

PENGELOLAAN VEKTOR CVPD SECARA TERPADU

**OLEH :
MOFIT EKO POERWANTO
CHIMAYATUS SOLICHAH**



**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA**

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Gambar.....	v
1. Penyakit CVPD.....	1
1.1. Penyebab Penyakit.....	8
1.2. Gejala Serangan.....	9
1.3. Cara Penularan	17
1.4. Sebaran Geografis dan Kerusakan Akibat CVPD...	18
2. Vektor CVPD.....	22
2.1. Taksonomi.....	23
2.2. Morfologi dan Biologi.....	23
2.3. Cara Menyerang Inang.....	29
3. Strategi Penanggulangan CVPD.....	31
3.1. Penggunaan Bibit Bebas Penyakit.....	33
3.2. Isolasi Areal Tanam.....	35
3.3. Sanitasi Tanaman Inang Alternatif.....	36
3.4. Tumpangsari Tanaman Jeruk Dengan Jambu Biji.....	39
3.5. Aplikasi Minyak Mineral.....	43
3.6. Pemanfaatan Jamur Entomopatogen Sebagai Pengendali Vektor Penyakit CVPD.....	46
Daftar Pustaka.....	55

Daftar Gambar

Gambar 1.	Gejala Khas Penyakit CVPD dan Vektor <i>D. citri</i> Di Indonesia.....	7
Gambar 2.	Buah jeruk sehat dan buah jeruk sakit.....	13
Gambar 3.	Buah jeruk sehat di pohon.....	14
Gambar 4.	Daun jeruk terserang CVPD.....	14
Gambar 5.	Tanaman jeruk yang terserang CVPD.....	15
Gambar 6.	Tanaman jeruk sehat dengan buah yang banyak.....	16
Gambar 7.	Luas serangan penyakit HLB di Indonesia tahun 2009-2013.....	21
Gambar 8.	Imago <i>Diaphorina citri</i>	26
Gambar 9.	Instar nimfa <i>Diaphorina citri</i>	27
Gambar 10.	Sekresi yang dihasilkan oleh nimfa <i>D. citri</i>	28
Gambar 11.	Olfactometer (tabung gelas Y) untuk pengujian repelensi <i>D. citri</i> terhadap daun jambu	42
Gambar 12.	Cendawan ramah lingkungan pembunuh hama <i>D. citri</i> vektor HLB.....	51
Gambar 13.	Infeksi <i>H. citriformis</i> pada serangga lain non target.....	53

PENGELOLAAN VEKTOR CVPD SECARA TERPADU

Oleh:

**MOFIT EKO POERWANTO
CHIMAYATUS SOLICHAH**

Penerbit

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

UPN “Veteran” Yogyakarta

Jl. Pajajaran, Condongcatur, Yogyakarta

Email: Puslitbang.lppm@upnyk.ac.id

Cetakan I: 2021

Desain sampul

Mofid Narawangsa Adhikakusuma

Editor: Mofit Eko Poerwanto

ISBN:

ISBN 978-623-5539-02-7



KATA PENGANTAR

Keberlanjutan usaha agroindustri jeruk nasional pada khususnya dan dunia masih terkendala oleh tingginya serangan penyakit *Citrus vein phloem degeneration* (CVPD) atau penyakit *Huanglongbing*. Serangan penyakit CVPD semakin meluas, seiring dengan semakin meluasnya sebaran vektornya. Penyakit ini disebabkan oleh pathogen bakteri Gram-negatif ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ dan ‘*Candidatus L. americanus*’ untuk tipe Asia dan Amerika. Dampaknya berupa tingginya kematian, pendeknya umur produktif serta turunya produktivitas dan kualitas buah jeruk. CVPD ditularkan secara vegetative serta oleh serangga vektor *D. citri*. Hanya imago dan nimfa instar 4-5 yang mampu menularkan. Kemampuan penularannya sepanjang hidupnya. Pengendalian CVPD harus dilakukan secara terpadu melalui empat komponen utama, yaitu (1) penggunaan bibit bebas penyakit, (2) eliminasi tanaman sakit di lapangan, (3) pengendalian serangga vektor, dan (4) karantina. Mengingat pentingnya penyakit CVPD dan peran vektor dalam penularannya, maka pengetahuan tentang CVPD dan vektornya sangat

diperlukan untuk mendapatkan strategi pengendalian yang tepat terhadap serangga vector *D. citri* dan penyakit CVPD.

Buku ini tersusun oleh adanya peran serta dari berbagai pihak, antara lain tim peneliti hibah Penelitian Terapan dan LPPM- UPN “Veteran” Yogyakarta. Buku berisi rekaman rangkaian hasil penelitian yang telah tercapai dalam mengisi *Road map* penelitian untuk menghasilkan strategi pengendalian serangga vector *D. citri* mulai dari pemahaman perikehidupannya hingga identifikasi efektifitas teknik pengendalian menggunakan teknik *repelensi*. Naskah ini dibimbing oleh tim penerbit LPPM-UPN “Veteran” Yogyakarta. Semoga dengan terbitnya buku ini dapat memberikan kontribusi yang memadahi tentang pemahaman peran serangga vector terhadap penyebaran penyakit CVPD beserta alternative pengendaliannya kepada para pembaca.

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Gambar.....	v
1. Penyakit CVPD.....	1
1.1. Penyebab Penyakit.....	8
1.2. Gejala Serangan.....	9
1.3. Cara Penularan	17
1.4. Sebaran Geografis dan Kerusakan Akibat CVPD... ..	18
2. Vektor CVPD.....	22
2.1. Taksonomi.....	23
2.2. Morfologi dan Biologi.....	23
2.3. Cara Menyerang Inang.....	29
3. Strategi Penanggulangan CVPD.....	31
3.1. Penggunaan Bibit Bebas Penyakit.....	33
3.2. Isolasi Areal Tanam.....	35
3.3. Sanitasi Tanaman Inang Alternatif.....	36
3.4. Tumpangsari Tanaman Jeruk Dengan Jambu Biji.....	39
3.5. Aplikasi Minyak Mineral.....	43
3.6. Pemanfaatan Jamur Entomopatogen Sebagai Pengendali Vektor Penyakit CVPD.....	46
Daftar Pustaka.....	55

Daftar Gambar

Gambar 1.	Gejala Khas Penyakit CVPD dan Vektor <i>D. citri</i> Di Indonesia.....	7
Gambar 2.	Buah jeruk sehat dan buah jeruk sakit.....	13
Gambar 3.	Buah jeruk sehat di pohon.....	14
Gambar 4.	Daun jeruk terserang CVPD.....	14
Gambar 5.	Tanaman jeruk yang terserang CVPD.....	15
Gambar 6.	Tanaman jeruk sehat dengan buah yang banyak.....	16
Gambar 7.	Luas serangan penyakit HLB di Indonesia tahun 2009-2013.....	21
Gambar 8.	Imago <i>Diaphorina citri</i>	26
Gambar 9.	Instar nimfa <i>Diaphorina citri</i>	27
Gambar 10.	Sekresi yang dihasilkan oleh nimfa <i>D. citri</i>	28
Gambar 11.	Olfactometer (tabung gelas Y) untuk pengujian repelensi <i>D. citri</i> terhadap daun jambu	42
Gambar 12.	Cendawan ramah lingkungan pembunuh hama <i>D. citri</i> vektor HLB.....	51
Gambar 13.	Infeksi <i>H. citriformis</i> pada serangga lain non target.....	53



1. Penyakit CVPD

Jeruk (*Citrus spp.*) merupakan salah satu genus dari famili Rutaceae yang mempunyai nilai ekonomi penting dan menjadi salah satu buah budidaya dunia yang diperkirakan produksinya telah mencapai 121.273.200 ton untuk tahun 2014 (FAO, 2014). Jeruk menjadi komoditas hortikultura yang berfungsi sebagai sumber gizi, sumber energi, nutrisi dan suplemen kesehatan. Jeruk juga menjadi salah satu bahan baku berbagai olahan industri, sehingga

jeruk dapat meningkatkan sumber pendapatan, peluang kerja dan devisa ekspor nasional.

Jeruk termasuk jenis buah- buahan yang digemari oleh masyarakat dan memiliki kapasitas dalam menunjang perbaikan gizi masyarakat, karena kandungan vitamin C nya cukup tinggi dan baik dikonsumsi baik dalam bentuk segar (sebagai buah meja) maupun lagan (jus dan sirop). Jeruk menempati urutan ke tiga sebagai buah yang paling banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia pada 2015 dan 2016, dengan tingkat konsumsi 3,28 kg per kapita per tahun pada 2015 yang naik menjadi 3,60kg per kapita per tahun pada 2016. Produksi jeruk pada dua tahun ke depan diproyeksikan mencapai lebih dari 3,2 juta ton dengan estimasi pertumbuhan sebesar 4,93% per tahun. Menteri Pertanian Amran Sulaiman menjelaskan, saat ini populasi tanaman jeruk saat ini diperkirakan mencapai 53.000 hektare (ha) dan luas panen komoditas jeruk pada 2020 diprediksi akan mencapai 61.778 ha dengan pertumbuhan sebesar 2,03% per tahun. “Demikian juga dengan produksinya sampai dengan tahun 2020 diproyeksikan naik dengan rata-rata pertumbuhan 4,93% per tahun, dimana pada tahun 2020 produksi jeruk akan mencapai 3.246.994 ton (Manalu, 2018).

Produksi jeruk di Indonesia mencapai 1.926.000 ton, sementara jumlah konsumsi jeruk hanya berkisar 2,73 kg/kapita/tahun atau 696.759 ton (36,17 % produksi Indonesia). Tingginya nilai surplus produksi jeruk belum dapat meningkatkan volume ekspor maupun menekan volume impor jeruk ke Indonesia. Jumlah ekspor jeruk baru mencapai 1.338 ton (0,07% produksi Indonesia) (BPS, 2014), sementara jumlah impor jeruk sudah mencapai 133.000 ton (6,90 % produksi Indonesia) yang setiap tahun terus mengalami peningkatan (FAO, 2016). Hal ini menginterpretasikan adanya konsumen yang menghendaki jenis dan mutu buah prima yang belum bisa dipenuhi produsen dalam negeri. Dengan demikian sangat jelas bahwa prospek dan potensi pasar jeruk sangat besar, sehingga memerlukan peningkatan baik kualitas maupun kontinuitas produksi jeruk di Indonesia.

Indonesia memiliki tiga jenis jeruk lokal yang komersial, yaitu jeruk besar atau Pamelon (*C. grandis*), Jeruk Siam (*C. nobilis* Lour. Var. *microcarpa*) dan jeruk Keprok (*C. reticulata* Blanco), sekitar 70-80% jeruk yang dikembangkan adalah Jeruk Siam (Morey & Shearer, 2007). Jeruk Siam populer dikembangkan karena memiliki aroma yang khas, rasa yang manis dan produktivitasnya

lebih tinggi serta memiliki daya adaptasi yang tinggi dibanding jeruk lainnya (Martasari, Karsinah & Reflinur, 2012). Varietas Jeruk Siam di Indonesia sangat banyak, namun yang unggul hanya tiga yaitu Jeruk Siam Madu dari Sumatera Utara, Jeruk Siam Kintamani dari Bali dan Jeruk Siam Gunung Omeh dari Sumatera Barat (KEMENTAN, 2012).

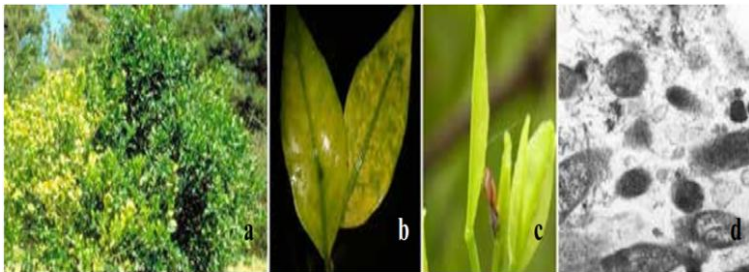
Salah satu jenis jeruk yang berkembang di Sulawesi Selatan adalah siem. Jeruk siem tersebut merupakan salah satu komoditas andalan di Kabupaten Luwu Utara, yakni kecamatan Malangke dan Malangke Barat khususnya. Luas pertanaman jeruk di kecamatan Malangke dan Malangke Barat masing- masing tercatat 10.000 ha dan 6.246 ha.

Salah satu faktor pembatas dalam pengembangan jeruk di daerah ini adalah organisme pengganggu (OPT) termasuk penyakit CVPD (*citrus vein phloem degeneration*). Selain disebut sebagai CVPD, penyakit ini juga dikenal di dunia sebagai penyakit *Greening* atau di china dikenal sebagai *Huanglongbing* (HLB) atau ‘Naga Merah’. Penyakit ini termasuk penyebab matinya pohon jeruk secara besar-besaran pada tahun 1980-an di kabupaten jeneponto, bantaeng dan bulukumba (sub balithor jeneponto, 1988) selanjutnya Nurjanani *et al.*,

(1992) melaporkan bahwa penyakit CVPD telah mengancam kelangsungan hidup jeruk di kabupaten Sidrap dan pada tahun 2001 kembali dilaporkan bahwa CVPD telah ditemukan pada tanaman jeruk keprok di Selayar (Armiati *et al.*, 2001).

Insiden penyakit HLB di Indonesia cukup meresahkan dari tahun ke tahun walaupun gejala khas penyakit greening sectoral atau blotching (belang belang tidak merata) (Gambar 1 a,b) sudah sering disampaikan tetapi belum semua petani mampu mendeteksi dengan cepat karena gejala tidak selalu jelas dan kondisi agroekologi berbeda serta rancu dengan gejala defisiensi unsur hara mikro. Sering kali penyakit baru disadari bila sudah parah. Dilaporkan terjadinya berbagai kerusakan tanaman jeruk yang sangat parah di sentra-sentra pertanaman jeruk, di antaranya adalah pada tahun 1990-an, 62,34% tanaman mati di Tulungagung (Nurhadi *et al.* 1993), selama kurun waktu 8 tahun (1988– 1996) sekitar 95.564 ha pertanaman jeruk (60%) mengalami kerusakan parah di Bali Utara dengan kerugian diperkirakan mencapai Rp36 miliar pada 1984 (Nurhadi *et al.* 1994). HLB juga menyebabkan punahnya keragaman jeruk Garut, Punten, dan Tawangmangu sebelum tahun 1994 (Semangun, 2004).

Sentra jeruk Sambas di Kalimantan Barat pada era tahun 1980-an masih bebas dari HLB, kemudian berkembang menjadi sentra jeruk siam terluas di Indonesia, pada tahun 2010-an dilaporkan 15% atau 2.000 dari 13.000 hektar lahan pertanaman jeruk telah merana dan terancam mati hanya dalam waktu 6 bulan, dengan kerugian mencapai 120 milyar per tahun. Dari laporan survei BPTP Kalimantan Barat dan berita yang di lansir Kompas (2010 dalam Dwiastuti 2015), pada tahun 2010 ternyata kerugian lebih besar dari laporan sebelumnya, yaitu 3.572 dari 11.827 tanaman (31%) tanaman yang telah berproduksi telah terserang HLB dan mengancam perekonomian sekitar 65.000 petani yang hidupnya bertumpu pada budidaya jeruk. Tahun 2003, juga dilaporkan adanya 70 ha tanaman jeruk di banyuwangi yang rusak dan dieradikasi karena HLB (Nusantara, 2003).



Gambar 1. Gejala khas penyakit CVPD dan vector *D. citri* di Indonesia, (a) *greening* sektoral, (b) belang-belang tidak merata (*blotching*), (c) serangga vector, dan (d) *Candidatus Liberibacter asiaticus*. (a,b,c dok. Dwiastuti, 2015; d. dok. Hartung *et al.*, 2010)

Beberapa tahun terakhir, gejala CVPD juga telah ditemukan di kecamatan Malangke dan Malangke Barat, dengan perkiraan luas serangan sudah mencapai ± 1.040 ha (4.217 pohon) (diperta luwu utara, 2002). Khusus di desa baku-baku, serangan vector CVPD (*D. citri*) telah ditemukan 1-5 ekor per pucuk.

Untuk menjaga kelangsungan tanaman jeruk di kabupaten Luwu Utara, perlu adanya perhatian khusus terhadap penyakit CVPD, terutama pada kebun-kebun jeruk yang masih bebas CVPD, karena pengendalian penyakit tersebut jika sudah ada di pertanaman sangat sulit dilakukan. Oleh karena itu, pengenalan penyakit CVPD dan upaya pengendaliannya sangat penting bagi pertugas

lapangan maupun petani, agar kehadiran CVPD dan serangga vektornya pada tanaman jeruk dapat diketahui lebih dini. Dengan demikian, penyebarannya dapat dibatasi.

1.1. Penyebab Penyakit

Patogen penyebab penyakit HLB adalah bakteri gram negatif, , phylum proteobacter yang termasuk dalam kelas alpha proteobacteria, ordo Rhizobiales, famili Phyllobacteriaceae (Cabi 2016) dengan kandidat kelompok genus *Liberibacter* (Jagoueix et al. 1994). Dari hasil penemuan terakhir dilaporkan bahwa ada tiga kelompok spesies bakteri yang ditemukan di Asia, Afrika, dan Amerika, yaitu berturut-turut *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas), *Candidatus L. africanus* (CLaf), dan *Candidatus L. americanus* (CLam) (Jagoueix et al. 1994, Teixeira et al. 2005). CLas dan CLam dapat ditularkan dari tanaman sakit ke tanaman sehat melalui serangga penular *Diaphorina citri* Kuwayama dan dikategorikan *heat tolerance*, sedangkan CLaf yang ditularkan oleh *Trioza erythrae* del Guercio dikategorikan *heat sensitive*. CLas, CLam, dan *D. citri* secara geografis tersebar hampir di seluruh pertanaman jeruk di dunia, sementara CLaf dan *Trioza erythrae* terbatas hanya di dataran tinggi Afrika

Selatan. Untuk tipe Afrika (Claf) hidup dan hanya berkembang pada jaringan phloem, akibatnya sel-sel phloem mengalami degenerasi sehingga menghambat tanaman menyerap nutrisi. Walaupun terdapat di phloem, tetapi penyebarannya di bagian tanaman adalah lambat. Penyakit CVPD dapat ditemukan pada semua jenis jeruk yang terdapat di Indonesia.

Penularan HLB lebih cepat dari tanaman sakit ke tanaman sehat melalui materi perbanyak vegetatif (mata tempel). Percepatan perkembangan HLB secara geografis melalui transportasi bibit sakit, sedangkan perkembangan HLB antar tanaman dalam kebun disebabkan oleh vektor.

1.2. Gejala serangan

a. Gejala Luar

Pada tanaman muda gejala yang nampak adalah adanya kuncup yang berkembang lambat, pertumbuhannya mencuat keatas dengan daun- daun kecil dan belang-belang kuning. Tanaman biasanya menghasilkan buah berkualitas jelek.

Pada tanaman dewasa, gejala yang sering tampak adalah cabang yang daun- daunnya kuning dan kontras dengan cabang lain yang daun- daunnya masih sehat. Gejala ini

dikenal dengan sebutan greening sektoral. Daun pada cabang- cabang yang terinfeksi menjorok ke atas seperti sikat. Gejala lain adalah daun berukuran lebih sempit, lancip dengan warna kuning diantara tulang daun. Gejala-gejala ini mirip dengan gejala defisien Zn. Apabila gejala tersebut disebabkan oleh defisiensi Zn dalam tanah, seluruh tanaman didalam kebun yang sama biasanya akan menunjukkan gejala. Penyebaran gejala yang tidak merata merupakan indikator yang sangat penting bagi adanya penyakit CVPD. Selama musim hujan, gejala defisiensi Zn biasanya tidak begitu tampak. Buah pada cabang- cabang terinfeksi biasanya tidak dapat berkembang normal dan berukuran kecil, terutama pada bagian yang tidak terkena cahaya matahari. Pada pangkal buah biasanya muncul warna orange yang berlawanan dengan buah- buah sehat. Buah- buah yang terserang rasanya masam dan bijinya kempes, tidak berkembang dan berwarna hitam.

b. Gejala Dalam

Pada irisan melintang tulang daun tengah jeruk berturut-turut dari luar hingga ketengah daun akan terlihat jaringan- jaringan epidermis, kolengkim, sklerenkim, phloem. Gejala Dalam pada tanaman jeruk yang terkena CVPD adalah :

- Phloem tulang daun tanaman sakit lebih tebal dari phloem tulang daun tanaman sehat.
- Pada phloem tulang daun tanaman sakit terdapat sel-sel berdinding tebal yang merupakan jalur-jalur mulai dari dekat sklerenkim sampai dekat xilem. Dinding tebal tersebut adalah beberapa lapis dinding sel yang berdesak- desakan
- Didalam berbagai jaringan dalam daun terjadi pengumpulan secara berlebihan butir- butir halus zat pati.

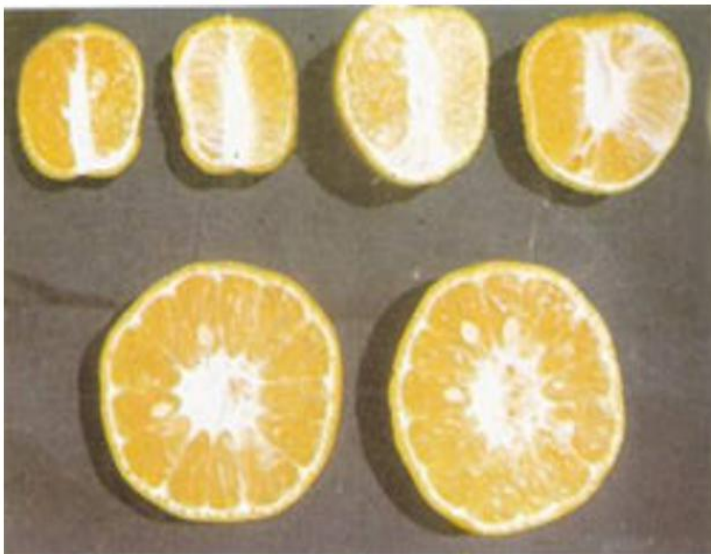
Menurut Yuniti (2016) Serangan penyakit *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD) menyebabkan kadar air buah jeruk rendah. Dimana pada umumnya kadar air buah jeruk sehat yaitu antara 85-90%. Keberadaan penyakit CVPD pada tanaman jeruk yang disebabkan oleh *Candidatus Liberibacter asiaticus* dan disebarkan

oleh serangga vektor *Diaphorina citri* telah berdampak pada penurunan kualitas buah jeruk. Adanya penyakit CVPD pada tanaman jeruk menyebabkan tanaman mengalami defisiensi (kekurangan) unsur hara terutama Mn.

jeruk siam yang sehat memiliki warna kekuningan, jeruk siam yang terserang CVPD berwarna hijau kekuningan dan kuning kehijauan. Jika diperhatikan dari tekstur, maka jeruk sakit teksturnya lebih keras dibandingkan dengan buah jeruk yang sehat. Makin berat tingkat serangan CVPD pada tanaman jeruk makin kecil kuantitas dan kualitas buah yang dihasilkan.

Secara umum gejala penyakit CVPD nampak sekali di daunnya yaitu daun menguning, tulang daun menebal, dan adanya penyumbatan jaringan pembuluh floem. Pada gejala berat, daun menjadi lebih kaku, kecil, menebal, dan dapat menguning pada keseluruhan kanopi, letaknya tersebar dan mengalami mati ranting yang parah. Tanaman jeruk yang terserang CVPD buahnya kecil dan keras. Kandungan vitamin C pada buah jeruk yang terserang penyakit CVPD juga dibawah normal yaitu rata-rata 12 mg/100 gram daging buah sedangkan buah sehat rata-rata 27-49 mg/100 gram daging buah. Begitu juga, Antioksidan

pada buah jeruk yang sakit lebih rendah dibandingkan buah jeruk yang sehat, sehingga penyakit CVPD sangat menentukan hasil panen yang diperoleh (Yuniti, 2016).



Gambar 2. bawah : buah jeruk sehat,
atas : buah jeruk sakit



Gambar 3. Buah jeruk sehat



Gambar 4. Daun jeruk terserang CVPD



Gambar 5. Tanaman jeruk yang terserang CVPD



Gambar 6. Tanaman jeruk sehat dengan buah yang banyak

1.3. Cara penularan

Penyebaran CVPD secara geografis dari satu daerah kedaerah lain, serta masuknya penyakit kedalam kebun disebabkan oleh bahan tanaman yang terinfeksi, terutama berasal dari penggunaan tunas mata temple yang terinfeksi. Sedangkan penyebaran ketanaman lain dalam satu kebun biasanya melalui vector *Diaphorina citri* atau penggunaan tunas mata tempel yang terinfeksi. Penularan melalui kuncup biasanya relative rendah (5-10%), karena bakteri penyebab penyakit tidak tersebar dalam jaringan tanaman (Nurhadi & Whittle, 1988) menurut Widjaja (1984) penularan CVPD selalu melalui (a) vector (b) mata tempel (c) bibit tanaman sakit, juga dapat melalui alat yang digunakan memotong dahan ranting tanaman jeruk yang sakit karena CVPD.

Hubungan antara vector *D.citri* dengan penyakit CVPD belum banyak diteliti. Mahfud (1985) menyimpulkan bahwa:

- Vector *D. citri* baru dapat menularkan CVPD setelah mengisap tanaman sakit selama 48 jam. Berdasarkan tunas sakit, hasil penularan makin tinggi apabila vector telah mengisap tanaman sakit selama 72 jam.

- Penularan terjadi setelah 360 jam vector selesai menghisap tanaman sehat. Sampai 168 jam setelah menghisap tanaman sehat, vector yang viruliferous belum menularkan CVPD.
- Makin banyak populasi *D. citri* (sampai 10 ekor) semakin tinggi penularan
- Vector yang mengandung CVPD rata-rata berumur 33 hari dan umur ini lebih pendek dari vector yang tidak mengandung CVPD.

1.4. Sebaran geografis dan kerusakan akibat CVPD

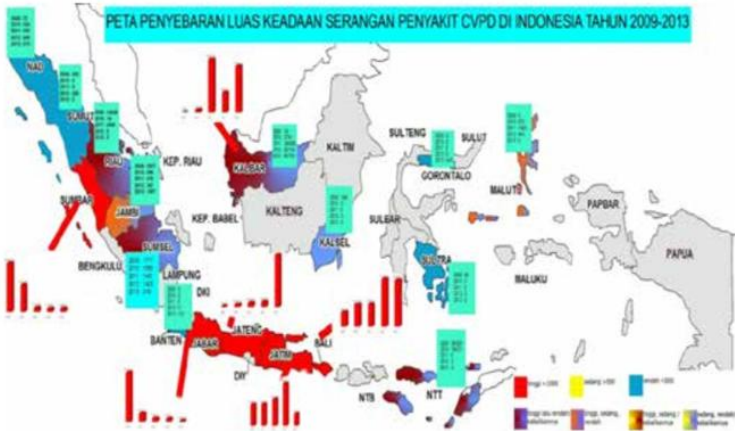
Penyebaran CVPD secara geografis dari satu daerah ke daerah lain, serta masuknya penyakit ke dalam kebun disebabkan oleh bahan tanaman yang terinfeksi, terutama berasal dari penggunaan tunas mata tempel yang terinfeksi. Sedangkan penyebaran ke tanaman lain dalam satu kebun biasanya melalui vector *Diaphorina citri* atau penggunaan tunas mata tempel yang terinfeksi. Penularan melalui kuncup biasanya relative rendah (5-10%), karena bakteri penyebab penyakit tidak tersebar dalam jaringan tanaman (Nurhadi & Whittle, 1988) menurut Widjaja (1984) penularan CVPD selalu melalui (a) vector (b) mata tempel

(c) bibit tanaman sakit, juga dapat melalui alat yang digunakan memotong dahan ranting tanaman jeruk yang sakit karena CVPD.

Laporan penyakit ini pertama kali dikeluarkan tahun 1929 dan di Tiongkok pertama kali tahun 1943. Ia telah meluas di Taiwan sejak 1951. Varian Afrika pertama kali dilaporkan 1947 di Afrika Selatan. Sampai tahun 1996, penyakit CVPD telah dilaporkan terdapat di aceh, sumatera utara, riau, sumatera barat, jambi, sumatera selatan, Bengkulu, Lampung, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, Sulawesi Selatan, DI Yogyakarta dan Sulawesi Utara.

Saat ini sebaran geografisnya meliputi Sumatera, Jawa-Bali, Riau, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Selatan, serta Nusa Tenggara Timur dan lainnya, sejumlah 12 kabupaten/kota sentra jeruk Indonesia (Gambar 7). Bali dan Kalimantan Barat selalu meningkat luas keadaan serangannya dari tahun ke tahun, sedang di Sumatera Barat, terlihat fluktuasi keadaan serangannya menurun.

HLB dan vektornya menghadirkan ancaman serius bagi upaya mewujudkan kecukupan produksi dan kemandirian pangan. Padahal upaya keras pemerintah Indonesia dengan mengembangkan Kawasan Agribisnis Hortikultura (KAH) sudah dilakukan, khusus untuk jeruk sudah dikembangkan seluas 3.477 ha di 22 provinsi dan 58 kabupaten meliputi Jawa, Bali, NTB, NTT, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Irian dengan target produksi sebesar 41.724 ton (Dirjen Hortikultura, 2014). Wajah lanskap KAH yang baru saja dikembangkan tersebut terancam hilang apabila upaya pengendalian penyakit dan vektor tidak dilakukan secara konsisten dan ramah lingkungan.



Gambar 7. Luas serangan penyakit HLB di Indonesia tahun 2009-2013 (dok. Dwiastuti, 2015)



2. Vektor CVPD

Penularan penyakit CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*) di Asia dan Amerika dilakukan oleh hama vektor yaitu sejenis kutu loncat jeruk, *Diaphorina citri* (*Sternorrhyncha*: Psyllidae), sedangkan di Afrika dilakukan oleh *Trioza erythrae* (*Sternorrhyncha*: Psyllidae).

2.1. Taksonomi

Patogen bakteri penyebab penyakit CVPD, *Liberobacter asiaticum* diketahui disebarkan oleh serangga sejenis kutu loncat atau juga disebut kutu loncat jeruk yang bernama *Diaphorina citri* Kuw.

Klasifikasi serangga *D. citri* menurut Kalshoven (1981) adalah sebagai berikut:

Filum: Arthropoda

Kelas: Insekta

Ordo : Homoptera

Famili: Psyllidae

Genus: Diaphorina

Spesies: *Diaphorina citri* KUW.

2.2. Morfologi dan biologi

D. citri mempunyai tiga stadium hidup yaitu telur, nimfa, dan dewasa. Telur berwarna kuning terang berbentuk seperti buah alpokat, diletakkan secara tunggal atau berkelompok di kuncup permukaan daun daun muda, atau ditancapkan pada tangkai- tangkai daun setelah 2-3 hari, telur menetas menjadi nimfa.

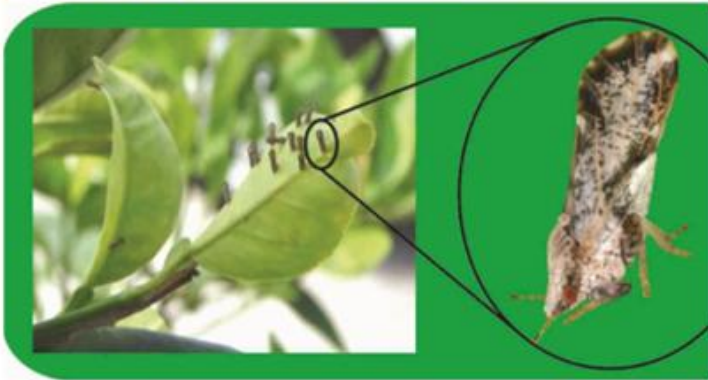
Nimfa yang baru menetas hidup berkelompok ditunas- tunas dan kuncup untuk menghisap cairan

tanaman. Setelah berumur 2 atau 3 hari, nimfa menyebar dan menyerang daun- daun muda. Nimfa berwarna kuning sampai coklat dan mengalami 5 kali pergantian kulit. Nimfa lebih merusak tanaman dari pada kutu dewasanya. Stadium nimfa berlangsung selama 17 hari.

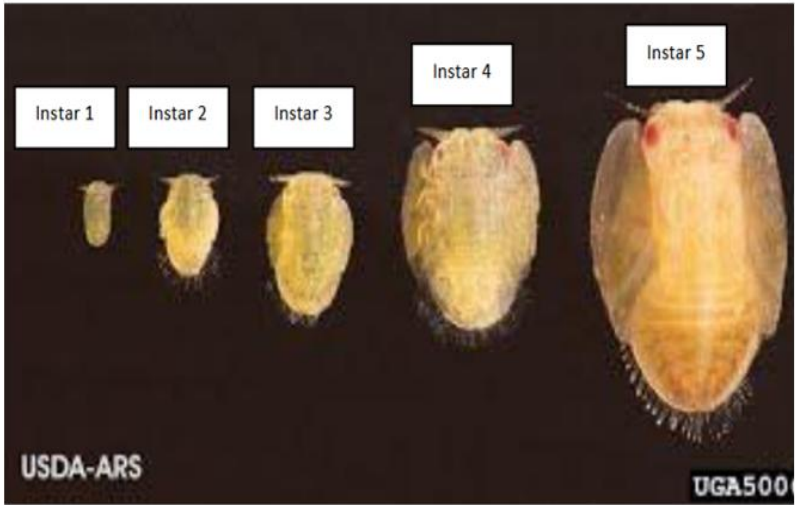
Pada kondisi panas siklus hidup dari telur sampai dewasa berlangsung antara 16-18 hari, sedangkan pada kondisi dingin berlangsung selama 45 hari. perkawinan segera berlangsung setelah kutu menjadi dewasa dan segera bertelur setelah terjadi perkawinan. Seekor betina mampu meletakkan 800 butir telur selama masa hidupnya.

D. citri mampu menghasilkan 9-10 generasi dalam 1 tahun. Stadium dewasa ditandai oleh adanya sayap sehingga mudah meloncat apabila terkena sentuhan. Serangga dewasa berwarna coklat tua, dengan panjang tubuh 2-3 mm. apabila sedang menghisap cairan sel tanaman, *D. citri* memperlihatkan posisi menungging. *D. citri* lebih aktif pada saat tanaman jeruk dalam fase istirahat, *D. citri* dewasa hinggap pada daun tua dan menghisap cairan selnya. Stadium dewasa ini bisa bertahan hidup selama 80-90 hari.

Kutu dewasa pertama yang membentuk koloni pada awal periode pertunasan sering kali sangat infeksiif dan membawa bakteri penyebab penyakit pada tunas-tunas baru. Populasi *D. citri* yang viruliferous dari suatu populasi sangat bervariasi, tingkat penularan yang sangat tinggi ditentukan oleh ketepatan kutu menusukkan stiletnya pada tanaman sakit. Pada kondisi alamiah, penyebaran CVPD tergantung pada jumlah inokulum bakteri pada tanaman, kepadatan populasi vector, lamanya periode inoculation feeding.



Gambar 8. Imago *D. citri*



Gambar 9. Instar nimfa *D. citri*



Gambar 10. Sekresi yang dihasilkan oleh nimfa *D. citri*

2.3. Cara Menyerang inang

Bakteri CVPD, *L. asiaticum*, dapat berada pada bagian mulut (stilet) dari serangga ini dan menular ke tanaman ketika serangga vektor mencucuk dan mengisap makanan dari tunas atau daun tanaman jeruk.

Hama kutu loncat jeruk menyerang kuncup daun, tunas, dan daun-daun muda. Selain tanaman jeruk, tanaman inang lain dari hama ini yaitu, Kemuning (Rutaceae) dan Tapak Dara. Dalam satu tahun, hama kutu loncat jeruk mampu menghasilkan 9-10 generasi. Diketahui, jika populasi hama ini di lapangan tinggi, ditemukan tanda hasil sekresi berwarna putih transparan yang berbentuk spiral disekitar tunas atau daun. Serangga *D.citri*, selain menjadi hama, juga dapat menularkan organisme *Liberobacter asiaticum* yakni patogen dari *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD) atau saat ini secara Internasional dikenal sebagai *Citrus Huang Long Bing*.

Gejala serangan hama kutu loncat, *D.citri*, yaitu daun jeruk menjadi berkerut-kerut, menggulung atau kering, dan pertumbuhannya menjadi terhambat serta tidak sempurna. Gejala serangan lainnya yaitu hasil sekresi alau kotorannya berupa benang yang berwarna putih dan

bentuknya menyerupai spiral. Jika terjadi serangannya berat hama kutu loncat ini, maka bagian tanaman yang terserang menjadi layu, kering dan kemudian mati. Jika hama ini menyerang satu tanaman dengan merata, maka penumbuhan bunga menjadi terhambat dan produksi akan berkurang.



3. Strategi Penanggulangan CVPD

Dampak dari intensifikasi kegiatan produksi jeruk dan penambahan luas produksi menyebabkan banyaknya penggunaan pestisida sintetis untuk mengurangi populasi hama, dan penyebaran patogen terbawa hama. Sebagian besar penekanan hama sangat tergantung pada insektisida sintesis kontak dan sistemik untuk membunuh telur, nimfa atau dewasa serangga hama, tetapi penggunaan bahan kimia ini dan bahan kimia lainnya hanya memperlambat kematian pohon jeruk yang tak terhindarkan akibat serangan hama

dan penyakit. Insektisida tidak mampu menjaga tanaman jeruk tetap hidup dan memproduksi dalam jangka waktu yang panjang. Paling lama hanya sekitar lima sampai tujuh tahun sejak terinfeksi CVPD tanaman akan mati.

Efek samping negatif yang berkaitan dengan penggunaan bahan kimia sintetis yaitu termasuk penghancuran atau penghilangan predator dan parasitoid, memicu perkembangan resistensi hama yang lebih cepat terhadap insektisida yang sering digunakan, munculnya kembali letusan hama dan munculnya hama lain, dan risiko terhadap pekerja pertanian dan kualitas lingkungan yang semakin menurun (Westigard *et al.*, 1986).

Berdasarkan pengalaman penelitian yang telah dilakukan di lapangan, terbukti insektisida sistemik golongan imidacloprid efektif mengendalikan hama *D. citri*, namun karena sifat insektisida yang sistemik maka seluruh bagian tanaman, termasuk buah jeruknya, akan tercemar oleh bahan aktifnya (Mendel *et al.*, 2000). Psilid (*D. citri*) dewasa yang telah terinfeksi oleh bakteri pathogen CVPD juga tetap dapat menularkan patogen saat terkena insektisida sistemik atau dengan dosis yang mematikan (Beattie & Barkley, 2009). Penekanan pengendalian psilid

yang dilakukan adalah pada strategi untuk mengurangi aktivitas makan, oviposisi dan masuknya psyllids ke dalam kebun jeruk dengan mengubah perilaku serangga dewasanya. Strategi secara terpadu pengendalian pathogen CVPD dapat dikembangkan dengan menggunakan lima komponen utama, yaitu: 1) penggunaan bibit bebas penyakit, 2) aplikasi minyak mineral, 3) tumpangsari tanaman jeruk dengan tanaman jambu biji, 4) sanitasi inang alternative *D. citri*, dan 5) isolasi areal tanaman yang telah terinfeksi dan yang sehat. Selain itu, strategi ini juga berkontribusi dalam mengurangi pencemaran pestisida yang sangat beracun di ekosistem, terutama di areal pertanaman jeruk.

3.1. Penggunaan bibit bebas penyakit

Penggunaan bibit tanaman jeruk yang bebas penyakit CVPD merupakan bahan utama penanggulangan infeksi CVPD di kebun jeruk baru. Sumber utama bahan okulasi jeruk yang bebas penyakit dan bersertifikat di Indonesia ada di Balai Penelitian Jeruk dan Buah Subtropika (BALITJESTRO), Tlekung, Batu, Malang, Jawa Timur. Tanaman induk yang telah terinfeksi CVPD,

maka akan mengandung bakteri patogen CVPD pada seluruh bagian tubuhnya, sehingga hampir tidak mungkin bisa digunakan untuk pohon induk. Disamping itu, tanaman yang terinfeksi CVPD juga belum tentu menunjukkan gejala sakit. Sehingga berbagai varietas jeruk harus dibersihkan dari berbagai penyakit yang terbawa benih dengan menggunakan teknik *Shoot Tip Grafting* (STG) standar dan diregulasi secara ketat untuk menghasilkan Blok Dasar (FB) sebagai sumber utama tunas bebas penyakit.

Konfirmasi keberadaan infeksi penyakit CVPD dilakukan secara teratur dan terdata dengan ketat. Meskipun sumber bibitnya telah dijamin bebas penyakit, namun karena sistem pendistribusian *budwood* bebas penyakit dan stok untuk Blok Dasar (FB) kepada petani penanam sangat lama dan melalui jalur yang terkadang cukup panjang sehingga risiko infeksi ulang berbagai macam penyakit, termasuk juga CVPD, tidak dapat dihindari. Kualitas fitosanitasi di pembibitan jeruk merupakan bagian yang sangat penting dan kritis dalam penyediaan pohon bebas CVPD (Supriyanto & Whittle, 1991). Kebun jeruk akan terbebas dari infeksi CVPD dengan berkurangnya inoculum CVPD di lapangan. Berdasarkan hasil penelitian di lapangan menunjukkan bahwa gejala karakteristik infeksi

CVPD ditemukan pada 29 bulan setelah penanaman pohon bebas CVPD. Hal tersebut disebabkan oleh adanya infestasi vektornya (serangga dewasa *D. citri*) di lapangan pada sembilan bulan sebelum munculnya gejala CVPD (Poerwanto, 2010).

3.2. Isolasi areal tanam

Telah dilaporkan pada berbagai publikasi bahwa bau tanaman (substansi yang mudah menguap) macamnya sangat bervariasi, bergantung pada spesies, kultivar, kondisi pertumbuhan, umur dan asal bagian tanaman (Takabayashi *et al.*, 1994), dan berperan penting dalam pemilihan tanaman inang oleh serangga herbivore. Serangga herbivora menggunakan senyawa yang spesifik ini untuk mengarahkan dan menemukan tanaman inangnya dari jarak yang cukup jauh (Bichao *et al.*, 2005). Pembentukan kebun jeruk baru di daerah terisolasi akan memperlambat infestasi *D. citri* dan infeksi CVPD. Butuh waktu lebih lama agar bau tanaman jeruk terdeteksi oleh serangga dewasa *D. citri* dan menarik koloninya untuk menemukan habitat, dan tanaman jeruk untuk diserang. Berdasarkan hasil penelitian, koloni awal *D. citri*

ditemukan 20 bulan setelah tanam jeruk ditanam di kebun jeruk baru di daerah terpencil, jauh dari kebun jeruk yang telah mapan dan dikelilingi oleh sawah atau tanaman bukan inang. Diperlukan waktu lima bulan lagi dari saat pertama kali samapai di tanaman pertama di kebun jeruk bagi koloni *D. citri* untuk menyerang 100% tanaman jeruk dalam satu blok kawasan kebun jeruk. Kolonisasi *D. citri* dari satu blok ke blok lain dimulai dari satu tanaman menyebar ke tanaman lain di blok yang sama sebelum bermigrasi ke blok terdekat lainnya (Poerwanto, 2010). Penyebaran koloni sangat lambat karena kemampuan terbang psyllid sangat terbatas sejauh hingga 0,5-2 km saat mencari inang; penyebaran lebih dari 90 km dapat dimungkinkan terjadi dengan bantuan angin kencang, seperti yang terkait dengan adanya angin siklon (Halbert *et al.*, 2008).

3.3. Sanitasi tanaman inang alternatif

Bakteri pathogen penyebab penyakit CVPD tidak hanya memiliki satu jenis inang (jeruk), tetapi banyak tanaman lain juga, antara lain: *Catharanthus roseus* (periwinkle), *Cuscuta campestris* dan tanaman hias, seperti kemuning (*Murraya exotica*, *Murraya paniculata*).

Sedangkan serangga vektornya (*D. citri*) juga ditemukan di tanaman *Murraya paniculata*, *Murraya exotica*, dan *Bergera koenigii* sepanjang tahun (Tsai *et al.*, 2002). Empat dari 16 spesies gulma di kebun jeruk mampu menjadi inang alternatif. Beberapa jenis diantaranya adalah: *Alternanthera philoeroides*, *Amaranthus spinosus*, *Ludwigia perrenis*, dan *Boerhavia erecta* (Hardiastuti & Poerwanto, 2011).

D. citri mampu bertahan hidup pada tanaman yang bukan inangnya sebelum menemukan tanaman inangnya. Kemampuan hidupnya maksimal delapan hari dengan rata-rata umur sepanjang $5,91 \pm 0,251$ hari pada gulma berdaun lebar *B. erecta*, namun tidak dapat menyelesaikan satu siklus hidupnya. Kemampuan bertahan hidup pada tanaman bukan inang menunjukkan adanya kandungan nutrisi pada gulma yang menyerupai kandungan nutrisi tanaman inangnya atau adanya zat tertentu yang dapat merangsang *D. citri* bertahan untuk mencari makan dan bertahan pada tanaman yang bukan inangnya tersebut (Hardiastuti & Poerwanto, 2011). Zat tersebut dapat berupa berbagai senyawa alkohol dan aldehida dari daun tanaman yang spesifik dan mudah menguap serta digunakan oleh serangga tersebut untuk menemukan tanaman inangnya (Visser,

1986). Namun, jenis dan jumlah kandungan hara tidak selengkap pada tanaman inang untuk bertahan hidup dan menyelesaikan siklus hidupnya. Hasil serupa juga diperoleh Sudiono & Purnomo (2008) pada serangga vektor virus Gemini (*Bemisia tabaci*), dan Hardiastono (2001) pada Peanut Stripe Virus (PStV) pada tanaman kacang-kacangan. *B. tabaci* dapat hidup pada gulma berdaun lebar *Ageratum conyzoides*. Gulma selain digunakan untuk tanaman inang alternative, juga berfungsi sebagai sumber inokulum karena dapat tertular virus Gemini.

Implikasi dari kelangsungan hidup *D. citri* pada tanaman hias dan beberapa spesies gulma adalah adanya inang alternatif *D. citri* ketika tanaman jeruk tidak tersedia sebagai sumber pangan, baik karena tidak ada tanaman maupun saat tanaman disemprot dengan pestisida. Keberadaan inang alternatif akan menyebabkan populasi *D. citri* tersedia sepanjang musim dan menjadi populasi awal untuk populasi generasi selanjutnya. Peran *D. citri* sebagai vektor propagatif patogen CVPD juga akan membuat inokulum penyakit selalu tersedia sepanjang musim di lapangan (Hardiastuti & Poerwanto, 2011). Sanitasi inang alternatif dapat menjadi langkah pengendalian yang efektif terhadap CVPD pada tanaman jeruk, karena penularan

penyakit sangat tergantung pada ketersediaan inokulum penyakit dan populasi vektor serangga di lapangan. Apabila iang alternative tidak tersedia, maka populasi *D. citri* juga tidak ada dan infeksi CVPD tidak terjadi serta inoculum CVPD pun tidak tersedia.

3.4. Tumpang sari tanaman jeruk dengan jambu biji

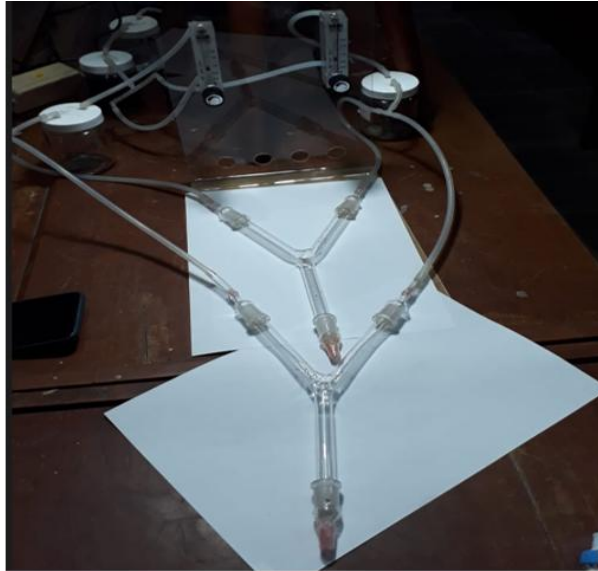
Berdasarkan pengamatan oleh tim peneliti ACIAR Vietnam di wilayah Vietnam, disarankan bahwa kebun jeruk tumpang sari dengan pohon jambu biji agar terbebas dari invasi *D. citri* dan semakin rendahnya insiden pohon jeruk yang terinfeksi CVPD (Beattie *et al.*, 2006). Senyawa menguap tertentu yang dikeluarkan dari daun jambu biji dapat dikembangkan sebagai zat penolak untuk serangga *D. citri*. Buah dan daun jambu biji menghasilkan berbagai senyawa menguap, seperti senyawa seskuiterpen (Sagrero-Nieves *et al.*, 1994; Ogunwande *et al.*, 2003), senyawa aldehida dan alkohol (Idstein & Schreier, 1985; Begum *et al.*, 2004; Soares *et al.*, 2007). Beberapa senyawa aldehida dan alkohol ini disebut 'senyawa volatil daun hijau' yang telah terbukti memiliki efek penolak serangga (Jang & Light, 1991).

Hasil penelitian tersebut mengungkapkan bahwa kemampuan menolak pada senyawa yang berasal dari jambu biji terhadap serangga hama tanaman jeruk *D. citri* sangat bergantung pada dosisnya, dengan dosis yang sangat rendah memiliki sedikit efek pada *D. citri*. Hasil ini menunjukkan bahwa untuk mengendalikan penyakit CVPD pada tanaman jeruk tumpang sari dengan tanaman jambu biji di kebun jeruk, diperlukan jumlah pohon jambu biji yang cukup untuk menjaga dosis senyawa menguap yang dikeluarkan dari jambu biji pada tingkat yang efektif di seluruh kebun (Zaka, *et al.* 2010).

Di Cina, pengamatan di kebun jeruk mengungkapkan bahwa bahkan dengan adanya pohon jambu biji yang tersebar di dalam atau di sekitar kebun, populasi *D. citri* tetap tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena pohon jambu biji yang ada tidak melepaskan cukup senyawa aktif yang menguap (Beattie *et al.*, 2006). Tumpang sari jambu biji pada tanaman jeruk muda dengan perbandingan populasi jambu dibandingkan populasi jeruk 1: 8, tidak ditemukan populasi *D. citri* dan gejala CVPD di kebun tersebut, sedangkan gejala CVPD (dikonfirmasi dengan PCR) dan jumlah rerata imago *D. citri* sejumlah 0,4 dengan koloni nimfa sejumlah 0,3 dan koloni telur sejumlah 0,1 per

tanaman ditemukan di kebun jeruk berumur 3-6 tahun (Pustika *et al.* 2008). Di Vietnam, untuk memperkuat pengaruh jambu biji dalam menolak *D citiri* menginfestasi tanaman jeruk disarankan agar pohon jambu biji ditumpangsarikan dengan jeruk dengan perbandingan satu pohon jambu biji dengan satu pohon jeruk (Beattie *et al.*, 2006).

Menurut penelitian Poerwanto dkk (2020) menyatakan bahwa pengujian dengan olfactometer gelas Y dengan perlakuan serbuk pucuk daun jambu biji merah, daun jambu biji bangkok dan daun jambu biji putih mempunyai efek penolakan (repelensi) terhadap imago *D. citri*. Daya penolakan tertinggi ditemukan pada serbuk daun jambu biji merah bagian pucuk dibandingkan dengan bagian tengah dan pangkal. Fenomena tersebut membuktikan bahwa efek dari daun pucuk jambu biji merah juga mampu mencegah *D. citri* dewasa untuk memilih ekstrak daun jeruk sebagai isyarat bagi tanaman inangnya. Penggunaan serbuk daun jambu biji tidak memberikan efek penolakan terhadap predator *D. citri* yaitu *Menochilus sexmaculatus*.



Gambar 11. Olfactometer (tabung gelas Y) untuk pengujian repelensi *D. citri* terhadap daun jambu

Poerwanto dkk (2019) juga menyatakan bahwa penggunaan ekstrak kering daun pucuk jambu biji merah mampu menimbulkan efek repelen terhadap imago *D. citri*. Peningkatan proporsi daun pucuk jambu biji merah akan meningkatkan efek repelensi terhadap imago *D. citri*. Efek repelensinya sebesar 63,3% pada proporsi daun pucuk jambu biji merah : daun pucuk jeruk 1:2; 73,3% pada proporsi 1:1; dan 76,7% pada proporsi 2:1.

3.5. Aplikasi minyak mineral

Taverner (2002) telah meneliti secara dalam tentang efek toksik minyak mineral dan menelusuri beberapa rute kematian potensial dengan penggunaan minyak mineral di samping efek mencekik. Minyak mineral bekerja dengan kemampuan: fumigan, narkosis, gangguan saraf, korosi jaringan serangga, gangguan sel, dan pengeringan. Terbukti dalam literatur mengenai keberhasilan penggunaan minyak semprot yang diturunkan dari minyak bumi dalam program pengelolaan hama dan penyakit yang terintegrasi. Pertama, minyak mineral tidak selektif tetapi memiliki aktivitas residu yang pendek. Minyak mineral tersebut kurang

fitotoksik bagi tanaman dan tidak menimbulkan efek karsinogenik pada manusia (Beattie, 2010; komunikasi pribadi). Kedua, minyak mineral memberikan gangguan minimal (Childers, 2002). Manfaat ketiga, dan sangat penting dari penggunaan minyak mineral, adalah tidak ada laporan adanya perkembangan resistensi serangga yang diketahui dengan penggunaan aplikasi semprotan minyak bumi.

Minyak mineral adalah minyak yang telah mengalami penyulingan tinggi yang berasal dari minyak bumi mentah. Minyak mineral tersebut dalam golongan parafinik (>60% atom karbon terbentuk dalam rantai). Ada dua macam golongan minyak mineral yang biasa digunakan dalam dunia pertanian untuk pengendalian hama di dunia. Minyak Mineral Hortikultura (HMO) disebut minyak semprot petroleum berspektrum sempit dan Minyak Mineral Pertanian (AMO) disebut minyak semprot petroleum berspektrum luas. Nilai median nCy umum dari HMO adalah nC21 dan nC23. Untuk AMO adalah nC23, nC24 dan nC25 (Agnello, 2002; Beattie, 2009).

Minyak mineral memiliki efek terhadap perilaku serangga hama. Penggunaan minyak mineral di dunia

pertanian secara efektif mengurangi kemampuan populasi hama untuk melakukan oviposisi dan pencegahan serangga hama untuk menemukan inang dan melakukan aktivitas makan. Lapisan minyak dapat menjadi penghalang dengan gangguan fisik dari lipid epikutikular dan pelapisan atau penyelimutan makanan dan stimulan oviposisi yang mencegah serangga untuk menemukan, menerima atau menggunakan tanaman inang. Penerapan minyak mineral juga dapat meningkatkan pelepasan senyawa menguap yang digunakan sebagai isyarat indra penciuman dalam menemukan inang. Bahan berupa senyawa menguap secara alami dilepaskan sebagai respons terhadap aktivitas makan oleh serangga herbivora (Xue *et al.*, 2009).

Aplikasi minyak mineral untuk hama jeruk berkisar konsentrasi semprotan 0,4% sampai 0,5% dengan interval waktu 5-14 hari dalam siklus pemunculan tunas tanaman jeruk (Poerwanto *et al.*, 2008, 2010). Minyak mineral mengurangi 56,7% - 61,3% proporsi *D. citri* yang tertarik untuk hinggap dan melakukan aktivitas makan pada tanaman jeruk (Poerwanto *et al.*, 2008). *D. citri* betina yang siap bertelur menolak untuk bertelur pada tunas tanaman jeruk yang disemprot dengan minyak mineral (Rae *et al.*, 1997). Respons *D. citri* dewasa terhadap deposit minyak

mineral bersifat olfaktorius dan terkait dengan deteksi benda asing uap minyak mineral pada reseptor antena dan atau senyawa menguap tanaman (Poerwanto *et al.*, 2012). Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi minyak mineral ke daun dan tunas tanaman jeruk mungkin telah: (a) penekanan pelepasan dari senyawa menguap tanaman inang yang bersifat atraktan; (b) senyawa menguap tanaman inang yang bersifat atraktan tertutupi; (c) menyebabkan pelepasan senyawa menguap dari daun jeruk yang bersifat mengusir; dan / atau (d) serangga dewa tertolak oleh uap minyak mineral (Poerwanto *et al.*, 2008; 2012). Pemberian minyak mineral juga menarik parasitoid (Poerwanto & Brotodjojo, 2011) dan serangga pemangsa (predator) (Poerwanto, 2010) sehingga akan memberikan efek tindakan pengendalian ganda pada *D. citri*.

3.6. Pemanfaatan jamur entomopatogen sebagai pengendali vektor penyakit CVPD

Pengendalian HLB secara holistik diimplementasikan melalui penerapan strategi Pengelolaan Kebun Jeruk Sehat (PTKJS) yang telah diinisiasi sejak tahun 2001 (Supriyanto *et al.* 2001), yaitu (1) penggunaan benih berlabel bebas

penyakit, (2) pengendalian serangga penular HLB, *D. citri* secara cermat, (3) sanitasi kebun secara konsisten, (4) pemeliharaan tanaman secara optimal, dan (5) konsolidasi pengelolaan kebun di suatu wilayah target pengembangan. Pengendalian hama vektor ini mutlak harus dikendalikan karena sifat vektornya persisten dapat menularkan bakteri selama hidupnya, dengan ambang kendali satu ekor viruliferous. Ketakutan terhadap HLB dan vektornya membuat petani ingin segera memusnahkannya sehingga lebih memilih pengendalian dengan pestisida. Penggunaan pestisida kimia pada tanaman jeruk rerata antara 28–32 kali/tahun atau 2–3 kali per bulan. Novizan (2002) menyatakan bahwa ketergantungan petani Indonesia pada pestisida sintesis masih sangat tinggi, 20% produksi pestisida yang ada di dunia pada tahun 1984 diserap oleh Indonesia. Pada periode 1982–1987 penggunaan pestisida di Indonesia meningkat 236% dibanding dengan periode sebelumnya dan diprediksikan akan meningkat setiap tahunnya. Mencermati kondisi ini perlu dicari pemecahan masalahnya, apalagi tuntutan pasar global menghendaki produk yang bermutu dan aman dikonsumsi.

Pemanfaatan cendawan ramah lingkungan sebagai entomopatogen yang bersifat parasit semakin berkembang

luas sebagai bahan alami bioinsektisida sejak beberapa dekade terakhir (Sharma *et al.* 2004). Beberapa jenis cendawan entomopatogen telah dilaporkan secara alami dapat membunuh *D. citri* dengan mekanisme parasitasi antara lain *Hirsutella citriformis* Speare (E'tienne *et al.* 2001, Dwiastuti 2003, Meyer *et al.* 2007), *Beauveria bassiana* (Bals.) Bull. (= *Cordyceps bassiana*) (Rivero-Arago'n & Grillo-Ravelo 2000, Nurhadi & Whittle, 1988; Dwiastuti, 2003). *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor (Raharjo *et al.* 2000, Nurhadi & Whittle 1988, Dwiastuti 2003), *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) (= *Isaria fumosorosea*) (Subandiyah *et al.* 2000, Meyer *et al.* 2008) (Gambar 3 a,b,c,d), *Cephalosporium lecanii* Zimm. (= *Verticillium lecanii* = *Lecanicillium lecanii*), dan *Cladosporium oxysporum* Berk. & M. A. Curtis (Aubert 1990). *Hirsutella citriformis* dilaporkan mampu menginduksi mortalitas 100% pada imago *D. citri* (Meyer *et al.* 2007).

Dari cendawan pembunuh yang sudah dilaporkan, empat di antaranya, yaitu *H. citriformis*, *B. bassiana*, *M. anisopliae*, dan *P. fumosoroseus* yang sudah diteliti potensinya di Indonesia. *Hirsutella citriformis* secara

alamimampu mengendalikan *D. citri* sebesar 30–82,9% pada stadia imago (Dwiastuti et al. 2003, Subandiyah *et al.* 2000). Subandiyah (2000) juga menemukan *D. citri* terinfeksi dua cendawan (*H.citriformis* dan *P. fumosoroseus*) di Macanandan Jatinom Yogyakarta antara 52,2–82,9%.Sementara *M. anisopliae* membunuh *D. citri* pada stadia nimfa (Raharjo *et al.* 2000).

Khusus cendawan entomopatogen *H. citriformis* mempunyai keunikan dalam mekanisme membunuh *D. citri*. Kira-kira 2 minggu sebelum kematiannya, konidia (spora aseksual) dari *H. citri* menempel di permukaan kulit *D. citri*. Seminggu kemudian, cendawan keluarga Clavicipitaceae itu membentuk appressorium (lubang perkecambahan) yang menembus jaringan kulit dan masuk ke dalam darah *D. citri*. Cendawan lalu memperbanyak diri dan membentuk blastospora yang menyebar dalam jaringan tubuh Diaphorina. Di saat itulah cendawan pembunuh mengisap cairan dari jaringan tubuh vektor penyebab HLB itu. Isapan itu berlangsung sepekan hingga *D. citri* mati. Kematian karena kerusakan mekanis akibat perkembangan cendawan pada jaringan, kemudian mengeluarkan racun pada saat berkembang biak, dan menyebabkan kehabisan cairan tubuh. Setelah *D. citri* mati, cendawan keluar dari

tubuh serangga membentuk spora dan sinemata atau tubuh buah spora mirip rambut berwarna hitam. Serangga seolah mati berdiri karena posisinya di atas daun cenderung menungging (Gambar 12a). Kejadian terbunuhnya *D. citri* itu lebih banyak ditemukan di daerah beriklim lembab tapi panas yang sesuai dengan habitatnya. *Hirsutella citriformis* lebih patogenik terhadap stadia imago daripada nimfa (instar 3, 4, dan 5) dan konsentrasi konidia *H. citriformis* yang efektif untuk pengendalian *D. citri* stadia imago yaitu 10^8 konidia/ml, dengan median lethal time 11,72 hari (Dwiastuti & Kurniawati 2007). Aplikasi *H. citriformis* dengan dosis 10^6 – 10^8 spora/ml lapang pada lokasi outbreak *D. citri* di Probolinggo Jawa Timur, terbukti paling efektif membunuh 30% populasi imago hama vektor *D. citri*. Itu lebih rendah daripada hasil pengujian di screen house, yang kemungkinan akibat pengaruh lingkungan seperti angin. Angin kencang membuat spora *H. citriformis* yang menempel di kulit *D. citri* jatuh sebelum menginfeksi. Penyemprotan cukup seminggu sekali saat ada serangan.

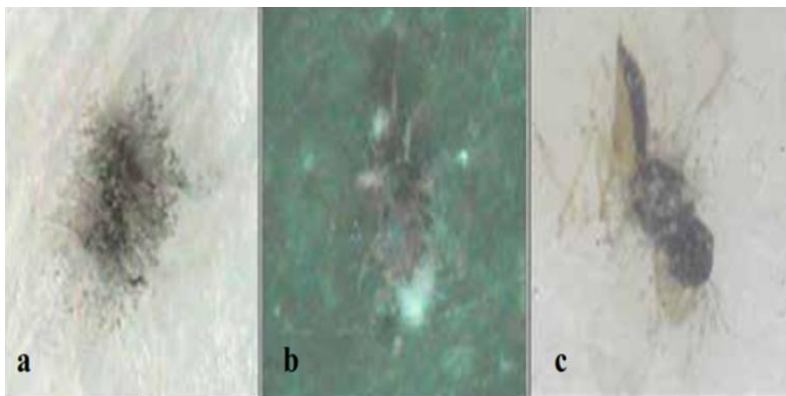


Gambar 12. Cendawan ramah lingkungan pembunuh hama *D. citri* vektor HLB. (a) *Hirsutella citriformis*, (b) *Beauveria bassiana*, (c) *Metarhizium anisopliae*, dan (d) *Paecilomyces fumosoroseus* (a,b,c dok. Dwiastuti *et al.*, 2011, d. dok. Meyer *et al.*, 2008)

Fakta lain yang menarik adalah *H. Citriformis* dapat disemprotkan bersama dengan *B. bassiana* dan atau *M. anisopliae* secara double atau triple infeksi dengan potensi membunuh lebih tinggi dibandingkan dengan single infeksi *H. citriformis* sendiri, kombinasi double infeksi *B. bassiana* dan *H. citriformis* terbaik dalam membunuh dengan capaian 70,11% sehingga pembuatan formulasi kombinasi beberapa cendawan ramah lingkungan itu diharapkan dapat mendongkrak efektivitas dalam membunuh vektor. Menurut Robert & Yendol (1971), salah satu faktor yang memengaruhi keberhasilan pemanfaatan jamur entomopatogen adalah daya pancarnya, viabilitas, virulensi, serta jumlah spora entomopatogen yang disemprotkan.

Keistimewaan lainnya adalah penyemprotan *H. citriformis* juga dapat menekan serangan hama nontarget seperti aphid *Toxoptera citricida*, tungau merah *Panonychus citri*, dan tungau karat jeruk *Phyllocoptura oleiver*. *Hirsutella citriformis* menekan populasi tungau merah sampai 37% dan menekan populasi aphid sampai 100% pada 21 hari setelah penyemprotan (Gambar 13 a,b) (Dwiastuti *et al.* 2008). Namun, harus diwaspadai juga

karena parasitoid *D. citri* yang cukup potensial sebagai pengendali hayati yaitu *Tamarixia radiata* juga bisa dibunuh oleh *H. citriformis* (Gambar 13 c).



Gambar 13. Infeksi *H. citriformis* pada serangga lain non target (a) hama aphid coklat jeruk *T. citricidus* 5 hari setelah disemprot, (b) hama tungau merah jeruk *P. citri* serangan awal, dan (c) parasitoid *D. citri*, *Tamarixia radiata* (dok. Dwiastuti *et al.*, 2008)

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2018. Pengenalan penyakit CVPD pada tanaman jeruk dan upaya pengendaliannya. BPTP Balibangtan, Sulawesi Selatan.
- Wijaya, O.F.S.N. & N. M. Puspawati. 2016. Deteksi Keberadaan Penyebab Penyakit Citrus Vein Phloem Degeneration (CVPD) pada Tanaman Jeruk dengan Gejala Menyeluruh Menggunakan Teknik Polymerase Chain Reaction (PCR). E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika ISSN: 2301-6515 Vol. 5, No. 4, Oktober 2016. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT> 354.
- Mudita, I.W. & R.L. Natonis. Kutu Loncat Jeruk Asia Diaphorina citri. <http://citrusbiosecurity.blogspot.com/2010/10/kutu-loncat-jeruk-asia-diaphorina-citri.html?m=1>
- Agrios, G.N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada Univ. Press, Yogyakarta.
- Agnello AM. 2002. Petroleum-derived spray oils: chemistry, history, refining and formulation. In Beattie, GAC., Watson, DM., Stevens, ML., Rae and Spooner-Hart eds. Spray oils beyond 2000 sustainable pest and disease management. University of Western Sydney. pp.2-18.
- Beattie G.A.C., Holford P., Mabblerley D.J., Haigh A.M., Bayer R. & Broadbent P. (2006) Aspects and insights of Australia–Asia collaborative research on

huanglongbing. Proceedings of an International Workshop for Prevention of Citrus Greening Diseases in Severely Infested Areas, 7–9 December 2006, Ishigaki, Japan (Multilateral Research Network for Food and Agricultural Safety. Japanese Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries; Tokyo, Japan). pp. 47–64.

Beattie GAC. 2009. Plant protection 300643 (HT 301A). Biorational chemicals: Use of mineral oils in citrus and rose IPDM. Centre for plants and the environment. University of Western Sydney.

Beattie GAC., & Barkley P. 2009. Huanglongbing and its vectors: A pest-specific contingency plan for the citrus and nursery and garden industries (Version 2), February 2009. Sydney: Horticulture Australia Ltd. 272 pp.

Begum, S., Hassan, S.I., Ali, S.N. & Siddiqui, B.S. (2004) Chemical constituents from the leaves of *Pisidium guajava*. *Natural Product Research*, 18, 135–140.

Bichao H, Borg-Karlson AK, Araujo J, & Mustaparta H. 2005. Five types of olfactory receptor neurons in the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi*: selective responses to inducible host-plant volatiles. *Chemical Senses*. 30: 153-170

Bové JM. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*. 88, 7-37.

- BPS. 2013. Fruits production in Indonesia, 1995 - 2012. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=3&table=1&daftar=1&id_subyek=55¬ab=5 . Accessed October 2013. In bahasa
- Capoor SP, Rao DG, & Viswanath SM. 1974. Greening disease of citrus in the Deccan Trap country and its relationship with the vector *Diaphorina citri* Kuwayama. In: Weathers LG, Cohen M (eds), Proceedings of the Sixth Conference of the International Organization of Citrus Virologists, Mbabane, Swaziland, 21-28 August 1972. Richmond: University of California, Division of Agricultural Sciences. pp. 43-49.
- Childers, C. C. 2002. Practical use of horticultural mineral oils in integrated pest and disease management programs and their impact on natural enemies. In Beattie, GAC., Watson, DM., Stevens, ML., Rae and Spooner-Hart eds. Spray oils beyond 2000 sustainable pest and disease management. University of Western Sydney. pp. 332-348.
- Dwiastuti ME, Triwiratno A, & Suhariyono. 2003. Introduction of CVPD on citrus. Citrusindo Citrus Indonesia. Lolit Jeruk Vol 3. In bahasa
- Garnier M, & Bové JM. 2000. Huanglongbing in Cambodia, Laos and Myanmar. In: da Graça JV, Lee RF, Yokomi RK (eds), Proceedings of the Fourteenth Conference of the International Organization of Citrus Virologists, Campinas, Sao Paulo, Brazil, 13-18 September 1998. Riverside: International

Organization of Citrus Virologists, University of California: Riverside. pp. 378-380.

Garnier M, Jagoueix S, Toorawa P, Grisoni M, Mallessard R, Dookun A, Saumtally S, Autrey JC, & Bové JM. 1996. Both huanglongbing (greening) liberobacter species are present in Mauritius and Reunion. In: da Graça JV, Moreno P, Yokomi RK (eds), Proceedings of the Thirteenth Conference of the International Organization of Citrus Virologists, Fuzhou, Fujian, China, 16-23 November 1995. Riverside: International Organization of Citrus Virologists, University of California, Riverside. pp. 392-394.

Gonzales CI. 1987. Symptoms of leaf mottling disease on Phillipine citrus cultivars. Regional Workshop on Citrus Greening huanglongbing disease Held in China with the cooperation of the Fujian Academy of Agricultural Sciences and the Ministry of Agriculture Beijing.

Halbert S, Manjunath K, Roka F, & Brodie M. 2008. Huanglongbing (citrus greening) in Florida, 2008. In: Ku TY, Pham THH (eds), Proceedings of FFTC-PPRI-NIFTS Joint Workshop on Management of Citrus Greening and Virus Diseases for the Rehabilitation of Citrus Industry in the ASPAC, Plant Protection Research Institute, Hà Nội, Việt Nam, 8-12 September 2008. pp. 58-67.

Hardiastono T. 2001. The Potency of broad leaf weeds of peanut (*Arachis hypogaea* L.) as alternative hosts of peanut stripe virus (PStV). *Habitat*. 12: 139-146. In bahasa

- Hardiastuti S, & Poerwanto ME. 2010. Preference of CVPD vector (*Diaphorina citri*) on various citrus dominant weeds. Prosiding Seminar nasional ketahanan pangan dan energi. Yogyakarta 2 Desember 2010. III51-54. In bahasa
- Hung TH, Hung SC, Chen C, Hsu MH, & Su HJ. 2004. Detection by PCR of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the bacterium causing citrus huanglongbing in vector psyllids: application to the study of vector-pathogen relationships. *Plant Pathology* 53: 96-102.
- Idstein, H. & Schreier, P. (1985) Volatile constituents from guava (*Psidium guajava* L.) fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 33, 138–143.
- Irawan IGP, Sulistyowati L, & Wijaya IN. 2003. CVPD disease in citrus plant (biotechnology base analysis). Dirjen Perlindungan Hortikultura.
- Jang, E.B. & Light, D.M. (1991) Behavioral responses of female oriental fruit flies to the odor of papayas at three ripeness stages in a laboratory flight tunnel (Diptera: Tephritidae). *Journal of Insect Behaviour*, 4, 751–762.
- Martínez Y, Llauger R, Batista L, Luis M, Iglesia A, Collazo C, Peña I, Casín JC, Cueto J, & Tablada LM. 2008. First report of *Candidatus 'Liberibacter asiaticus'* associated with huanglongbing in Cuba. *New Disease Reports*.
<http://www.bspp.org.uk/ndr/jan2009/2008-50.asp>.

- Mendel, R.M., Bayer, U.R. & Fuhr, F. 2000. Xylem transport of the pesticide imidacloprid in citrus. Proceeding of second conference of subtropical fruits ISHS. M. Blanke & J. Pohlan (eds).
- Nakashima K, Ohitsu Y, & Prommintara M. 1998. Detection of Citrus Organism in Citrus Plants and *Psylla Diaphorina citri* in Thailand. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*. 64: 153-159.
- Nurhadi. 1991. Status of some pests of sweet orange and mandarin orange. *Jurnal Hortikultura*. 1: 49-56. In bahasa
- Ogunwande, I.A., Olawore, N.O., Adeleke, K.A., Ekundayo, O. & Koenig, W.A. (2003) Chemical composition of the leaf volatile oil of *Psidium guajava* L. growing in Nigeria. *Flavour and Fragrance Journal*, 8, 36–138.
- Poerwanto ME, Trisyono YA, Subandiyah S, Martono E, Holford P, & Beattie GAC. 2008. Effect of mineral oils on host selection behaviour of *Diaphorina citri*. *Indonesian Journal of Plant Protection*. 14: 23-28.
- Poerwanto ME, Trisyono YA, Subandiyah S, Martono E, Holford P, & Beattie GAC. 2012. Olfactory Responses of the Asiatic Citrus Psyllid (*Diaphorina citri*) to Mineral Oil-Treated Mandarin Leaves. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 7 (1): 50-55

- Poerwanto ME. 2010. The impact of mineral oils to the feeding and oviposition behaviour of *Diaphorina citri* Kuwayama. Dissertation. Gadjah Mada University. 110 pp.
- Poerwanto, ME., & Brotodjojo, RR. 2011. Response of generalist parasitoid *Trichogramma japonicum* toward citrus leaves volatile. Prosiding strategi reduksi dan adaptasi perubahan iklim dalam bidang pertanian. Yogyakarta 29 Oktober 2011. 19-28. In bahasa
- Pustika AB, Poerwanto ME, Subandiyah S, & Beattie GAC. 2008. *Diaphorina citri* and CVPD incidence on citrus intercropping with guava. Prosiding Seminar jeruk 2007. Yogyakarta 13-14 Juni 2007. 371-376. In bahasa
- Rae Dj, Liang WG, Watson DM, Beattie GAC, & Huang MD. 1997. Evaluation of petroleum spray oils for control of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in China. *International Journal of Pest Management*. 43: 71-75.
- Sagrero-Nieves, L., Bartley, J.P. & Provis-Schwede, A. (1994) Supercritical fluid extraction of the volatile components from the leaves of *Psidium guajava* L. (guava). *Flavour and Fragrance Journal*, 9, 135–137.
- Semangun H. 1991. Horticultural diseases in Indonesia. Gadjah Mada Univ Press. 666 p. In bahasa

- Soares, F.D., Pereira, T., Marques, M.O.M. & Monteiro, A.R. (2007) Volatile and non-volatile composition of the white guava fruit (*Psidium guajava*) at different stages of maturity. *Food Chemistry*, 100, 15–21.
- Su HJ, AL, Huang. 1990. The Nature of Likubin Organism, Life Cycle, Morphology and Possible Strains. Proc. 4th Conf. UN Devel. Prog. Food Agric. Org. Regional Project for Citrus Greening Control. 106-110.
- Subandiyah S, Iwanami T, Tsuyumu S, & Ieki H. 2000. Comparison of 16S rDNA and 16S/23S intergenic region sequences among citrus greening organisms in Asia. *Plant Disease*. 84:15-18.
- Sudiono, P. 2008. Hosts study of *Bemisia tabaci* Genn. in vegetable production center tanggamus. *Jurnal Penelitian Terapan*. 8: 103-108. In bahasa
- Supriyanto, A., & Whittle, AM. 1991. Citrus rehabilitation in Indonesia. *Proceeding of Eleventh IOCV Conference*. Riverside CA. 409-413
- Takabayashi J, Dicke M, & Posthumus MA. 1994. Volatile herbivore-induced terpenoids in plant-mite interactions: variation caused by biotic and abiotic factors. *Journal of Chemical Ecology* 20: 1329-1354
- Taverner, P. 2002. Drowning or just waving? A perspective on the ways petroleum-derived oils kill arthropod pests of plants. In Beattie, GAC., Watson, DM., Stevens, ML., Rae and Spooner-Hart eds. *Spray oils beyond 2000 sustainable pest and disease*

management. University of Western Sydney. pp. 78-87.

- Teixeira, DC, Ayers J, Danet L, Jagoueix-Eveillard S, Saillard C, & Bové JM. 2005. First report of a huanglongbing-like disease of citrus in São Paulo State, Brazil and association of a new *Liberibacter* species, 'Candidatus *Liberibacter americanus*', with the disease. *Plant Disease* 89: 107.
- Tirtawidjaja S, Hadiwidjaja T, & Lasheen AM. 1965. Citrus vein-phloem degeneration virus, a possible cause of citrus chlorosis in Java. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science* 86: 235–243.
- Tsai JH, Wang JJ, & Liu YH. 2002. Seasonal abundance of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: psyllidae) in southern florida. *Florida Entomol.* 85: 446-451.
- Visser JH. 1986. Host odour perception in herbivores insects. *Annual Reviews of Entomology.* 31, 121-144
- Weinert MP, Jacobson SC, Grimshaw JF, Bellis GA, Stephens PM, Gunua TG, Kame MF, & Davis RI. 2004. Detection of huanglongbing (citrus greening disease) in Timor Leste (East Timor) and in Papua New Guinea. *Australasian Plant Pathology* 33: 135-136.
- Westigard PH, Gut LJ, & Liss WJ. 1986. Selective control program for the pear pests complex in southern Oregon. *Journal of Economic Entomology.* 79: 250-257.

- Xu CF, Wang DX, & Ke C. 1991. A report of implementation of integrated control of citrus huanglungbin, aiming at renovating old infected orchard in epidemic zone and protecting new noninfected orchard in non-epidemic zone. In: Ke C, Osman SB (eds), Proceedings of the Sixth International Asia Pacific Workshop on Integrated Citrus Health Management, Kuala Lumpur, Malaysia, 24–30 June 1991. pp. 55-61.
- Xu CF, Xia YH, Li KB, & Ke C. 1988. Studies on the law of transmission of citrus huanglungbin by psyllid, *Diaphorina citri* and the distribution of the pathogen. *Journal of the Fujian Academy of Agricultural Science* 3(2): 57-62.
- Xue, Y., Beattie, GAC., & Meats, A, Spooner-Hart, Herron, GA. 2009. Relative toxicity of nC24 agricultural mineral oil to *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) and its possible relationship to egg ultrastructure. *Australian Journal of Entomology* 48, 251–257
- Zaka SM, Zeng XN, Holford P, & Beattie GAC. 2010. Repellent effect of guava leaf volatiles on settlement of adults of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama, on citrus. *Insect Science*. 17: 39-45
- Zhongdong, WU. 2002. Study on china green agriculture development strategy. <http://www.seiofbluemountain.com/upload/product/201010/2010dthy01a14.pdf>. Accessed October 2013

PROFIL PENULIS

Dr. Ir. Mofit Eko Poerwanto, MP.



Lahir di Yogyakarta 5 Desember 1965. Pendidikan S1 diselesaikan di jurusan Ilmu Hama Tanaman Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta pada tahun 1990, sedangkan pendidikan S2 dan S3 juga di jurusan yang sama pada tahun 2000 dan 2010. Penulis aktif meneliti hama tanaman yang bertindak sebagai vector CVPD pada tanaman jeruk, meneliti ekstrak tanaman yang mampu berfungsi sebagai insektisida nabati, melakukan inovasi system deteksi tingkat serangan hama melalui teknologi digital image dan teknologi informasi. Berbagai hibah penelitian yang antara lain bersumber dari ACIAR (Australia), Kemenristekdikti, LPDP Kemenkeu, perusahaan pestisida telah banyak diterima. Aktif di berbagai jurnal nasional maupun internasional baik sebagai penulis maupun reviewer.



Ir. Chimayatus Solichah, MP

Lahir di Semarang 17 April 1965. Lulus S2 dari Jurusan Ilmu Hama Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada tahun 2000 dan lulus S1 dari universitas yang sama tahun 1990. Penulis aktif

melakukan berbagai penelitian khususnya di bidang pengendalian hayati. Pada saat ini menjadi dosen di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta.