Mencegah Ancaman Penyakit Sistemik Jeruk

Bangkitkan Kejayaan Jeruk Lokal

Peningkatan produksi dan kualitas buah jeruk lokal perlu terus dilakukan untuk membangkitkan kejayaan jeruk lokal serta memenuhi permintaan pasar dalam negeri sekaligus mengurangi impor jeruk. Sampai saat ini proses peningkatan produksi dan kualitas buah jeruk lokal tersebut masih terkendala oleh berbagai serangan OPT. Salah satu OPT yang sangat mematikan tanaman jeruk adalah CVPD (Citrus Vein Phloem Degeneration) yang disebabkan oleh bakteri Liberobacter asiaticum. Serangan CVPD ini sudah memusnahkan jutaan pohon jeruk di Indonesia, dan kehilangan jeruk ditaksir sekitar 50.000 ton buah per tahun.

Terkait dengan serangan CVPD dan beberapa penyakit virus lainnya, telah dilakukan berbagai upaya untuk mengendalikannya dengan rakitan teknologi Pengelolaan Terpadu Kebun Jeruk Sehat (PTKJS). Melengkapi rakitan teknologi PTKJS ini, maka buku Mencegah Ancaman Penyakit Sistemik Jeruk dapat digunakan sebagai pelengkap penting dalam mengendalikan penyakit CVPD dan virus lainnya. Buku ini berisi gejala, cara mendeteksi dan melakukan teknik yang tepat dalam mengendalikannya yang dikemas berdasarkan pengelompokaan pengendalian secara teoritis: aviodan, ekslusi, proteksi, terapi, eradikasi, dan resistensi.

Buku yang mengungkap secara rinci tentang mencegah penyakit virus Jeruk ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi yang dapat digunakan oleh para peneliti, mahasiswa, penentu kebijakan, dan para praktisi yang banyak menekuni tentang jeruk. Selain itu, buku ini juga dapat memperkaya dunia penyakit tumbuhan di Indonesia dan bermanfaat bagi peningkatan produksi dan kualitas jeruk Indonesia.

IAARD PRESS

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jl. Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta Selatan 12540
Telp. (021) 7806202, Fax. (021) 7800644

Mencegah Ancaman Penyakit Sistemik Jeruk

IAARD PRESS

Mencegah Ancaman Penyakit Sistemik Jeruk

Bangkitkan Kejayaan Jeruk Lokal

IAARD PRESS

MENCEGAH ANCAMAN PENYAKIT SISTEMIK JERUK

Bangkitkan Kejayaan Jeruk Lokal

Mutia Erti Dwi Astuti

INDONESIAN AGENCY FOR AGRICULTURAL RESEARCH AND DEVELOPMENT (IAARD) PRESS
2016

Mencegah Ancaman Penyakit Virus Jeruk : Bangkitkan Kejayaan Jeruk Lokal

Cetakan I, 2016

Hak cipta dilindungi undang-undang
© Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2016

Katalog dalam terbitan (KDT)

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Mencegah Ancaman Penyakit Virus Jeruk : Bangkitkan Kejayaan Jeruk Lokal/Penyunting: Mutia Erti Dwiastuti.--Jakarta: IAARD Press, 2016
xv, 77 hlm.: ill.; 21 cm

1. Mencegah Ancaman Penyakit Virus Jeruk
I. Judul II. Mutia Erti Dwiastuti

Penyunting naskah : I. Djatnika, M. Jawal AS, Dyah Widiastoety, M. Prama Yufdy, Sulusi Prabawati, Sanuki Pratikno
Desain sampul : Joko
Tata letak : Sartono

IAARD Press
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jalan Ragunan No. 29, Pasar Minggu, Jakarta 12540
Telp.: +62 21 7806202, Faks.: +61 21 7800644

Alamat Redaksi:
Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian
Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122
Telp.: +62 251 8321746, Faks.: +61 251 8326561
E-mail: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

ANGGOTA IKAPI NO. 445/DKI/2012

DAFTAR ISI

Daftar Isi v
Daftar Gambar vii
Daftar Tabel..... ix
Sambutan Kepala Badan Litbang Pertanian xi
Kata Pengantar Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. xiii
Persembahan xv

BAB 1. PENDAHULUAN 1
BAB II. ANCAMAN LIMA PENYAKIT SISTEMIK JERUK YANG MENYERANG SISTEM JARINGAN PENGANGKUT 7
1. Penyakit CVPD/HLB ……..... 13
2. Penyakit CTV……..... 18
3. Penyakit CVEV……..... 20
4. Penyakit CPsV ……..... 22
5. Penyakit CEVd……..... 23

BAB III. KERANCUAN GEJALA PENYAKIT SISTEMIK DENGAN KEKURANGAN UNSUR HARA ……..... 27
Pola Gejala Defisiensi Unsur Hara pada Tanaman Jeruk 28
Petunjuk Umum..... 31

BAB IV. TEKNIK DETEKSI PENYAKIT SISTEMIK JERUK 33

1. Deteksi dengan Tanaman Indikator Asli..... 33
2. Deteksi dengan Tanaman Indikator Spesifik 35
3. Deteksi dengan ELISA 35
4. Deteksi dengan PCR 36

BAB V. STRATEGI DAN TEKNIK MENCEGAH ANCAMAN PENYAKIT SISTEMIK JERUK..... 37
1. Strategi Mengurangi Inokulum Awal
   a. Teknik Terapi : STG 37
   b. Teknik Eksklusi : Benih Bebas Penyakit Berlabel 38
   c. Teknik Aviodan : Menanam pada Radius 2 km dari Lokasi Endemis..... 38
   d. Teknik Eradikasi..... 38
   e. Teknik Proteksi : Pengendalian Vektor 39
   f. Teknik Resistensi : Menciptakan Tanaman Jeruk Tahan Penyakit Virus Jeruk dan Preimunisasi..... 39
2. Strategi Mengurangi Laju Infeksi
   a. Teknik Aviodan : Jauhkan dari Tanaman Inang Peka. 39

b. Teknik Eksklusi : Gunakan Desinfeksi Alat Pertanian, Eradikasi 39
c. Teknik Eradikasi : Mengurangi Produksi Inokulum .. 39
d. Teknik Proteksi : Pengendalian Serangga Vektor..... 39
3. Strategi Mengurangi Lamanya Epidemi
a. Teknik Aviodan : Tanam dengan Sistem Jarak Tanam Rapat (SITARA)..... 40
b. Teknik Eksklusi : Hambat Lalu Lintas Benih dari Daerah Endemis..... 40

BAB VI. IMPLEMENTASI TEKNIK MENCEGAH PENYAKIT SISTEMIK DAN POTENSI PENGEMBANGANNYA DI MASA DEPAN..... 41
a. Implementasi Terapi 41
b. Implementasi Eksklusi..... 42
c. Implementasi Aviodan 45
d. Implementasi Eradikasi dan Sanitasi..... 51
e. Implementasi Proteksi 57
f. Implementasi Resistensi 58

BAB VII. PENUTUP 61

DAFTAR PUSTAKA 63

GLOSSARY..... 73

UCAPAN TERIMA KASIH 77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Varietas jeruk unggul lokal 2
Gambar 2. Peta luas keadaan serangan CVPD di Indonesia 5
Gambar 3. Peta luas tambah serangan CVPD di Indonesia 5
Gambar 4. Ilustrasi proses infeksi dan penyebaran virus di dalam tubuh tanaman 9
Gambar 5. Gejala penyakit CVPD pada daun 12
Gambar 6. Gejala CVPD pada buah 12
Gambar 7. Patogen *Candidatus Liberibacter asiaticus (CLas)* 14
Gambar 8. Gejala penyakit CTV 15
Gambar 9. Partikel virus CTV dan vektornya 15
Gambar 10. Gejala penyakit CVEV 16
Gambar 11. Partikel *citrus vein enation virus (CVEV)* 17
Gambar 12. Variasi gejala CPsV 19
Gambar 13. Partikel CPsV 19
Gambar 14. Gejala dan partikel CEVd 25
Gambar 15. Gejala defisiensi unsur hara jeruk vs CVP 32
Gambar 16. Gejala defisiensi unsur hara jeruk 32
Gambar 17. Strategi dan langka jitu pencegahan penyakit sistemik jeruk 38
Gambar 18. Tanaman jeruk hasil penyambungan tunas pucuk a.) Tanaman jeruk hasil STG dalam tabung reaksi 42
Gambar 19. Benih jeruk bebas penyakit berlabel biru yang direkomendasikan 43
Gambar 20. Model penanaman jarak tanam rapat di Florida, dengan mengatur pemangkasan 48
Gambar 21. Gejala infeksi agensia hayati pada vektor *D. citri* 48
Gambar 22. Aplikator pestisida rakitan Balitjestro Balitbangtan 52
Gambar 23. Gel elektroforesis DNA *Liberobacter* teramplifikasi dengan PCR dari ekstrak daun jeruk 54

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Luas keadaan serangan dan pengendalian Penyakit CVPD pada tanaman jeruk di Indonesia tahun 2009– 2013 3
Tabel 2. Kejadian dan keparahan penyakit CVPD di Bali Utara berdasarkan uji PCR 13
Tabel 3. Tanaman indikator khusus untuk deteksi virus jeruk 34
Tabel 4. Tanaman inang yang peka terhadap penyakit sistemik jeruk 46
Tabel 5. Vektor penyakit sistemik, ambang kendali dan pengendaliannya pada tanaman jeruk 49
Tabel 6. Efisiensi penggunaan alat aplikator pestisida 53
Tabel 7. Populasi musuh alami kutu daun famili *Coccinellidae* pada tanaman jeruk di lapang 53
Tabel 8. Komposisi N,P, dan K pada buah jeruk untuk menghitung pemupukan tanaman jeruk produktif 54
Tabel 9. Monitoring penyakit virus jeruk di lapang 55
Tabel 10. Model eradikasi tanaman jeruk terinfeksi virus 56
Tabel 11. Komposisi N,P, dan K pada buah jeruk untuk menghitung pemupukan tanaman jeruk produktif 58

SAMBUTAN

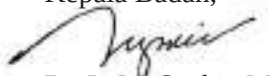
KEPALA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN

Tanaman jeruk mempunyai banyak jenisnya dan tersebar di seluruh Nusantara dengan ciri khas masing-masing jenis. Beberapa di antaranya sudah sangat dikenal, misalnya jeruk Brastagi, jeruk Garut, jeruk Pontianak, dan lainnya. Ketenaran jeruk lokal tersebut karena karakteristik rasa, tekstur, dan aromanya, mampu menaikkan taraf hidup petani jeruk. Namun, hal itu tidak berlangsung lama karena tanaman jeruk menghadapi kendala penyakit yang sangat mematikan dan dikenal dengan nama CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*). Semula dikenal disebabkan oleh golongan virus, tetapi kemudian berdasarkan kemajuan teknologi identifikasi, ditemukan karena penyebab bakteri *Liberobacter asiaticum*.

Adanya penyakit tersebut menyebabkan musnahnya beberapa jenis jeruk lokal seperti jeruk keprok Tawangmangu, jeruk Garut, jeruk Grabag, dan jeruk lainnya. Bahkan data dari Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan tahun 1984 melaporkan bahwa CVPD telah memusnahkan jutaan pohon jeruk di Indonesia. Kehilangan jeruk oleh penyakit tersebut ditaksir 50.000 ton buah per tahun atau menyebabkan kerugian senilai Rp 26,4 milyar. Perjerukan di Indonesia harus bangkit dari keterpurukan akibat penyakit tersebut dan plasma nutfah jeruk perlu dijaga agar tidak punah akibat serangan organisme penyebab penyakit ini.

Saya menyambut baik diterbitkannya buku Mencegah Ancaman Penyakit Sistemik Jeruk, mengingat buku seperti ini masih langka di pasaran. Diharapkan buku ini dapat memberi manfaat yang luas bagi pengambil kebijakan di Kementerian Pertanian, Pemerintah Daerah, peneliti, penyuluh, petani, pelaku usaha tani, dan para praktisi yang terkait dengan sektor hortikultura.

Bogor, Maret 2016
Kepala Badan,



Dr. Ir. M. Syakir, M.S.

KATA PENGANTAR

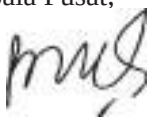
KEPALA PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HORTIKULTURA

Jeruk merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat strategis dikembangkan dalam menyongsong masyarakat ekonomi ASEAN (*ASEAN Economy Community/AEC*) pada akhir 2015. Banjirnya jeruk impor di pasar swalayan sampai pasar tradisional mengindikasikan bahwa kebutuhan masyarakat Indonesia akan jeruk bermutu sangat besar, sementara mutu produk jeruk lokal yang beredar di pasar masih belum setara mutu impor. Varietas jeruk lokal unggul banyak yang layak sejajar dengan jeruk impor, di antaranya jeruk keprok Batu 55, jeruk keprok SoE, keprok Borneo Prima, keprok Pulung, keprok Tawangmangu, siam Kintamani dan siam Madu (Gambar 1). Jeruk-jeruk tersebut warnanya tidak kalah dengan impor, rasanya jauh lebih enak, dan lebih segar. Oleh karena itu sudah waktunya membangkitkan segera kejayaan jeruk lokal Indonesia dan memberi peran nyata dalam era globalisasi. Untuk mewujudkan hal itu, perlu diupayakan meningkatkan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas produksi.

Salah satu kendala dan ancaman kejayaan jeruk di Indonesia adalah terjangkitnya wabah penyakit menular seperti penyakit CVPD. Badan Litbang Pertanian telah memiliki rakitan teknologi Pengelolaan Terpadu Kebun Jeruk Sehat (PTKJS) yang berorientasi lebih pada pengelolaan kebun. Dalam buku ini diulas secara rinci Pengelolaan Hama Penyakit Terpadu (HPT) tanaman. Buku Mencegah Ancaman Penyakit Sistemik Jeruk berisi gejala, cara mendeteksi dan melakukan teknik yang tepat dalam mengendalikannya meliputi; (1) perlakuan benih dengan teknologi *shoot tip grafting in vitro*, (2) menggunakan benih jeruk bebas penyakit berlabel, (3) menanam pada radius minimal 2 km dari lokasi endemis, (4) pengendalian serangga vektor penular penyakit, eradikasi, (5) merakit tanaman tahan atau preimunisasi tanaman terhadap virus, (6) menjauhkan dari tanaman peka, penggunaan desinfektan pada alat pertanian, (7) jarak tanam rapat (*high density planting*), dan ((8) menghambat lalu lintas benih dari daerah endemis, yang dikemas berdasarkan pengelompokan pengendalian penyakit secara teoritis: aviodan, eksklusi, proteksi, terapi, eradikasi, dan resistensi.

Buku ini merupakan terbitan pertama dan masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahan, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan. Semoga bermanfaat.

Bogor, Maret 2016
Kepala Pusat,



Dr. Ir. M. Prama Yufdy, M.Sc.

Persembahan :

Publikasi ini dipersembahkan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat luas tentang pengendalian penyakit sistemik pada tanaman jeruk dari berbagai kalangan baik akademisi maupun praktisi yang tertarik mengembangkan jeruk di Indonesia.
Informasi yang diberikan di sini untuk tujuan pendidikan. Referensi produk atau nama dagang komersial tidak disebutkan agar tidak ada unsur promosi dan keberpihakan terhadap pihak tertentu.
Dukungan substansi buku dari hasil penelitian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia dan pustaka terkait.

BAB I
PENDAHULUAN

Jeruk merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat strategis dikembangkan dalam menyongsong masyarakat ekonomi ASEAN (*ASEAN Economy Community/AEC*) pada akhir 2015. Banjirnya jeruk impor mulai di pasar swalayan sampai pasar tradisional mengindikasikan bahwa kebutuhan masyarakat Indonesia akan jeruk bermutu sangat besar, sementara mutu produk jeruk lokal yang beredar di pasar masih belum setara mutu impor. Varietas jeruk lokal unggul banyak yang layak sejajar dengan jeruk impor, di antaranya jeruk keprok Batu 55, jeruk keprok SoE, keprok Borneo Prima, keprok Pulung, keprok Tawangmangu, siam Kintamani, dan siam Madu (Gambar 1). Jeruk-jeruk tersebut warnanya tidak kalah dengan impor, rasanya jauh lebih enak, dan lebih segar. Oleh karena itu sudah waktunya membangkitkan segera kejayaan jeruk lokal Indonesia, dan memberi peran nyata dalam era globalisasi. Untuk mewujudkan hal itu, perlu diupayakan meningkatkan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas produksi.

Kebangkitan jeruk lokal merupakan satu-satunya pilihan yang harus ditempuh bila tidak mau tertindas di negeri sendiri maupun di pasar AEC. Seluruh produk pertanian di 10 negara ASEAN akan bebas keluar masuk tanpa ada proteksi. Pasar global MEA akan menjadi pasar raksasa tunggal yang akan memasok kebutuhan 3,3 milyar penduduk dari 10 negara ASEAN ditambah enam negara mitranya (Garjito 2014). Produk jeruk lokal harus dapat bersaing di pasar domestik maupun internasional. Upaya untuk meningkatkan daya saing produk pertanian yang memenuhi syarat internasional antara lain mutu dan keamanan pangan terjamin, serta residu pestisida rendah. Untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri diperlukan 5 kg/kapita/tahun (Pusdatin 2012, Anonim 2004).

Pemerintah Indonesia telah membentuk Kawasan Agribisnis Hortikultura (KAH) dalam upaya tercukupinya produksi hortikultura termasuk jeruk. Pada tahun 2014 telah dikembangkan kawasan jeruk seluas 3.477 ha di 22 provinsi dan 58 kabupaten meliputi Jawa, Bali, NTB, NTT, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Irian dengan target produksi sebesar 41.724 ton (Direktorat Jenderal Hortikultura 2014). Untuk mensukseskan program Nawacita kabinet Kerja Indonesia yang dicanangkan presiden Joko Widodo, ke depan akan ditingkatkan menjadi 80 kawasan jeruk, untuk

Gambar 1. Varietas jeruk unggul lokal a) keprok Batu 55, b) keprok SoE, c) keprok Gayo, d) keprok Rimo Gerga Lebong (RGL), e) keprok Pulung, f) jeruk siam Gunung Omeh (Jesigo) (Foto:a,b,c, d,e Dok. Balitjestro; f dok. Triwiratno).

menciptakan kemandirian pangan bagi bangsa Indonesia. Upaya lain yang harus dilakukan antara lain menentukan jenis jeruk yang dibudidayakan, menjaga kualitas dan kuantitas serta menjaga kontinuitas produksi. Program melalui perluasan areal baru dan peningkatan produksi areal lama harus diikuti dengan kewaspadaan terhadap ancaman penyakit menular yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produksi.

Kerugian yang ditimbulkan akibat virus pada berbagai komoditas pertanian 20% dari total kerugian oleh hama penyakit (Waterworth & Hadidi 1988 *dalam* Susamto 2004) dan menjadi lebih besar lagi pada komoditas jeruk. Penyakit yang paling ditakuti petani jeruk ialah penyakit yang disebabkan *virus* jeruk. Penyakit ini merupakan *silent killer* pada tanaman jeruk, terutama *Citrus vein phloem degeneration* (CVPD). Ancaman CVPD menyebabkan menurunnya produktivitas, kualitas, dan bahkan kematian tanaman jeruk serta terjadinya erosi sumber daya genetik jeruk di antaranya ialah punahnya pertanaman jeruk keprok Tejakula di Bali dan keprok Punten di Batu. Penyakit tersebut pernah menyebabkan kerugian sebesar 23 milyar/tahun pada era tahun 1990-an. Daerah sebarnya meliputi seluruh sentra pertanaman jeruk di Indonesia, termasuk Kalimantan Barat dan Kalimantan Selatan yang dulunya masih bebas dari penyakit ini. Penyakit ini ditemukan di dataran rendah (10 m dpl.) sampai ketinggian 1.000 m dpl (Dwiastuti *et al.* 1997). Pada tahun 1997

Tabel 1. Kriteria luas keadaan serangan dan pengendalian penyakit CVPD pada tanaman jeruk tahun 2009- 2013

Thn	Pohon				Jumlah	Prov. terserang	Luas pengen-dalian
	Ringan	sedang	Berat	Puso			
2009	174.096	86.487	336.572	50.069	647.224	12	98.285
2010	56.208	312.402	181.604	14.926	565.140	10	183.626
2011	88.852	265.715	333.280	4.949	692.796	11	214.900
2012	48.435	870.247	95.740	978	1.015.400	9	166.480
2013	486.095	54.136	84.859	5.412	630.502	10	20.275

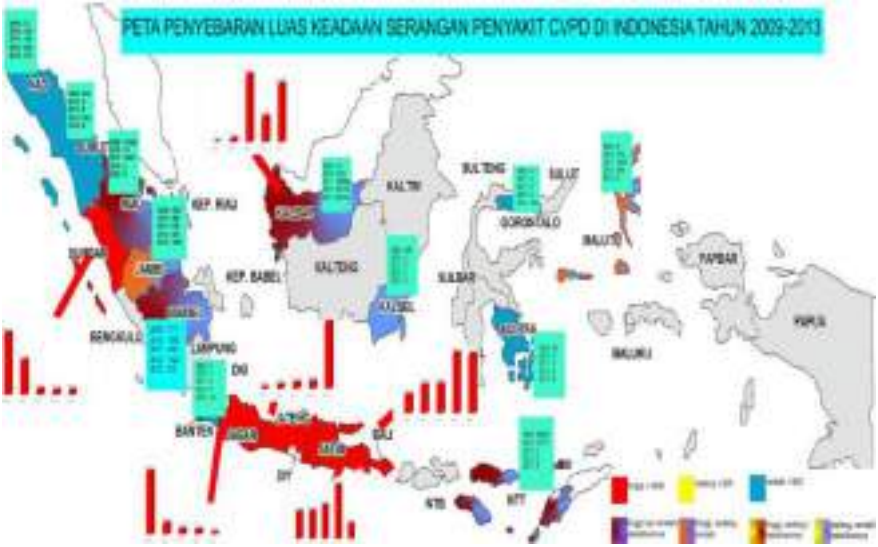
Sumber: Data serangan CVPD buah Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura, 2015

ditemukan hampir 100% tanaman jeruk keprok Tejakula di Pantai Utara Bali terinfeksi ulang Huanglungbin (HLB) berdasarkan hasil survei dan analisa PCR dan DNA hibridization (Bove *et al*. 2000). Menurut Dwiastuti *et al.* (1977) 31 % tanaman jeruk di Kalimantan Barat yang telah berproduksi telah terinfeksi HLB, dan diduga penyakit ini telah mengancam perekonomian sekitar 65.000 petani jeruk yang ada. Sebagian besar varietas komersial peka terhadap penyakit ini, tetapi varietas jeruk besar dan Konde Purworejo toleran (Dwiastuti *et al.* 1996).

Mengapa disebut *silent killer*? karena penyakit ini menyerang sistem jaringan pengangkut tanaman jeruk (floem dan atau xilem). Kerusakan sistem jaringan tersebut pada awalnya tidak terlihat nyata. Namun bila tidak dicegah, sulit disembuhkan, bahkan dapat menyebabkan kematian. Penularannya melalui beberapa cara yaitu melalui serangga, dan penggunaan benih atau entres sakit sebagai bahan sumber perbanyakan tanaman. Data yang dilaporkan oleh Direktorat Perlindungan Hortikultura hanya serangan CVPD, sedang serangan virus lain pada jeruk tidak tercatat. Hal ini mungkin sulitnya pengamat hama penyakit di lapang untuk mencermati gejalanya. Penyakit sistemik jeruk lainnya tidak kalah mengkuatirkan, karena dapat menurunkan produktivitas jeruk lokal.

Serangan CVPD secara nasional selama 5 tahun sejak tahun 2009 – 2013 bergerak secara fluktuatif naik turun baik yang terserang ringan, sedang, berat maupun sampai puso. Serangan tertinggi terjadi pada tahun 2012, walaupun luas pengendalian pada tahun sebelumnya telah dilakukan dengan frekwensi tinggi, yaitu 214.900 pengendalian (Tabel 1). Data ini membuktikan bahwa penyakit virus yang diwakili penyakit CVPD sulit diobati. Pengendalian yang dilakukan dapat menurunkan jumlah tanaman puso dan tanaman terinfeksi parah.

Citrus tristeza virus (CTV) menyebar luas pada sentra jeruk, namun serangannya tidak sampai mematikan. Dari hasil survei dan hasil uji Elisa, dilaporkan bahwa lebih dari 80% tanaman jeruk komersial dengan batang bawah *Japanese Citroen* dan cangkokan, terinfeksi CTV (Roesmiyanto *et al*. 1986). Serangan CTV di lapangan sering terjadi bersamaan dengan penyakit HLB (Dwiastuti 2011). Saat ini sebaran geografisnya meliputi Sumatera, Jawa Bali, Riau, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, dan Nusa Tenggara Timur serta 12 kabupaten/kota sentra jeruk Indonesia (Gambar 2 dan 3). Pada Gambar 2 terlihat fluktuasi serangan dari tahun 2009 sampai 2013, Bali dan Kalimantan Barat selalu meningkat luas serangannya dari tahun ke tahun, sedangkan di Sumatera Barat, fluktuasi serangannya menurun sekali. Penyakit *Citrus vein enation virus* (CVEV) dan *Citrus psorosis virus* (CPsV) ditemukan secara sporadis (terpencar) di Tejakula – Bali dan Jawa Tengah .



Gambar 2. Luas keadaan serangan penyakit CVPD di Indonesia tahun 2009–2013 (diolah dari data Direktorat Perlindungan Hortikultura, 2015)

Gambar 3. Luas tambah serangan penyakit CVPD di Indonesia tahun 2009–2013(diolah dari data Direktorat Perlindungan Hortikultura, 2015)

BAB II

ANCAMAN LIMA PENYAKIT SISTEMIK JERUK YANG MENYERANG SISTEM JARINGAN PENGANGKUT

Penyakit sistemik jeruk meliputi mikro organisme penyakit menular, kelompok virus, viroid, Liberobacter, dan mikoplasma. Organisme tersebut merupakan parasit obligat berupa partikel yang hanya dapat hidup pada jaringan tanaman hidup. Partikel virus sederhana terdiri dari mantel protein yang mengelilingi genom baik asam ribonukleat (RNA) atau asam deoxynukleat (DNA). Virus tidak memiliki bagian-bagian sel seperti membran plasma, sitoplasma, dan inti. Virus tersusun dari asam nukleat dan selubung protein yang disebut kaspid.

Menurut Klotz *et al.* (1982) virus jeruk dikelompokkan berdasarkan penyebab penyakitnya, virus, viroid, mikoplasma dan *liberobacter*

1. Virus

Virus merupakan patogen yang terdiri dari asam nukleat RNA atau DNA, dan diselubungi mantel protein. Bagian yang menyerang tanaman biasanya terdiri dari asam nukleat RNA. Ukuran virus sangat kecil yaitu dalam satuan nanometer (1 nm = 1/sejuta mm), dan hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron. Bentuknya bermacam macam, misalnya CTV berbentuk benang lentur memanjang (*thread-like* atau *flexuous rod), citrus infection varigation virus* berbentuk *isohedral.* Hidup dan memperbanyak diri hanya dalam jaringan tanaman hidup.

2. Viroid

Viroid merupakan patogen yang tubuhnya terdiri dari satu macam asam nukleat saja (RNA atau DNA) tanpa mempunyai mantel protein. Viroid ini juga dikenal dengan nama virus telanjang. Perbanyakannya sama dengan virus. Contoh CEVd (*Citrus exocortis viroid).*

3. Mikoplasma

Mikoplasma merupakan patogen yang tubuhnya terdiri dari dua macam asam nukleat yaitu DNA dan RNA, mempunyai struktur internal yang kompleks termasuk ribosom dan dilindungi hanya dalam satu membran beraturan dan ada yang mirip bakteri. Ukurannya ribuan kali lebih besar dari virus, sensitif terhadap antibiotik. Ada beberapa jenis mikoplasma yang dapat dikulturkan pada media buatan (*in vitro*) misalnya *Spiroplasma citri* penyebab penyakit *Stubborn*. Penyakit ini belum ditemukan di Indonesia.

4. *Liberobacter*

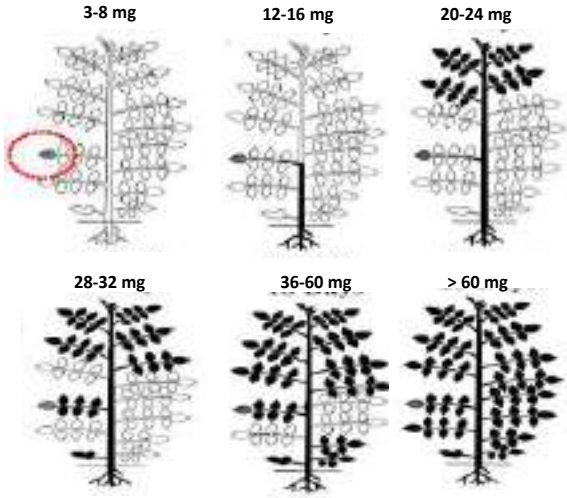
Liberobacter merupakan bakteri gram negatif yang mempunyai dua lapis membran yang menyelimuti tubuhnya yaitu membran dalam dan luar. Beda antara *Liberobacter* dengan bakteri umumnya adalah dalam pengkulturan. *Liberobacter* tidak bisa dibiakkan dalam media buatan. Contohnya adalah CVPD atau HLB.

Mengapa dikelompokkan seperti itu?. Hal ini disebabkan karena gejala penyakit sistemik ini mirip satu dengan lainnya dan sering rancu dengan gejala penyakit abiotik tidak menular karena kekurangan unsur hara terutama hara mikro. Gejalanya kadang-kadang tersembunyi *(symptomles/*laten*).* Penyakit sistemik yang mengancam tanaman jeruk di Indonesia ada lima macam, yaitu :

1. Penyakit *Citrus vein phloem degeneration* (CVPD),
2. Penyakit Tristeza atau *Citrus tristeza virus (CTV),*
3. Penyakit puru berkayu atau *Citrus vein enation virus* (CVEV),
4. Penyakit exocortis atau *Citrus exocortis viroid* (CEVd) dan
5. Penyakit Psorosis atau *Citrus psorosis virus* (CPsV).

Sifat serangan kelima penyakit tersebut sistemik, yaitu apabila tanaman sudah terinfeksi cenderung menyebar ke seluruh bagian tanaman, menyebabkan seluruh sistem fisiologi bagian tanaman rusak atau memberikan gejala pada seluruh bagian tanaman. Penyakit ini sulit disembuhkan dibanding penyakit yang bersifat lokal, seperti layu perubahan warna atau bentuk daun, kerdil, tumor, dan epinasti. Namun demikian, gejala tanaman yang terinfeksi virus tidak langsung terlihat dengan cepat setelah tanaman tertular.

Kelompok penyakit sistemik jeruk ini menyerang sistem jaringan pengangkut (*vascular tissue)* salah satu dari tiga kelompok jaringan yang dimiliki tumbuhan pembuluh (*Tracheophyta*). Jaringan ini disebut juga pembuluh dan berfungsi sebagai saluran utama transportasi zat-zat hara



Gambar 4. Ilustrasi proses infeksi dan penyebaran virus di dalam tubuh tanaman tahunan (Ilustrasi didesain oleh Dwiastuti)

yang diperlukan dalam proses metabolisme tumbuhan. Ada dua kelompok jaringan pengangkut, berdasarkan arah aliran hara. *Xilem* atau pembuluh kayu berfungsi mengangkut cairan dari akar dan bagian lain tumbuhan menuju daun. *Floem* atau pembuluh tapis mengangkut hasil dan zat lain dari daun menuju bagian tumbuhan yang berperan dalam jalur fotosintesis. Pembuluh tapis biasanya terletak di sisi bawah permukaan daun (*abaksial*), sedangkan pembuluh kayu berada pada sisi lainnya (*adaksial*). Keadaan ini menyebabkan hama lebih suka bersembunyi di bawah permukaan daun karena lebih mudah mencapai pembuluh tapis untuk menghisap cairan dalam jaringan tanaman.

Mekanisme masuknya *(penetrasi)* virus jeruk pada tanaman, bersifat pasif, artinya tidak bisa masuk sendiri tanpa bantuan. Masuknya virus jeruk dalam jaringan tanaman melalui bantuan vektor serangga. Dimana setelah menghisap cairan dari tanaman yang sakit kemudian menghisap tanaman yang sehat. Akibatnya menular pada tanaman yang sehat, disamping itu penularan dapat terjadi pada penggunaan entres yang terjangkit virus sebagai sumber bahan tanaman untuk perbanyakan vegetatif atau penggunaan alat pertanian yang bekas digunakan untuk memotong tanaman sakit.

Setelah masuk ke dalam jaringan tanaman, virus akan berkembang biak atau melakukan replikasi. Kemudian akan menghancurkan sel inang (*host*) yang diparasit, dimulai dengan melekatkan ekornya pada sel inang,

memasukkan materi genetiknya (asam nukleat) dan melepas mantel proteinnya. Selanjutnya berkembang biak lagi dengan menggunakan perlengkapan metabolik inang membentuk protein dan komponen-komponen tubuh virus baru dengan menggunakan bahan yang tersedia dalam sitoplasma inang.

Fase selanjutnya virus bergerak dari sel ke sel yang lain sampai mencapai floem melalui *vascular system*, sehingga dapat bergerak cepat ke dalam daun-daun muda yang masih aktif berkembang. Funayama & Terashima (2006) menyatakan bahwa saat virus melakukan replikasi terjadi peningkatan aktivitas enzim anaplerotik, laju fotosintesis dan kandungan pati. Apabila sintesis virus menurun, laju fotosintesis dan kandungan pati dalam daun akan menurun, sedangkan glikolisis dan respirasi dalam mitokondria akan meningkat. Pada saat itu terlihat gejala daun berubah menjadi kuning, mengeriting dan menjadi kerdil. Kloroplas merupakan organel utama yang diserang virus tumbuhan. Bentuk kloroplas yang abnormal, ukuran relatif lebih kecil dan jumlah tilakoid pada setiap grana menurun akibat infeksi virus, menyebabkan penurunan laju fotosintesis. Hasil penelitian Funayama & Terashima (2006) menyatakan bahwa tanaman yang terinfeksi virus menyebabkan peningkatan kandungan klorofil akan terhenti ketika panjang daun mencapai setengah dari panjang daun maksimum.

Translokasi atau penyebaran virus ke bagian tanaman lain lebih efektif dengan cara grafting, yaitu mengikuti aliran osmotik dalam jaringan pengangkut tanaman. Kemudian penyebaran ke bagian terdekat dengan titik penularan menuju titik pertumbuhan. Selanjutnya menuju ke akar dan tersebar ke bagian tanaman yang lain (Gambar 4). Menurut Dawson (1999) untuk dapat menginfeksi tanaman secara sistematis, virus harus dapat : (1) masuk ke dalam jaringan yang sesuai, (2) melakukan replikasi, (3) bergerak ke sel-sel terdekat/sel tetangga, (4) memasuki sel tersebut, (5) dapat pindah ke dalam floem, dan (6) kemudian mengulangi teknik (2) dan (3).

Fase pertama ialah infeksi lokal pada daun dewasa setelah inokulasi yang dilakukan oleh serangga. Namun tidak semua daun dapat menunjukkan gejala terinfeksi, seperti daun berubah warna menjadi kuning. Munculnya gejala sangat dipengaruhi oleh strain virus dan faktor lingkungan seperti suhu lingkungan. Hasil penelitian Dawson (1999) menunjukkan bahwa perubahan warna daun hanya akan terjadi jika suhu lingkungan di atas 25ºC dan intensitasnya akan meningkat jika suhu lingkungan mencapai 40ºC.

Pada kasus CVPD, Wirawan *et al*. (2004) melaporkan bahwa setelah patogen CVPD masuk dalam sel floem tanaman jeruk, akan berkembang biak dan mengambil sumber karbon dan nitrogen dari hasil metabolisme tanaman jeruk sebagai makanannya. Kondisi ini menyebabkan terjadinya reaksi tingkat

molekul antara patogen dan sel floem. Diduga patogen CVPD menghasilkan molekul protein virulen (toksik) yang dapat menganggu metabolisme sel floem, dan mengganggu mekanisme transport mineral atau ion Zn, Mn dan Ca ke dalam sel floem tanaman jeruk. Hal ini didukung oleh Wirawan & Sri Marhaeni (2003) yang menemukan dua molekul protein khas pada tanaman jeruk terserang CVPD dan tidak ditemukan pada tanaman sehat. Kedua molekul protein tersebut diduga berperan dalam mekanisme penghambatan.

Li *et al.* 2009 (*dalam* Nurhadi 2011) meneliti distribusi *Liberobacter*, penyebab CVPD atau HLB secara genomik. *Liberobacter* CLas‘ strain B 239 dari tanaman hasil inokulasi di rumah kaca yang diamati beberapa bulan setelah inokulasi, konsentrasi genomnya berbeda. pada tiap bagian tanaman. Sebanyak 10^4 genom per gram pada batas bidang sambungan‘, 10^{10} genom per gram pada tangkai daun‘, 10^7 genom per gram pada akar. Pada jaringan buah yang bergejala CVPD, level genom *C*Las tertinggi ditemukan pada *membrane locular'* dan *'septa'* (10^8 genomes per gram), dan level CLas 100-kali lebih rendah pada *meso'* dan *'pericarp'* buah yang sama.

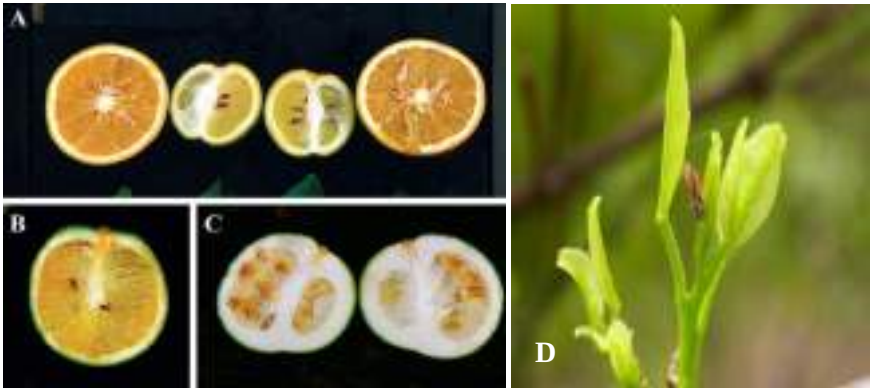
Menurut Zubaidah (2004) distribusi *Liberobacter* penyebab CVPD menyebar pada hampir semua bagian tanaman yaitu akar, batang, cabang, ranting, daun, mata tunas, tangkai buah, poros buah, albedo, endocarp dan kulit biji jeruk siam. Namun tidak ditemukan pada isi biji yang mengandung nuselus dan embrio bakal tanaman baru dan flavedo meskipun buahnya menunjukkan gejala *red nose*. Dari penelitian tersebut juga diketahui bahwa tidak terdapat konsistensi keberadaan *Liberobacter*, karena tidak semua daun bergejala *blotching* atau chlorosis mengandung *Liberobacter.*

Kinerja virus yang memanfaatkan mesin seluler tanaman sangat merugikan. Hal ini dikarenakan, tanaman tidak dapat melakukan fungsi fisiologisnya dengan baik, namun tetap dibiarkan hidup oleh virus. Oleh karena itu, infeksi kelompok virus jeruk (CVPD, CTV, CVEV, CEVd dan CPsV) menimbulkan banyak kerugian terutama menurunnya produktivitas. Penurunan produtivitas ini dikarenakan nutrisi yang dihasilkan pada saat proses fotosintesis terhambat translokasinya oleh keberadaan virus di floem. Selain itu, proses fotosintesis tidak dapat berjalan dengan optimal karena jumlah klorofil pada daun tidak mencukupi.

Kelompok Virus Jeruk di Indonesia

Manajemen pengendalian dapat dilakukan dengan tepat sasaran, apabila gejala untuk masing-masing penyakit sudah diketahui. Beberapa gejala penyakit sistemik jeruk yang harus dikenali dan diwaspadai.

Gambar 5. Gejala penyakit CVPD pada daun (a) gejala khas pada daun, *blotching*, belang-belang tidak merata (b) gejala CVPD mirip defisiensi Zn pada jeruk siam , (c) Gejala *greening sektoral (Foto : Dok. Pribadi dan Balitjestro)*



Gambar 6. Gejala CVPD pada buah, bentuk *asimetris* dengan biji *abortus (a)* Jeruk siam, (b). Jeruk Keprok, (c) Jeruk Pumelo (*Foto: dok Pribadi*), (d) Serangga vektor penular *Diaphorina citri* (*Foto: dok Balitjestro)*

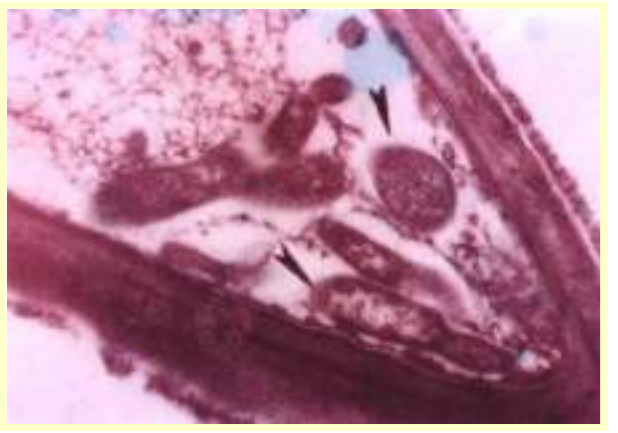
Tabel 2. Kejadian dan keparahan penyakit CVPD di Bali utara berdasarkan uji PCR

No	Lokasi	Ketinggian (m)	Kejadian Penyakit	Keparahan Penyakit
1	Julah	10	100	95
2	Tianyar timur	10	66.7	40
3	Tejakula	10	100	73.3
4	Kalanganyar	10	100	100
5	Banjarasem	10	66.7	93.3
6	Tegallinggah	50	66.7	93.3
7	Kubutambahan	50-60	85.7	57.14
8	Penuktukan	76	100	66.6
9	Sambirenteng	100-150	100	60
10	Les	100-200	83.3	60
11	Bondalem	310-400	100	28
12	Bondalem-Dusa	450-550	100	25
13	Kubutambahan-Panelokan	450-550	100	66.6
14	Bondalem-Dusa	650-700	100	66.6
15	Kubutambahan-Panelokan	650-700	100	80
16	Bondalem-Dusa	850-1.000	100	80
17	Baturiti-Mayungan	1.250	0	0

Sumber : Dwiastuti *et al*. 2003

1. Penyakit *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD) Huanglungbin (HLB)

CVPD telah menyerang sentra jeruk di Indonesia sejak tahun 1960 an yaitu sejak ditemukan pertama kali oleh Tirtawidjaja (1964) dan merupakan penyakit yang paling ditakuti. Kerugian akibat CVPD di Indonesia menyebabkan rendahnya produktivitas 7,3 ton/ha dan minimal 3 juta

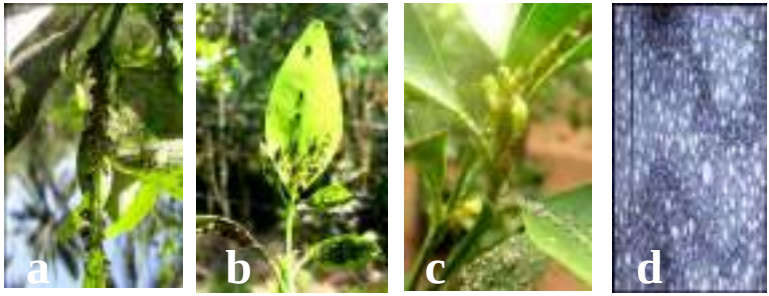


Gambar 7. Patogen *Candidatus Liberibacter asiaticus (CLas)* (panah) penyebab CVPD/ HLB dalam jaringan floem *(Foto:Dok. Balitjestro)*

ha jeruk hancur (Tirtawidjaja 1980). Pada era tahun 1990-an kerugian mencapai 23 milyar/tahun. Kerugian dari tahun ke tahun sampai sekarang masih dirasakan, walaupun sudah beberapa kali dilakukan rehabilitasi jeruk secara nasional. Diduga penyakit mengancam sekitar 65.000 petani jeruk di Indonesia (Dwiastuti *et al.* 1997). Hampir semua sentra jeruk terserang penyakit ini dengan nama berbeda beda, antara lain "*Greening*" atau "*Likubin*". Secara internasional disepakati namanya sebagai *Huanglungbin* (HLB), karena pertama kali ditemukan di Cina. Kerugian di Afrika Selatan mengakibatkan kematian tanaman antara 30–100%, Filipina lebih dari 60%, Thailand lebih dari 95%, dan di Arab Saudi mengakibatkan punahnya dua varietas komersial jeruk manis dan mandarin. Pada lima tahun terakhir, HLB dilaporkan mengancam industri jeruk di Florida dan Brazilia yang merupakan dua negara penghasil jeruk terbesar di dunia (Bove 2006).

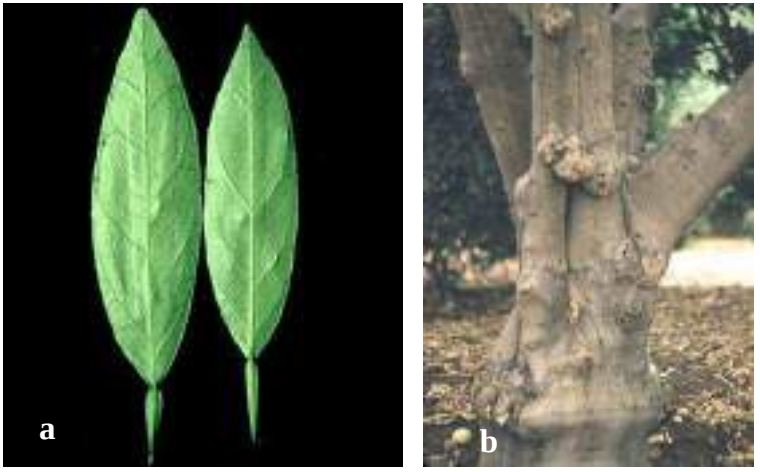
Menurut Dwiastuti *et al*. (2011) gejala khas CVPD ialah belang-belang kuning tidak merata (*blotching*) dimulai pada bagian ujung tanaman pada daun dengan ketuaan sempurna, lama kelamaan daun menjadi lebih kaku dan lebih kecil, tulang daun utama dapat tetap berwarna hijau atau menjadi kuning (Gambar 5 a,b,c). Gejala pada tanaman muda, kuncup berkembang lambat, pertumbuhannya mencuat ke atas, dan daun menjadi lebih kecil. Gejala penyakit pada varietas jeruk siem dan keprok mirip dengan gejala difisiensi

Gambar 8. Gejala penyakit CTV, (a). Pemucatan tulang daun (*Vein clearing*), (b).daun berbentuk mangkuk (*vein cupping*), (c). tulang daun mengeras (*vein crocking*), (d). lekuk batang memanjang (*stem pitting*) (*Foto : Dok. pribadi & Balitjestro)*

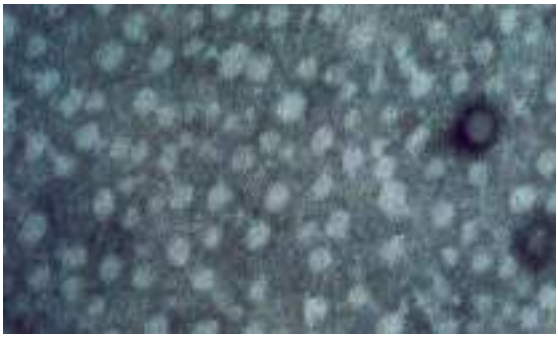


Gambar 9. Vektor CTV dan partikel virus (a) kutu daun jeruk: coklat *(Toxoptera citricidus)*, (b) kutu daun jeruk hitam *(Toxoptera aurantii)* dan (c) kutu daun jeruk hijau *(Myzus persicae)(Foto : dok. Balitjestro)*, (d) partikel CTV berbentuk benang lentur.

Zn, Mn, Fe atau Mg. Gejala lain yang ditimbulkan adalah *greening sektoral*, diawali dengan adanya gejala *blotching* pada cabang-cabang tertentu. Apabila gejala telah berat, seluruh daun menguning, terjadi pengerasan tulang daun primer dan sekunder (*Vein crocking)*, buah-buah pada cabang yang terinfeksi menjadil lebih kecil, dan tidak simetris (*lop sided*). Kadang-kadang ditemukan buah *red nose* (warna orange pada pangkal buah). Buah yang terserang bijinya *abortus* dan rasanya asam (Nurhadi & Whittle 1988; Dwiastuti *et al*. 2011). Pada beberapa varietas tertentu pada kondisi temperatur rendah gejala tidak tampak terlihat (Dwiastuti *et al.* 2011). Apabila gejala di lapang tidak ditemukan, maka diperlukan alat bantu dengan nama indeksing. Organisme penyebab penyakit CVPD atau HLB ialah bakteri gram negatif jenis baru. Terdapat tiga strain bakteri yang ditemukan di Asia, Afrika, dan Amerika, yaitu *Candidatus Liberobacter asiaticus (CLas), Candidatus L. africanus (CLaf), dan Candidatus L. americanus (CLam)* (Jagoueix *et al.* 1996; Jagoueix *et al.* 1997, Teixeira *et al*. 2005). Bakteri patogen mempunyai bentuk pleomorpik (beberapa bentuk), bentuk batang panjang, yang sedang tumbuh berukuran 100-250 x 500-2.500 nm dan berbentuk *sperical* (membulat) diameternya 700-800 nm (Gambar 7.). Bakteri ini tidak dapat dikulturkan secara *in vitro*. *Liberobacter asiaticus* hidup dalam jaringan floem



Gambar10. Gejala penyakit CVEV, (a) *vein enation* (tonjolan pada tulang), (b) *woody gall* (tumor) pada batang bawah *rough lemon* peka (*Foto : Dok. Balitjestro)*



Gambar 11. Partikel *citrus vein enation virus (CVEV)*. **(**Sumber: da Graca & Maharaj, 1991)

sehingga mengakibatkan sel-sel floem mengalami degenerasi akibatnya menghambat tanaman dalam menyerap nutrisi. Penyebaran ke bagian tanaman lainnya tergolong lambat, meskipun bakteri hidup dalam floem. Gejala baru terlihat 4-6 bulan setelah tanaman terinfeksi. Di lapang, gejala terlihat jelas setelah 1-3 tahun. Penyebaran CVPD secara geografis dari satu daerah ke daerah lain atau ke kebun lain dapat melalui bahan tanaman terinfeksi yaitu mata-tempel atau benih terinfeksi. Sedangkan penyebaran di dalam kebun antartanaman biasanya melalui vektor *Diaphorina citri* atau melalui mata-tempel yang terinfeksi (Lopes *et al*. 2009). Menurut Dwiastuti *et al*. (2003) di Bali tampaknya CVPD dapat menyerang di dataran rendah 10 m dpl. sampai dataran tinggi 1.000 m dpl dan tidak ditemukan pada ketinggian 1.250 m dpl, diduga vektor penular cenderung jarang dijumpai di dataran tinggi (Tabel 2).

Tipe hubungan patogen dalam tubuh vektor bersifat persisten, sirkulatif, dan non propagatif, artinya jika vektor CVPD telah mengandung *L. asiaticus* maka selama hidupnya akan terus mengandung bakteri, tetapi tidak diturunkan pada anaknya. Vektor dapat menularkan pada tanaman sehat 168–360 jam setelah menghisap bakteri. Penularan melalui alat-alat pertanian terkontaminasi perlu diwaspadai seperti yang dilaporkan di Thailand. Penularan melalui biji peluangnya sangat kecil. Hasil penelitian Hilf (2011) mengatakan bahwa ditemukan 4,9% pada DNA *Las* dan 89% kulit biji jeruk Sanguaneli. Tanaman perantara *Cuscuta indecora* (tali putri) *sebagai* holoparasit mengandung *Las* dan *Lam* (Hartung *et al*. 2011).

2. Penyakit Tristeza Jeruk (*Citrus Tristeza virus = CTV)*

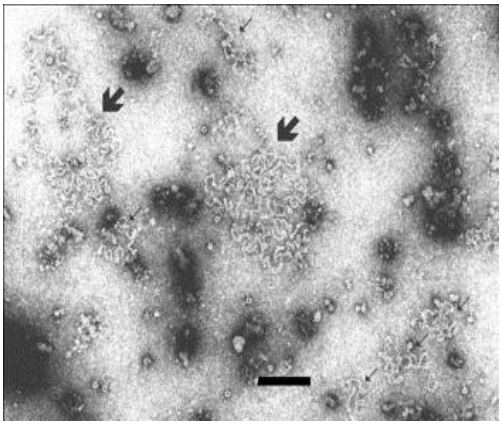
Penyakit tristeza jeruk merupakan penyakit jeruk yang paling penting di dunia, menyerang tanaman jeruk di banyak negara dan mengakibatkan kerusakan tanaman cukup parah. Puluhan juta pohon telah dihancurkan oleh penyakit ini, terutama di Amerika Utara dan Selatan serta beberapa negara Mediterania. Bencana besar akibat endemik CTV dilaporkan pada tahun 1930 di Provinsi Corrientes, Argentina. Pada tahun 1937, terdapat 30 juta pohon jeruk varietas komersial dengan batang bawah jeruk asam musnah akibat infeksi CTV di Brazil (Bar-Joseph *et al.* 1983) *Syndrome* kerusakan terjadi karena virus menginduksi ketidaksesuaian sambungan sehingga perkembangan floem dan xilem menjadi abnormal. Akibatnya, tanaman menjadi kerdil, vigoritas berkurang, ukuran buahnya kecil tetapi tanaman tidak mati. Gejala yang timbul pada tanaman yang terinfeksi bergantung pada ketahanan inang dan virulensi patogen. Menurut Rochapena *et al.* (1995) penyakit ini tersebar luas di Indonesia, Malaysia, Thailand, Filipina, Taiwan, Fiji, India, Australia, Selandia Baru, Hawai, Israel, Afrika Selatan, Afrika Barat, Amerika Utara, dan Amerika Selatan. Jenis jeruk yang peka terhadap CTV adalah jeruk manis, jeruk besar, batang-bawah JC dan Siem. Jenis jeruk keprok termasuk yang toleran (Roesmiyanto *et al*. 1986).

Closteroviridae dan genus *closterovirus.* Berbentuk partikel benang lentur dengan panjang 2.000 nm dan lebar 12 nm. Memiliki protein kapsid dengan berat molekul berkisar antara 27.000-28.000. Partikel ini mengandung RNA beruntai tunggal berukuran 6,5 x 106 (Bar-Joseph *et al.* 1989; Candresse & Martelli 1995, Bove 1981). Ukuran virion fleksibel sekitar 2.000 X 11 nm dan memiliki non-tersegmentasi, positif-sense, asam ribonukleat beruntai tunggal (RNA) genom sekitar 20 Kb. Berdasarkan sifat molekulnya CTV adalah kelompok virus yang kompleks. Reaksi gejala penyakit di lapangan bervariasi tergantung pada ketahanan varietas, virulensi patogen dan kondisi lingkungan.

Berdasarkan observasi dan referensi yang dikumpulkan, ada tiga strain yang menimbulkan gejala berbeda (Bar-Joseph *et al.* 1979, Dwiastuti 1989, Dwiastuti 1993, Dwiastuti &. Triwiratno 1994, Papu *et al.* 1989), yaitu : strain l menyebabkan nekrosis floem (*phloem necrosis*) : jeruk nipis, jeruk siam, dan jeruk keprok, strain 2 menyebabkan lekuk batang memanjang (*stem pitting*) : jeruk manis, pomelo, dan strain 3 menyebabkan benih menguning (*seedling yellow*) : jeruk asam, dan grape fruit.

Pada strain 1, gejala ditandai dengan pemucatan pada tulang daun (*vein clearing*) berupa garis putus-putus atau memanjang yang tembus cahaya.

Gambar 12. Variasi gejala CPsV (a) gejala *bark scaling* pada tanaman jeruk terinfeksi cpsv, (b) gejala *blind pocket*, (c) gejala *vein flecking* pada tanaman madame venous hasil inokulasi



Gambar 13. Partikel CPsV (panah) dengan pewarnaan Uranyl acetate dibawah mikroskop electron Bar = 100 nm.

Gejala tersebut terlihat pada 2 minggu sampai 2 bulan setelah tertular, dan kadang-kadang disertai dengan munculnya gejala daun menjadi kecil kaku disertai dengan tepinya melengkung ke atas (*vein cupping*). Pada strain 2, gejala ditandai dengan lekuk batang memanjang (*stem pitting*), yang dapat dilihat dengan cara mengelupas kulit batang, cabang atau ranting dan gejala tulang daun mengeras (*vein crocking*). Tanaman yang terserang berat

stem pitting menjadi kerdil . Pada strain 3, gejala terlihat benih jeruk mulai menguning (*seedling yellow*), namun strain ini jarang terjadi di Indonesia. Hal ini disebabkan karena dalam budidaya jeruk varietas peka jeruk asam atau grape fruit, jarang digunakan. Tanaman yang terinfeksi lambat laun akan terganggu pertumbuhannya, daun menguning, defoliasi, dan berakhir dengan kematian.

Pada tanaman yang menggunakan batang bawah jeruk asam, pertumbuhannya sangat cepat menurun dan cepat berakhir dengan kematian. Pada jeruk manis yang terserang infeksi berat, menghasilkan buah yang berukuran sangat kecil, disertai ranting menjadi rapuh dan mudah patah.

Menurut Pappu *et al.* (1994) virus dapat menular melalui bahan tanaman terinfeksi (entres, benih), dan dengan perantaraan vektor serangga kutudaun (Aphid). Menurut Mawassi *et al*. (1996), Nikolaeva *et al.* (1996), dan Bove (1981), ada empat spesies aphid yang berperan, yaitu *Toxoptera citricidus T. aurantii*, *Aphids gosypii*, *A. citricola*. Pada *T. citricidus* diketahui virus melekat pada stilet (alat penghisap). Kutu daun ini dapat menularkan virus jika menghisap tanaman sakit selama 5 detik dengan masa inkubasi 5 detik. Tetapi hanya dapat menularkan secara efektif bila 27 ekor aphid secara bersama-sama menularkan pada tanaman sehat, dan efektivitasnya hanya terjadi dalam waktu pendek.

3. Penyakit Puru Berkayu Jeruk (*Citrus vein enation woody gall* = *CVEV*)

Penyakit puru berkayu jeruk yang disebabkan oleh *Citrus vein enation-woody gall virus* atau *CVEV)* belum pernah dilaporkan kerugian ekonomi yang ditimbulkan. Namun dapat menghambat pertumbuhan tanaman, menjadi pendek atau kerdil, sehingga akan menurunkan produksi tanaman. Penyebaran geografis penyakit meliputi Turki, dan China (Chen *et al*. 1992), India, Iran, Jepang, Kenya, Libia, Sudan, Tanzania, Peru, Selandia Baru, Australia, USA yang dominasi serangannya ada di California, dan di Uni Eropa masih terbatas serangannya di Spanyol (Anonim 2014). Oleh karena dianggap berbahaya, dalam undang-undang kesehatan tanaman di Inggris tercantum CVEV dicegah tangkal tidak boleh masuk ke Inggris. Semua bahan tanaman harus dilengkapi paspor bebas CVEV (OEPP/EPPO 1995).

Menurut Mali *et al*. (1976) di lapangan sering kali tanaman terinfeksi CVEV tidak bergejala (*symptomless*), gejala baru tampak jelas pada tanaman yang peka. Tanaman inang penyakit meliputi jeruk lemon (*C. limon*), *rough lemon* (*C. jambhiri*), jeruk manis (*C. sinensis*), *sour oranges* (*C. aurantium*),

jeruk nipis (*C. aurantiifolia*), citrun (*C. medica*), jeruk keprok/mandarin (*C. reticulata*) dan jeruk satsuma (*C. unshiu*). Jenis jeruk yang peka ialah jeruk nipis dan rough lemon (Garnsey 1988).

Pada awalnya gejala serangan *enation* ditemukan di California dan *woody gall* ditemukan di Australia (Wallace & Drake 1960). Gejala serangan penyakit pada tanaman jeruk nipis, menyebabkan timbulnya pembengkakan vena tulang daun berupa tonjolan-tonjolan (*enation*) yang tersebar tidak teratur pada tulang daun di permukaan bawah daun. Gejala ini mula-mula berukuran kecil dan mulai tampak pada daun-daun muda dan biasanya terjadi 2–3 bulan sejak penularan. Gejala tersebut semakin jelas bila daun menjadi tua. Pada tanaman yang terinfeksi, gejala tonjolan-tonjolan ini bisa terjadi pada sebagian atau seluruh daun. Selain pada jeruk nipis, gejala tersebut kadang-kadang dijumpai pada jeruk manis, Siem *rough lemon* (RL) dan *sour orange*. Gejala *woody gall* atau tumor di lapang dapat diamati pada sambungan (bud union) atau di dekat duri sekitar 6 bulan sejak tertular, pada tanaman yang disambung dengan batang bawah yang peka dan terkontaminasi virus. Gejala ini mula-mula berukuran kecil dan berwarna pucat keabu-abuan, kemudian berkembang melebar, membesar, dan menjadi tak beraturan seperti tumor dan membentuk struktur seperti kembang kol. Pada akar yang terinfeksi kadang-kadang ditemukan juga *gall* (Bové *et al*. 1968). Di Indonesia, gejala puru berkayu juga ditemukan pada batang bawah *Japanese Citroen* yang disambung dengan jeruk manis *skag bonansa*, tetapi tidak ditemukan gejalanya pada jeruk manis Purworejo dan jeruk manis punten. Namun tetap diwaspadai karena ada kemungkinan juga sudah terinfeksi, tetapi *symptomless.*

Penyebab penyakit adalah *Citrus vein enation virus (CVEV),* namun belum diketahui masuk dalam virus grup mana. Berdasarkan lampiran data Uni Eropa masuk kelompok II/A2 dan dalam kode komputer EPPO sebagai CSVEXX (EPPO/CABI, 1996b). Berdasarkan studi di Afrika Selatan yang dilakukan oleh Da Graca & Maharaj (1991), *Citrus vein enation virus* (CVEV) kemungkinan termasuk dalam *luteovirus* dengan bentuk partikel isometrik berukuran diameter 28 nm yang ditemukan pada tanaman lemon terifeksi dan vektor serangga *Toxoptera citricida*. Di Jepang dilaporkan bentuk partikel virus *spherical* ukuran 27 nm (Iwanami *et al*. 1992)

Perkembangan penyakit CVEV biasanya terjadi di daerah beriklim dingin dan sedang, tetapi dapat juga terjadi di daerah beriklim panas. Virus ini dapat ditularkan oleh kutu daun *Toxoptera citricida* (kutudaun coklat), *Toxoptera aurantii* (kutudaun hitam), *Myzus persicae* dan *Aphis gossypii* Periode laten virus 2–3 hari (Maharaj & Da Graça 1989) dan dapat ditularkan melalui okulasi atau bahan tanaman terinfeksi tetapi tidak dapat ditularkan

secara mekanis. Diduga penyebaran penyakit melalui vektor potensinya tidak besar, tetapi penyebaran melalui bahan tanaman sakit lebih cepat terjadi karena menular melalui *graft transmitted.* Deteksi atau indeksing CVEV dapat dilakukan dengan metode tanaman indikator, menggunakan tanaman indikator peka jeruk nipis, *Mexican lime* (*Citrus aurantiifolia*), tetapi belum dapat menggunakan metode serologi. Gejala enasi (tonjolan pada tulang daun) mulai terlihat 5–8 minggu setelah diinokulasi. Gejala *gall* muncul lebih lambat. *Vein enation* terlihat dalam waktu 5–8 minggu di bagian bawah permukaan daun jeruk limau sambal (*Citrus jambhiri*) atau jeruk asam (*Citrus aurantium*). Pembengkakan atau *galls* muncul lebih lambat pada batang *C. jambhiri* atau *C. Volkameriana.*

4. Penyakit Sistemik Psorosis Jeruk (*Citrus psorosis virus = CPsV*)

Psorosis adalah salah satu penyakit jeruk tertua yang menular melalui penyambungan (Swingle & Webber 1896 *dalam* Martin *et al.* 2002), menyebabkan kerusakan di banyak negara, khususnya di Argentina dan Uruguay (Velázquez *et al*. 2005), Amerika Selatan, daerah Mediterania (Da Graça *et al*. 1991), Mesir (El-Shorbagy 2007, Fahmy *et al.* 2002, Roistacher 1991), Iran (Alavi & Rahimian 2012) dan Cuba (Velázquez *et al*. 2005). Karakteristik gejala di lapangan terlihat adanya gejala kulit bersisik pada batang, pengelupasan kulit batang dan cabang atau *bark scalling*, lesi coklat pada bagian dalam batang atau cabang, dan biasanya gejala tersebut baru timbul pada 12 tahun setelah tertular. Pada tanaman yang lebih muda gejala sering tidak tampak atau *symptomless*. Apabila ada, variasi gejalanya antara lain: *Concave gum* yaitu pertumbuhan cabang abnormal, membentuk kantong-kantong *gum* memanjang, *Blind pocket*, klorotik berbentuk zigzag, dan daun menguning pada daun muda. Gejala khas dari penyakit CPsV ini adalah *bark* scaling, namun biasanya baru tampak gejalanya pada umur 12–15 tahun. Tidak ditemukan gejala bark scaling pada tanaman terinfeksi umur 20 tahun. Akibat dari infeksi tersebut terjadi penurunan kualitas dan kuantitas produksi (Roistacher 1981, Roistacher 1991, Roistacher 1993). CPsV dapat menyerang hampir pada semua varietas jeruk, hibrid-hibridnya dan beberapa kerabat jeruk. Gejala pada daun umumnya jelas terlihat pada jeruk manis dan mandarin yang terinfeksi dengan dengan ciri-ciri *Vein flecking, Concave gum, Blind pocket, Crinkly leaf dan infections variegation*. Dua gejala yang terakhir sangat mirip dengan gejala virus *impietratura* dan *cristacortis.* Perkembangan penyakit psorosis dalam tanaman sangat lambat, diperlukan waktu beberapa tahun untuk mengekspresikan gejala, khas psorosis, *bark*

scaling batang, dan cabang utama. Kadang gom menumpuk di bawah kulit mengelupas dan xilem akan berubah warna. Ini merupakan gejala yang digunakan untuk diagnosis bidang psorosis (Roistacher 1993). Sepintas gejala penyakit ini mirip dengan penyakit diplodia, perlu ketelitian khusus untuk bisa membedakannya.

Penyakit CPsV disebabkan oleh *Citrus psorosis virus* (CPsV), termasuk dalam genus *Ophiovirus* dan famili *Ophioviridae,* mempunyai genom tiga RNA beruntai tunggal (D'Onghia 1998). Virion telanjang merupakan filamen nukleokapsid dengan ukuran diameter 3 nm dan membentuk lingkaran minimal dua panjang kontur yang berbeda. Panjang yang terpendek sekitar 760 nm dan mempunyai genome ssRNA 11,3–12,5 kb serta terdiri dari tiga atau empat segmen (Garcia *et al.* 1994) . *Ophiovirus* pertama kali ditemukan pada jeruk, kemudian ditemukan pada tanaman inang dari tanaman hias golongan *ranunculus* (dikotil), *freesia*, tulip dan lachenalia (monokotil), dan selada (dikotil). Jaringan yang terinfeksi CPsV menunjukkan kelainan pada sel kristal idioblas yaitu lapisan palisade yang menonjol ke dalam epidermis dan kelenjar minyaknya berkurang. Kloroplas abnormal, mitokondria mengalami kelainan seluler, inti hipertrofi, memanjang, dan melengkung. Pada pengamatan ultrastruktural ditemukan badan inklusi sebagai struktur yang diproduksi dari hasil infeksi virus (Sofi *et al*. 2007). Penyebab penyakit ini adalah virus psorosis jeruk (CPsV) atau *Rimocortius psorosis*. Penyebaran penyakit terjadi akibat penggunaan materi atau bahan tanaman seperti benih dan mata tunas yang terinfeksi CPsV. Virus ini tidak menular secara mekanis, tetapi kemungkinan dapat terbawa melalui biji. Kurang lebih 4,5% biji lemon di California tercemar virus psorosis. Penularan penyakit melalui kegiatan perbanyakan atau penempelan.

5 Penyakit Viroid Exorcotis Jeruk (*Citrus exorcortis viroid = CEVd*)

Penyakit exocortis jeruk, merupakan penyakit utama jeruk di Australia dengan batang bawah jeruk *trifoliate* pada 1940-an dan 50-an. Namun saat ini sudah jarang terlihat karena telah menggunakan entres bebas patogen. Penyakit CEVd dapat menginfeksi semua jenis jeruk tetapi tidak semua menunjukkan gejala. Gejala penyakit berkembang ketika entres yang terinfeksi tumbuh di batang bawah yang rentan seperti *Poncirus trifoliata*, Rangpur lime, dan kadang-kadang *Swingle citrumelo* dan *citrange*. Gejala CEVd tidak tampak pada varietas yang menggunakan batang bawah *rough lemon*, jeruk manis dan mandarin. *Citrus exocortis virus* umumnya tidak menyebabkan gejala pada sebagian besar varietas jeruk termasuk keprok dan manis dengan batang-

bawah JC atau RL. Pertumbuhan tanaman yang terinfeksi berat biasanya terhambat atau kerdil. Pada tanaman jeruk yang disambung dengan jeruk Trifoliata, gejala penyakit terjadi pada bagian batang- bawah yang tampak di atas permukaan tanah, yaitu kulitnya pecah tak beraturan dan sebagian terlepas dari jaringan kayu dan tumbuh kerdil. Gejala ini umumnya muncul setelah 2 tahun sejak penyambungan mata tempel. Indeksing CEVd biasanya dilakukan dengna uji tanam indikator. Tanaman indikator yang direkomendasikan adalah *Citron Etrog 861-S-1*. Gejala pada tanaman indikator ini adalah daun menggulung sepanjang tulang daun utama yang disebut gejala *epinasti*, bercak mengering pada tangkai daun, tulang tengah daun, ujung daun dan kulit ranting, 2–4 bulan setelah penularan. Tanaman indikator alternatif yang dapat digunakan adalah tanaman Gynura (*Gynura* sp.) dan tomat varietas Angela Sigante. Tanaman ini merupakan tanaman semusim yang menunjukkan gejala daun menggulung, keriting dan kaku (*epinasti)*. Metodenya dengan cara sayatan atau tusukan batang. Gejala dapat diamati 40 hari setelah penularan.

Pada tahun 2012, telah ditemukan sembilan isolat CEVd dari Selokerto dan 10 isolat dari Tulungagung, dan salah satu diantaranya mengekpresikan gejala epinasti, di mana jumlah daun sedikit, tinggi tanaman pendek (Dwiastuti & Widyaningsih, 2012)

Penyakit CEVd disebabkan oleh virus exocortis viroid. Dalam klasifikasi tentatif tergolong dalam famili *Pospiviroidae g*enus *Pospiviroid*. Pada *gene bank* terdaftar dengan kode spesies no 80.001.0.01.003.00.001 *Citrus exocortis viroid strain* [M34917] dan singkatan (CEVd) (*Anonymous, 2002)*

Viroid ini berada pada tanaman inang sebagai asam nukleat bebas tanpa selubung protein. Viroid dapat ditularkan secara mekanis melalui gunting pangkas atau pisau okulasi. Patogen ini dapat bertahan lama pada alat pertanian dalam kondisi kering. Di lapang penularan dapat terjadi melalui pergesekan daun atau akar.

Gambar 14. Gejala dan partikel CEVd (a) gejala CEVd pada batang bawah jeruk Trifoliata, (b) gejala epinasti pada tanaman *etrog citroen* hasil inokulasi, (c) partikel *viroid*

BAB III

KERANCUAN GEJALA PENYAKIT SISTEMIK DENGAN KEKURANGAN UNSUR HARA

Gejala penyakit sistemik jeruk terutama CVPD sering kali rancu dengan gejala defisiensi (kekurangan) unsur hara mikro yaitu : defisiensi seng (Zn), besi (Fe), Mangan (Mn) dan defisiensi hara makro nitrogen (N) dan Magnesium (Mg). Keduanya menunjukkan gejala pertumbuhan tanaman tidak sebagaimana mestinya yaitu ada kelainan atau penyimpangan-penyimpangan. Seringkali kelainan gejala pada daun divonis sebagai penyakit CVPD yang menyebabkan tanaman jeruk dibongkar/dieradikasi. Padahal sebetulnya tidak selalu demikian, tetapi justru yang menjadi masalah adalah penyakit noninfeksius, kekurangan hara mikro. Unsur hara mikro sebetulnya hanya dibutuhkan dalam jumlah yang sangat sedikit. Jumlah kebutuhan hara mikro digambarkan dalam segitiga kebutuhan makanan pada tanaman, dan disetarakan sebagai susu pada kebutuhan makanan manusia, sedang kebutuhan hara makro Mg diibaratkan sayur, daging dan buah pada manusia, dibutuhkan dalam jumlah lebih banyak. Namun demikian unsur-unsur tersebut tetap diperlukan dan apabila kekurangan akan menyebabkan kelainan pertumbuhan. Kadang-kadang sebagian pertanaman jeruk mempunyai persediaan unsur hara mikro yang cukup untuk tanaman, tetapi pada kasus-kasus terjadinya defisiensi hara mikro seringkali karena budidaya yang kurang memadai, lapisan atas tumbuhan yang hilang karena erosi atau tidak seimbangnya nutrisi hara karena penumpukan yang berlebihan. Unsur hara mikro di dalam tanaman sifatnya relatif tidak mudah bergerak (imobil) sehingga apabila terjadi defisiensi akan menetap pada jaringan tersebut (Dwiastuti & Sutopo 2004).

Unsur-unsur hara mikro tersebut adalah Zn, Fe, Mn, Cu, B, dan Mo serta unsur hara makro Mg. Ada tanaman yang cepat sekali memperlihatkan tanda-tanda kekurangan atau sebaliknya ada yang lambat. Pada umumnya pertama-tama akan terlihat pada bagian tanaman yang melakukan kegiatan fisiologis terbesar yaitu pada bagian yang ada di atas tanah terutama pada daun-daunnya

Untuk mengatasi kerancuan ini, pedoman yang harus diketahui untuk membedakan antara tanaman yang kekurangan unsur mikro dengan tanaman yang terserang penyakit sistemik adalah sebagai berikut :

1. Kelainan gejala harus diamati pada seluruh tanaman di kebun. Pada tanaman yang kekurangan unsur hara mikro, gejala muncul pada seluruh

tanaman dalam satu kebun; tetapi tidak demikian pada tanaman yang terserang penyakit sistemik, gejala hanya pada blok tanaman tertentu saja.

2. Tanaman kekurangan unsur hara menunjukkan gejala klorosis daun merata hampir pada semua kanopi, namun pada tanaman terserang virus terutama CVPD kadang hanya bergejala klorosis pada sebagian kanopi, sedang bagian kanopi lainnya tetap sehat. Gejala ini dikenal sebagai *greening sektoral* tanaman terserang CVPD (Gambar 15c.)
3. Gejala klorosis pada daun yang kekurangan unsur hara mempunyai pola teratur, sedang pada tanaman terserang virus, khususnya CVPD, pola klorosisnya tidak teratur (Gambar 15a, 15b)
4. Apabila gejala khas virus tidak ditemukan, maka untuk memastikan apakah tanaman jeruk terserang virus atau hanya kekurangan unsur hara saja, maka lakukan wawancara dengan petaninya apakah pemupukan sudah dilakukan dengan optimal sesuai kebutuhan?. Kalau belum memuaskan, lakukan observasi singkat dengan cara memangkas bagian kanopi bergejala menguning sampai batas tidak bergejala, kemudian tanaman dipupuk dengan pemupukan yang seimbang dan tunggu sampai periode pertunasan berikutnya. Apabila daun baru masih muncul gejalanya, menandakan adanya penyakit menular (infeksius), bukan kekurangan unsur hara (non infeksius). Oleh karena itu segera lakukan tindakan pengendalian. Namun apabila tidak muncul gejalanya pada daun yang baru tumbuh, bisa disimpulkan bahwa gejala itu merupakan kekurangan unsur hara.

Pola Gejala Defisiensi Unsur Hara Pada Tanaman Jeruk

1. Defisiensi Zinc (Zn)

Pola gejala teratur antara sisi kiri dan kanan. Helaian daun mengalami klorosis menguning yang kontras dengan tulang daun yang berwarna hijau gelap (Gambar 15a). Pada awalnya ukuran daun normal, tetapi karena defisiensi berat ukuran daun mengecil, sempit dan kuning seluruhnya. Gejala yang terjadi pada awal pertumbuhan menyebabkan kualitas buah kurang baik. Gejala defisiensi Zn sangat mirip dengan gejala pada CVPD terutama pada jeruk Siam. Tanah masam dapat memicu terjadinya defisiensi Zn. PH optimal untuk menyediakan Zn adalah ± 6. Kekurangan Zn sering terjadi pada tanah berpasir yang sering mengalami pencucian, tanah organik dan

tanah yang kelebihan ion antagonis seperti N, P, Ca, Cu, Mg, dan Na. Cara mengatasi defisiensi Zn adalah dengan menyemprot daun dengan 150 g Zinc oxida/100 ml air atau 150 ml Nitro zinc atau HZn/100 l air atau 50 ml Zinc nitrat/100 l air. Penambahan Zn melalui tanah tidak efektif.

2. Defisiensi Besi (Fe)

Gejala defisiensi Fe pada daun sangat khas dan berpola teratur yaitu semua tulang daun mulai dari tulang daun utama (primer), tulang daun kedua (sekunder) dan tulang daun ketiga (tersier) hijau pucat sedangkan helai daun berwarna kekuningan. Apabila dilihat secara keseluruhan daun seperti terlihat kerangkanya, sementara itu helaiannya agak menguning (Gambar 15b). Ukuran daun cenderung masih normal. Penyebab utama defisiensi Fe atau besi adalah pH tanah sangat tinggi seperti pada tanah berkapur dan yang bersifat alkalis, pada tanah berpasir yang sering mengalami pencucian, tanah-tanah tergenang atau kondisi kelebihan ion antagonis seperti Ca, Cu, Mg, Mn, Mo, P, dan Zn. Untuk mengatasi defisiensi besi (Fe) dapat dilakukan dengan penggunaan kelat (*Chelate*) Fe pada kondisi spesifik, tetapi harganya mahal. Jika defisiensi besi masih ringan dapat menggunakan bahan organik mulsa dan amonium.

3. Defisiensi Mangan (Mn)

Sama dengan gejala defisiensi Zn dan Fe, pola gejala di Mn berpola teratur. Gejala defisiensi Mangan (Mn) biasanya hubungan dengan defisiensi Zn, tetapi defisiensi Mn tidak terlalu jelas perubahan warnanya kuningnya. Gejala ditandai dengan adanya daerah hijau pucat diantara tulang daun sekunder pada daun muda, sedangkan daerah sepanjang tulang daun berwarna hijau, dan lebih jelas terlihat pada daun yang terkena cahaya matahari (Gambar 15c.). Umumnya gejala menjadi hilang setelah daun menjadi tua. Kebalikan dengan defisiensi Zn, daun tidak berubah ukurannya, jadi tetap berukuran normal. Ketersediaan Mangan berhubungan erat dengan pH tanah. Mangan tersedia pada pH tinggi dan pada pH rendah dapat menjadi toksik. Pada tanah-tanah asam, berpasir mengandung sangat sedikit Mangan serta menyebabkan defisiensi. Cara Mengatasi ialah dengan penyemprotan daun menggunakan Mangan sulfat 200 g/100 l air. Cara ini terbukti efektif.

4. Defisiensi Magnesium (Mg)

Gejala kekurangan unsur hara makro Magnesium ditandai dengan adanya khlorosis pada helai dan tulang daun, mulai dari pucuk, dan mengarah

ke bawah. Pola khas dari defisiensi ini adalah membentuk huruf V terbalik (gambar 15d).

5. Defisiensi Boron (B)

Defisiensi Boron menyebabkan berbagai gejala pada daun, ranting, dan buah. Gejala pada daun ditandai terjadi kelayuan, mengkerut dan keriting. Klorotik pada tulang daun utama dan sekunder membesar dan pecah (Gambar 15e). Beberapa daun gugur, ujung ranting mati dan terdapat gum pada ranting. Akibat defisiensi B, tanaman cenderung membentuk bunga berlebihan, tetapi hanya sedikit yang membentuk buah. Buah yang terbentuk cenderung gugur sebelum waktunya. Buah menjadi keras dan asimetris. Jika dipotong terdapat gum pada *axis* tengah yaitu pada bagian kulit albedo (bagian dalam). Biji menjadi abortus (Gambar 15e). Gejala defisiensi B sering muncul pada musim kemarau panjang. Defisiensi Cu umunya terjadi pada tanaman muda yang baru ditanam di tanah bukaan baru yang mengandung bahan organik tinggi. Bahan organik cenderung membuat Cu tanah tidak tersedia untuk perakaran. Aplikasi fosfat berat penting untuk tanaman muda pada fase berikutnya, sehingga mengakibatkan defisiensi Cu. Jika tanaman dipupuk dengan pupuk N berlebihan, gejala defisiensi Cu pasti terjadi. Kekurangan Cu juga terjadi pada pH tanah tinggi atau jika ion antagonis seperti N, P, Mg, Fe, dan Mo berlebihan. Cara mengatasi, dianjurkan menyemprot dengan *copper* murni seperti *copper oxychloride* (50% Cu) sebanyak 200 g/100 l air.

6. Defisiensi Molybdenum (Mo)

Gejala dapat ditandai dengan adanya belang-belang bulat kuning terang seperti terbakar pada daun (Gambar 15f.). Pada musim hujan daunnya gugur sedang pada musim kemarau kembali normal atau hijau kekuningan. Unsur Mo kurang tersedia pada tanah masam dan kebutuhan tanaman jeruk terhadap Mo lebih sedikit dibanding unsur mikro lainnya. Jika ketersediaan ion antagonis seperti K, Cu, dan Mn berlebihan maka akan menghambat serapan Mo. Cara mengatasi jika terjadi defisiensi Mo, ialah penyemprotan suplemen dengan sodium atau amonium molybdat 10 g/100 l air.

7. Defisiensi Tembaga (Cu)

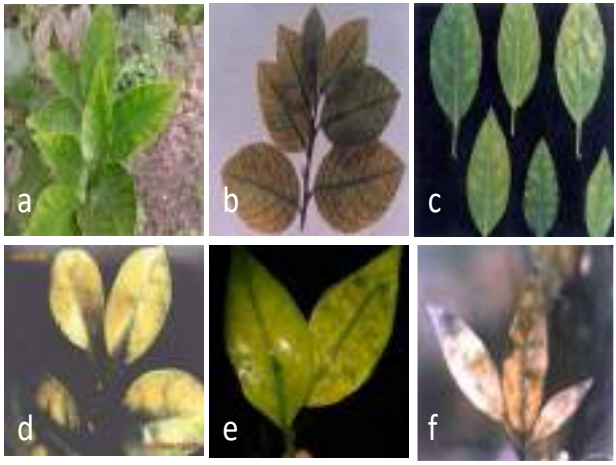
Gejala awal defisiensi ditandai dengan daun berwarna hijau gelap, seperti kelebihan N, tunas sangat *viqour* dan besar, daun berbentuk mangkuk (*cupped leaves*), dan tunas berbentuk S. Gejala defisiensi sedang ditandai dengan batang atau ranting mengeluarkan getah cokelat, berkerak, daun rontok

dan mati pucuk. Gejala defisiensi berat ditandai dengan adanya kantong getah pada buah, adanya retakan-retakan kecil dan buah rontok. Gejala kekurangan Cu sering terjadi pada jeruk manis. Bila terjadi pada jeruk nipis menyebabkan kadar air buah rendah, bentuk buah tidak normal, ranting kecil, warna cokelat dan mati pucuk. Defisiensi Cu umunya terjadi pada tanaman- tanaman muda baru tanam di tanah bukaan baru yang mengandung bahan organik tinggi. Bahan organik cenderung membuat Cu tanah tidak tersedia untuk perakaran. Aplikasi fosfat berat penting untuk tanaman muda pada fase berikutnya, sehingga mengakibatkan defisiensi Cu. Jika tanaman sudah dipupuk dengan pupuk N berlebihan, gejala defisiensi Cu pasti terjadi. Kekurangan Cu juga terjadi pada pH tanah tinggi atau jika ion antagonis seperti N, P, Mg, Fe, dan Mo berlebihan. Cara mengatasi**,** dianjurkan menyemprot dengan *copper* murni seperti *copper oxychloride* (50% Cu) sebanyak 200 g/100 l air.

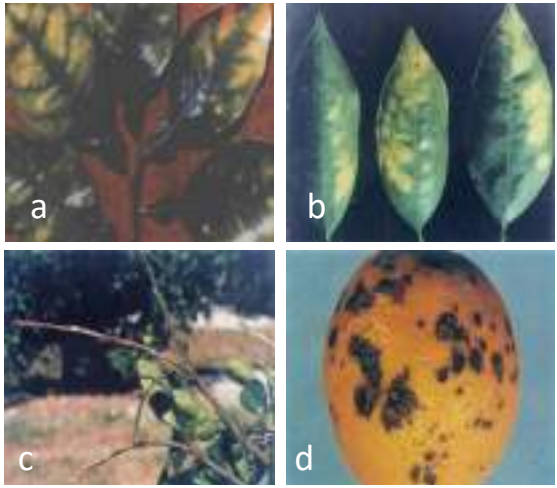
Semua gejala khas defisiensi hara tersebut bila dibandingkan dengan gejala CVPD meskipun sekilas mirip, namun mempunyai pola karakteristik yang berbeda.

Petunjuk Umum

Untuk mengatasi defisiensi unsur hara mikro pada tanaman jeruk dapat dilakukan dengan penyemprotan daun atau penyiraman daun sampai basah. Hasil terbaik akan diperoleh bila dilakukan pada masa pertumbuhan aktif. Pada daun muda yang masih lunak penyerapan unsur hara mikro lebih baik dibandingkan dengan daun tua, karena kebutuhan unsur hara mikro banyak dibutuhkan pada daun-daun muda. Waktu penyemprotan yang tepat ialah awal musim hujan. Beberapa unsur hara mikro tidak dapat dicampur dalam melakukan penyemprotan. Jadi tidak dianjurkan untuk mencampur unsur hara mikro bersama-sama karena kompabilitasnya belum diketahui.



Gambar 15. Gejala defisiensi unsur hara jeruk vs gejala CVPD (a) gejala defisiensi hara mikro Zn, (b) gejala defisiensi hara mikro Fe (c) gejala defisiensi hara mikro Mn, (d) gejala defisiensi hara makro Mg, (e) & (f) gejala belang-belang tidak merata CVPD (*Foto : dok.Pribadi, dok. Dwiastuti & Sutopo 2004*)



Gambar 16. Gejala defisiensi hara jeruk (a) gejala defisiensi hara mikro boron, (b) defisiensi hara Molybdenum (Mo), (c) gejala defisiensi Cu, mati ujung, (d) gejala defisiensi Cu, buah berkerak, *Foto : dok. Pribadi dan dok. Dwiastuti & Sutopo 2004*)

BAB IV

TEKNIK DETEKSI PENYAKIT SISTEMIK JERUK

Kesulitan mendiagnosis gejala virus jeruk di lapang dapat diatasi dengan cara indeksing, yaitu uji pemeriksaan untuk mengetahui ada tidaknya penyakit sistemik pada tanaman jeruk. Dalam program produksi jeruk bebas penyakit, kegiatan *indeksing* merupakan komponen penting karena berfungsi untuk memverifikasi status bebas penyakit pada tanaman hasil kultur *in vitro* dengan teknologi *shoot tip grafting in vitro* (penyambungan tunas pucuk *in vitro*). Ada empat teknik jitu deteksi penyakit sistemik jeruk yaitu:

1. Deteksi dengan tanaman indikator asli (*self indicator*)
2. Deteksi dengan tanaman indikator spesifik
3. Deteksi dengan ELISA
4. Deteksi dengan PCR

Indeksing dapat dilakukan dengan pemeriksaan melalui tanaman indikator (Muharam & Triwiratno 1992), atau dengan uji dengan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) (Dwiastuti & Triwiratno 1999; Triwiratno & Dwiastuti 1999).

1. Dete**ksi dengan Tanaman Indikator Asli (*self indicator*)**

Caranya dengan mengamati gejala virus jeruk pada tanaman di lapang secara langsung, lihat gejala spesifiknya dan vektor serangga penularnya, amati pada tunas mudanya dan lihat apa ada jenis tanaman jeruk yang peka. Misalnya varietas jeruk manis peka terhadap CVPD dan CPsV, jeruk nipis peka terhadap CTV dan CVEV, dan jeruk *etrog citroen* atau sejenisnya yang peka terhadap CEVd. Teknik ini akan menjadi tepat bila dilakukan oleh orang yang benar-benar telah mengenal dan menguasai gejala spesifik masing-masing virus jeruk pada varietas jeruk yang berbeda, ketinggian tempat dan suhu mikro yang berbeda. Untuk menguasai teknik ini perlu diadakan latihan. Oleh karena itu disarankan untuk para pekerja kebun agar belajar mengenali gejala virus secara tepat dan benar. Namun pada kondisi gejala yang tidak

jelas/tersembunyi atau *symptompless,* cara ini menjadi tidak efektif untuk itu perlu dilakukan teknik indeksing lainnya. Deteksi dengan cara relatif sangat murah dan dapat dilakukan sewaktu waktu diperlukan asal sudah melewati masa inkubasi.

Tabel 3. Tanaman indikator khusus untuk deteksi virus jeruk

Jenis virus	Tanaman indikator	Temperatur inkubasi	Gejala pada tanaman indikator
Candidatus Liberibacter spp."	Jeruk manis var. *Madame vinous*	18-32ºC	*Blotching, mottling,* belang-belang tidak merata pada daun yang ketuaannya sempurna. Gejala tampak pada 3–12 bulan setelah inokulasi
Citrus tristeza virus	Jeruk nipis , *Mexican lime*	24-27ºC siang 18-21ºC malam	*Vein clearing leaf cup ping, stem pitting atau Vein corking*. Gejala tampak pada 4 sampai 12 minggu setelah okulasi, pengamatan pada tunas baru atau daun muda
Citrus Vein Enation Virus	Jeruk nipis , *Mexican lime*	24-27ºC siang 18-21ºC malam	Enasi (tonjolan) pada tulang daun sekunder atau tersier Gejala akan tampak pada 4-12 minggu setelah inokulasi
Citrus psorosis virus	Jeruk manis var. *Madame vinous*	24-27ºC siang 18-21ºC malam	Gejala mati mendadak (*Shock*) pada daun muda diikuti *leaf-flecking* dan dan mottle pada tunas muda. Gejala tampak pada 4 sampai 6 minggu setelah inokulasi, setelah itu gejalanya akan memudar, tidak jelas.
Citrus Exocortis viroid	Jeruk var. *Etrog citroen*	32-40ºC siang 25-30ºC malam	Epinasti daun menggulung kebawah, tulang daun bagian bawah nekrosis

Sumber : Muharam & Triwiratno 1992 *dalam* Devy *et al*. 2015

2. Deteksi dengan Tanaman Indikator Spesifik

Deteksi dengan teknik tanaman indikator spesifik dapat dilakukan untuk semua penyakit sistemik jeruk. Teknik ini dapat dilakukan untuk indeksing tanaman induk jeruk yang berstatus Blok Fondasi (BF). Ketepatan cara indeksing ini cukup tinggi, karena dilakukan dengan pengujian pada tanaman indikator yang peka (tabel 3), lokasi pengujian terkontrol di dalam *screen house*, dilengkapi dengan tanaman kontrol negatif dan positif serta dilakukan pemeliharaan yang optimal. Namun demikian cara ini memerlukan fasilitas, tenaga trampil yang bisa melakukan perbanyakan dengan okulasi dan biaya tinggi serta membutuhkan waktu lebih lama (Muharam & Triwiratno 1992). Deteksi ini sangat tepat dan akurat dalam menunjukkan gejala yang terlihat pada tanaman indikator dan dapat digunakan untuk mendeteksi semua virus jeruk, sangat cocok untuk deteksi virus yang konsentrasinya rendah dan jumlah sampel sedikit serta dapat memisahkan virus bila terjadi infeksi ganda.

3. Deteksi dengan ELISA

Metode *enzyme - linked immunosorbent assay (*ELISA) adalah salah satu metode serologi yang sering digunakan untuk mendeteksi virus tumbuhan, baik menggunakan antibodi poliklonal maupun antibodi monoklonal. ELISA merupakan teknik deteksi patogen pada reaksi antibodi dan antigen. Antibodi diikat dengan enzim spesifik sebagai penanda. Bila ada reaksi positif, enzim akan menghidrolisis substrat sehingga terjadi perubahan warna yang dapat dibaca secara visual. Metode ini sangat potensial digunakan sebagai deteksi penyakit CTV karena dapat dilakukan dengan mudah, memberikan hasil dalam waktu singkat dan biaya pelaksanaan relatif murah. Selain itu teknik serologi dapat mendeteksi virus dalam bahan tanaman maupun serangga vektornya. Teknik deteksi dengan ELISA ini rutin digunakan untuk memverifikasi tanaman hasil STG pada jeruk bebas penyakit atau tanaman dari lapang yang mengalami kesulitan untuk mendeteksi CTV secara langsung. Akurasi hasil deteksi uji serologi ELISA sangat tinggi. Bahkan tanaman yang belum bergejala tetapi sudah terinfeksi, dapat dengan mudah terdeteksi. Metode yang biasa digunakan adalah direct DAS-ELISA (*Double antibody sandwich-Enzymelinked assay immuonosorbent*) dengan menggunakan kit antibodi poliklonal CTV dengan substrat Polynitrophenyl phosphat (PNP). Teknik ini mampu mendeteksi berbagai strain CTV, sehingga cukup efektif untuk digunakan. Saat ini DAS-ELISA sudah mulai digunakan untuk deteksi CPsV di Mesir, dengan menggunakan antibodi monoklonal spesifik untuk CPsV (Agritest, Italia).

4. Deteksi dengan PCR

Teknik *polymerase chain reaction* (PCR) sangat tepat dan akurat digunakan untuk mendeteksi patogen penyebab penyakit CVPD atau penyakit sistemik lainnya yang tidak dapat dikultur pada medium buatan. PCR sudah digunakan secara rutin untuk deteksi *Las* (Jagoueix *et al*. 1994, Dwiastuti & Triwiratno 1999, Triwiratno & Dwiastuti 1999), *Laf* dan *Lam* dalam waktu sangat singkat ± 5–12 jam dan identitas patogen penyebabnya dapat diketahui sampai level subspesies seperti ras atau strain, sehingga sangat penting untuk kajian epidemiologi, pencegahan dan pengendalian secara dini. Deteksi dapat dilakukan pada tanaman inangnya maupun serangga vektornya. Penggunaan teknik PCR ini sangat membantu karantina tumbuhan dalam screening keluar masuknya bahan tanaman terhadap bahaya laten virus. Untuk laboratorium yang belum mempunyai mesin PCR dapat melakukan amplifikasi fragmen DNA dengan teknik LAMP (*Loop-mediated isothermal amplification*) yang lebih sederhana, hanya dengan menggunakan *water bath* dengan satu siklus suhu tunggal saja. LAMP dilaporkan mampu mendeteksi *Las* (Okuda *et al.* 2005), saat ini teknik ini mulai diadopsi dan dioptimasi penggunaannya di Indonesia (Nurhadi *et al*. 2014). Kemajuan deteksi dengan PCR selanjutnya, yaitu menggunakan *quantitative real- time PCR* (Li *et al*. 2007), metode ini lebih peka dan lebih akurat.

Mekanisme kerja PCR adalah suatu sintesis dan amplifikasi DNA secara *in vitro*. PCR didasarkan pada amplifikasi enzimatik fragmen DNA dengan menggunakan dua oligonukleotida primer yang komplementer dengan ujung 5‘ dari kedua untaian sekuensi target.

Oligonukleotida ini digunakan sebagai primer PCR untuk memungkinkan DNA template di-copy oleh DNA polymerase (Nasir 2002). PCR melibatkan tiga tahap siklus temperatur yang berurutan yaitu denaturasi template 94^{o}–95^{o}C), *annealing* (penempelan) pasangan primer pada untai ganda DNA target 50^{o}–60^{o}C dan pemanjangan 72^{o}C (Retnoningrum 2001). Metode PCR dapat melipat gandakan (*amplification*) suatu fragmen molekul DNA menjadi molekul DNA 110 bp/5x10-19 sebesar 200.000 kali setelah dilakukan 20 siklus reaksi selama 220 menit. Kelebihan dari metode PCR ialah DNA cetakan yang digunakan tidak perlu dimurnikan terlebih dahulu, sehingga metode PCR dapat digunakan untuk melipat gandakan suatu sekuen DNA dalam genom bakteri hanya dengan mencampurkan kultur bakteri di dalam tabung PCR.

BAB V

STRATEGI DAN TEKNIK MENCEGAH ANCAMAN PENYAKIT SISTEMIK JERUK

Ancaman penyakit sistemik jeruk dapat menimbulkan kerugian dalam penurunan hasil produksi tanaman menjadi lemah dan peka terhadap cekaman lingkungan dan serangan hama penyakit lain, penurunan kualitas hasil serta menambah biaya pemeliharaan. Oleh karena itu pengendalian penyakit sistemik perlu dilakukan untuk melindungi tanaman atau mengurangi tingkat kerusakan tanaman. Pengendalian penyakit sistemik jeruk sebaiknya dilakukan untuk menekan populasi patogen serendah-rendahnya, membuat tanaman tahan terhadap serangan patogen dan mengusahakan lingkungan bersih dengan aerasi dan drainase yang baik.

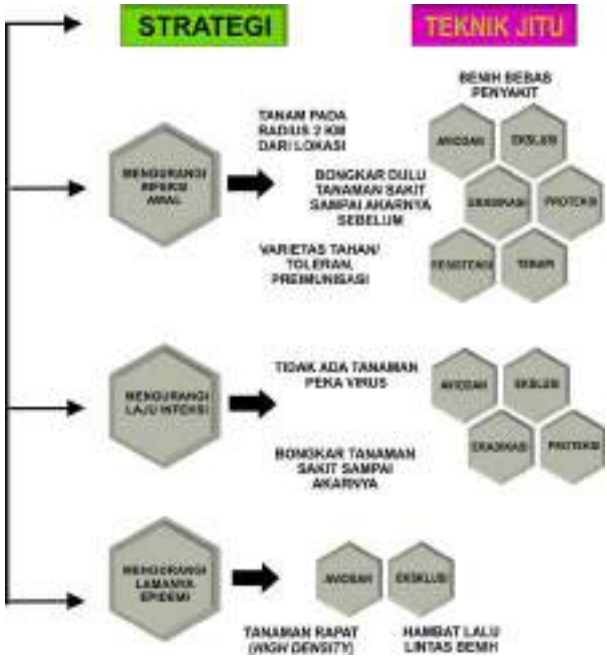
Cara pengendalian penyakit sistemik lebih ditekankan untuk menyelamatkan populasi, karena penyakit sistemik akan menjadi sangat berbahaya bila dalam kebun ada satu dua tanaman terinfeksi dibiarkan dan tidak dikendalikan, kemudian menyebar dengan sangat cepat. Untuk itu, metode pengendalian lebih ditekankan dalam mencegah atau melindungi tanaman agar tidak terinfeksi. Hanya sedikit penyakit infeksi sistemik pada tanaman yang dapat dikendalikan dengan baik di lapang hanya dengan cara terapi atau penyembuhan.

Ada tiga strategi yang dapat dilakukan untuk mencegah ancaman penyakit sistemik jeruk, yaitu (1) strategi mengurangi inokulum awal, (2) strategi mengurangi laju infeksi, dan (3) strategi mengurangi lamanya epidemi.

1. Strategi Mengurangi Inokulum Awal

Dalam melaksanakan strategi mengurangi inokulum awal, ada beberapa alternatif teknik jitu yang dapat digunakan yaitu :

a. Teknik Terapi. Dalam hal ini teknik terapi untuk menghasilkan benih jeruk bebas penyakit dengan teknik *shoot tip grafting (STG) in vitro.* Di Indonesia teknik ini sudah diterapkan sejak lama, dan terbukti berhasil memperlambat laju infeksi sistemik jeruk.



Gambar 17. Strategi dan langkah jitu pencegahan sistemik jeruk

b. Teknik Eksklusi. Dilakujkan penanaman dengan menggunakan benih jeruk bebas penyakit yang berlabel, untuk mengurangi jumlah inokulum awal yang berasal dari luar lingkungan tersebut. Pada program pengembangan jeruk, Direktorat Perbenihan Hortikultura telah membuat regulasi penanaman dengan menggunakan benih jeruk bebas penyakit yang berlabel.

c. Teknik Avoidan. Lokasi baru penanaman jeruk disarankan berjarak minimal pada radius 2 km dari kebun lama yang endemis. Tujuannya ialah untuk mengurangi insiden penyakit sistemik, dan menghindarkan tanaman dari lingkungan yang telah terkontaminasi inokulum.

d. Teknik Eradikasi. Sebelum menanam di kebun ada kepastian tidak ada tanaman terinfeksi. Jika ternyata masih ditemukan tanaman sakit, lakukan pemusnahan dengan cara bongkar tanaman yang sakit. Hal ini untuk mengurangi produksi inokulum awal dengan cara memusnahkan atau membuat tidak aktif sumber inokulum awalnya dengan cara sanitasi, membuang penyimpan inokulum, membuang inang antara.

e. Teknik Proteksi. Caranya dengan menghilangkan atau meminimalkan serangga penularnya atau vektor untuk mengurangi tingkat infeksi awal dengan aplikasi racun atau penghalang infeksi lainnya.

f. Teknik Resistensi. Dengan menggunakan kultivar toleran atau dengan preimunisasi. Tujuannya untuk menghindari infeksi awal. Penggunaan tanaman yang toleran agak sulit dilakukan karena varietas komersial yang ditanam hampir semuanya peka dan agak peka. Cara yang lebih mungkin dilakukan adalah dengan program preimunisasi tanaman jeruk yaitu menginokulasi benih tanaman jeruk dengan strain virus yang lemah protektif sebelum ditanam di lapang. Cara ini diharapkan dapat melindungi tanaman dari serangan strain berat sistemik yang sama.

2. **Strategi Mengurangi Laju Infeksi**

Langkah jitu yang dapat digunakan untuk mengurangi laju infeksi penyakit adalah sebagai berikut:

a. Teknik Avoidan. Caranya dengan mengurangi laju produksi inokulum, laju infeksi, atau laju perkembangan virus dengan jalan mengamati agar tidak ada tanaman inang yang peka terhadap virus atau vektornya. Tanaman inang peka misalnya batang bawah RL peka terhadap CVEV, tapak dara, dan kemuning.

b. Teknik Ekslusi. Diusahakan mengurangi masuknya inokulum dari luar lingkungan tersebut selama terjadinya epidemi, ialah selalu melakukan desinfeksi pada alat pertanian yang digunakan dengan alkohol 70% atau Bayclin 10% atau sejenisnya.

c. Teknik Eradikasi. Diusahakan mengurangi laju produksi inokulum selama terjadinya epidemi dengan cara memusnahkan atau membuat sumber inokulum tidak aktif yaitu dengan melakukan penebangan, pemangkasan, atau pembongkaran tanaman sakit sampai ke akarnya.

d. Teknik Proteksi. Mengurangi laju infeksi dengan pengendalian vektor baik secara kimiawi atau hayati, atau menanam tanaman penghalang masuknya vektor kutu dalam kebun, misalnya menanam tanaman sereh, selasih, kecombrang, dan mint.

3. **Strategi Mengurangi Lamanya Epidemi**

Teknik yang dapat digunakan untuk mengurangi lamanya terjadinya epidemi adalah sebagai berikut:

a. Avoidan, yaitu menanam kultivar tanaman yang cepat berbuah atau menanam dengan jarak tanam rapat (*high density)* agar cepat menghasilkan dan menguntungkan dalam waktu relaif singkat.

b. Ekslusi, ialah menghambat introduksi inokulum dari luar lingkungan tersebut dengan cara mengacu pada peraturan karantina yaitu menghambat lalu lintas benih dari daerah endemis dengan peningkatan pengawasan dari karantina.

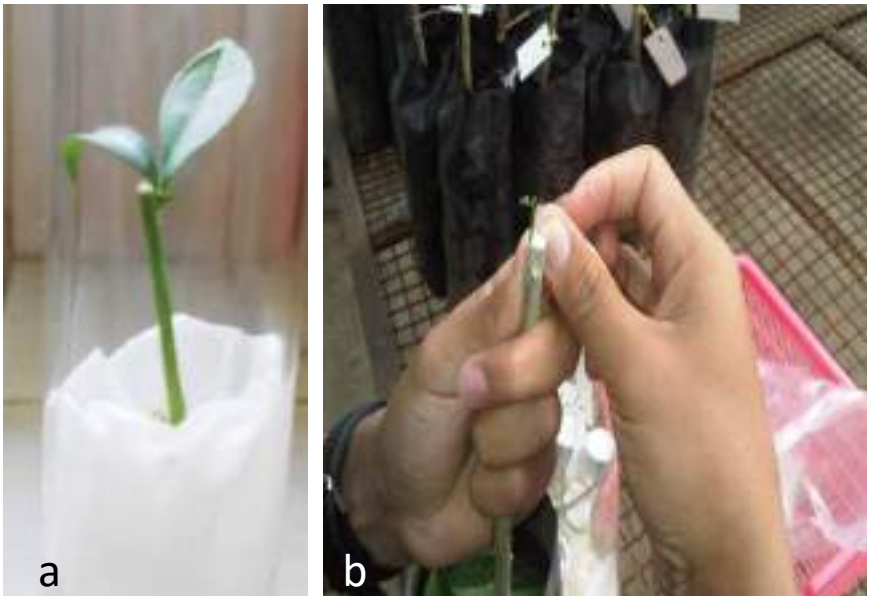
BAB VI

IMPLEMENTASI TEKNIK MENCEGAH PENYAKIT SISTEMIK DAN POTENSI PENGEMBANGANNYA DI MASA DEPAN

Implementasi pengendalian penyakit sistemik terutama CVPD, sudah diformulasikan sebelumnya di Indonesia dalam bentuk Pengelolaan Terpadu Kebun Jeruk Sehat (PTKJS). Strategi tersebut meliputi lima komponen teknologi yang harus diterapkan secara utuh dan tidak bisa dipisahkan satu dengan lainnya, yaitu penggunaan benih jeruk berlabel bebas penyakit, pengendalian serangga penular CVPD (*Diaphorina citri*) secara cermat, sanitasi kebun secara konsisten Pemeliharaan tanaman secara optimal, dan koordinasi penerapan teknologi pengelolaan kebun dalam suatu wilayah target pengembangan (Supriyanto *et al.* 2001). Dalam buku ini dikembangkan cara implementasinya yang ditekankan pada tinjauan dari ilmu fitopatologinya untuk mendapatkan keberhasilan pengendalian penyakit sistemik lebih tinggi dan maksimal. Berikut diuraikan implementasinya berpedoman pada tiga strategi dan teknik-teknik jitunya yang sudah dipaparkan di bab sebelumnya.

A. Implementasi Terapi

Dilakukannya implementasi terapi untuk menghasilkan benih jeruk bebas penyakit sistemik dengan teknologi STG secara *in vitro* yang digunakan sebagai calon pohon induk jeruk bebas virus. Caranya dengan menyambung tunas pucuk tanaman induk jeruk, atau bagian apikalnya yang berukuran 0,14-0,18 mm ke bagian pucuk dari potongan semaian biji *in vitro* sebagai batang bawah (Devy *et al.* 2015). Target penyakit yang harus dibersihkan dalam proses STG , ada 5 penyakit sistemik yaitu HLB, CTV, CVEV, CEVd, dan CPsV (Gambar 17). Setelah diperoleh tanaman hasil STG, tanaman tersebut diregrafting pada batang bawah lebih besar untuk mempercepat pertumbuhan, kemudian diverifikasi lagi ada tidaknya virus dalam calon benih tersebut dengan teknik indeksing khusus seperti teknik ELISA untuk CTV, teknik PCR untuk CVPD, atau teknik tanaman indikator untuk penyakit sistemik lainnya. Setelah bersih dan bebas dari penyakit sistemik, benih tersebut dibesarkan dengan status sebagai tanaman induk Blok Fondasi



Gambar 18. Tanaman jeruk hasil penyambungan tunas pucuk (a) tanaman jeruk hasil STG dalam tabung reaksi (b) tanaman hasil STG di *regrafting* di *screen house* (*Foto : Dok. Balitjestro*)

(BF) dan keturunannya disebut pohon induk Blok penggandaan mata tempel (BPMT) yang berfungsi sebagai pabrik mata tempel bebas penyakit. Dalam evaluasi yang pernah dilakukan terhadap tanaman hasil STG menunjukkan bahwa tanaman 100% bebas dari penyakit sistemik CVPD, CVEV, CPsV, dan 90,94% bebas CTV dan 97,04% bebas CEVd (Dwiastuti *et al*. 1992). Saat ini Indonesia telah memiliki 238 varietas jeruk bebas penyakit, 56 varietas di antaranya telah dilepas dan didaftarkan serta 23 varietas telah dikembangkan di seluruh Indonesia (komunikasi dengan Suhariyono, Agustus 2015). Di masa depan pengembangan teknik terapi tersebut perlu dikembangkan dengan kombinasi antara terapi panas pada entres calon induk digabungkan dengan teknologi STG, seperti yang sudah berhasil dilakukan di negara lain.

B. **Implementasi Eksklusi**

Ekslusi diartikan sebagai pencegahan inokulum untuk masuk dan menetap di suatu wilayah atau lahan yang sebelumnya di tempat itu tidak ada. Tujuannya agar penyebaran patogen tidak terjadi di suatu negara, wilayah atau

Gambar 19. Benih jeruk bebas penyakit berlabel biru yang direkomendasikan (Foto : dok. Balitjestro)

areal pertanaman. Yang termasuk dalam ekslusi ini adalah perlakuan benih, desinfeksi alat pertanian dan inspeksi, sertifikasi serta karantina

1. Benih Bebas Penyakit Berlabel

Masuknya patogen dari daerah satu ke daerah lain dapat dicegah dengan cara mewajibkan penggunaan benih jeruk bebas virus yang ditandai dengan benih berlabel. Penggunaan benih berlabel ini sudah diatur dalam regulasi distribusi benih jeruk bebas penyakit dan harus melewati inspeksi dan sertifikasi oleh Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (Gambar 18). Saat ini sertifikasi dapat dilakukan di Unit Pengelola Benih Sumber Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika yang sudah tersertifikasi ISO 900 : 2001. Benih siap siar yang ditanam petani harus menggunakan benih berlabel biru. Untuk tujuan pemberian sertifikat bebas penyakit pada benih maka areal penanaman induk benih harus diinspeksi secara periodik untuk mengetahui ada tidaknya penyakit tular biji. Kemudian diberi sertifikat pada benih bebas penyakit agar dapat dicegah penyebaran patogen tular benih dari satu daerah ke daerah lain. Sertifikasi benih bebas penyakit di Indonesia hanya berlaku untuk benih impor dan benih yang akan diekspor, sedangkan benih yang akan digunakan untuk keperluan sendiri belum umum dilakukan.

Dari data Balitjestro, tanaman kelas BPMT yang telah didistribusikan ke pengguna berjumlah 277.647 tanaman terkirim ke 22 provinsi (Harwanto & Utomo 2015 *dalam* Devy *et al.* 2015). Apabila Kapasitas produksi entres tiap tanaman BPMT dapat dihasilkan pada tahun I, II, dan III berturut-turut adalah 75-100, 100-125, dan 100-125 mata tempel per tahun,

maka diperkirakan dari tahun 2005 sampai 2014 dihasilkan 676.926.839 mata tempel atau benih sebar atau setara dengan 1.353.853,6 ha yang telah ditanam benih jeruk bebas penyakit dari Balitjestro, dengan asumsi populasi 1 Ha = 500 tanaman. Sertifikasi benih bebas penyakit hasil perbanyakan dengan menggunakan penyambungan tunas pucuk telah dikenal di Indonesia, khususnya tanaman jeruk bebas CVPD.

2. Mengurangi Masuknya Inokulum dengan Desinfeksi Alat Pertanian

Penyakit sistemik jeruk yang dapat menular secara mekanis adalah CEVd, CVPD, dan CTV, dapat ditularkan secara mekanis pada mentimun pada kondisi suhu optimal (22-26^{O}C) tetapi disanggah oleh peneliti lain. Untuk mencegah masuknya virus jeruk ke suatu lokasi dapat dicegah dengan menggunakan desinfektan seperti Na hipoklorit 1–2% atau alkohol 70% untuk mensterilkan alat pangkas atau pisau okulasi yang digunakan memotong tanaman sakit dengan cara dicelup (Dwiastuti & Triwiratno 1995). Apabila tidak dibersihkan, CEVd dapat bertahan lama pada alat-alat tersebut pada kondisi kering.

3. Menghambat Lalu Lintas Benih dari Daerah Endemis dengan Peningkatan Karantina

Dalam upaya menghambat lalu lintas benih terinfeksi virus atau penyakit lainnya telah diatur dalam peraturan pemerintah. Di Indonesia, karantina telah diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 16 tahun 1992 tentang Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan. Karantina ialah usaha dan tindakan pemerintah dalam upaya pencegahan masuk dan tersebarnya organisme pengganggu tanaman karantina (OPTK) dari luar negeri dan dari suatu area ke area lain di wilayah negara RI atau keluarnya dari wilayah negara RI berdasarkan peraturan perundangan yang berlaku. Di antaranya adalah CVPD pada jeruk tahun 1982, melalui keputusan Menteri Pertanian nomor 129/Kpts/Um/3/1982 melarang pengangkutan benih jeruk dari Jawa dan Sumatera ke pulau-pulau lain di Indonesia untuk menghindarkan masuknya CVPD dari Jawa dan Sumatera ke pulau-pulau lainnya. Bahan yang akan diekspor maupun diimpor harus diperiksa terlebih dahulu dan harus mendapatkan sertifikat kesehatan. Seluruh biaya tindakan karantina ditanggung oleh pembawa bahan tumbuhan. Beberapa daerah yang mengeluarkan peraturan tersebut adalah peraturan daerah Provinsi

Kalimantan Selatan nomor 4 tahun 2008 tentang pengaturan peredaran benih jeruk di Provinsi Kalimantan Selatan.

Di Amerika Serikat, berbagai tahap telah dilakukan oleh stasiun karantina tumbuhan, seperti menumbuhkan tanaman dibawah pengawasan selama waktu tertentu sebelum mereka dilepas ke importir, pengujian serologi berulang pada sample biji (melalui ELISA), uji asam nukleat (DNA), dan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) serta inspeksi stok benih impor ke petani. Tujuannya untuk mengurangi peluang introduksi patogen yang berbahaya.

C. Implementasi Avoidan

Avoidan artinya menghindari dari sumber inokulum virus dengan cara menghindar terjadinya kontak antara inang dengan patogen. Teknik aviodan untuk virus jeruk sebagai berikut :

1. **Memilih lokasi tanam baru pada radius 2 km dari lokasi kebun jeruk lama**, terutama untuk di daerah endemis. Tujuan dari cara pengendalian ini adalah untuk menghindari terjadinya kontak antara inang dengan patogen penyebab virus, dan menghindari terjadinya migrasi serangga vektor penular penyakit secara alamiah. Jarak terbang dari kutu loncat dan kutu daun jeruk pendek, tidak lebih dari 2 km, kecuali terbawa manusia, hewan atau angin kencang.

2. **Hindari tanaman inang yang peka virus**

Penggunaan teknik yang tepat untuk menghindari tanaman inang yang peka terhadap virus perlu dilakukan. Namun, bila ditinjau dari sisi agribisnis, teknik ini tidak harus dilakukan, dan dapat dilakukan teknik yang lain. Tanaman inang yang sangat peka, baik dari kelompok suku Rutaceae maupun tanaman herbaceous lain tetap diketahui, apabila diperlukan harus dicermati agar tidak ada di sekitar lokasi kebun jeruk yang dibudidayakan (Tabel 4). Pengalaman membuktikan bahwa sangat berbahaya menanam jeruk pamelo (termasuk yang toleran CVPD) secara tumpang sari dengan jeruk siam yang peka. Pada tahun 2005 an sentra pamelo di Magetan mengalami kemunduran akibat CVPD, karena dilakukan penanaman tumpangsari dengan jeruk siam yang peka dan banyak serangga vektornya. Oleh karena itu penggunaan tanaman inang yang peka terhadap virus patut dipertimbangkan sesuai kebutuhan (Tabel 4).

Tabel 4. Tanaman inang yang peka terhadap penyakit virus jeruk

No	Virus jeruk	Tanaman inang yang peka virus
1	CVPD	jeruk manis-sweet orange (*C. sinensis var. Madame vinous)*, jeruk siam (*C.suhuensis*), jeruk keprok (*C.reticulata*), *Poncirus trifoliata*, kemuning (*Muraya paniculata*), *Swinglea glutinosa*, *Severinia buxifolia* (Poiret) Ten.: Chinese box orange *Clausena lansium* (Lour.) Skeels: wampi, wampee tapak dara (*Vinca rosea)*
2	CTV	jeruk nipis- Mexican lime *(Citrus aurantifolia*); jeruk sitrun -citron (*C. medica*); jeruk manis- sweet orange (*C. sinensis*); Jeruk asam -sour orange (*C. aurantium*); lemon (*C. limon*) and grapefruit (*C. paradisi*)
3	CVEV	jeruk nipis- Mexican lime *(Citrus aurantifolia*); jeruk asam - sour orange (*C. aurantium* L.); Rough lemon
4	CEVd	*Citrus medica* (Etrog citron) *Gynura aurantiaca (velvet)* , or Tomat (*Lycopersicon esculentum); jeruk manis(Citrus sinensis)* pada batang bawah *Poncirus trifoliata* (trifoliate orange)
5	CPsV	Jeruk manis - sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osb.), jeruk asam - sour orange (*C. aurantium* L.), lemon (*C. limon* (L.) Burn. f.), grapefruit (*C. paradisi* Macf.), clementine (*C. clementina* Hort. ex Tan.), satsuma (*C. unshiu* (Macf.) Marc.) dan hibrid mandarin misalnya Fortune mandarin (*C. clementina* x *C. tangerina* Hort. ex Tan.) dan Ortanique tangor (*C. reticulata* Blanco x *C. sinensis*)

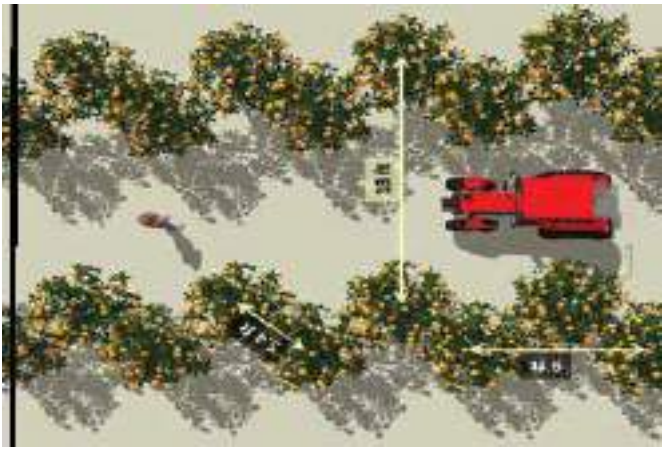
3. **Tanam Rapat (*High density*)**

Langkah yang tepat dalam menana secara rapat atau dikenal di Indonesia dengan nama budidaya sistem tanam rapat (SITARA) dilakukan untuk menghindarkan tanaman dari patogen virus dan mengurangi lamanya epidemi penyakit. Teknik yang tepat dan benar sudah banyak diterapkan oleh petani jeruk di Amerika, Jepang, dan Australia sekitar tahun 1980-an, (Tucker *et al*. 1994) dan di Cina tahun 1990-an (Aubert 1990). Petani jeruk di Jawa sudah mulai banyak menerapkan, terutama pada jeruk siam, baik di dataran

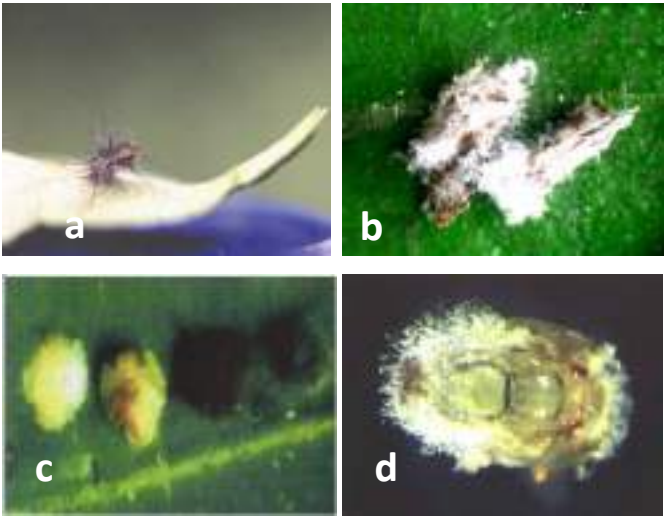
rendah maupun di dataran tinggi dengan jarak tanam 2m x 3m atau 2,5m x 3m dari jarak tanam optimal 4m x 4m. Kecenderungan petani menanam jeruk berjarak tanam rapat dipicu dengan makin mahalnya harga tanah. Di samping itu agar modal cepat kembali keuntungan lebih awal sebelum terjadi serangan CVPD dan epidemi. Populasi jeruk normal sangat bervariasi berkisar antara 400-600 pohon. Penanaman dengan SITARA, populasi jeruk bisa mencapai 2–3 kali lipat atau kurang lebih 1.300-1.600 pohon/ha. Dengan demikian, meskipun tanaman jeruk akan rusak akibat virus, kerugian dapat ditekan dan keuntungan yang diperoleh masih cukup dalam waktu lebih singkat. Hasil penelitian di Florida melaporkan bahwa penanaman jeruk Valensia dengan jarak tanam 800 pohon/acre (0,4 ha) memberi keuntungan lebih cepat dibandingkan dengan jarak tanam 140–300 pohon/acre (0,4 ha) (Wheaton *et al*. 1990). Bila dikonversikan dalam hektar, tanam model SITARA di Florida bisa mencapai lebih dari 1.600 pohon/ha. Cara ini dapat menghasilkan produksi secara optimal, karena dilakukan pemangkasan optimal dengan arsitektur tertentu agar cahaya dapat masuk di antara kanopi dan kelembaban tidak terlalu tinggi (Gambar 20).

4. **Pengendalian Serangga Vektor**

Masuknya patogen dari suatu daerah ke daerah lain atau dari suatu negara dapat dicegah dengan memusnahkan serangga vektornya. Penyakit CVPD, CTV, dan CVEV pada tanaman jeruk ditularkan oleh serangga *Diaphorina citri* dan beberapa spesies kutu daun. Untuk menghindarkan meluasnya penyakit-penyakit tersebut, pengendalian serangga vektor perlu dilakukan. Pengendalian dapat dilakukan dengan mengacu pada ambang kendali secara kimiawi maupun secara hayati (Tabel 5). Anjuran pengendalian secara kimiawi dilakukan pada kondisi musim pertunasan dan populasi hama di atas ambang batas kendali. Tiap jenis insektisida hanya boleh digunakan maksimal tiga kali berturut-turut, setelah diganti dengan jenis yang lain. Perlakuan ini dilakukan untuk menghindari terjadinya resistensi terhadap insektisida. Pengendalian secara hayati dapat dilakukan meskipun populasi masih di bawah ambang batas kendali. Agensia hayati yang potensial untuk mengendalikan *D. citri* adalah entomopatogen *Hirsutella citriformis*, *Beauveria bassianna*, dan *Metarhizium anisopliae* (Dwiastuti *et al*. 2011). Agensia hayati ini efektif mengendalikan imago dan nimfa *D.citri* pada musim hujan. Parasitoid *Tamarixia radiata* dan *Diaphorencyrtus alligarhensis* efektif mengendalikan nimfa *D.citri* pada musim kemarau (Gambar 21). Di samping itu dari hasil penelitian diketahui ada beberapa predator vektor virus yaitu:



Gambar 20. Model penaman jarak tanam rapat di Florida, dengan mengatur pemangkasan (Dok. Arnold Schumann *et al.* 2012)



Gambar 21. Infeksi agensia hayati pada vektor *D. Citri* (a) infeksi entomopatogen *H. Citriformis* pada imago *D.citri*, (b) infeksi entomo- patogen *B. Bassiana* pada imago *D.citri*, (c) infeksi entomopatogen *M anisopliae* pada nimfa *D.citri*, dan (d) infeksi parasitoid *T. radiata* di dalam thorax nimfa *D.citri* (Foto : dok. Dwiastuti et al., 2011)

Syrphidae, Lycocidae, Chrysopidae, Coccinellidae (Curinus coeruleuus), Coccinellidae (Menoccilus sexmaculatus) efektif untuk mengendalikan *D.citri.* Cara untuk mengetahui fluktuasi populasi serangga vektor dapat dilakukan dengan monitoring hama. Teknik monitoring dapat dilakukan secara visual langsung dengan mengamati ada tidaknya hama vektor, dan dapat juga dengan menggunakan alat perangkap kuning (*yellow trapp*) yang dipasang di areal pertanaman jeruk. Untuk itu diperlukan 10-14 buah perangka/ha dengan ketinggian ± ½ tajuk tanaman (Dwiastuti *et al.* 2011).

Tabel 5. Vektor penyakit sistemik, ambang kendali, dan pengendaliannya pada tanaman jeruk

Penyakit virus jeruk	**vektor**	**Ambang kendali**	**Pengendalian kimia (bahan aktif)**	**Pengendalian hayati**
CVPD (*Las*)	*Diaphorina citri*	1 ekor imago *viruliferous*	✓ Imidakloprid (saput) : formula murni	*Hirsutella citriformis* (suspensi 10^7, powder 3 -4 kg/ha) larutan semprot 300-400 l/ha. Setiap 10 l larutan semprot + 1 sdk teh detergen + 2 sdk teh gula pasir), , aplikasi sore
			✓ Dimethoate (semprot) : 1-2 ml/l	*Beauveria bassianna* (suspensi 10^7, powder 3 -4 kg/ha) larutan semprot 300-400 l/ha. Setiap 10 l larutan semprot + 1 sdk teh detergen + 2 sdk teh gula pasir), aplikasi sore
			✓ Alfametrin/Alfa sipermetrin (semprot) : 2 ml/l	*Metarhizium anisopliae* (suspensi 10^7, powder 3 -4 kg/ha) larutan semprot 300-400 l/ha. Setiap 10 l larutan semprot + 1 sdk teh detergen + 2 sdk teh gula pasir), ,aplikasi sore
			✓ Tetasipermetrin (semprot) : 2 ml/l	*Tamarixia radiata*

lanjutan tabel 5.....

			✓ Profenofos (semprot) : 1- 2 ml/l	*Diaphorencyrtus Alligarhensis*
			✓ Lamda sihalotrin (semprot)	*Syrphidae*
			✓ Metidation (semprot) : 1-2 ml/l	*Lycocidae*
			✓ Sipermetrin (semprot) : 1-2 ml/l	*Chrysopidae*
			✓ Fenvalerat (semprot) : 1-2 ml/l	*Coccinellidae (Curinus coeruleuus)*
			✓ Fluvalinat (semprot) : 1-2 ml/l	*Coccinellidae (Menoccilus sexmaculatus.*
			✓ Bifentrin (semprot): 1-2 ml/l	
CTV (*Citrus tristeza virus)*	*Toxoptera citricida Toxoptera aurantii Myzus persicae Aphis spiraecola* dan *Aphis gossypii*	20 ekor imago *viruliferous*	✓ Alfametrin (semprot) : 1-2 ml/l	*Beauveria bassiana*
			✓ Dimethoate (semprot) : 1-2 ml/l	*Hirsutella citriformis*
			✓ Sipermetrin (semprot) : 1-2 ml/l	*Metarhizium anisopliae*
			✓ Imidakloprid (semprot, saputan batang) : 1-2 ml/l atau formula murni	
CVEV (*Citrus Vein Enation Virus)*	*Toxoptera citricida Toxoptera aurantii Myzus persicae Aphis spiraecola* dan *Aphis gossypii*	20 ekor imago *viruliferous*	✓ Alfametrin (semprot) : 1-2 ml/l	*Beauveria bassiana*
			✓ Dimethoate (semprot) : 1-2 ml/l	*Hirsutella citriformis*
			✓ Sipermetrin (semprot) : 1-2 ml/l	*Metarhizium anisopliae*
			✓ Imidakloprid (semprot, saputan batang) : 1-2 ml/l atau formula murni	

Penggunaan pestisida masih dibutuhkan untuk mengatasi secara cepat populasi hama vektor yang cukup tinggi. Oleh karena itu diupayakan agar penggunaan pestisida efisien dan langsung mengenai target hama. Balitbangtan Pertanian telah merekayasa alat sederhana aplikator pestisida (Gambar 22), yaitu alat aplikasi pestisida sistemik melalui batang tanaman jeruk yang dapat meningkatkan efisiensi pengendalian hama. Keunggulan alat ini antara lain, lebih ringan (± 4 kg) dibanding *knapsack sprayer* (14–17 kg), terdiri dari bagian *nozle* yang dapat diatur sudut keluarnya cairan 40-55^{o}, berat tabung cairan pestisida 2 liter untuk 500 tanaman. Alat ini telah diobservasi tentang keefektifan dan efisiensinya dalam mengendalikan hama, terbukti lebih efisien dari segi waktu aplikasi, interval aplikasi, kebutuhan pestisida yang otomatis lebih menghemat waktu dan tenaga kerja, serta kemudahan diterapkan karena ringan sehingga berpeluang untuk lebih mudah diadopsi (Tabel 6).

Disamping itu hasil dari observasi yang dilakukan diketahui alat aplikator ini tidak membunuh musuh alami famili Coccinellidae pada tanaman jeruk di lapang (Tabel 7).

D. **Implementasi Eradikasi dan Sanitasi**

Eradikasi bertujuan untuk mengurangi, membersihkan, dan memusnahkan tanaman sakit sebagai sumber inokulum yang telah ada pada lahan atau membuat inokulum menjadi tidak aktif. Eradikasi terdiri dari eradikasi parsial atau sanitasi dan eradikasi total. Sebelum melakukan eradikasi, perlu dilakukan monitoring gejala penyakit sistemik untuk menentukan adanya serangan virus di kebun. Hal ini untuk menghindari kesalahan target pada tanaman yang akan dieradikasi. Monitoring dilakukan dengan cara mengamati tanaman jeruk yang daunnya menguning secara spesifik untuk masing- masing penyakit sistemik. Kemudian tentukan bagian dan jumlah yang terserang (Tabel 5). Selanjutnya diklasifikasikan apakah daerahnya termasuk endemik sehingga bisa diputuskan model eradikasinya, apakah partial atau total (Table 7). Dalam eradikasi parsial perlu dilakukan secara hati-hati. Pelaksanaan eradikasi parsial pada bagian terinfeksi, dianjurkan dilakujkan pada saat populasi hama vektor rendah yaitu di awal atau akhir musim hujan.

Hal- hal yang perlu diperhatikan pada pelaksanaan eradikasi total di daerah endemik adalah sebagai berikut :

1. Tanaman inang lain yang peka perlu dieradikasi lebih dulu
2. Monitoring tanaman terinfeksi. Standar monitoring penyakit sistemik

Gambar 22. (a) aplikator pestisida rakitan Balitjestro Balitbangtan, (b) cara aplikasi meringankan pekerja (c) cara kerja alikator, langsung disemprot ke batang, dan (d) permukaan batang yang basah setelah aplikasi pestisida (Foto : dok.Endarto & Wicaksono 2013)

(tabel 6) secara visual perlu dilakukan dengan teliti gejala khasnya dan bagian mana yang perlu diperhatikan. Namun, pada kasus tertentu, misalnya akan ada pengembangan besar-besaran di lokasi yang dulu pernah ditanami jeruk. Oleh karena itu perlu dilakukan indeksing yang cermat.Tanaman yang tidak bergejala secara visual belum tentu tidak terinfeksi virus. Kasus ini terjadi di Bali (Gambar 22), dari sampel hasil survai yang diuji PCR, terlihat daun yang tidak bergejala (no 7,19,20) dan ada yang mengandung *Las* penyebab CVPD garis/*band* pada hasil elektroforesis.

Dalam monitoring tanaman terinfeksi kadang-kadang diperlukan juga menghitung keganasan atau intensitas penyakit. Kebutuhan ini biasanya diperlukan untuk data epidemiologi atau menentukan statregi pengendalian. Berikut skore standar yang bisa digunakan untuk penyakit sistemik (Tabel 8)

Tabel 6. Efisiensi penggunaan alat aplikator pestisida

Alat	Interval aplikasi	Kebutuhan/ ha	Waktu aplikasi/ha	Peluang adopsi
Knapsack sprayer	1 minggu	1.600 ml	4-5 jam	Teradopsi luas
Kuas/saput batang	4 minggu	400 ml	3-4 jam	**
Aplikator pestisida batang	4 minggu	400 ml	1,5-2 jam	***

Sumber : ppt Bahan Round Table Meeting (2013)

Tabel 7. Populasi musuh alamai kutu daun famili Coccinellidae pada tanaman jeruk di lapang.

Alat	Minggu 1		Minggu 2		Minggu 3		Minggu 4	
	T	N- I	T	N- I	T	N- I	T	N- I
Aplikator pestisida	28	4	36	18	21	6	18	6
Semprot Biasa	20	2	6	4	9	2	0	2

Keterangan : T = telur, N = Nimfa, I = imago
Sumber : Endarto & Wicaksono 2013

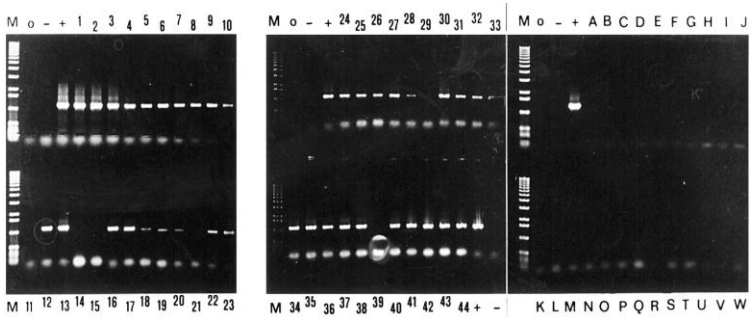
3. Sebelum dilakukan eradikasi, disemprot atau disaput batang tanaman dengan jenis insektisida sistemik untuk menghilangkan hama vektor. Apabila tidak dilakukan, dikhawatirkan vektor akan melompat pada tanaman sehat lainnya. Hal ini karena penyebaran jarak pendek dari CVPD dan virus lainnya sebagian besar terjadi ketika kutu psyllids terganggu dan bereaksi dengan cara melompat dengan jarak pendek, sedang migrasi jarak jauh dibantu angin. Sebelum melakukan eradikasi hama vektor sudah harus mati. Ini merupakan prosedur penting pada

Tabel 8. Tabel skor (nilai numerik) intensitas tanaman jeruk terserang penyakit sistemik

Skor	Persentase Gejala virus dalam (%)
1	Tidak ada gejala virus 0% pucuk menunjukkan gejala virus
2	Bergejala ringan 1% - 25% pucuk menunjukkan gejala virus
3	Bergejala sedang 26% - 50% pucuk menunjukkan gejala virus
4	Bergejala berat 51% - 75% pucuk menunjukkan gejala virus
5	Bergejala sangat Berat / puso 76 % - 100% pucuk menunjukkan gejala virus

keberhasilan pengendalian. Penyemprotan dilakukan sampai batas 50 m dari tanaman yang terserang.

4. Eradikasi dilakukan sampai pada jarak 50 m .



Gambar 23. Gel elektroforesis DNA *Liberobacter* teramplifikasi dengan PCR dari ekstrak daun jeruk. Baris (M) = marker 1 KB; baris (–) = kontrol sehat/negatif; baris (+) = kontrol sakit/positif; Baris (7,11,14,15,19,20, 21,29,39) = daun tidak bergejala; baris (1-6,8-10,12,13,16-18,22-28,31,34,40-44) daun bergejala belang/ *blotching*; baris (30,33,35-38)= daun menguning no 45-63 (Bove *et al*. 2000)

Tabel 9. Monitoring penyakit sistemik jeruk di lapang

No	Jenis penyakit	Bagian tanaman yang diamati	Saat pengamatan	Gejala utama yang spesifik
1.	CVPD/HLB (*Liberobacter asiaticus*)	Daun, buah	Daun tua sempurna,	Daun belang tidak merata, buah asimetris
2.	CTV (*Citrus Tristeza Virus)*	Daun, ranting, batang	Daun muda, diterawangkan ke cahaya, ranting	Pemucatan tulang daun, lekuk batang memanjang
3	Puru berkayu/ CVEV(*Citrus vein enation woody gall)*	Daun, batang	Daun tua, sambungan batang atas & bawah	tonjolan pada tulang daun sekunder (puru berkayu), tumor di batang
4	CPsV (*Citrus psorosis virus)*	Daun, Batang	Daun muda, batang	Klorosis disekitar daun utama, retak pada batang bawah
5	CEVd (*Citrus exocortis viroid*)	Daun, batang	Daun sempurna dari ujung pertumbuhan , batang	Epinasti daun, batang pecah-pecah, kerdil

Model eradikasi dapat dibagi berdasarkan umur dan tingkat keganasan gejala tanaman (Tabel 7). Pemikiran tentang model eradikasi mengacu dan merupakan modifikasi dari implementasi di Australia untuk HLB (Beattie 2005). Sementara, implementasi yang sudah dilakukan di Indonesia adalah untuk penyakit CVPD pada jeruk dimana untuk daerah nonendemis dilakukan pembongkaran tanaman-tanaman sakit, sedangkan di daerah

endemis dilakukan eradikasi total dengan membongkar seluruh tanaman jeruk dan selama setahun atau lebih tidak ditanami tanaman jeruk dan tanaman *Rutaceae* lainnya. Eradikasi harus dilakukan bersama-sama secara terpadu oleh semua penanam di daerah itu. Daerah yang telah berhasil merehabilitasi pertanaman jeruknya dengan jalan eradikasi total adalah sentra jeruk Gumilir, Punten, Junggo, dan Pulung, dan tejakula Bali.

Tabel 10. Model eradikasi tanaman jeruk terinfeksi virus

Umur tanaman	Jumlah kanopi tanaman bergejala	Daerah endemik/ non endemik	Model eradikasi tanaman
< 5 th	bergejala	non-endemik, endemik	Eradikasi /bongkar tanaman bergejala sampai akar
6 – 10 th	< 40%	non endemik	Pangkas berat pada cabang bergejala sampai dibawah batas tidak bergejala
6 – 10 th	< 40%	endemik	Eradikasi /bongkar tanaman bergejala sampai akar
6– 10 th	> 40 %	non-endemik, endemik	Eradikasi /bongkar tanaman bergejala sampai akar
>10 th	< 30 %	non endemik	Pangkas berat pada cabang bergejala sampai dibawah batas tidak bergejala
>10 th	< 30 %	endemik	Eradikasi /bongkar tanaman bergejala sampai akar
>10 th	>30 %	non-endemik, endemik	Eradikasi total, eradikasi /bongkar tanaman bergejala sampai akar

E. Implementasi Proteksi

Proteksi bertujuan menghalangi terjadinya kontak antara permukaan tanaman yang rentan dengan patogen dengan menggunakan bahan kimia dan dapat mematikan inokulum. Cara pengendalian yang termasuk cara pengendalian protektif adalah pengendalian serangga vektor, sanitasi alat pertanian, dan optimalisasi nutrisi inang.

1. Implementasi proteksi untuk serangga vektor dapat dilakukan secara kimiawi, hayati, dan menanam tanaman penghalang masuknya vektor kutu dalam kebun, misalnya menanam tanaman sereh, selasih, kecombrang, dan mint).

2. Implementasi sanitasi alat pertanian, dimana setiap kali menggunakan alat pertanian seperti gunting pangkas, pisau okulasi, dan parang, dicelup dalam alkohol 70% atau Bayclin 10%. Beberapa virus jeruk dapat menular melalui cairan tanaman sakit, yaitu CEVd dan CPsV.

Implementasi optimalisasi pemeliharaa tanaman, bertujuan untuk memperbaiki vigor tanaman, implementasi ini sering membantu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen. Pemupukan, pengaturan drainase, irigasi, pengaturan jarak tanam, dan pengendalian gulma dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman, sehingga dapat berpengaruh terhadap pengendalian penyakit sistemik jeruk. Pemupukan optimal untuk tanaman jeruk sudah mempunyai panduan yang cukup sederhana, yaitu berdasarkan hasil panen (Sutopo 2014). Untuk tanaman remaja yang belum berproduksi, pemupukan NPK diberikan secara seimbang, sedang pemupukan untuk tanaman jeruk yang sudah berproduksi atau umur produktif berdasarkan pada hasil panen yaitu 2-3% dari total bobot buah yang diproduksi/th dikembalikan dalam bentuk pupuk N, P, dan K. Komposisi untuk masing-masing varietas bervariasi (Tabel 11) (Sutopo 2014). Aplikasi pupuk diberikan 2 kali, 50% diberikan setelah panen, sedang 50% sisanya disesuaikan 4 bulan kemudian.

Pengaturan drainase, jarak tanam, dan gulma dapat mempengaruhi ketersediaan tunas jeruk, dan berpengaruh terhadap fluktuasi keberadaan hama vektor virus. Musim pertunasan merupakan periode kritis terhadap serangan kutu daun jeruk dan kutu loncat jeruk.

Tabel 11. Komposisi N,P, dan K pada buah jeruk untuk menghitung pemupukan tanaman jeruk produktif

Varietas	Komposisi hara pada buah		
	N	P2O5	K2O
Siam	10	7	2
Keprok	5	2	3
Pamelo	2	1	4

Sumber : sutopo 2014

F. Implementasi Resistensi

Implementasi Pengendalian dengan cara resistensi ialah membuat tanaman menjadi imun, tahan atau toleran terhadap serangan patogen virus antara lain proteksi silang, ketahanan terimbas, aktivasi pertahanan tanaman, perbaikan kondisi pertumbuhan tanaman, dan penggunaan varietas tahan.

1. Proteksi Silang

Istilah proteksi silang terutama ditujukan pada perlindungan tanaman dengan menggunakan strain virus lemah terhadap infeksi virus strain ganas dari jenis virus yang sama. Teknik ini sudah diuji ditingkat terbatas untuk penyakit CTV di Indonesia. Isolat lemah Njmp3, Njmv7, Mkm8, Ls11, Psp1, Krpkp12 protektif terhadap strain kuat T-348. (Dwiastuti *et al.* 1995). Berdasarkan pertimbangan aplikasinya antara lain karena :

a. Strain lemah pada satu varietas ada kemungkinan berubah menjadi kuat pada varietas lain,
b. Sifat lemahnya bisa dipengaruhi faktor lingkungan terutama suhu
c. Tanaman yang terinfeksi strain lemah, bisa saja bereaksi sinergistik bila terinfeksi virus atau patogen lain
d. Kemungkinan dapat menimbulkan mutan baru

Kegiatan ini tidak diterapkan dalam skala luas. Vaksinasi CVPD dengan isolat lemah asal Lembang pernah dilakukan, namun tidak dapat memproteksi isolat kuat CVPD (Dwiastuti 1995).

2. Aktivasi Pertahanan Tanaman

Ketahanan tanaman terhadap beberapa virus atau patogen lainnya dapat dirangsang dengan memberikan beberapa jenis senyawa sintetik yang diinjeksikan ke dalam tanaman, disemprotkan pada daun atau diabsorpsikan melalui petiol atau akar. Senyawa kimia yang dilaporkan efektif sebagai perangsang adalah asam salisilat, derivat dari asam ini adalah asam asetilsalisilat yang dikenal sebagai aspirin dan asam dichloroisonicotinat (INA) (IPB).

3. Terapi Panas

Terapi panas, baik melalui udara panas maupun air panas, dapat menyembuhkan tanaman tertentu dari penyakit yang disebabkan oleh virus. Terapi suhu 36^{o}C pada tanaman muda yang terinfeksi virus apel mosaik selama 25–28 hari dapat mengurangi infeksi sampai 50%, sedangkan terapi pada mata tunas dengan suhu 38–40 selama 5 menit dapat mengurangi serangan virus apel mosaik berkisar antara 50–80%. Namun cara ini belum berhasil dilakukan pada tanaman jeruk di Indonesia dalam mengendalikan penyakit sistemik.

BAB VII
PENUTUP

Ancaman penyakit sistemik pada tanaman jeruk dapat menimbulkan kerugian, baik secara langsung yang mudah diukur misalnya dengan penurunan hasil produksi, antara lain tanaman lemah dan peka terhadap cekaman lingkungan dan serangan hama penyakit lain, mengurangi kualitas hasil (ukuran buah, warna, rasa, kesegaran) dan menambah biaya pemeliharaan. Cara pengendalian penyakit sistemik lebih ditekankan untuk menyelamatkan populasi dibandingkan menyelamatkan sedikit individu tanaman. Untuk itu, metode pengendalian lebih ditekankan untuk mencegah atau melindungi tanaman agar tidak menjadi sakit. Hanya sedikit penyakit infeksi virus pada tanaman yang dapat di kendalikan dengan baik di lapang hanya dengan cara terapi atau penyembuhan.

Strategi yang dilakukan untuk mencegah ancaman penyakit virus jeruk adalah : (1) mengurangi inokulum awal, (2) mengurangi laju infeksi, dan (3) mengurangi lamanya epidemi. Masing-masing strategi tersebut dijabarkan teknik jitunya dalam rangka mengendalikan penyakit sistemik.

Strategi 1 terdiri dari taktik dan teknik jitu terapi (STG dan indeksing), eksklusi (benih bebas penyakit berlabel), aviodan (tanam pada radius 2 km dari lokasi endemis), proteksi (pengendalian serangga vektor virus), resistensi (varietas tahan/toleran, preimunisasi), eradikasi (bongkar dulu tanaman sakit sampai akarnya sebelum tanam baru). Strategi 2 terdiri dari taktik dan teknik jitu eksklusi (desinfeksi alat pertanian), aviodan (tidak ada tanaman peka virus), proteksi (pengendalian serangga vektor virus), eradikasi (bongkar dulu tanaman sakit sampai akarnya sebelum mulai tanam baru). Strategi 3 terdiri dari taktik dan teknik jitu aviodan (tanam rapat (*high density)* agar cepat menghasilkan), dan eksklusi (hambat lalu lintas benih dari daerah endemis dengan karantina).

Implementasi pengendalian penyakit sistemik terutama CVPD, sudah diformulasikan sebelumnya di Indonesia dalam bentuk Pengelolaan Terpadu Kebun Jeruk Sehat (PTKJS), yang kemudian disempurnakan dalam buku ini dengan penekanan lebih pada ilmu fitopatologinya untuk mendapatkan keberhasilan pengendalian penyakit sistemik lebih tinggi dan maksimal.

1. Implementasi terapi untuk menghasilkan benih jeruk bebas penyakit dengan teknologi STG secara *in vitro* untuk memmbersih kan calon induk jeruk dari penyakit sistemik
2. Implementasi eksklusi: benih bebas penyakit berlabel (sertifikasi), mengurangi masuknya inokulum dengan desinfeksi alat pertanian dan menghambat lalu lintas benih dari daerah endemis dengan peningkatan karantina
3. Implementasi aviodan: memilih lokasi tanam baru pada radius 2 km dari lokasi kebun jeruk lama, mnghindari tanaman inang yang peka virus , menanam rapat (*high density*), dan pengendalian Serangga Vektor
4. Implementasi eradikasi: tanaman inang lain yang peka perlu dieradikasi lebih dulu, monitoring tanaman terinfeksi, sesuaikan model eradikasi dengan tingkat serangan, semprot atau saput batang tanaman dengan insektisida sebelum dilakukan eradikasi dan eradikasi dilakukan sampai jarak 50 m.
5. Implementasi proteksi**:** proteksi tanaman dari serangga vektor, sanitasi alat pertanian, dan optimalisasi pemeliharaa tanaman.
6. Implementasi resistensi: proteksi silang, aktivasi pertahanan tanaman dan terapi panas.

DAFTAR PUSTAKA

Alavi RM & Rahiminan H 2012, Simultaneous assoliation of several citrus viroids with psorosis and Ring patern symptoms in citrus trees in Mazandaran province, *Short Report, Iran. J. Plant Path.*, vol. 48, no. 3, pp.: 151-2.

Anonymous 2002, ICTV dB Index of virus, Copyright 2002, International Committe on Taxonomy of Virus. All Right reversed. [Home] [ICTV Taxonomy - Index of Virus] [Virus Descriptions] [Character List] [Picture Gallery][Tutorial] [Online Data Retrieval & Identification][Virus Isolate Registration & Submission] [Search].

Anonim 2014. *Statistik pertanian*, Badan Pusat statistik. Jakarta. Indonesia.

Anonim 2015, Data serangan OPT buah Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura 2015.

Arnold Schumann, Kevin Hostler & Laura Waldo 2012,Advanced Citrus Production Systems Grove Designs For Higher Efficiencies, CITRUS INDUSTRY, September 2012.

Aubert, B, Tontyaporn, S, Buangsuwon, D 1990, High density planting (HDP) of Jiaogan Mandarine in th Lowland area of Shantou (Guangdong China) and Implication for Greening Control, *Proc. Of the 4th International Asia Pasific Conference on Citrus Rehabilitation,* Chiang Mai, Thailand, 3-10 th Feb. 1990.

Bar-Joseph, M, Garensey, S M, Gonsalves, D, Moscovitz, M, Purcifull, DE, Clark, MF, & Lobenstein, G 1979, The use ofenzyme-linked immunosorbent assay for detection of citrus tristeza virus, *J. Phytopathol,* no. 69, pp. 190-194.

Bar-Joseph *et al.*, Bar-Joseph, M, Roistacher, CN, Garnsey, SM 1983, The epidemiology and control of citrus tristeza disease, In: *Plant virus epidemiology* (Ed. by Plumb, R.T Thresh, JM), pp. 61-72. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK

Bar-Joseph, M, Marcus, R, Lee, RF 1989, The continuous challenge of citrus tristeza virus control, *Annual Review of Phytopathology, vol*. **27**, pp. 291-316.

Beattie 2005, Beattie GAC, Holford P, Mabberley DJ, Haigh AM, Bayer R & Broadbent P 2006, Aspects and insights of Australia-Asia collaborative research on huanglongbing, *Proceedings of the International Workshop for the Prevention of Citrus Greening Disease in Severely Infected Areas*, 6–7 December 2006, Japan, pp. 47 – Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries,Tokyo, Japan.

Bové J, EC, Calavan, LR, Fraser, L, Knorr, F, Nour-Eldin A A, salibe, Shoichi Tanaka, LG, Weathers and JFL, Childs (chairman) 1968, Indexing Procedures for 15 virus diseases of citrus tree, Agriculture Handbook No. 333, Uinete State Departement of Agriculture, Washington, D.C. Issued February 196.

Bové, JM, Vogel, R (Editors) 1981, *Description and illustration of virus and virus-like diseases of citrus,* Setco- IRFA, Paris, France

14. Bové, JM, Dwiastuti, ME, Triwiratno, A, Supriyanto, A, Nasli, E, P. Becu, P & Garnier, M 2000, Incidence of Huanglongbing and Citrus Rehabilitation in North Bali, Indonesia, *Fourteenth IOCV Conference, 2000—Insect-Tramsmitted Procaryotes: 200 – 206.*

Bové, J M 2006, Huanglongbing: A destructive, newlyemerging, century old disease of citrus, *J. Plant Pathol*. no. 88, pp.7-37.

BPS (Biro Pusat Statistik) 2012, Produksi Tanaman sayuran dan Buah-buahan, Jakarta

Candresse, T, Martelli, GP 1995, Closterovirus genus, *Archives of Virology, Supplement,* no. 10, pp. 461-464. CMI (1978) *Distribution Maps of Plant Diseases* No. 289 (edition 5). CAB International.

Chen, GQ, Yan, SX, Roistacher, CN 1992, First report of citrus vein enation disease in China, *Plant Disease,* no. 76, pp. 1077.

Clark, MF & Adams, A N 1977, Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for thedetection of plant virus, *J. Gen. Virol.*, no. 34, pp. 475-483.

Dawson, B 1988, Compedium of citrus diseases: Citrus Virus diseases, *In* Whiteside JO, Garnsey SM, and Timmer W (eds.), APS Press. The American Phytopathological Society.

Dawson, W 1999, Tobacco Mosaic Virus Virulence and Avirulence, *Phil. Trans.*,vol. 354, pp.645-651, London: The Royal Society.

Da Graca JV & Maharaj SB 1991, Citrus Vein Enation Virus, a probable luteovirus in: Proc 11 Conf IOCV, pp.391-394, IOCV, Riverside. CA

Devy, NF, Hardiyanto & Dwiastuti, ME 2015, Teknologi Shoot Tip Grafting dan Indeksing: Aplikasinya pada Perbenihan Jeruk Bebas Penyakit, IAARD Press Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Jakarta 12540, 63 p.

Dirjen Hortikultura 2014, Statistik Produksi Hortikultura. Kementerian Pertanian, Jakarta.

D'Onghia, AM, Djelouah, K, Alioto, D, Castellano, MA, & Savino, V 1998, ELISA correlates with biological indexing for the detection of citrus psorosis-associated virus, *J. Plant Pathol.* vol. 80, pp.157-163.

Dwiastuti, ME 1989, Penampakan Gejala Penyakit Tristeza Isolat Kuat dan Lemah Dengan cantuman Pada Jeruk Nipis, Prosiding PFI, 1989, Denpasar : 268-269.

Dwiastuti, *et al*. 1992, Evaluasi indeksing virus pada jeruk komersial dalam menjunjang rehabilitasi jeruk, Prosiding seminar HPTI Surabaya.

Dwiastuti, ME 1993, Citrus Triteza Virus (CTV) Strain and Identification by monoclonal antibody, Paper presented in South East Asia Symposium on Biology and Control Crop Pathogens 2-4 February 1993, Bogor Indonesia.

Dwiastuti ME & Triwiratno A 1994, Identifikasi strain lemah virus triteza jeruk (CTV) di Jatim, menunjang program imunisasi jeruk, *Prosiding Seminar Regional I PFI*, vol. IV,3, 1994, hlm. 56-58.

Dwiastuti ME & Triwiratno, A, Supriyanto, A 1994, Indeksing CTV dengan metode DAS Elisa pada tanaman jeruk di BF dan BPMT di Indonesia, Prosiding Seminar Hasil dan Pengembangan Bioteknologi II, Bogor, 1994, Hlm. 1-8

Dwiastuti ME, Triwiratno, A, Muharam, A 1995, Preimunisasi tanaman jeruk: seleksi strain lemah CTV yang protektif, *Jurnal Hortikultura*, vol 5, no. 1, pp. 35-46.

Dwiastuti, ME 1995, Pengaruh lama kontaminasi viroid exocortis jeruk dengan pisau terhadap keberhasilan penularan dan uji inaktivasi CEVd secara kimiawi, *Pros, Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah PFI-Mataram, 1995*, penerbit Unram Mataram: 398-403 ISBN : 979-95441-0-x

Dwiastuti *et al*. 1995, Premunisasi Tanaman jeruk : selksi strain lemah CTV yang protektif, *J. hort.* vol. ..... no. .....pp. .....

Dwiastuti ME, Sugiyarto M, Yunawan, 1996, Seleksi jenis jeruk toleran terhadap penyakit CVPD isolat, *Dau, Pros, Simposium Pemuliaan Tanaman IV, UPN Jawa Timur*, vol. V, no. 9, pp. 309-314.

Dwiastuti ME, Triwiratno A, Supriyanto A, 1997, Deteksi Penyebaran Geografi Penyakit CVPD di Bali Utara dengan Polymerase Chain Reaction (PCR), *Pros. Conf. Biosafety of Biotechnology & Intelectuall Property Right*, pp. 126-135

Dwiastuti ME, Triwiratno, A, Muharam, A 1999, Preimunisasi tanaman jeruk: uji daya proteksi strain lemah citrus Triteza Virus asal Madura terhadap strain kuat CTV yang berbeda, *Pros, Simposium V Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia*, Penerbit Univ, Brawijaya Malang 1999 : 233-239 ISBN : 979-508-350-3

Dwiastuti & Triwiratno, 1999, Dwiastuti, ME, & Triwiratno, A 1999, Detection of the Asian and African *liberobacter* species caused greening disease of citrus with PCR (*Polymerase Chain Reaction*), Indonesian Journal of Biotechnology, June 1999: 266-270

Dwiastuti, ME, Triwiratno, A, Supriyanto, A, Garnier, M, Bove' JM 2003, Deteksi Penyebaran Geografis Penyakit CVPD di Bali Utara Dengan Metode Polymerase Chain Reaction, *Jurnal Hortikultura,* Vol. 13, no. 2, pp. 138-145.

Dwiastuti ME, & Sutopo 2004, Mengenal Penyakit Non Infeksius : Kekurangan (Defisiensi) Hara Mikro Pada Tanaman Jeruk, Sirkular inovasi teknologi jeruk, Citrusindo, Citrus Indonesia Volume: 05, Mei 2004

Dwiastuti, ME & Kurniawati, MY 2007, Keefektifan Entomopatogen Hirsutella citriformis (Deuteromycetes : Moniliales) Pada Kutu Psyllid Diaphorina citri KUW. *Jurnal Hortikultura*, vol, 17, no. 3, pp.244-252.

Dwiastuti, ME, Triwiratno, A, Endarto O, Wuryantini S, Yunimar 2011, Panduan Teknis Pengenalan dan Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Jeruk, Cetakan ke-3, 96 hal, Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Kementerian Pertanian

Dwiastuti, ME 2011, Simultaneous Infection Of Mandarin (*Citrus reticulata* Blanko,) With Tristeza Virus and *Liberobacter asiatus* In Indonesia, *Proceeding The International Seminar On Natural Resources, Climate Change And Food Security Developing Countries*-June 27-28-2011, Book 1 Surabaya,

Dwiastuti ME & S Widyaningsih 2013, Pengaruh waktu inokulasi penyakit viroid Exocortis jeruk (CEVd) hasil koleksi terhadap gejala dan pertumbuhan tanaman, *Pros. Seminar 3 in one Perhorti* : 72 – 77, Universitas Brawijaya Malang,

El-Shorbagy, AE 2007, Studies on some virus and virus- like diseases in citrus, MSc, pp. 109, Egypt.

Endarto, O & Wicaksono RC 2013, Aplikator pestisida yang efisien dan ramah lingkungan, Hama mati musuh alami selamat, Leaflet Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika,

EPPO/CABI 1996, Citrus Vein Enation Woody gall, In: *Quarantine pests for Europe*, 2nd edition (Ed. by Smith, IM, McNamara, DG, Scott, PR, Holderness, M), CAB International, Wallingford, UK.

EPPO/CABI 1996a, Citrus tristeza closterovirus, In: *Quarantine pests for Europe*, 2nd edition (Ed. by Smith, IM, McNamara, DG, Scott, PR, Holderness, M), CABI International, Wallingford, UK.

Fahmy, H, AM, Abouzeid, AM, D'Onghia, K Djelouah, A, Camacho & Martelli, GP 2002, Main graft transmissible pathogens of citrus in Egypt: In III Workshop Gruppo di lavoro sol Miglioramento Gentetico, Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari, Valenzano, Italy,

Funayama, S, & Terashima, I 2006, Effect of Eupatorium Yellow Vein Virus Infection on Photosynthetic Rate, Chlorophyll Content and Chloroplast Structure in Leaves of Euphatorium makin During Leaf Development, Functional Plant Biology, pp.165-175.

Garjito 2014, Kebijakan mutu dan standardisasi, Makalah disampaikan pada bimtek audit internal laboratorium terakreditasi, 2 April 2014, Direktorat mutu dan standardisasi, Ditjen pengolahan dan pemasaran hasil pertanian, Kementerian Pertanian,

Garcia, ML, Dal Bo, E, Grau, O, & Milne, RG 1994, The closely related citrus ringspot and citrus psorosis virus have particles of novel filamentous morphology, *J. Gen. Virol*, vol. 75, pp.3585-3590.

Garnsey, SM 1988, Vein enation (woody gall), In: Compendium of citrus diseases (Ed. by Whiteside, JO, Garnsey, SM, Timmer, LW), p.50, American Phytopathological Society, St, Paul, USA.

Hartung, J, S, Paul, C, Achor, D, & Brlansky, RH 2010, Colonization of dodder, *Cuscuta indecora*, by *Candidatus Liberibacter asiaticus'* and *'Ca, L, americanus'*, Phytopathology, vol. 100, pp.756-762.

Hilf, ME 2011, Colonization of citrus seed coats by *'Candidatus* Liberibacter asiaticus': Implications for seed transmission, Phytopathology, vol. 101, pp.1242-1250.

Iwanami, T, Kano, T, Koizumi, M 1992, Spherical virus-like particles associated with vein enation on Yuzu (*Citrus junos*), *Bulletin of the Fruit Tree Research Station*, No. 23, pp. 137-143.

Jagoueix S, Bove JM & Garnier M 1994, The problem limited bacterioloy of greening disease of citrus is a member of the proteobacteria, International org citrus virol, Riverside pp. 212-219.

Jagoueix *et al.* 1996, Jaqoueix S, JM, Bove & M, Garnier 1996, PCR detection of the two–Candidatus Liberobacter species associated with greening disease of citrus, Molecular & Cellular Probes, vol. 10, pp. 43-50.

Jagoueix, S, Bove, JM, & Garnier, M 1997, Comparison of the 16S/23S ribosomal intergenic regions of *Candidatus* Liberobacter asiaticum‖ and – *Candidatus* Liberobacter africanum,‖ the two species associated with citrus Huanglongbing (greening) disease, Int, J, Syst, Bacteriol, vol. 47, pp.224-227.

Ketut Sri Marhaeni, Julyasih 2004, deteksi patogen penyebab penyakit CVPD (Citrus Vein Phloem Degeneration) pada beberapa jenis tanaman jeruk (citrus spp,) dengan pcr (polymerase chain reaction), *Jurnal Ilmu Pertanian : mapeta, 7 (1), ISSN 1411-2817*

Klotz, LJ, calavan EC, Weather LG 1982, Vieus and virus like diseases of citrus, Division of agricultureal Science, University of California, Riverside, Leaflet, 2453,

Li, J, Mookerjee, B, Wagner, J & Flomenberg, N 2007, In vitro methods for generating highly purified EBV associated tumor antigen-specifi cT cells by using solid phase T cell selection system for immunotherapy,*J, Immunological Methods*, 328:19–181

Lopes, SA, Bertolini, E, Frare, GF, Martins, EC, Wulff, N A, Teixeira, DC, Fernandes, N G, & Cambra, M 2009, Graft transmission efficiencies and multiplication of *Candidatus* Liberibacter americanus‘ and *Ca*, Liberibacter asiaticus‘ in citrus plants, Phytopathology, vol. 99, pp.301-306.

Maharaj, SB, da Graca, JV 1989, Transmission of citrus vein enation virus by *Toxoptera citricidus*, *Phytophylactica*, vol. 21, pp. 81-82.

Maharaj, SB, da Graca, JV 1988, Observation of isometric virus-like particles associated with citrus vein enation-infected citrus and the viruliferous aphid vector *Toxoptera citricidus*, *Phytophylactica* 20, 357-360

Mali, VR, Chaudhuri, KG, Rane, SD 1976, The vein- enation virus disease of citrus in India, *Indian Phytopathology,* vol. 29, pp. 43-45,

Martín S, RG, Milne, D, Alioto, J, Guerri, & P, Moreno 2002, Other virus : Psorosis-like Symptoms Induced by CausesOther Than*Citrus psorosis virus, Fifteenth IOCV Conference,—Other Virus* : 197 – 204

Mawassi *et al.* 1996, Mawassi, M,E, Mietkiewska, R, Gofman, G,Yang, & M, Bar-Joseph, 1996, Unusual sequence relationships between two isolates of citrus tristeza virus, *J. General Virol,* vol. 77, pp. 2359-2364.

Muharam & Triwiratno, 1992 Muharam, A, & A, Triwiratno 1992, Indeksing penyakit sistemik jeruk dengan tanaman indikator, Makalah pelatihan jeruk FAO.

Nasir, MA, Aziz, A, Mohar, TA, Rehman, MA, Ahmad S 2006, Effect of planting distance on tree growth and fruit quality of shamber grape fruit under agro climatic condition of Sargodha, *J. Agric., Res.,* vol. 44, no. 4.

Nikolaeva OV, Karasev AV, Powell CA, Gumpf DF, Garnsey SM, Lee RF 1996, Mapping of epitopes for citrus tristeza virus-specific monoclonal antibodies using bacterially expressed coat protein fragments, *Phytopathology*, vol. 86, pp.974-979.

Nurhadi 2011, Nurhadi & Whittle, AM 1988, Pengenalan dan Pengendalian hama dan penyakit tanaman jeruk, Sub Balithorti Malang, Balithorti Solok Puslit Hortikultura Jakarta, 118 hal.

Nurhadi *et al.* 2014, Proposal Balitjestro, Prototipe Kit Deteksi Cepat dengan Akurasi Tinggi untuk Penyakit Huanglongbing (HLB) Tanaman Jeruk, DIPA TA, 2014, 33p

Okuda *et al.* 2005, Okuda M, Matsumoto M, Tanaka Y, Subandiyah S, Iwanami, T 2005, Characterization of the tuf B0secE-nusG-rplKAJLB gene cluster of the citrus greening organism and detection by loop-mediated isothermal amplification, *Plant Dis.,* vol. 89, pp.705-11.

OEPP/EPPO 1995, Certification schemes No. 12, Pathogen-tested citrus trees and rootstocks, *Bulletin OEPP/EPPO* download from http://ecoport,org/ep?SearchType=slideshowViewSlide&sl ideshowId=60&slideId=828

Papu *et al.* 1989, Pappu, SS, V J, Febres, HR, Pappu, R F, Lee, & CL, Niblett 1997, Characterization of the 3' proximal gene of the citrus tristeza closterovirus genome, Virus Research, vol. 47, pp. 51-57.

Pappu, HR, SS, Pappu, RF, Lee, M, Cambra, P, Moreno, SM,Garensey, and CL, Niblett 1994, The molecular basis for the antigenic diversity of citrus tristeza virus: Implications for virus detection, *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 107: 8-12, Permar, T,A,, S,M, Garensey, D,J, Gumpf, and R,F, Lee, 1990,

Rochapena *et al.* 1995, Rocha-pena, MA, RF, Lee, R, Lastra, CL, Niblett, FM, Ochoa-Corona, SM, Garensey, & RK, Yokomi 1995, Citrus virus and its aphid vector *Toxoptera citricida:* Threats to citrus production in the Caribbean and Central and North America, *Plant Dis.,* vol. 79, pp.437-

Dwiastuti ME & Roesmiyanto 1986, Gejala Penyakit *Triteza* Pada beberapa Kultivar Jeruk (*Citrus* spp), Buletin Penelitian Hortikultura Vol XIV Edisi Khusus 1986: 79-84

Roistacher 1981, Recent changes in trasmisibility of seedlin yellow, Citrograph 67: 28 -32

Roistacher C,N,, 1991, Techniques for biological detec - tion of specific citrus graft-transmissible diseases, In: ROISTACHER C,N, (ed,), Graft-transmissible Diseases of Citrus, Handbook for Detection and Diagnosis, Rome, FAO: 35–45

Roistacher, C, N,1993, Psorosis—A review, In:*Proc, 12th Conf, IOCV*, 139-154, IOCV, Riverside, CA,30

Roistacher, C,N, (1979) Elimination of citrus pathogens in propagative budwood I, Budwood selection, indexing and thermotherapy, In: *Proceedings of the International Society of Citriculture* Vol, 3 (Ed, by Grierson, W,), pp, 965-972, University of California, Riverside, USA,

Roistacher, C,N,; Kitto, S,L, (1977) Elimination of additional citrus virus by shoot-tip grafting *in vitro, Plant Disease Reporter* 61, 594-596

84, Rubio *et al*, 2001 Rubio L,, Ayllon M,A,, Kong P,, Fernandez A,, Polek M,, Guerri J,, Moreno P,, Falk B,W,, 2001, Genetic variation of Citrus tristeza virus isolates from California and Spain: evidence for mixed infections and recombination, *Journal of Virology* **75**: 8054-8062

Rubio, L,, M,A, Ayllón, J, Guerri, H, Pappu, C,L, Niblett and P, Moreno, 1996, Differentiation of citrus tristeza closterovirus (CTV) isolates by single-strand conformation polymorphism analysis of the coat protein gene, Ann, Appl, Biol, 129: 479-489

Sofi *et al*, 2007), Sofy, A,R,, 1 1A,A, Mousa, 2H, Fahmy, 1S,A, Ghazal and 3Kh,A, El-Dougdoug, 2007,Anatomical and Ultrastructural Changes in Citrus Leaves Infected with *Citrus psorosis virus* Egyptian Isolate (CPsV-EG), Journal of Applied Sciences Research, 3(6): 485-494, 2007 © 2007, INSInet Publication

87, Somowiyaryo, S, 2004, Pengembangan serodiagnosis virus tumbuhan untuk mendukung kemandirian pangan, Naskah pidato engukuhan guru besar Ilmu Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Supriyanto, A,, M,E, Dwiastuti, A, Triwiratno, O, Endarto, dan Sutopo, 2000, Pengendalian Penyakit CVPDdengan Penerapan Pengelolaan Terpadu Kebun Jeruk Sehat (PTKJS), Dalam: M, Sugiyarto dan E, Widayati (Eds,), Petunjuk Teknis Rakitan Teknologi Pertanian, BPTP Karangploso, Hal 23-30

Sutopo 2014, Panduan menentukan dosis pupuk berdasarkan pada hasil panen untuk tanaman jeruk, Leaflet Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika

Teixeira, D,C, Saillard, C, Eveillard, S, Danet, J, L, Ayres, AJ, and Bové, JM 2005, Candidatus Liberibacter americanus‖associated with citrus huanglongbing (greening disease) in São Paulo State, *Brazil, Int. J. Syst. Evol. Microbiol., vol.* 55, pp.1857-1862,

Tirtawidjaja S, 1964, Citrus Vein-Phloem DegenertionVirus Penjebab dari Citrus Chlorosis di Jawa, *Disertasi*, Institut Pertanian Bogor

Tirtawidjaja, S, 1980, Citrus virus research in Indonesia, In: Proc, 8th Conf, IOCV, 129-132, IOCV, Riverside, CA,

Triwiratno A & Dwiastuti ME, 1999, Quick detection of citrus greening by PCR method with specific and universal primers, Indonesian Journal of Biotechnology June 1999: 266-270

Wallace, J,M,; Drake, R,J, (1960) Woody galls on citrus associated with vein-enation virus infection, Plant Disease Reporter 44, 580-584

Wheaton *et al*, 1990 Wheaton, T,A,, W,S, Castle, J,D, Whitney,D,P,H, Tucker, and R,P, Muraro, 1990, A high density citrus Planting, Proc, Fla, State Hort,Soc, 103:55-59,

Wirawan IGP, Sulistyowati L, Wijaya, IN, 2004, Penyakit CVPD pada tanaman Jeruk, Analisis baru berbasis bioteknologi, Direktorat Jendral Produksi Bina Produksi Hortikultura, Departemen Pertanian, 137 h,

Zubaidah, S 2004 identifikasi, variasi genetik, distribusi dan upaya eliminasi bakteri penyebab penyakit CVPD, Disertasi Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang, 2004, 167 p,

Velázquez K, Pérez, JM, Alonso, M, Batista, L, Rodríguez, J, Legarreta, G, Grau, O & García, ML 2005, Detection of *Citrus Psorosis Virus* in Cuba, *Sixteenth IOCV Conference, 2005—Short Communications : 427-428* http://en,wikipedia,org/wiki/Category:Closteroviridae, 2014

GLOSSARY

AEC	ASEAN Economy Community
KAH	Kawasan Agribisnis Hortikultura
virus	Kelompok mikroorganisme, penyebab penyakit tanaman jeruk yang dapat menular, mempunyai gejala agak mirip satu sama lain, terdiri dari virus, viroid, Liberobacter, dan mikoplasma.
silent killer	Penyebab kematian yang tidak kentara
DNA	deoxyribonucleic acid atau asam deoksiribonukleat
RNA	Asam ribonukleat (bahasa Inggris:ribonucleic acid, *RNA*) *adalah* satu dari tiga makromolekul utama (bersama dengan DNA dan protein) yang berperan penting dalam segala bentuk kehidupan
CVPD	*Citrus Vein Phloem Degeneration*
HLB	Huanglungbin
CTV	Citrus Tristeza Virus
CVEV	Citrus Vein Enation Virus
CEVd	Citrus Exocortis Virus
CPsV	Citrus Psorosis Virus
Cangkok	Cara perkembangbiakan pada tumbuhan dengan menanam batang atau dahan yang diusahakan berakar terlebih dahulu
Insiden penyakit	jumlah kasus *penyakit* dimulai, atau kematian terjadi, selama suatu periode tertentu pada populasi tertent
EPPO	European Plant Protection Organization
graft transmitted	Penularan penyakit tanaman melalui penyambungan tanaman
enasi	tonjolan pada tulang daun terinfeksi
	penyakit sistemik
Concave gum	pertumbuhan cabang abnormal, membentuk kantong-kantong *gum*
	memanjang

Blind pocket	Fase gejala infeksi virus psorosis pada tanaman jeruk ditandai dengan lubang kecil-kecil pada batang dan yang menghasilkan tonjolan pada kulit batang bagian dalam
klorotik	Daun menguning karena kloropil berkurang
Vein flecking	Klorosis pada sekitar tulang daun yang tembus cahaya, bentuk zigzag
infections variegation virus	Sinonim dengan citrus psorosis virus complex
Crinkly leaf	Gejala daun berkerut, belang belang klorosis, dan daun bentuknya distorsi/ berubah
impietratura	Bergejala ring spot pada jeruk di Israel, kemungkinan disebabkan viroid
cristacortis.	Gejala penyakit pada jeruk, ditandai ada lubang-lubang kearah dalam pada batas sambunga jeruk asam, kemungkinan disebabkan virus.
bark scaling	Kulit bersisik pada tanaman terinfeksi menyebabkan tanaman lemah, buah berkurang bahkan menyebabkan kematian tanaman jeruk
gom	Blendok, eksudat/ cairan kental dari tanaman yang terinfeksi patogen sebagai mekanisme ketahanan tanaman
xilem	Jaringan pengangkut yang mengangkut air dan mineral dari akar menuju daun. Pada dikotil xilem terletak lebih dalam dari kambium.
phloem	jaringan pengangkut yang mengangkut zat makanan dari daun menuju seluruh tubuh tumbuhan air dan mineral . Pada dikotil phloem terletak di luar kambium
dikotil	Tumbuhan berbiji belah atau berkeping dua. Tumbuhan dikotil memiliki sepasang daun lembaga yang sudah terbentuk sejak dalam tahap biji
Monokotil	Tumbuhan biji berkeping tunggal
epinasti	Gejala virus, daun melengkung ke bawah
virus	Patogen yang terdiri dari asam nukleat RNA atau DNA saja yang diselubungi mantel protein.

viroid	Patogen yang tubuhnya terdiri dari satu macam asam nukleat saja (RNA atau DNA) tanpa mempunyai mantel
kerancuan	campur aduk dalam membedakan gejala penyakit
Eradikasi	Pembuangan tanaman atau bagian tanaman sakit, Pembongkaran tanaman
greening sektoral	Gejala menguning pada sebagian kanopi atau sektor tertentu pada tanaman
infeksius	Bersifat infeksi
defisiensi	Kekurangan unsur
PCR	Polymerase Chain Reaction
ELISA	*Enzyme Linked Immunosorbent assay*
symptompless	Tidak bergejala/ gejala tersembunyi
BF	Blok Fondasi
BPMT	Blok Penggandaan mata tempel
Screen house	Rumah kasa
STG	*Shoot Tip Grafting*/ penyembungan tunas pucuk
Las	*Liberibacter asiaticus*
Laf	*Liberibacter africanum*
Lam	*Liberibacter americanum*
LAMP	*Loop-mediated Isothermal Amplification*
Aviodan	Mengurangi tingkat penyakit
Proteksi	Mengurangi tingkat infeksi awal dengan aplikasi racun atau penghalang infeksi lainnya
Resistensi	Menggunakan kultivar tahan terhadap infeksi terutama terhadap infeksi awal
Eksklusi	Mengurangi jumlah inokulum awal yang berasal dari luar lingkungan tersebut
Proteksi silang	Perlindungan tanaman menggunakan strain virus lemah terhadap infeksi virus strain ganas dari jenis virus yang sama
eradikasi	Mengurangi produksi inokulum awal dengan memusnahkan atau membuat tidak aktif sumber inokulum awal (dengan cara sanitasi, membuang penyimpan inokulum, membuang inang antara, dan sebagainya).

Terapi	Menyembuhkan tanaman yang telah terinfeksi atau menggunakan terapi panas, terapi kimia dan/atau kultur meristem untuk memproduksi benih bebas penyakit atau bagian vegetatif tanaman bebas penyakit

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Prof. Ir. Loekas Soesanto, MS., Ph.D. (Guru besar ilmu penyakit tanaman Univarsitas Jenderal Soedirman Purwokerto) yang telah banyak memberi arahan dan koreksi terhadap isi dari buku Mencegah Ancaman Penyakit Sistemik Jeruk sehingga secara substansi buku ini dapat lebih bermutu. Beliau juga sangat mendukung untuk bisa diterbitkannya buku ini karena buku ini sangat bermanfaat sebagai sarana penting dalam mencegah dan mengendalikan penyakit sistemik pada tanaman jeruk. Perjerukan di Indonesia harus bangkit dari keterpurukan akibat penyakit tersebut dan buku Mencegah Ancaman Penyakit Sistemik Jeruk yang disusun oleh Ir. Mutia Erti Dwiastuti, MS. merupakan salah satu upaya/sarana untuk membangkitkan kembali kejayaan jeruk lokal melalui pencegahan dan pengendalian penyakit sistemik yang dapat mematikan tanaman jeruk.