

# PENYAKIT KARAT PADA KRISAN DAN PENGENDALIAN RAMAH LINGKUNGAN DALAM ERA MASYARAKAT EKONOMI ASEAN 2015

## *Environmentally-Friendly Plant Disease Control on Chrysanthemum in ASEAN Economic Community Era by 2015*

Hanudin, Budi Marwoto, dan I. Djatnika

*Balai Penelitian Tanaman Hias  
Jalan Raya Ciherang, Kotak Pos 8 Sdl Segunung-Pacet Cianjur 43253,  
Telp. (0263) 517056, Faks. (0263) 514138,  
e-mail: hanudin\_handjar09@yahoo.com, balithi@litbang.pertanian.go.id*

*Diajukan: 12 November 2014; Direvisi: 13 Januari 2015; Disetujui: 3 Februari 2015*

### ABSTRAK

Mutu bunga krisan merupakan salah satu faktor penting dalam menghadapi persaingan global dan menjadi indikator utama keberhasilan pengelolaan usaha tani krisan. Berbagai faktor dapat menurunkan mutu bunga potong/pot krisan, di antaranya cekaman lingkungan fisik, serangan penyakit, dan lemahnya sumber daya manusia. Di antara ketiga faktor tersebut, serangan penyakit paling berpengaruh terhadap mutu produk florikultura. Pada era Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA), tuntutan terhadap penerapan standar keamanan pangan dan lingkungan makin tinggi seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan kesehatan dan lingkungan. Tuntutan tersebut berimplikasi terhadap praktik budi daya tanaman pertanian, termasuk krisan. Penggunaan bahan kimia sintetis yang berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan tidak dapat dipertahankan lagi. Tulisan ini membahas penyakit pada tanaman hias, epidemiologi penyakit, prinsip pengendalian penyakit ramah lingkungan, dan penerapannya menyongsong era MEA pada 2015. Sejak pengembangan industri krisan di Indonesia pada 1980-an, usaha krisan menghadapi kendala utama serangan penyakit. Besarnya kerugian yang diakibatkan oleh serangan penyakit ditentukan oleh tipe epidemiologi. Untuk mencegah kerugian akibat infeksi penyakit, perlu penerapan pengendalian penyakit ramah lingkungan dengan prinsip melakukan tindakan yang tepat pada saat patogen berada dalam fase perkembangan yang paling lemah dengan menggunakan tindakan yang memerhatikan kelestarian lingkungan dan keamanan pangan.

**Kata kunci:** Krisan, penyakit karat, pengendalian penyakit, Masyarakat Ekonomi ASEAN

### ABSTRACT

*Product quality is an important factor determining the success in occupying global market and managing chrysanthemum farming. Various factors may threaten the quality of chrysanthemum, that are physical environmental stress, disease incidence and lack of human resources. Among these three factors, disease incidence is the most important one. In the era of the ASEAN Economic Community, people awareness to the food safety*

*and environment will arise and it certainly will influence the strategy of plant disease control. To meet with the people demand, the best way to control the disease incidence is by applying integrated disease management which implements principle of environmentally friendly control. The use of synthetic chemicals that have a negative impact on the environment and health is untenable anymore. The application of environmentally-friendly cultivation techniques be a strategic issue in chrysanthemum cultivation. This paper discussed the problems of chrysanthemum diseases, epidemiology, environmentally-friendly disease control, and its application to welcome the ASEAN Economic Community era by 2015. Based on the report from the field disease is a major constraint in chrysanthemum industry. The magnitude of the problem is depending on the epidemiology type of the disease. Principle of plant disease control is managing the disease through environmentally-friendly measures without harming the environment to levels that are not economically harmful to grower. The ideal way to control the disease is to take appropriate action when pathogens are in the weakest development phase.*

**Keywords:** *Chrysanthemum, rusts, disease control, ASEAN Economic Community*

### PENDAHULUAN

Krisan (*Dendrathera grandiflora* Tzvelev syn. *Chrysanthemum murifolium* Ramat) merupakan salah satu bunga potong dan bunga pot yang digemari masyarakat terutama kalangan menengah ke atas. Permintaan krisan potong terus meningkat, baik di dalam negeri maupun untuk ekspor. Pasokan bunga krisan di pasar dunia didominasi oleh Belanda, Kolumbia, dan Italia yang mencapai 60% dari total permintaan dunia, sementara negara lain kontribusinya hanya sekitar 10% (Pustaka Jawatimuran 2008).

Permasalahan utama dalam usaha tani krisan ialah serangan penyakit karat putih dan rusaknya lahan pertanian akibat penggunaan pupuk dan pestisida kimia secara terus-menerus. Penyakit karat putih yang

disebabkan oleh *Puccinia horiana* Henn. merupakan penyakit paling penting pada tanaman krisan karena penyakit ini merusak daun dan menurunkan kualitas bunga. Serangan pada daun di sekitar bunga menurunkan nilai estetika dan komersial bunga hingga 100% (Ellis 2007).

Petani di Indonesia pada umumnya melakukan pemupukan dan pengendalian penyakit karat putih pada krisan dengan menggunakan pupuk dan fungisida kimia sintetis. Penggunaan pupuk dan pestisida sintetis selain dapat menimbulkan kerusakan tanah, resistensi, dan resurgensi pada patogen target, juga meninggalkan residu yang membahayakan kesehatan pelaksana budi daya krisan serta menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Pemberlakuan ISO 14000 dalam era globalisasi dan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) 2015 tentang jaminan kesehatan dan keamanan lingkungan selama proses produksi, mewajibkan produsen untuk mencari alternatif pengendalian penyakit (budi daya) tanaman yang ramah lingkungan, aman bagi kesehatan, serta berhasil guna dan berdaya guna.

Penerapan budi daya tanaman ramah lingkungan didukung pemerintah dan masyarakat petani di Indonesia. Pemerintah telah mencanangkan gerakan “Pertanian Organik atau *Green Agriculture*” yang dimulai pada tahun 2010, sementara petani telah menerapkan pertanian organik sejak dulu kala. Dalam menerapkan pertanian organik, petani diharapkan akan makin berdaya dan mandiri dalam mengelola lahan pertaniannya. Keberdayaan petani dicirikan dengan timbulnya kesadaran bahwa mereka paham akan haknya atas lingkungan hidup yang baik dan sehat serta sanggup menjalankan kewajiban dan tanggung jawab untuk mencapai kualitas lingkungan hidup yang dituntutnya. Di lain pihak kemandirian akan mendorong petani mampu menghadapi masalah lingkungan di sekitarnya (Yayasan Insan Sembada 2012).

Penggunaan bakteri perakaran pemicu pertumbuhan tanaman (BP3T) atau *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) merupakan salah satu cara melaksanakan pertanian organik. BP3T telah digunakan sebagai bahan aktif dalam pembuatan pupuk dan pestisida hayati (Siddiqui 2006). Aplikasi BP3T dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan pestisida, juga mengurangi dampak pencemaran air tanah dan lingkungan akibat pemakaian pupuk dan pestisida kimia yang berlebihan. Oleh karena itu, aplikasi fungisida dan pupuk hayati berbahan aktif BP3T merupakan alternatif penggunaan sarana produksi yang disarankan.

BP3T juga dapat berperan sebagai pemicu pertumbuhan yang dapat menginduksi ketahanan tanaman. Metabolit sekunder yang dihasilkan bakteri ini pada tanaman inang dapat memengaruhi perkembangan fisiologi tanaman dan menginduksi ketahanan terhadap penyakit (Shimizu *et al.* 2006). Interaksi antara tanaman dan BP3T

dapat berupa simbiosis mutualisme yang melibatkan jalur biokimia, karena bakteri tersebut menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman yang sesuai seperti *indole-3-acetic acid* (IAA), asam giberelat, dan sitokinin, sementara tanaman menyediakan kenyamanan dan perlindungan bagi BP3T dari tekanan lingkungan dan kompetisi antagonistik dari mikroorganisme lain (Lee *et al.* 2005). Dengan adanya BP3T, penggunaan bahan pencemar berbahaya seperti pupuk anorganik dan pestisida kimia sintetis dapat diminimalkan.

Dalam makalah ini diuraikan penyakit karat putih pada tanaman krisan; prinsip pengendalian penyakit ramah lingkungan dengan menggunakan BP3T; peran, keunggulan, dan potensi ekonomi BP3T; serta strategi, peluang, dan tantangan pengendalian penyakit dan penerapannya menyongsong era MEA 2015.

## **PENYAKIT KARAT PUTIH PADA TANAMAN KRISAN**

Penyakit penting pada tanaman krisan yang sangat merugikan ialah penyakit karat. Di Indonesia dikenal dua jenis penyakit karat, yaitu karat cokelat yang disebabkan oleh *Puccinia chrisanthemi* dan karat putih yang disebabkan oleh *Puccinia horiana* (Suhardi 2009). Dari dua jenis penyakit karat tersebut, karat putih adalah yang paling merugikan, bahkan di beberapa negara produsen krisan, seperti Jepang, Belanda dan Amerika Serikat, penyakit karat putih termasuk penyakit yang dicegah masuk ke negara-negara tersebut, yang dituangkan dalam peraturan *Phytosanitary* yang sangat ketat.

Gejala penyakit biasanya mudah terlihat di bagian bawah permukaan daun, berupa pustul yang berwarna putih kemudian berubah warna menjadi cokelat. Perkembangan penyakit diawali dengan penempelan uredospora/teliospora pada permukaan bawah daun melalui percikan air, kemudian diikuti pembentukan bintik-bintik berwarna putih. Bintik-bintik tersebut selanjutnya berkembang menjadi pustul kecil berwarna putih. Seiring dengan perkembangan waktu, pustul akan membesar yang dalam stadia lanjut berubah warna menjadi cokelat. Di dalam pustul tersebut terkumpul massa teliospora yang siap menyebar ke tanaman lain melalui angin, air maupun serangga. Pustul akan timbul dalam waktu 5-13 hari setelah infeksi (Gambar 1).

Menurut Suhardi (2009), patogen penyakit karat putih menghasilkan dua jenis spora, yaitu teliospora yang merupakan spora rehat dan basidiospora yang dihasilkan teliospora yang telah berkecambah. Teliospora berukuran 14,5  $\mu\text{m}$  x 41,5  $\mu\text{m}$ , hialin kuning terang, dan terdiri atas dua sel ramping pada sekatnya (Gambar 2). *P. horiana* dapat bertahan hidup lama pada sisa-sisa tanaman.



**Gambar 1.** Gejala serangan *Puccinia horiana* (Hanudin et al. 2010).

Sentra produksi krisan di Indonesia merupakan daerah endemis penyakit karat. Penyakit ini dilaporkan dapat terbawa angin hingga mencapai ribuan kilometer dari sumber inokulum. Hasil penelusuran asal muasal penyakit menunjukkan bahwa penyakit karat pada krisan diduga berasal dari luar negeri yang masuk ke Indonesia bersama dengan introduksi materi perbanyak krisan. Hingga kini belum ada laporan yang menyatakan adanya varietas krisan yang sangat resisten terhadap penyakit karat. Beberapa varietas resisten yang diintroduksi dari luar negeri ternyata menjadi rentan setelah ditanam beberapa musim di Indonesia.

## PRINSIP DAN STRATEGI PENGENDALIAN PENYAKIT KARAT PUTIH RAMAH LINGKUNGAN

### Prinsip Pengendalian

Pengendalian penyakit tanaman ramah lingkungan merupakan sistem pengendalian penyakit yang mengelola seluruh sumber daya pengendalian dan *input*-nya secara bijak, berbasis inovasi teknologi untuk menekan penyakit hingga ke tingkat yang tidak merugikan secara ekonomi, diterima secara sosial budaya, dan berisiko rendah atau aman bagi lingkungan (Balitkabi 2013). Prinsip pengendalian penyakit tanaman ialah mengelola insiden penyakit hingga ke tingkat yang tidak merugikan secara ekonomi. Namun dalam kenyataannya, tingkat toleransi konsumen terhadap insiden penyakit sangat rendah. Bahkan pada beberapa jenis tanaman hias, konsumen menginginkan produk yang dibeli bebas dari penyakit.



**Gambar 2.** Hialin teliospora *Puccinia horiana* (Szakuta dan Butrymowicz 2004).

Dengan kata lain, nilai ambang ekonomi untuk penyakit pada tanaman hias adalah nol. Kondisi demikian sangat ekstrem, tetapi umumnya berlaku untuk tanaman hias yang akan diekspor. Sementara untuk pasar lokal, nilai ambang ekonomi yang diinginkan berada di atas nol atau nilai toleransi pasar lokal agak tinggi.

### Strategi Pengendalian

Untuk mencapai nilai ambang ekonomi yang sangat rendah, pelaku usaha tanaman hias menggunakan pestisida secara intensif. Tingginya intensitas penggunaan bahan kimia ini dapat dilacak dari anggaran biaya pembelian pestisida. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa biaya pembelian pestisida di tingkat pengusaha tanaman hias rata-rata berkisar antara 30-40% dari total biaya produksi (Pasetriyani 2010). Strategi pengendalian penyakit yang mengandalkan pestisida semata harus diubah, mengingat risiko pencemaran lingkungan yang sangat tinggi. Pestisida sebaiknya digunakan secara bijaksana, yakni diaplikasikan bila cara pengendalian lainnya tidak dapat mengatasi masalah.

Pendekatan yang ideal untuk menentukan strategi pengendalian penyakit ialah memadukan komponen-komponen pengendalian secara tepat sasaran dengan mempertimbangkan risiko pencemaran bahan kimia serendah mungkin. Hal ini tidak berarti melarang penggunaan pestisida, tetapi menganjurkan penerapannya pada kondisi yang tepat. Penggunaan pestisida dapat berada di urutan pertama jika situasinya memang menghendaki demikian. Untuk mencapai sasaran tersebut dibutuhkan tingkat pemahaman yang tinggi terhadap

penyebab penyakit, siklus penyakit, dan faktor-faktor yang memengaruhinya. Cara pengendalian yang ideal ialah melakukan tindakan yang tepat pada saat patogen berada dalam fase perkembangan yang paling lemah, dan dilakukan secara terpadu.

Berdasarkan konsep pengendalian hama/penyakit terpadu (PHT), penggunaan pestisida pada tanaman krisan harus dilakukan terakhir dan diaplikasikan secara bijaksana. Artinya digunakan terlebih dahulu cara pengendalian nonkimiawi, apabila cara tersebut tidak efektif baru digunakan pestisida sebagai alternatif terakhir dan diaplikasikan sesuai anjuran Komisi Pestisida Kementerian Pertanian (Fitri 2013). Cara-cara lain tersebut diuraikan oleh Karyatiningsih *et al.* (2008) sebagai berikut:

1. Pengendalian secara fisik, dilakukan melalui sterilisasi media tumbuh, misalnya dengan uap panas agar tanaman bebas dari organisme pengganggu tanaman (OPT) yang ditularkan melalui media tumbuh.
2. Pengendalian secara mekanis, dilakukan dengan cara (a) mencari dan mengumpulkan ulat pada sore atau malam hari untuk dimusnahkan jika jumlahnya masih terbatas, (b) memasang likat berwarna kuning (*yellow trap*) atau feromon seks untuk mengendalikan ngengat pengorok daun dan ulat grayak, dan (c) mencabut tanaman sakit untuk dikumpulkan lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik dan dimusnahkan agar patogen tidak menyebar.
3. Pengendalian secara kultur teknis, dilakukan melalui pemeliharaan tanaman secara optimal yang diikuti dengan menghindari percikan air pada daun pada saat penyiraman untuk mencegah penularan penyakit karat ke daun yang lain, pergiliran tanaman dari famili yang berbeda untuk mengendalikan pengorok daun dan layu fusarium, pemupukan berimbang, sanitasi lingkungan kebun, dan mengatur jarak tanam sesuai SOP. Perlu pula menghindari pelukaan tanaman saat penyiangan dan penggunaan bibit yang tidak sehat. Varietas krisan yang toleran terhadap penyakit karat putih ialah Puspita Nusantara yang dilepas pada tahun 2003 sebagai varietas unggul. Varietas toleran lainnya ialah Puspa Kania, Dwina Kencana, Dwina Pelangi, Paras Ratu, Wastu Kania, Ratna Wisesa, dan Tiara Salila yang dilepas pada Juli 2009 (Marwoto *et al.* 2009).
4. Pengendalian secara biologis dengan menggunakan biofungisida berbahan aktif BP3T, di antaranya *Bacillus subtilis*, *Corynebacterium*, dan *Pseudomonas fluorescens*. Biofungisida tersebut efektif mengendalikan penyakit karat putih yang disebabkan oleh *P. horina* sebesar 38,48% dan efektivitasnya sebanding dengan fungisida yang biasa digunakan petani (Hanudin *et al.* 2010).
5. Pengendalian secara kimiawi (pestisida kimia sintetis). Penggunaan pestisida kimia sintetis dalam pengan-

dalian OPT harus bijaksana, dengan memerhatikan prinsip sebagai berikut (a) pestisida digunakan terakhir setelah cara pengendalian yang lain tidak efektif, (b) menggunakan pestisida yang telah mendapat izin dari Pusat Perlindungan Varietas Tanaman dan Perizinan Pertanian, Kementerian Pertanian, (c) memilih jenis pestisida yang sesuai dengan OPT sasaran dengan dosis sesuai anjuran, (d) untuk mencegah fitotoksitas pada tanaman, pestisida terlebih dahulu dicoba dalam skala kecil sebelum diaplikasikan dalam skala luas, (e) teknik aplikasinya harus tepat, seperti menggunakan *nozzle* yang halus sehingga dapat menjangkau seluruh bagian bawah daun, dan (f) bekas wadah atau kemasan pestisida dikubur atau dimusnahkan.

## **PELUANG DAN TANTANGAN PRODUK AGRO INPUT KRISAN RAMAH LINGKUNGAN DALAM ERA MEA 2015**

### **Masyarakat Ekonomi ASEAN**

Kerja sama ekonomi ASEAN dimulai dengan disahkannya Deklarasi Bangkok tahun 1967 yang bertujuan untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi, kemajuan sosial, dan pengembangan budaya. Kerja sama ekonomi ASEAN ini selanjutnya berkembang dengan pembentukan Komunitas Ekonomi ASEAN (*ASEAN Economic Community*) yang pelaksanaannya berjalan lebih cepat dibandingkan dengan kerja sama di bidang politik-keamanan dan sosial budaya (Nugroho 2014). Diawali pada Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) ASEAN kedua pada 15 Desember 1997 di Kuala Lumpur, Malaysia, kesepakatan Visi ASEAN 2020 yang dibuat para Kepala Negara ASEAN menegaskan bahwa ASEAN akan (1) menciptakan Kawasan Ekonomi ASEAN yang stabil, makmur, dan memiliki daya saing tinggi yang ditandai dengan arus lalu lintas barang, jasa, dan investasi yang bebas, arus lalu lintas modal yang lebih bebas, pembangunan ekonomi yang merata, serta mengurangi kemiskinan dan kesenjangan sosial-ekonomi; (2) mempercepat liberalisasi perdagangan di bidang jasa; dan (3) meningkatkan pergerakan tenaga profesional dan jasa lainnya secara bebas di kawasan.

Pada beberapa KTT berikutnya disepakati berbagai langkah yang tujuannya mewujudkan visi tersebut. Pada KTT ASEAN ke-9 di Bali pada 2003 disepakati pembentukan komunitas ASEAN (*ASEAN Community*) dalam bidang Keamanan Politik (*ASEAN Political-Security Community*), Ekonomi (*ASEAN Economic Community*), dan Sosial Budaya (*ASEAN Socio-Culture Community*) yang dikenal dengan Bali Concord II (Wikipedia 2014). Untuk pembentukan *ASEAN Economic Community* (AEC) pada tahun 2015, disepakati integrasi

ekonomi kawasan yang implementasinya mengacu pada ASEAN *Economic Community (AEC) Blueprint*. AEC *Blueprint* merupakan pedoman bagi negara-negara anggota ASEAN dalam mewujudkan AEC 2015. AEC *Blueprint* memuat empat pilar utama, yaitu (1) ASEAN sebagai pasar tunggal dan berbasis produksi tunggal yang didukung dengan elemen aliran barang, jasa, investasi, tenaga kerja terdidik dan aliran modal yang lebih bebas; (2) ASEAN sebagai kawasan dengan daya saing ekonomi tinggi, dengan elemen peraturan kompetisi, perlindungan konsumen, hak atas kekayaan intelektual, pengembangan infrastruktur, perpajakan, dan *e-commerce*; (3) ASEAN sebagai kawasan dengan pengembangan ekonomi yang merata dengan elemen pengembangan usaha kecil dan menengah, dan prakarsa integrasi ASEAN untuk negara-negara CMLV (Cambodia, Myanmar, Laos, dan Vietnam); serta (4) ASEAN sebagai kawasan yang terintegrasi secara penuh dengan perekonomian global dengan elemen pendekatan yang koheren dalam hubungan ekonomi di luar kawasan, dan meningkatkan peran dalam jejaring produksi global (ASEAN 2008).

Secara umum dilaporkan tingkat implementasi AEC *Blueprint* periode 1 Januari 2008 sampai 30 September 2009 oleh masing-masing negara anggota dengan menggunakan instrumen Scorecard. Capaian Scorecard ini memiliki nilai politis karena dapat mencerminkan kesungguhan ASEAN dalam mewujudkan Komunitas Ekonomi ASEAN (AEA). Berdasarkan laporan AEC Scorecard yang disiapkan Sekretariat ASEAN, tingkat implementasi Indonesia mencapai 80,37% dari 107 *measures* untuk periode tersebut, berada pada urutan ke-7. Tingkat implementasi tertinggi dicapai oleh Singapura dengan angka 93,52%, sedangkan yang terendah adalah Brunei Darussalam sebesar 74,57% (Departemen Perdagangan RI 2014). Berbagai upaya telah dilakukan Indonesia untuk meningkatkan daya saing agar mendapat manfaat yang nyata dalam menumbuhkan perekonomian bangsa dan menekan angka kemiskinan sehingga terwujud peningkatan standar hidup masyarakat Indonesia.

Salah satu kondisi pada masa pemberlakuan MEA ialah kesadaran akan penerapan standar keamanan pangan dan lingkungan terkait dengan meningkatnya tuntutan kesehatan. Tuntutan tersebut berimplikasi terhadap praktik budi daya tanaman pertanian termasuk tanaman hias. Penggunaan bahan kimia sintetis tentunya tidak dapat dipertahankan lagi. Usaha budi daya tanaman yang ramah lingkungan akan menjadi topik sentral dalam budi daya tanaman hias era MEA 2015.

### **Krisan Sebagai Komoditas Ekspor**

Krisan dalam bentuk bunga potong sangat populer di tanah air, tercermin dengan volume impor dan ekspor

hortikultura tahun 2012. Volume, nilai impor dan ekspor krisan menduduki peringkat pertama, disusul oleh anggrek dan mawar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) yang diolah oleh Ditjen Hortikultura (2013), nilai impor dan ekspor krisan mencapai USD228,800 dan USD1.031.551, sedangkan untuk anggrek dan mawar masing-masing menduduki peringkat kedua dan ketiga dengan nilai USD 49.272 dan USD 668.956 serta USD9.328 dan USD528.027 (Tabel 1).

Selain di Indonesia, krisan juga disukai konsumen tanaman hias dunia. Pasar potensial krisan ialah Jerman, Inggris, Swiss, Italia, Austria, Amerika Serikat, dan Swedia (Bisnis UKM 2009). Krisan disukai konsumen internasional karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain warna bunganya beragam seperti merah tua, kuning, hijau, putih, dan campuran merah putih, serta keunikan lainnya (Marwoto 2009). Bunga krisan juga tetap segar selama periode peragaan, sekitar 10 hari. Dari beberapa varietas, krisan berwarna kuning dan hijau paling banyak dicari pembeli, persentasenya mencapai 90%, sementara sisanya memilih warna-warna lain.

Permintaan bunga potong krisan yang makin meningkat mendorong berkembangnya peluang agribisnis krisan di dalam negeri. *Regional Agribusiness Competitiveness Specialist* Amarta (lembaga di bawah naungan USAID) menyatakan bahwa usaha budi daya krisan tidak hanya dilakukan oleh pengusaha besar, tetapi juga petani kecil yang tersebar di 12 provinsi di Indonesia. Bisnis UKM (2009) mengungkap bahwa budi daya krisan memacu perkembangan industri pendukung, seperti industri agroinput, benih, industri *on farm* dan *off farm* termasuk sortasi, *grading*, transportasi, distribusi, dan pemasaran. Hal ini berdampak terhadap penyerapan tenaga kerja dan pertumbuhan ekonomi di daerah.

### **Peran BP3T dalam Era MEA 2015**

BP3T adalah bakteri yang mengkoloni perakaran dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Bakteri ini hidup dan berkembang dengan memanfaatkan eksudat yang dikeluarkan oleh perakaran tanaman. Apabila di lahan sedang tidak ada tanaman, bakteri ini mampu memanfaatkan bahan organik yang berada di dalam tanah untuk bertahan hidup.

BP3T memiliki satu atau lebih peran, bergantung pada spesies dan strainnya (Sunandar *et al.* 2010). *Pertama*, menghasilkan fitohormon, di antaranya IAA, sitokinin, gibberelin, dan senyawa penghambat produksi etilen. *Kedua*, sebagai pupuk hayati, BP3T dapat membuat unsur hara di dalam tanah mudah diserap tanaman melalui proses mineralisasi dan transformasi. Sebagai contoh, BP3T dapat melarutkan fosfat dan meningkatkan kemampuan tanaman

**Tabel 1. Volume, nilai impor dan ekspor florikultura tahun 2012.**

Komoditas	Volume (t)		Nilai (USD)	
	Impor	Ekspor	Impor	Ekspor
Anggrek	4,30	57,61	49.272	668.956
Krisan	8,00	50,92	228.800	1.031.511
Mawar	0,29	43,27	9.328	528.027
Anyelir	0	0	0	0
Tanaman hias lainnya	12.893,43	6.341,24	9.710.077	16.584.580
Total	12.906,02	6.493,04	9.997.477	18.813.074

Sumber: BPS dalam Ditjen Hortikultura (2013).

dalam pengambilan unsur besi ( $Fe^{3+}$ ). *Ketiga*, sebagai bioprotektan, yaitu mampu mengendalikan hama dan penyakit dengan cara menghasilkan antibiotik dan menginduksi tanaman untuk memproduksi senyawa ketahanan dalam jumlah yang cukup untuk menjaga kesehatan tanaman (Siddiqui 2006).

Peran mikroba BP3T dalam meningkatkan keragaan (*performance*) kesehatan tanaman terjadi melalui mekanisme sebagai berikut: (1) menekan perkembangan penyakit dan hama (*bioprotectant*), (2) memproduksi fitohormon (*biostimulant*), (3) menghambat produksi etilen, dan (4) meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman (*biofertilizer*). Mekanisme pertama merupakan pengaruh langsung dari inokulasi BP3T, sementara mekanisme kedua hingga keempat merupakan pengaruh tidak langsung terhadap tanaman dalam menghadapi gangguan hama dan penyakit (Zainussani 2010).

Kemampuan BP3T dalam menghasilkan fitohormon membuat tanaman dapat menambah luas permukaan akar-akar halus dan meningkatkan ketersediaan nutrisi dalam tanah. Hal ini membuat penyerapan unsur hara dan air menjadi lebih baik sehingga kesehatan tanaman juga meningkat. Dengan semakin baiknya kesehatan tanaman, ketahanan tanaman terhadap cekaman juga makin meningkat, baik cekaman akibat faktor lingkungan maupun faktor biologis (Rahni 2012).

### Keunggulan BP3T

Indonesia yang terletak di daerah tropis memiliki keanekaragaman BP3T yang sangat tinggi. Sebagian dari bakteri tersebut sangat potensial untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hama-patogen dan pupuk hayati yang merupakan produk agroinput ramah lingkungan (Hanudin *et al.* 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pestisida nabati Prima-BAPF efektif, efisien, mudah diaplikasikan oleh petani, dan ramah lingkungan.

Karakteristik formulasi biopestisida ini adalah berbentuk cair, berbahan aktif isolat BP3T *B. subtilis* BHN 4 yang diisolasi dari biakan murni jamur *B. bassiana* isolat ulat jambu batu (*Carea angulata* F. atau *C. subtilis* Wlk.) dan *P. fluorescens* isolat no. 18 yang diisolasi dari rizosfer tanaman krisan dari Segunung, Cianjur (Hanudin *et al.* 2009).

Zat pembawa yang berfungsi sebagai isolator antara sel bakteri dan bahan aktif adalah parafin cair dan parafin hidrokarbon yang berfungsi sebagai pengemulsi, perekat, dan perata (*sticker*) sehingga biopestisida ini dapat menempel dan masuk ke dalam jaringan tanaman dengan kuat dan tidak mudah tercuci oleh air hujan. Perbandingan komposisi antara bahan aktif (suspensi BHN 4 dan Pf 9 dalam larutan parafin cair) dan bahan pembawa (parafin hidrokarbon) adalah 0,5 : 9,5 (v/v).

Prima-BAPF efektif untuk mengendalikan penyakit tanaman hias dan tanaman lainnya, seperti penyakit karat putih (*P. horiana*) dan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *R. solani* pada tanaman krisan, penyakit akar bengkok yang disebabkan oleh *Plasmiodiophora brassicae* pada tanaman caisim, dan menekan intensitas infeksi *F. oxysporum* f.sp. *dianthi* sebesar 60% pada tanaman anyelir. Viabilitas bahan aktif formulasi tersebut dapat bertahan sampai 240 hari (8 bulan) dalam larutan bahan pembawa (Hanudin *et al.* 2009).

*B. subtilis* BHN 4 dan *P. fluorescens* Pf 18 efektif untuk mengendalikan penyakit tanaman dengan cara memproduksi antibiotik dan mengkoloni jaringan tanaman sehingga terlindung dari infeksi patogen (Hanudin *et al.* 2008). Penambahan 0,01 M  $FeCl_3$  ke dalam media pertumbuhan *P. fluorescens* (media King'S B) dapat memicu sintesis antibiotik. Berbagai jenis antibiotik diproduksi oleh *P. fluorescens*, seperti *pyoluteorin*, *oomycin*, *phenazine-1-carboxylic acid* atau *2,4-diphloroglucinol*. Produksi antibiotik ini telah dibuktikan sebagai faktor utama penghambatan perkembangan penyakit yang ditimbulkan oleh *Gaeumannomyces tritici*

(Upadhyay *et al.* 2000), *Thielaviopsis basicola* (Keel *et al.* 1992), dan *Ralstonia solanacearum* (Mulya *et al.* 1996a). Di samping menekan perkembangan populasi dan aktivitas patogen tanaman, Pf dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit. Mulya (1996b) menyatakan bahwa Pf strain G32R dapat menginduksi aktivitas enzim fenilalanin amoliase, enzim yang terlibat dalam ekspresi ketahanan tanaman tembakau. Defago *et al.* (2000) mengemukakan bahwa gen Pf yang terlibat dalam produksi asam salisilat memegang peranan penting dalam menginduksi ketahanan tembakau terhadap *T. basicola*.

Aplikasi dilakukan dengan cara merendam biji atau benih tanaman dalam enceran 0,01-0,25% (konsentrasi optimum 0,02%) suspensi biopestisida selama 10 menit sebelum penyemaian. Selanjutnya persemaian disemprot dengan suspensi yang sama dengan interval 7 hari. Sebelum penanaman, lubang tanam juga disemprot biopestisida dengan konsentrasi yang sama. Penyemprotan diulangi di daerah perakaran pada saat tanaman berumur 21 dan 35 hari setelah tanam (HST). Biopestisida efektif pula untuk mengendalikan penyakit tular benih dan tular udara, seperti penyakit karat putih pada tanaman krisan yang disebabkan oleh *P. horiana* dan hawar daun pada tanaman anthurium yang disebabkan oleh *X.c. pv dieffenbachiae*. Untuk pengendalian patogen yang menginfeksi bagian atas tanaman (daun dan bunga), biopestisida ini disemprotkan dengan konsentrasi 0,02% dan interval 7 hari.

### Potensi Ekonomis BP3T

Penggunaan BP3T sebagai bahan aktif pembuatan pupuk dan pestisida hayati skala industri sangat dimungkinkan, mengingat teknologi isolasi, perbanyakan, dan konservasi inokulum telah dikuasai. Sementara itu, larutan  $MgSO_4$ ,  $FeCl_3$ , dan parafin hidrokarbon sebagai bahan pembawa biopestisida mudah diramu dalam skala luas dan mudah diperoleh di toko kimia lokal sehingga peluang industrialisasinya sangat besar. Prima BAPF telah dipatenkan pada Kementerian Hukum dan Hak Azasi Manusia, Direktorat Jenderal Hak Kekayaan Intelektual dengan sertifikat paten nomor ID. 0 022 384B, 25 November 2008 (Hanudin *et al.* 2009).

Penelitian penggunaan Prima-BAPF dan pestisida kimiawi sintetis telah dilakukan dalam skala terbatas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi satu liter biopestisida yang mengandung *Bacillus* sp. dan *P. fluorescens* setara dengan hasil aplikasi satu liter pestisida kimiawi. Harga jual biopestisida produk Balithi adalah Rp115.000/500 ml, sedangkan pestisida kimiawi dijual dengan harga Rp175.000/500 ml. Dari perhitungan ekonomi tersebut dapat dinyatakan bahwa penggunaan

biopestisida dapat menekan biaya pembelian pestisida kimiawi sintetis hingga 35%. Tingginya selisih biaya pembelian biopestisida tersebut sangat menarik petani untuk beralih menggunakan biopestisida. Di sisi lain, prospek yang cerah bagi pemasaran biopestisida menarik minat investor untuk memproduksi biopestisida dalam skala industri.

### Peluang BP3T dalam Era MEA 2015

Dengan diberlakukannya MEA 2015, Indonesia memiliki peluang untuk memanfaatkan keunggulan teknis dan ekonomi dari BP3T untuk memperoleh keuntungan (Baskoro 2013). Adapun peluang yang akan diperoleh ialah sebagai berikut:

1. Sebagai negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang besar di dunia, Indonesia akan menjadi pemasok utama jenis-jenis BP3T untuk pengembangan sarana produksi krisan ramah lingkungan;
2. Kesadaran terhadap lingkungan dan keamanan pangan mendorong berkembangnya tuntutan masyarakat akan sistem produksi yang ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan. Penggunaan BP3T akan menjadi tren masa depan dalam budi daya tanaman yang berkelanjutan.
3. Tingginya permintaan produk agroinput yang ramah lingkungan memicu berkembangnya industri pupuk dan pestisida hayati melalui peningkatan investasi di hilir (manufaktur produksi) dan di hulu (penguatan basis riset). Hal ini berdampak terhadap berkembangnya spesialisasi tenaga kerja di berbagai sektor terkait.
4. Bagi dunia pendidikan tinggi di dalam negeri, meningkatnya kebutuhan tenaga kompeten di bidang pupuk hayati dan pestisida hayati mendorong pembukaan dan penguatan bidang studi yang relevan dengan industri terkait.
5. Peningkatan penggunaan pupuk hayati dan pestisida nabati di kawasan ASEAN secara perlahan akan mensubstitusi penggunaan bahan kimia sintetis. Substitusi penggunaan bahan kimia oleh produk hayati akan mengubah konstelasi budi daya pertanian di tingkat petani. Hal ini membutuhkan sosialisasi dan pelatihan kepada petani untuk meningkatkan kemampuan teknis dalam proses budi daya tanaman.

### Tantangan Penggunaan BP3T dalam Era MEA 2015

Pengembangan produk BP3T sejalan dengan peningkatan kebutuhan pada era MEA 2015 menghadapi tantangan sebagai berikut:

1. Pengembangan produk pupuk hayati dan pestisida nabati membutuhkan dukungan hasil riset secara berkelanjutan. Berkenaan dengan hal tersebut, lembaga riset dan perguruan tinggi dituntut dapat memperkuat kegiatan penelitian dasar dan terapan yang menjadi landasan dihasilkannya produk pupuk hayati dan pestisida nabati bermutu tinggi sesuai permintaan pasar.
2. Pemassalan produksi pupuk hayati dan pestisida nabati membutuhkan investasi yang besar. Dalam upaya mendorong investasi di bidang pengembangan pupuk hayati dan pestisida nabati diperlukan dukungan pemerintah dalam bentuk kemudahan perizinan, insentif produksi dan pajak, serta peniadaan pungutan yang tidak relevan.
3. Penegakan hukum di bidang HKI perlu dilakukan untuk melindungi investasi di berbagai bidang, termasuk pengembangan riset, produksi, distribusi, dan komersialisasi produk akhir. Melalui penegakan hukum HKI, tindakan penggandaan pupuk hayati dan pestisida nabati oleh pihak lain dapat dicegah sehingga investor merasa aman dalam mengembangkan produknya tanpa kekhawatiran terhadap pembajakan produk oleh pihak lain.
4. Salah satu kelemahan dalam pengembangan pupuk hayati dan pestisida nabati di dalam negeri ialah keterbatasan tenaga ahli untuk mengidentifikasi mikroba yang menjadi bahan aktif kedua produk tersebut. Sejalan dengan pengembangan industri produk pupuk hayati dan pestisida nabati di dalam negeri, diperlukan peningkatan jumlah tenaga taksonom yang mampu mengidentifikasi bakteri/cendawan hingga ke level spesies ataupun subspecies.

### Dampak yang Dihasilkan

Dampak yang dihasilkan dari pemanfaatan BP3T untuk menghasilkan produk agroinput berupa pupuk dan pestisida hayati unggul adalah sebagai berikut: (1) mengurangi ketergantungan pada bahan kimia impor; (2) mengurangi biaya produksi tanaman hias melalui penurunan penggunaan bahan kimia impor serta mencegah pencemaran lingkungan, sehingga terbentuk sistem pengelolaan tanaman yang tangguh, mandiri, dan efisien; (3) meningkatkan daya saing komoditas tanaman hias melalui pemanfaatan sumber daya alam secara optimal dan berkelanjutan untuk mendukung industri tanaman hias yang berdaya saing tinggi; dan (4) menstimulasi pertumbuhan industri pupuk dan pestisida hayati yang pada gilirannya membuka lapangan kerja serta meningkatkan pertumbuhan ekonomi pedesaan melalui pembangunan infrastruktur, pertumbuhan industri bahan

penunjang lokal, serta penyediaan sarana produksi lokal (Isroi 2008).

## KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

### Kesimpulan

1. Penyakit karat putih yang disebabkan oleh *P. horiana* merupakan kendala utama dalam budi daya krisan. Patogen tersebut dapat menurunkan nilai estetika dan komersial bunga hingga 100%.
2. Petani umumnya menerapkan strategi pengendalian yang mengandalkan penggunaan pestisida dengan dosis dan intensitas aplikasi yang sangat tinggi. Kondisi tersebut sangat mengkhawatirkan, terlebih dengan diberlakukannya era MEA 2015. Produk yang diperlukan harus berkualitas baik dan ramah lingkungan sehingga produsen perlu mencari alternatif strategi pengendalian yang ramah lingkungan, salah satunya dengan mengaplikasikan BP3T.
3. BP3T dapat berfungsi sebagai bahan aktif pembuatan pupuk, pestisida, dan fitohormon hayati yang berdaya guna dan berhasil guna.
4. Dengan diberlakukannya MEA 2015, Indonesia memiliki peluang untuk memanfaatkan keunggulan teknis dan ekonomi BP3T untuk memperoleh keuntungan.
5. Dalam upaya mengatasi pemassalan produksi agroinput berbahan aktif BP3T, diperlukan dukungan pemerintah berupa kemudahan perizinan, insentif produksi dan pajak, serta peniadaan pungutan yang tidak relevan.

### Implikasi Kebijakan

1. Pengendalian penyakit krisan ramah lingkungan perlu didukung semua pihak terkait dalam upaya peningkatan produksi, produktivitas, mutu hasil, serta daya saing komoditas krisan.
2. Diperlukan insentif dari pemerintah untuk meningkatkan investasi di bidang agroinput ramah lingkungan (pupuk dan pestisida hayati berbahan aktif BP3T) secara berkelanjutan serta sosialisasi pengendalian penyakit tanaman ramah lingkungan kepada pengguna.
3. Perlu mendorong kerja sama pendirian pabrik dan distribusi produk agroinput untuk meningkatkan penguasaan dan pengembangan produk yang unggul menuju kemandirian industri produk yang berdaya saing.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASEAN. 2008. ASEAN Economic Community Blueprint. 56 pp. <http://www.asean.org/archive/5187-10.pdf>. [Diakses 5 Februari 2015].
- Balitkabi (Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi). 2013. Memahami pertanian ramah lingkungan. <http://balitkabi.litbang.deptan.go.id/kilas-litbang/1326-memahami-pertanian-ramah-lingkungan>. [Diakses 5 Februari 2015].
- Baskoro, A. 2013. Peluang, tantangan, dan resiko bagi Indonesia dengan adanya Masyarakat Ekonomi ASEAN. <http://crmsindonesia.org/node/624>. [Diakses 3 Februari 2015]
- Bisnis UKM. 2009. Potensi budidaya krisan sebagai komoditas ekspor. Pusat Peluang Usaha dan Jaringan Bisnis UMKM. <http://bisnisukm.com/bunga-krisan-potensi-untuk-menjadi-komoditas-ekspor.html>. [Diakses 23 September 2014].
- Departemen Perdagangan RI. 2014. Buku Pedoman MEA 2015: Menuju ASEAN Economic Community 2015. [http://www.academia.edu/9060577/buku\\_pedoman\\_MEA\\_2015](http://www.academia.edu/9060577/buku_pedoman_MEA_2015). [Diakses 9 Februari 2015].
- Defago, G., C.H. Berling, U. Burger, D. Haas, G. Kahr, C. Keel, C. Votsard, P. Wirthner, and B. Wiithrich. 2000. Suppression of black root rot of tobacco and other root diseases by strains of *Pseudomonas fluorescens*. Potential, application and mechanisms. In *Biological Control of Soil Borne Pathogens*. D. Homby (Ed.). CAB International, England. pp. 93-108.
- Ditjen Hortikultura. 2013. Volume, nilai impor dan ekspor florikultura tahun 2012. Ditjen Hortikultura, Jakarta. <http://horti.pertanian.go.id/article?page=10>. [Diakses 5 Februari 2015].
- Ellis, D. 2007. New pest concern in New England. *Chrysanthemum white rust*. Integrated Pest Management, Univ. Connecticut. <http://www.hort.uconn.edu/Ipm/general/biocontrol/chryswiterust.htm>. [17 May 2010].
- Fitri, Y.A. 2013. Penggunaan pestisida dalam penerapan konsep PHT. Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/perlindungan/berita-204-penggunaan-pestisida-dalam-penerapan-konsep-pht.html>. [Diakses 14 Januari 2015].
- Hanudin, W. Nuryani, and K. Budiarto. 2008. Effectiveness of *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* in liquid formulation to control important diseases on *Chrysanthemum* and Chinese cabbage. *Agrivita* 30(3): 255-262.
- Hanudin, Marwoto, B. Tjahjono, M. Machmud, dan K. Mulya. 2009. Komposisi biopestisida cair berbahan aktif *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* untuk pengendalian penyakit tanaman hias dan tanaman lainnya. Sertifikat Paten No. ID 0 022 384. Ditjen Haki, Departemen Hukum dan Hak Azasi Manusia, Jakarta. 19 hlm.
- Hanudin, W. Nuryani, E. Silvia, I. Djatnika, dan B. Marwoto. 2010. Formulasi biopestisida berbahan aktif *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. nonpatogenik untuk mengendalikan penyakit karat putih pada krisan. *J. Horti*. 20 (3): 247-261.
- Hanudin, W. Nuryani, E. Silvia, I. Djatnika, dan M. Soedarjo. 2011. Perbandingan teknik inokulasi *Puccinia horiana* dan seleksi bakteri antagonis yang dapat mengendalikan penyakit karat putih pada krisan (*Dendrathera grandiflora* Tzvelev). *J. Horti*. 21(3): 173-183.
- Isroi. 2008. Pupuk organik, pupuk hayati, dan pupuk kimia. Berbagi tak pernah rugi. <http://isroi.com/2008/02/26/pupuk-organik-pupuk-hayati-dan-pupuk-kimia/>. [Diakses 10 Januari 2015].
- Karyatiningsih, R., S. Ramadhani, Desmawati, D.A. Sianturi, L.S. Utami, Haryati, S. Wiyono, dan Hanudin. 2008. Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) Tanaman Angrek dan Krisan. Ditjen Perlindungan Tanaman Hortikultura, Direktorat Jenderal Hortikultura, Jakarta. 62 hlm.
- Keel, C., U. Schneider, M. Maurhoper, C. Voisard, J. Laville, U. Burger, P. Wirthner, D. Haas, and G. Defago. 1992. Suppression of root disease by *Pseudomonas fluorescens* CHO: Importance of bacterial secondary metabolite 2,4-diacetylphloroglucinol. *Plant-Microbe Interact.* 5: 4-13.
- Lee, K.D., Y. Bai, D. Smith, H.S. Han, and Supanjeni. 2005. Isolation of plant-growth-promoting endophytic bacteria from nodule bean. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 1(3): 232-236.
- Marwoto, B., L. Sanjaya, D. Kurniasih, K. Yulianto, Darliah, S.D. Badraih, dan M. Dewanti. 2009. Fasilitasi pelepasan varietas unggul nonangrek (lili, anthurium, krisan, mawar, gladiol, dan anyelir). Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Hias, Segunung, Cianjur. 84 hlm.
- Mulya, K., Y. Takikawa, and S. Tsuyumu. 1996a. The presence of homologous to hrp cluster in *Pseudomonas fluorescens* PfG32R. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan.* 62(4): 355-359.
- Mulya, K., M. Watanabe, M. Goto, Y. Takikawa, and S. Tsuyumu. 1996b. Suppression of bacterial wilt disease of tomato by root-dipping with *Pseudomonas fluorescens*. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 62(2): 134-140.
- Nugroho A. 2014. Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA): Pendewasaan suatu kawasan dalam menghadapi tantangan globalisasi. <http://anangnoegroho.com/masyarakat-ekonomi-asean-mea-pendewasaan-suatu-kawasan-dalam-menghadapi-tantangan-globalisasi-see-more-at-httpsiperubahan-comread1865masyarakat-ekonomi-asean-mea-pendewasaan-suatu-kawasan>. [Diakses 9 Februari 2015].
- Pasetriyani, E.T. 2010. Pengendalian hama tanaman sayuran dengan cara mudah, murah, efektif, dan ramah lingkungan. *CEFAR, J. Agribisnis dan Pengembangan Wilayah* 2(1): 34-42. Pustaka Jawatimuran. 2008. Bunga krisan diminati banyak negara: Potensi Jawa Timur. Badan Perpustakaan dan Kearsipan Provinsi Jawa Timur, Surabaya. Edisi 08, Tahun VIII/2008.
- Rahni, N.M. 2012. Efek fitohormon PGPR terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*). *CEFARS: Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah* 3(2): 27-35.
- Siddiqui, Z.A. 2006. *PGPR: Biocontrol and Biofertilizer*. Springer, The Netherlands, 158 pp.
- Shimizu, M., A. Meguro, S. Hasegawa, T. Nishimura, and H. Kunoh. 2006. Disease resistance induced by nonantagonistic endophytic *Streptomyces* spp. on tissue cultured seedlings of rhododendron. *J. Gen. Plant Pathol.* 72: 351-354.
- Sunandar, M., N.A. Muanis, dan A. Raharjo. 2010. *Petunjuk Praktis Membuat Pestisida Organik*. PT Agromedia Pustaka, Jakarta. 64 hlm.
- Suhardi. 2009. Sumber inokulum, respons varietas, dan efektivitas fungisida terhadap penyakit karat putih pada tanaman krisan. *J. Hort.* 19(2): 207-209.
- Szakuta, G. and J. Butrymowicz. 2004. Diagnostic protocols regulated pests. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) - Agricultural Research Center (ARC), Dept. of Crop Protection, Merelbeke, Belgium. *EPPO Bull.* 34: 155-157.
- Upadhyay, R.K., K.G. Mukeji, and B.P. Chamola. 2000. *Biocontrol potential and its exploitation in sustainable agriculture*. Volume 1: Crops diseases, weed, and nematodes. Springer Science and Business Media, New York. 287 pp.

- Wikipedia. 2014. Wawasan 2020 ASEAN: Pembentukan Komunitas ASEAN 2015. [http://id.wikipedia.org/wiki/Wawasan\\_2020\\_ASEAN](http://id.wikipedia.org/wiki/Wawasan_2020_ASEAN). [Diakses 9 Februari 2015].
- Yayasan Insan Sembada. 2012. Program Pertanian Berwawasan Lingkungan. <http://www.yis.or.id/?section=menu&id=2&submenu=1119>. [Diakses 8 Januari 2015]
- Zainussani, M. 2010. Peran *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dalam mengendalikan nematoda sista kentang kuning (*Globodera rostochiensis* Woll.) dan pertumbuhan tanaman kentang. Skripsi Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Jember. 36 hlm. <http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/7810/Muhammad%20Zainussani.pdf?sequence=1>. [Diakses 10 Januari 2015].