

ISBN 978-602-71712-0-6



# PROSIDING SEMINAR NASIONAL PUSAT STUDI LINGKUNGAN HIDUP

20 November 2014

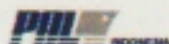
## TEMA

Pemantapan Undang-undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (UUPPLH) dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan pada Era Otonomi Daerah

## KERJASAMA

Pusat Studi Permukiman dan Lingkungan Hidup | LPPM ITS

Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan Indonesia



## DAFTAR ISI

Daftar Isi .....	x
<b>Pemanfaatan Sumber Daya Alam dan Teknologi dalam Rangka</b>	
<b>Penerapan UUPPLH untuk Menunjang Ketahanan Energi dan Pangan.....</b>	<b>1</b>
Deskripsi Perbedaan Jumlah Individu Kepiting Bakau <i>Scylla serrata</i> dan <i>Uca Sp</i> serta Hubungannya dengan Faktor Lingkungan pada Ekosistem Mangrove di Desa Bulalo Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara – <i>Ramli Utina, Abu Bakar Sidik Katili, Chairunnisah J. Lamangantjo</i> .....	3
Potensi dan Peran Mikroba Lokal untuk Mengimplementasikan Pertanian Perwawasan Lingkungan – <i>Elika Joeniarti, Ni'matuzarroh, Achmadi Susilo, Kusrieningrum</i> .....	13
Potensi Ekstrak Daun Juwet ( <i>Syzygium cumini</i> ) sebagai Insektisida Nabati terhadap Hama Ulat Grayak ( <i>Spodoptera litura</i> ) – <i>Kristanti Indah Purwani, Sri Nurhatika, Wahyu Nanda Fitrilia</i> .....	19
Pemanfaatan Tanaman Ubi Kayu untuk Menghasilkan Energi Terbarukan Bioethanol Dalam Rangka Menunjang Ketahanan Energi – <i>Hanafi, Kahar Mustari, Elkawakib Syam'un, Kaimuddin</i> .....	25
Pemanfaatan Sumber Daya Alam Lar dan Teknologi Dalam Rangka Penerapan UUPPLH untuk Ketahanan Pakan Guna Meningkatkan Produksi Daging dan Susu Nasional – <i>S.H. Dilaga, Santi Nururly Padusung, Imran</i> .....	35
Pemanfaatan Sumber Daya Insitu untuk Pengembangan Budidaya Kakao Sehat yang Ramah Lingkungan – <i>La Ode Santi Aji Bande, Halim, Rasman</i> .....	41
Antagonisme Ekonomi-Ekologi Pengembangan Tembakau Virginiadi Pulau Lombok – <i>L. Sukardi Dan Padusung</i> .....	49
<b>Pembangunan Sarana dan Prasarana untuk Menunjang Pengembangan Wilayah Laut, Pesisir, dan Pulau-Pulau Kecil dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan pada Era Ekonomi Daerah .....</b>	<b>59</b>
Mitigasi Bencana Alam di Daerah Pesisir dengan Menggunakan GPS-TEC <i>Mokhammad Nur Cahyadi</i> .....	61
Bioakumulasi Kadmium oleh Insang-Insang Udang Regang ( <i>Macrobrachium sintengese</i> ) pada Berbagai Tingkat Salinitas – <i>Bayu Sandika, Bambang Irawan, Agoes Soegiarto</i> .....	69
Keragaman dan Indek Nilai Penting Spesies Tumbuhan di Lokasi Pembangunan Dam Tanju Kabupaten Dompu – <i>Khairuddin, I Gde Mertha</i> .....	77
Integrasi Pusat-Pusat Pengembangan Ekowisata Bahari ke Dalam Struktur Ruang Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro – <i>Linda Tondobala</i> .....	87
Keaneekaragaman Ikhtiofauna di Koridor Ekologis Kayan Mentarang dan Betung Kerihun (Hulu Sungai Mahakam dan Sungai Boh) Kalimantan Timur – <i>Moh. Mustakim</i> .....	97
<b>Kearifan Lokal dalam Pemanfaatan Sumber Daya Pesisir dan Pulau Pulau Kecil sebagai Upaya Mitigasi dan Adaptasi Bencana .....</b>	<b>111</b>
<i>Integrasi Kearifan Lokal dalam Implementasi Teknologi dan Kebijakan sebagai Salah Satu Upaya Mitigasi Bencana di Indonesia: Local Preparedness di Aceh – Septaris Bernadetta Parhusip</i> .....	113
Partisipasi Masyarakat Nagari Batu Bajaran Menuju Nagari Tangguh Bencana <i>Nasfryzal Carlo, Edi Sapte, Yusriza Yanti</i> .....	123
Pemanfaatan Gambut Pesisir Berbasis Revitalisasi Kearifan Lokal sebagai Upaya Mitigasi Kebakaran Hutan dan Lahan – <i>Suwondo, Moh. Yunus</i> .....	129
Kearifan Lokal dan Pemetaan Potensi Pengembangan Mangrove sebagai Upaya Mitigasi Bencana (Studi Kasus Di Pesisir Kabupaten Lamongan) – <i>Isa Ma'rufi</i> .....	137

Analisis Kerentanan dan Adaptasi Masyarakat Pulau Gili Labak terhadap Perubahan Iklim Berbasis Ekosistem Terumbu Karang – Agus Romadhon.....	147
Persepsi dan Partisipasi Ibu Rumah tangga Masyarakat Lokal dalam Perlindungan Mata Air di Kawasan Hutan Rinjani Lombok Tengah – L. Sukardi, Halimatus Sa'diyah, Syarif Husni.....	159
Senyawa Pengendali Hama Tikus Ramah Lingkungan dari Tumbuhan <i>Vitex trivolia</i> Bastian Arifin, Rosnani Nasution, Sulfrizal, Mustafid.....	167
Kearifan Lokal Pengelolaan Sumberdaya Air Sungai Bawah Tanah di Kawasan Karst Priyono, Arif Jauhari, Choirul Amin.....	175
<b>Inovasi Teknologi dalam Pematapan UUPPLH.....</b>	<b>185</b>
Dampak Konsentrasi Merkuri terhadap Tumbuhan, Hewan Aquatik, Manusia dan Kesehatan Masyarakat akibat Penambangan Emas Tradisional di Ekosistem Sungai Tulabolom – Marike Mahmud.....	187
Resistensi Mikroalga <i>Chlorella</i> sp. dan Potensinya Sebagai Bioakumulator Kadmium Enny Zulaika, Ryan Widi A.K.....	195
Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Kegiatan Industri Roti Dengan Sistem Anaerobik Dan Aerobik – Agus Surono, Agung Subyakto, Sri Murwanti Imam Syafri.....	203
Pemanfaatan Limbah Tahu, Dedak Halus Dan Kotoran Ayam Dalam Kultur Cacing Sutra ( <i>Tubifex</i> sp) – Adi Susanto.....	217
<b>Pengarusutamaan (Main Streaming) Etika Lingkungan dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Lingkungan Hidup sebagai Bagiam dari Pematapan UUPPLH.....</b>	<b>229</b>
Model Pengembangan Pendidikan Lingkungan Hidup untuk Perguruan Tinggi sebagai Upaya Edukasi dalam Pematapan Undang-Undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup – Enggar Utari, Andjar Astuti.....	231
Status Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Berbasis kelapa ( <i>Cocos nucifera</i> ) di Kabupaten Banyuwangi: Studi Kasus di Kecamatan Glenmore, Kalibaru dan Pesanggaran - Nurul Jadid1, Udisubakti Citomulyono, Ninik Fadjar, Kundofir, Byan Arrasyi Arraniry, Aminatul Badriyah Ikrom.....	239
<b>ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN (AMDAL) LINTAS BATAS NEGARA DAN SUMBER HUKUM INTERNASIONAL</b> Suatu Deskripsi Singkat Dalam Perspektif Hukum Lingkungan Internasional Andreas Pramudianto.....	<b>247</b>

## POTENSI DAN PERAN MIKROBA LOKAL UNTUK MENGIMPLEMENTASIKAN PERTANIAN BERWAWASAN LINGKUNGAN

Elika Joeniarti<sup>1)</sup>, Ni'matuzahroh<sup>2)</sup>, Achmadi Susilo<sup>1)</sup>, dan Kusriningrum<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

<sup>2)</sup>Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

<sup>3)</sup>Departemen Ilmu Peternakan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga

[elika\\_joe@yahoo.co.id](mailto:elika_joe@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

Pencemaran lingkungan dan kerusakan lahan pertanian akibat penggunaan fungisida kimia semakin meluas. Berbagai jenis fungisida kimia yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan patogen tanaman telah menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan dan produk pertanian. Kondisi ini memerlukan perhatian dan penanganan serius dari semua pihak yang terkait. Eksplorasi mikroba lokal yang mempunyai kemampuan mengendalikan patogen secara alami merupakan salah satu upaya menyelamatkan lingkungan dari dampak buruk penggunaan fungisida kimia. Salah satu jenis mikroba yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi pencemaran tersebut adalah kapang *Trichoderma* sp. Kapang ini dikenal sebagai agensia pengendali hayati potensial yang mampu hidup pada berbagai kondisi lingkungan. Studi ini bertujuan untuk mengungkap potensi dan peran kapang *Trichoderma* dalam perannya mewujudkan tercapainya Pertanian Berwawasan Lingkungan. Studi dilakukan melalui beberapa tahap kegiatan, yaitu eksplorasi, isolasi dan identifikasi kapang *Trichoderma* yang hidup pada daerah perakaran tanaman hortikultura, serta uji kemampuan antagonistik *Trichoderma* terhadap patogen *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang. Eksplorasi kapang *Trichoderma* dilakukan di daerah Batu pada ketinggian 600-3000 mdpl. Daerah ini diketahui mempunyai tingkat pencemaran yang tinggi karena penggunaan fungisida kimia. Tahap isolasi dan identifikasi kapang *Trichoderma* dilakukan dalam laboratorium, demikian pula dengan uji kemampuan antagonistiknya terhadap patogen tanaman. Dari studi ini diketahui bahwa isolat *Trichoderma* mampu mengendalikan pertumbuhan patogen *P. infestans* hingga 12,2%. Meskipun kemampuan antagonistiknya rendah, kapang *Trichoderma* ini mempunyai laju pertumbuhan yang sangat cepat sehingga mampu menguasai *niche* yang ada. Kemampuan tersebut merupakan keunggulan tersendiri bagi *Trichoderma* dalam berkompetisi ruang dan nutrisi untuk menekan pertumbuhan patogen. Pemanfaatan *Trichoderma* sebagai agensia pengendali hayati diharapkan berperan dalam menurunkan penggunaan fungisida kimia dan tingkat pencemaran lingkungan. Studi ini merupakan bagian dari penelitian disertasi yang dilaksanakan pada tahun 2011-2013.

**Kata kunci:** *Trichoderma*, fungisida, pencemaran, Batu

### PENDAHULUAN

#### **Latar Belakang**

Peningkatan kebutuhan pangan seiring dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, telah mendorong Pemerintah untuk semakin mengintensifkan upaya peningkatan produksi pertanian. Penerapan berbagai teknologi dan inovasi pertanian menjadi suatu

keharusan agar dapat menunjang ketersediaan pangan dan mewujudkan keamanan pangan nasional. Penggunaan sarana agrokimia seperti pupuk dan pestisida yang diharapkan dapat meningkatkan produksi pertanian, pada kenyataannya seringkali menimbulkan berbagai masalah baru terhadap lingkungan. Hilangnya lapisan tanah yang subur, penurunan kualitas produksi pertanian, serta pencemaran tanah dan air, merupakan permasalahan yang sering ditemui di lapang sebagai akibat dari penggunaan bahan-bahan agrokimia yang kurang bijaksana. Produktivitas tanah pun semakin menurun sejalan dengan semakin bertambahnya residu pestisida yang tertinggal dalam tanah. Kondisi ini memerlukan perhatian dan penanganan serius dari semua pihak yang terkait agar pencemaran lingkungan tidak semakin luas dan parah.

Salah satu bahan agrokimia yang berdampak buruk terhadap produktivitas tanah adalah fungisida, senyawa kimia yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan patogen tanaman dari kelompok fungi (jamur dan kapang). Berdasarkan data dari Komisi Pestisida tahun 2013, saat ini jumlah fungisida yang sudah terdaftar dengan izin tetap di Indonesia mencapai 350 merek. Daerah Batu merupakan sentra budidaya hortikultura di Jawa Timur yang diketahui memiliki frekuensi aplikasi fungisida yang tinggi. Berbagai jenis fungisida kimia seperti *methyl thiophanate* (Abadi dkk., 1993), *dithiocarbamate*, *mancozeb* (Sarjono, 1993), *mefenoxam*, *propineb*, *profenofos*, *chlorothalonil*, *abamectin*, dan *carbosulfan* (Joeniarti, 2014) banyak digunakan oleh petani untuk mengatasi gangguan penyakit tanaman. Tingginya pemakaian fungisida tersebut menunjukkan bahwa fungisida telah menjadi senjata utama dalam memecahkan masalah.

Eksplorasi mikroba lokal yang mempunyai kemampuan mengendalikan patogen secara alami, merupakan salah satu upaya menyelamatkan lingkungan dari dampak buruk penggunaan fungisida kimia. Berbagai jenis mikroba baik dari kelompok bakteri, fungi, maupun aktinomisetes, telah banyak dimanfaatkan dalam upaya melindungi tanaman dan memperbaiki kesuburan tanah. Penggunaan mikroba bermanfaat ini menjadi bagian dari pelaksanaan Program Pertanian Berwawasan Lingkungan, yang berlandaskan azas ekologis-ekonomis-sosial. Salah satu jenis mikroba yang dapat dimanfaatkan untuk menyelamatkan lingkungan dengan mengurangi pencemaran akibat fungisida kimia adalah kapang *Trichoderma* sp. Kapang ini dikenal sebagai agensia pengendali hayati potensial yang mampu hidup pada berbagai kondisi lingkungan. Kemampuan antagonistiknya yang tinggi serta pertumbuhannya yang cepat menjadi pertimbangan utama dalam memanfaatkan kapang ini sebagai agensia pengendali hayati yang ramah lingkungan. Studi ini bertujuan untuk mengungkap potensi dan peran kapang *Trichoderma* dalam mewujudkan tercapainya Pertanian Berwawasan Lingkungan.

## METODE

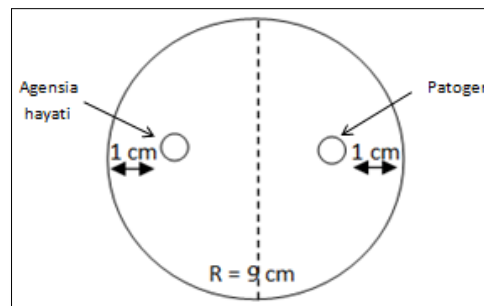
### *Isolasi dan Identifikasi*

Eksplorasi kapang *Trichoderma* dilakukan di daerah Batu pada ketinggian 600-3000 mdpl. Kapang diisolasi dari daerah perakaran tanaman bawang daun dan wortel. Selanjutnya isolat ditumbuhkan pada medium Potato Dextrose Agar (Difco<sup>TM</sup>, USA). Kultur patogen *Phytophthora infestans* diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Hortikultura Lembang-Jawa Barat dan ditumbuhkan pada medium V8 juice Agar (Campbell Soup Co., USA).

### Laju Pertumbuhan dan Uji Antagonistik

Kecepatan pertumbuhan isolat *Trichoderma* diukur dengan menghitung diameter koloni setiap hari selama 3-4 hari. Isolat yang berasal dari biakan murni *Trichoderma* umur lima hari, diambil dengan menggunakan bor gabus berdiameter lima milimeter dan diletakkan pada bagian tengah cawan Petri. Selanjutnya kultur diinkubasi pada suhu 28°C. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali.

Kemampuan antagonistik *Trichoderma* terhadap patogen *P. infestans* diuji dengan menggunakan metode *dual-culture* pada media PDA. Patogen *P. infestans* yang berasal dari biakan umur tujuh hari, diambil dengan bor gabus berdiameter lima milimeter dan ditanam pada media PDA berjarak satu sentimeter dari tepi cawan Petri. Setelah tiga hari, isolat *Trichoderma* diambil dengan menggunakan bor gabus berdiameter lima milimeter dan diletakkan berdampingan pada media PDA yang sama dengan jarak antar keduanya adalah enam sentimeter. Skema penempatan isolat *Trichoderma* dan patogen *P. infestans* tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1**. Selanjutnya biakan diinkubasi pada suhu ruang selama tujuh hari. Sebagai kontrol adalah koloni patogen *Phytophthora* yang ditumbuhkan pada media PDA tanpa diinokulasi dengan *Trichoderma* (Papavizas *et al.*, 1990 dan Chaparro *et al.*, 2011).



Gambar 1. Skema penempatan agensia pengendali hayati *Trichoderma* dan patogen dengan metode *dual-culture*

Pengamatan terhadap kemampuan antagonistik isolat *Trichoderma* dilakukan dengan menghitung persentase penghambatan pertumbuhan patogen (Matroudi *et al.*, 2009; Amin *et al.*, 2010, Singh dan Islam, 2010, serta Chaparro *et al.* 2011 ), yaitu:

$$\% \text{ penghambatan pertumbuhan} = \frac{X-Y}{X} \times 100\%$$

di mana: X = diameter koloni patogen pada media PDA

Y = diameter koloni patogen pada media *dual-culture*

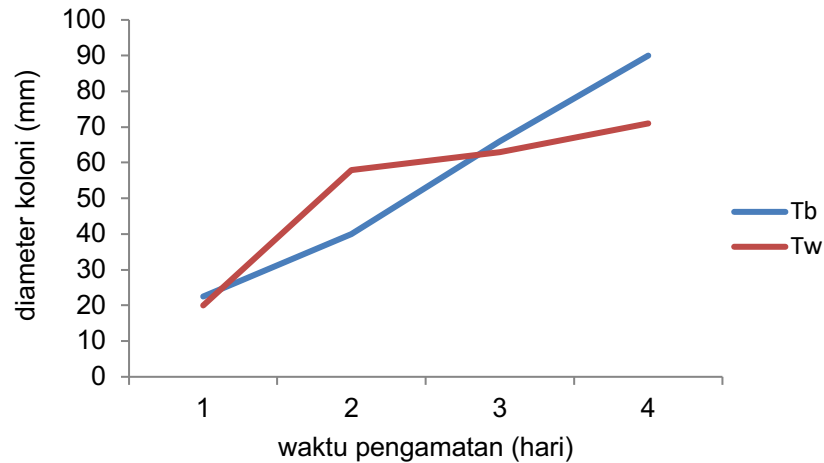
### Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisis dengan Sidik Ragam. Bila ada perbedaan yang nyata antar perlakuan, maka untuk mendapatkan kemampuan antagonistik tertinggi dari isolat *Trichoderma* terhadap *P. infestans* dilanjutkan dengan uji BNJ 5% (Kusriningrum, 2012).

## HASIL

### Laju Pertumbuhan Isolat *Trichoderma*

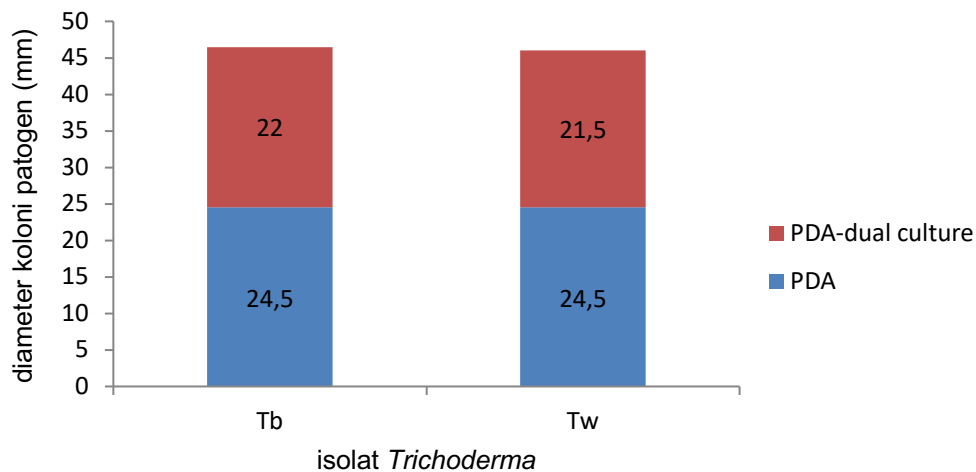
Isolat *Trichoderma* yang berasal dari perakaran tanaman bawang daun (Tb) mempunyai laju pertumbuhan 21,25 mm per hari, sedangkan laju pertumbuhan isolat yang berasal dari perakaran tanaman wortel (Tw) adalah 16,5 mm per hari. Laju pertumbuhan kedua isolat tersebut disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Kecepatan pertumbuhan isolat *Trichoderma* pada media PDA, 28°C, 4 hari

### Kemampuan Antagonistik *Trichoderma* terhadap Patogen *P. infestans*

Kemampuan antagonistik isolat *Trichoderma* ditunjukkan melalui penghambatannya terhadap pertumbuhan patogen, dengan menghitung diameter koloni patogen pada media PDA dan PDA-dual culture, sebagaimana disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Penghambatan pertumbuhan patogen *P. infestans* oleh isolat *Trichoderma* pada media PDA-dual culture, tujuh hari setelah inokulasi

## PEMBAHASAN

*Trichoderma* merupakan saprofit yang memiliki kemampuan menyerang kapang lain (Kubicek dan Harman, 1998). Ditambahkan oleh Mukerji dan Garg (1986), Campbell (1989), serta Chet (1993) bahwa *Trichoderma* mampu menekan pertumbuhan patogen dengan memproduksi enzim litik ekstraseluler dan toksin, serta membunuhnya melalui beberapa mekanisme seperti antibiosis, mikoparasitisme, maupun kompetisi. Kemampuan *Trichoderma* dalam mengendalikan berbagai jamur patogen tular tanah berkisar 24,4% - 100% (Legowo dkk., 2000; Ambar dkk., 2003, Purwantisari dkk., 2004, serta Herlina, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa *Trichoderma* merupakan agensia pengendali hayati yang potensial. Dalam studi ini, kemampuan antagonistik isolat *Trichoderma* tergolong rendah yaitu 10,2% – 12,2%. Diduga, rendahnya kemampuan antagonistik tersebut disebabkan karena isolat berasal dari area pertanian yang telah lama tercemar berbagai bahan kimia pestisida. Paparan fungisida kimia tersebut telah menurunkan aktivitas antagonistik isolat *Trichoderma*, sehingga efikasinya dalam menekan pertumbuhan patogen menjadi rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Kredics *et al.* (2003) dan Hasanzadeh *et al.* (2012), bahwa kemampuan *Trichoderma* dalam mengendalikan pertumbuhan patogen sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan biotik maupun abiotik seperti suhu, pH, ketersediaan air, pestisida kimia dan logam berat, serta mikroba antagonis lainnya. Ditambahkan oleh Kubicek dan Harman (1998) serta Mohiddin *et al.* (2011), kondisi fisikokimia lingkungan sangat berperan dalam menentukan kemampuan *Trichoderma* dalam mengendalikan fungsi patogen. Hasil yang sama diperoleh Otadoh *et al.* (2011) yang mendapatkan kemampuan antagonistik *Trichoderma* sebesar 20,3% – 32,2%.

Spesies *Trichoderma* dikenal sebagai jamur tanah yang mempunyai pertumbuhan cepat. Hal ini merupakan keunggulan tersendiri bagi spesies tersebut dalam berkompetisi ruang dan nutrisi, karena dapat menguasai daerah perakaran lebih awal dibandingkan dengan mikroba tanah lainnya sehingga mampu menekan pertumbuhan patogen (Cook dan Baker, 1989 serta Deacon dan Berry, 1992). Telah diketahui bahwa kompetisi merupakan salah satu mekanisme antagonistik yang dilakukan *Trichoderma* untuk mengendalikan patogen. Kompetisi terjadi ketika dua atau lebih mikroorganisme mempunyai kebutuhan yang sama dalam jumlah lebih banyak dibandingkan yang tersedia. Termasuk juga dalam pengertian ini adalah, pertumbuhan agensia antagonis yang menyebabkan berkurangnya populasi patogen atau produksi inokulum. Keberhasilan kompetisi menjadi sebuah metode pengendalian, sangat tergantung pada kecepatan *Trichoderma* dalam mengkolonisasi perakaran tanaman sebelum patogen menetap. (Kubicek dan Harman, 1998).

Pemanfaatan kapang *Trichoderma* sebagai agensia antagonis merupakan salah satu alternatif metode pengendalian patogen tanaman yang aman, prospektif, dan aman terhadap lingkungan. Metode pengendalian ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan dan mengatasi dampak negatif dari pemakaian fungisida kimia yang selama ini masih digunakan untuk pengendalian penyakit tanaman di Indonesia. Pengendalian hayati merupakan sebuah pendekatan untuk mengatasi gangguan tanaman dengan meminimalkan resiko lingkungan, dan menjadi salah satu kaidah dalam melaksanakan program Pertanian Berwawasan Lingkungan. Oleh karena itu, konsep pembangunan pertanian ramah lingkungan harus segera diterapkan untuk mengatasi kerusakan lingkungan dan sumber daya alam. Pertanian Berwawasan Lingkungan didefinisikan sebagai aktivitas pertanian yang secara ekologis sesuai, secara ekonomis menguntungkan, secara sosial diterima dan mampu menjaga kelestarian sumberdaya alam lingkungan.

## KESIMPULAN

Berbagai karakter unggul yang dimiliki oleh *Trichoderma* seperti pertumbuhannya yang cepat, kemampuan antagonistik yang tinggi, serta kemampuannya memproduksi berbagai jenis enzim ekstraseluler, menjadikan kapang ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai biopestisida, biofertilizer, dan agensia pengendali hayati patogen tanaman. Pemanfaatan



*Trichoderma* merupakan salah satu upaya penyelamatan lahan pertanian sekaligus sebagai komponen penting dalam pelaksanaan program Pertanian Berwawasan Lingkungan.

### **PENGHARGAAN (acknowledgement)**

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Pemerintah Republik Indonesia c.q. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, yang telah memberikan bantuan dana penelitian Hibah Doktor untuk pelaksanaan studi ini.

### **REFERENSI**

- Abadi, A.L, Widodo, A., dan Hidayat, K. 1993. Studi Sistem Aplikasi Pestisida dalam Usaha Tani Hortikultura dan Upaya Pengendaliannya di Sub DAS Brantas Jawa Timur. *Jurnal Universitas Brawijaya*, 5(1): 1-12.
- Ambar, A.A, Tjokrosoedarmo, A.H., Pusposendjojo, N., dan Wibowo, A. 2003. Patogenisitas Isolat *Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici*. dari 4 Lokasi pada Tomat. *Agrosains*, XVI (2).
- Amin, F., Razdani, V.K., Mohiddin, F.A., Bhat, K.A., and Banday, S. 2010. Potential of *Trichoderma* Species as Biocontrol Agents of Soil borne Fungal Propagules. *Journal of Phytology 2010*, 2(10): 38–41.
- Campbell, R. 1989. *Biological Control of Microbiol Plant Pathogens*. Cambridge University Press, Cambridge. Hal.: 275-290.
- Chaparro, A.P., Carvajal, L.H., and Orduz, S. 2011. Fungicide Tolerance of *Trichoderma asperelloides* and *T. harzianum* strains. *Agricultural Sciences*, 2(3): 301-317.
- Chet, I. 1993. *Biotechnologi in Plant Disease Control*. Wiley-Liss, New York. Hal.: 275-290.
- Cook, R.J. and Baker K.F. 1989. *The Nature Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. APS Press, St. Paul. 539p.
- Deacon, J.W. and Berry, L.A. 1992. Modes of actions of Mycoparasites in Relation to Biocontrol of Soilborne Plant Pathogens. pp. 157-167 in Tjamos E.C., Papavizas G.C., Cook R.J. (eds.), *Biological Control of Plant Diseases*. Plenum Press, New York.
- Harman, G.E., and Kubicek, C.P. 1998. *Trichoderma & Gliocladium*. Taylor & Francis Ltd., Hal.: 131-145.
- Hasanzadeh, M., Mohammadifar, M., Sahebany, N., and Etebarian, H.R. 2012. Effect of Cultural Condition on Biomass Production of Some Nematophagous Fungi as Biological Control Agent. *Egypt. Acad. J. Biolog. Sci.*, 5(1): 115-126.
- Herlina, L. 2009. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai Biofungisida pada Tanaman Tomat (*Trichoderma harzianum* Potency as A Biofungicide on Tomato Plant). *Biosaintifika*, 1(1): 62–69.
- Joeniarti, E. 2014. Eksplorasi Agensia Pengendali Hayati *Trichoderma* sp. dari Perakaran Hortikultura di Daerah Batu yang Tahan Fungisida *Mefenoxam* dan Antagonistik terhadap Patogen *Phytophthora infestans*. Disertasi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Kredics, L., Antal, Z., Manczinge, L., Szekeres, A., Kevei, F., and Nagy, E. 2003. Influence of Environmental Parameters on *Trichoderma* Strains with Biocontrol Potential. *Food Technol. Biotechnol.*, 41(1): 37–42.
- Kusriningrum, R.S. 2012. *Perancangan Percobaan*. Airlangga University Press, Surabaya. Hal.: 43-97.

- Legowo, D.A., Rasminah, S., dan Sulityowati, L. 2000. Pengaruh Penggunaan Bahan Organik dan Jamur Antagonis *Trichoderma* spp. Terhadap Penyakit Akar Bengkak (*Plasmodiophora brassicae* Worr.) pada Tanaman Kubis. *Thesis*. Pascasarjana Universitas Brawijaya, Malang.
- Matroudi, S., Zamani, M.R., and Motallebi, M. 2009. Antagonistic Effect of Three Species of *Trichoderma* sp. on *Sclerotinia sclerotiorum*, the Causal Agent of Canola Stem Rot. *Egyptian Journal of Biology*, 11: 37-44.
- Mukerji, K. and Garg, K.L. 1986. *Biocontrol of Plant Disease*. CRC Press.Inc., Boca-Raton, Florida. Hal.: 75-90.
- Otadoh, J.A., Okoth, S.A., Ochanda, J., and Kahindi, J.P. 2011. Assessment of *Trichoderma* Isolates for Virulence Efficacy on *Fusarium oxysporum* F. sp.*Phaseoli*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13: 99-107.
- Papavizas, G.C., Roberts, D.P., dan Kim, K.K. 1990. Development of Mutants of *Gliocladium virens* Tolerant to Benomyl. *Can. J. Microbiol*, 36: 484-489.
- Purwantisari, S., Ferniah, R.S., dan Pujiyanto, S. 2004. Uji Potensi Kapang Antagonis *Trichoderma lignorum* Sebagai Agen Pengendali Hayati Kapang Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Utama Tanaman Kentang. Laporan Penelitian Dosen Muda. Universitas Diponegoro Semarang.
- Sarjono, S. 1993. Pola Usaha Tani di DAS Brantas Hulu dan Kemungkinan Bahaya Pencemaran yang Akan Timbul. Laporan Penelitian. *Indonesian Science and Technology Digital Library*.
- Singh, A. and Islam, M.N. 2010. In vitro Evaluation of *Trichoderma* spp. Against *Phytophthora nicotianae*. *Int. J. Expt. Agric.*, 1(1):20-25.