

## EKSPLORASI CENDAWAN ENTOMOPATOGEN DARI BERBAGAI RIZOSFER TANAMAN HORTIKULTURA DI BEBERAPA WILAYAH KABUPATEN MANDAILING NATAL PROVINSI SUMATERA UTARA

Muhammad Agung Permadi<sup>1</sup>, Rafiqah Amanda Lubis<sup>1</sup>, Derma Sari

<sup>1</sup>Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan  
Jl. Raja Inal Siregar – Tanggal No 32, Padangsidempuan 22716  
Email: muhammad.agungp@um-tapsel.ac.id

### ABSTRAK

Pemanfaatan cendawan entomopatogen sebagai agens pengendali hayati merupakan salah satu cara untuk menghindari dampak negatif bahan kimia terhadap lingkungan. Cendawan entomopatogen yang telah banyak digunakan untuk pengendalian serangga hama secara hayati adalah *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Aspergillus* sp., *Nomuraea rileyi*. Cendawan tersebut bersifat patogenik terhadap berbagai jenis serangga dengan kisaran inang yang luas. Cendawan entomopatogen lebih mudah didapatkan pada daerah rizosfer. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cendawan yang terdapat pada rizosfer berbagai tanaman hortikultura di beberapa wilayah Kabupaten Mandailing Natal. Cendawan entomopatogen diambil dari tanah di sekitar tanaman (rizosfer) hortikultura di 8 lokasi yaitu lahan pertanaman sawi, mentimun, kacang panjang, tomat, kedelai jagung, kacang hijau dan terung. Sampel tanah diambil pada lima titik dengan sistem diagonal. Isolasi cendawan dari tanah dilakukan dengan metode perangkap serangga (*Insect bait method*). Hasil penelitian menunjukkan dari seluruh tanah yang diteliti hanya ditemukan 1 genus cendawan entomopatogen dari rizosfer berbagai tanaman hortikultura di beberapa wilayah kabupaten Mandailing Natal yaitu *Metarhizium*.

**Kata kunci:** perangkap, serangga, pengendali, hayati, *metarhizium*

### 1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan cendawan entomopatogen sebagai agens pengendali hayati merupakan salah satu cara untuk menghindari dampak negatif bahan kimia terhadap lingkungan. Agens hayati tersebut meliputi predator, parasit, parasitoid, dan patogen (nematoda, bakteri, virus dan cendawan) (Norris *et al.* 2003). Cendawan entomopatogen yang telah banyak digunakan untuk pengendalian serangga hama secara hayati adalah *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Trizelia 2005), *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin

(Prayogo *et al.* 2005), *Aspergillus* sp. (Nur 2005), *Nomuraea rileyi* (Farlow) (Trizelia 2008). Cendawan-cendawan ini bersifat patogenik terhadap berbagai jenis serangga dengan kisaran inang yang luas. Kemampuan cendawan entomopatogen dalam mematikan serangga hama bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh karakter fisiologi dan genetik cendawan (Trizelia 2005).

Cendawan entomopatogen lebih mudah didapatkan pada daerah rizosfer. Carlile *et al.* (2001) mengemukakan bahwa populasi mikroorganisme di rizosfer biasanya lebih

banyak dan beragam dibandingkan pada tanah bukan rizosfer. Salah satu dari faktor-faktor terpenting yang bertanggung jawab atas terjadinya efek rizosfer adalah variasi yang besar dalam hal senyawa organik yang tersedia di daerah perakaran berupa getah yang dikeluarkan oleh akar, baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi kualitas dan kuantitas mikroorganisme di daerah perakaran. Ciri dan jumlah senyawa yang dikeluarkan tergantung pada spesies tanaman, umur, dan kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman (Rao 1994).

Indonesia dikenal sebagai negara megabiodiversitas tentunya memiliki keragaman cendawan entomopatogen yang tinggi. Keragaman hayati yang tinggi ini disebabkan wilayah Indonesia berada di daerah tropik tanpa perubahan suhu yang besar yang memiliki dua macam musim dan berbagai macam tipe habitat. Penelitian tentang cendawan entomopatogen di Indonesia telah banyak dilaporkan. Keragaman cendawan entomopatogen dilaporkan 9 genus dari telaga warna (Yanto 2007), 5 genus dari Cibodas (Pratiwi 2012) dan 3 genus dari Kabupaten Agam dan Tanah Datar (Trizelia *et al.* 2015).

Namun keberadaan dan keragaman cendawan entomopatogen di Indonesia belum diketahui secara pasti khususnya di wilayah Kabupaten Mandailing Natal (Madina). Oleh

karena itu, penelitian ini bertujuan mengeksplorasi cendawan entomopatogen di beberapa wilayah Kabupaten Mandailing Natal, yang selanjutnya dapat dijadikan sumber informasi untuk pengendalian serangga hama secara terpadu.

## **2. BAHAN DAN METODE**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Pengambilan sampel tanah dilaksanakan di beberapa wilayah Kabupaten Mandailing Natal. Isolasi dan karakterisasi fisiologis cendawan dilaksanakan di laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan. Cendawan entomopatogen diambil dari tanah di sekitar tanaman (rizosfer) hortikultura di 8 lokasi yaitu lahan pertanaman sawi, mentimun, kacang panjang, tomat, kedelai jagung, kacang hijau dan terung (Tabel 1). Sampel tanah diambil pada lima titik dengan sistem diagonal. Penelitian dimulai dari bulan Maret sampai dengan bulan Mei tahun 2018.

### **Isolasi Cendawan Entomopatogen dari Berbagai Lahan**

Sampel tanah diambil dari rizosfer tanaman yang memenuhi kriteria pada daerah yang ditentukan. Tanah diambil dengan menggali pada kedalaman 10-15 cm disekitar rizosfer tanaman dengan menggunakan sekop kecil.

Tabel 1 Deskripsi lokasi penelitian untuk pengambilan sampel di beberapa wilayah kabupaten Mandailing Natal

| No. | Jenis Tanaman Hortikultura | Lokasi                 |                   |
|-----|----------------------------|------------------------|-------------------|
|     |                            | Desa                   | Kecamatan         |
| 1   | Tanaman Sawi               | Parbangunan            | Panyabungan Kota  |
| 2   | Tanaman Mentimun           | Pidoli Dolok           | Panyabungan Kota  |
| 3   | Tanaman Kacang Hijau       | Pidoli Lombang         | Panyabungan Kota  |
| 4   | Tanaman Tomat              | Bange Nauli            | Bukit Malintang   |
| 5   | Tanaman Kedelai            | Sayur Matua            | Naga Juang        |
| 6   | Tanaman Jagung             | Sayur Matua            | Naga Juang        |
| 7   | Tanaman Kacang Panjang     | Pintu Padang Jae       | Siabu             |
| 8   | Tanaman Terung             | Jambur Padang Matinggi | Panyabungan Utara |

Pada masing-masing lokasi sampel tanah diambil sebanyak 1000g. Sampel tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label yang memuat tentang lokasi, jenis komoditi, dan tanggal pengambilan, kemudian sampel tanah dibawa ke laboratorium untuk diproses lebih lanjut.

Isolasi cendawan dari tanah dilakukan dengan metode perangkap serangga (*Insect baid method*) menggunakan larva *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Masing-masing sampel tanah diayak dengan menggunakan ayakan 60 mesh dan dimasukkan ke dalam kotak plastik berukuran 10x15 cm, masing-masing sebanyak 500g, diberi label sesuai daerahnya. Masing-masing tanah tersebut dilembabkan dengan aquadest sampai tanah kelihatan agak basah, kemudian dimasukkan 20 ekor larva *T. molitor* instar 5 yang baru berganti kulit ke dalam kotak yang berisi sampel tanah tersebut dan diulang sebanyak 5 kali. Kemudian larva tersebut diselimuti dengan selapis tanah yang ada di dalam kotak. Setelah itu kotak ditutup dengan potongan kain kasa. Larva *T. molitor* yang di

duga terserang cendawan entomopatogen diamati 3 hari setelah perlakuan dan selanjutnya diamati setiap hari.

Larva yang diduga terserang cendawan diambil dan disterilisasi dengan cara sterilisasi basah dan dilanjutkan dengan *moist chamber*. Pertama larva dibilas dengan aquadest selama 3 menit, kemudian dibilas dengan alkohol 70 % selama 3 menit, dan setelah itu dibilas lagi dengan aquadest selama 3 menit. Larva tersebut dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi tisu lembab steril (*moist chamber*) dan diinkubasi untuk merangsang pertumbuhan cendawan entomopatogen.

### **Perbanyakan dan Pemurnian Cendawan di Media PDA**

Konidia cendawan entomopatogen yang keluar dari tubuh larva yang terinfeksi diambil dengan jarum ose dan dipindahkan pada media PDA (*potato dextrosa agar*). Komposisi media PDA yang digunakan yaitu kentang 400 g, dextrose 15 g, kloramfenikol 1 g, agar 15 g dan akuades 1 l (Goettel & Inglis 1997). Media PDA

dipadatkan dalam cawan petri yang berdiameter 9 cm. Cendawan di inkubasi selama 21 hari pada suhu kamar.

### Pengamatan

Persentase mortalitas *T. molitor* pada perlakuan. Pengamatan mortalitas *T. molitor* dilakukan dengan mengamati jumlah larva *T. molitor* yang mati pada saat perlakuan metode perangkap serangga (*insect bait method*), dengan rumus:

Persentase mortalitas *T. molitor*

$$= \frac{\text{Jumlah larva mati}}{\text{Jumlah larva diperlakukan}} \times 100\%$$

### Identifikasi Cendawan Entomopatogen

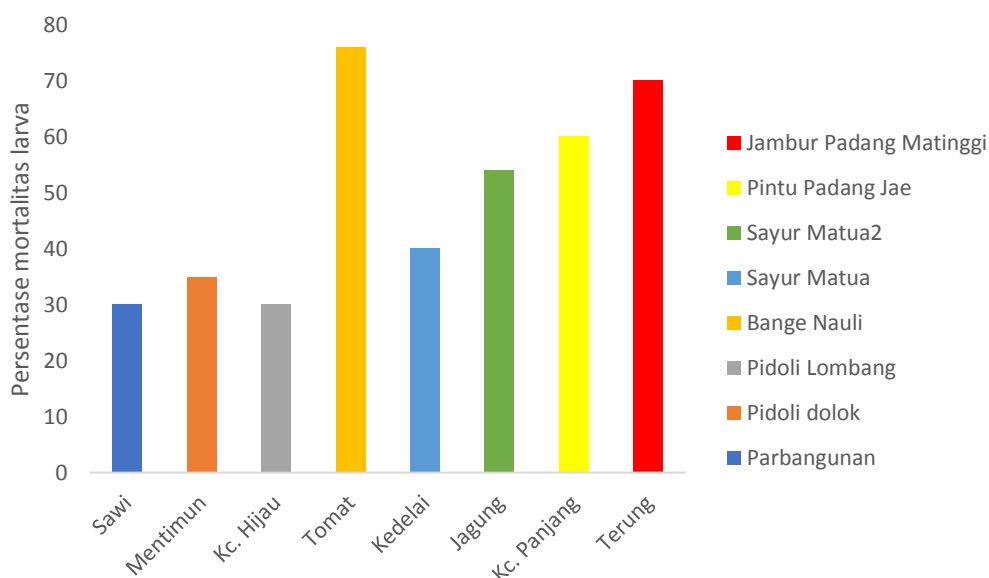
Cendawan yang didapatkan, diidentifikasi sampai tingkat genus dengan mengamati secara

makroskopis (warna, bentuk, dan arah pertumbuhan koloni) dan mikroskopis (percabangan konidiofor dan bentuk konidia cendawan) (Barnet dan Hunter 1972, Watanabe 2002).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persentase mortalitas *T. molitor*

Isolasi cendawan dari tanah dilakukan dengan metode perangkap serangga (*insect bait method*) menggunakan larva *T. molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Pada Gambar 1 dapat dilihat persentase mortalitas larva *T. molitor* pada perlakuan metode perangkap serangga.



Gambar 1 Persentase mortalitas larva *T. molitor* pada *insect bait method*

Gambar 1 memperlihatkan bahwa persentase *T. molitor* yang mati pada perlakuan *insect bait method* tertinggi ditemukan pada lahan

pertanaman tomat di Desa Bange Nauli dengan persentase 76%, selanjutnya pada lahan pertanaman terung di Desa Jambur Padang

Matinggi dengan persentase 70%, lahan pertanaman kacang panjang di Desa Pintu Jae Padang dengan persentase 60%, lahan pertanaman jagung di Sayur Matua dengan persentase 54%, lahan pertanaman kedelai di Desa Sayur Matua dengan persentase 40%, lahan pertanaman mentimun di Desa Pidoli Dolok dengan persentase 35%, serta lahan pertanaman kacang hijau di Desa Pidoli Lombang dan lahan pertanaman sawi di Desa Parbangunan dengan persentase masing-masing 30% yang merupakan persentase terendah.

*Perbedaan persentase mortalitas T. molitor* yang terserang cendawan entomopatogen berhubungan dengan aplikasi pupuk dan aplikasi pestisida yang diterapkan pada masing masing lahan. Pada lahan pertanaman tomat di Desa Bange Nauli, aplikasi pupuk hanya dilakukan 1x dan tidak pernah diaplikasikan pestisida. Kegiatan tersebut memengaruhi keberadaan mikroorganisme pada rizosfer pertanaman. Sapieha-Waszkiewicz *et al.* (2005) mengemukakan bahwa keberadaan cendawan entomopatogen di dalam tanah sangat tergantung pada teknik budidaya dan penggunaan pestisida. Selain itu, menurut Rao (1994) bahwa pengaruh langsung pestisida terhadap aspek-aspek mikrobiologi salah satunya adalah perubahan aspek kuantitatif beberapa mikroorganisme dalam tanah yang mengganggu keseimbangan mikrobiologis.

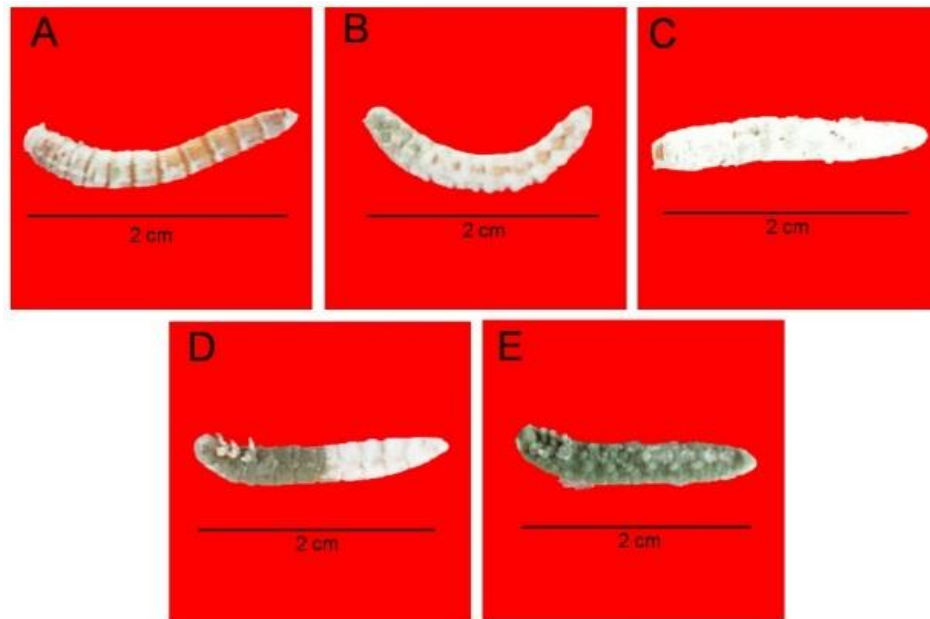
Aplikasi *pupuk* juga memengaruhi perbedaan persentase mortalitas *T. molitor* yang terinfeksi cendawan entomopatogen. Lahan

pertanaman tomat di Desa Bange Nauli hanya menggunakan pupuk kandang tanpa dibarengi dengan penggunaan pupuk sintetis. Hal ini diduga juga mempengaruhi keberadaan mikroorganisme di dalam tanah. Rao (1994) mengemukakan bahwa jumlah actinomycetes mungkin setinggi 200 juta per gram tanah dan mungkin meningkat dalam tanah yang diberi pupuk kandang.

*Persentase T. molitor* yang terinfeksi cendawan entomopatogen terendah ditemukan pada lahan pertanaman kacang hijau di Desa Pidoli Lombang dan lahan pertanaman sawi di Desa Parbangunan. Tanaman sawi merupakan tanaman dari golongan Brassicaceae. Tanaman dari golongan Brassicaceae mengandung senyawa glucoerucin yang beracun terhadap sebagian besar Hyphomycetes, konsentrasinya tertinggi dihasilkan dibagian akar (Daxenbichler *et al.* 1991). Hal ini diduga mempengaruhi rizosfer tanaman tersebut, sehingga cendawan sulit untuk menginfeksi serangga akibat terhambat oleh senyawa tersebut. Selain itu Rao (1994) mengemukakan bahwa salah satu dari faktor-faktor terpenting yang bertanggung jawab atas terjadinya efek rizosfer adalah variasi yang besar dalam hal senyawa organik yang tersedia di daerah perakaran berupa getah yang dikeluarkan oleh akar yang baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi kualitas dan kuantitas mikroorganisme di daerah perakaran. Rao (1994) juga mengemukakan bahwa senyawa yang dikeluarkan oleh akar tomat berfungsi sebagai faktor penarik nematoda dan perangsang

perkecambahan spora. Sehingga hal inilah yang menyebabkan tingkat infeksi cendawan entomopatogen pada lahan pertanaman tomat di Desa Bange Nauli lebih tinggi dibandingkan pertanaman lainnya.

Gejala larva *T. molitor* yang terinfeksi cendawan entomopatogen dapat dilihat pada Gambar 2. Tubuh larva *T. molitor* yang telah mati terinfeksi *Metarhizium* diselubungi miselia yang awalnya berwarna putih kemudian berubah menjadi warna hijau.



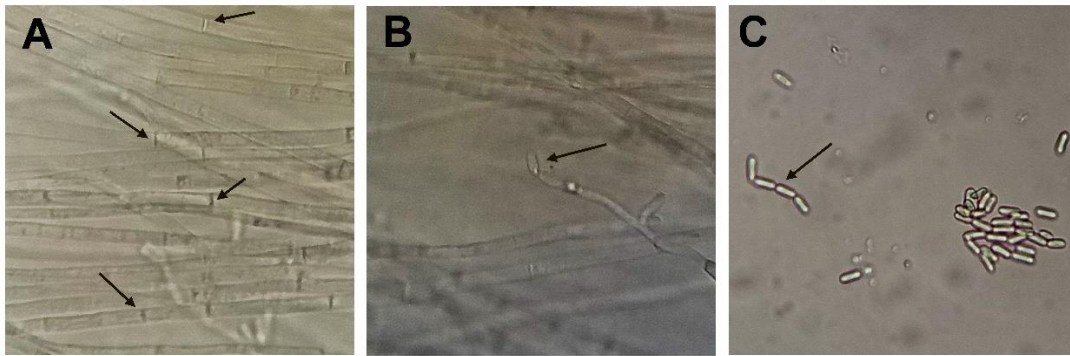
Gambar 2 Larva yang terinfeksi cendawan *Metarhizium*, (A) Hari kedua mortalitas, (B) Hari ketiga mortalitas, (C) Hari keempat mortalitas, (D) Hari kelima mortalitas, (E) Hari keenam mortalitas

### Identifikasi cendawan entomopatogen dari berbagai rizosfer hortikultura

Cendawan entomopatogen yang berhasil dikoleksi dari berbagai rizosfer tanaman hortikultura di 8 lokasi berjumlah 8 isolat. Dari hasil identifikasi cendawan entomopatogen hanya ditemukan 1 genus cendawan yaitu *Metarhizium* dengan karakteristik makroskopis (Tabel 2) yang berbeda. Hal ini disebabkan perbedaan jenis asal dan geografi isolat tersebut. Untuk karakteristik mikroskopis diamati bentuk

konidiofor dan konidia dari genus cendawan tersebut. Karakteristik dari cendawan *Metarhizium* dibuktikan secara mikroskopis (Gambar 3). Konidiofor cendawan tersusun tegak, berlapis, bercabang dan konidia tumbuh dibagian ujung konidiofor. Sedangkan konidia *Metarhizium* bersel satu, tidak berseptas, berbentuk silindris, konidia membentuk rantai paralel jika jumlahnya banyak, berwarna hijau terang atau kuning kehijauan. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Humber (1997),

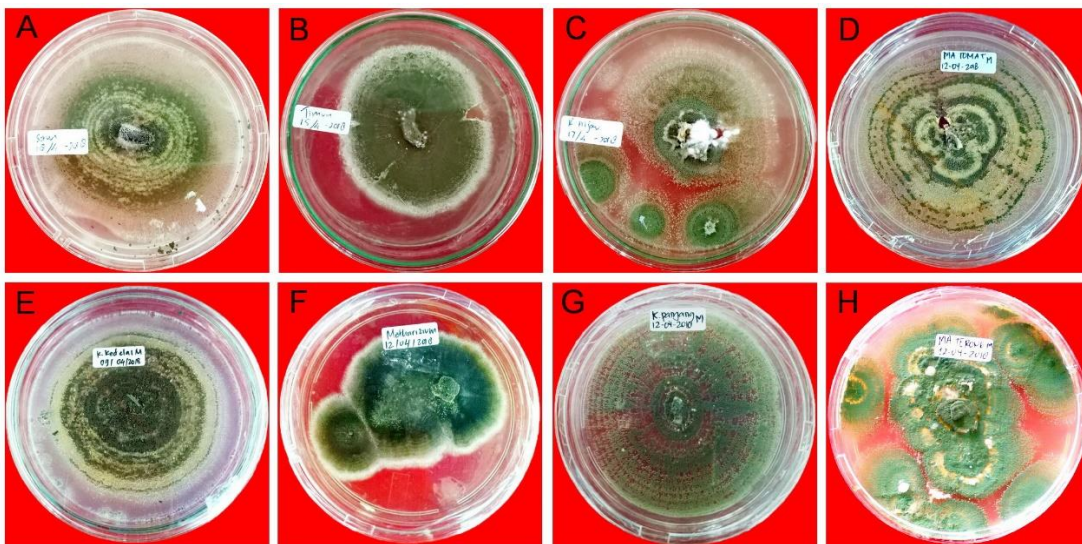
Watanabe (2002) dan Prayogo (2005). Koloni isolat cendawan *Metarhizium* (Gambar 3) dengan warna kuning kehijauan dan putih kehijauan.



Gambar 3 Bentuk mikroskopis isolat *Metarhizium*, (A) Konidiofor besepta, (B) Konidia terbentuk pada ujung konidiofor, (C) Konidia berbentuk silindris dan membentuk rantai

Pada Gambar 4 dapat dilihat masing-masing koloni isolat cendawan *Metarhizium* yang diperoleh dari berbagai rizosfer tanaman

hortikultura dari beberapa wilayah kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatera Utara



Gambar 4 Morfologi isolat *Metarhizium* pada hari ke-21 setelah inkubasi, (A) MetSM, (B) MetTM, (C) MetKHM, (D) MetTmM, (E) MetKM, (F) MetJM, (G) MetKPM, (H) MetTrM

Tabel 2 Karakterisasi morfologi cendawan entomopatogen secara makroskopis pada hari ke-21 setelah inkubasi

| Tanaman        | Lokasi                                    | Titik Koordinat | Isolat  | Karakteristik pertumbuhan cendawan |               |                         |                    |
|----------------|---|-----------------|---------|------------------------------------|---------------|-------------------------|--------------------|
|                |   |                 |         | Warna koloni                       | Bentuk koloni | Arah pertumbuhan koloni | Genus              |
| Sawi           | Parbangunan, Panyabungan Kota             | 0.791, 99.580   | MetSM   | Putih kehijauan                    | Melingkar     | Samping                 | <i>Metarhizium</i> |
| Mentimun       | Pidoli Dolok, Panyabungan Kota            | 0.840, 99.566   | MetTM   | Putih kehijauan                    | Melingkar     | Samping                 | <i>Metarhizium</i> |
| Kacang Hijau   | Pidoli Lombang, Panyabungan Kota          | 0.830, 99.548   | MetKH M | Putih kehijauan                    | Menyebarkan   | Samping                 | <i>Metarhizium</i> |
| Tomat          | Bange Nauli, Bukit Malintang              | 0.973, 99.521   | MetTm M | Kuning Kehijauan                   | Melingkar     | Samping                 | <i>Metarhizium</i> |
| Kedelai        | Sayur Matua, Naga Juang                   | 0.935, 99.482   | MetKM   | Putih kehijauan                    | Melingkar     | Samping                 | <i>Metarhizium</i> |
| Jagung         | Sayur Matua, Naga Juang                   | 0.935, 99.481   | MetJM   | Putih kehijauan                    | Melingkar     | Samping                 | <i>Metarhizium</i> |
| Kacang Panjang | Pintu Padang Jae, Siabu                   | 0.981, 99.519   | MetKP M | Putih kehijauan                    | Melingkar     | Samping                 | <i>Metarhizium</i> |
| Terung         | Jambur Padang Matinggi, Panyabungan Utara | 0.934, 99.508   | MetTrM  | Kuning kehijauan                   | Menyebarkan   | Samping                 | <i>Metarhizium</i> |

Hanya ditemukannya 1 genus cendawan entomopatogen dari penelitian ini diduga karena sedikitnya kandungan bahan organik tanah dari rizosfer berbagai tanaman hortikultura tersebut. Sosa-Gomez *et al.* (2001) mengemukakan bahwa keanekaragaman cendawan entomopatogen dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor,

yaitu kandungan air tanah, kandungan bahan organik, dan temperatur. Sutanto (2002) menyatakan bahwa bahan organik akan menambah energi yang diperlukan kehidupan mikroorganisme tanah. Molina-Ochoa *et al.* (2003) juga mengemukakan bahwa keberadaan dan distribusi cendawan entomopatogen di dalam

tanah sangat dipengaruhi oleh pH dan jenis tanah, ketinggian, habitat, suhu tanah dan jenis tanaman. Rao (1994) menyebutkan dari hasil penelitiannya bahwa jenis dan jumlah senyawa yang dikeluarkan oleh akar tanaman tergantung pada spesies tanaman, umur, dan kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa hanya ditemukan 1 genus cendawan entomopatogen dari berbagai rizosfer tanaman hortikultura di wilayah kabupaten Mandailing Natal yaitu genus *Metarhizium*. Persentase *T. molitor* yang mati pada perlakuan *insect bait method* tertinggi ditemukan pada lahan pertanaman tomat di Desa Bange Nauli dengan persentase 76%, serta lahan pertanaman kacang hijau di Desa Pidoli Lombang dan lahan pertanaman sawi di Desa Parbangunan dengan persentase masing-masing 30% yang merupakan persentase terendah.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti yang telah membantu pendanaan sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

#### DAFTAR PUSTAKA

Barnet HL, Hunter BB. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 3th Edition. Minnesota (US): Burgess Publishing Comp.

Carlile MJ, Watkinson SC, Goodday GW. 2001. *The Fungi*. 2nd. New York (US): Academic Pr.

Daxenbichler ME, Spencer GF, Carlson DG, Rose GB, Brinker AM, Powell RG. 1991. Glucosinolate Composition of Seeds From 297 Species of Wild Plants. *Phytochemistry*. 30 (8): 2623-2638.

Goettel MS, Inglis GD. 1997. *Manual of Techniques in Insect Pathology: Hypomyces*. Lacey LA, editor. California (US): Academic Pr.

Humber RA. 1997. *Manual of Techniques in Insect Pathology: Identification*. Lacey LA, editor. California (US): Academic Pr.

Molina-Ochoa J, Lezama-Gutierrez R, Gonzalez-Ramirez M, Lopez-Edwards M, Rodriguez-Vega MA, Arceo-Palacios F. 2003. Pathogens and Parasitic Nematodes Associated with Populations of Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mexico. *Florida Entomologist*. 86 (3): 244-253.

Norris KR, Caswell-Chen, Kogan M. 2003. *Concept in Integrated Pest Management*. New Jersey (US): Prentice Hall.

Nur M. 2005. Isolasi, Identifikasi, dan Uji Patogenitas Jamur Entomopatogen dari Larva *Heliothis armigera* Hubner. Pendidikan IPA. Digital Library UPI.

Pratiwi R. 2012. Keragaman Cendawan Entomopatogen Di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango Kawasan Cibodas. Skripsi. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Prayogo Y, Tengkan W, Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. *J Litbang Pertanian*. 24 (1): 19-26

Rao S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta (ID): UIPress.

Sapieha-Waszkiewics A, Marjanska-Cichon B, Piwowarczyk Z. 2005. The Occurrence of

Entomopathogenic Fungi In The Soil From The Plantations of Black Currant and Aronia. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. 8 (1): 1-8

Sosa-Gomez DR, Delpin KE, Moscardi F, Farias JRB. 2001. Natural Occurrence of the Entomopathogenic Fungi *Metarhizium*, *Beauveria*, and *Paecilomyces* in Soybean under Till and No-Till Cultivation systems. *Neotropical Entomology*. 30 (3): 407-410.

Sutanto R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik: Pemasarakatan dan Pengembangannya*. Yogyakarta (ID): Penerbit Kanisius.

Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deutero-mycotina: Hypomycetes): Keragaman Genetik, Karakterisasi Fisiologi dan Viru-lensinya terhadap *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae) Disertasi. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Trizelia. 2008. Patogenisitas Cendawan Entomopatogen *Nomuraea rileyi* (Farl.) Sams. terhadap Hama *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Entomologi Indonesia* 5(2):108-115.

Trizelia, Armon N, Jailani H. 2015. Keanekaragaman Cendawan Entomopatogen pada Rizosfer Berbagai Tanaman Sayuran. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 1 (5): 998-1004

Watanabe T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. 2nd Edition. Boca Raton: CRC Press.

Yanto A. 2007. Eksplorasi Keragaman Cendawan Entomopatogen di Kawasan Cagar Alam Telaga Warna, Cisarua Bogor. Skripsi. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.