

**IDENTIFIKASI PENYAKIT YANG DISEBABKAN OLEH
VIRUS PADA TANAMAN PEPAYA (*Carica papaya* L.)
DI MALANG, JAWA TIMUR**

Oleh
MILADIYATUL FAUZIYAH

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2017**

**IDENTIFIKASI PENYAKIT YANG DISEBABKAN OLEH
VIRUS PADA TANAMAN PEPAYA (*Carica papaya* L.)
DI MALANG, JAWA TIMUR**

OLEH

MILADIYATUL FAUZIYAH

125040201111116

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

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2017

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan yang ada di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di 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

Miladiyatul Fauziyah

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Identifikasi Penyakit Yang Disebabkan Oleh Virus Pada
Tanaman Pepaya (*Carica Papaya L.*) Di Malang, Jawa
Timur
Nama Mahasiswa : Miladiyatul Fauziyah
NIM : 125040201111116
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 tua tercinta serta
Adik-adikku tersayang*

RINGKASAN

Miladiyatul Fauziyah. 125040201111116. Identifikasi Penyakit Yang Disebabkan Oleh Virus Pada Tanaman Pepaya (*Carica Papaya* L.) Di Malang, Jawa Timur. Dibawah Bimbingan Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. Sebagai Dosen Pembimbing Utama Dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc. Sebagai Dosen Pembimbing Pendamping.

Pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan tanaman yang cukup banyak dibudidayakan di Indonesia. Tingginya minat masyarakat akan buah pepaya turut meningkatkan permintaan buah pepaya. Salah satu kendala yang dihadapi dalam peningkatan produksi pepaya yaitu serangan patogen yang menyebabkan penyakit. *Papaya ringspot* merupakan penyakit baru pada tanaman pepaya di Indonesia dan menyebabkan kerugian secara ekonomi, penyakit ini disebabkan oleh patogen *Papaya ringspot virus* (PRSV). Berdasarkan survei pendahuluan pada pertanaman pepaya di wilayah Malang terdapat tanaman pepaya yang diduga terserang virus penyebab penyakit. Berdasarkan hal ini maka perlu adanya penelitian mengenai identifikasi terhadap virus penyebab penyakit pada tanaman pepaya di Malang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui virus yang menyebabkan penyakit pada tanaman pepaya serta mengetahui kisaran inang, morfologi dan sifat fisik virus yang menginfeksi tanaman pepaya.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Oktober 2016 di Laboratorium Virologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan *Screen house* Desa Karangwidoro, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif untuk mengetahui jenis virus yang menginfeksi tanaman pepaya. Pengujian yang dilakukan untuk identifikasi virus ini terdiri dari pengujian terhadap tanaman indikator, identifikasi menggunakan TEM, pengujian kisaran inang, pengujian sifat fisik yang meliputi Thermal inactivation point, Dilution end point, Longevity in vitro.

Berdasarkan hasil penelitian gejala yang tampak pada tanaman pepaya di lapang yaitu mosaik dan klorosis pada lamina daun. Gejala yang lebih spesifik yang tampak yaitu adanya bercak cincin atau ringspot pada permukaan buah. Hasil penularan pada tanaman indikator *C. amaranticolor* dan *C. quinoa* menghasilkan gejala lesio lokal nekrosis. Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan TEM morfologi partikel virus yang menginfeksi tanaman pepaya diketahui tergolong kelompok Potyvirus. Partikel virus diketahui berbentuk filament flexuous dengan ukuran sekitar 800-900 nm x 12 nm. Hasil pengujian kisaran inang menunjukkan bahwa tanaman dari famili Caricaceae dan dua jenis tanaman dari famili Cucurbitaceae yaitu *C. sativus* dan *C. melo* L. merupakan kisaran inang dari PRSV sedangkan tanaman dari famili Brassicaceae yaitu *B. juncea* L. dan tanaman famili Solanaceae yaitu *S. lycopersicum* L. bukan merupakan inang dari PRSV. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik virus dapat diketahui nilai DEP, TIP, dan LIV virus yang diuji yaitu 10^{-5} - 10^{-6} , 65°C, dan 24-48 jam pada suhu ruang. Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan virus yang menginfeksi tanaman pepaya di Malang termasuk dalam famili Potyvirus yaitu *Papaya ringspot virus* (PRSV).

SUMMARY

Miladiyatul Fauziyah. 125040201111116. Identification of Diseases Caused by Virus on Papaya (*Carica Papaya* L.) in Malang, East Java. Supervised by Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. and Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc.

Papaya (*Carica papaya* L.) is a crop which is often cultivated in Indonesia. High public interest on papaya contribute to improved demand of papaya. One of the difficulty to increasing papaya production is pathogens attacks cause plant disease. Papaya ringspot a new disease in papaya plants in Indonesia causes economic losses, that disease caused by *Papaya ringspot virus* (PRSV). Based on a preliminary survey in papaya in Malang, there are papaya plants suspected were attacked by the virus. Based on this, it needs a research concerning identification of that viruses that cause disease in plants of papaya in Malang. The purpose of this study is to figure out the virus causes disease in papaya plants as well as to know range of its host, morphology and physical characteristic of a virus that infects the papaya plants.

The research was conducted from May until October 2016 in the Laboratory of Virology, Department of Plant Pest and Disease, Faculty of Agriculture, Brawijaya University and *screen house* Karangwidoro Village, Dau District, Malang. The research is using descriptive method to determine the type of virus infect papaya plants. Tests were carried out to identify the virus consists of test on indicator plants, identification using TEM, host range test, physical characteristic test which include Thermal inactivation point, dilution end point, and Longevity in vitro.

Based on the results of research, the symptoms seen in papaya plants are mosaic and chlorosis on the leaf lamina. More specific symptoms, there is a ringspot on the surface of the fruit. The results of virus infection to indicator plants *C. amaranticolor* and *C. quinoa* produce necrotic local lesions. Based on identification using TEM, virus particles morphology that infect papaya plants classified as a family Potyvirus. Virus particles is flexuous filament-shaped about 800-900 nm x 12 nm. The results of the research shows that the host range of the Caricaceae family and two species of the Cucurbitaceae family that are *C. sativus* and *C. melo* L. is PRSV host range, meanwhile the plant of the Brassicaceae family that is *B. juncea* L. and plant of the Solanaceae family is *S. lycopersicum* L. is not a host of PRSV. Based on the results of the virus physical characteristic test, the value of DEP, TIP, and LIV viruses are 10^{-5} - 10^{-6} , 65°C, and 24-48 hours at room temperature. Based on these values, the viruses that infect papaya plants in Malang included Potyvirus family that is *Papaya ringspot virus* (PRSV).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karuniannya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Identifikasi Penyakit yang Disebabkan oleh Virus pada Tanaman Pepaya (*Carica Papaya* L.) di Malang, Jawa Timur”. Skripsi ini disusun sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Pertanian strata satu (S-1).

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS selaku dosen pembimbing utama, Bapak Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penghargaan dan ucapan terima kasih penulis berikan kepada kedua orang tua dan adik-adik tersayang atas doa dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis. Kepada rekan-rekan HPT 2012, rekan Agroekoteknologi 2012, serta semua pihak yang telah membantu memberikan dukungan, doa, dan kebersamaan selama ini, penulis sampaikan terima kasih. Semoga hasil penulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Januari 2017

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bangkalan pada tanggal 04 September 1994 dari pasangan Bapak KIAA Nurul Islam dan Ibu Wahyuningsih. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara.

Penulis menempuh pendidikan dasar pada tahun 2000 dan selesai pada tahun 2006 di SD Negeri Pangpajung 01, Kecamatan Modung, Bangkalan. Pendidikan sekolah menengah pertama diselesaikan penulis di SMP Negeri 1 Modung, Bangkalan pada tahun 2009 dan pendidikan sekolah menengah atas diselesaikan di SMA negeri 1 Blega, Bangkalan pada tahun 2012. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya melalui jalur SNMPTN Undangan pada tahun 2012.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif dalam kepanitiaan seperti Dies Natalis Fakultas Pertanian “Agriculture Vaganza” dan kepanitiaan Orientasi Studi dan Pengenal Kampus “PROTEKSI” 2015. Penulis juga pernah melaksanakan magang kerja di PT. BISI International Tbk. Pada tahun 2015.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Pepaya	4
Klasifikasi dan Sebaran	4
Manfaat tanaman pepaya	4
Syarat tumbuh tanaman pepaya	5
2.2 Papaya ringspot virus	5
Biologi <i>PRSV</i>	5
Inang dan ekologi	6
Gejala serangan	6
Penularan penyakit	8
Pengendalian <i>PRSV</i>	8
2.3 Identifikasi virus	9
Postulat Koch	9
Uji kisaran inang	9
Pengujian sifat fisik virus	10
Identifikasi menggunakan mikroskop elektron	11

III. METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Kerangka Operasional Penelitian.....	12
3.2 Tempat dan Waktu.....	13
3.3 Alat dan Bahan.....	13
3.4 Metode Penelitian.....	13
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.6 Variabel Pengamatan.....	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Gejala Penyakit yang Disebabkan oleh Virus pada Pepaya.....	18
4.2 Morfologi Partikel Virus.....	20
4.3 Pengujian Kisaran Inang.....	21
4.4 Pengujian Sifat Fisik Virus.....	25
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33



DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1	Partikel <i>Papaya ringspot virus</i>	6
2	Gejala serangan <i>Papaya ringspot virus</i> pada tanaman pepaya.....	7
3	Gejala serangan <i>Papaya ringspot virus</i> pada tanaman Mentimun.....	7
4	Gejala penyakit pada tanaman pepaya dan tanaman pepaya sehat.....	18
5	Daun tanaman indikator setelah diinokulasi. (a) <i>C. amaranticolor</i> (b) <i>C. quinoa</i> (c) <i>G. globosa</i>	19
6	Gejala infeksi virus pada pengujian postulat Koch.....	20
7	Partikel <i>Papaya ringspot virus</i>	21
8	Gejala infeksi virus pada beberapa tanaman inang setelah diinokulasi.....	24
9	Rata-rata jumlah lesio lokal setiap daun pada pengujian <i>Dilution end-point</i> (DEP).....	27
10	Rata-rata jumlah lesio lokal setiap daun pada pengujian <i>Thermal inactivation point</i> (TIP).....	29
11	Rata-rata jumlah lesio lokal setiap daun pada pengujian <i>Longevity in vitro</i> (LIV).....	31

Lampiran

No	Teks	Halaman
1	Lokasi Pengambilan sumber inokulum virus pada tanaman pepaya untuk identifikasi.....	36
2	Alat dan bahan untuk pembuatan sap.....	36
3	Sampel untuk identifikasi virus menggunakan TEM.....	36



DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1	Famili, spesies tanaman, dan umur tanaman yang digunakan dalam pengujian kisaran inang.....	15
2	Hasil uji kisaran inang melalui penularan mekanis.....	22
3	Hasil pengujian <i>Dillution End Point</i> (DEP) pada tanaman <i>C. amaranticolor</i>	26
4	Hasil pengujian <i>Thermal inactivation point</i> (TIP) pada tanaman <i>C. amaranticolor</i>	28
5	Hasil pengujian <i>Longevity In Vitro</i> (LIV) pada tanaman <i>C. amaranticolor</i>	30

Lampiran

No	Teks	Halaman
1	Jumlah tanaman terinfeksi pada pengujian kisaran inang.....	37



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan tanaman yang cukup banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini berasal dari Amerika tropis di daerah Meksiko bagian selatan dan Nikaragua. Tanaman ini mulai menyebar ke berbagai negara tropis di benua Afrika, Asia termasuk Indonesia pada abad ke-17 (Warisno, 2003). Di Indonesia, tanaman pepaya umumnya dibudidayakan di dataran rendah dan dataran tinggi, yaitu sampai ketinggian 1.000 m di atas permukaan air laut (Kalie, 1994). Pepaya merupakan salah satu buah yang digemari masyarakat karena banyak mengandung zat gizi, diantaranya yang paling banyak adalah mineral (kalsium, fosfor, kalium, zat besi), vitamin A dan C. Tingginya minat masyarakat akan buah pepaya turut meningkatkan permintaan buah pepaya (Sujiprihati & Suketi, 2009).

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Hortikultura, produktivitas pepaya di Indonesia, dari tahun 2010 sampai 2014 berturut-turut sebesar 73.26, 86.68, 77.45, 80.49, dan 82.23 ton/ha (Anonim, 2015). Salah satu kendala yang dihadapi dalam peningkatan produksi pepaya yaitu serangan patogen yang menyebabkan penyakit. Beberapa patogen penting yang menginfeksi tanaman pepaya adalah *Papaya lethal yellowing virus*, *Papaya meleira virus*, *Papaya apical necrosis virus*, *Papaya ringspot virus*, *Phytophthora palmifora*, *Collectotrichum gloesporioides*, *Pythium* sp., *Erwinia papayae* (Silva et al, 2007).

Papaya ringspot merupakan penyakit baru pada tanaman pepaya di Indonesia dan menyebabkan kerugian secara ekonomi, penyakit ini disebabkan oleh patogen *Papaya ringspot virus* (Harmiyati, 2015). Menurut Gonsalves (2010) tanaman yang terserang *Papaya ringspot virus* menunjukkan gejala mosaik menonjol, klorosis pada lamina daun, dan jika serangan parah daun berbentuk seperti tali sepatu (*shoestrings*). Gejala yang terlihat pada buah yaitu terdapat benjolan mirip dengan gejala defisiensi boron dan memiliki bercak cincin. Partikel *Papaya ringspot virus* mempunyai bentuk batang filamen flexuous yang berukuran 760-800 x 12 nm. Virus ini mempunyai titik pemanasan inaktivasi (TIP) 54-60°C, titik batas pengenceran 10^{-3} , dan lama penyimpanan in vitro (LIV)

sekitar 0,3 hari. Di wilayah tropis maupun subtropis virus ini ditemukan dapat menginfeksi tanaman dari famili Caricaceae dan Cucurbitaceae.

Istilah *Papaya ringspot virus* (PRSV) pertama kali dikemukakan oleh Jensen pada tahun 1949 untuk menggambarkan penyakit yang menyerang tanaman pepaya di Hawaii (Gonsalves *et al*, 2010). PRSV adalah anggota famili *Potyviriidae*, genus *Potyvirus* yang diketahui memiliki daerah sebar geografi yang sangat luas. Peraturan Menteri Pertanian nomor 51/Permentan/KR.010/9/2015 tentang Jenis Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina menggolongkan PRSV sebagai organisme pengganggu tumbuhan karantina (OPTK) kategori A2 golongan I, yaitu kategori OPT yang sudah terdapat di wilayah Negara Indonesia dan tidak dapat dibebaskan dari media pembawanya (Anonim, 2015). Telah dilaporkan bahwa PRSV ditemukan menginfeksi tanaman pepaya di daerah Aceh dan Medan pada tahun 2012, dengan insidensi penyakit mencapai 100% (Hidayat *et al*, 2012). Sebelumnya juga telah dilaporkan bahwa PRSV telah menginfeksi pertanaman pepaya di daerah Sleman, Bantul, Gunung Kidul, dan Kulon Progo, di Daerah Istimewa Yogyakarta (Harmiyati, 2015).

Berdasarkan survei pendahuluan pada pertanaman pepaya di wilayah Malang terdapat tanaman pepaya yang diduga terserang virus penyebab penyakit. Berdasarkan hal ini maka perlu adanya identifikasi terhadap virus penyebab penyakit pada tanaman pepaya di Malang yang nantinya dapat digunakan untuk mencegah atau menekan penyebaran virus mengingat kemampuan sebaran virus yang cukup luas. Penelitian ini merupakan penelitian pertama yang memberikan informasi terkait identifikasi virus penyebab penyakit pada tanaman pepaya di Malang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan ilmiah, yaitu:

1. Virus apakah yang menyebabkan penyakit pada tanaman pepaya di Malang?
2. Bagaimana reaksi beberapa inang terhadap virus penyebab penyakit pada tanaman pepaya di Malang?

3. Bagaimana sifat fisik dan morfologi virus penyebab penyakit pada tanaman pepaya di Malang?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui virus penyebab penyakit pada tanaman pepaya di Malang.
2. Mengetahui reaksi beberapa inang terhadap virus penyebab penyakit pada tanaman pepaya di Malang melalui penularan secara mekanis.
3. Mengetahui sifat fisik dan morfologi virus penyebab penyakit pada tanaman pepaya di Malang.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam memberikan informasi kepada masyarakat, khususnya petani, mengenai gejala-gejala infeksi virus, transmisi dan penanggulangannya.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Pepaya

Klasifikasi dan Sebaran

Dalam klasifikasi tanaman, pepaya termasuk dalam famili Caricaceae. Famili ini memiliki empat genus, yaitu *Carica*, *Jarilla*, *Jacaranta*, dan *Cylicomorpha* (Kalie, 1994). Berdasarkan taksonominya, tanaman pepaya diklasifikasikan dalam subkelas *Dicotyledonae*, Ordo *Caricales*, Famili *Caricaceae*, Genus *Carica*, dan Spesies *Carica papaya* L. (Suketi dan Sujiprihati, 2009). Bentuk dan susunan tubuh bagian luar tanaman pepaya termasuk tumbuhan perdu yang dikelompokkan sebagai tanaman buah-buahan semusim, namun dapat tumbuh setahun atau lebih (Rukmana, 1995). Tanaman pepaya mempunyai batang berongga, biasanya tidak bercabang, dan tingginya dapat mencapai 10 meter. Daunnya merupakan daun tunggal, berukuran besar, dan bercangap. Tangkai daun panjang dan berongga. Bunganya terdiri dari tiga jenis, yaitu bunga jantan, bunga betina, dan bunga sempurna. Bentuk buah bulat sampai lonjong. Batang, daun, dan buahnya mengandung getah yang memiliki daya enzimatis, yaitu dapat memecah protein (Kalie, 1994).

Pepaya merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tropis. Pusat penyebaran diduga berada didaerah sekitar Meksiko bagian selatan dan Nikaragua (Indriani *et al*, 2008). Tanaman pepaya di Indonesia mulai beredar pada abad ke-19 rintisan Direktorat Pengembangan Produksi Pertanian Departemen Pertanian mendatangkan pepaya jenis semangka dari luar negeri sekitar tahun 1925-1930. Sejak tahun 1930 penanaman pepaya telah menyebar luas di pulau Jawa (Rukmana, 1995). Di Indonesia, daerah utama penghasil pepaya meliputi Sumatera Utara, Sumatera Barat, Kepulauan Riau, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, DI Yogyakarta, Bali, NTT, Kalimantan, dan Sulawesi (Warisno, 2003).

Manfaat tanaman pepaya

Selain dikonsumsi sebagai buah segar pepaya, pemanfaatan tanaman pepaya cukup beragam antara lain sebagai bahan sayuran, bahan olahan, maupun untuk obat dalam pengobatan tradisional. Buah pepaya mengandung 1-1,5% protein, sumber vitamin C, sumber karotin yang merupakan precursor dari vitamin

A, serta kalsium dan kalium. Selain mempunyai kandungan gizi tersebut pepaya juga mengandung getah berwarna putih, di dalam getah pepaya terkandung asam amino, dan enzim pemecah protein (*proteolitik*) yang disebut papain. Papain ini banyak digunakan dalam industri diantaranya industri makanan dan minuman, farmasi, kosmetik, tekstil, dan penyamak (Indriani *et al*, 2008).

Syarat tumbuh tanaman pepaya

Di Indonesia tanaman pepaya umumnya tumbuh menyebar dari dataran rendah sampai dataran tinggi, yaitu sampai 1.000 m di atas permukaan laut. Secara umum tanaman pepaya dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah. Namun tanah yang ideal untuk pertumbuhan pepaya yaitu tanah yang kaya bahan organik, drainase dan aerasinya baik, serta mempunyai PH 6,5–7. Pepaya tergolong tanaman yang memerlukan cahaya penuh. Tanaman pepaya yang mendapat sinar matahari dalam jumlah banyak akan lebih cepat berbunga dan berbuah. Curah hujan yang sesuai dengan tanaman pepaya adalah berkisar antara 1.500–2.000 mm per tahun. Suhu optimal untuk pertumbuhan tanaman pepaya berkisar antara 22–26°C, suhu minimum 15°C dan suhu maksimum 43°C (Indriani *et al*, 2008).

2. 2 Papaya ringspot virus

Biologi PRSV

Sifat umum PRSV mirip dengan sebagian besar virus dalam genus Potyvirus dari famili Potyviridae. Partikel virus atau virion terdiri dari nukleokapsid, berbentuk filamentous flexuous rod berukuran kira-kira 760–800 x 12 nm (Gambar 1). Partikel virus biasanya mengandung protein 94,5% dan 5,5% asam nukleat, dan tidak memiliki membran luar (non-enveloped). Titik inaktivasi termal (TIP) dari PRSV adalah 54–60°C dan usia panjang in vitro (LIV) adalah sekitar 0,3 hari. Seperti potyvirus lainnya, PRSV memiliki genom ss-RNA, positive sense, linier, monopartite dan panjang nukleotida sekitar 10,326 (Gonsalves *et al*, 2010).



Gambar 1. Partikel *papaya ringspot virus*.
(Sumber: Gonsalves *et al*, 2010)

Inang dan ekologi

Berdasarkan kisaran inangnya, PRSV terdiri dari dua strain, yaitu PRSV strain P (PRSV-P) dan PRSV strain W (PRSV-W). PRSV-P menginfeksi tanaman pepaya dan *Cucurbitaceae*, sedangkan PRSV-W hanya menginfeksi tanaman famili *Cucurbitaceae* (Harmiyati, 2015). PRSV-P secara efektif melengkapi siklus hidupnya dalam pepaya, sementara PRSV-W melengkapi siklus hidupnya di tanaman famili *Cucurbitaceae*. Dengan kata lain, cucurbits umumnya tidak berfungsi sebagai inang alternatif untuk PRSV-P (Gonsalves *et al*, 2010).

Penularan PRSV di area pertanaman dilakukan oleh vektor *aphid*, virus ini bersifat non persiten sehingga penularan berlangsung sangat cepat dan tidak bereplikasi didalam tubuh vektor. Siklus penyakit dimulai saat *aphid* memakan tanaman pepaya yang terinfeksi selama ± 15 detik dan kemudian menularkan pada tanaman pepaya yang sehat. Virus ini tidak dapat bertahan lama di dalam vektor sehingga penularan pada tanaman lain harus berlangsung secara cepat (Gonsalves *et al*, 2010).

Gejala serangan

Menurut Gonsalves *et al* (2010), *Pepaya ringspot virus* menginfeksi pepaya dan cucurbits secara sistemik. Gejala yang terjadi pada pepaya hampir sama dengan gejala yang terjadi pada cucurbits. Pada pepaya daun mengalami mosaik menonjol dan klorosis pada lamina daun, terdapat garis berminyak pada petiole. Pada serangan parah gejala yang tampak yaitu pada daun muda mengalami distorsi yang mengakibatkan tampilan daun membentuk tali sepatu atau mirip gejala kerusakan akibat serangan tungau. Tanaman yang terinfeksi pada

saat muda pertumbuhannya akan menjadi lambat dan mengakibatkan kekerdilan serta tidak dapat menghasilkan buah. Gejala yang tampak pada buah yaitu terdapat bercak cincin dan benjolan seperti buah tanaman dengan defisiensi boron (Gambar 2).



Gambar 2. Gejala serangan *Papaya ringspot virus* pada tanaman pepaya.
(Sumber: John, 2008)

Pada tanaman cucurbits gejala yang terlihat pada daun yaitu mosaik dan terjadi penyempitan daun. Tanaman yang terinfeksi pada usia muda tidak akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan (Gambar 3), sedangkan gejala yang terlihat pada buah yaitu mengalami perubahan warna dan buah menjadi abnormal.



Gambar 3. Gejala serangan *Papaya ringspot virus* pada tanaman Mentimun.
(Sumber: Gonsalves, 2010)

Tanaman pepaya rentan dari segala usia umumnya akan menunjukkan gejala dua sampai tiga minggu setelah inokulasi. Tanaman yang terinfeksi pada usia muda tidak pernah menghasilkan buah tetapi jarang menyebabkan tanaman mati karena penyakit ini (Gonsalves, 1993). Gejala penyakit umumnya lebih

menonjol selama musim dingin yang sejuk dan ditekan selama cuaca yang lebih hangat (Nishina *et al*, 1989).

Penularan penyakit

Penyakit bercak cincin yang disebabkan oleh *papaya ringspot virus* ditularkan dari tanaman pepaya terinfeksi pada tanaman pepaya sehat melalui bantuan aktifitas memakan berbagai spesies kutu daun, terutama kutu persik dan kutu melon. Virus ini ditularkan secara non-persisten, yang berarti bahwa virus tidak berkembang biak di dalam vektor tetapi sebaliknya virus dibawa dalam mulutnya dan ditularkan pada tanaman lain pada saat vektor makan (Heu *et al*, 2002). PRSV juga dapat ditularkan secara mekanis tetapi tidak dapat ditularkan melalui benih (Gonsalves *et al*, 2010).

Keberhasilan penularan sangat ditentukan oleh rentang waktu dari periode makan akuisisi sampai dengan waktu penularan. Kemampuan *A. gossypii*, *A. craccivora*, dan *M. persicae* setelah 5 menit dari periode makan akuisisi masih mampu menularkan PRSV berturut-turut, 17.5%, 12.5%, dan 22.5%. *M. Persicae* masih dapat menularkan PRSV setelah 30 menit dari periode makan akuisisi, namun efisiensi penularannya berkurang dan hanya mampu menularkan PRSV sebesar 5% (Kalleshwaraswamy dan Kumar 2008).

Pengendalian PRSV

Di Hawaii, Thailand dan Filipina telah dikembangkan strategi pengendalian PRSV dengan pengembangan tanaman transgenik tahan PRSV. Strategi lain yang dilakukan yaitu dengan pemuliaan tanaman resisten dan toleran dengan melakukan persilangan antara *Vasconcellea* (kerabat dekat pepaya) dengan pepaya (*Carica papaya*) varietas toleran telah beredar secara komersil di Filipina, Taiwan, dan Florida. Teknik proteksi silang dengan menggunakan virus lemah (PRSV HA 5-1 dan PRSV HA 6-1). Rekomendasi pengendalian PRSV dari Dr. Suryo Wiyono (Dept. Proteksi Tanaman IPB) agar dilakukan pemasyarakatan best practices PHT tanaman pepaya secara intensif dan masif, serta dilakukan riset aksi dalam bentuk demplot area dengan skala luas di daerah sentra produksi dengan didampingi lembaga teknis terkait perlindungan hortikultura dan perlindungan tanaman (Susetyo, 2014).

2.3 Identifikasi virus

Postulat Koch

Menurut Bos, (1983) Postulat Koch yang sudah populer digunakan sejak tahun 1880 tetap dianggap esensial untuk menentukan diagnosis yang handal mengenai infeksi penyakit. Hal ini berawal dari penemuan bahwa mikroorganisme dapat diisolasi dan dibiakkan dalam biakan murni dalam substrat buatan, dan kemudian dipelajari lebih lanjut diluar inangnya. Menetapkan mikroorganisme sebagai penyebab penyakit pada tanaman, maka:

1. Mikroorganisme tersebut ditemukan berasosiasi dengan penyakit yang ditimbulkan pada tanaman inangnya.
2. Mikroorganisme dapat diisolasi dari inang dan dapat ditumbuhkan dalam tanaman indikator. Patogen virus merupakan patogen obligat maka virus ditumbuhkan pada inang spesifik dan dipurifikasi.
3. Hasil purifikasi dapat menghasilkan kembali penyakit semula dengan gejala yang sama apabila diinokulasikan pada inang yang rentan.
4. Mikroorganisme tersebut dapat diisolasi kembali dari tanaman uji yang telah terinfeksi dan jika dinokulasikan kembali pada inang spesifik dapat menghasilkan gejala yang sama.

Uji kisaran inang

Uji kisaran inang dapat memberikan informasi yang sangat berguna. Seringkali terjadi variasi yang luas dari kombinasi antara inang dan virus. Cara yang umum digunakan adalah cara mekanik yaitu menularkan sap virus pada permukaan daun yang telah ditaburi serbuk karborundum. Akan tetapi terdapat beberapa jenis tumbuhan yang menghasilkan senyawa penghambat keberhasilan inokulasi dengan cara mekanik, sehingga perlu dilakukan metode penularan yang lain. Untuk memperoleh hasil yang baik, percobaan pengujian kisaran inang sebaiknya dilakukan pada satu macam kondisi lingkungan. Virus yang berbeda sering menghasilkan gejala yang sama pada inang tertentu. Kelemahan dari studi kisaran inang yaitu hanya mempelajari reaksi sedikit strain saja, strain-strain yang mempunyai kekerabatan dekat dapat mempunyai inang lain yang spesifik dengan reaksi yang berbeda pula. Oleh karena itu untuk mendiagnosis atau

mengidentifikasi virus tidak dapat dilakukan hanya dengan uji kisaran inang (Wahyuni, 2005).

Pengujian sifat fisik virus

Menurut Wahyuni (2005) sifat virus dalam sap dapat digunakan sebagai salah satu kelengkapan dalam identifikasi virus, terutama karakteristik biologinya. Untuk itu diperlukan tanaman indikator yang mudah ditulari virus secara mekanik. Tanaman uji yang digunakan pada umumnya yang bereaksi hipersensitif, dan infeksi virus setelah diperlakukan dinyatakan dalam jumlah lesio lokal yang terbentuk, atau tiadanya gejala pada tanaman uji. Sifat-sifat virus dalam sap juga ditunjukkan untuk mengetahui stabilitasnya dalam sap, meliputi:

a. Titik akhir pengenceran (*Dilution end point, DEP*)

Sap virus yang dibuat dari 1 g daun per ml bufer fosfat 0,05 M diencerkan sepuluh kali secara serial (*ten-fold dilution series*) sehingga menjadi 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , dan seterusnya. Setiap sap hasil pengenceran ditularkan secara mekanik pada tumbuhan indikator, sampai pada seri pengenceran sap terakhir yang dihipotesiskan tidak akan memberikan gejala. Satu kali sebelum seri pengenceran yang tidak akan memberikan gejala adalah DEP dari virus yang diuji (Wahyuni, 2005).

b. Titik pemanasan inaktivasi (*Thermal inactivation point, TIP*)

Dalam pengujian ini dibutuhkan sap daun sakit konsentrasi tinggi (1 g daun/ml bufer) dalam tabung reaksi dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu yang mempunyai interval 5°C. Biasanya pemanasan dimulai dari suhu umum yang dapat mengkoagulasikan protein yaitu 45-55°C. Pemanasan sap daun dilakukan selama 10 menit dan tabung segera didinginkan dalam es, kemudian ditularkan secara mekanik pada tanaman indikator (Wahyuni, 2005). Temperatur tertinggi dari perlakuan yang dilakukan sampai tidak muncul gejala adalah titik batas temperatur inaktivasi virus dalam sap selama 10 menit (Hadiastono, 2012).

c. Lama penyimpanan in vitro (*Longevity in vitro, LIV*)

Ketahanan in vitro adalah panjang waktu virus infeksi dalam sap yang disimpan pada suhu antara 20°C sampai suhu ruang, tergantung pada stabilitas partikel virus (Wahyuni, 2005). Metode pengujian dilakukan dengan menggunakan ekstrak sap serupa dengan yang digunakan untuk pengujian TIP,

namun dengan penambahan 0,01 % antibiotik seperti Streptomycin atau Aurromycin. Antibiotik ini mencegah kontaminasi bakteri. Isi 10 tabung reaksi bertutup dengan masing-masing 2 ml sap tanaman sakit kemudian inokulasikan pada tanaman indikator dengan interval 10 waktu setelah penyimpanan misalnya 1,3,6,9,12,15,30,60,90,150 hari dan amati perkembangan gejala. Jika gejala muncul pada tanaman yang diinokulasi dengan sap yang disimpan pada suhu ruang 60 hari tetapi tidak muncul gejala lagi setelah 90 hari, berarti LIV virus tersebut antara 60-90 hari. Untuk penentuan LIV yang lebih tepat dapat dilakukan pengujian sap pada kisaran interval dua hari dalam rentang 60-90 hari (Nurhayati, 2012).

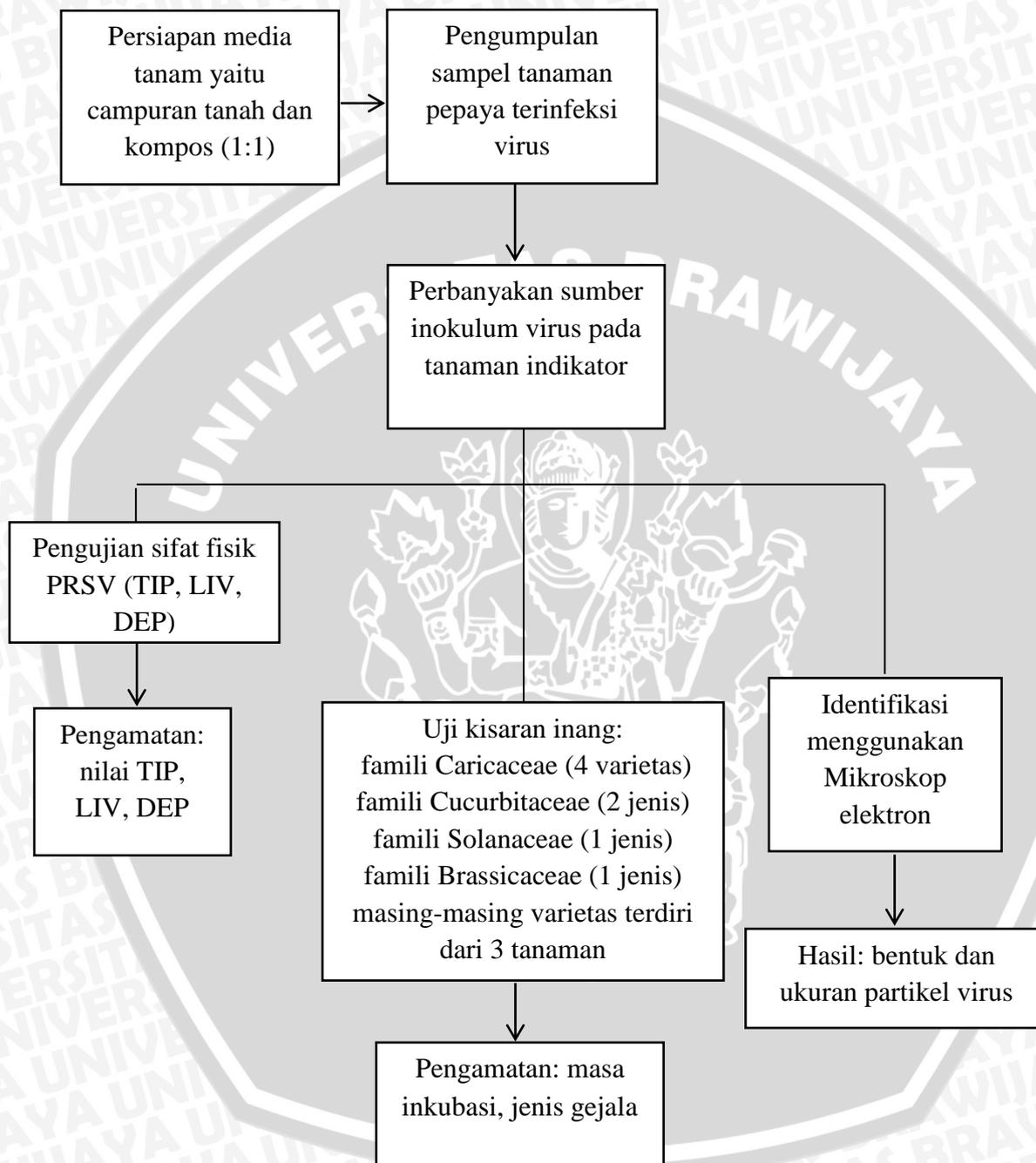
Identifikasi menggunakan mikroskop elektron

Menurut Wahyuni (2005), mikroskop elektron pada dasarnya terdapat dua macam yaitu mikroskop elektron transmisi (*Transmission electron microscope*, TEM) dan scanning (*Scanning electron microscope*, SEM). Dengan menggunakan kedua mikroskop ini ukuran asli preparat (spesimen) dapat diperbesar menjadi ratusan sampai ribuan kali dengan struktur yang detail, tergantung pada tipe mikroskop elektron, cara preparasi spesimen dan cat yang digunakan. Mikroskop elektron transmisi dapat digunakan untuk mengamati struktur dan arsitektur virus, atau kristal virus dengan bantuan difraksi sinar X.

Prinsip kerja mikroskop elektron transmisi (TEM) adalah pengubahan energi listrik menjadi elektron-elektron yang akan dipenetrasikan ke dalam spesimen yang telah dicat dengan logam berat, lalu diemisikan menjadi energi sinar. Sinar elektron ditransmisikan dan diabsorpsi oleh seluruh spesimen, dan dengan kontras yang di pancarkan, bayangan keseluruhan struktur spesimen secara detail dapat ditangkap dalam dua atau tiga dimensi oleh layar monitor. Pada mikroskop elektron scanning (SEM), sinar elektron yang diemisikan hanya ditangkap oleh permukaan spesimen, sehingga bayangan gambar spesimen yang ditangkap pada layar monitor hanya topografi permukaannya saja (Wahyuni, 2005).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Operasional Penelitian



3.2 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Oktober 2016 di Laboratorium Virologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan *Screen house* Desa Karangwidoro, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mortar, kain kasa, cawan petri, botol semprot, tabung reaksi, mikro pipet 2 ml, *water bath*, polybag ukuran 3 kg, stirrer, sentrifuge, mikroskop elektron.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel daun tanaman terinfeksi virus, tanaman indikator *Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa* dan *G. globosa*, tanaman pepaya sehat 4 varietas (pepaya var. California, pepaya var. Lokal (asal Garut dan Sukabumi), pepaya var. Bangkok, dan pepaya var. Red lady), tanaman timun (*Cucumis sativus*), tanaman melon (*C. melo* L.), tanaman tomat (*S. lycopersicum* L.) dan tanaman sawi (*B. juncea* L.) Bufer fosfat 0,01 M, Carborundun 600 mesh, alkohol 70%, aquadest steril, kloroform 12%, tanah, kompos.

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif untuk mengetahui jenis virus pada tanaman pepaya dengan pengujian kisaran inang, pengujian sifat fisik virus, dan identifikasi menggunakan mikroskop elektron.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Penyiapan sampel tanaman pepaya terinfeksi virus

Pengambilan sampel tanaman pepaya terinfeksi virus dilakukan pada Pertanaman pepaya di daerah Griya santha, Malang (Gambar lampiran 1). Daun pepaya yang dikumpulkan sebagai sampel adalah daun yang menunjukkan gejala mosaik, malformasi daun, dan didukung dengan adanya bercak cincin pada buah. Sampel yang diperoleh digunakan sebagai sumber inokulum untuk perbanyakan inokulum virus.

Penyiapan media tanam

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1. Media yang telah siap digunakan dimasukkan dalam polybag berukuran 3 kg. Media tanam ini digunakan sebagai media tanaman indikator, tanaman untuk pengujian kisaran inang, dan tanaman untuk pengujian sifat fisik virus.

Perbanyak sumber inokulum virus

Perbanyak sumber inokulum virus dilakukan pada tanaman indikator yaitu *C. amaranticolor* yang berumur 2-3 minggu dengan metode inokulasi secara mekanis menggunakan sap. Bagian tanaman yang terinfeksi virus ditambahkan larutan bufer fosfat 0,01 M pH 7 dengan perbandingan 1:2 (b/v) (Gambar lampiran 2). Kemudian digerus menggunakan mortar dan pestil dan disaring menggunakan kain kasa. Kemudian larutan sap diinokulasikan ke bagian jaringan daun tanaman sehat. Setiap tanaman diinokulasikan 3 helai daun yang paling muda dan telah membuka sempurna. Sebelum diinokulasi, permukaan daun dilukai menggunakan karborundum 600 mesh, kemudian sap dioleskan menggunakan jari telunjuk yang dilakukan searah tulang daun tanpa digosok berlawanan arah. Setelah itu dilakukan pembilasan dengan aquadest terhadap sisa-sisa karborundum yang masih melekat pada permukaan daun.

Pengujian kisaran inang

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kisaran inang virus yang diperoleh dari tanaman pepaya. Uji kisaran inang dilakukan pada 4 varietas pepaya, yaitu California, Bangkok, Lokal (Garut dan Sukabumi), dan Red Lady; serta 2 jenis tanaman dari famili Cucurbitaceae, yaitu timun (*Cucumis sativus*), dan melon (*C. melo* L.), tanaman dari famili Solanaceae yaitu tomat (*S. lycopersicum* L.) dan tanaman dari famili Brassicaceae yaitu sawi (*B. juncea* L.). Tanaman tersebut diinokulasi secara mekanis dengan inokulum yang diperoleh dari perbanyak inokulum. Inokulasi dilakukan secara mekanis menggunakan sap tanaman sakit, jumlah tanaman yang dinokulasi sebanyak 3 tanaman untuk

setiap jenis tanaman. Umur tanaman yang akan diinokulasi bervariasi berdasarkan jenis tanaman (Tabel 1).

Tabel 1. Famili, spesies tanaman, dan umur tanaman yang digunakan dalam pengujian kisaran inang.

Famili	Tanaman	Umur tanaman saat inokulasi (HST)*
Caricaceae	Pepaya var. California	26
	Pepaya var. Lokal	26
	Pepaya var. Bangkok	26
	Pepaya var. Red Lady	26
Cucurbitaceae	Timun (<i>Cucumis sativus</i>)	10
	Melon (<i>Cucumis melo</i> L.)	10
Solanaceae	Tomat (<i>S. lycopersicum</i> L.)	15
Brassicaceae	Sawi (<i>B. juncea</i> L.)	10

*HST: Hari setelah tanam

Pengujian Postulat Koch

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan membantu dalam mendiagnosis penyakit yang menginfeksi suatu tanaman. Uji Postulat Koch dilakukan dengan tahapan; sampel terinfeksi virus pada tanaman pepaya yang ditemukan di lapang diinokulasikan (purifikasi) pada tanaman indikator, daun hasil inokulasi yang telah bergejala diinokulasikan pada tanaman pepaya, daun pepaya hasil inokulasi yang telah bergejala diinokulasi ulang pada tanaman indikator, dan daun hasil inokulasi pada tanaman indikator diinokulasi ulang pada tanaman pepaya lain.

Pengujian sifat fisik virus

- **Dilution End-Point (DEP)**

Titik batas pengenceran adalah pengenceran tertinggi sap tanaman dimana virus masih bisa ditularkan. Pengujian ini dilakukan dengan pengenceran sap tanaman 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} . Dimana 10^{-1} berarti 1 ml sap + 9 ml buffer, yang kemudian dihomogenkan dalam masing-masing tabung reaksi. Setiap hasil pengenceran diinokulasikan pada tanaman uji, pada masing-masing perlakuan terdiri dari 3 tanaman uji.

- **Thermal Inactivation Point (TIP)**

Titik panas inaktivasi adalah suhu yang diperlukan untuk sepenuhnya menonaktifkan virus dalam cairan sap selama 10 menit. Kestabilan virus dilihat dengan menghomogenkan jaringan yang terinfeksi dengan buffer atau larutan penyangga. Siapkan 100 ml sap mengandung virus yang berasal dari tanaman

indikator terinfeksi virus. Masukkan 2 ml sap ke dalam tabung reaksi kemudian tutup tabung dan usahakan agar sap tidak menempel pada dinding tabung. Panaskan tabung dalam *water bath* selama 10 menit. Pengujian dilakukan dengan interval pemanasan 5°C yaitu dari 40-70°C. Setelah pemanasan tabung reaksi segera dinginkan menggunakan air es. Inokulasikan sap yang telah dipanaskan pada tanaman uji. Pada masing-masing perlakuan terdiri dari 3 tanaman uji.

- **Longevity In Vitro (LIV)**

Ketahanan in vitro adalah panjang waktu virus yang infeksi dalam sap yang disimpan dalam suhu kamar sekitar 20-24°C. Metode yang dilakukan yaitu menggunakan sap yang ditambahkan antibiotik berupa streptomycin 0,01% dengan tujuan mencegah adanya kontaminasi bakteri. Isi 7 tabung reaksi yang bertutup dengan masing-masing tabung berisi 2 ml sap tanaman sakit. Inokulasikan pada tanaman uji dengan 7 waktu setelah penyimpanan yaitu (1,5,8,12,24,48,72 jam). Pada masing-masing perlakuan terdiri dari 3 tanaman uji.

Identifikasi dengan Mikroskop Elektron

- **Pembuatan sampel uji**

Sampel yang akan digunakan untuk pengujian dengan menggunakan Mikroskop elektron yaitu berasal dari sap tanaman pepaya yang mempunyai gejala terinfeksi virus. Bagian tanaman yang terinfeksi virus ditambahkan larutan bufer fosfat 0,01 M pH 7 dengan perbandingan 1:5 (b/v). Kedua bahan digerus menggunakan mortar dan pistil steril, kemudian disaring menggunakan 2 lapis kain tipis. Ekstrak yang didapat dijernihkan dengan menambahkan 12% kloroform dan diaduk menggunakan stirrer selama 2 menit. Kemudian dilanjutkan dengan sentrifugasi pada 8000 rpm selama 20 menit, setelah selesai kumpulkan supernatan yang telah terpisah (Gambar lampiran 3). Supernatan yang telah didapat kemudian diidentifikasi menggunakan TEM (*Transmission electron microscope*) di Laboratorium Kimia Universitas Gadjah Mada.

3.6 Variabel Pengamatan

Uji kisaran inang

Pengamatan yang dilakukan dalam uji kisaran inang meliputi masa inkubasi, dan jenis gejala yang muncul. Masa inkubasi ditentukan pada saat pertama gejala muncul setelah dilakukan inokulasi.

Pengujian sifat fisik PRSV

- **Dilution End-Point (DEP)**

Pengamatan dilakukan dengan melihat perkembangan gejala, serta menghitung jumlah lesio lokal pada tanaman yang diinokulasi pada akhir pengamatan. Titik batas pengenceran dinyatakan dengan dua pengenceran, diantara pengenceran tertinggi yaitu virus masih mempunyai daya tular dengan pengenceran tertinggi berikutnya.

- **Thermal Inactivation Point (TIP)**

Pengamatan dilakukan dengan melihat perkembangan gejala sejak awal inokulasi sampai tanaman berumur 3 minggu setelah inokulasi. Perhitungan jumlah lesio lokal pada tanaman yang diinokulasi pada akhir pengamatan. Temperatur tertinggi dari perlakuan yang dibuat sampai tidak muncul gejala merupakan nilai dari titik batas inaktivasi virus dalam sap selama 10 menit.

- **Longevity In Vitro (LIV)**

Pengamatan dilakukan dengan melihat perkembangan gejala, jika semisal gejala muncul pada tanaman yang diinokulasi dengan sap yang disimpan pada suhu ruang 8 jam tetapi tidak muncul gejala lagi setelah disimpan 12 jam, dapat disimpulkan nilai LIV antara 8-12 jam. Perhitungan jumlah lesio lokal pada tanaman yang diinokulasi pada akhir pengamatan.

Identifikasi menggunakan Mikroskop elektron

Pengamatan yang dilakukan dibawah mikroskop elektron berupa bentuk dan ukuran partikel virus yang berasal dari sampel preparat virus hasil isolasi dari tanaman sakit.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gejala Penyakit yang Disebabkan oleh Virus pada Pepaya

4.1.1 Gejala Penyakit pada Tanaman Pepaya di Lapang

Setiap tanaman budidaya mempunyai reaksi sendiri terhadap gangguan patogen yang menginfeksi bagian tubuhnya. Salah satu reaksi tanaman terhadap serangan patogen dapat dilihat dari adanya gejala yang mempengaruhi kenampakan fisik tanaman.

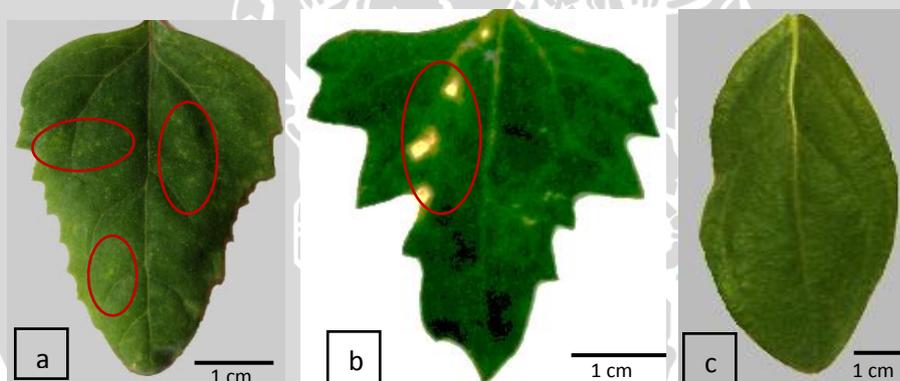
Gejala yang tampak pada tanaman pepaya di lapang yaitu mosaik dan klorosis pada permukaan daun (Gambar 4). Gejala yang lebih spesifik yang tampak yaitu adanya bercak cincin atau ringspot pada permukaan buah. Bercak cincin ini berwarna hijau lebih tua dibandingkan hijau permukaan buah secara keseluruhan. Gejala yang ditemukan pada tanaman pepaya ini sesuai dengan gejala tanaman pepaya yang terserang *Papaya ringspot virus* yang dikemukakan oleh Heu *et al* (2002) bahwa pada daun terdapat mosaik menguning pengerdilan mahkota pohon pepaya atau daun muda mengalami distorsi membentuk tali sepatu serta terdapat bercak cincin gelap pada buah. Gejala awal pada daun baru yaitu mottle mengkerut dan menyempit, mosaik antar urat daun, serta daun mengalami malformasi (Nishina *et al*, 1989). Untuk mengetahui penyebab penyakit pada tanaman pepaya ini dilakukan identifikasi terhadap sampel tanaman yang didapat.



Gambar 4 : a). Gejala penyakit pada tanaman pepaya. dan b). Tanaman pepaya sehat (Hamzah, 2013)

4.1.2 Gejala Penyakit pada Tanaman Indikator

Tahapan untuk identifikasi virus dimulai dari pengujian terhadap tanaman indikator. Pengujian ini dilakukan dengan penularan virus secara mekanis terhadap tanaman indikator berupa *C. amaranticolor*, *C. quinoa*, dan *G. globosa*. Hasil dari penularan terhadap tanaman *C. amaranticolor* dan *C. quinoa* menunjukkan gejala lesio lokal nekrosis yang merupakan gejala penyakit yang disebabkan oleh virus penyebab penyakit pada tanaman (Gambar 5). Pada tanaman *G. globosa* tidak menunjukkan adanya gejala terinfeksi virus (Gambar 5). Gejala lesio lokal ditunjukkan dengan adanya bercak kecil berwarna kuning pada bagian permukaan daun yang diinokulasi. Menurut Saraswati (2014) *Papaya ringspot virus* yang diinokulasikan pada tanaman *C. amaranticolor* dan *C. quinoa* menghasilkan gejala lesio lokal nekrosis. Berdasarkan Plant virus online (1997) *Papaya mosaic virus* yang diinokulasikan pada tanaman *C. amaranticolor* dan *G. globosa* menghasilkan gejala klorotik lokal lesio.



Gambar 5: Daun tanaman indikator setelah diinokulasi. (a) *C. amaranticolor* (nekrosis) (b) *C. quinoa* (nekrosis) (c) *G. globosa* (tidak bergejala)

4.1.3 Gejala pada Uji Postulat Koch

Berdasarkan uji postulat Koch hasil inokulasi pada tanaman pepaya yang berasal dari inokulum hasil inokulasi awal menghasilkan gejala terinfeksi virus. Hal ini ditandai dengan adanya perubahan bentuk daun yang semakin lama daun semakin menyempit (Gambar 6). Gejala yang dihasilkan pada tanaman uji ini lebih ringan dibandingkan dengan gejala yang dihasilkan pada tanaman pepaya hasil inokulasi awal. Hal ini disebabkan oleh kondisi lingkungan yang kurang mendukung untuk virus dapat berkembang didalam sel tanaman. Menurut

Wahyuni (2005) salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi perkembangan virus yaitu suhu udara. Pada saat musim panas intensitas cahaya sangat tinggi dan panjang hari lebih lama sehingga penularan secara mekanis lebih berhasil dilakukan. Menurut Agrios (1996) virus yang menghasilkan gejala mosaik atau ringspot menghasilkan gejala parah pada musim panas, pertumbuhan yang dihasilkan selama musim semi pada tumbuhan yang terinfeksi mosaik atau ringspot biasanya hanya menunjukkan gejala ringan atau bahkan tidak menghasilkan gejala sama sekali.



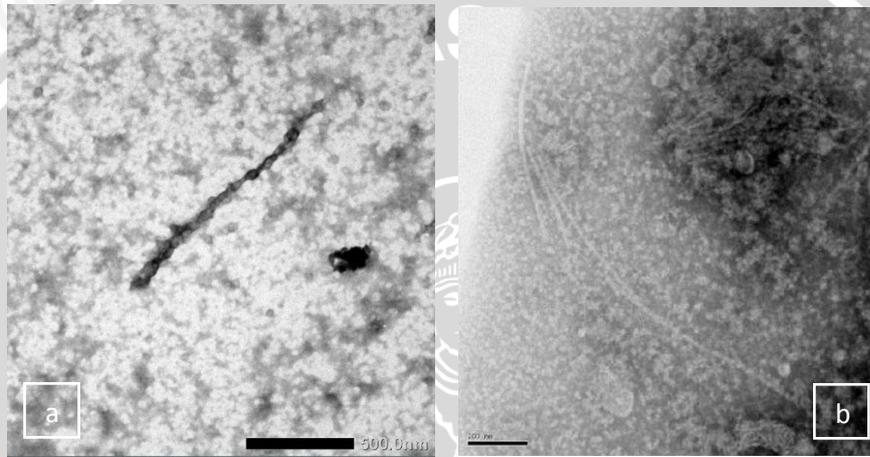
Gambar 6. Gejala infeksi virus pada pengujian postulat Koch.
(a) Tanaman pepaya (b) Daun (daun menyempit)

4.2 Morfologi Partikel Virus

Mengetahui kenampakan partikel virus sangat membantu dalam identifikasi virus yang menginfeksi suatu tanaman. Berdasarkan morfologi dan ukuran partikel virus dapat diketahui jenis dari virus yang diuji. Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan TEM morfologi partikel virus yang menginfeksi tanaman pepaya diketahui tergolong kelompok Potyvirus. Partikel virus diketahui berbentuk filament flexuous dengan ukuran sekitar 800 - 900 nm x 12 nm (Gambar 7).

Berdasarkan International Commite on taxonomy of Virus (ICTV) (2011) famili dari *Potyviridae* memiliki bentuk partikel filamen flexuous tanpa diselubungi amplop dengan diameter 11-15 nm, panjang partikel dari kelompok potyvirus ini yaitu 650-900 nm. Menurut Gonsalves *et al* (2010) partikel *Papaya ringspot virus* terdiri dari nukleokapsid, memiliki genom ss-RNA, positive sense, linier, monopartit dan berbentuk filamentous flexuous rod berukuran 760-800 x 12 nm. Berdasarkan hasil penelitian Diallo *et al* (2008) partikel *Papaya ringspot*

virus berbentuk batang flexuous berukuran kira-kira 800 nm (Gambar 7). Berdasarkan Plant virus online (1997) partikel *Papaya mosaic virus* (PapMV) berbentuk filamentous flexuous, non envelope dengan panjang 530 nm dan tergolong Potexvirus. Berdasarkan hasil tangkapan TEM dapat diasumsikan berdasarkan bentuk dan ukuran partikel termasuk ke dalam famili *Potyviridae*. Untuk dapat lebih mendukung hasil identifikasi virus dilakukan pengujian lainnya seperti pengujian kisaran inang serta pengujian sifat fisik virus terhadap stabilitasnya dalam sap.



Gambar 7: Partikel *Papaya ringspot virus*. (a) hasil tangkapan TEM (b) partikel PRSV berdasarkan literatur (Sumber: Diallo *et al*, 2008)

4.3 Pengujian Kisaran Inang

Pengujian kisaran inang dilakukan untuk mengetahui sebaran inang dari virus yang diamati. Pengujian ini dilakukan pada 4 famili berbeda (*Caricaceae*, *Cucurbitaceae*, *Brassicaceae*, *Solanaceae*). Dari hasil pengujian ini terdapat perbedaan respon dari setiap jenis tanaman baik dari variasi gejala maupun periode inkubasi (Tabel 2) serta jumlah tanaman yang terinfeksi berbeda pula (Tabel lampiran 1). Berdasarkan pengujian tersebut periode inkubasi setiap jenis tanaman berbeda-beda mulai dari 10-29 hari setelah inokulasi, hal ini disebabkan oleh perbedaan kemampuan tanaman dalam merespon serangan patogen.

Tabel 2. Hasil uji kisaran inang melalui penularan mekanis

Tanaman	Reaksi Tanaman	Jenis Gejala	Periode Inkubasi	Gejala PRSV (*)	Gejala PapMV (*)
Caricaceae					
Pepaya var. California	+	m, k, ml, kl, kt	19 hari	m, ml, k, rs	m, k
Pepaya var. Bangkok	+	kl	29 hari	m, ml, k, rs	m, k
Pepaya var. Red Lady	+	kl, ml	21 hari	m, ml, k, rs	m, k
Pepaya var. Lokal (Garut)	+	kl, ml, k, kt	17 hari	m, ml, k, rs	m, k
Pepaya var. Lokal (Sukabumi)	+	m, k, ml, kt	20 hari	m, ml, k, rs	m, k
Cucurbitaceae					
<i>C. sativus</i>	+	m, kt	12 hari	m	-
<i>C. melo</i> L.	+	m, kt	10 hari	m	-
Brassicaceae					
<i>B. juncea</i> L.	-	-	-	-	-
Solanaceae					
<i>S. lycopersicum</i> L.	-	-	-	-	-

Keterangan: m= mosaik, ml= malformasi daun, k= kerdil, kl= klorotik, kt = mengkerut/keriting, rs= ringspot, (-) = tidak bergejala, (*)= berdasarkan data Plant virus online

Setiap tanaman yang diinokulasi menghasilkan gejala yang berbeda. Tanaman dari famili Caricaceae memiliki gejala awal yang sama namun semakin lama semakin menunjukkan adanya variasi gejala (Gambar 8). Tanaman pepaya var. California menunjukkan gejala mosaik yaitu bercak berwarna kuning seperti percikan pada permukaan daun yang semakin lama menjadi klorotik, gejala lain yang tampak yaitu mengkerut malformasi dan kerdil. Gejala sistemik ini muncul pada daun muda setelah 19 hari. Tanaman pepaya var. Bangkok setelah 29 hari inokulasi hanya menghasilkan gejala klorotik. Pada tanaman pepaya var. Red lady menunjukkan gejala klorotik yaitu warna pucat berupa bercak yang menyeluruh pada permukaan daun serta daun menunjukkan malformasi, pada varietas ini gejala muncul setelah 21 hari. Pada tanaman pepaya lokal asal Garut gejala yang dihasilkan pada saat 17 hari setelah inokulasi yaitu klorotik pada permukaan daun, sebagian daun mengkerut yang semakin lama daun menjadi malformasi serta

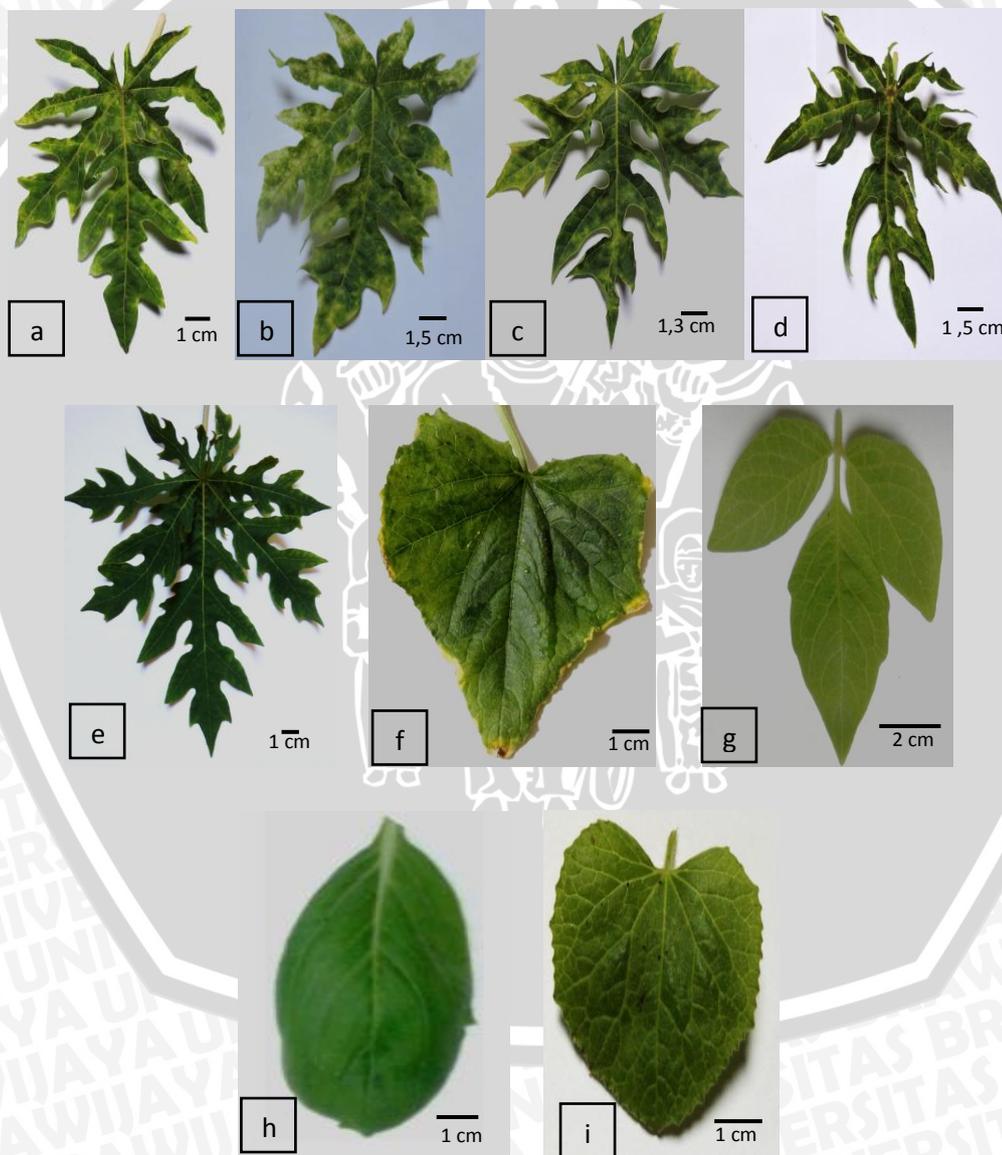
pertumbuhan tanaman yang lambat atau kerdil. Pada tanaman pepaya lokal asal Sukabumi gejala dihasilkan pada saat 20 hari setelah inokulasi yaitu mosaik berupa bercak berwarna kuning pada permukaan daun, bagian daun yang mengkerut sehingga menyebabkan malformasi serta pertumbuhan tanaman yang lambat atau kerdil. Gejala yang tampak pada semua jenis tanaman pepaya yang diuji menunjukkan gejala penyakit yang disebabkan oleh virus.

Gejala yang dihasilkan pada tanaman pepaya setelah diinokulasi sama dengan gejala penyakit pada tanaman pepaya yang terinfeksi *Papaya ringspot virus*. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Butzendobler (2007) bahwa tanaman pepaya yang terinfeksi PRSV menunjukkan berbagai gejala, seperti mosaik dan klorosis pada lamina daun, terdapat garis belang seperti berminyak pada petiol dan pada bagian batang atas, serta daun muda mengalami distorsi. Berdasarkan Plant virus online (1997) tanaman pepaya yang terinfeksi papaya ringspot virus akan menghasilkan gejala mosaik atau mottle, malformasi daun, kerdil serta gejala khas adanya ringspot dan garis berminyak pada batang dan petiole. Menurut Purcifull (1984) tanaman pepaya menjadi kerdil dan kehilangan kemampuan tumbuh serta jika infeksi terjadi pada masa pembibitan seringkali tanaman tidak menghasilkan buah. Sedangkan gejala yang dihasilkan akibat infeksi *Papaya mosaic virus* (PapMV) menurut Plant virus online (1997) yaitu mosaik pada daun dan tanaman menjadi kerdil.

Pada tanaman dari famili Cucurbitaceae yakni *C. sativus* dan *C. melo* L. juga menunjukkan gejala terserang virus yang muncul secara sistemik pada daun muda (Gambar 8). Gejala yang dihasilkan pada *C. sativus* dan *C. melo* L. berupa mosaik pada permukaan daun serta bagian daun mengkerut. Periode inkubasi pada tanaman *C. sativus* ini lebih cepat dibandingkan periode inkubasi pada tanaman pepaya yaitu 12 hari setelah inokulasi sedangkan pada tanaman *C. melo* L. selama 10 hari setelah inokulasi. Berdasarkan hasil penelitian Kumar *et al* (2014) gejala yang tampak pada famili Cucurbitaceae terutama *C. sativus* dan *C. melo* L. setelah diinokulasi dengan PRSV yaitu mosaik, mottle, melepuh, dan daun mengalami distorsi. Menurut Jin *et al* (2009) inokulasi PRSV yang dilakukan pada tanaman *C. sativus* dan *C. melo* L. menghasilkan gejala mosaik ringan secara sistemik pada saat 10 hari setelah inokulasi. Berdasarkan Plant virus online (1997) *Papaya*

ringspot virus dapat menginfeksi tanaman dari famili cucurbitaceae dengan menghasilkan gejala mosaik dan malformasi pada daun, sedangkan *Papaya mosaic virus* tidak dapat menginfeksi tanaman dari famili Cucurbitaceae.

Hasil pengujian pada famili Solanaceae dan Brassicaceae yaitu *S. lycopersicum* L. dan *B. juncea* L. tidak menunjukkan adanya gejala terserang virus hingga 14 hari setelah inokulasi (Gambar 8). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman dari famili Solanaceae dan Brassicaceae bukan merupakan inang dari virus yang diuji.



Gambar 8: Gejala infeksi virus pada beberapa tanaman inang setelah diinokulasi. (a) pepaya var. California (mosaik, klorotik, malformasi, kerdil) (b)

pepaya var. Red lady (klorotik, malformasi) (c) pepaya lokal asal Sukabumi (mosaik, malformasi, kerdil) (d) pepaya lokal asal Garut (klorotik, malformasi, kerdil) (e) pepaya var. Bangkok (klorotik) (f) *C. sativus* (mosaik, mengkerut) (g) *S. lycopersicum* L. (tidak bergejala) (h) *B. juncea* L. (tidak bergejala) (i) *C. melo* L. (mosaik, mengkerut).

Berdasarkan pengujian kisaran inang yang dilakukan dapat diketahui virus yang menginfeksi tanaman pepaya dapat menginfeksi tanaman dari famili Caricaceae dan Cucurbitaceae sedangkan pada famili Brassicaceae dan Solanaceae tidak dapat terinfeksi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gonsalves *et al* (2010) bahwa kisaran inang PRSV terbatas pada famili Caricaceae, Cucurbitaceae, dan Chenopodiaceae. Berdasarkan International Commite on Taxonomy of Virus (ICTV) (2001) hasil pengujian kisaran inang PRSV menunjukkan kecocokan dengan famili Caricaceae, Cucurbitaceae, dan Chenopodiaceae sedangkan pada famili Solanaceae tidak menunjukkan kecocokan. Berdasarkan hasil pengujian ini dapat diasumsikan bahwa virus yang menyerang tanaman pepaya yaitu PRSV strain P (PRSV-p) yaitu dapat menginfeksi famili Caricaceae dan Cucurbitaceae. Menurut Gonsalves (1993) PRSV dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu (PRSV-p) dan (PRSV-w), (PRSV-p) dapat menginfeksi famili Caricaceae dan Cucurbitaceae sedangkan (PRSV-w) hanya dapat menginfeksi famili Cucurbitaceae tidak pada famili Caricaceae. Untuk dapat lebih mendukung hasil identifikasi dilakukan pengujian sifat fisik virus.

4.4 Pengujian Sifat Fisik Virus

Dillution End Point (DEP)

Pengujian sifat fisik virus diantaranya yaitu DEP merupakan suatu metode untuk mengetahui kemampuan suatu virus dalam sap setelah dilakukan pengenceran untuk tetap dapat menginfeksi tanaman. Tanaman yang digunakan dalam pengujian ini yaitu *C. amaranticolor*. Perlakuan pengenceran sap mempengaruhi periode inkubasi serta jumlah lokal lesio atau gejala yang dihasilkan (Tabel 3).

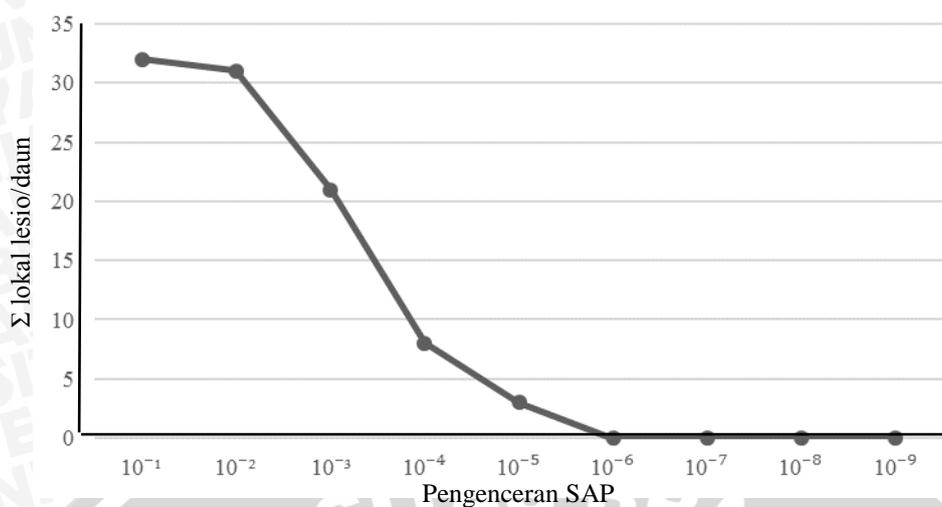
Tabel 3. Hasil pengujian *Dillution End Point* (DEP) pada tanaman *C. amaranticolor*

Perlakuan Pengenceran	Jenis Gejala	Periode Inkubasi	Jumlah lokal lesio
10 ⁻¹	Lokal lesio	6 hari	32
10 ⁻²	Lokal lesio	6 hari	31
10 ⁻³	Lokal lesio	6 hari	21
10 ⁻⁴	Lokal lesio	7 hari	8
10 ⁻⁵	Lokal lesio	7 hari	3
10 ⁻⁶	-	-	-
10 ⁻⁷	-	-	-
10 ⁻⁸	-	-	-
10 ⁻⁹	-	-	-

Keterangan : (-) = tidak bergejala

Pada pengujian DEP penentuan virus infeksiif atau tidak dapat ditentukan berdasarkan gejala yang dihasilkan, pada tanaman uji *C. amaranticolor* gejala yang dihasilkan yaitu lesio lokal. Pada hasil pengenceran sap 10⁻¹ hingga 10⁻³ dapat menginfeksi tanaman uji dengan periode inkubasi selama 6 hari. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah lesio lokal yaitu bercak berwarna kuning pada permukaan daun. Jumlah lesio lokal pada pengenceran sap 10⁻¹ hingga 10⁻³ berturut-turut adalah 32, 31, dan 21 per daun. Pada pengenceran sap 10⁻⁴ dan 10⁻⁵ jumlah lesio lokal semakin menurun yaitu 8 dan 3 per daun yang muncul saat 7 hari setelah inokulasi. Pada pengenceran sap 10⁻⁶ dan 10⁻⁹ tidak tampak adanya gejala hingga hari ke-21 setelah inokulasi. Pada pengenceran 10⁻⁵ diketahui mempunyai jumlah lesio lokal paling sedikit yaitu 3 lesio lokal per daun. Sedangkan pada pengenceran 10⁻⁶ tidak tampak adanya lesio lokal sehingga dapat diasumsikan titik batas pengenceran pada virus yang diuji yaitu antara 10⁻⁵ sampai 10⁻⁶.

Setiap perlakuan pengenceran mempengaruhi periode inkubasi dan jumlah lesio lokal yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan setiap perlakuan pengenceran menyebabkan semakin berkurangnya konsentrasi virus dalam sap sehingga kemampuan untuk menginfeksi tanaman semakin menurun (Gambar 9).



Gambar 9: Rata-rata jumlah lesio lokal setiap daun pada pengujian *Dilution end-point* (DEP)

Menurut Wahyuni (2005) satu lesio lokal mengandung satu bahkan lebih partikel virus, maka dapat diketahui semakain rendah pengenceran maka jumlah lesio lokal yang terbentuk semakin sedikit. Menurut Dhanam *et al* (2011) titik batas pengenceran PRSV dalam sap yaitu 10^{-4} . Berdasarkan hasil penelitian Jin *et al* (2009) titik batas pengenceran PRSV dalam sap berkisar antara 10^{-4} sampai 10^{-5} . Menurut Wahyuni (2005) kebanyakan virus memiliki nilai DEP berkisar antara 10^{-3} sampai 10^{-7} . Berdasarkan Plant virus online (1997) titik batas pengenceran PRSV dalam sap yaitu 10^{-3} sedangkan batas pengenceran PapMV dalam sap yaitu 10^{-4} . Sehingga belum dapat dipastikan virus yang menginfeksi tanaman pepaya adalah PRSV.

Thermal Inactivation Point (TIP)

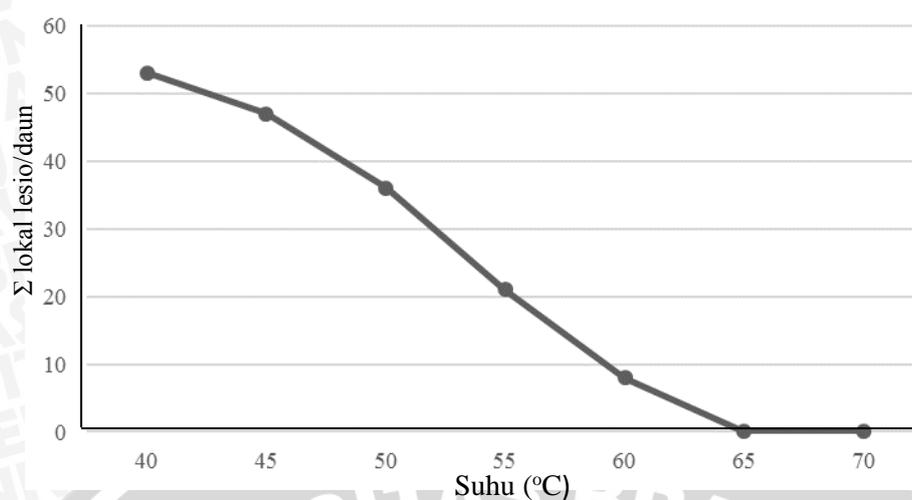
Pengujian TIP dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu virus dalam sap ketika dipanaskan untuk tetap dapat menginfeksi tanaman. Tanaman yang digunakan dalam pengujian ini *C. amaranticolor*. Perlakuan pemanasan sap ini mempengaruhi periode inkubasi dan gejala yang dihasilkan (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil pengujian *Thermal inactivation point* (TIP) pada tanaman *C. amaranticolor*

Perlakuan Pemanasan	Jenis Gejala	Periode Inkubasi	Jumlah lokal lesio
40°C	Lokal lesio	5 hari	53
45°C	Lokal lesio	5 hari	47
50°C	Lokal lesio	5 hari	36
55°C	Lokal lesio	6 hari	21
60°C	Lokal lesio	7 hari	8
65°C	-	-	-
70°C	-	-	-

Keterangan : (-) = tidak bergejala

Pada pengujian TIP untuk mengetahui infektifitas suatu virus dapat dilihat dengan menghitung rata-rata jumlah lesio lokal pada setiap daun. Pada perlakuan pemanasan yaitu 40, 45, dan 50°C menghasilkan rata-rata jumlah lesio lokal berturut-turut sebanyak 53, 47, dan 36 lesio per daun dengan periode inkubasi yang sama yaitu 5 hari setelah inokulasi. Pada pemanasan 55°C gejala muncul setelah 6 hari inokulasi dengan rata-rata jumlah lesio lokal sebanyak 21 per daun. Pada pemanasan 60°C jumlah lesio lokal semakin menurun yaitu 8 lesio per daun yang muncul setelah 7 hari inokulasi. Selanjutnya pada pemanasan 65°C dan 70°C tidak tampak adanya lesio lokal hingga kurang lebih 21 hari setelah inokulasi. Pada pemanasan 65°C ini virus tidak dapat menginfeksi tanaman karena setiap jenis virus mempunyai titik batas suhu inaktivasi dalam sap yang dipanaskan. Semakin tinggi perlakuan pemanasan sap menyebabkan jumlah gejala lesio lokal semakin menurun (Gambar 10). Hal ini disebabkan oleh rusaknya partikel virus akibat pemanasan dengan suhu tinggi. Menurut Bos (1983) pemanasan pada virus dalam sap menyebabkan agregasi dan denaturasi protein inang dan juga denaturasi pada partikel virus.



Gambar 10: Rata-rata jumlah lesio lokal setiap daun pada pengujian *Thermal inactivation Point* (TIP).

Berdasarkan hal tersebut dapat diasumsikan pemanasan dengan suhu 65°C merupakan titik batas inaktivasi virus yang diuji. Berdasarkan hasil penelitian Jin *et al* (2009) titik batas pemanasan PRSV dalam sap yaitu berkisar antara 65°C dan 70°C yang dipanaskan selama 10 menit. Berdasarkan hasil penelitian Kumar *et al* (2014) isolat PRSV yang diuji mempunyai nilai TIP 55°C. Menurut Hill (1984) virus yang termasuk dalam jenis Potyvirus mempunyai titik batas inaktivasi virus dalam sap antara 50-60°C.

Longevity In Vitro (LIV)

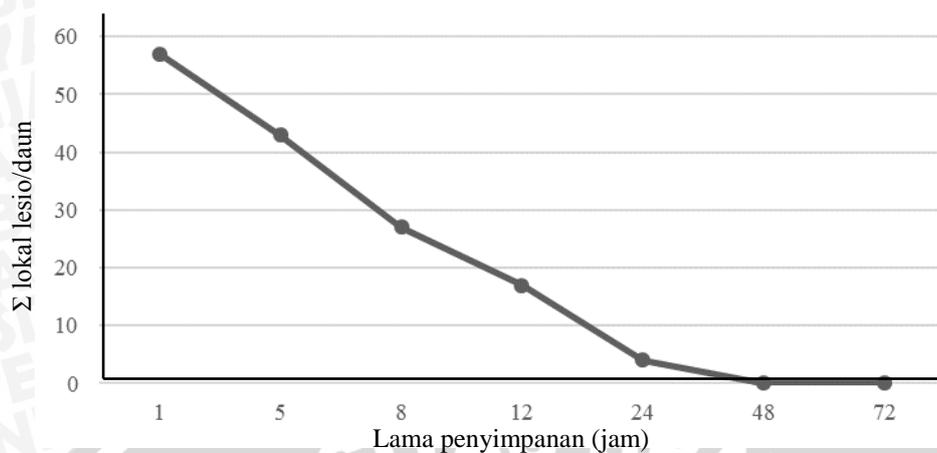
Pengujian LIV dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu virus dalam sap terhadap lama penyimpanan dalam suhu ruang untuk tetap dapat menginfeksi tanaman. Tanaman yang digunakan dalam pengujian ini yaitu *C. amaranticolor*. Lama penyimpanan sap mempengaruhi periode inkubasi dan jenis gejala yang dihasilkan (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil pengujian *Longevity In Vitro* (LIV) pada tanaman *C. amaranticolor*

Perlakuan Lama Penyimpanan	Jenis Gejala	Periode Inkubasi	Jumlah lokal lesio
1 jam	Lokal lesio	5 hari	57
5 jam	Lokal lesio	5 hari	43
8 jam	Lokal lesio	6 hari	27
12 jam	Lokal lesio	6 hari	17
24 jam	Lokal lesio	7 hari	4
48 jam	-	-	-
72 jam	-	-	-

Keterangan : (-) = tidak bergejala

Hasil pengamatan pengujian LIV pada tanaman *C. amaranticolor* menunjukkan bahwa perlakuan lama penyimpanan sap dalam suhu ruang selama 1 jam hingga 24 jam menunjukkan bahwa virus masih dapat menginfeksi tanaman uji. Hal ini dibuktikan dengan adanya gejala lesio lokal pada permukaan daun tanaman uji. Namun pada perlakuan lama penyimpanan 48 jam virus tidak dapat lagi menginfeksi tanaman uji. Perbedaan lama penyimpanan juga mempengaruhi periode munculnya gejala dan jumlah lesio lokal yang dihasilkan. Pada lama penyimpanan 1 dan 5 jam rata-rata jumlah lesio lokal yang dihasilkan sebanyak 57 dan 43 lesio lokal per daun dengan periode inkubasi 5 hari setelah inokulasi. Pada lama penyimpanan 8 dan 12 jam rata-rata jumlah lesio lokal yang dihasilkan sebanyak 27 dan 17 lesio lokal per daun dengan periode inkubasi 6 hari setelah inokulasi. Pada pemanasan selama 24 jam jumlah lesio lokal semakin menurun yaitu 4 lesio lokal per daun dengan periode inkubasi 7 hari setelah inokulasi. Selanjutnya pada penyimpanan 48 dan 72 jam tidak menimbulkan gejala hingga kurang lebih 21 hari setelah inokulasi. Lamanya penyimpanan virus dalam sap pada suhu ruang mempengaruhi jumlah lesio lokal yang dihasilkan, semakin lama penyimpanan jumlah lesio lokal semakin menurun (Gambar 11). Hal ini disebabkan oleh berkurangnya kemampuan virus dalam menginfeksi akibat lama penyimpanan dalam suhu ruang.



Gambar 11: Rata-rata jumlah lesio lokal setiap daun pada pengujian *Longevity in-vitro* (LIV).

Berdasarkan hasil tersebut dapat diasumsikan bahwa nilai LIV virus yang diuji yaitu antara 24-48 jam sehingga dapat dikatakan virus yang diuji adalah PRSV. Berdasarkan Plant virus online (1997) titik batas penyimpanan virus PRSV dalam sap pada suhu ruang yaitu 0,3 hari atau 8jam sedangkan batas penyimpanan virus PapMV dalam sap pada suhu ruang yaitu 180 hari. Berdasarkan hasil penelitian Jin *et al* (2009) batas penyimpanan PRSV dalam sap hingga masih dapat menginfeksi tanaman yaitu selama 5 hari pada suhu ruang. Menurut Kumar *et al* (2014) batas penyimpanan PRSV dalam sap yaitu 30 jam dalam suhu ruang (28°C). Menurut Hill (1984) anggota Potyvirus memiliki titik batas penyimpanan dalam sap selama beberapa hari pada suhu 20°C. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tersebut dapat diasumsikan bahwa virus yang menginfeksi tanaman pepaya tergolong dalam genus Potyvirus yaitu *Papaya ringspot virus* (PRSV).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil pengujian virus yang menginfeksi tanaman pepaya terhadap tanaman indikator yaitu pada tanaman *C. amaranticolor* dan *C. quinoa* menghasilkan reaksi positif terinfeksi virus sedangkan pada tanaman *G. globosa* menghasilkan reaksi negatif terinfeksi virus. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap partikel virus diketahui partikel virus yang diuji termasuk dalam famili Potyvirus yaitu PRSV dengan bentuk filamen lentur dengan ukuran kurang lebih 800-900 x 12nm. Hasil pengujian kisaran inang menunjukkan bahwa tanaman dari famili Caricaceae dan dua jenis tanaman dari famili Cucurbitaceae yaitu *C. sativus* dan *C. melo* L. merupakan kisaran inang dari PRSV sedangkan tanaman dari famili Brassicaceae yaitu *B. juncea* L. dan tanaman famili Solanaceae yaitu *S. lycopersicum* L. bukan merupakan inang dari PRSV. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik virus dapat diketahui nilai DEP, TIP, dan LIV virus yang diuji yaitu 10^{-5} - 10^{-6} , 65°C, dan 24-48 jam pada suhu ruang. Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan virus yang menginfeksi tanaman pepaya di Malang termasuk dalam famili Potyvirus yaitu *Papaya ringspot virus* (PRSV).

5.2 Saran

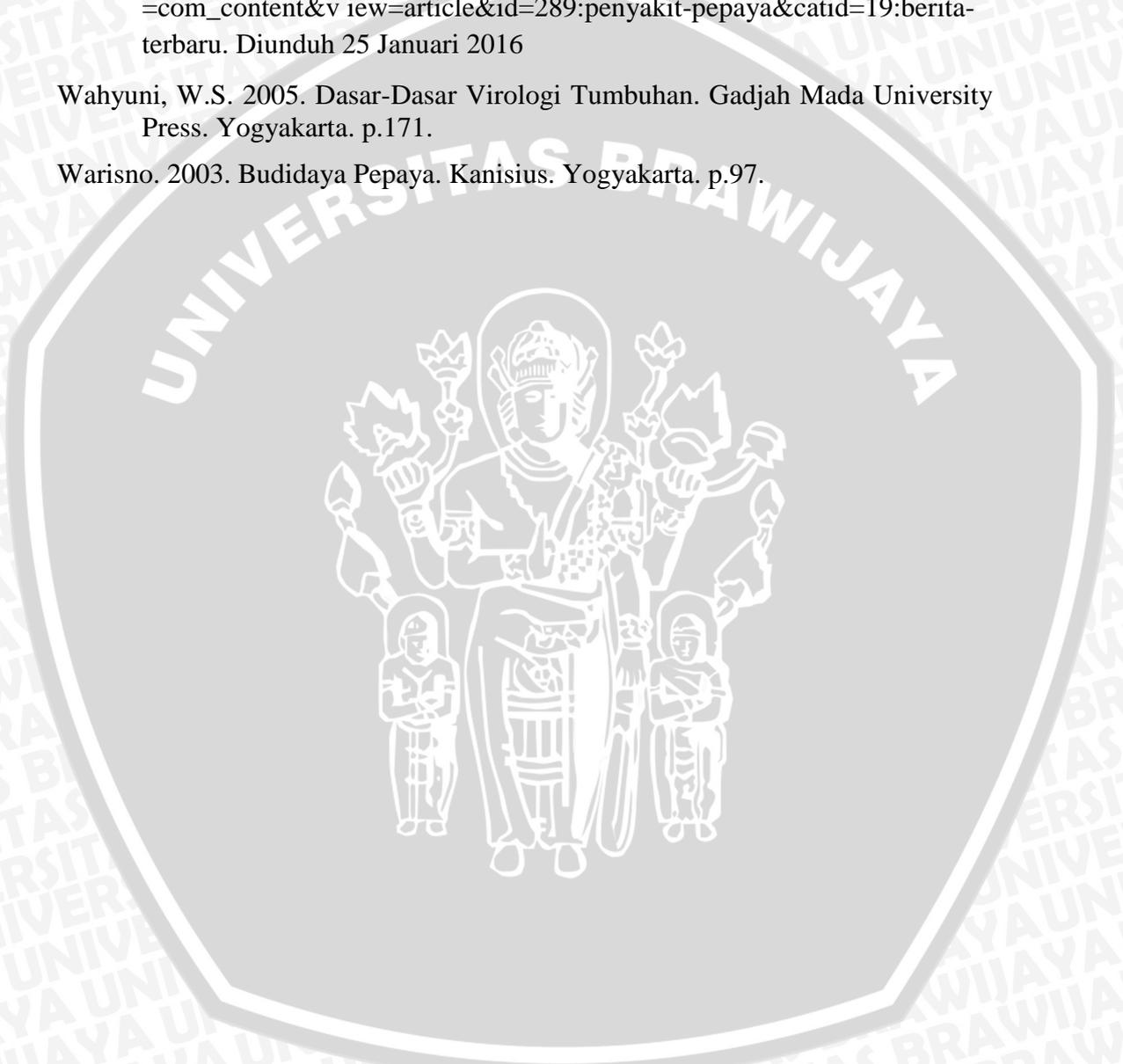
Perlunya dilakukan penelitian lanjutan mengenai identifikasi virus pada pepaya dengan menggunakan pengujian tambahan seperti ELISA serta pengamatan terhadap badan inklusi, sehingga lebih memperkuat hasil identifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 1996. Plant Pathology. Third Edition. Academic Press. Florida. p. 713
- Anonim. 2011. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 51 tahun 2015 tentang Jenis Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina. Jakarta
- Anonim. 2015. Data luasan lahan dan produksi tanaman buah-buahan dari tahun 2010-2014. (*Online*). <http://www.pertanian.go.id/ATAP2014-HORTIpdf/208-Prod-Buah.pdf>. Diunduh 14 Januari 2016
- Bos, L. 1983. Introduction to Plant Virology. Virology at the Research Institute for Plant Protection (IPO). Wageningen. Netherlands
- Butzendobler, B. 2007. Papaya ringspot virus (PRV) RNAi vector construction. (*online*). <http://parrottlab.uga.edu/parrottlab/UndergradResearch/Papaya--B.Butzendobler.pdf>. Diunduh 25 Oktober 2016.
- Da Silva JA T, Z. Rashid, DT. Nhut, D. Sivakumar, A. Gera, M.T Jr. Souza, and P.F. Tennat. 2007. Papaya (*Carica papaya*L.) biology and biotechnology. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*. 1(1):47-73. 2442.
- Dhanam, S., K. Saveetha, A. Sankaralingam, R. Kannan, R.P. Pant. 2011. Biological and Molecular Characterisation of Coimbatore Isolate of Papaya ringspot virus. *Phytopathology and Plant Protection*. 4: 925-932.
- Diallo, H.A., W. Monger, N.K. Kouassi, T.D. Yoro, P. Jones. 2008. Occurrence of Papaya ringspot virus Infecting Papaya in Ivory Coast. *Plant Viruses*. Global Science Books. 2(1): 52-57.
- Gonsalves, D. 1993. Papaya ringspot virus (p-strain). In: Crop Knowledge Master. <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/papring.htm>. Diunduh 25 Desember 2015
- Gonsalves, D. Tripathi S. Carr, J. B. Suzuki J. Y. 2010. *Papaya ringspot virus*. *Plant Health Instructor*. DOI" 10.1094/PHI-I-2010-1004-01. 149(12):2435
- Hadiastono, T. 2012. Virologi Tumbuhan Identifikasi dan Diagnosis Virus Tumbuhan. UB Press. Malang. p.121.
- Hamzah, A. 2013. Budidaya Pepaya. <http://blog.agroprima.com/gratis-pelatihan-budidaya-pepaya-langsung-praktek-di-kebun/>. Diunduh 11 Januari 2017.
- Harmiyati, T. 2015. Kisaran Inang dan Penularan *Papaya ringspot virus*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Heu, R.A., N.M. Nagata, M.T. Fukada, B.Y. Yonahara. 2002. Papaya ringspot virus. Departemen of agriculture. University of Hawaii.
- Hidayat S.H, S. Nurulita, S.Wiyono. 2012. Temuan Penyakit Baru Infeksi *Papaya ringspot virus* pada Tanaman Pepaya di Nangroe Aceh Darussalam. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 8(6):184-187.

- Hill, S. A. 1984. *Methods in Plants Virology*. Agricultural Development and Advisor Service Ministry of Agriculture. Fisheries and Food Cambridge. Oxford. p.167.
- Indriyani, N. L. P, Afandi, dan Sunarwati, D. 2008. *Pengelolaan Kebun Pepaya Sehat*. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Sumatera barat
- International Commitee on Taxonomy of Virus (ICTV). 2001. *Papaya ringspot virus* (online) <http://cera-gmc.org/files/cera/GmCropDatabase/docs/decdocs/01-290-068.pdf> . Diunduh 5 November 2016.
- International Commitee on Taxonomy of Virus (ICTV). 2011. *Papaya ringspot virus* (online) https://talk.ictvonline.org/ictv_reports/ictv_9th_report/positive-sense-rna-viruses-2011/w/posrna_viruses/271/potyviridae. Diunduh 5 November 2016.
- Jin T.S., S.M. Kim, S.J. Ko, S.H. Lee, H.S. Choi, J.W. Park, and B.J. Cha. 2009. Occurrence of Papaya ringspot virus Infecting Cucurbit Crops in Korea. *The Korean Journal of Pesticide Science*. 13(4): 298-308
- John, M. 2008. Gejala *papaya ringspot virus* pada pepaya. <http://www.ctahr.hawaii.edu/biotech/BiotechninHawaii.html>. Biotechnology and Agriculture Education Program. University of Hawaii.
- Kalie, M. B. 1994. *Bertanam Pepaya*. Niaga Swadaya. Jakarta. p.120.
- Kalleshwaraswamy C.M., dan N.K Khrisnakumar. 2008. Transmission Efficiency of *Papaya ringspot virus* by Three Aphid Species. *Journal of Virology*. 98(5):541-546.
- Kumar, S., A. Sankarlingam, dan R. Rabindran. 2014. Characterization and Confirmation of Papaya ringspot virus-W Strain Infecting Trichosanthese cucumerina at Tamil Nadu, India. *J. Plant Pathology Microbiology*. 5:225
- Nishina, M. S., W.T. Nishijima, F. Zee, C.L. Chia, R.F.L. Mau, D.O. Evans. 1989. *Papaya ringspot virus (PRV): A Serious Disease of Papaya*. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii
- Nurhayati. 2012. *Virus Penyebab Penyakit Tanaman*. Unsri Press. Palembang. p.91.
- Plant virus online. 1997^a. *Papaya Mosaic Potexvirus*. (online). <http://sdb.im.ac.cn/vide/descr548.htm>. Diunduh 11 Januari 2017.
- Plant virus online. 1997^b. *Papaya ringspot Potyvirus*. (online). <http://sdb.im.ac.cn/vide/descr549.htm>. Diunduh 11 Januari 2017.
- Purcifull, D., Edwardson, J., Hiebert, E. and Gonsalves, D. 1984. *Papaya ringspot virus*. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 292. Wallingford, UK: CAB International.
- Rukmana, H. R. 1995. *Pepaya, Budidaya, dan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta. p.77.

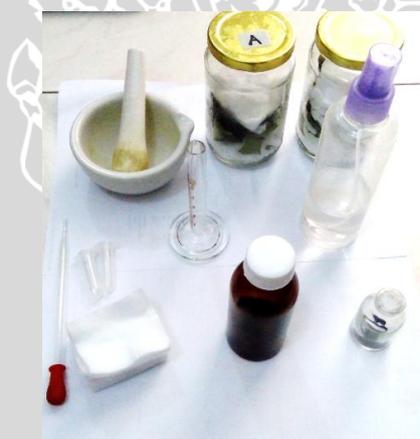
- Saraswati, U. 2014. Karakterisasi Molekular *Coat Protein Gene Papaya Ringspot Virus* Pada Tanaman Pepaya (*Carica Papaya* L.) Di Indonesia. Thesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sujiprihati, S. dan K. Suketi. 2009. Budidaya Pepaya Unggul. Penebar Swadaya Grup. Jakarta. p.90.
- Susetyo, P.H. 2014. Penyakit papaya ringspot virus (PRSV) pada Pepaya. (Online). http://ditlin.hortikultura.pertanian.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=289:penyakit-pepaya&catid=19:berita-terbaru. Diunduh 25 Januari 2016
- Wahyuni, W.S. 2005. Dasar-Dasar Virologi Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. p.171.
- Warisno. 2003. Budidaya Pepaya. Kanisius. Yogyakarta. p.97.



LAMPIRAN



Gambar Lampiran 1. Lokasi Pengambilan sumber inokulum virus (Perum Griya santha, Jl. Sukarno Hatta Kota Malang)



Gambar Lampiran 2. Alat dan bahan untuk pembuatan sap



Supernatan

Pellet



Supernatan yang telah dipisahkan dan siap diamati

Gambar lampiran 3. Sampel untuk identifikasi virus menggunakan TEM

Tabel lampiran 1. Jumlah tanaman terinfeksi pada pengujian kisaran inang

No	Tanaman	Periode inkubasi	TR/TK
1	Pepaya var. California	19 hari	3/3
2	Pepaya var. Bangkok	29 hari	2/3
3	Pepaya var. Red Lady	21 hari	3/3
4	Pepaya var. Lokal (Garut)	17 hari	2/3
5	Pepaya var. Lokal (Sukabumi)	20 hari	3/3
6	<i>C. sativus</i>	12 hari	3/3
7	<i>C. melo</i> L.	10 hari	2/3
8	<i>B. juncea</i> L.	-	0/3
9	<i>S. lycopersicum</i> L.	-	0/3

Keterangan: TR= tanaman terinfeksi, TK= tanaman yang diinokulasi

