

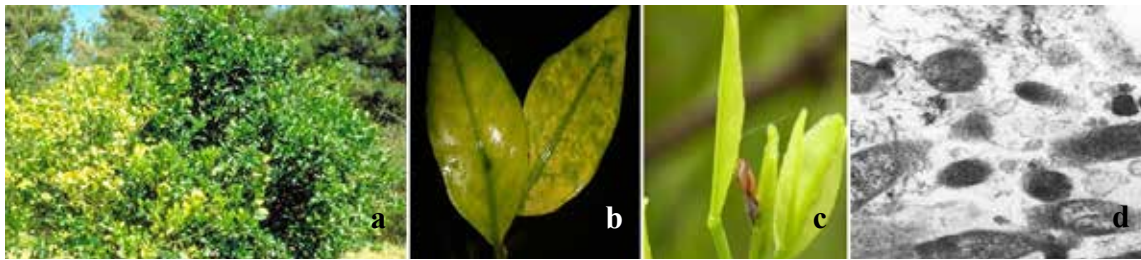


Cendawan Ramah Lingkungan Pembunuh Hama *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), Vektor Penyakit Huanglongbing pada Jeruk

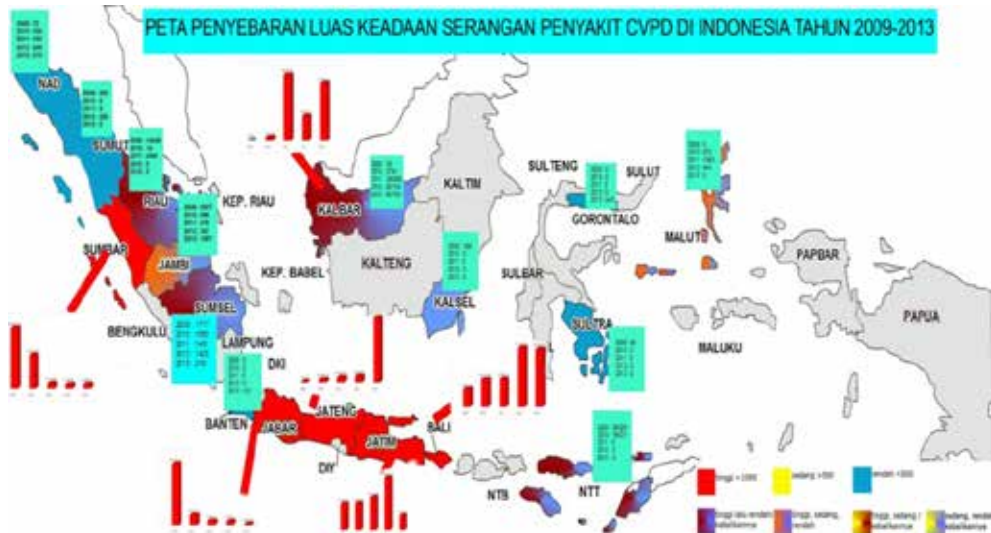
Kutu loncat jeruk psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama mulai ditemukan seiring dengan ditemukannya penyakit utama pada tanaman jeruk di Indonesia pada tahun 1940-an (Aubert *et al.* 1987), yang sampai sekarang masih menjadi *silent killer*, yaitu Huanglongbing (HLB) atau *citrus vein phloem degeneration* (CVPD). Kutu loncat jeruk ini memasukkan racun ketika menghisap cairan daun jeruk atau tunas, menyebabkan tunas deformasi dan pengerutan daun. Tetapi perhatian lebih besar terhadap kutu loncat tersebut karena perannya sebagai vektor bakteri penyebab penyakit HLB, penyakit jeruk yang paling serius di dunia. Penyakit degenerasi ini menjadi penyebab menurunnya produktivitas, kualitas bahkan kematian tanaman jeruk. Tidak ada obat untuk menyembuhkannya, dan tanaman terinfeksi patogen HLB akhirnya mati, kadang-kadang hanya dalam waktu 3 tahun.

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



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



Gambar 2. Luas serangan penyakit HLB di Indonesia tahun 2009 – 2013 (dok. Dwiastuti 2015)

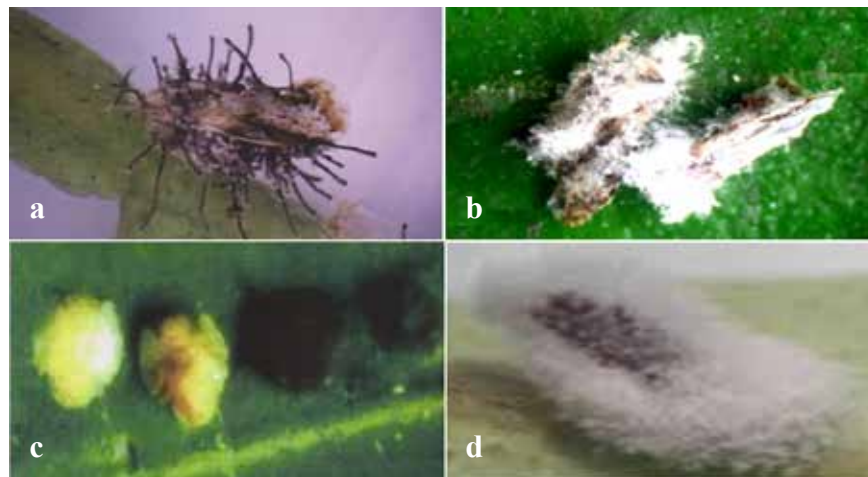
ha tanaman jeruk di banyuwangi yang rusak dan eradikasi karena HLB (Nusantara 2003).

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 2) Bali dan Kalimantan Barat selalu meningkat luas keadaannya 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.

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) (Gambar 2b), *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 *D. citri* Kuwayama dan dikategorikan *heat tolerance*, sedangkan CLaf yang ditularkan oleh *Trioza erytreae* del Guercio dikategorikan *heat sensitive*.



Gambar 3. 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)

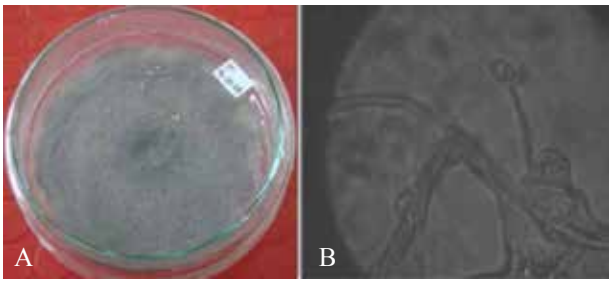
Clas, *CLam*, dan *D. citri* secara geografis tersebar hampir di seluruh pertanaman jeruk di dunia, sementara *CLaf* dan *Trioza erytreae* terbatas hanya di dataran tinggi Afrika Selatan. Penularan HLB lebih cepat dari tanaman sakit ke tanaman sehat melalui materi perbanyak vegetatif (mata tempel). Percepatan perkembangan HLB secara geografis melalui transportasi bibit sakit, sedangkan perkembangan HLB antartanaman dalam kebun disebabkan oleh vektor.

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.*



Gambar 4. (a) Koloni *H. citriformis*, (b) miselium dan spora *H. citriformis* (dok. Dwiastuti & Iqbal 2014)

citriformis, *B. bassiana*, *M. anisopliae*, dan *P. fumosoroseus* yang sudah diteliti potensinya di Indonesia. *Hirsutella citriformis* secara alami mampu 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 Macanan dan 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 3a). 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.

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 (Tabel 1, Dwiastuti *et al.* 2007), 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.

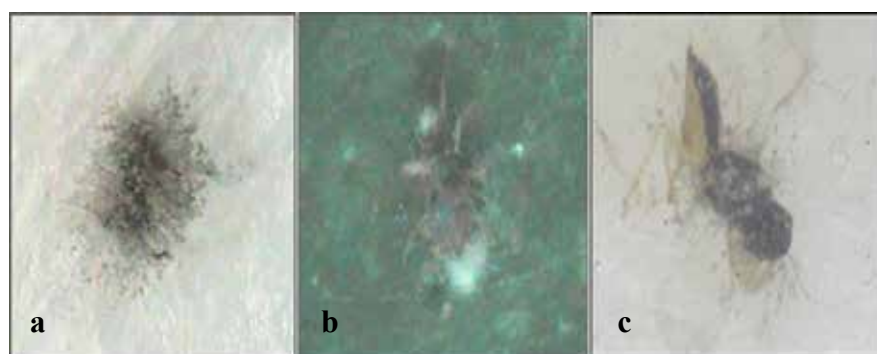
Keistimewaan lainnya adalah penyemprotan *H. citriformis* juga dapat menekan serangan hama nontarget seperti aphid *Toxoptera citricida*, tungau merah *Panonychus citri*, dan tungau karat jeruk *Phyllocoptura oleiver*. *Hirsutella citriformis* menekan populasi tungau merah sampai 37% dan menekan populasi aphid sampai 100% pada 21 hari setelah penyemprotan (Gambar 5 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 5 c).

Formula tunggal suspensi maupun yang berbentuk *wetable powder* (WP) dari *H. citriformis* dapat disimpan sampai lebih dari 6 bulan tanpa berkurang efektivitasnya (Dwiastuti *et al.* 2011, Widyaningsih & Dwiastuti

Tabel 1. Mortalitas *D. citri* terparasit entomopatogen dengan beberapa perlakuan kerapatan spora (Dwiastuti *et al.* 2007)

Perlakuan	Persentase mortalitas <i>D. citri</i> dengan konsentrasi		
	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁸
Single infeksi <i>H. citriformis</i>	12,07bc	20,17bc	52,94 d
Single infeksi <i>B. bassiana</i>	9,72 b	14,82 b	31,99 c
Single infeksi <i>M. anisopliae</i>	0,66 a	5,76 ab	14,41 b
Double infeksi <i>B. bassiana</i> + <i>H. citriformis</i>	42,74 d	52,94 d	70,11 e
Double infeksi <i>M. anisopliae</i> + <i>H. citriformis</i>	20,00 c	25,10 c	42,27 cd
Double infeksi <i>B. bassiana</i> + <i>M. anisopliae</i>	18,27 c	24,82 c	43,35 cd
Triple infeksi <i>B. bassiana</i> + <i>M. anisopliae</i> + <i>H. citriformis</i>	22,16 c	27,26 c	47,43 cd
Akuades	0,00 a	0,00 a	0,00 a

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf sama berarti tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan 5%



Gambar 5. Infeksi *H.citriformis* pada serangga lain nontarget. (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)



Gambar 6. Produk Latricid. (a) formula suspensi dan ekstrak, (b) formula WP

2007) dan *H. citriformis* dapat diaplikasikan bersama insektisida selektif. Hasil penelitian laboratorium menunjukkan bahwa *H. citriformis* dapat tumbuh cukup optimal pada media buatan yang dicampur dengan insektisida abamektin, sipermetrin, dan profenofos serta fungisida berbahan aktif propinop dan mankozeb (Tabel 2) (Dwiastuti & Iqbal 2014). Produk yang sudah dihasilkan dalam bentuk suspensi, WP, dan ekstrak diberi nama Latricid (merupakan

akronim dari *H. citriformis* pembunuh *D. citri*) (Gambar 6 a,b).

Kini Balitjestro masih terus merancang agar stabilitas daya bunuh cendawan ramah lingkungan terhadap hama sasaran dengan dua cara, yaitu (1) menambah efektivitas daya bunuh dengan ajuvan dan (2) cara memproduksi metabolit sekunder dari cendawan tersebut agar tidak mudah menurun stabilitasnya akibat pengaruh lingkungan.

Tabel 2. Rerata diameter pertumbuhan koloni jamur *Hirsutella citriformis* pada pengujian selektivitas pestisida (Dwiastuti & Iqbal 2014)

Macam perlakuan	Pengamatan hari ke...setelah inokulasi						
	4	8	12	16	20	24	28
Abamektin (0,5 ml/l)	8,33 b	27,67 bc	39,67 cd	54,67 bc	57 b	57 b	58,33 b
Sipermetrin (2 ml/l)	11 b	31,67 cd	46,33 de	59,33 bc	66,33 b	69,33 b	72,33 b
Profenofos (1 ml/l)	9 b	34,33 cd	47,33 de	70 bc	76,67 b	76,67 b	79,67 b
Dimetoat (2 ml/l)	7,33 ab	21,67 bc	28,33 cd	39 bc	44,67 b	44,67 b	45,67 b
Propineb (2 ml/l)	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Mankozebe (2 ml/l)	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Benomil (2 ml/l)	0 a	3,33 a	4,67 ab	6,67a	10,33 a	11 a	13 a
Bupirimat (0,5 ml/l)	3,67 ab	10 ab	17,33 bc	36 b	41,33 b	41,67 b	44,67 b
Kontrol (H,C)	24,33 c	61,33 d	73,67 e	85,67 c	86,67 b	7,33 b	90 b

Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%, Data telah ditransformasikan ke $\sqrt{(X+0,5)}$

Pada penambahan ajuvan, peningkatan efektivitas terbaik dan tercepat diperoleh dari perlakuan dengan kombinasi media PDAY dan ajuvan alkilaril poliglikol 400 g/l, menyebabkan mortalitas *D. citri* sampai 100%, jumlah spora yang menempel pada *D. citri* terbanyak namun tidak memengaruhi daya kecambahnya (Dwiastuti & Yunimar 2016). Penelitian ke arah metabolit sekunder dilakukan bersama perguruan tinggi dan tahun 2016 mendapat dukungan dana hibah selektif dari Kementerian Riset dan Teknologi, dan semoga Badan Penelitian dan Pengembangan pertanian sebagai pemilik sumber daya peneliti, mandat komoditas dan inovasi dapat memberi dukungan pada tahun-tahun berikutnya sampai dihasilkannya produk nyata metabolit sekunder cendawan ramah lingkungan pembunuh *D. citri*, vektor penyakit HLB yang meresahkan agribisnis jeruk di Indonesia. Cendawan-cendawan penyelamat jeruk itu siap mendukung program Kementerian Pertanian.

KESIMPULAN

Mengantisipasi tuntutan pasar global yang menghendaki produk yang bermutu dan aman dikonsumsi serta ramah lingkungan, inovasi penelitian pengendalian serangga vektor *Diaphorina citri* Kuwayama difokuskan pada aplikasi cendawan ramah lingkungan pembunuh hama. Ada empat cendawan ramah lingkungan berpotensi, yaitu *H. citriformis*, *B. bassiana*, *M. anisopliae*, dan *P. fumosoroseus*. *Hirsutella citriformis* mampu mengendalikan *D. citri* sebesar 30–82,9% pada stadia

imago. *Hirsutella citriformis* dan *P. fumosoroseus* bersama sama mampu menginfeksi 52,2 – 82,9%, di Macanan dan Jatinom Yogyakarta antara 52,2 – 82,9%. Sementara *M. anisopliae* membunuh *D. citri* pada stadia nimfa. Aplikasi *H. citriformis* dengan dosis 106 – 108 spora per mililiter lapang pada lokasi *outbreak D.citri* di Probolinggo Jawa Timur, efektif membunuh 30% populasi imago *D. citri*. Penyemprotan cukup seminggu sekali saat ada serangan. *Hirsutella citriformis* juga dapat menekan serangan hama lain 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. Formula tunggal suspensi maupun yang berbentuk *wetable powder* (WP) dari *H. citriformis* dapat disimpan sampai lebih dari 6 bulan tanpa berkurang efektifitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aubert, B, Garnier, M, Guillaumin, D, Herbagyandono, B, Setiobudi & Nurhadi, F 1985, 'Greening, a serious threat of the Indonesian archipelago, future prospects of the integrated control', *Fruits*, vol. 40, no. 9, pp. 549-63.
2. Aubert, B 1990, 'Integrated activities for the control of huanglungbin-greening and its vector *Diaphorina citri* Kuwayama in Asia', In Aubert, B, Tontyaporn, S & Buangsuwon, D (eds.), *Rehabilitation of citrus industry in the Asia Pacific Region, Proceedings of Asia Pacific International Conference on Citriculture*, Chiang Mai, Thailand, 4-10 February 1990, UNDPFAO, Rome, pp. 133-44.

3. 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-Transmitted Procaryotes, pp. 200-6.
4. Cabi 2016, *Citrus huanglongbing (greening) disease citrus greening, invasive compedium*, viewed 5 April 2016, <<http://www.cabi.org/isc/datasheet/16567#to picture>>.
5. Dirjen Hortikultura 2014, *Statistik produksi hortikultura*, Kementerian Pertanian, Jakarta.
6. Dwiastuti, ME 2003, 'Eksplorasi *Hirsutella* sp. di Jatim dan pertumbuhannya pada media buatan', *Prosiding Kongres Nasional XVII dan Seminar Ilmiah PFI Bandung*, 319-323 ISBN: 979.990094-0-6.
7. Dwiastuti, ME, Triwiratno, A, Supriyanto, A, Garnier, M & Bove JM 2003, 'Deteksi penyebaran geografis penyakit CVPD di Bali Utara dengan metode polymerase chain reaction', *J. Hort.*, vol. 13, no. 2, hlm. 138-45.
8. Dwiastuti, ME 2004, 'Jamur entomopatogen: Potensi, kendala, dan strategi pengembangannya sebagai agens pengendali biologi kutu jeruk (*D. Citri* KUW.)', *Prosiding Seminar Jeruk Siam Nasional 2004*, Surabaya, 15-16 Juni 2004 : 325 – 333. ISBN : 979 – 8257 – 29 – 4 Puslitbang Hortikultura, Jakarta.
9. Dwiastuti, ME, Widyaningsih, S & Yunimar 2006, *Bioprospeksi untuk peningkatan produksi dan mutu buah jeruk siam {Citrus suhuensis (Tan.)} : Pemantapan teknik pelepasan *H.citriformis**, Laporan penelitian APBN 2006 Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Badan Litbang Pertanian.
10. Dwiastuti, ME & Kurniawati, MY 2007, Keefektifan entomopatogen *Hirsutella citriformis* (Deuteromycetes : Moniliales) pada kutu psyllid *Diaphorina citri* KUW', *J. Hort.*, vol. 17, no. 3, 2007, hlm. 244-52.
11. Dwiastuti, ME, Nawir, W & Wuryantini, S 2007, 'Uji patogenisitas jamur entomopatogen *Hirsutella citriformis*, *Beauveria bassiana* dan *Metharizium anisopliae* secara eka dan dwi-infeksi untuk mengendalikan *Diaphorina citri* Kuw', *J. Hort.*, vol. 17, no. 1, hlm. 73-8.
12. Dwiastuti, ME, Yunimar & Widyaningsih, S 2011, 'Expires date test of wetable powder product of *Hirsutella citriformis* entomopathogen to control *D. Citri* KUW. on Citrus', *Proceeding The International Seminar on Natural Resources, Climate Change And Food Security Developing Countries-June 27-28-2011*, Book 2 Surabaya, pp. 285-91, ISBN : 978-602-8915-93-9.
13. Dwiastuti, ME, Wuryantini, S, Endarto, O & Widyaningsih 2008, *Bioprospeksi untuk peningkatan produksi dan mutu buah jeruk siam {Citrus suhuensis (Tan.)}: Kemampuan patogenisitas entomopatogen *Hirsutella Citriformis* pada hama jeruk bukan target dan agens hayati lain, penelitian APBN 2008*, Laporan Penelitian Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Badan Litbang Pertanian.
14. Dwiastuti, ME & Iqbal, M 2014, 'Selektivitas pestisida terhadap perkembangan cendawan entomopatogen *Hirsutella citriformis*', *J. Hort.*, vol. 24, no. 2, 2014, hlm. 162-70.
15. Dwiastuti, ME 2015, *Teknik jitu mencegah ancaman penyakit viruses jeruk: Sarana membangkitkan kejayaan jeruk lokal*, IAARD press, 66 hlm in press.
16. Dwiastuti, ME & Yunimar 2016, 'Pengaruh penambahan ajuvan pada suspensi *Hirsutella Citriformis* spere terhadap efektifitas pengendalian *Diaphorina citri* Kuw', Makalah Seminar Nasional II 2016 Biologi, Pembelajaran, Kajian Lingkungan Hidup, perspektif Interdisiplin, Malang 26 Maret 2016.
17. Etienne, J, Quilici, S, Marival, D & Franck, A 2001, 'Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in guadeloupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae)', *Fruits*, no. 56, pp. 307-15.
18. Hartung, JS, Paul, C, Achor, D & Brlansky, RH 2010, 'Colonization of dodder, *Cuscuta indecora*, by '*Candidatus* Liberibacter asiaticus' and '*Ca. L. americanus*', *Phytopathology*, vol. 100, pp. 756-62.
19. Jagoueix, S, Bove, JM & Garnier, M 1994, 'The problem limited bacteriology of greening disease of citrus is a member of the proteobacteria, International org citrus virol', *Riverside*, pp. 212-9.
20. Meyer, JM, Hoy, MA & Boucias, DG 2007, 'Morphological and molecular characterization of a *Hirsutella* species infecting the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), in Florida', *J. Invert Pathol.*, no. 95, pp. 101-9.
21. Meyer, JM, Hoy, MA & Boucias, DG 2008, 'Isolation and characterization of an *Isaria fumosorosea* isolate infecting the Asian citrus psyllid in Florida', *J. Invert Pathol.*, vol. 99, pp. 96-102.
22. Novizan 2002, *Membuat dan memanfaatkan pestisida ramah lingkungan*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
23. Nurhadi & Whittle, AM 1988, *Pengenalan dan pengendalian hama dan penyakit tanaman jeruk*, Sub Balihorti Malang, Balihorti Solok, Puslit Hortikultura, Jakarta, 118 hlm.

24. Nurhadi 1993, Aspek epidemi penyakit CVPD, 1; Prediksi kecepatan perkembangan penyakit dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kecepatan perkembangan', *Penelitian Hortikultura*, vol. 5, no. 2, hlm. 72-85.
25. Nurhadi, A, Supriyanto & Muharam, A 1994, Report of CVPD mapping on the districts of Tejakula (Buleleng) and Kubu (Karangasem), Ministry of Public Works and The Commission of European Communities, Project Management Unit, Singaraja, 29 pp.
26. Nusantara 2003, *Serangan virus, sebanyak 70 ha tanaman jeruk dimusnahkan*, diunduh 8 April 2016, <Gatra.com Banyuwangi>, 30 Januari 2003 09:27.
27. Raharjo, KS, Somowiyarjo, S & Wagiman, FX 2000, 'Pengendalian *Diaphorina citri* (vektor penyakit CVPD) dengan *Metarhizium anisopliae*', *J. Perlindungan tanaman*, vol. 6, no. 1, hlm. 23.
28. Rivero-Arago'n, A & Grillo-Ravelo, H 2000, Natural enemies of *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) in the central region of Cuba. *Centro- Agricola* 27, 87-88. SAS Institute (1997) SAS/STAT. User's Guide, release 6.10 edn. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
29. Robert, DW & Yendol, WG 1971, 'Use of fungi for microbial control of insect', dalam Burges, HD & Hussey, W (eds.), *Microbial control of insect and mites*, Academic-Press, London, pp. 124-45.
30. Semangun, H 2004, *Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia*, cet. 5, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 850 hlm.
31. Sharma, A, Kumari, N & Menghani, E 2004, *Bioactive secondary metabolites: An overview International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 5, Issue 4, April-2014 1395 ISSN 2229-5518 IJSER © 2014 <<http://www.ijser.org>>.
32. Subandiyah, S, Nikoh, N, Sato, H, Wagiman, F, Tsuyumu & Fukatsu, T 2000, 'Isolation and characterization of two entomopathogenic fungi attacking *Diaphorina citri* (Homoptera, Psyllidae) in Indonesia', *Mycoscience*, vol. 41, no. 5, pp. 509-13.
33. Supriyanto, A, Dwiastuti, ME, Triwiratno, A, Endarto, O & Sutopo 2001, 'Pengendalian penyakit CVPD dengan penerapan pengelolaan terpadu kebun jeruk sehat (PTKJS)', dalam, M. Sugiyarto & Widayati, E (eds.), *Petunjuk teknis rakitan teknologi pertanian*, BPTP Karangploso, hlm. 23-30.
34. Teixeira, Ddo, C, Luc Danet, J, Eveillard, S, Cristina Martins, E, de Jesus Junior, WC, Takao Yamamoto, P, Aparecido Lopes, S, Beozzo Bassanezi, R, Juliano Ayres, A, Saillard, C, & Bove, JM 2005, 'Citrus huanglongbing in Sao Paulo State, Brazil: PCR detection of the 'Candidatus' Liberibacter species associated with the disease', *Mol. Cell. Probes*, vol. 19, pp. 173-9.
35. Widyaningsih, S & Dwiastuti, ME 2007, 'Pengaruh lama da suhu penyimpanan suspensi entomopatogen *Hirsutella* sp. untuk mengendalikan *Diaphorina citri* sebagai vektor CVPD', *J. Hort.*, Ed. Khusus, vol. 3, hlm. 287-95.

Mutia Erti Dwiastuti

Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika,

Jln. Raya Tlekung No. 1, Junrejo

Kotak Pos 22, Kota Batu, Jawa Timur 65301

E-mail: mutiaed@gmail.com