



**PENGARUH PENYEMPROTAN ASAM SALISILAT, H₂O₂ DAN
CaCl₂ SEBAGAI ELISITOR PENGINDUKSI KETAHANAN
TEBAKAU KULTIVAR H877 MUDA TERHADAP
CUCUMBER MOSAIC VIRUS (CMV)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**



**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Program Strata Satu Program Studi
Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
pada Fakultas Pertanian
Universitas Jember**

Oleh :

Frida Nur Rahmawati

NIM. 961510401133

633.7
R011
P

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Januari, 2001

Asal	: Hadiah	Klass
	Pembelian	
Terima	: Tgl, 01 MAR 2001	
No. Induk		

PEMBIMBING :

Dr. Ir. WIWIK SRI WAHYUNI, M. S. (DPU)

Ir. ABDUL MAJID, M. P. (DPA I)

Ir. ARI TJAHAJANI, M. S. (DPA II)



**MILIK PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS JEMBER**

Diterima oleh Fakultas Pertanian
Universitas Jember sebagai
Karya Ilmiah Tertulis (SKRIPSI)

Dipertahankan pada :

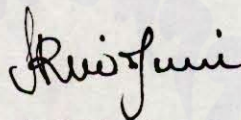
Hari : Sabtu

Tanggal : 10 Februari 2001

Tempat : Fakultas Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua



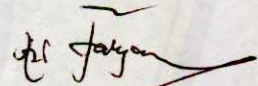
Dr. Ir. Wiwik Sri Wahyuni, M. S.
NIP. 130 875 932

Anggota I



Ir. Abdul Majid, M. P.
NIP. 132 003 094

Anggota II



Ir. Ari Tjahjani, M. S.
NIP. 130 516 242

Mengesahkan

Dekan



Ir. Arie Mudjiharjati, M. S. 
NIP. 130 609 808



**PENGARUH PENYEMPROTAN ASAM SALISILAT, H₂O₂, DAN CaCl₂
SEBAGAI ELISITOR PENGINDUKSI KETAHANAN TEMBAKAU
KULTIVAR H877 MUDA TERHADAP
CUCUMBER MOSAIC VIRUS (CMV)**

Frida Nur Rahmawati

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember

INTISARI

Cucumber mosaic virus (CMV) merupakan penyakit penting pada komoditas pertanian. Penyemprotan daun tembakau H877 muda dengan asam salisilat, H₂O₂ dan CaCl₂ pada konsentrasi yang bervariasi diharapkan akan menginduksi ketahanan yang bersifat sistemik terhadap CMV. Reaksi tembakau H877 setelah diperlakukan dengan asam salisilat, H₂O₂ pada konsentrasi 10 µM, 50 µM, 100 µM dan 500 µM, serta CaCl₂ pada konsentrasi 1 mM, 5 mM, 10 mM, dan 50 mM tidak berbeda dan semua tanaman yang diperlakukan, termasuk tanaman kontrol positif dan negatif menunjukkan gejala mosaik hijau yang kuat dan bersifat sistemik. Pada daun-daun yang disemprot pada umur 20 hari setelah tanam (hst) timbulnya gejala awal lebih lambat (17 dan 18 hari setelah inokulasi [hsi]) daripada daun-daun yang disemprot pada umur 35 hst (12 hsi). Asam salisilat dan H₂O₂ pada konsentrasi 500 µM dan CaCl₂ pada konsentrasi 50 mM lebih menghambat timbulnya gejala daripada variasi konsentrasi yang lain. Ada kemungkinan reaksi hipersensitif tidak terbentuk karena konsentrasi virus yang diinokulasikan cukup tinggi (5.5 mg/ml sap daun, 6 mg/ml sap daun) pada daun-daun yang baru tiga hari merespon senyawa-senyawa elisitor yang disemprotkan.

Kata kunci: *Cucumber mosaic virus* (CMV), tembakau kultivar H877, SA, H₂O₂, CaCl₂.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Tuhan Semesta Alam atas hidayah, rahmat dan ridlo-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan hasil penelitian dalam bentuk karya ilmiah tertulis (skripsi) yang berjudul **Pengaruh Penyemprotan Asam Salisilat, H₂O₂, dan CaCl₂ sebagai Elisitor Penginduksi Ketahanan Tembakau Kultivar H877 Muda terhadap Cucumber mosaic virus (CMV)**. Laporan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan jenjang strata satu dalam bidang ilmu pertanian. Sehubungan dengan hal tersebut pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua Penulis (Bapak dan Ibu M. Jahja), kakak-kakak (Wiwik dan Yani, Indah dan Yudi, Lia dan Apis), serta adik Penulis (Nina) atas cinta dan kasih sayang serta dukungan moril dan spirituilnya, Nurhadi dan Ipung atas semangat dan motivasinya, teman-teman Nolina Puri, serta Kyai Hambali Abu Suja' dan Kyai M. Bashori atas doa restunya.
2. Dr. Ir. Wiwik Sri Wahyuni, M. S., selaku Dosen Pembimbing Utama dan atas bantuan dana penelitian dari proyek *Research Grant* (RG) DUE Project, bantuan isolat CMV-8 dari tanaman cabe rawit, Ir. Abdul Majid, M. P., selaku Dosen Pembimbing Anggota I, serta Ir. Ari Tjahjani, M. S., selaku Dosen Pembimbing Anggota II.
3. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao khususnya kepada Dr. Hartana dan kepada Ir. Syaifuddin Hasyim, M. P., atas bantuan fasilitas bibit tembakau kultivar H877.
4. Dekan Fakultas Pertanian dan Ketua jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Harapan Penulis semoga Karya Ilmiah Tertulis yang telah tersusun ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, Januari 2001

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
INTI SARI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
RINGKASAN	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tembakau (<i>Nicotiana tabacum</i> L.)	4
2.2 Cucumber mosaic virus (CMV)	4
2.2.1 Gejala Penyakit CMV	6
2.2.2 Cara Pengendalian CMV	6
2.3 Peranan Asam Salisilat (SA) dalam Tanaman Tahan	7
2.4 Peranan Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) dalam Tanaman	8
2.5 Peranan Kalsium Klorida (CaCl ₂) dalam Tanaman	10
2.6 Infeksi dan Sintesis Virus di dalam Inang.....	11
2.7 Hipotesis.....	12
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	15
3.5 Hal-hal yang Diamati	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1 Gejala dan distribusi CMV-8 pada tanaman tembakau kultivar	

H877 muda terhadap Infeksi	17
4.1.1 Gejala CMV-8 pada tanaman tembakau kultivar H877 muda yang terinfeksi	17
4.1.2 Distribusi CMV-8	18
4.1.2.1 Distribusi CMV-8 pada tembakau kultivar H877 muda yang terinfeksi CMV-8 pada waktu aplikasi 20 hari setelah tanam (hst)	18
4.1.2.2 Distribusi CMV-8 pada tembakau kultivar H877 muda yang terinfeksi CMV-8 pada waktu aplikasi 35 hari setelah tanam (hst)	21
4.2 Reaksi tembakau kultivar H877 muda terhadap Infeksi CMV-8 setelah disemprot SA, H ₂ O ₂ dan CaCl ₂	23
4.3 Macam senyawa yang efektif dalam menghambat penyebaran virus	24
4.4 Konsentrasi senyawa yang paling efektif dalam menghambat perkembangan virus	25
4.5 Perbedaan reaksi ketahanan yang terjadi pada waktu aplikasi 20 hst dan 35 hst.....	25
V. KESIMPULAN	27
DAFTAR PUSTAKA	28

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Pengaruh penyemprotan SA, H ₂ O ₂ dan CaCl ₂ terhadap CMV-8 pada perlakuan 20 hst	22
2.	Pengaruh penyemprotan SA, H ₂ O ₂ dan CaCl ₂ terhadap CMV-8 pada perlakuan 35 hst	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Gejala CMV-8 pada daun tembakau kultivar H877 muda yang bergejala mosaik dan mengalami klorosis	17
2.	Kenampakan gejala CMV-88 pada tanaman tembakau kultivar H877 muda yang diperlakukan SA, H ₂ O ₂ dan CaCl ₂ dan telah diinokulasi CMV-8. Gejala diamati pada ± 14 hsi	19
3.	Kenampakan gejala CMV-88 pada daun tanaman tembakau kultivar H877 muda setelah diperlakukan SA	19
4.	Kenampakan gejala CMV-88 pada daun tanaman tembakau kultivar H877 muda setelah diperlakukan H ₂ O ₂	20
5.	Kenampakan gejala CMV-88 pada daun tanaman tembakau kultivar H877 muda setelah diperlakukan CaCl ₂	20

RINGKASAN

Frida Nur Rahmawati. NIM. 961510401133. Pengaruh Penyemprotan Asam Salisilat, H_2O_2 , dan $CaCl_2$ sebagai Elisitor Penginduksi Ketahanan Tembakau Kultivar H877 Muda terhadap Cucumber mosaic virus (CMV). Dosen Pembimbing Utama (DPU) Dr. Ir. Wiwik Sri Wahyuni, MS. dan Dosen Pembimbing Anggota (DPA) Ir Abdul Majid, MP.

Cucumber mosaic virus (CMV) merupakan penyakit penting pada tanaman tembakau dan dapat menurunkan kualitas daun tembakau. Teknik pengendalian penyakit di lapang yang sekarang sedang dikembangkan adalah teknik pengendalian dengan menggunakan varietas tahan. Tembakau kultivar H877 diketahui tahan terhadap TMV namun rentan terhadap CMV. Penggunaan asam salisilat (SA), hidrogen peroksida (H_2O_2), dan kalsium klorida ($CaCl_2$) diharapkan mampu menginduksi terbentuknya ketahanan tembakau tersebut terhadap infeksi CMV.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui 1) reaksi yang terjadi pada tanaman setelah diperlakukan dengan SA, H_2O_2 dan $CaCl_2$ dan diinokulasi virus sehingga dapat digunakan sebagai kriteria ketahanan, 2) senyawa yang paling efektif dalam menghambat penyebaran virus, 3) konsentrasi SA, H_2O_2 dan $CaCl_2$ yang paling efektif dalam menghambat perkembangan virus, 4) perbedaan reaksi yang terjadi jika SA, H_2O_2 dan $CaCl_2$ diperlakukan pada 20 dan 35 hari setelah tanam (hst). Penelitian dilakukan di Rumah Kasa Laboratorium Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember dalam bulan April sampai bulan Juli 2000. Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan yaitu penyemprotan SA, H_2O_2 dan $CaCl_2$ dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 10 μM , 50 μM , 100 μM , dan 500 μM untuk SA dan H_2O_2 serta 1 mM, 5 mM, 10 mM, dan 50 mM untuk $CaCl_2$. Masing-masing konsentrasi diulang 3 kali. Aplikasi penyemprotan dilakukan pada waktu yang berbeda yaitu 20 hst dan 35 hst. Virus yang digunakan adalah CMV-8 yang berasal dari cabe rawit. Inokulasi dilakukan 3 hari setelah penyemprotan senyawa-senyawa tersebut dan pengamatan dilakukan sehari setelah inokulasi.

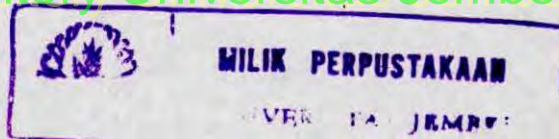
Dari penelitian ini diketahui bahwa tembakau kultivar H877 muda yang telah disemprot senyawa-senyawa tersebut tidak menunjukkan respon ketahanan hipersensitif seperti yang diharapkan. Akan tetapi gejala yang muncul adalah mosaik hijau yang sistemik. Diketahui pula macam dan konsentrasi senyawa tidak mempengaruhi perkembangan dan penyebaran virus di dalam tanaman. Ada kemungkinan terbentuknya reaksi mosaik hijau sistemik ini disebabkan oleh (1) konsentrasi virus yang diinokulasikan terlalu tinggi (5-6 mg/ml per daun), (2) senyawa-senyawa yang telah disemprotkan tidak dapat terinfiltrasi ke daun dengan baik, (3) konsentrasi senyawa yang telah digunakan untuk keseluruhan tanaman kurang efektif bekerja untuk menginduksi terbentuknya *systemic acquired resistance* (SAR), (4) aphid (*Myzus persicae*) sudah menginfeksi tanaman sebelum inokulasi buatan dilakukan. Meskipun senyawa-senyawa tersebut tidak menginduksi reaksi hipersensitif, tetapi perlakuan penyemprotan pada 20 hari setelah tanam (hst) memperpanjang masa inkubasi ± 7 hari daripada penyemprotan pada 35 hst, dan masa inkubasi pada kedua perlakuan tersebut masih lebih panjang daripada tanaman kontrol negatif (5-7 hsi).

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tembakau (*Nicotiana tabacum*, L.) telah diusahakan di Indonesia lebih dari satu abad sebagai komoditas ekspor sehingga cukup dikenal di pasaran internasional terutama Eropa Barat (Hartana, 1978). Tembakau sebagai bahan baku dalam industri rokok mampu menyumbangkan cukai sebesar 2,06 triliun rupiah setiap tahunnya dan hal ini merupakan cukai terbesar yang diperoleh pemerintah, belum termasuk pajak dan devisa ekspornya yang setiap tahun meningkat, termasuk di dalamnya tembakau Besuki (Anonim, 1996; Cahyono 1998). Produktivitas tembakau yang ditanam petani rata-rata sebesar 0,45 ton/ha, perusahaan swasta 0,59 ton/ha dan perkebunan negara 0,84 ton/ha. Produktivitas tersebut masih sangat rendah jika dibandingkan dengan negara-negara lain diantaranya : Jerman Barat (3 ton/ha), AS (2,3 ton/ha), Jepang (2,3 ton/ha) dan Korea (2 ton/ha) [Santoso, 1991].

Daun tembakau sebagai bahan industri rokok memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi bila ditunjang dengan mutu daun yang baik (Cahyono, 1998). Kualitas daun tembakau dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain varietas tembakau, tanah dan iklim daerah, teknik budidaya serta pemuliaan tanaman. Tembakau yang dibudidayakan oleh rakyat hasilnya masih rendah. Untuk meningkatkan pendapatan petani tembakau dan meningkatkan ekspor tembakau, pemerintah telah menganjurkan kepada petani tembakau agar melaksanakan intensifikasi. Salah satu faktor yang mendukung keberhasilan intensifikasi adalah cara-cara perlindungan tanaman terhadap hama dan penyakit. Perlindungan tanaman tembakau terhadap penyakit masih banyak mengalami kesulitan sedangkan berkurangnya produksi tanaman tembakau sebagian besar disebabkan oleh penyakit (Sudarmo, 1991). Salah satu penyakit penting yang menyerang tembakau adalah penyakit mosaik yang diakibatkan oleh virus mosaik ketimun [Cucumber mosaic virus/CMV] (Semangun, 1991). Hartana (1978) melaporkan bahwa CMV telah menyebar di daerah Besuki, bahkan menurut Anonim (dalam Semangun, 1991), di daerah tembakau ini pada jenis



tembakau tertentu penyakit mosaik akibat CMV lebih banyak ditemukan daripada penyakit mosaik yang diakibatkan oleh virus mosaik tembakau (Tobacco mosaic virus/TMV). Kerugian karena penyakit mosaik oleh para petani sering tidak diperhatikan karena tanaman yang sakit tidak mati, sehingga tetap dapat memberikan hasil meski sebenarnya penyakit mosaik mengakibatkan kerugian yang besar karena mengurangi produksi dan menurunkan kualitas daun.

Teknik pengendalian terhadap serangan virus tanaman terus dikembangkan, salah satu caranya adalah dengan menggunakan varietas tahan. Usaha untuk merakit tanaman agar tahan terhadap serangan virus terus berlanjut hingga diharapkan tanaman tersebut dapat menahan serangan patogen berikutnya. Tanaman ini memiliki respon ketahanan terhadap infeksi patogen yang dikendalikan oleh gen-gen yang mengaktifkan *localized acquired resistance* (LAR) dan *systemic acquired resistance* (SAR). Munculnya mekanisme SAR ditandai oleh terbentuknya respon hipersensitif yang mampu diinduksi oleh asam salisilat (SA) dan kemudian menginduksi Pathogen-Related (PR) protein. SAR merupakan fenomena yang paling umum dipelajari dalam kaitannya dengan ketahanan tanaman (Wahyuni, 1999).

SA berpotensi untuk menginduksi ketahanan tanaman terhadap serangan patogen serta mengatur transkripsi beberapa gen ketahanan meski pemicuannya pada transkripsi ini belum jelas (Rate *et al.*, 1999, dan Wahyuni, 1999). H_2O_2 mampu menginduksi terbentuknya papila yang efektif untuk menahan serangan patogen (Hückelhoven *et al.*, 1999). Sedangkan induksi $CaCl_2$ berpotensi untuk mempengaruhi aktivitas membran plasma tanaman sebagai respon terhadap serangan mikrobial (Xu dan Heath, 1998). SA memiliki potensi terbesar sebagai penginduksi ketahanan tanaman dibandingkan dengan H_2O_2 dan $CaCl_2$. H_2O_2 dapat tereduksi menjadi H_2O dan O_2 oleh enzim katalase atau saat senyawa tersebut berada di udara bebas (Chasan, 1995). Sedangkan $CaCl_2$ belum diketahui dapat menginduksi terbentuknya luka lesio lokal sebagai akibat dari terbentuknya respon hipersensitif (Xu dan Heath, 1998). Usaha peningkatan ketahanan tanaman melalui mekanisme penginduksian SAR dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara eksogenus dan

endogenus. Secara eksogenus peningkatan penginduksian SAR dilakukan melalui perlakuan penyemprotan (Chivasa *et al.*, 1997; Bol *et al.*, 1997), sedangkan secara endogenus melalui perlakuan perendaman (Chivasa *et al.*, 1997; Xie dan Chen, 1999), serta menambahkan senyawa penginduksi ke dalam media biakan (Droby *et al.*, 1997). Penggunaan senyawa-senyawa kimia dalam usaha untuk peningkatan ketahanan tembakau berkaitan dengan mekanisme penginduksian SAR, diharapkan mampu menginduksi pembentukan suatu respon ketahanan tanaman. Mekanisme tersebut sangat menarik untuk diteliti dan dikembangkan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui pengaruh penyemprotan senyawa-senyawa kimia yang diduga mampu menginduksi ketahanan tembakau, utamanya tembakau H877, dengan menggunakan asam salisilat (SA), hidrogen peroksida (H_2O_2) dan kalsium klorida ($CaCl_2$), sebagai elisitor penginduksi ketahanan tembakau H877 muda terhadap infeksi CMV.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui 1) reaksi yang terjadi pada tanaman setelah diperlakukan dengan SA, H_2O_2 , $CaCl_2$ dan diinokulasi virus CMV-8 sehingga dapat digunakan sebagai kriteria ketahanan, 2) senyawa yang paling efektif dalam menghambat penyebaran virus, 3) konsentrasi SA, H_2O_2 dan $CaCl_2$ yang paling efektif dalam menghambat perkembangan virus, 4) perbedaan reaksi yang terjadi jika SA, H_2O_2 dan $CaCl_2$ diperlakukan pada umur 20 dan 35 hari setelah tanam (hst).

Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai sumber informasi tentang kegunaan SA, H_2O_2 dan $CaCl_2$ serta pengaruhnya setelah disemprotkan ke tanaman tembakau H877 muda, sehingga dapat berfungsi sebagai elisitor penginduksi ketahanan tanaman terhadap infeksi CMV.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.)

Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) tergolong genus *Nicotianae* yang termasuk di dalam famili *Solanaceae*, memiliki arti ekonomi penting sehingga terus dikembangkan. Tanaman tembakau memiliki batang tegak dengan tinggi sekitar 1,2 m dan kedudukan daun pada batang tegak (Cahyono, 1998). Batang tembakau biasanya memiliki sedikit cabang, atau bahkan tidak bercabang sama sekali. Batangnya berwarna hijau dan hampir seluruhnya ditumbuhi bulu-bulu halus yang berwarna putih (Anonim, 1996). Tanaman tembakau menghasilkan batang tunggal yang diakhiri oleh suatu pembungaan (Papenfus dan Quin, 1992). Daun tanaman merupakan bagian terpenting sebab daun tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan rokok. Berdasarkan jenis daun yang dihasilkan, tembakau dibagi menjadi lima jenis, yaitu : (1) tembakau cerutu, (2) tembakau pipa; (3) tembakau sigaret, (4) tembakau rajangan, dan (5) tembakau asapan (Cahyono, 1998).

Tembakau yang dikembangkan di daerah Jawa timur terutama di Kabupaten Jember dan Bondowoso adalah tembakau Besuki. Tembakau Besuki bermutu baik sehingga cocok digunakan sebagai bahan baku cerutu dan sangat dikenal dalam perdagangan internasional (Cahyono, 1998). Menurut Anonim (dalam Semangun, 1991), di daerah Besuki diketahui bahwa kultivar H362, H877 dan H894 tidak tahan terhadap CMV sedangkan Hartana (1999) mengemukakan bahwa H877 mempunyai ketahanan vertikal yang bersifat hipersensitif (kelewat peka) terhadap TMV karena mengandung gen N untuk hipersensitivitas yang berasal dari *Nicotiana glutinosa*.

2.2 Cucumber mosaic virus (CMV)

Cucumber mosaic virus (CMV) memiliki sebaran luas dengan kisaran inang terbesar jika dibandingkan dengan semua jenis virus tanaman (Varveri dan Boutsika, 1999), meliputi 775 spesies dari 85 famili tanaman sayur-sayuran dan hortikultura lainnya (Ng dan Perry, 1999; Montasser, 1998). CMV memiliki

banyak strain dengan virulensi yang berbeda-beda sehingga memiliki arti ekonomis penting bagi tanaman sebab mampu menurunkan produktivitas tanaman antara 33 – 60 persen (Montasser, 1998; Varveri dan Boutsika, 1999).

CMV terdiri dari polihedral virus dengan RNA berutas tunggal plus *sense genome* (Ng dan Perry, 1999) dan termasuk di dalam genus *Cucumovirus*, famili *Bromoviridae* (Yang *et al.*, 1997). Dalam kondisi alamiah virus ini dapat disebarkan secara non persisten oleh aphid seperti *Aphis gossypii* dan *Myzus persicae* serta dapat pula disebarkan melalui biji (Yang *et al.*, 1997; Ng dan Perry, 1999). Penyebaran virus secara non persisten tergantung pada beberapa faktor antara lain : 1) tingkat kecepatan perpindahan virus dari tanaman sakit ke tanaman sehat bersamaan dengan berpindahnya vektor dari tanaman sakit ke tanaman sehat, 2) peningkatan laju penyebaran yang mengikuti periode pre-akuisisi aphid dan 3) periode retensi yang singkat saat virus berada di dalam tubuh aphid (Ng dan Perry, 1999). Selanjutnya Yang *et al.* (1997) menyatakan bahwa tingkat infeksi CMV pada biji berkisar antara 0,7 persen di dalam biji tanaman pumpkin (*Cucurbitae pepo*) dan 7 persen dalam biji buncis (*Phaseolus vulgaris*), 15-55 persen dalam biji bayam (*Spinacia oleraceae*) dan ketimun liar (*Echinocystis labata*), serta 32 sampai 75 persen pada cabai (Rahardjo dan Wahyuni, 1995).

CMV dulu disebut juga dengan *Marmor ostricum Holmes*, mempunyai *Thermal Inactivation Point* (TIP) 60-75° Celcius untuk 10 menit dan *Dilution End Point* (DEP) sekitar 10^{-5} . Di dalam cairan tanaman sakit, pada suhu kamar virus akan menjadi inaktif setelah 72-96 jam. Virus tersebut mempunyai zarah berbentuk bulat dengan garis tengah 28-30 nm (Semangun, 1991). Menurut Rahardjo dan Wahyuni (1995), kandungan virus pada bagian-bagian tanaman yang menampakkan gejala mosaik atau nekrosis berbeda, hal tersebut dapat dilihat dari keragaman gejala yang tampak, cara penularannya, kestabilan virus, DEP dan TIP.

2.2.1 Gejala Penyakit CMV

Menurut Semangun (1991), gejala penyakit mosaik yang disebabkan oleh CMV secara umum ditandai dengan terbentuknya mosaik pada daun tanaman yang terinfeksi, kadang-kadang disertai dengan terhambatnya pertumbuhan, daun-daun menyempit dan berubah bentuknya. Sedangkan Hartana (1983) menyatakan bahwa salah satu akibat infeksi CMV yang cukup menyolok adalah terjadinya degenerasi kloroplas. Keabnormalan kloroplas menyebabkan terjadinya mosaik dan bercak. Jaringan yang terinfeksi akan mengalami pengurangan ketebalan dan panjang sel palisade. Kloroplas di dalam jaringan yang sakit mengecil dan tertekan perkembangannya. Infeksi CMV pada daun mengakibatkan penurunan kualitas dan kadar nitrogen. Semangun (1991) menambahkan bahwa jenis virus yang keras dapat menyebabkan perubahan warna pada jaringan di antara tulang-tulang daun dan terjadinya gejala nekrosis yang membentuk garis bergerigi (bercorak daun oak) pada daun-daun bawah. Jenis virus yang lemah hanya menyebabkan gejala mosaik yang kurang jelas.

Variasi gejala pada spesies-spesies tanaman tergantung pada macam strain CMV yang menyerang (Wahyuni *et al.*, 1992). Menurut Hartana (1999), gejala mosaik pada tembakau cepat tampak setelah tanaman diairi, karena transport air di dalam tubuh tanaman menjadi lebih lancar dan memudahkan penyebaran virus secara sistemik.

2.2.2 Cara Pengendalian CMV

Tindakan pengendalian penyakit virus dapat ditempuh melalui sanitasi yaitu membersihkan areal pertanaman tembakau dari sisa tanaman setelah panen kemudian membakarnya untuk mencegah penularan virus ke musim tanam berikutnya. Pencabutan dan pembakaran inang terinfeksi virus tidak efektif jika virus telah tersebar luas di areal pertanaman sebab daun yang terinfeksi virus masih dapat digunakan sebagai tembakau rajangan atau sebagai pengisi (filler) cerutu. Disamping itu perlu dilakukan penyemprotan dengan menggunakan insektisida untuk mengendalikan vektor agar penyebaran virus terhambat (Cahyono, 1998). Menurut Matthews (1991), diperlukan suatu modifikasi dalam

sistem pertanaman dan prosedur pemanenan yang baik dalam upaya mencegah dan mengurangi penyebaran virus. Selain memutuskan siklus infeksi, perlu dilakukan perubahan waktu tanam dan pengaturan jarak tanam. Sedangkan menurut Hartana (1990), penggunaan larutan desinfektan untuk mensterilkan tangan pekerja sebelum bekerja di dalam areal pertanaman tembakau dapat mengurangi penularan virus secara mekanis. Larutan desinfektan yang biasa digunakan adalah campuran sabun hijau 4 persen dan trisodium fosfat 8 persen atau dengan menggunakan deterjen.

Tanaman yang rentan merupakan sumber inokulum utama untuk penularan CMV, oleh karena itu pengendalian menggunakan kultivar tembakau tahan merupakan alternatif pengendalian yang tepat untuk mengurangi tingkat kerugian akibat penyakit tersebut (Cahyono, 1998). Menurut Hartana (1996), penggunaan tembakau kultivar tahan terhadap penyakit merupakan alternatif pengendalian yang terbaik untuk penyakit yang sukar diatasi secara kultur teknis, seperti yang disebabkan oleh patogen yang bertahan di dalam tanah dan penyakit-penyakit virus. Di daerah Besuki diketahui bahwa kultivar H 362, H 877 dan H 894 tidak tahan terhadap CMV sedangkan H 832 agak tahan (Semangun, 1999).

Sistem karantina, pengawasan (inspeksi) dan sertifikasi menjadi cara pengendalian yang terbaik. Terdapatnya inang yang tidak menunjukkan gejala, periode inkubasi setelah inokulasi dan tidak adanya gejala yang nyata pada biji, umbi lapis dan stok bibit kadang-kadang menjadikan karantina kurang efektif (Agrios, 1995). Selanjutnya Matthews (1991) menambahkan perlu dilakukan pencegahan penyebaran virus jarak jauh dan salah satu caranya adalah dengan menggunakan benih dan bibit bebas virus melalui program pengawasan dan sertifikasi. Program pengawasan dan sertifikasi yang berlaku pada berbagai negara antara lain melalui uji serologi tumbuhan, biji dan stok bibit terhadap virus dengan teknik *Enzyme Linked Immuno-Sorbent Assay* [ELISA] (Agrios, 1995).

2.3 Peranan Asam Salisilat (SA) dalam Tanaman Tahan

Asam salisilat dapat merangsang terjadinya perubahan di dalam pengekspresian gen yang terbentuk di dalam tanaman setelah tanaman terinfeksi

patogen (Chivasa *et al.*, 1997). Pada biosintesis SA, SA dihasilkan melalui lintasan phenyl propanoid yaitu proses dekarboksilasi asam sinamat menjadi asam bensoat (*Benzoic acid/BA*) dan selanjutnya BA di-hidroksilasi menjadi SA. Hidroksilasi ini dikatalisis oleh asam bensoik 2-hidroksilase [BA-2H] (Chasan, 1995).

SA dapat diaplikasikan secara endogenus (Chivasa *et al.*, 1997) dan secara eksogenus (Rate *et al.*, 1999). Pada daun-daun tembakau yang diperlakukan dengan SA dan derivat SA yaitu aspirin (*acethyl salicylic acid*) secara endogenus, maka senyawa ini akan menginduksi pengekspresian gen-gen *Pathogene-Related* (PR) protein sehingga menjadi lebih tahan terhadap infeksi TMV. Kemudian diketahui bahwa pada tembakau yang mengandung gen N, kandungan SA meningkat tajam dan banyak terakumulasi pada daun atas yang ditandai dengan makin lemahnya induksi PR protein (Wahyuni, 1999).

Menurut Rate *et al.* (1999), perlakuan SA secara eksogenus menginduksi beberapa pertahanan, salah satunya adalah ekspresi gen PR sehingga tahan terhadap berbagai jenis patogen yang berbeda. Pada tanaman transgenik mutan *Arabidopsis accelerated cell death-6* (*acd-6*) yang disemprot dengan SA mampu mengaktifkan gen *Non expressor of Pathogene-Related 1* (NPR-1). NPR-1 meningkatkan ketahanan tanaman terhadap *Pseudomonas syringae* dan mengaktifkan gen PR-1.

Secara umum Chasan (1995) mengemukakan bahwa SA mempunyai fungsi menghambat kerja enzim katalase yang berfungsi sebagai bagian dari transduksi signal SAR. Hal ini diperkuat dengan adanya bukti-bukti yang menghubungkan antara akumulasi SA pada tanaman dengan kenampakan pembentukan respon ketahanan lokal yang sama seperti halnya SAR.

2.4 Peranan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dalam Tanaman

H₂O₂ adalah molekul yang tersebar luas di dalam sistem biologi, dihasilkan secara enzimatik di dalam sel hidup selama berbagai reaksi oksidasi berlangsung dan dari tempat bocornya elektron dari rantai transport elektron. H₂O₂ dapat menginduksi respon perlindungan sel tergantung pada konsentrasinya,



program kematian sel atau nekrosis dan berfungsi membangun signal di dalam diferensiasi dinding sekunder kapas [*Gossypium hirsutum*] (Potikha *et al.*, 1999).

Lintasan H_2O_2 dan SA di dalam mekanisme pertahanan tanaman adalah berlawanan (Hückelhoven *et al.*, 1999), sebab saat SA bekerja untuk membangkitkan signal SAR yaitu sebagai suatu mekanisme perlindungan sistemik tanaman terhadap infeksi patogen, maka protein pengikat SA akan berubah menjadi isoform dari enzim katalase sedangkan enzim katalase mengkatalisa pemecahan H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 . Selanjutnya SA menghambat katalase dan mengakibatkan terjadinya peningkatan kadar H_2O_2 (Chasan, 1995). Namun kadar H_2O_2 sepertinya tidak berhubungan dengan pembentukan signal SAR, hal ini ditandai dengan tidak meningkatnya kadar H_2O_2 selama penginduksian SAR berlangsung. Hal ini disebabkan H_2O_2 tidak dapat menginduksi ekspresi gen SAR yaitu PR-1. (Chasan, 1995).

Hückelhoven *et al.* (1999) menyatakan bahwa mekanisme kerja yang berlawanan antara H_2O_2 dan SA di dalam mekanisme pertahanan tubuh tanaman terhadap serangan patogen dapat dibuktikan melalui percobaan dengan menggunakan tanaman barley (*Hordeum vulgare* L.) cv pallas yang diinokulasi dengan 20 konidia /mm² *Blumeria graminis* DC : Fr.f.sp. hordey, ras A6 (Bgh A6) berumur 7 hari setelah perkecambahan. Bgh A6 merupakan fungi patogen penyebab penyakit hawar daun (*powdery mildew*). Pada 20 jam setelah inokulasi, H_2O_2 diketahui terdeteksi pada papila yang tidak terpenetrasi oleh fungi (disebut sebagai papila efektif). Sel epidermal yang berhasil menolak serangan fungi secara bertahap mengandung vesikel kecoklatan di sekeliling papila, menandakan bahwa vesikel menjadi sasaran membran plasma untuk mengantarkan bahan dinding sel yang berguna bagi penguatan papila setelah mengandung H_2O_2 . Sebaliknya pada tanaman barley terinfeksi Bgh A6 yang diperlakukan SA antara 0-7 hari setelah inokulasi tidak menunjukkan adanya perubahan peningkatan kadar SA di dalam papila maupun di dalam sel epidermal tanaman. Aktivitas SA tidak terinduksi selama pembentukan papila dan respon hipersensitif sampai tanaman barley berumur 7 hari. Oleh karena itu, di dalam tanaman barley

akumulasi SA tidak dibutuhkan untuk mengakumulasi H_2O_2 , pembentukan papila efektif, respon hipersensitif dan pembentukan bercak nekrotik.

2.5 Peranan Kalsium Klorida ($CaCl_2$) dalam Tanaman

Kalsium digunakan oleh sel tanaman sebagai mesenger sekunder untuk mengontrol beberapa proses yang terjadi di dalam sel, seperti membuka dan menutupnya stomata, tropisme, orientasi pertumbuhan buluh tepung sari, ekspresi gen ketahanan dan beberapa aktivitas *calcium-dependent*. Keterlibatan kalsium di dalam respon kultur sel atau protoplas *Vigna unguiculata* terhadap serangan fungi sebagai elisitor telah terbukti dengan jalan mempengaruhi aktivitas membran plasma saluran kalsium. Sedangkan sumber kalsium di dalam tanaman diperoleh secara ekstraseluler yaitu dari dinding sel dan secara intraseluler yaitu dari vakuola dan endoplasmik retikulum (Xu dan Heath, 1998).

Menurut Droby *et al.* (1997), peningkatan kadar kalsium di dalam dinding sel umbi kentang berhubungan dengan pengurangan aktivitas maserasi dari *Erwinia carotovora*. Kalsium mampu mengurangi kerentanan bunga mawar terhadap *gray mold* yang disebabkan oleh *Botrytis cinerea*.

Droby *et al.* (1997) mengemukakan bahwa aplikasi $CaCl_2$ secara eksogenus mampu mempengaruhi perkecambahan spora dan pertumbuhan *Penicillium digitatum* di dalam media *in vitro*, efikasi biokontrol dari khamir antagonis *Pichia guilliermondii* terhadap *green mold* dan mampu mempertinggi produksi etilen di dalam kulit buah jeruk (*Citrus paradisi* MacFad). Pada saat aplikasi campuran 68-136 mM $CaCl_2$ dengan 10^7 sel/ml khamir, hanya konsentrasi 136 mM yang masih efektif bekerja mengurangi aktifitas pembusukan. Perkecambahan spora dan pemanjangan tabung kecambah terhambat secara *in vitro* pada konsentrasi 136 mM $CaCl_2$. Penghambatan lebih jelas terlihat pada konsentrasi 272 mM $CaCl_2$. Pemanjangan tabung kecambah lebih sensitif terhadap $CaCl_2$. Tanda-tanda terjadinya pengurangan panjang kecambah dapat diamati pada konsentrasi 136 mM $CaCl_2$. Sebaliknya penghambatan perkecambahan spora hanya sedikit sekali terjadi pada konsentrasi ini. Luka pada kulit buah jeruk yang diperlakukan dengan campuran 136 mM

CaCl_2 , 10^7 dan 10^8 sel/ml menunjukkan adanya peningkatan produksi etilen sekitar 2-3 kali lipat pada 24 jam setelah inokulasi dan terus meningkat pada 48 jam setelah inokulasi.

2.6 Infeksi dan Sintesis Virus di dalam Inang pada Umumnya

Virus tumbuhan masuk ke dalam tumbuhan hanya melalui luka yang dibuat secara mekanik atau oleh vektor atau diletakkan ke dalam ovule oleh tepung sari yang terinfeksi (Agrios, 1995). Meskipun secara terinci masih tetap spekulatif, menurut Bos (1989), gambaran rangkaian kejadian sesudah virus memasuki sel inang dapat dirangkum sebagai berikut:

- a. Genom virus harus dilepas sebelum melakukan replikasi dan informasi genetiknya dapat diterjemahkan. Lepasnya mantel genom menyusul masuknya virus ke dalam sel inang. Mungkin terdapat tenggang waktu antara pemasukan dan lepasnya mantel seperti yang tampak dari uji inokulasi dengan asam nukleat yang telanjang, di mana perbanyakan virus terjadi lebih cepat daripada sesudah inokulasi dengan virus yang utuh. Namun demikian, tempat dan mekanisme lepasnya mantel masih belum pasti.
- b. Replikasi asam nukleat virus yang paling sederhana adalah seperti pada TMV dengan satu rantai RNA berutas tunggal. Ini adalah untai +, yang berarti bahwa beberapa informasinya dapat langsung diterjemahkan pada ribosom ke dalam polimerase RNA virus spesifik, suatu enzim induk untai untuk mensintesis keturunan untai yang pada gilirannya bertindak sebagai pola cetak untuk sintesis + selanjutnya. Untai itu atau segmennya bertindak sebagai mRNA untuk produksi mantel protein, dan untai + yang utuh kemudian disatukan ke dalam virion yang lengkap. Proses replikasi asam nukleat dapat terjadi dalam inti atau dalam sitoplasma bergantung pada virusnya.
- c. Virion yang lengkap sering terdapat dalam plasmodesmata pada sel-sel yang berbatasan sel-sel, akan tetapi komunikasi infeksi dari sel-sel tidak harus oleh partikel yang utuh, mengingat virus yang kurang protein dan viroid juga dapat menyebar dalam seluruh tubuh tumbuhan. Penyebaran setempat beberapa virus dalam beberapa jenis tumbuhan ditemukan mencapai kecepatan kira-kira 4-80 $\mu\text{m}/\text{jam}$. Gerakan jarak jauh dalam tumbuhan diperkirakan kebanyakan

terdapat di dalam floem dan terjadi secara pasif bersama-sama dengan karbohidrat ke bagian tumbuhan yang memerlukan energi seperti akar dan organ yang sedang berkembang.

2.7 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan tinjauan pustaka maka dapat disusun hipotesis sebagai berikut:

1. Respon ketahanan yang terbentuk setelah tanaman disemprot dengan SA, H_2O_2 , dan $CaCl_2$ ditandai dengan terjadinya lesio lokal pada daun tembakau kultivar H877 muda.
2. SA merupakan senyawa yang paling efektif untuk menghambat penyebaran virus.
3. Konsentrasi 500 μM SA, 500 μM H_2O_2 dan 50 mM $CaCl_2$ merupakan konsentrasi yang paling efektif dalam menghambat penyebaran virus.
4. Pada perlakuan penyemprotan tanaman berumur 20 hst, jumlah tanaman yang menjadi tahan lebih banyak daripada tanaman yang disemprot pada umur 35 hst.

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Rumah Kaca Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Jember di mulai bulan April sampai Juli 2000.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) kultivar H877 dan jenis Kasturi, larutan SA dan H₂O₂ dengan konsentrasi masing-masing: 10 µM, 50 µM, 100 µM dan 500 µM, larutan CaCl₂ dengan konsentrasi: 1 mM, 5 mM, 10 mM dan 50 mM, larutan buffer 0,05 M H₃PO₄ (pH 7,20), 0,02 persen Tween-20, serbuk karborundum, akuades serta isolat CMV-8 dari tanaman cabe rawit yang diperoleh dari Dr. Ir. Wiwiek Sri Wahyuni, MS.

Alat yang digunakan meliputi : *magnetic stirer*, gelas beaker, pengaduk, *handsprayer*, timbangan digital, alu, mortar, sentrifus, spektrofotometer Hitachi dan *polybag*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan rancangan petak-petak terbagi (RPPT) dengan rancangan dasar rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari 3 faktor. Faktor utama (*mainplot*) adalah dua taraf variasi saat perlakuan, faktor kedua (*subplot*) adalah variasi macam senyawa, dan faktor ketiga (*sub-subplot*) adalah variasi konsentrasi dari tiap senyawa yang digunakan. Model statistika yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijkl} = u + K_1 + A_i + \epsilon_{il} + B_j + (AB)_{ij} + \delta_{ijl} + C_k + (AC)_k + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + \gamma_{ijk}$$

A sebagai *mainplot*, B sebagai *subplot*, dan C sebagai *sub-subplot*

i = 20 hst dan 35 hst

j = SA, H₂O₂, CaCl₂

k = 10 μM , 50 μM , 100 μM , dan 500 μM untuk SA dan H_2O_2 , serta 1 mM, 5 mM, 10 mM, dan 50 mM CaCl_2 .

l = ulangan 1, 2, dan 3.

- di mana: Y_{ijkl} = nilai pengamatan pada kelompok ke- l yang memperoleh taraf ke- i dari faktor a, taraf ke- j dari faktor B, dan taraf ke- k dari faktor C
- u = nilai rata-rata yang sesungguhnya
- k_i = pengaruh aditif dari kelompok ke- i
- A_i = pengaruh aditif dari taraf ke- i faktor A
- ε_{il} = pengaruh galat yang timbul pada kelompok ke- l yang memperoleh taraf ke- i dari faktor A, sering disebut galat petak utama atau galat (a).
- B_j = pengaruh aditif dari taraf ke- j faktor B
- $(AB)_{ij}$ = pengaruh interaksi antara taraf ke- i dari faktor A dan taraf ke- j dari faktor B
- δ_{ijl} = pengaruh galat yang timbul pada kelompok ke- l yang memperoleh taraf ke- i dari faktor A dan taraf ke- j dari faktor B, sering disebut galat anak petak atau galat (b).
- C_k = pengaruh aditif dari taraf ke- k faktor C
- $(AC)_{ik}$ = pengaruh interaksi antara taraf ke- i dari faktor A dan taraf ke- k dari faktor C
- $(BC)_{jk}$ = pengaruh interaksi antara taraf ke- j dari faktor B dan taraf ke- k dari faktor C
- $(ABC)_{ijk}$ = pengaruh interaksi antara taraf ke- i dari faktor A dan taraf ke- j dari faktor B, dan taraf ke- k dari faktor C
- γ_{ijkl} = pengaruh galat yang timbul pada kelompok ke- l yang memperoleh taraf ke- i dari faktor A, taraf ke- j dari faktor B,

dan taraf ke-k dari faktor C, sering disebut galat anak-anak petak atau galat (c).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Uji pendahuluan pada tanaman tomat menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi larutan senyawa SA, H₂O₂, dan CaCl₂ setelah disemprotkan pada tomat dinilai berpotensi untuk menghambat perkembangan dan penyebaran CMV-8. Hal ini dilihat dari kenampakan gejala mosaik yang samar pada daun tomat sehingga pada penelitian selanjutnya konsentrasi masing-masing larutan tetap digunakan untuk menguji efisiensi senyawa-senyawa tersebut dalam menghambat perkembangan dan penyebaran CMV-8 pada tanaman tembakau kultivar H877 muda.

Bibit tembakau H877 berumur 45 hari setelah sebar diperoleh dari Ir. Syaifudin Hasyim, ditanam dalam *polybag*, yang berisi campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1. Pupuk Nitrogen Phosphat Kalium (NPK) diberikan pada satu, dua dan empat minggu setelah penyemprotan elisitor pada daun dilakukan saat tanaman berumur 20 dan 35 hst.

Virus diperbanyak pada tembakau Kasturi yang diinokulasi secara mekanis. Selanjutnya tembakau yang telah terinfeksi digunakan sebagai sumber inokulum. Inokulum diperoleh dengan menghaluskan 5 g daun terinfeksi dalam 10 ml 0,05 M buffer H₃ PO₄ pH 7.2, lalu ekstrak disentrifuse pada kecepatan 1000 x g selama 10 menit. Suspensi yang mengandung virus ditera konsentrasinya dengan spektrofotometer Hitachi pada absorbansi 260 nm (A_{260}) dan dihitung dengan menggunakan rumus: $E_{260nm}^{0.1\%} = 5$ (Francki *et al.*, 1979). Konsentrasi virus yang digunakan untuk inokulasi tanaman berumur 20 hst adalah 5.5 mg/ml sedangkan untuk perlakuan 35 hst menggunakan 6 mg/ml.

Inokulasi CMV-8 pada tembakau H877 dilakukan 3 hari setelah penyemprotan SA, H₂O₂ dan CaCl₂ dengan cara mekanik. Inokulasi ini dilakukan pada satu daun muda (d₄) dan satu daun tua (d₁). Urutan daun ditentukan dengan menilai bahwa daun tua adalah daun bawah. Sebagai kontrol digunakan tembakau

yang disemprot elisitor tetapi tidak diinokulasi dengan CMV-8 (kontrol positif), dan tembakau yang tidak disemprot elisitor tetapi diinokulasi CMV-8 (kontrol negatif). Pengamatan dilakukan sejak 1 hari setelah inokulasi (hsi) sampai gejala muncul dan menyebar pada tanaman.

3.5 Hal-Hal yang Diamati

Pengamatan hasil aplikasi dilakukan setiap hari dan penentuan pengaruh aplikasi penyemprotan SA, H₂O₂ dan CaCl₂ terhadap terjadinya infeksi CMV-8 pada kultivar H877 dimulai 24 jam setelah inokulasi. Sehubungan dengan hal tersebut pengaruh penyemprotan senyawa-senyawa tersebut sebagai elisitor penginduksi ketahanan tembakau H877 muda terhadap infeksi CMV-8 dinilai dengan mengamati:

1. Terbentuk atau tidaknya luka lesio lokal atau sistemik sebagai respon ketahanan tembakau H877 muda terhadap infeksi CMV-8.
2. Senyawa manakah yang paling efektif dalam menghambat perkembangan dan penyebaran CMV-8, yang dinilai dengan cara menghitung luka lesio lokal atau sistemik luka lesio yang terjadi.
3. Pada konsentrasi berapakah SA, H₂O₂ dan CaCl₂ dapat efektif menghambat penyebaran CMV-8, yang dinilai dengan cara menghitung luka lesio lokal atau sistemik luka lesio yang terjadi.
4. Perbedaan reaksi yang terjadi jika SA, H₂O₂, dan CaCl₂ diperlakukan pada umur 20 hst dan 35 hst dengan menghitung jumlah tanaman yang mampu membentuk luka lesio lokal atau sistemik luka lesio.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Setelah diinokulasi dengan inokulum virus 5.5 mg/ml dan 6 mg/ml, tanaman yang daun-daunnya telah disemprot dengan asam salisilat, hidrogen peroksida, dan kalsium klorida tidak menunjukkan reaksi ketahanan yang bersifat hipersensitif, tetapi reaksi yang terjadi adalah mosaik sistemik.
2. Konsentrasi 500 μ M asam salisilat merupakan konsentrasi senyawa yang berpotensi menghambat proses penyebaran CMV-8 di dalam tanaman dibandingkan dengan hidrogen peroksida dan kalsium klorida.
3. Pada konsentrasi 500 μ M asam salisilat, 500 μ M hidrogen peroksida, dan 50 mM kalsium klorida masa inkubasi CMV-8 dalam tembakau dapat diperpanjang.
4. Penyemprotan daun dengan senyawa-senyawa tersebut pada umur 20 hst mampu memperpanjang masa inkubasi viruss (17-18 hsi) lebih lama daripada penyemprotan daun pada umur 35 hst.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Setelah diinokulasi dengan inokulum virus 5.5 mg/ml dan 6 mg/ml, tanaman yang daun-daunnya telah disemprot dengan asam salisilat, hidrogen peroksida, dan kalsium klorida tidak menunjukkan reaksi ketahanan yang bersifat hipersensitif, tetapi reaksi yang terjadi adalah mosaik sistemik.
2. Konsentrasi 500 μ M asam salisilat merupakan konsentrasi senyawa yang berpotensi menghambat proses penyebaran CMV-8 di dalam tanaman dibandingkan dengan hidrogen peroksida dan kalsium klorida.
3. Penyemprotan daun dengan SA, H₂O₂, dan CaCl₂ pada umur 20 hst (untuk semua konsentrasi) dapat memperpanjang masa inkubasi virus CMV-8 yaitu 17-18 hsi, penyemprotan daun pada umur 35 hst memperpanjang masa inkubasi yaitu 12 hsi, sedangkan diketahui umumnya masa inkubasi virus di dalam tanaman adalah 3-7 hsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1995. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Terjemahan Munazir Busnia dari *Plant Pathology* (1991). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 713 p.
- Anonim. 1996. *Pupuk Akar*. Penebar Swadaya. Jakarta. 52 p.
- Bol. J. F., C. M. A. Van Rossum. B. J. C. Cornellisen and J. M Linhorst. 1997. Induction of Host Genes by the Hypersensitive Response of Tobacco to Virus Infection. *Garlaeus Laboratoris*. Leiden University. Netherlands.
- Cahyono. 1998. *Tembakau Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Kanisius. Yogyakarta. 125 p.
- Chasan, R. 1995. SA: Source or Signal for SAR. *Plant Cell*. 7: 1519-1521.
- Chivasa, S., A. M. Murphy, M. Naylor and J. P. Carr. 1997. Salicylic Acid Interferes with *Tobacco mosaic virus* Replication via a novel Salicylhydroxamic Acid-Sensitive Mechanism. *Plant Cell*. 9: 547-557.
- Droby, S., M. E. Wisniewski, L. Cohen, B. Wens, D. Touitou, Y. Ellano and E. Chalutz. 1997. Influence of CaCl_2 on *Penicillium Digitatum*, Grape Fruit Peel Tissue, and Biocontrol Activity of *Pichia guilliermondii*. *Biological Control*. 87: 311-315.
- Ferguson, I.B., and C.B. Watkins. 1981. Ion Relation of Apple Fruit Tissue during Fruit Development and Ripening III. Calcium Uptake. *Plant Physiol*. 8: 259-265.
- Francki, R. I. B., D. W. Massop and T. Hatta. 1979. *Cucumber mosaic virus, Description of Plant Viruses*. CMI/AAB. No. 213. Kew. UK.
- Hartana, I. 1978. *Penyakit-Penyakit Utama Tembakau Cerutu Masa Pra Panen*. Ballitas. Malang. 850 p.
- _____. 1983. Penggunaan Ketahanan Tipe Glutinosa dalam Pemuliaan Ketahanan terhadap Penyakit Mosaik pada Tembakau Besuki. *Disertasi Doktor* dalam Ilmu Pertanian pada UGM. Yogyakarta. 145 p.
- _____. 1990. *Penyakit Utama Tembakau dan Pengendaliannya dalam Perlindungan Tanaman Menunjang Terwujudnya Pertanian Tangguh dan Kelestarian Lingkungan*. PT. Agricon. Jakarta. 807p.

- _____. 1996. *Pemuliaan Ketahanan terhadap Penyakit Tanaman*, Pemulia Tanaman. Balai Perkebunan Jember. Jember. 43 p.
- _____. 1999. Penyakit-Penyakit Virus pada Tanaman Tembakau. *Makalah Bahan Diskusi di PTP Nusantara II (Persero)*. (29 Nopember-1 Desember 1999). Medan.
- Hückelhoven, R., J. Fodor, C. Preis, and K.H. Kogel. 1999. Hypersensitive Death and Papilla Formation in Barley Attacked by the Powdery Mildew Fungus Are Associated with Hydrogen Peroxide but Not with Salicylic Acid Accumulation. *Plant Physiol* 119: 1251-1260.
- Mathews, R. E. F. 1991. *Plant Virology*. Academic Press; Inc. San Diego, New York, Boston, London, Sidney, Tokyo, Toronto. 2223 p.
- Montasser, M. S. 1998. Viral Satellite RNAs for The Prevention of *cucumber mosaic virus* (CMV) Disease in Field-Grown Pepper and Mellon Plants. *Plant Disease*. 82: 1298-1303.
- Ng, J. and K. L. Perry. 1999. Stability of The Aphid Transmission Phenotype in *Cucumber mosaic virus*. *Plant Pathol*. 98: 388-394.
- Potikha, T.S., C.C. Collins, D.I. Johnson, D.P. Delmer, and A. Levine. 1999. The involvement of Hydrogen Peroxide in the Differentiation of Secondary Walls in Cotton Finers. *Plant Physiol*. 119: 858-894.
- Rahardjo, I. B. dan W. S. Wahyuni. 1995. Distribusi Gejala Nekrosis dan Virus Pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana glutinosa*) yang Terinfeksi strain CMV dari Jahe, Fakultas Pertanian Universitas Jember. *Risalah Konggers Nasional XIII dan Seminar Ilmiah PF.*, (25-27 September 1995). Mataram.
- Rate, D. N., J. V. Cuenca, G. R. Brownman, D. S. Guttman, and J. T. Greenberg. 1999. The Gain of function Arabidopsis *acd6* Mutant Reveals Novel Regulation and Function of The Salicylic Acid Signaling Pathway in Controlling Cell Death, Defense, and Cell Growth. *Plant Cell*. 11: 1699-1708.
- Reavy, B. dan M. A. Mayo. 1997. *Genetic engineering of Virus Resistance*. Dalam A. N. R. Gatehouse, V. A. Hilder, D. Boulter (Ed) . *Plant Genetic Manipulation for Crop Protection*. CAB International. Oxon United Kingdom.
- Santoso, K. 1991. *Tembakau dalam Analisis Ekonomi*. Badan Penerbit Universitas Jember. Jember. 212 p.

- Semangun, H. 1991. *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 780 p.
- Semangun, H. 1999. *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 780 p.
- Sudarmo, S. 1991. *Tembakau Pengendalian Hama Tanaman Penyakit*. Kanisius. Yogyakarta. 81 p.
- Varveri, C., and K. Boutsika. 1999. Characterization of *Cucumber mosaic virus* Isolates in Greece. *Plant Pathol.* 48: 95-100.
- Wahyuni, W. S. 1999. Bagaimana respon Tanaman Tahan terhadap Infeksi Virus?, *Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*. (16-19 September 1999). Purwokerto.
- Wahyuni, W.S., R.G. Dietzen, K. Hanada, and R.I.B. Francki. 1992. Serological and Biological Variation between and within subgroup I and II Strain of *Cucumber mosaic virus*. *Plant Pathol.* 41: 282-297.
- Wahyuni, W. S., Y. Sulyo, I. B. Rahardjo, dan E. B. Trisusilowati. 1996. Identifikasi dan Klasifikasi Strain-Strain CMV dan pengendaliannya dengan pseudo-rekombinasi. *Laporan Penelitian RUT II*. DRN-Puspiptek-LIPI. RI. Tidak dipublikasikan.
- Xie, Z. and Z. Chen. 1999. Salicylic Acid Induces Rapid Inhibition of Mitochondrial Electron Transport and Oxidative Phosphorylation in Tobacco Cells. *Plant Physiol.* 120: 217-225.
- Xu, H., and M.C. Heath. 1998. Role of Calcium in Signal Transduction during the Hypersensitive Response Caused by Basidiospore-Derived Infection of the Cowpea Rust Fungus. *Plant Cell.* 10: 585-597.
- Yang, Y., K.S. Kim, and E.J. Anderson. 1997. Seed Transmission of *Cucumber mosaic virus* in Spinach. *Plant Physiol.* 87: 925-931.