

## ***Emerging Diseases* pada Tanaman Pertanian: Strategi dan Opsi Kebijakan Pengendalian**

**Suryo Wiyono, Giyanto, Kikin Hamzah Mutaqin, Sri Hendrastuti Hidayat,  
Supramana, dan Widodo**

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Email: suryowi@ipb.ac.id

### **Latar Belakang**

Tanaman pertanian di Indonesia rentan terhadap ledakan hama dan epidemi penyakit. Berbagai hama dan patogen telah dan sedang menyerang berbagai tanaman pertanian penting. Sebagai contoh wereng batang coklat yang mengalami *outbreak* besar pada tahun-tahun 1974-1976, 1986, 1998, 2010, dan selalu menjadi ancaman tiap tahunnya. *Begomovirus* (Pep YLCV) pada cabai yang serangannya meningkat sejak tahun 1993 hingga saat ini upaya menurunkan insidensi penyakit belum memberikan hasil nyata. Epidemi penyakit *dieback* (penyebabnya masih diperdebatkan) pada cengkeh yang dilaporkan di Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Sulawesi pada lima tahun terakhir. Penyakit blas pada padi juga mengalami perkembangan yang tidak biasa dan mengkhawatirkan, yaitu sejak tahun 2001 hingga 2012 terjadi peningkatan tajam luas pertanaman terserang, yaitu hingga 12 kali lipat (Balitbangtan 2011; Pusdatin 2014).

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor mencatat 14 hama maupun penyakit baru pada berbagai tanaman pada 20 tahun terakhir (Tabel 1). Beberapa kasus penyakit tersebut, dapat dikategorikan merupakan *emerging infectious disease* (EID). Karakteristik dari EID antara lain mempunyai insidensi yang meningkat cepat, sebaran geografis bertambah, atau berubah patogenisitas. Anderson *et al.* (2004) melakukan kajian terhadap EID pada tanaman selama 10 tahun berdasarkan berbagai sumber dalam publikasi internasional dilaporkan bahwa berdasarkan penyebabnya, EID paling tinggi disebabkan oleh patogen-patogen dari kelompok virus (47%), diikuti cendawan (30%), bakteri (16%), fitoplasma (4%), tidak diketahui (2%), dan nematoda (1%). Selanjutnya disimpulkan bahwa faktor pendorong EID adalah introduksi patogen dari daerah atau negara lain, perubahan iklim, perubahan teknik budidaya, perubahan habitat, peningkatan populasi vektor dan perubahan genetik patogen. Introduksi merupakan faktor utama pendorong munculnya penyakit baru untuk

virus (71%), bakteri (56%) dan cendawan (40%); sementara perubahan iklim merupakan faktor pendorong EID yang penting untuk cendawan (41%), bakteri (44%), dan virus (5%).

Tabel 1 Daftar hama dan penyakit baru di Indonesia selama 20 tahun terakhir

| No  | Nama ilmiah                                       | Nama umum                     | Tanaman inang;<br>lokasi                 | Tahun pertama<br>ditemukan<br>(Pustaka)                |
|-----|---------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1.  | <i>Liriomyza</i> spp.*                            | Lalat daun kentang            | Kentang, tomat;<br>Pacet Cianjur         | 1994<br>(Rauf 1995)                                    |
| 2.  | <i>Fusarium oxysporum</i><br>f.sp. <i>cepae</i> * | Moler/inul                    | Bawang merah;<br>Ciledug Cirebon         | 1997<br>(Triwidodo <i>et al.</i><br>1998; Tondok 2001) |
| 3.  | <i>Pepper yellow leaf curl virus</i> (Pep YLCV)   | Virus keriting kuning         | Cabai; Bogor dan<br>Cianjur              | 1999<br>(Rusli <i>et al.</i> 1999)                     |
| 4.  | <i>Globodera rostochiensis</i> *                  | Nematoda sista kuning         | Kentang; Batu                            | 2003<br>(Indarti <i>et al.</i> 2004)                   |
| 5.  | <i>Globodera pallida</i> *                        | Nematoda sista putih          | Kentang;<br>Banjarnegara dan<br>Wonosobo | 2005<br>(Lisnawita <i>et al.</i><br>2005)              |
| 6.  | <i>Pantoea stewartii</i> *                        | Layu stewartii                | Jagung; Bogor                            | 2011<br>(Rahma <i>et al.</i> 2014)                     |
| 7.  | <i>Clavibacter michiganensis</i> *                | Bakteri busuk tomat           | Tomat; Tegal                             | 2007<br>(Klinik Tanaman IPB<br>dan Nastari 2007)       |
| 8.  | <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>             | Antraknosa-<br><i>dieback</i> | Pepaya; Bogor                            | 2008<br>(Wiyono dan<br>Manuwoto 2009)                  |
| 9.  | <i>Paracoccus marginatus</i> *                    | Kutu putih pepaya             | Pepaya; Bogor                            | 2008<br>(Muniappan <i>et al.</i><br>2008)              |
| 10. | <i>Turnip mosaic virus</i> (TuMV)*                | Mosaik                        | Sawi; Jawa dan Bali                      | 2007<br>(Rusli <i>et al.</i> 2007)                     |
| 11. | <i>Bean common mosaic virus</i> (BCMV)*           | Mosaik kacang                 | Kacang panjang;<br>Bogor dan<br>Karawang | 2008<br>(Damayanti <i>et al.</i><br>2009)              |
| 12. | <i>Papaya ringspot virus</i> (PRSV)*              | Virus mosaik pepaya           | Pepaya; Aceh<br>Besar dan Pidie          | 2013<br>(Nurulita <i>et al.</i> 2014)                  |

Lanjutan Tabel 1

|     |                                 |                     |                         |                                                                                  |
|-----|---------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 13. | <i>Burkholderia glumae</i> *    | Bacterial grain rot | Padi; Purwakarta        | 2014<br>(Laporan Klinik Tanaman 2014)                                            |
| 14. | <i>Aphelenchoides besseyi</i> * | Nematoda daun putih | Padi ; Bojonegoro Bogor | 2014<br>(Laporan Klinik Tanaman 2014)<br>2015<br>(Kurniawati dan Supramana 2015) |

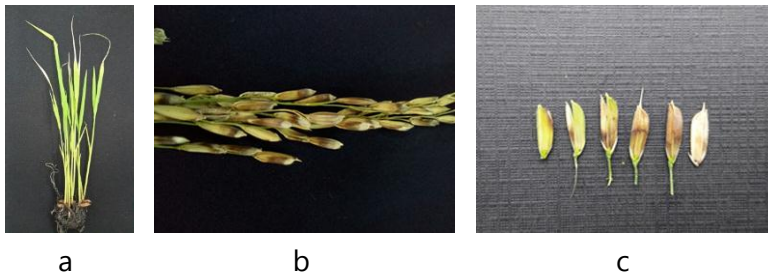
Keterangan: \* bukan hama atau patogen asli dari Indonesia

### **Emerging Disease pada Padi**

Padi merupakan tanaman pangan pokok yang strategis. Permasalahan hama dan penyakit padi saat ini masih menjadi hambatan penting dalam produksi, diantaranya disebabkan oleh wereng coklat, penyakit blas (*Pyricularia oryzae*), maupun kresek (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*). Adanya penyakit baru akan menambah masalah menjadi semakin kompleks. Saat ini terdapat tiga permasalahan penting terkait *emerging disease* pada padi yaitu penyakit blas, busuk bulir bakteri yang disebabkan oleh *Burkholderia glumae*, dan penyakit pucuk putih yang disebabkan oleh nematoda *Aphelenchoides besseyi*.

Penyakit busuk bulir bakteri -*bacterial grain rot* (BGR) disebabkan oleh bakteri *Burkholderia glumae* (Singh *et al.* 2015). Penyakit BGR tersebut ditemukan pertama kali pada 2014 oleh Tim Departemen Proteksi Tanaman Faperta IPB menyerang pertanaman padi di Purwakarta, kemudian dalam periode 2014-2016 serangan BGR juga ditemukan pada pertanaman padi di Cianjur, Karawang, Indramayu, Tegal, Blitar, Brebes, dan Bogor (Tabel 2). Gejala yang terlihat berada di sekitar daun, pelepah, dan umumnya pada malai; gejala yang khas terlihat berupa perubahan warna (gradasi) dari coklat ke hitam (Gambar 1b dan c).

Selain hasil penelitian Tim Departemen Proteksi Tanaman IPB, serangan *B. glumae* juga dilaporkan menyerang padi di beberapa daerah di Pulau Jawa sejak 2014. Seminar Perhimpunan Fitopatologi Indonesia Komisariat Daerah Yogyakarta, Solo, dan Semarang (Joglosemar) di Yogyakarta tahun 2014 melaporkan bahwa benih padi yang diimpor dari China ditemukan mengandung *B. glumae*.



Gambar 1 Gejala serangan nematoda pucuk putih di daerah Karawang (a), gejala serangan BGR di Brebes (b) dan Bogor (c)

Foto: Yuliani (2016) dan Klinik Tanaman (2016)

Tabel 2 Hasil temuan serangan *Burkholderia glumae* di lapangan (Klinik Tanaman dan KKN IPB)

| Tanggal           | Lokasi temuan                       | Bagian yang terserang            |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 5 April 2014      | Campaka, Purwakarta                 | Malai                            |
| 10 Oktober 2014   | Bunikasih, Warungkondang, Cianjur   | Malai, daun                      |
| 3 Mei 2015        | Bunikasih, Warungkondang, Cianjur   | Malai, daun                      |
| 13 September 2015 | Tegalsari, Cilamaya Wetan, Karawang | Malai, pelepah, daun             |
| 26 Juli 2016      | Sukra Wetan, Sukra, Indramayu       | Malai, pelepah, daun             |
| 26 Juli 2016      | Purwahamba, Suradadi, Tegal         | Malai                            |
| 5 Agustus 2016    | Pojok, Garum, Blitar                | Daun                             |
| 12 Agustus 2016   | Jayamakmur, Jayakarta, Karawang     | Malai                            |
| 29 Desember 2016  | Bumiayu, Brebes                     | Malai, pelepah, dan daun bendera |
| 31 Desember 2016  | Darmaga, Bogor                      | Malai                            |

Selanjutnya Seminar Hasil pemantauan Daerah Sebar OPT/OPTK (Organisme Pengganggu Tanaman Karantina) tahun 2016 oleh Balai Karantina Kelas I Semarang juga menyatakan adanya serangan *B. glumae* di pertanaman padi di Semarang, Kendal, Karanganyar, dan Tegal. Fakta-fakta tersebut menunjukkan bahwa *B. glumae* merupakan patogen padi yang sedang meningkat (*emerging*) sejak dilaporkan tahun 2014.

Busuk bulir bakteri (*bacterial grain rot*) oleh beberapa kalangan dinyatakan sama dengan penyakit *bacterial red stripe* (BRS). Penyakit BRS cukup merusak pada tahun 80 sampai 90-an di Indonesia dan Asia Tenggara. Permasalahan *red stripe* padi pada periode tersebut sangat meluas sehingga IRRI pada tahun 2001 menyelenggarakan simposium khusus tentang BRS, dan tidak bisa menyimpulkan

penyebabnya. Hingga saat ini belum bisa diambil kesepakatan tentang bakteri patogen BRS. Berbagai penelitian di berbagai negara tersebut menunjukkan bahwa patogen BRS berbeda dengan *Burkholderia glumae* (Tabel 3).

Tabel 3 Penelusuran pustaka terkait *bacterial red stripe* (BRS)

| Referensi                     | Asal Negara | Jenis patogen                                                   |
|-------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------|
| Suparyono (2001)              | Indonesia   | Tidak dapat disimpul<br>( <i>Bacterial orange leaf blight</i> ) |
| Rusmanto (1990)               | Indonesia   | <i>Pseudomonas avenae</i>                                       |
| Tuat (2001)                   | Vietnam     | <i>Acidovorax avenae</i>                                        |
| Kaku <i>et al.</i> (2000)     | Indonesia   | <i>Microbacterium</i> sp.                                       |
| Shakya <i>et al.</i> (1985)   | India       | <i>Pseudomonas avenae</i>                                       |
| Workshop IRRI (2001)          | Filipina    | Tidak berhasil mengambil kesimpulan                             |
| Elazegui <i>et al.</i> (2004) | Filipina    | Cendawan- <i>Gonatophragmium</i>                                |

Tabel 4 Catatan temuan *Aphelenchoides besseyi* oleh Tim Departemen Proteksi Tanaman Faperta IPB (Klinik Tanaman, KKN, Penelitian) dan laporan dari petani

| Tanggal                                              | Lokasi                                      | Bagian yang terserang |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Tim Departemen Proteksi Tanaman Faperta - IPB</b> |                                             |                       |
| 27 Juni 2014                                         | Kec. Kapas Bojonegoro                       | Daun - tanaman tua    |
| 8 Agust 2015                                         | Darmaga Bogor                               | Daun - pembibitan     |
| 28 Juli 2016                                         | Desa Cariumulya<br>Kec. Telagasari Karawang | Daun – pembibitan     |
| <b>Laporan petani yang diverifikasi</b>              |                                             |                       |
| 8 Des 2016                                           | Kec. Singgahan Tuban                        | Daun, pesemaian       |
| 3 Jan 2017                                           | Kecamatan Kalitidu Bojonegoro               | Daun – vegetatif      |
| 5 Jan 2017                                           | Kecamatan Ngronggot, Nganjuk                | Daun – vegetatif      |
| 6 Jan 2017                                           | Kecamatan Temayang, Jombang                 | Daun – vegetatif      |

Selain busuk bulir bakteri, *emerging disease* lain yang ditemukan di lapangan dalam waktu yang bersamaan dengan BGR adalah penyakit pucuk putih yang disebabkan nematoda. Nematoda penyebab pucuk putih (*Aphelenchoides besseyi*)

ditemukan sejak 2014 di beberapa lokasi seperti di Bojonegoro, Darmaga-Bogor, Karawang, Tuban, Nganjuk, dan Jombang (baik yang dilaporkan oleh Tim Departemen Proteksi Tanaman – IPB maupun dari laporan petani dari lapangan yang diverifikasi) (Tabel 4). Gejala yang khas ditemukan yaitu menyerang pucuk daun padi dan menyebabkan warna putih (Gambar 1a).

### **Impor Benih Padi dan Resiko Masuknya Bakteri *B. glumae* dan Nematoda *A. besseyi***

Impor benih dari negara lain memberikan peluang untuk masuknya patogen baru ke suatu negara. Bahkan Elmer (2001) menyatakan bahwa impor benih merupakan kendaraan bagi patogen untuk menyebar. Impor benih padi hibrida dalam bentuk benih sebar sangat berbahaya bagi pertanaman padi di Indonesia karena: 1) adanya dua patogen penting tersebut di negara asal- sedangkan keduanya belum ada di Indonesia, walaupun ada sebarannya sangat terbatas., 2) dua patogen tersebut terbawa benih, 3) jumlah benih yang diimpor sangat besar sehingga peluang membawa patogen sangat besar, 4) potensi merusak kedua patogen yang sangat besar terhadap pertanaman padi di Indonesia dan belum adanya *success story* dalam eliminasi patogen baru dari luar negeri.

Daerah asal impor yaitu China, India, dan Filipina merupakan daerah sebar penyakit busuk bulir bakteri dan nematoda pucuk putih. Keduanya di Indonesia merupakan OPTK A2, yang artinya patogen tersebut sudah ada di Indonesia tapi terbatas penyebarannya. *Burkholderia glumae* merupakan patogen penting dan menimbulkan kerugian yang besar pada pertanaman padi di Jepang, China, Korea, India, Filipina, dan Amerika Serikat dengan kehilangan hasil 20-70% (Ham *et al.* 2011; Cui *et al.* 2016). Sementara *A. besseyi* dapat menurunkan produksi 20-55% (Prasad *et al.* 1987; Jamali *et al.* 2006).

Importasi benih padi hibrida dalam jumlah yang sangat besar (ribuan ton) membuat resiko masuknya *A. besseyi* dan *B. glumae* ke wilayah NKRI sangat tinggi. Nematoda *A. besseyi* dan bakteri *B. glumae* merupakan beberapa contoh patogen yang dapat ditularkan, dan bahkan penyebaran jarak jauhnya dilakukan terutama melalui benih. Besarnya peluang masuk bisa digambarkan dengan perhitungan sebagai berikut:

*impor benih padi hibrida 1 000 ton per tahun = 1 juta kg = 38 000 000 000 biji; jika peluang membawa patogen pada benih hanya 0.0001 atau sangat kecil, maka akan ada sekitar 3 800 000 biji yang membawa patogen.*

Pada tahun 2007-2010 impor benih padi hibrida adalah sebesar 3 888 ton per tahun (Satoto dan Mejaya 2014), kemudian pada tahun 2015-2016 Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2016) juga menyatakan bahwa impor benih padi hibrida sekitar 1 000 – 1 500 ton per tahun. Impor benih padi hibrida mempunyai sifat khusus yaitu **kuantitas** yang besar (ribuan ton), **frekuensi** yang sering, **periode** yang panjang (2007-2016), sehingga resiko masuknya patogen terbawa benih **sangat tinggi**. Resiko yang sangat tinggi tersebut hampir tidak mungkin dieliminasi dengan mekanisme dan tindakan karantina yang ada. Sampai saat ini, belum ada *success story* yang menyebutkan bahwa patogen yang masuk dan berkembang mampu dieliminasi di Indonesia. Bahkan di dunia pun kesempatan untuk bisa mengeradikasi patogen yang baru masuk suatu negara sangat sempit, yaitu hanya mungkin dilakukan pada saat awal perkembangan patogen baru tersebut di daerah yang relatif terbatas (Pluess *et al.* 2012).

### **Perangkat Kebijakan untuk Membatasi Penyebaran Patogen antar Daerah**

Perangkat kebijakan untuk membatasi penyebaran patogen antar daerah adalah karantina antar pulau dan sertifikasi benih. Sertifikasi benih seharusnya tidak hanya mencakup mutu genetik, vigor, dan kemurnian benih. Hingga saat ini sertifikasi benih, terutama padi tidak mencakup aspek bebas patogen. Aspek kesehatan benih, yaitu bebas patogen tertentu sudah ditetapkan hanya pada dua benih tanaman yaitu umbi bawang merah dan bibit ubi jalar (Permentan Nomor 56/Permentan/PK.110/11/2015; Keputusan Menteri Pertanian Nomor 131/KPTS/SR.130/D/11/2015; Keputusan Menteri Pertanian Nomor 355/HK.130/C/05/2015). Hal ini menunjukkan bahwa perangkat kebijakan untuk membatasi penyebaran patogen tular benih (*seed borne*) antar daerah di Indonesia belum memadai.

### **Kesimpulan**

Penyakit busuk bulir (*bacterial grain rot/BGR*) oleh bakteri *Burkholderia glumae* dan penyakit pucuk putih yang disebabkan oleh nematoda *Aphelenoides besseyi* sudah menjadi *emerging disease* dan tersebar di beberapa daerah di Pulau Jawa. Impor benih padi hibrida memiliki resiko yang sangat tinggi dalam membawa patogen baru, baik dari aspek spesies maupun ras/strain suatu penyakit. Perangkat kebijakan yang ada untuk membatasi penyebaran patogen melalui benih antar daerah kurang memadai.

### Strategi Pencegahan dan Pengendalian

Beberapa strategi yang dapat dilakukan yaitu dengan cara sebagai berikut:

- 1) menghilangkan resiko masuknya inokulum tambahan (*pathogen pollution*),
- 2) membendung penyebaran patogen antar daerah,
- 3) melakukan proses eradikasi pada daerah yang sudah terinfestasi, dan
- 4) pengembangan dan penerapan teknologi untuk deteksi dan eradikasi dalam mengendalikan dan menghambat penyebaran patogen antar daerah.

### Pilihan Kebijakan

Pilihan kebijakan untuk mengatasi *emerging disease* yang dapat dilakukan yaitu dengan menghentikan impor benih padi hibrida, dan menetapkan aspek bebas OPT penting pada sertifikasi benih tanaman strategis. Tindakan pengendalian dapat dilakukan dengan pembendungan sehingga proses tahapan status OPTK A2 dapat berubah menjadi OPTK A1.

### Daftar Pustaka

- Anderson PK, Cunningham AA, Patel NG, Morales, FJ, Epstein PR, Daszak P. 2004. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnological drivers. *Trends in Ecol and Evol.* 19:535-544.
- [Balitbangtan] Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2011. *Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian*. Jakarta: Balitbangtan.
- Cui ZQ, Zhu BO, Xie GI, Li Bin, Huang SW. 2016. Research Status and Prospect of *Burkholderia Glumae*, the pathogen causing bacterial panicle blight. *Rice Science*. 23(3):111-118.
- Damayanti TA, Alabi OJ, Naidu RA, Rauf A. 2009. Severe outbreak of a *yellow mosaic disease* on the Yard Long Bean in Bogor, West Java. *Hayati Journal of Biosciences*. 16(2):78-82.
- Davide RG. 1988. Nematode problems affecting agriculture in the Philippines. *Journal of Nematology*. 20(2):214-218.
- Elazegui FA, Castilla NP, Dalisay TU, Mew TW. 2004. Causal agent of red stripe disease of rice. *Plant Dis*. 88:1310-1317.
- Elmer WH. 2001. Seeds as vehicles for pathogen importation. *Biological Invasions*. 3:263-271.

- [FAORAP APSA] FAO Regional Office for Asia and the Pacific and Asia-Pacific Seed Association. 2014. Hybrid rice development in Asia: Assessment of limitation and potential. *Proc Reg Expert Consultation on Hybrid Rice Development in Asia: Assessment of Limitation and Potential*, 2-3 July 2014. Bangkok, Thailand.
- Ham OH, Melanson RA, Rush MC. 2011. *Burkholderia glumae*: Next Major Pathogen of Rice?. *Molecular Plant Pathology*. 12(4):329–339. doi: 10.1111/J.1364-3703.2010.00676.X.
- Indarti S, RTP Bambang, Mulyadi, Triman B. 2004. First record of potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* in Indonesia. *Australasian Plant Pathology*. 33:325-426.
- Jamali S, Pourjam E, Alizadeh A, Alinia F. 2006. Incidence and distribution of *Aphelenchoides besseyi* in rice areas in Iran. *Journal of Agricultural Technology* 2(2): 337-344.
- Kaku H, Subandiyah S, Ochiai H. 2000. Red stripe of rice is caused by a bacterium *Microbacterium* sp. *J Gen Plant Pathol*. 66:149-152.
- Karki HS. 2010. Physiological, biochemical and molecular characteristics associated with virulence of *Burkholderia glumae*: the major causative agent of bacterial panicle blight of rice [thesis]. The Department of Plant Pathology and Crop Physiology: Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
- Klinik Tanaman, Nastari. 2007. Laporan Safari Gotong Royong di 24 Kabupaten di Pulau Jawa. Klinik Tanaman Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian IPB.
- Kurniawati F, Supramana. 2016. Tingkat infestasi *Aphelenchoides besseyi* pada benih padi di Bogor. *J Fitopatol Indones*. 12: 34–37. doi: 10.14692/jfi.12.1.34
- Lee YH, Ko SJ, Cha KH, Park EW. 2015. BGR cast: a disease forecast model to support decision-making for chemical sprays to control bacterial grain rot of rice. *Plant Pathol. J*. 31: 350-362. <http://dx.doi.org/10.5423/PPJ.OA.07.2015.0136>.
- Lisnawita, Sinaga MS, Wattimena GA, Supramana, Suastika G. 2005. Polymerase Chain Reaction to identify species of potato cyst nematode in Indonesia. The 1<sup>st</sup> International Conference of Crop Security. Malang: Universitas Brawijaya.
- Muharam A, Indrasti R, Hanudin. 2012. Occurrence of *Dickeya dadantii* the causal agent of bacterial soft rot on orchids in DKI Jakarta and West Java Indonesia. *Crop Env*. 3:37-44.
- Muniappan R, Shepard BM, Watson GW, Carner GR, Sartiami D, Rauf A, Hammig MD. 2008. First report of the papaya mealybug, *Paracoccus marginatus*

- (Hemiptera: Pseudococcidae), in Indonesia and India. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*. 25:37-40. doi: 10.3954/1523-5475-25.1.37.
- Pluess T, Cannon R, Jarošík V, Pergl J, Pyšek P, Bacher S. 2012. When are eradication campaigns successful? a test of common assumptions. *Biological Invasions* 14(7):1365–1378.
- Prasad JS, Panwar MS, Rao YS. 1987. Nematodes problems of rice in India. *Tropical Pest Management*. 33: 127-136.
- Pusdatin. 2014. *Statistics of Climate, Crop Pests and Climate Change Impacts*. Jakarta: Pusdatin Kementan.
- Rahma H, Sinaga MS, Surahman M, Giyanto. 2014. First report of Stewart wilt of maize caused by *Pantoea stewartii* in Bogor District Indonesia. *J ISAASS*. 20:131-141.
- Raju SK, Kumar KVK, Raju MRB, Sudini H. 2008. Red stripe disease in rice. *J Res Angra* 36: 5-13.
- Rauf A. 1995. *Liriomyza* spp.: hama pendatang baru di Indonesia. *Bul HPT*. 8:46-48.
- Rusli ES, Hidayat SH, Suastika G, Kartosuwondo U. 2007. Kisaran inang dan keragaman gejala infeksi *turnip mosaic virus*. *J Perlindungan Tan Indones*. 13 (1): 22-34.
- Rusli ES, Hidayat SH, Suseno R, Tjahjono B. 1999. Virus gemini pada cabai: variasi gejala dan studi cara penularan. *Bul HPT*. 11: 26-31.
- Rusmanto. 1990. Pengujian Fisiologis Beberapa Isolat Bakteri Patogen BRS Asal Tanaman Padi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Satoto MJ, Mejaya. 2014. Hybrid rice development in Indonesia. In: FAORAP dan APA (FAO Regional Office for Asia and the Pacific and Asia-Pacific Seed Association. Hybrid rice development in Asia: Assessment of limitation and potential. *Proc Reg Expert Consultation on Hybrid Rice Development in Asia: Assessment of Limitation and Potential, 2-3 July 2014. Bangkok, Thailand*. Pp. 103-116
- Shakya DD, Chung HS, Vinther F. 1986. Transmission of *Pseudomonas avenae*, the cause of bacterial stripe of rice. *Journal of Phytopathology*. 116: 92–96. doi:10.1111/j.1439-0434.1986.tb00899.x
- Singh D, Vishunavat K. 2015. Identification of a seed-borne rice bacterium, *Burkholderia glumae* using cultural, morphological and biochemical methods. *Journal of Applied and Natural Science*. 7:562 – 566.

- Suparyono. 2001. Bacterial orange leaf blight of rice in Indonesia in: Mew TW, editor. *Planning workshop on red stripe*. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. Pp.33-37.
- Tondok ET. 2001. Twisting disease caused by *Fusarium oxysporum* on shallot (*Allium cepa* L. var. *agregatum* G. Don.) [tesis]. Jerman: Georg-August-University, Goettingen.
- Triwidodo H, Sartiami D, Priyono D, Yuliani TS. 1998. Pengembangan Teknologi dan Pemasyarakatan Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Bawang Merah. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tuat NV. 2001. Red stripe and associated diseases in Vietnam. In: Mew TW, editor. *Planning workshop on red stripe*. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. 11-17.
- Wiyono S, Manuwoto S. 2009. Penyakit Antraknosa pada pepaya dan potensi pengendaliannya. *Pusat Kajian Buah Tropika*. Bogor: LPPM IPB.