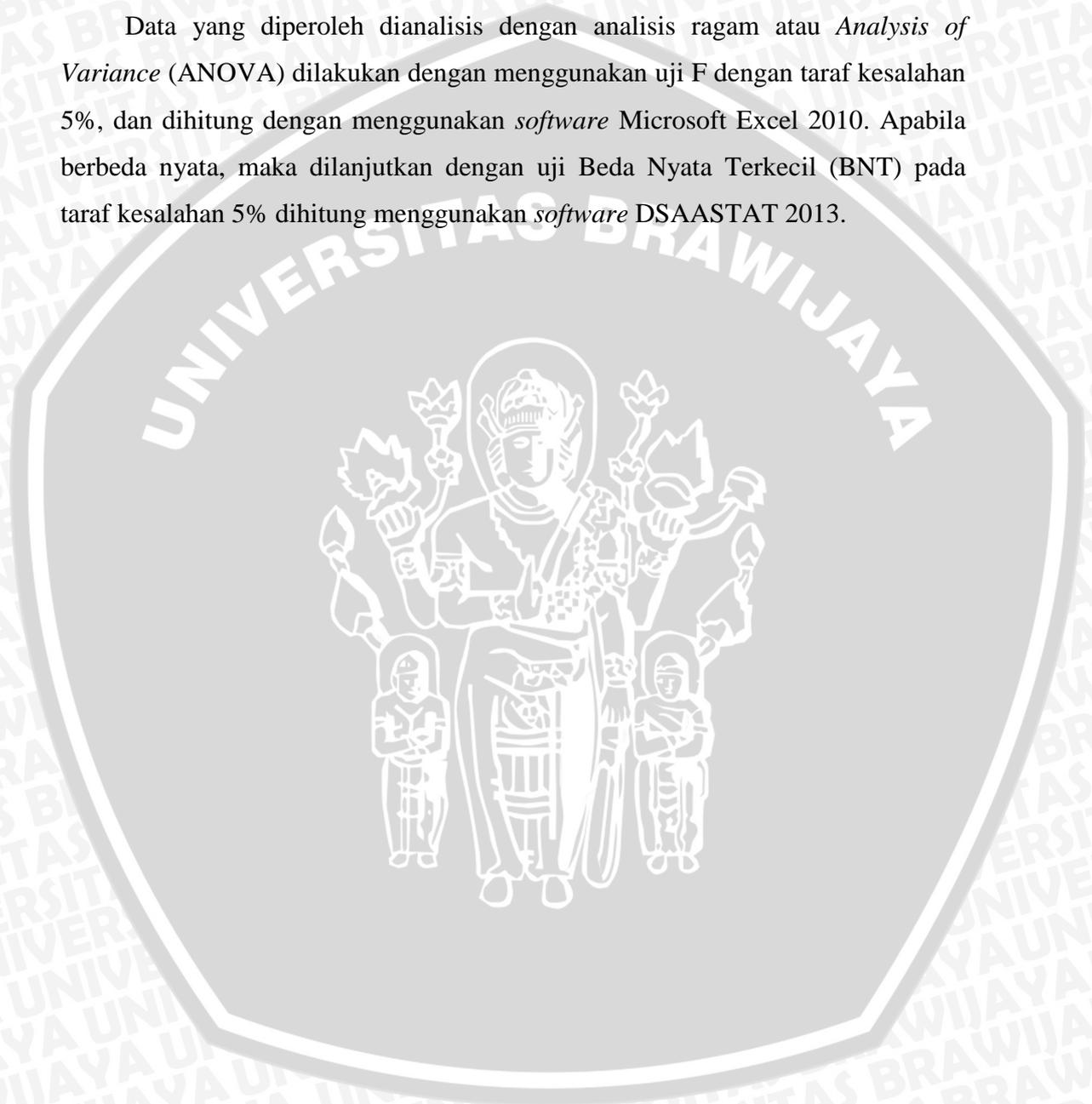
$$\text{Nilai Indeks Selanjutnya} = \frac{\text{Nilai indeks tertinggi} \times \text{nilai indeks yang mendampingi}}{\text{Jumlah nilai huruf variable tersebut}}$$

$$\text{Interval Ketahanan} = \frac{\text{Rerata indeks tertinggi} - \text{rerata indeks terendah}}{4 \text{ (tahan, agak tahan, rentan, sangat rentan)}}$$

Variabel yang digunakan untuk penilaian ketahanan adalah masa inkubasi, intensitas penyakit, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah buah per tanaman, dan bobot buah per tanaman.

### 3.8 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) dilakukan dengan menggunakan uji F dengan taraf kesalahan 5%, dan dihitung dengan menggunakan *software* Microsoft Excel 2010. Apabila berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kesalahan 5% dihitung menggunakan *software* DSAASTAT 2013.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Masa Inkubasi dan Gejala Serangan TMV pada Tanaman Indikator

Hasil pengamatan masa inkubasi dan gejala serangan pada tanaman indikator yang diinokulasi TMV tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Masa Inkubasi dan Gejala Serangan pada Tanaman Indikator yang Diinokulasi TMV

Tanaman Indikator	Reaksi Tanaman	Gejala	Masa Inkubasi
<i>Chenopodium amaranticolor</i> L.	+	Lesio lokal, dan malformasi	4-5 hsi
<i>Gomphrena globosa</i> L.	-	-	-

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa gejala pada tanaman indikator *Chenopodium amaranticolor* memiliki reaksi positif terhadap gejala, namun pada *Gomphrena globosa* tidak menunjukkan adanya gejala. Tanaman indikator *Chenopodium amaranticolor* yang diinokulasi TMV menimbulkan gejala yang bervariasi yang meliputi lesio lokal, dan malformasi (Gambar 6), gejala-gejala tersebut muncul pada daun yang diinokulasi saja. Hal ini sesuai dengan Plant Virus Online (2016) yang menyatakan bahwa tanaman *Gomphrena globosa* bukan termasuk inang dari TMV, sedangkan *Chenopodium amaranticolor* merupakan inang TMV yang menunjukkan gejala lesio lokal. Adanya variasi gejala yang ditemukan di lapang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti konsentrasi virus, faktor lingkungan dan faktor genetik tanaman (Matthews, 1992).



Gambar 6. Gejala pada tanaman indikator :  
1. lesio lokal, dan 2. malformasi

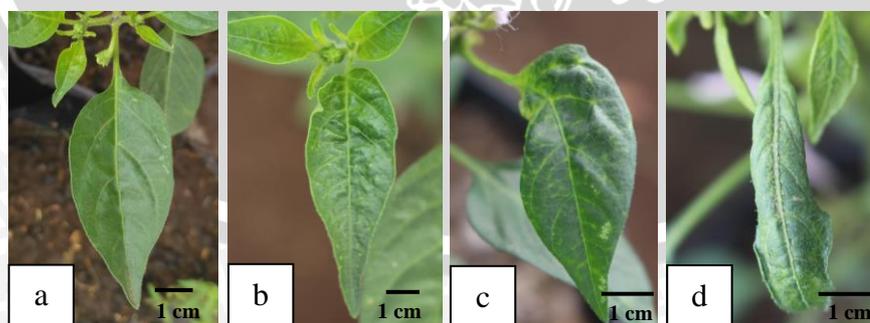
Gejala lesio lokal muncul pada hari ke 4 setelah inokulasi yang kemudian disertai dengan gejala malformasi yang muncul pada hari ke 5 setelah inokulasi.

Gejala lesio lokal ditunjukkan dengan bercak warna coklat, dan gejala malformasi ditunjukkan dengan daun menggulung ke bawah. Hasil penelitian ini didukung oleh Lartey *et al.* (1993) yang mengemukakan bahwa gejala TMV pada *Chenopodium amaranticolor* yaitu lokal lesio yang ditandai dengan nekrotik yang berukuran kecil, dan gejala tersebut muncul pada minggu pertama setelah inokulasi.

#### 4.2 Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Intensitas Penyakit TMV pada Tanaman Cabai Rawit

##### 4.2.1 Gejala TMV pada Tanaman Cabai Rawit

Gejala pada tanaman cabai rawit yang diinfeksi TMV yaitu daun mengalami mosaik, *vein clearing*, mengerut, malformasi (Gambar 7), dan kerdil. Gejala tanaman cabai rawit yang diinfeksi TMV menyebar secara sistemik, dengan gejala awal yaitu mosaik dan *vein clearing* pada daun muda yang kemudian diikuti gejala mengerut pada permukaan daun yang semakin meluas dan menyebabkan daun malformasi. Selain itu, gejala yang tampak pada tanaman cabai rawit yang terinfeksi TMV yaitu tanaman mengalami kekerdilan. Kekerdilan tersebut terjadi akibat serangan virus yang menghambat pertumbuhan tanaman. Hal ini diperkuat oleh Sikora (2004) yang menyatakan bahwa daun pada tanaman yang terinfeksi TMV menunjukkan gejala daun mengecil, keriting, dan berkerut. Tanaman yang terinfeksi di awal, perkembangan menjadi terhambat dan memiliki warna kekuningan. Gejala dapat bervariasi tergantung pada strain virus, waktu infeksi, dan kondisi lingkungan.



Gambar 7. Gejala serangan TMV pada daun tanaman cabai rawit : a. daun sehat, b. mosaik dan mengerut, c. *vein clearing*, dan d. malformasi

Gejala yang muncul pada daun tanaman cabai rawit diduga karena fungsi fisiologis tanaman terganggu akibat serangan TMV. Pengaruh infeksi virus terhadap fotosintesis yaitu terjadinya penurunan laju reaksi akibat penurunan jumlah klorofil, dan juga luasan daun yang semakin berkurang, khususnya untuk gejala malformasi daun dan mosaik (Hadiastono, 2001).

#### 4.2.2 Masa Inkubasi TMV

Berdasarkan analisis ragam diperoleh hasil yang signifikan (Tabel Lampiran 1), sehingga terjadinya pengaruh antar perlakuan terhadap masa inkubasi TMV.

Tabel 4. Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Rerata Masa Inkubasi TMV

Perlakuan	Rerata Masa Inkubasi TMV (HSI)
Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda, dengan inokulasi TMV	7,50 a
Aplikasi 1 kali ekstrak daun pagoda	11,25 ab
Aplikasi 2 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	13,75 bc
Aplikasi 3 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	17,50 c
Aplikasi 4 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	13,00 bc

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dibelakangnya menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT ( $\alpha = 5\%$ )

Pada Tabel 4, masa inkubasi paling lama yaitu pada perlakuan 3 kali aplikasi ekstrak daun pagoda sebesar 17,50 HSI dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 kali dan 3 kali aplikasi ekstrak daun pagoda, dengan nilai masing-masing sebesar 13,75 dan 13,00 HSI. Sedangkan untuk masa inkubasi tercepat yaitu pada perlakuan kontrol sebesar 7,50 HSI dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1 kali aplikasi ekstrak daun pagoda sebesar 11,25 HSI. Pada berbagai perlakuan terdapat kecenderungan perbedaan masa inkubasi, akan tetapi tanaman cabai rawit yang diberi perlakuan ekstrak daun pagoda berhasil menekan perkembangan virus pada tanaman dibandingkan dengan tanpa aplikasi ekstrak, sehingga masa inkubasi TMV menjadi lebih lama dibanding dengan tanaman tanpa perlakuan ekstrak daun pagoda. Menurut Muis (2002) perbedaan periode inokulasi disebabkan jaringan tanaman masih muda sehingga memudahkan bagi patogen untuk masuk dan berkembang.

Menurut Wahyuni (1999), selain dipengaruhi oleh induksi ekstrak tanaman, gejala penyakit virus dapat dipengaruhi oleh jenis tanaman inang. Bos (1983)

menyatakan bahwa gejala tanaman yang terinfeksi virus ditentukan oleh keberhasilan virus bermultiplikasi dalam jaringan, sedangkan tanggapan inang bergantung pada kerentanannya yaitu kesiapan tanaman untuk menerima virus dan membantu perbanyakannya.

#### 4.2.3 Intensitas Penyakit TMV

Rerata intensitas penyakit tanaman cabai rawit yang tidak diinokulasi TMV, diinokulasi TMV dan diberi perlakuan ekstrak daun pagoda tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Intensitas Penyakit TMV

Perlakuan	Rerata Intensitas Penyakit (%)
Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda, dengan inokulasi TMV	34,50 c
Aplikasi 1 kali ekstrak daun pagoda	14,66 ab
Aplikasi 2 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	13,04 ab
Aplikasi 3 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	10,10 a
Aplikasi 4 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	22,40 b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dibelakangnya menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT ( $\alpha = 5\%$ )

Berdasarkan analisis ragam diperoleh hasil yang signifikan, sehingga terjadi pengaruh antar perlakuan terhadap intensitas penyakit TMV (Tabel Lampiran 2). Intensitas penyakit terendah yaitu pada perlakuan 3 kali aplikasi ekstrak sebesar 10,10% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 kali dan 1 kali aplikasi ekstrak masing-masing sebesar 13,04% dan 14,66%. Sedangkan intensitas penyakit tertinggi yaitu pada perlakuan kontrol sebesar 34,50% yang berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Adanya kenampakan gejala akibat serangan TMV pada tanaman yang diinduksi menunjukkan bahwa ekstrak daun pagoda tidak membuat tanaman cabai rawit tahan terhadap TMV, tetapi menekan tingkat serangan TMV. Hal ini sependapat dengan pernyataan Suganda *et al.* (2002) bahwa penginduksian ketahanan dengan perlakuan eksternal tidak menjadikan tanaman menjadi imun atau tidak terserang sama sekali, tetapi hanya meningkatkan derajat ketahanan dan menghambat perkembangan penyakit.

### 4.3 Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit

#### 4.3.1 Tinggi Tanaman Cabai Rawit

Aplikasi ekstrak daun pagoda berpengaruh nyata terhadap rerata tinggi tanaman cabai rawit berdasarkan analisis ragam (Tabel Lampiran 3). Rerata tinggi tanaman cabai rawit yang tidak diinokulasi TMV, diinokulasi TMV dan diberi perlakuan ekstrak daun pagoda tercantum pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Tinggi Tanaman Cabai Rawit

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm)
Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda, tanpa inokulasi TMV	42,18 ab
Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda, dengan inokulasi TMV	36,35 a
Aplikasi 1 kali ekstrak daun pagoda	44,05 ab
Aplikasi 2 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	48,95 bc
Aplikasi 3 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	55,60 c
Aplikasi 4 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	45,15 ab

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dibelakangnya menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT ( $\alpha = 5\%$ )

Pada tabel 6 menunjukkan bahwa rerata tinggi tanaman tertinggi yaitu pada perlakuan 3 kali aplikasi ekstrak daun pagoda sebesar 55,60 cm dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 kali aplikasi ekstrak sebesar 48,9 cm. Rerata tinggi tanaman terendah yaitu pada perlakuan kontrol dengan inokulasi (kontrol positif) sebesar 36,35 cm, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1 kali , 2 kali aplikasi ekstrak, dan kontrol tanpa inokulasi TMV (kontrol negatif) masing-masing sebesar 44,05 cm, 45,15 cm, dan 42,18 cm. Pada tanaman cabai rawit tanpa perlakuan mengalami penghambatan pertumbuhan. Menurut Agrios (1996), tanaman yang terserang virus akan terjadi penurunan zat pengatur tumbuh (hormon) dan peningkatan kadar senyawa penghambat pertumbuhan. Gejala dari TMV dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil, namun dengan pengaplikasian ekstrak daun pagoda dapat menekan intensitas penyakit sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik.

Tanaman cabai rawit yang diberi perlakuan ekstrak daun pagoda menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman. Hal ini diduga adanya senyawa dalam daun pagoda dapat merangsang hormon pertumbuhan

pada tanaman yang diinduksi ekstrak daun pagoda untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Diduga hormon yang dirangsang oleh ekstrak daun pagoda yaitu asam salisilat, karena hasil penelitian Hersanti dan Subroto (2010) dijelaskan bahwa ekstrak daun *C. paniculatum* mampu meningkatkan kandungan asam salisilat dalam daun cabai merah dengan rata-rata kandungan asam salisilat dalam tanaman cabai merah yang diinduksi ekstrak *C. paniculatum* meningkat 1,2 – 5 kali dibandingkan dengan tanaman kontrol baik pada saat pengamatan 24 jam setelah penginduksian sampai 21 HSI CMV. Menurut Ahanger *et al.* (2014), asam salisilat merupakan zat pengatur tumbuh (hormon pertumbuhan tanaman) endogen berasal dari senyawa fenol di alam. Hormon pertumbuhan ini secara aktif terlibat dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

#### 4.3.2 Jumlah Daun Cabai Rawit

Berdasarkan hasil dari analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak daun pagoda berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman cabai rawit (Tabel Lampiran 4). Rerata jumlah daun tanaman cabai rawit yang tidak diinokulasi TMV, diinokulasi TMV dan diberi perlakuan ekstrak daun pagoda tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Jumlah Daun Cabai Rawit

Perlakuan	Rerata Jumlah Daun
Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda dan tanpa inokulasi TMV	76,00 bc
Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda dengan inokulasi TMV	42,25 a
Aplikasi 1 kali ekstrak daun pagoda	81,25 bc
Aplikasi 2 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	84,25 bc
Aplikasi 3 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	91,50 c
Aplikasi 4 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	71,00 b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dibelakangnya menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT ( $\alpha = 5\%$ )

Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan 3 kali aplikasi ekstrak daun pagoda berbeda nyata dengan perlakuan kontrol positif dan aplikasi 4 kali ekstrak daun pagoda, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol negatif, aplikasi ekstrak 1 kali, dan 2 kali. Rerata jumlah daun terbanyak yaitu pada perlakuan 3 kali aplikasi ekstrak daun pagoda sejumlah 91,50 helai, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 kali, 1 kali aplikasi ekstrak, dan kontrol negatif

masing-masing sebesar 84,25 helai, 81,25 helai, dan 76,00 helai. Rerata jumlah daun terendah yaitu pada perlakuan kontrol positif sejumlah 42,25 helai. Tanaman cabai rawit yang diberi perlakuan ekstrak daun pagoda dapat meningkatkan jumlah daun pada tanaman tersebut. Jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol positif, aplikasi 1, 2, dan 3 kali ekstrak daun pagoda dapat meningkatkan 2 kali lipat jumlah daun. Namun pada perlakuan aplikasi 4 kali ekstrak mengalami penurunan jumlah daun dibandingkan dengan perlakuan 3 kali aplikasi ekstrak. Hal ini diduga karena jumlah aplikasi ekstrak daun pagoda yang terlalu banyak dapat menyebabkan dampak negatif bagi pertumbuhan tanaman. Selain itu, faktor lain yang menyebabkan penurunan jumlah daun pada tanaman cabai rawit yang terserang TMV adalah kecepatan masa inkubasi virus yang menyebabkan tingginya intensitas serangan, sehingga menyebabkan gangguan pada pertumbuhan tanaman.

Tanaman yang terserang TMV dapat menyebabkan daun bergejala mosaik, mengkerut, malformasi, dan daun mudah rontok. Akibat mudah rontoknya daun oleh serangan TMV menyebabkan jumlah daun berkurang lebih banyak, sehingga mempengaruhi proses fotosintesis yang dapat berdampak negatif pada hasil akhir tanaman. Menurut Goodman *et al.* (1986), pengurangan lebar daun tanaman cabai yang diinokulasi TMV akan mengurangi fotosintesis yang mengakibatkan berkurangnya fotosintat yang pada akhirnya akan menurunkan pertumbuhan vegetatif tanaman.

#### **4.4 Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda Terhadap Produksi Tanaman Cabai Rawit**

##### **4.4.1 Jumlah Buah Per Tanaman Cabai Rawit**

Pemanenan dilakukan pada saat tanaman cabai rawit berumur 11 minggu setelah tanam (MST). Dari hasil pemanenan dapat dilakukan pengukuran bobot buah dan penghitungan jumlah buah. Rerata jumlah buah tanaman cabai rawit yang tidak diinokulasi TMV, diinokulasi TMV dan diberi perlakuan ekstrak daun pagoda tercantum pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Jumlah Buah Per Tanaman

Perlakuan	Rerata Jumlah Buah
Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda dan tanpa inokulasi TMV	36,50 b
Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda , dengan inokulasi TMV	20,50 a
Aplikasi 1 kali ekstrak daun pagoda	45,75 bc
Aplikasi 2 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	46,25 bc
Aplikasi 3 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	48,25 c
Aplikasi 4 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	36,00 b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dibelakangnya menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT ( $\alpha = 5\%$ )

Analisis ragam menunjukkan hasil pemberian ekstrak daun pagoda berpengaruh nyata terhadap jumlah buah tanaman cabai rawit (Tabel Lampiran 5). Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan 3 kali aplikasi ekstrak daun pagoda berbeda nyata dengan perlakuan kontrol positif, kontrol negatif, dan 4 kali aplikasi ekstrak, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 kali dan 1 kali aplikasi ekstrak. Rerata jumlah buah tertinggi yaitu pada perlakuan 3 kali aplikasi sebesar 48,25 buah per tanaman, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 kali dan 1 kali aplikasi ekstrak masing-masing sebesar 46,25 dan 45,75 buah per tanaman. Rerata jumlah buah terendah yaitu pada perlakuan kontrol positif sebesar 20,50 buah per tanaman. Tanaman cabai rawit yang diinduksi dengan ekstrak daun pagoda dapat meningkatkan jumlah buah sebanyak 2 kali lipat dibandingkan dengan perlakuan kontrol positif.

Pada 4 kali aplikasi ekstrak daun pagoda, menghasilkan jumlah buah terendah dibandingkan aplikasi 1 kali, 2 kali, dan 3 kali. Hal ini diduga karena adanya pengaruh pada pertumbuhan tanaman yang terganggu, sehingga berdampak negatif juga terhadap produksi yang dihasilkan. Pernyataan ini di dukung oleh Hadiastono (2003), bahwa dengan terhambatnya pertumbuhan tanaman ternyata berpengaruh pada bobot basah, bobot kering, jumlah buah dan bobot buah. Menurut Duriat (1996), adanya serangan virus yang akan mempengaruhi metabolisme tanaman sehingga produksi buah menurun.

#### 4.4.2 Bobot Buah Per Tanaman Cabai Rawit

Analisis ragam menunjukkan hasil frekuensi pemberian ekstrak daun pagoda berpengaruh nyata terhadap bobot buah tanaman cabai rawit (Tabel

Lampiran 6). Rerata bobot buah tanaman cabai rawit yang tidak diinokulasi TMV, diinokulasi TMV dan diberi perlakuan ekstrak daun pagoda tercantum pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengaruh Ekstrak Daun Pagoda terhadap Bobot Buah Per Tanaman

Perlakuan	Rerata Bobot Buah (g)
Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda dan tanpa inokulasi TMV	57,72 bc
Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda, dengan inokulasi TMV	32,88 a
Aplikasi 1 kali ekstrak daun pagoda	79,24 cd
Aplikasi 2 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	80,45 d
Aplikasi 3 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	88,64 d
Aplikasi 4 kali ekstrak daun pagoda secara berulang	56,44 b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dibelakangnya menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT ( $\alpha = 5\%$ )

Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa perlakuan 3 kali aplikasi ekstrak daun pagoda berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 kali dan 1 kali aplikasi ekstrak daun pagoda. Rerata bobot buah tertinggi yaitu pada perlakuan 3 kali aplikasi ekstrak daun pagoda sebesar 88,64 gram per tanaman, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 kali dan satu kali masing-masing sebesar 80,45 dan 79,24 gram per tanaman. Rerata bobot buah terendah yaitu pada perlakuan kontrol positif sebesar 32,88 gram per tanaman. Tanaman cabai rawit yang diinduksi ekstrak daun pagoda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman, sehingga berpengaruh juga terhadap produksi tanaman. Semakin meningkatnya pertumbuhan tanaman maka semakin tinggi nilai produksi yang dihasilkan.

Ekstrak daun pagoda yang diinduksikan pada cabai rawit dapat meningkatkan bobot buah sebanyak 2-3 kali lipat dibandingkan dengan perlakuan kontrol positif. Manfaat daun pagoda ini selaras dengan hasil penelitian Hersanti (2003) bahwa ekstrak tanaman pagoda adalah yang paling baik dalam menahan virus CMV dan menghasilkan panen buah cabai 4 kali lipat dari perlakuan kontrol.

#### 4.5 Pengaruh Ekstrak daun Pagoda Terhadap Ketahanan Tanaman Cabai Rawit

Penilaian kategori ketahanan pada frekuensi aplikasi ekstrak daun pagoda didasarkan metode Castillo *et al.* (1976) yang sudah dimodifikasi. Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa cabai rawit yang diuji memiliki perbedaan ketahanan dari masing-masing perlakuan pemberian ekstrak daun pagoda. Parameter yang digunakan untuk menghitung kategori ketahanan terhadap infeksi virus TMV adalah masa inkubasi, intensitas penyakit, jumlah daun, tinggi tanaman, jumlah buah, dan bobot buah. Berdasarkan 6 parameter pengamatan tersebut dapat dihitung nilai indeks ketahanan didasarkan pada rata-rata nilai indeks parameter yang diamati.

Tabel 10. Nilai Indeks Ketahanan Lima Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Pagoda Terhadap Infeksi TMV

Perlakuan	MI	IP	JD	TT	JB	BB	$\Sigma$	Rata-Rata	Kategori ketahanan
P0+	6,22	18,67	6,22	6,22	6,22	6,22	49,77	8,30	Sangat rentan
P1	9,34	9,34	15,56	9,34	15,56	15,56	74,70	12,45	Sedang
P2	15,56	9,34	15,56	15,56	15,56	18,67	90,25	15,04	Tahan
P3	18,67	6,22	18,67	18,67	18,67	18,67	99,57	16,60	Tahan
P4	15,56	12,45	12,45	12,45	12,45	12,45	77,81	12,97	Sedang

Keterangan : MI : Masa Inkubasi, JD : Jumlah Daun, JB : Jumlah Buah, IP : Intensitas Penyakit, TT : Tinggi Tanaman, BB : Bobot Buah  
 P0+ : Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda, dengan inokulasi TMV  
 P1 : Aplikasi 1 kali ekstrak daun pagoda  
 P2 : Aplikasi 2 kali ekstrak daun pagoda secara berulang  
 P3 : Aplikasi 3 kali ekstrak daun pagoda secara berulang  
 P4 : Aplikasi 4 kali ekstrak daun pagoda secara berulang

Penilaian kategori ketahanan terbagi dalam empat tingkat ketahanan yaitu sangat rentan, rentan, sedang dan tahan. Masing-masing perlakuan tanaman cabai rawit yang diuji mempunyai ketahanan yang berbeda-beda (Tabel 10). Data pada Tabel 10 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol positif sangat rentan terhadap infeksi TMV, aplikasi ekstrak 1 kali dan 4 kali agak rentan (sedang), sedangkan aplikasi ekstrak 2 kali dan 3 kali menunjukkan respon tahan. Adanya perbedaan kategori ketahanan pada masing-masing perlakuan dikarenakan masing-masing tanaman mempunyai respon yang berbeda-beda dalam mempertahankan diri dari serangan virus TMV.

Terjadinya pertahanan tanaman pada tanaman cabai rawit yang diinduksi ekstrak daun pagoda dikarenakan adanya pengaruh dari senyawa aktif dalam ekstrak daun pagoda yang bersifat antiviral yang mampu menghambat replikasi virus dan transportasi virus. Kemampuan senyawa aktif dari suatu ekstrak tumbuhan yang mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap virus diteliti oleh Prasad *et al.* (1995) dan Olivieri *et al.* (1996) yang menemukan 2 protein dalam ekstrak daun *Clerodendrum inerme* yaitu CIP-29 dan CIP-34 yang mampu menginduksi ketahanan sistemik tanaman tembakau terhadap *Tobacco Mosaic Virus*.

#### 4.6 Hubungan Ekstrak Daun Tanaman Pagoda terhadap TMV

Aplikasi ekstrak daun pagoda berhasil memperpanjang masa inkubasi dan menekan intensitas serangan TMV. Hal ini dikarenakan dalam daun pagoda terkandung senyawa yang dapat menginduksi ketahanan tanaman cabai rawit terhadap serangan TMV. Menurut Verma *et al.* (1996), terjadinya induksi ketahanan pada tanaman yang diberi pelakuan ekstrak *C. japonicum* terhadap virus disebabkan oleh protein berukuran 34 kDa yang berfungsi sebagai agens penghambat virus (*Virus Inhibitory Agent*, VIA), menghambat replikasi virus (*Inhibitor of Virus Replication*, IVR), dan sebagai protein penghambat virus (*Virus Inhibiting Proteins*, VIPs). Protein yang ditemukan dalam ekstrak daun pagoda tersebut diduga berkontribusi dalam aktivitas antivirus dengan merusak DNA/RNA virus. RIPs yang terjadi ternyata masuk dalam sitosol bersama dengan virus, kemudian mengganggu sintesis protein seluler virus, sehingga RIPs mencegah replikasi virus.

Ketahanan pada tanaman cabai rawit yang diaplikasikan ekstrak daun pagoda merupakan mekanisme ketahanan terinduksi, dikarenakan peningkatan ketahanan terjadi setelah tanaman mendapat rangsangan oleh virus. Bentuk ketahanan tersebut dikenal dengan *Systemic Acquired Resistance* (SAR). SAR merupakan fenomena yang paling sering dipelajari karena merupakan bentuk perlindungan jangka panjang (Wahyuni, 1999). SAR memicu asam salisilat (AS) yang ada di dalam tanaman, yang berperan penting sebagai *molecule system signal* yang menginduksi pembentukan *pathogenesis related* (PR) *protein* dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen (Chen *et al.*, 2010).

Hasil penelitian Hersanti dan Subroto (2010) menyatakan bahwa senyawa yang terdapat pada ekstrak daun *C. paniculatum* mampu meningkatkan kandungan asam salisilat dalam daun cabai merah. Rata-rata kandungan asam salisilat dalam tanaman cabai merah yang diinduksi ekstrak *C. paniculatum* meningkat 1,2 – 5 kali dibandingkan dengan tanaman kontrol baik pada saat pengamatan 24 jam setelah penginduksian sampai 21 HSI CMV. Menurut Gautam dan Stein (2011), asam salisilat merupakan komponen kunci dari jalur sinyal transinduksi yang mengaktifasi gen ketahanan terhadap berbagai macam jamur, bakteri dan virus secara sistemik. Ketahanan sistemik yang diperoleh tersebut memberikan sinyal pertahanan pada tempat patogen berada. Sinyal ini bersifat sistemik dan bergerak dalam floem. Pada tempat terjadinya infeksi, asam salisilat dan PR-Protein terakumulasi sangat banyak. Menurut Agrios (2005), sinyal SAR dapat dihasilkan dalam waktu 4-6 jam dari inokulasi virus. Asam salisilat dapat dideteksi pada floem setelah 8 jam inokulasi, dan peningkatan asam salisilat terjadi di floem daun setelah 12 jam inokulasi. Kemudian ekspresi SAR terjadi dalam waktu 24 jam setelah inokulasi.

Penginduksian tanaman cabai rawit dengan ekstrak daun pagoda termasuk dalam ketahanan biokimia. Hal ini dikarenakan senyawa fenolik yang terkandung dalam asam salisilat merupakan salah satu dari ketahanan biokimia tanaman. Senyawa fenolik terdapat pada tumbuhan sehat maupun sakit. Peningkatan kadar senyawa fenolik seringkali terjadi lebih cepat setelah terjadi infeksi pada varietas tahan. Senyawa fenolik yang terdapat pada tumbuhan tidak sehat tetapi dihasilkan setelah terjadi infeksi ialah fitoaleksin. Fitoaleksin dihasilkan oleh sel sehat yang berdekatan dengan sel-sel rusak dan nekrotik untuk mencegah patogen berkembang (Agrios, 1996).

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Pemberian ekstrak daun pagoda sebanyak 3 kali dan 2 kali aplikasi dapat memperpanjang masa inkubasi masing-masing 17,50 dan 13,75 hari setelah inokulasi, dan menekan intensitas penyakit masing-masing sebesar 10,10% dan 13,04 %. Dua perlakuan tersebut memiliki kategori ketahanan yang sama, yaitu sama-sama tahan dibandingkan perlakuan yang lain.
2. Selain berpengaruh baik terhadap masa inkubasi, intensitas penyakit TMV, dan kategori ketahanan pada tanaman cabai rawit, perlakuan aplikasi ekstrak daun pagoda sebanyak 3 kali dan 2 kali juga dapat memberikan pengaruh yang lebih baik dalam hal pertumbuhan yaitu masing-masing tinggi tanaman 55,60 cm dan 48,95 cm, dan masing-masing jumlah daun 91,50 helai dan 84,75 helai, serta berpengaruh pada produksi tanaman cabai yaitu masing-masing jumlah buah 48,25 buah dan 46,25 buah, dan masing-masing bobot buah 88,64 dan 80,64 gram per tanaman.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukannya analisis kandungan asam salisilat sebelum inokulasi TMV dan sesudah pengaplikasian ekstrak daun pagoda dengan menggunakan HPLC (*High Performance Liquidified Chromathography*) untuk mengetahui induksi ketahanan yang terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A.L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Bayumedia. Malang.
- Agrios, G. N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan (Terjemahan Munzir Busnia). Gadjah Mada University Press. p.713.
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology 5th edition. Academic Press. Elsevier. p. 922.
- Ahanger, M.A., S.R. Tyagi, and P. Ahmad. 2014. Drought Tolerance: Role of Organic Osmolytes, Growth Regulators, and Mineral Nutrients. Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plant under Changing Environment. 1:35-38.
- Anak Tani. 2015. Cara dan Teknik Membuat Benih Cabe Rawit Berkualitas (online) <http://benih-tanaman.com/wp-content/uploads/2015/04/benih-cabe-rawit-unggul-benih-tanaman.jpg>. Diakses tanggal 11 Januari 2017
- Bagley, C.A. 2001. Controlling *Tobacco Mosaic Virus* in Tobacco Through Resistance. Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg.
- Bos, L. 1983. Introduction to Plant Virology. Center for Agriculture Publishing and Documentation. Wageningen. p.225.
- Cahyono, B. 2003. Cabai Rawit. Kanisius. Yogyakarta. pp.28-32.
- Castillo, M. B., B. Manolo, A. P. Rodil, dan Avolina. 1976. Resistance in Soybeans (*Glycine Max (L.) Merr.*) To Root-Knot Nematodes And Statistical Analysis of Correlations Os Assessment Parameters [in the Philippines]. University of the Philippines at Los Banos, College, Laguna. Philippines. Hlm. 78-88
- Chen, H, Z. Zhang, K. Teng, J. Lai, Y. Zhang, Y. Huang, Y. Li, L. Liang,, Y. Wang, and C. Chu. 2010. Up-regulation of LSBI/GDU3, Effects gemini virus infection by activating the salicylic acid pathway. *Plant Journal*. 62: 12-3.
- Dalimartha S. 2003. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia (online). <http://www.pdpersi.co.id>. Diakses tanggal 11 Januari 2017
- Dawson, W.O. 1999. Tobacco Mosaic Virus Virulence and Avirulence. *Proc. R. Soc. Lond. B*. 354:645-651.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2010. Statistik Hortikultura Tahun 2010. Direktorat Jenderal Hortikultura. Departemen Pertanian.
- Duriat, A.,S. 1996. Management of pepper viruses in Indonesia. *Problem and Progress. LARD J*. 18(3): 45-50.

- Gautam, P and J. Stein. 2011. Induction of systemic acquired resistance to *Puccinia sorghi* in corn. *International Journal of Plant Pathology*. 2(1): 43-50.
- Goodman, R.N., Z. Kiraly and M. Zaitlin, 1967. *The Biochemistry and Physiology of Infection Plant Disease*. Van Mastrand Company. Inc. London
- Hadiastono, T. 2001. *Virologi Tumbuhan Dasar*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 74 hal.
- Hadiastono, T. 2003. *Virologi Tumbuhan*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 83 hal.
- Hersanti dan T. Subroto. 2010. Aktivitas Peroksidase dan Kandungan Asam Salisilat dalam Tanaman Cabai Merah yang Diinduksi Ketahanannya terhadap *Cucumber Mosaic Virus* Oleh Ekstrak Daun *Clerodendrum paniculatum*. Universitas Padjajaran. p.10.
- Hersanti. 2003. Pengujian Beberapa Ekstrak Tumbuhan sebagai Agen Penginduksi Ketahanan Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Terhadap *Cucumber Mosaic Virus* (CMV). *J. Agrik.* 14(3) : 160-165.
- Ikpeme, C.E., P. Henry, and O.A. Okiri. 2014. Comparative evaluation of the nutritional, phytochemical and microbiological quality of three pepper varieties. *J. Food Nutr Sci.* 2(3):74-80.
- Kessmann, H., T. Staub, C. Hofmann, T. Maetzke, J. Herzog, E. Ward, S. Uknes and J. Ryals. 1994. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. *Annu. Rev. Phytopathol.* 32 : 439-459.
- Knoll, B. 2015. Attracting Butterflies To Your Miami Garden – The 16 Best Butterfly Attracting Plants For South Florida (online). <http://knolllandscapedesign.com/wpcontent/uploads/2015/12/Pagodaflower-Clerodendrum-paniculatum-butterflies-love-this-plant.jpg>. Diakses tanggal 25 Januari 2016
- Kouassi, C.K., R.K. Nevry, L.Y. Guillaume, Z.N. Yesse, M. Koussemon, T. Kablan, and K.K. Athanase. 2012. Profiles of bioactive compounds of some pepper fruit (*Capsicum* L.) Varieties grown in Côte d’Ivoire. *Innovative Romanian Food Biotechnol.* 11:23-31.
- Kuc, J. 1987. Plant Immunization and its Applicability for Disease Control. Pp. 225272. In I. Chet (Ed.). *Innovative Approaches to Plant Disease Control*. John Wiley and Sons, New York.
- Kusumawati, D.E., Hadiastono, T., dan Martosudiro, M. 2013. Ketahanan Lima Varietas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L.) terhadap Infeksi TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) pada Umur Tanaman yang Berbeda. *J. HPT.* 1(1) : 66-79.

- Lartey, R.T., S.D. Hartson, R.E. Pennington, J.L. Sherwood, and U. Melcher. 1993. Occurrence of a Vein-Clearing Tobamovirus in Turnip. *Plant Dis.* 77:21-24.
- Matthews, R.E.F. 1992. *Fundamentals of Plant Virology*. Academic Press Inc. San Diego. p.403.
- Muis, A. 2002. *Sugarcane mosaic virus (SCMV) Penyebab Penyakit Mosaik pada Tanaman Jagung di Sulawesi*. *Jurnal Litbang Pertanian*.21(2):64-68.
- Musa, W., Hersanti, A. Zainuddin, dan R. Tjokronegoro. 2009. Senyawa Poriferasta-5,22E,25-trien-3 $\beta$ -ol dari Daun *Clerodendrum paniculatum* sebagai Agen Penginduksi Ketahanan Sistemik pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) terhadap *Cucumber Mosaic Virus* (CMV). *Indo. J. Chem.* 9(3) : 479 – 486.
- Nurhayati. 2012. *Virus Penyebab Penyakit Tanaman*. Fakultas Pertanian UNSRI. Sumatra Selatan. p. 58-60.
- Olivieri, F.P., Vivek, P. Valbonesi, S. Srivastava, P. Ghosal-Chowdhury, L. Barbieri, A. Bolognesi, and F. Stirpe. 1996. A Systemic Antiviral Resistance-Inducing Protein Isolated from *Clerodendrum inerme* Gaertn. Is a Polynucleotide : Adenosin Glycosidase (Ribosome-Inactivating Protein). *FEBS Letters*. 396: 132-134.
- Pieterse, C.M.J., A.L. Reyes, S.V.D. Ent, dan S.C.M. Van Wees. 2009. Networking by small-molecule hormones in plant immunity. *Nature Chemical Biology*. 5:308–316.
- Plant Virus Online. 2016. Description and Lists from The VIDE Database. (Online). <http://sdb.im.ac.cn/vide/refs.htm>. Diunduh pada tanggal 15 September 2016.
- Prasad, V., S. Srivastava, and H. Verma. 1995. Two Basic Protein Isolated from *Clerodendrum inerme* Gaertn are Inducer of Systemic Antiviral Resistance in Susceptible Plants. *Plant Science*. 110: 73-82.
- Rodrigues, K.F. and H.K. Tam. 2010. Molecular markers for *Capsicum frutescens* varieties cultivated in Borneo. *J. Pl. Breeding Crop Sci.* 2(6):165-167.
- Setiadi. 1987. *Bertanam Cabai*. Penebar Swadaya. Jakarta. pp. 27-29.
- Sharma, A., V. Kumar, P. Giridhar, and G.A. Ravishankar. 2008. Induction of in vitro flowering in *Capsicum frutescens* under the influence of silver nitrate and cobalt chloride and pollen transformation. *J. Biotechnol.* 11(2):1-6.
- Sikora, E. J. 2004. *Plant Disease Notes : Tobacco Mosaic Virus*. Alabama A&M and Auburn Universities. ANR-867.
- Stenis, Van, C.G.G.J. 1997. *Flora*. PT Pradnya Paramita. Jakarta. pp. 368-369.

- Suganda, T., Rismawati, E., Yulia, E., & Nasahi, C. 2002, Pengujian bahan kimia dan air perasan daun tumbuhan dalam menginduksi resistensi tanaman padi terhadap penyakit bercak daun *Cercospora*. J. Biol. 4: 17-20.
- Sukada, I W., I M. Sudana, I D. N. Nyana, G. Suastika, dan K. Siadi. 2014. Pengaruh Infeksi Beberapa Jenis Virus terhadap Penurunan Hasil pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). E-J. Agroekoteknologi Tropika ISSN: 2301-6515. 3(3) : 158-165.
- Supriadi dan S.M.D. Rosita. 2009. Induksi Ketahanan Tanaman Jahe Secara Hayati dan Kimia terhadap Gangguan Hama dan Penyakit. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor. pp. 59-68.
- Verma, H.N., S. Srivastava, Varsha, and D. Kumar. 1996. Induction of Systemic Resistance in Plants Against Viruses by a Basic Protein from *Clerodendrum aculeatum* leaves. *Phytopathology*. 86: 485-492.
- Wahyuni, W.S. 1999. Bagaimana Respons Tanaman Tahan terhadap Infeksi Virus. Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Purwokerto, September 1999. pp. 717-720.
- Walters, D., D. Walsh, A. Newton, and G. Lyon. 2005. Induced resistance for plant disease control: Maximizing the efficacy of resistance elicitors. *J. Phytopathology*. 95:1368-1373.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN



### Lampiran 1. Hasil Analisis Sidik Ragam Variabel Pengamatan

Tabel Lampiran 1. Hasil Analisis Ragam Masa Inkubasi TMV pada Tanaman Cabai Rawit

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	213,3	4	53,325	5,817273*	3,055568
Galat	137,5	15	9,166667		
Total	350,8	19			

Keterangan: \* menunjukkan bahwa nilai F Hitung berbeda nyata dengan F Tabel 5%

Tabel Lampiran 2. Hasil Analisis Ragam Intensitas Serangan TMV pada Tanaman Cabai Rawit 28 Hari Setelah Inokulasi

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	1541,392	4	385,3481	7,007943*	3,055568
Galat	824,81	15	54,98733		
Total	2366,202	19			

Keterangan: \* menunjukkan bahwa nilai F Hitung berbeda nyata dengan F Tabel 5%

Tabel Lampiran 3. Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman Tanaman Cabai Rawit

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	843,3121	5	168,6624	3,901676*	2,772853
Galat	778,1075	18	43,22819		
Total	1621,42	23			

Keterangan: \* menunjukkan bahwa nilai F Hitung berbeda nyata dengan F Tabel 5%

Tabel Lampiran 4. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Cabai Rawit

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	5233,708	5	1046,742	6,730856*	2,772853
Galat	2799,25	18	155,5139		
Total	8032,958	23			

Keterangan: \* menunjukkan bahwa nilai F Hitung berbeda nyata dengan F Tabel 5%

Tabel Lampiran 5. Hasil Analisis Ragam Jumlah Buah Tanaman Cabai Rawit

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	2164,375	5	432,875	8,503956*	2,772853
Galat	916,25	18	50,90278		
Total	3080,625	23			

Keterangan: \* menunjukkan bahwa nilai F Hitung berbeda nyata dengan F Tabel 5%

Tabel Lampiran 6. Hasil Analisis Ragam Bobot Buah Tanaman Cabai Rawit

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	8614,047	5	1722,809	7,619655*	2,772853
Galat	4069,812	18	226,1007		
Total	12683,86	23			

Keterangan: \* menunjukkan bahwa nilai F Hitung berbeda nyata dengan F Tabel 5%



## Lampiran 2. Penghitungan Kategori Ketahanan Tanaman

Tabel Lampiran 7. Rerata enam variabel pengamatan pada lima perlakuan yang diinfeksi TMV

Perlakuan	MI	IP	JD	TT	JB	BB
P0+	7.50 a	34.50 c	45.25 a	36.35 a	20.50 a	32.88 a
P1	11.25 ab	14.66 ab	81.25 bc	44.05 ab	45.75 bc	79.24 bc
P2	13.75 bc	13.04 ab	84.75 bc	48.95 bc	46.25 bc	80.45 c
P3	17.50 c	10.10 a	91.50 c	55.60 c	48.25 c	88.64 c
P4	13.00 bc	22.40 b	71.00 b	45.15 abc	36.00 b	56.44 b

Keterangan : 1. MI : Masa Inkubasi, JD : Jumlah Daun, JB : Jumlah Buah  
IP : Intensitas Penyakit, TT : Tinggi Tanaman, BB : Bobot Buah

2. Nilai notasi : a = 1, b = 2, c = 3, d = 4, e = 5

### 1. Nilai Indeks Tertinggi Tanaman

$$\begin{aligned} \text{Nilai indeks tertinggi} &= \frac{\sum \text{rerata tertinggi tiap variable pengamatan}}{\sum \text{nilai notasi tertinggi hasil uji BNT}} \\ &= \frac{\sum (17,5+34,5+91,5+55,6+48,25+88,64)}{\sum (3+3+3+3+3+3)} \\ &= 18,67 \end{aligned}$$

### 2. Nilai Indeks Terendah

$$\text{Nilai indeks terendah} = \frac{\text{Nilai indeks tertinggi}}{\text{Nilai huruf notasi tertinggi}}$$

$$2.1 \text{ Masa inkubasi} = 18,67/3 = 6,22$$

$$2.2 \text{ Intensitas penyakit} = 18,67/3 = 6,22$$

$$2.3 \text{ Jumlah daun} = 18,67/3 = 6,22$$

$$2.4 \text{ Tinggi tanaman} = 18,67/3 = 6,22$$

$$2.5 \text{ Jumlah buah} = 18,67/3 = 6,22$$

$$2.6 \text{ Bobot buah} = 18,67/3 = 6,22$$

### 3. Nilai Indeks Selanjutnya

$$\text{Nilai indeks selanjutnya} = \frac{\text{Nilai indeks terendah} \times \text{Nilai indeks yang mendampingi}}{\text{Jumlah nilai huruf variable tersebut}}$$

## a) P0+ (Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda, dengan inokulasi TMV)

- Masa inkubasi =  $(6,22 \times 1) / 1 = 6,22$
- Intensitas penyakit =  $(6,22 \times 3) / 1 = 18,67$
- Jumlah daun =  $(6,22 \times 1) / 1 = 6,22$
- Tinggi tanaman =  $(6,22 \times 1) / 1 = 6,22$
- Jumlah buah =  $(6,22 \times 1) / 1 = 6,22$
- Bobot buah =  $(6,22 \times 1) / 1 = 6,22$

## b) P1 (Aplikasi 1 kali ekstrak daun pagoda)

- Masa inkubasi =  $(6,22 \times 3) / 2 = 9,34$
- Intensitas penyakit =  $(6,22 \times 3) / 2 = 9,34$
- Jumlah daun =  $(6,22 \times 5) / 2 = 15,56$
- Tinggi tanaman =  $(6,22 \times 3) / 2 = 9,34$
- Jumlah buah =  $(6,22 \times 5) / 2 = 15,56$
- Bobot buah =  $(6,22 \times 5) / 2 = 15,56$

## c) P2 (Aplikasi 2 kali ekstrak daun pagoda secara berulang)

- Masa inkubasi =  $(6,22 \times 5) / 2 = 15,56$
- Intensitas penyakit =  $(6,22 \times 3) / 2 = 9,34$
- Jumlah daun =  $(6,22 \times 5) / 2 = 15,56$
- Tinggi tanaman =  $(6,22 \times 5) / 2 = 15,56$
- Jumlah buah =  $(6,22 \times 5) / 2 = 15,56$
- Bobot buah =  $(6,22 \times 3) / 1 = 18,67$

## d) P3 (Aplikasi 3 kali ekstrak daun pagoda secara berulang)

- Masa inkubasi =  $(6,22 \times 3) / 1 = 18,67$
- Intensitas penyakit =  $(6,22 \times 1) / 1 = 6,22$
- Jumlah daun =  $(6,22 \times 3) / 1 = 18,67$
- Tinggi tanaman =  $(6,22 \times 3) / 1 = 18,67$
- Jumlah buah =  $(6,22 \times 3) / 1 = 18,67$
- Bobot buah =  $(6,22 \times 3) / 1 = 18,67$

e) P4 (Aplikasi 4 kali ekstrak daun pagoda secara berulang)

- Masa inkubasi =  $(6,22 \times 5) / 2 = 15,56$
- Intensitas penyakit =  $(6,22 \times 2) / 1 = 12,45$
- Jumlah daun =  $(6,22 \times 2) / 1 = 12,45$
- Tinggi tanaman =  $(6,22 \times 6) / 3 = 12,45$
- Jumlah buah =  $(6,22 \times 2) / 1 = 12,45$
- Bobot buah =  $(6,22 \times 2) / 1 = 12,45$

#### 4. Interval Ketahanan

$$\begin{aligned} \text{Interval Ketahanan} &= \frac{\text{Rerata indeks tertinggi} - \text{Rerata indeks terendah}}{4 \text{ (tahan, sedang, rentan, sangat rentan)}} \\ &= \frac{16,60 - 8,30}{4} \\ &= 2,08 \end{aligned}$$

Jadi, Interval Kategori Ketahanan :

$$16,60 - 2,08 = 14,52$$

$$14,52 - 2,08 = 12,44$$

$$12,44 - 2,08 = 10,36$$

$$10,36 - 2,08 = 8,28$$

Sehingga Kategori Ketahanan :

$$14,52 - 16,60 = \text{Tahan}$$

$$12,44 - 14,52 = \text{Sedang}$$

$$10,36 - 12,44 = \text{Rentan}$$

$$8,28 - 10,36 = \text{Sangat rentan}$$

Tabel Lampiran 8. Nilai Indeks Ketahanan Lima Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Pagoda Terhadap Infeksi TMV

Perlakuan	MI	IP	JD	TT	JB	BB	Total	Rata-Rata	Kategori Ketahanan
P0+	6.22	18.67	6.22	6.22	6.22	6.22	49.77	8.30	Sangat Rentan
P1	9.34	9.34	15.56	9.34	15.56	15.56	74.70	12.45	Sedang
P2	15.56	9.34	15.56	15.56	15.56	18.67	90.25	15.04	Tahan
P3	18.67	6.22	18.67	18.67	18.67	18.67	99.57	16.60	Tahan
P4	15.56	12.45	12.45	12.45	12.45	12.45	77.81	12.97	Sedang

**Lampiran 3. Denah Penelitian**

$P_{0+} U_2$	$P_2 U_4$	$P_{0-} U_3$	$P_3 U_2$
$P_{0-} U_1$	$P_3 U_1$	$P_1 U_1$	$P_4 U_1$
$P_1 U_3$	$P_4 U_3$	$P_2 U_2$	$P_{0+} U_3$
$P_2 U_1$	$P_{0+} U_1$	$P_3 U_3$	$P_{0-} U_2$
$P_3 U_4$	$P_{0-} U_4$	$P_4 U_2$	$P_1 U_4$
$P_4 U_4$	$P_1 U_2$	$P_{0+} U_4$	$P_2 U_3$

U  
↑

Gambar Lampiran 1. Denah Penelitian

Keterangan :

- $P_{0-}$  : Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda dan tanpa inokulasi TMV
- $P_{0+}$  : Tanpa aplikasi ekstrak daun pagoda, dengan inokulasi TMV
- $P_1$  : Aplikasi 1 kali ekstrak daun pagoda
- $P_2$  : Aplikasi 2 kali ekstrak daun pagoda secara berulang
- $P_3$  : Aplikasi 3 kali ekstrak daun pagoda secara berulang
- $P_4$  : Aplikasi 4 kali ekstrak daun pagoda secara berulang
- $U_1$  : Ulangan pertama
- $U_2$  : Ulangan kedua
- $U_3$  : Ulangan ketiga
- $U_4$  : Ulangan keempat