DISTRIBUSI ISOLAT JAMUR DARI RIZOSFIR CABAI, JERUK, TOMAT DAN UJI PATOGENISITAS TERHADAP *Tenebrio molitor* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

Oleh

WILDA AL ALUF

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2016

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DISTRIBUSI ISOLAT JAMUR DARI RIZOSFIR CABAI, JERUK, TOMAT DAN UJI PATOGENISITAS TERHADAP *Tenebrio molitor* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

OLEH

WILDA AL ALUF

115040200111073

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI

MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2016

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Distribusi Isolat Jamur dari Rizosfir Cabai, Jeruk, Tomat dan Uji Patogenisitas Terhadap *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)
Nama : Wilda Al Aluf
NIM : 115040200111073
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping II,
Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.	Tita Widjayanti, SP., M.Si.
NIP. 19580208 198212 1 001	NIK. 201304 870819 2 001

Diketahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. NIP. 19550403 198303 1 003	Penguji II Tita Widjayanti, SP., M.Si. NIK. 201304 870819 2 001
Penguji III Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. NIP. 19580208 198212 1 001	Penguji IV Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D. NIP. 19720919 199802 1 001

Tanggal Lulus :

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2016

Wilda Al Aluf

repository.ub.ac.id

Skripsi ini kupersembahkan untuk

kedua orang tuaku tercinta dan adikku tersayang . .

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

WILDA AL ALUF. 115040200111073. Distribusi Isolat Jamur dari Rizosfir Cabai, Jeruk, Tomat dan Uji Patogenisitas Terhadap *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrinidae). Dibawah bimbingan Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. dan Tita Widjayanti, SP., M.Si.

Rizosfir berperan sebagai habitat yang menyediakan sumber air, udara, nutrisi untuk mendukung kehidupan mikroorganisme tanah serta jamur patogen serangga. Isolat dari rizosfir jeruk mampu menghasilkan mortalitas tinggi serangga uji tungau *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) hingga 100% (Rohman, 2015). Mortalitas *P. latus* hingga 100% oleh isolat virulen dari rizosfir jeruk menunjukkan bahwa rizosfir berperan sebagai habitat jamur patogen serangga. Jamur pada tanah di hutan alami (*natural forests*) tidak hanya patogen tetapi juga oportunis dan koloniser sekunder (Sun dan Liu, 2008). Sementara penelitian Anggarini (2015), Arisona (2015) dan Rohman (2015) 14 isolat jamur dari rizosfir cabai, jeruk dan tomat semuanya disebut sebagai patogen serangga. Penelitian distribusi jamur pernah dilakukan pada tanah di hutan alami (*natural forests*) (Sun dan Liu, 2008) dan rizosfir tetapi pada berbagai tanaman sayuran (tomat, kubis bunga, sawi dan wortel) (Trizelia *et al*., 2015) sedangkan pada tanaman cabai, jeruk dan tomat belum diketahui.

Penelitian ini dilaksanakan di sub Laboratorium Nematologi dan Virologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang mulai bulan Februari sampai September 2015. Rancangan penelitian pada uji patogenisitas adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan teknik inokulasi celup 14 isolat ke dalam suspensi 10^7 konidia/ml selama 5 (lima) detik dengan 3 (tiga) kali ulangan. Setiap isolat diinokulasikan 15 larva instar 10-11. Parameter pengamatan meliputi mortalitas larva *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), waktu pengamatan dan larva *T. molitor* yang mati. Data mortalitas larva *T. molitor* dianalisis dengan menggunakan ANOVA, apabila hasil menunjukkan berbeda nyata, maka dilakukan uji Duncan pada taraf 5 %. Pengelompokan isolat jamur menjadi 3 (tiga) kelompok ditujukan untuk isolat jamur yang belum diketahui atau dilaporkan sebagai patogen serangga sebelumnya sehingga perlu diketahui asosiasinya berdasarkan mortalitas.

Dari 14 isolat jamur terbagi 10 isolat oportunis dan 4 (empat) koloniser sekunder. Virulensi isolat jamur ditentukan oleh kerapatan dan viabilitas konidia jamur. Isolat jamur berturut-turut terdistribusi di rizosfir jeruk 8 (delapan) sedangkan di cabai 5 (lima) dan di tomat hanya 1 (satu) isolat. Dari 10 oportunis, terdistribusi di cabai 4 (empat) dan jeruk 6 (enam) isolat sedangkan 4 (empat) koloniser sekunder terdistribusi di cabai 1 (satu), jeruk 2 (dua) dan tomat 1 (satu) isolat.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

SUMMARY

WILDA AL ALUF. 115040200111073. The Distribution of Isolated Fungi from Rhizosphere of Chili, Citrus, Tomato and Pathogenicity Test to the *Tenebrio molitor* (Coloeoptera: Tenebrionidae). Supervised by Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. and Tita Widjayanti, SP., M.Si.

The rhizosphere is a habitat that provides a source of water, air, nutrient and environment that supports the life of soil microorganisms and insect pathogenic fungi. Isolates from the rhizosphere of citrus capable of producing high mortality *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) mites of test insects up to 100% (Rohman, 2015). Mortality of *P. latus* up to 100% by virulent isolates from rhizosphere of citrus showed that rhizosphere serve as habitat for insect pathogenic fungi. Fungai on soil in natural forests not only pathogens but also opportunists and secondary colonizers (Sun and Liu, 2008). While research Anggarini (2015), Arisona (2015) and Rohman (2015) 14 fungal isolates from rhizosphere of chili, citrus and tomato are all referred to as insect pathogens. Research of distribution fungi have been done on the soil in natural forests (Sun and Liu, 2008) and rhizosphere but on a various vegetable crops (tomato, cauliflower, cabbage and carrot) (Trizelia *et al*., 2015) while in chili, citrus and tomato unknown.

This research was conducted at the sub Laboratory of Nematology and Virology, Department of Pests and Plant Diseases, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya, Malang from February to September 2015. Design of experiment to pathogenicity test was Completed Random Design using dipped inoculation technique 14 isolates into suspension of 10^7 conidia/ml during of 5 (five) seconds with 3 (three) repetition. This 15 larval instar 10-11 were inoculated for each isolates. The observed parameters include the mortality of *T. molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae, observed of time and *T. molitor* larvae died. The data of *T. molitor* larvae mortality were analyzed using ANOVA, if the results showed the real influence then the Duncan test on level 5%. The fungal isolates grouped into 3 (three) groups is intended to isolate the fungus of unknown or already reported as insect pathogens, therefore the association based on mortality needs to be identified.

From 14 fungal isolates divided 10 isolates as opportunists pathogens and four (4) isolates as secondary colonizers. Virulence of fungi is determined by the density and viability conidial fungi. Fungal isolates were distributed in rhizosphere of 8 (eight) citrus, 5 (five) chilis and 1 (one) tomato. From 10 opportunists, distributed in chili of 4 (four) and 6 (six) isolates in citrus whereas 4 (four) secondary colonizers distributed 1 (one) in chilli, 2 (two) in citrus and 1 (one) isolates in tomato.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Distribusi Isolat Jamur dari Rizosfir Cabai, Jeruk, Tomat dan Uji Patogenisitas Terhadap *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)".

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. dan Tita Widjayanti, SP., M.Si., selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan dan bimbingan kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. dan Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D. selaku penguji atas nasihat, arahan dan bimbingan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. dan Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan atas segala nasihat dan bimbingannya kepada penulis, beserta seluruh dosen atas bimbingan dan arahan yang selama ini diberikan serta kepada karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua dan adik atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Juga kepada rekan-rekan HPT angkatan 2011 atas bantuan, dukungan dan kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Juni 2016

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Pabian, Kota Sumenep, Kabupaten Sumenep Jawa Timur pada tanggal 28 April 1993 sebagai anak pertama dari Bapak Drs. Sudahnan dan Ibu Ida Wakiah. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Karanglangit Kabupaten Lamongan pada tahun 1999 sampai tahun 2005, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Turi Kabupaten Lamongan pada tahun 2005 dan lulus pada tahun 2008. Pada tahun 2008 sampai tahun 2011 penulis menempuh pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 1 Sukodadi Kabupaten Lamongan. Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur SNMPTN Tulis.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa FPUB Periode 2012 sebagai staff Kementerian PSDM dan HIMAPTA Periode 2014 sebagai anggota Departemen Penelitian dan Pengembangan. Penulis juga pernah mengikuti kepanitiaan sebagai divisi kesehatan pada acara PK2MU dan RANTAI pada tahun 2012, sebagai divisi dana usaha pada kepanitiaan Agriculture VaGanza tahun 2012, PROTEKSI 2014 sebagai koordinator divisi konsumsi, Klinik Tanaman HIMAPTA 2014 sebagai divisi acara dan divisi konsumsi pada Ekspedisi HIMAPTA 2014.

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN i

SUMMARY ii

KATA PENGANTAR iii

RIWAYAT HIDUP iv

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR GAMBAR viii

I. PENDAHULUAN 1
- Latar Belakang 1
- Tujuan 2
- Hipotesis 2
- Manfaat 2

II. TINJAUAN PUSTAKA 3
- Rizosfir sebagai Habitat Mikroorganisme Tanah 3
- Biologi Jamur ke dalam 3 (Tiga) Kelompok Yaitu Patogen Serangga, Oportunis dan Koloniser Sekunder 4
- Habitat Jamur 4
- Mekanisme Infeksi Jamur 5

III. METODE PENELITIAN 7
- Tempat dan Waktu Penelitian 7
- Alat dan Bahan 7
- Pelaksanaan Penelitian 8
  - Isolasi dan Identifikasi Isolat Jamur dari Rizosfir Cabai, Jeruk dan Tomat 8
  - Uji Patogenisitas 14 Isolat dari Rizosfir Cabai, Jeruk dan Tomat 9
- Analisis Data 13

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 14
- Distribusi 14 Isolat Jamur dari Rizosfir Cabai, Jeruk dan Tomat ke dalam 3 (Tiga) Kelompok Yaitu Patogen Serangga, Oportunis dan Koloniser Sekunder 14
- Distribusi 14 Isolat Jamur di Rizosfir pada 3 (Tiga) Tanaman Yaitu Cabai, Jeruk dan Tomat 19

V. KESIMPULAN DAN SARAN 22
- Kesimpulan 22
- Saran 22

DAFTAR PUSTAKA 23
LAMPIRAN 27

DAFTAR TABEL

Nomor **Halaman**

Teks

1. Deskripsi 14 isolat jamur dari rizosfir cabai, jeruk dan tomat 8
2. Pengelompokan 14 isolat jamur ke dalam 3 (tiga) kelompok (patogen serangga, oportunis dan koloniser sekunder) berdasarkan mortalitas serangga uji larva *T. molitor* 16
3. Kerapatan dan viabilitas konidia dari 14 isolat jamur 18
4. Distribusi 14 isolat jamur di rizosfir pada 3 (tiga) tanaman yaitu cabai, jeruk dan tomat 20

Nomor **Halaman**

Lampiran

1. Analisis ragam mortalitas serangga uji larva *T. molitor* 28
2. Suhu dan kelembaban inkubasi serangga uji larva *T. molitor* bulan September 2015 di sekitar nampan (sub Laboratorium Virologi)..... 28

DAFTAR GAMBAR

Nomor **Halaman**

Teks

1. Bidang pandang *haemocytometer* 10

2. Larva *T. molitor* yang terinfeksi jamur *Aspergillus* sp. (A), *Fusarium* sp. (B) dan *Penicillium* sp. (C) 13

3. Distribusi 14 isolat jamur ke dalam 3 (tiga) kelompok patogen serangga, oportunis dan koloniser sekunder 15

Nomor **Halaman**

Lampiran

1. Posisi peletakan botol kaca vial (ukuran 5-10 ml) yang telah berisi serangga uji larva *T. molitor* setelah diinokulasikan 14 isolat jamur 28

2. Karakterisrik makroskopis jamur; (A) *Aspergillus* sp. 4 dari rizosfir jeruk, (B) *Aspergillus* sp. 1 dari rizosfir cabai, (C) *Aspergillus* sp. 1 dari rizosfir jeruk, (D) *Aspergillus* sp. 2 dari rizosfir cabai, (E) *Aspergillus* sp. 2 dari rizosfir jeruk, (F) *Aspergillus* sp. 3 dari rizosfir cabai, (G) *Aspergillus* sp. 3 dari rizosfir jeruk dan (H) *Aspergillus* sp. 4 dari rizosfir cabai 29

3. Kegiatan penelitian di sub Laboratorium Nematologi; (A) Pembuatan suspensi dan (B) Uji hayati 14 isolat jamur (kegiatan inokulasi serangga uji larva *T. molitor*) 30

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Rizosfir berperan sebagai habitat bagi jamur patogen serangga, mikroorganisme tanah dan berbagai macam invertebrata seperti protozoa, nematoda, collembola, serangga dan cacing tanah (Hinsinger, 2009). Rizosfir menyediakan sumber air, udara dan nutrisi untuk mendukung kehidupan mikroorganisme (Bruck, 2010). Rizosfir juga sebagai habitat untuk perkembangan jamur tanah hingga mampu mengendalikan serangga hama. Isolat jamur dari rizosfir jeruk mampu menghasilkan mortalitas tinggi serangga uji tungau *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) hingga 100% (Rohman, 2015). Mortalitas *P. latus* hingga 100% oleh isolat virulen dari rizosfir jeruk menunjukkan bahwa rizosfir berperan sebagai habitat jamur patogen serangga.

Dari rizosfir pertanaman cabai terdapat jamur yang virulen dan tidak virulen. Patogen serangga termasuk jamur yang virulen sedangkan oportunis dan koloniser sekunder jamur yang tidak virulen. Jamur pada tanah di hutan alami (*natural forests*) tidak hanya patogen serangga tetapi juga oportunis dan koloniser sekunder (Sun dan Liu, 2008). Sementara penelitian Anggarini (2015), Arisona (2015) dan Rohman (2015) 14 isolat jamur dari rizosfir cabai, jeruk dan tomat semuanya disebut sebagai patogen serangga. Jamur *Metarhizium* dan *Beauveria* (Trizelia *et al*., 2015) sebagai patogen serangga ditemukan pada rizosfir tanaman tomat sedangkan *Aspergillus* (Trizelia *et al*., 2015) sebagai oportunis ditemukan pada rizosfir tanaman tomat, kubis bunga, sawi dan wortel. Jamur *Trichoderma* (Trizelia *et al*., 2014) sebagai koloniser sekunder ditemukan pada rizosfir tanaman cabai. Oportunis dan koloniser sekunder pada waktu yang memungkinkan dapat berasosiasi sebagai agen penyebab penyakit dan epizootik pada populasi serangga (Ali-Shtayeh *et al*., 2002). Oportunis dan koloniser sekunder dapat mempengaruhi dinamika populasi serangga (Gunde-Cimerman *et al*., 1998; Ali-Shtayeh *et al*., 2002).

Distribusi jamur *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Mucor* sp., *Penicillium* sp. dan *Cladosporium cladosporoides* ternyata yang lebih banyak adalah *Mucor* sp. dengan frekuensi tertinggi (Gunde-Cimerman *et al*., 1998).

Penelitian distribusi pernah dilakukan pada tanah di hutan alami (*natural forests*) (Sun dan Liu, 2008) serta pada tanah lahan pertanian dan perkebunan (Sun *et al*., 2008). Penelitian distribusi juga pernah dilakukan di rizosfir tetapi pada berbagai tanaman sayuran (tomat, kubis bunga, sawi dan wortel) (Trizelia *et al*., 2015) sedangkan pada tanaman cabai, jeruk dan tomat belum diketahui.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari distribusi 14 isolat jamur dari rizosfir cabai, jeruk dan tomat ke dalam 3 (tiga) kelompok yaitu patogen serangga, oportunis dan koloniser sekunder.
2. Mempelajari distribusi 14 isolat di rizosfir pada 3 (tiga) tanaman yaitu cabai, jeruk dan tomat.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Isolat jamur (14) dari rizosfir cabai, jeruk dan tomat terbagi ke dalam patogen serangga, oportunis dan koloniser sekunder.
2. Jumlah isolat jamur (14) di rizosfir cabai berbeda dengan di jeruk dan tomat.

Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Diperoleh informasi dan pengetahuan tentang isolat jamur yang virulen dari 14 yang diuji.
2. Diperoleh informasi dan pengetahuan tentang jenis tanaman yang rizosfirnya sebagai habitat isolat jamur yang virulen atau patogen serangga.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Rizosfir sebagai Habitat Mikroorganisme Tanah

Rizosfir merupakan lapisan tanah yang menyelimuti permukaan akar tanaman yang masih dipengaruhi oleh aktivitas akar. Tebal tipisnya lapisan rizosfir antara setiap tanaman berbeda. Rizosfir merupakan habitat yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme karena ketersediaan bahan organik pada akar tanaman yang umumnya membantu pertumbuhan mikroorganisme. Kelompok mikroorganisme yang bersifat pengurai atau saprofit dapat membantu terjadinya siklus energi dan nutrisi di dalam tanah (Bruck, 2010). Lingkungan rizosfir umumnya memiliki kandungan oksigen dan karbondioksida yang tinggi. Organisme yang hidup di lingkungan rizosfir meliputi: bakteri, actinomycetes, fungi, nematoda, ganggang, protozoa, cacing tanah, serangga, tungau, siput, hewan kecil dan virus tanah. Organisme–organisme tersebut bertahan hidup dengan bersaing untuk mendapatkan pasokan makanan yang terdapat di dalam tanah (Kelly, 2005).

Bahan organik berasal dari eksudat akar, sekresi akar, lisat akar dan musigel. Eksudat akar mengeluarkan gula, asam amino, asam organik, asam lemak dan sterol, faktor tumbuh, nukleotida, flavonon, enzim serta *miscellaneous*. Sekresi akar mengeluarkan bahan yang dipompakan secara aktif keluar dari akar, sedangkan lisat akar mengeluarkan bahan yang secara pasif saat autolisis sel akar. Musigel mengeluarkan bahan sekresi akar, sisa sel epidermis, sel tudung akar yang bercampur dengan sisa sel mikroorganisme, produk metabolit, koloid organik dan koloid anorganik (Soemarno, 2010).

Enzim utama yang dihasilkan oleh akar adalah oksidoreduktase, hidrolase, liase dan transferase. Sementara enzim yang dihasilkan oleh mikroba di rizosfir adalah selulase, dehidrogenase, urease, fosfatase dan sulfatase. Dengan adanya berbagai senyawa yang menstimulir pertumbuhan mikroba, menyebabkan jumlah mikroba di lingkungan rizosfir sangat tinggi. Mikroba rizosfir dapat memberi keuntungan bagi tanaman yaitu dapat melarutkan dan menyediakan mineral seperti N, P dan Fe, menghasilkan vitamin, asam amino, auksin dan giberelin

yang dapat menstimulir pertumbuhan tanaman dan mikroba yang patogenik dengan menghasilkan antibiotik (Soemarno, 2010).

Biologi Jamur ke dalam 3 (Tiga) Kelompok Yaitu Patogen Serangga, Oportunis dan Koloniser Sekunder

Jamur yang diisolasi dari tanah dengan menggunakan metode umpan serangga dikelompokkan ke dalam 3 (tiga) kelompok, yaitu (1) patogen serangga merupakan patogen mikroorganisme yang dapat menyebabkan sakit pada serangga hama; (2) oportunis merupakan patogen mikroorganisme yang sifatnya bukan patogen serangga tetapi dapat menginfeksi serangga lemah dan menghasilkan virulensi yang rendah; (3) koloniser sekunder merupakan mikroorganisme yang tumbuh setelah serangga mati dan tidak menyebabkan kematian pada serangga (Sun *et al*., 2008).

Jamur dikelompokkan ke dalam 3 (tiga) kelompok antara lain patogen serangga, oportunis dan koloniser sekunder (Sun *et al*., 2008). Kelompok jamur sebagai patogen serangga antara lain *B. bassiana*, *M. anisopliae var. anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*, *Paecilomyces farinosus*, *Tolypocladium inflatum* dan *Nomuraea rileyi* (Sun dan Liu, 2008; Sun *et al*., 2008; Vidhate *et al*., 2013; Anwar *et al*., 2015). Kelompok jamur sebagai oportunis antara lain *Aspergillus flavus*., *Absidia* sp., *Fusarium* sp., *F. solani*, *F. oxysporum*, *Penicillium* sp., *P. brasilianum*, *P. chrysogenum*, *Cladosporium cladosporioides*., *Mucor* spp., *Mortierella sp*., *Clonostachys rosea f. rosea* dan *Lecythophora* sp. (Sun dan Liu, 2008; Sun *et al*., 2008; Vidhate *et al*., 2013; Anwar *et al*., 2015). Sementara kelompok jamur sebagai koloniser sekunder antara lain *Trichoderma* sp., *T. harzianum*, *T. koningii*, *Absidia glauca*, *Fusarium aqueductum*, *F. proliferatum*, *F. equiseti*, *Penicillium italicum*, *Rhizopus oryzae*, *Clonostachys* sp. dan *Talaromyces flavus* (Sun dan Liu, 2008; Sun *et al*., 2008; Vidhate *et al*., 2013; Anwar *et al*., 2015).

Habitat Jamur

Jamur serangga dapat diisolasi dari berbagai habitat di seluruh wilayah dengan jenis tanah yang berbeda. Keberadaan dan keragaman jamur serangga

sering dijumpai pada tanah di hutan alami (*natural forests*) (Sun dan Liu, 2008) serta pada tanah lahan pertanian dan perkebunan (Sun *et al*., 2008). Pada tanah di hutan alami (*natural forests*) ditemukan jamur patogen serangga *Beauveria bassiana* dan *Lecanicillium lecanii*, oportunis *Aspergillus flavus*, *Fusarium* sp., dan *Penicillium thomii* serta koloniser sekunder *Trichoderma virens* dan *Rhizopus oryzae* (Sun dan Liu, 2008). Jamur patogen serangga banyak ditemukan di tanah hutan dan tanah yang tidak dibudidayakan secara intensif (Vanninen, 1995). Aktivitas manusia dalam pengolahan tanah secara intensif mengakibatkan terganggunya komunitas jamur di dalam tanah (White dan Pickett, 1985). Pengolahan tanah secara intensif dapat merusak struktur habitat patogen serangga sehigga populasi patogen seranggga berkurang. Sementara oportunis dan koloniser sekunder lebih banyak ditemukan di tanah pertanian (Sun *et al*., 2008).

Selain di tanah jamur serangga juga ditemukan di rizosfir. Pada rizosfir berbagai tanaman sayuran (tomat, kubis bunga, sawi dan wortel) ditemukan jamur patogen serangga *Metarhizium* dan *Beauveria* (Trizelia *et al*., 2015) serta *Aspergillus* (Trizelia *et al*., 2015) sebagai oportunis Pada rizosfir tanaman cabai ditemukan jamur patogen serangga *Metarhizium* (Trizelia *et al*., 2014), *Aspergillus* dan *Fusarium* (Trizelia *et al*., 2014) sebagai oportunis serta *Trichoderma* (Trizelia *et al*., 2014) sebagai koloniser sekunder. Keberadaan jamur di suatu lingkungan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti letak geografi, kondisi iklim, sistem tanam, sifat tanah dan jenis habitat (Klingen *et al*., 2002; Keller *et al*., 2003).

Mekanisme Infeksi Jamur

Mekanisme infeksi jamur khususnya oportunis sama dengan mekanisme infeksi jamur patogen serangga pada umumnya yaitu melalui 4 (empat) tahap. Tahap pertama diawali dengan inokulasi, yaitu kontak antara propagul jamur dengan tubuh serangga inang. Selain konidia, organ lain seperti hifa juga berfungsi sebagai alat infeksi pada serangga inang. Tahap kedua adalah proses penempelan dan perkecambahan propagul jamur pada integumen serangga. Perkecambahan propagul jamur memerlukan kelembaban yang tinggi (Prayogo dan Suharsono, 2005). Tahap ketiga yaitu penetrasi dan invasi pada tubuh

serangga. Penembusan dilakukan secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin. Tahap keempat adalah destruksi atau penghancuran pada titik penetrasi dan terbentuk blastospora yang kemudian beredar ke dalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lain (Prayogo dan Suharsono, 2005).

Kematian inang diawali dari pertumbuhan hifa dan membentuk miselium yang menyebar ke segala arah dalam *hemocoel* serangga. Penyebaran miselium dalam *hemocoel* serangga mengakibatkan kerusakan jaringan, saluran pencernaan, otot, sistem syaraf dan sistem pernafasan. Toksin yang dikeluarkan mengakibatkan peningkatan pH darah, penggumpalan darah dan terhentinya peredaran darah pada serangga. Selanjutnya, jamur akan tumbuh secara saprofit dalam *hemocoel* membentuk massa hifa. Hifa-hifa dalam tubuh serangga terus berkembang menyebabkan serangga mengalami mumifikasi. Tahap pertumbuhan saprofit berakhir dengan pembentukan organ reproduksi. Miselium akan menembus keluar tubuh serangga dan membantu spora tetap berada pada tubuh inang (Desyanti *et al*., 2007).

Jamur saprofit atau disebut juga koloniser sekunder sebagai organisme yang hidup pada bahan organik yang telah mati. Jamur saprofit mengabsorpsi makanannya dengan cara menguraikan organisme mati untuk diserap bahan organiknya seperti kayu tumbang dan buah jatuh. Sebagian besar jamur saprofit mengeluarkan enzim hidrolase pada substrat makanan untuk mendekomposisi molekul kompleks menjadi molekul sederhana sehingga mudah diserap oleh hifa. Selain itu, hifa juga dapat langsung menyerap bahan-bahan organik dalam bentuk sederhana yang dikeluarkan oleh inangnya (Anonim, 2012).

III. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di sub Laboratorium Nematologi dan Virologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang mulai bulan Februari 2015 sampai dengan September 2015.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf untuk sterilisasi alat dan media tumbuh jamur, *laminar air flow cabinet* (LAFC) untuk ruang steril isolasi, cawan Petri (diameter 9 cm) sebagai tempat media tumbuh jamur, *beaker glass* sebagai wadah untuk pembuatan media tumbuh, jarum ose sebagai alat untuk isolasi jamur, api bunsen, spatula sebagai pengaduk pembuatan media, labu erlenmeyer, mikropipet untuk pengenceran suspensi, shaker alat untuk perbanyakan konidia jamur, *sentrifuge* alat untuk memisahkan konidia jamur dengan media cair, pipet, pinset, mikroskop binokuler dan mikroskop berkamera untuk pengamatan jamur secara mikroskopis, *haemocytometer* sebagai alat untuk perhitungan kerapatan konidia jamur, kaca preparat dan kaca penutup alat bantu untuk pengamatan jamur secara mikroskopis dan perhitungan viabilitas, *hand counter* sebagai alat penghitung tangan untuk menghitung jumlah konidia, *cork borer*, termohigrometer sebagai alat untuk mengukur suhu dan kelembaban di sekitar nampan, timbangan, kompor listrik, kamera digital untuk dokumentasi pengamatan makroskopis jamur, rak tabung, wadah plastik/toples sebagai wadah perbanyakan larva *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), botol kaca vial ukuran 5-10 ml, kapas steril, alumunium foil, kain kasa, tissu steril, plastik wrapp dan karet gelang.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 14 koleksi isolat jamur dari rizosfir tanaman cabai, jeruk dan tomat. Isolat jamur dari rizosfir cabai (Anggarini, 2015) antara lain isolat Mj-Pen_2, Sg-Asp_2, Sg-Asp_3, Sg-Asp_4 dan Sk-Asp_1; isolat jamur dari rizosfir jeruk (Rohman, 2015) antara lain isolat TW-Asp_1, TW-Asp_2, TW-Asp_4, TW-$Clad_2$, PO-Asp_3, Pl-Pen_2, BN-Tri_1 dan BN-Fus_2; dan isolat jamur dari rizosfir tomat (Arisona, 2015) yaitu isolat Sk-Fus_1, media *potato*

dextrose agar (PDA): kentang 200 gr, agar 20 gr, dextrose 20 gr, kloramfenikol 1 gr dan akuades steril 1 lt, media cair ekstrak kentang dextrose (EKD): kentang 200 g, dekstrose 20 g, kloramfenikol 1 g, akuades steril 1 lt, akuades steril, spirtus, alkohol 70 % untuk sterilisasi tangan dan alat dan serangga uji larva *T. molitor* instar 10-11.

Pelaksanaan Penelitian

Isolasi dan Identifikasi Isolat Jamur dari Rizosfir Cabai, Jeruk dan Tomat

Kegiatan isolasi jamur dari rizosfir cabai, jeruk dan tomat telah dilakukan oleh Anggarini (2015), Arisona (2015) dan Rohman (2015) dengan menggunakan metode umpan larva *T. molitor*. Dari kegiatan isolasi tersebut diperoleh 14 isolat jamur yang terdiri dari 5 genus yaitu *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Penicillium* dan *Cladosporium* (Tabel 1).

Tabel 1. Deskripsi 14 isolat jamur dari rizosfir cabai, jeruk dan Tomat

No.	Isolat		Rizosfir	Asal isolat
	Kode	Jamur		
1.	Mj-Pen$_2$	*Penicillium* sp. 2	Cabai	Astrie, 2015
2.	Sg-Asp$_2$	*Aspergillus* sp. 2	Cabai	Astrie, 2015
3.	Sg-Asp$_3$	*Aspergillus* sp. 3	Cabai	Astrie, 2015
4.	Sg-Asp$_4$	*Aspergillus* sp. 4	Cabai	Astrie, 2015
5.	Sk-Asp$_1$	*Aspergillus* sp. 1	Cabai	Astrie, 2015
6.	TW-Asp$_1$	*Aspergillus* sp. 1	Jeruk	Afif, 2015
7.	TW-Asp$_2$	*Aspergillus* sp. 2	Jeruk	Afif, 2015
8.	TW-Asp$_4$	*Aspergillus* sp. 4	Jeruk	Afif, 2015
9.	TW-Clad$_2$	*Cladosporium* sp. 2	Jeruk	Afif, 2015
10.	PO-Asp$_3$	*Aspergillus* sp. 3	Jeruk	Afif, 2015
11.	PL-Pen$_2$	*Penicillium* sp. 2	Jeruk	Afif, 2015
12.	BN-Tri$_1$	*Trichoderma* sp. 1	Jeruk	Afif, 2015
13.	BN-Fus$_2$	*Fusarium* sp. 2	Jeruk	Afif, 2015
14.	Sk-Fus$_1$	*Fusarium* sp. 1	Tomat	Azizah, 2015

Keterangan:
- Mj= Merjosari, Sg= Sumber Gondo, Sk= Songgokerto, Sr= Sumberejo, TW= Tegalweru, PO= Pandanrejo, PL= Pentil, BN= Banaran, Pen= *Penicillium*, Asp= *Aspergillus*, Fus= *Fusarium*, Clad= *Cladosporium*, Tri= *Trichoderma*.
- Asal isolat: peneliti

Setelah diperoleh 14 isolat jamur kemudian dilakukan identifikasi secara makroskopis maupun mikroskopis. Ketiga peneliti mengidentifikasi 14 isolat jamur semuanya disebut sebagai patogen serangga.

Uji Patogenisitas 14 Isolat Jamur dari Rizosfir Cabai, Jeruk dan Tomat

Tahapan untuk uji patogenisitas 14 isolat jamur antara lain penyiapan inokulum, penyiapan serangga uji, teknik inokulasi dan pengamatan.

1. Penyiapan Inokulum

Penyiapan inokulum terdiri dari produksi isolat jamur, penyiapan suspensi, penghitungan konsentrasi konidia dan penghitungan viabilitas konidia.

Produksi isolat jamur. Isolat jamur ditumbuhkan dan diperbanyak di media PDA dengan komposisi 200 gram kentang, 20 gram dextrose, 20 gram agar dan akuades 1 liter yang diaduk rata. Kemudian media ditambahkan 1 gram kloramfenikol lalu dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dan diautoklaf. Media dituang ke dalam cawan Petri steril dan ditunggu hingga media menjadi padat. Isolat jamur diambil dengan jarum ose lalu ditumbuhkan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 21 hari. Setelah jamur tumbuh pada media PDA, selanjutnya di produksi pada media cair EKD untuk memudahkan dalam perhitungan kerapatan dan viabilitas konidia. Komposisi media EKD 200 gram kentang, 20 gram dextrose, 10 gram pepton dan akuades 1 liter, aduk hingga larut. Setelah didinginkan selama 3 menit, tambahkan kloramfenikol 1 gram. Lalu di pindahkan ke labu erlenmeyer 500 ml untuk disterilisasi. Setelah disterilisasi, media cair dipindahkan ke labu erlenmeyer 250 ml. Perbanyakan isolat jamur pada media cair EKD dilakukan dengan cara mengambil 10 plong dari koleksi isolat jamur yang sudah diperbanyak pada media PDA kemudian diinkubasikan selama 7 hari dengan menggunakan *cork borer*, lalu dimasukkan pada 100 ml media cair EKD yang selanjutnya di gojlog dengan menggunakan *shaker* selama 24 jam, setelah itu diinkubasikan pada suhu ruang selama 14 hari agar konidia jamur berkembang.

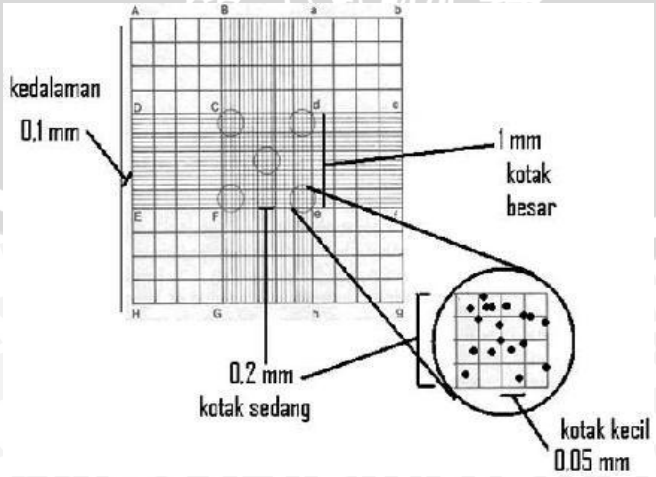
Pembuatan suspensi konidia. Panen konidia jamur dilakukan dengan cara mengambil sebagian isolat dari hasil perbanyakan pada media cair EKD yang telah diinkubasi selama 14 hari. Dari larutan suspensi konidia di media cair EKD dikocok dengan tangan, kemudian diambil 10 ml dan dimasukkan ke *falcon tube* dengan menggunakan mikropipet, selanjutnya disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit untuk memisahkan konidia murni dengan media cair EKD.

Larutan atau media cair EKD yang berada di atas dibuang dan disisahkan endapan konidia/konidia murni. Endapan konidia kemudian ditambahkan akuades steril hingga 20 ml, selanjutnya dikocok dengan menggunakan tangan. Suspensi konidia kemudian dapat digunakan untuk penghitungan kerapatan dan viabilitas konidia sebelum diuji ke larva *T. molitor*.

Penghitungan konsentrasi konidia. Konsentrasi konidia ditentukan dengan menghitung kerapatan konidia yang dilakukan dengan cara suspensi konidia dari produksi isolat diambil sebanyak 0,1 ml dengan menggunakan mikropipet. Suspensi isolat jamur diteteskan pada kontruksi kotak *haemocytometer*. Konidia jamur dihitung pada kotak bagian tengah (kotak yang dilingkari) (Gambar 1), dalam kotak tersebut ditentukan 5 kotak contoh secara diagonal. Selanjutnya dari 5 kotak contoh yang telah ditentukan, dihitung jumlah konidia yang ada pada kotak contoh dengan menggunakan alat penghitung tangan (*hand counter*), dalam satu kotak contoh terdapat 16 kotak kecil, sehingga total terdapat 80 kotak kecil yang diamati. Kerapatan konidia dihitung dengan menggunakan rumus Gabriel dan Riyatno (1989) sebagai berikut:

$$C = \frac{t}{(n.\ x)} \times 10^6$$

C adalah kerapatan spora per ml larutan, t adalah jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati, n adalah jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil) dan x adalah 0,25 faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada *haemocytometer*.



Gambar 1. Bidang pandang *haemocytometer* (Anonim, 2011)

Kerapatan konidia yang digunakan untuk pengujian pada serangga uji larva *T. molitor* adalah 10^7 konidia/ml. Jika kerapatan konidia mencapai lebih dari 10^7 misalnya kerapatan 10^9, maka dari suspensi jamur kerapatan 10^9 dilakukan pengenceran berseri. Teknik pengenceran berseri dilakukan dengan cara mengambil 1 ml suspensi konidia kerapatan 10^9 kemudian ditambahkan 9 ml akuades steril sehingga mencapai kerapatan 10^8, selanjutnya dari kerapatan konidia 10^8 diambil 1 ml suspensi konidia dan ditambahkan 9 ml akuades steril sehingga mencapai kerapatan 10^7. Apabila hasil perhitungan konidia kurang dari 10^7, maka jumlah kerapatan konidia perlu ditingkatkan lagi, yaitu dengan cara menambah waktu inkubasi kurang lebih selama 7 hari. Selanjutnya, konidia jamur dihitung kembali kerapatannya dengan menggunakan rumus yang sama.

Penghitungan viabilitas spora. Viabilitas spora ditentukan setelah suspensi konidia diinkubasikan selama 48 jam. Kemudian suspensi diambil 1 tetes dengan pipet dan diteteskan pada kaca preparat dan ditutup dengan kaca penutup. Perhitungan dilakukan pada bidang pandang di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Viabilitas spora dihitung dengan menggunakan rumus Gabriel dan Riyatno (1989) sebagai berikut:

$$V = \frac{g}{(g+u)} \times 100\%$$

V adalah perkecambahan spora (viabilitas), g adalah jumlah spora yang berkecambah dan u adalah jumlah spora yang tidak berkecambah.

2. Penyiapan Serangga Uji

Penyiapan larva *T. molitor* dilakukan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan larva yang akan dijadikan serangga uji pada saat uji patogenisitas 14 isolat jamur. Larva *T. molitor* diperoleh dari Pasar Burung Splendid Malang yang kemudian dipelihara di dalam toples yang sudah dilubangi bagian atasnya dan diberi kain kasa. Larva diberi pakan dedak halus atau polard. Dedak yang telah berwarna hitam, tercampur kotoran dan berbau segera diganti dengan dedak yang baru. Pupa dari larva dipisahkan dan diletakkan pada toples yang sudah berisi dedak baru. Larva yang akan digunakan adalah larva instar 10 (panjang tubuh 1,34 ± 0,19 cm) – 11 (panjang tubuh 1,55 ± 0,16 cm) (Park *et al*., 2014).

3. Teknik Inokulasi

Teknik inokulasi celup digunakan untuk uji patogenisitas 14 isolat jamur pada serangga uji larva *T. molitor*. Rancangan penelitian pada uji patogenisitas menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Larva dicelupkan ke dalam suspensi konidia 10^7 konidia/ml selama 5 (lima) detik dengan 3 (tiga) kali ulangan. Sun dan Liu (2008) menggunakan teknik inokulasi celup ke dalam suspensi jamur pada larva *G. mellonella* selama 3 (tiga) sampai 5 (lima) detik. Sementara perlakuan kontrol larva dicelupkan dengan menggunakan akuades steril. Setiap isolat diinokulasikan 15 serangga uji larva *T. molitor*. Kemudian larva dimasukkan ke dalam botol kaca vial dan ditutup dengan menggunakan kain kasa steril yang telah dipotong berbentuk persegi empat lalu diikat dengan menggunakan karet. Botol kaca vial yang telah berisi serangga uji larva *T. molitor* selanjutnya ditaruh dan ditata rapi sesuai isolat dan ulangan serta urutan larva ke dalam nampan yang telah diisi air seperempat nampan. Kemudian diinkubasi pada area yang gelap untuk menjaga kelembaban.

4. Pengamatan

Terdapat 3 (tiga) pengamatan larva *T. molitor* setelah diinokulasikan 14 isolat jamur diantaranya waktu pengamatan, mortalitas larva *T. molitor* dan pengamatan larva *T. molitor* yang mati.

Waktu pengamatan. Waktu pengamatan larva *T. molitor* oleh 14 isolat jamur dilakukan pagi hari selama 24 jam sekali selama 5 (lima) hari setelah inokulasi.

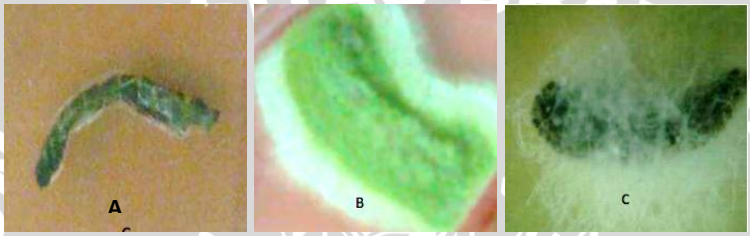
Mortalitas (%). Persentase mortalitas larva *T. molitor* dihitung dengan menggunakan rumus Hasyim *et al*. (2009) sebagai berikut:

$$M=\frac{A}{D} \text{ x } 100\%$$

M adalah persentase mortalitas larva *T. molitor*, A adalah jumlah larva *T. molitor* yang mati terinfeksi isolat jamur dan D adalah jumlah larva *T. molitor* yang diuji.

Pengamatan larva *T. molitor* yang mati. Tubuh larva *T. molitor* yang telah mati ditanam pada media PDA. Selanjutnya diidentifikasi secara makroskopis

maupun mikroskopis untuk memastikan bahwa kematian larva *T. molitor* disebabkan oleh isolat jamur. Larva *T. molitor* sebelum diinokulasikan isolat jamur, tubuhnya berwarna coklat jernih dan pergerakan aktif. Gejala infeksi yang disebabkan oleh isolat jamur pada larva *T. molitor* terjadi perubahan morfologi dan warna tubuh larva. Tubuh larva *T. molitor* setelah terinfeksi isolat jamur akan berubah menjadi warna coklat kehitaman kemudian menjadi warna hitam, permukaan tubuhnya ditumbuhi miselium dan terkadang tubuh larva mengkerut (Gambar 2) (Noerfitryani, 2014).



Gambar 2. Larva *T. molitor* yang terinfeksi jamur *Aspergillus* sp. (A), *Fusarium* sp. (B) dan *Penicillium* sp. (C) (Noerfitryani, 2014).

Analisis Data

Mortalitas serangga uji larva *T. molitor* dianalisis dengan menggunakan Anova. Apabila hasil dari analisis ANOVA menunjukkan berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjutan menggunakan Duncan pada taraf 5 %.

Isolat jamur dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok berdasarkan mortalitas larva *G. mellonella* yaitu patogen serangga, oportunis dan koloniser sekunder (Sun dan Liu, 2008). Pengelompokan ini, ditujukan untuk isolat jamur yang belum diketahui atau dilaporkan sebagai patogen serangga sebelumnya sehingga perlu diketahui asosiasinya berdasarkan mortalitas (Anwar *et al*., 2015).

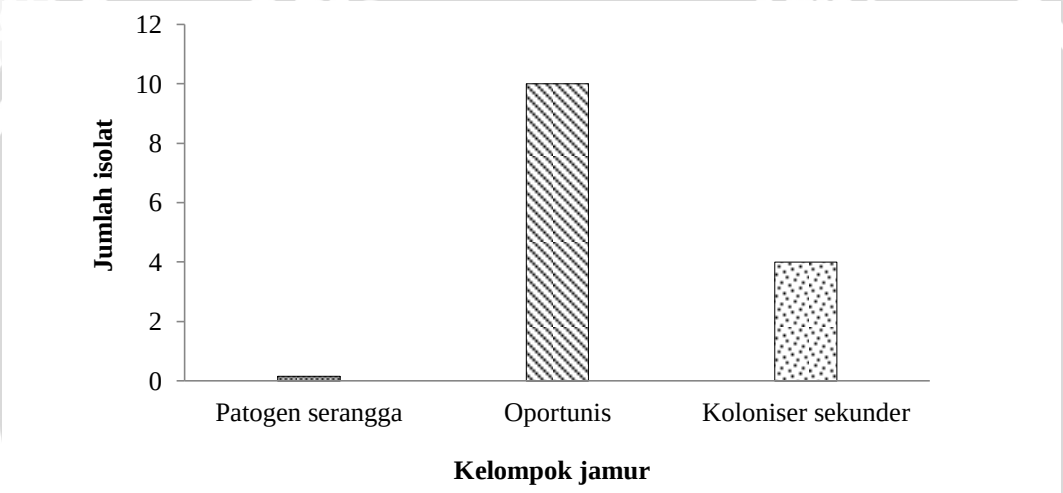
1. Patogen serangga. Isolat jamur yang menunjukkan mortalitas sebesar 100% pada larva *G. mellonella* dikelompokkan sebagai entomopatogenik atau patogen serangga.
2. Oportunis. Isolat jamur yang menunjukkan mortalitas 1-90% pada larva *G. mellonella* dikelompokkan sebagai oportunis.

3. Koloniser sekunder. Isolat jamur tidak menunjukkan angka mortalitas dan tidak mengakibatkan kematian pada larva *G. mellonella* dikelompokkan sebagai koloniser sekunder.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi 14 Isolat Jamur dari Rizosfir Cabai, Jeruk dan Tomat ke dalam 3 (Tiga) Kelompok Yaitu Patogen Serangga, Oportunis dan Koloniser Sekunder

Empat belas (14) isolat jamur dari rizosfir cabai, jeruk dan tomat terbagi ke dalam 3 (tiga) kelompok yaitu patogen serangga, oportunis dan koloniser sekunder. Dari 14 isolat jamur terbagi 10 isolat oportunis dan 4 (empat) koloniser sekunder. Dari 14 isolat jamur menunjukkan oportunis (10) lebih tinggi dibandingkan koloniser sekunder (4) (Gambar 3).



Gambar 3. Distribusi 14 isolat jamur ke dalam 3 (tiga) kelompok patogen serangga, oportunis dan koloniser sekunder.

Isolat jamur ditetapkan sebagai patogen serangga, oportunis dan koloniser sekunder berdasarkan kemampuan isolat menghasilkan kematian larva *T. molitor* sebagai serangga uji. Sun dan Liu (2008) mengelompokkan jamur menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu patogen serangga, oportunis dan koloniser sekunder berdasarkan mortalitas larva *G. mellonella*. Patogen serangga jika isolat menghasilkan mortalitas 100% pada serangga uji *G. mellonella*, oportunis jika isolat menghasilkan mortalitas 1-90% dan koloniser sekunder jika isolat tidak menghasilkan mortalitas pada serangga uji (Anwar *et al*., 2015). Isolat jamur sebanyak 14 pada penelitian ini, selanjutnya dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kelompok berdasarkan persentase mortalitas serangga uji larva *T. molitor* (Tabel 2).

Tabel 2. Pengelompokan 14 isolat jamur ke dalam 3 (tiga) kelompok (patogen serangga, oportunis dan koloniser sekunder) berdasarkan mortalitas serangga uji larva *T. molitor*

No.	Isolat jamur	Mortalitas (%)	Kelompok	Rizosfir	Asal isolat
1.	*Penicillium* sp. 2	0,00 a	KO	Cabai	Anggarini, 2015
2.	*Aspergillus* sp. 2	3,33 a	O	Cabai	Anggarini, 2015
3.	*Aspergillus* sp. 3	6,66 a	O	Cabai	Anggarini, 2015
4.	*Aspergillus* sp. 4	10,00 a	O	Cabai	Anggarini, 2015
5.	*Aspergillus* sp. 1	3,33 a	O	Cabai	Anggarini, 2015
6.	*Aspergillus* sp. 1	10,00 a	O	Jeruk	Rohman, 2015
7.	*Aspergillus* sp. 2	6,66 a	O	Jeruk	Rohman, 2015
8.	*Aspergillus* sp. 4	80,00 b	O	Jeruk	Rohman, 2015
9.	*Cladosporium* sp. 2	0,00 a	KO	Jeruk	Rohman, 2015
10.	*Aspergillus* sp. 3	6,66 a	O	Jeruk	Rohman, 2015
11.	*Penicillium* sp. 2	0,00 a	KO	Jeruk	Rohman, 2015
12.	*Trichoderma* sp. 1	10,00 a	O	Jeruk	Rohman, 2015
13.	*Fusarium* sp. 2	3,33 a	O	Jeruk	Rohman, 2015
14.	*Fusarium* sp. 1	0,00 a	KO	Tomat	Arisona, 2015
15.	Kontrol	0,00 a			

Keterangan:
- Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%
- Data ditransformasi menggunakan Arcsin untuk keperluan statistik
- KO adalah koloniser sekunder dan O adalah oportunis
- Asal isolat: peneliti

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 14 isolat jamur ternyata semua genus *Aspergillus* dapat membunuh larva *T. molitor*. Namun demikian, isolat *Aspergillus* sp. 4 dari rizosfir jeruk memiliki mortalitas tinggi dibandingkan *Aspergillus* sp. 1, *Aspergillus* sp. 2, *Aspergillus* 3 dan *Aspergillus* sp. 4 dari rizosfir cabai. Hal ini dapat dipengaruhi karakteristik makroskopis masing-masing isolat jamur yang berbeda. *Aspergillus* sp. 4 dari rizosfir jeruk memiliki karakteristik makroskopis koloni berwarna putih kehitaman dan koloni menyebar seluruh cawan Petri. *Aspergillus* sp. 1 dari rizosfir cabai dan jeruk memiliki karakteristik makroskopis koloni berwarna hitam dan koloni menyebar seluruh cawan Petri. *Aspergillus* sp. 2 dari rizosfir cabai dan jeruk memiliki karakteristik makroskopis koloni berwarna hijau dan koloni menyebar secara tidak rata pada cawan Petri. *Aspergillus* sp. 3 dari rizosfir cabai memiliki karakteristik makroskopis koloni berwarna sangat hitam dan koloni menyebar seluruh cawan Petri. *Aspergillus* sp. 3 dari rizosfir jeruk memiliki karakteristik makroskopis

koloni berwarna hijau kecoklatan dan koloni menyebar seluruh cawan Petri. Sementara *Aspergillus* sp. 4 dari rizosfir cabai memiliki karakteristik makroskopis koloni berwarna hitam dan koloni menyebar seluruh cawan Petri. Selain perbedaan karakteristik makroskopis juga dipengaruhi oleh faktor genetik dari 14 isolat jamur. Hidayat (2012) menyatakan bahwa jamur pada saat menginfeksi serangga juga dipengaruhi oleh faktor genetik, misalnya kemampuan menghasilkan toksin dan metabolit ekstraseluler yang bersifat racun.

Dari Tabel 2 menunjukkan bahwa isolat *Aspergillus* sp. 1 *Aspergillus* sp. 2, *Aspergillus* sp. 3, *Aspergillus* sp. 4, *Trichoderma* sp. 1 dan *Fusarium* sp. 2 dikelompokkan sebagai oportunis. Sementara *Penicillium* sp. 2, *Cladosporium* sp. 2 dan *Fusarium* sp. 1 dikelompokkan sebagai koloniser sekunder. Sun dan Liu (2008) melaporkan bahwa jamur *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Sny. & Hans. dan *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. dikelompokkan sebagai oportunis karena menghasilkan mortalitas pada larva *G. mellonella* masing-masing sebesar 93,3% dan 86,7%. Sun dan Liu (2008) melaporkan bahwa jamur *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Clasnotachys* sp. dan *Rhizopus oryzae* dikelompokkan sebagai koloniser sekunder karena tidak menghasilkan mortalitas pada larva *G. mellonella*.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 14 isolat jamur terbagi menjadi 2 (dua) kelompok yaitu oportunis dan koloniser sekunder sedangkan peneliti sebelumnya 3 (tiga) kelompok. Pada penelitian ini tidak ada patogen serangga karena dipengaruhi oleh faktor jenis tanaman, lokasi, serangga umpan dan teknik budidaya. Isolat jamur yang didapatkan dari rizosfir cabai, jeruk dan tomat di Kota Batu dan Malang menggunakan umpan larva *T. molitor* dengan sistem tanam monokultur pada ketiga tanaman dan aplikasi pestisida yang tidak terkontrol. Penelitian Anwar *et al*. (2015) melaporkan bahwa jamur patogen serangga didapatkan dengan menggunakan umpan larva *G. mellonella* dari agroekosistem pertanaman kapas di Pakistan dengan aplikasi pestisida terkontrol. Sun dan Liu (2008) melaporkan bahwa jamur patogen serangga *B. bassiana, M. anisopliae, Lecanicillium lecanii* dan *Paecilomyces farinosus* ditemukan pada tanah di hutan alami (*natural forests*).

Jamur patogen serangga lebih banyak ditemukan di tanah hutan daripada di tanah yang dibudidayakan secara intensif (Vanninen, 1995). White dan Pickett (1985) menyatakan bahwa aktivitas manusia dalam pengolahan tanah secara intensif mengakibatkan terganggunya komunitas jamur di dalam tanah. Pengolahan tanah secara intensif dapat merusak struktur habitat patogen serangga sehigga populasi patogen seranggga berkurang. Sapieha-Waszkiewicz *et al*. (2005) menyatakan bahwa keberadaan jamur patogen serangga di dalam tanah tergantung pada teknik budidaya dan penggunaan pestisida. Sosa-Gomez *et al*. (2001) menyatakan bahwa keanekaragaman jamur patogen serangga dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain air tanah, kandungan bahan organik dan temperatur.

Oportunis salah satu isolat yang tidak virulen dan menghasilkan mortalitas rendah pada serangga larva uji *T. molitor*. Virulensi isolat ditentukan oleh kerapatan dan viabilitas konidia. Tingkat kerapatan dan viabilitas konidia 14 isolat jamur yang berasosiasi dengan serangga rendah (Tabel 3).

Tabel 3. Kerapatan dan viabilitas konidia 14 isolat jamur

No.	Isolat jamur	Kerapatan konidia (10^7 konidia/ml)	Viabilitas konidia (inkubasi 48 jam) (%)
1.	*Penicillium* sp. 2	6,17	15,21
2.	*Aspergillus* sp. 2	2,87	14,81
3.	*Aspergillus* sp. 3	2,70	17,30
4.	*Aspergillus* sp. 4	5,36	28,57
5.	*Aspergillus* sp. 1	5,22	15,84
6.	*Aspergillus* sp. 1	5,74	18,42
7.	*Aspergillus* sp. 2	2,24	50,84
8.	*Aspergillus* sp. 4	1,45	58,97
9.	*Cladosporium* sp. 2	5,44	44,79
10.	*Aspergillus* sp. 3	2,95	25,54
11.	*Penicillium* sp. 2	2,09	12,69
12.	*Trichoderma* sp. 1	14,3	19,51
13.	*Fusarium* sp. 2	1,33	41,89
14.	*Fusarium* sp. 1	5,77	37,73

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa kerapatan dan viabilitas konidia 14 isolat jamur rendah. Kerapatan konidia jamur yang rendah akan menghasilkan mortalitas serangga uji *T. molitor* juga rendah. Nunilahwati *et al*. (2012) melaporkan bahwa isolat *B. bassiana* dengan kerapatan 3,64 x 10^7 konidia/ml

menghasilkan mortalitas larva *P. xylostella* sebesar 79%. Anaise *et al*. (2011) melaporkan bahwa aplikasi jamur *Aspergillus* sp. dengan konsentrasi 10^7 konidia/ml menghasilkan mortalitas larva *P. xylostella* sebesar 76,7%. Keberhasilan jamur menginfeksi serangga ditentukan oleh dosis konsentrasi jamur yang diaplikasikan, yaitu kerapatan konidia dalam setiap mililiter air (Prayogo, 2006). Hasyim dan Azwana (2003) menyatakan bahwa jumlah konidia jamur berhubungan dengan tingkat konsentrasi yang digunakan, semakin tinggi konsentrasi maka mortalitas juga akan semakin tinggi.

Viabilitas (daya kecambah) konidia jamur merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan jamur dalam menginfeksi serangga hama. Jika viabilitas konidia jamur rendah maka mortalitas serangga uji *T. molitor* juga rendah. Nunilahwati *et al*. (2012) melaporkan bahwa isolat *Metarhizium* dengan viabilitas 28,43 menghasilkan mortalitas larva *P. xylostella* sebesar 71%. Tingkat viabilitas konidia berpengaruh terhadap mortalitas serangga uji larva *T. molitor*. Septarini (2013) menyatakan bahwa semakin tinggi viabilitas konidia maka semakin cepat proses infeksi jamur ke tubuh larva dan waktu perkecambahan yang dibutuhkan juga semakin meningkat.

Kondisi suhu dan kelembaban juga mempengaruhi keberhasilan jamur dalam menginfeksi serangga hama. Di sub Laboratorium Virologi selama penelitian suhu rata-rata pada saat inkubasi serangga uji larva *T. molitor* di sekitar nampan ± 24,2°C sedangkan rata-rata kelembaban ± 82% (Tabel Lampiran 2). Studdertn dan Kaya (1990); Kessler *et al*. (2003) melaporkan bahwa suhu optimum untuk perkembangan dan aktivitas jamur sekitar 24°C sedangkan suhu tinggi diatas 27°C dapat membunuh konidia dan menghambat pertumbuhan miselium jamur. Anwar (2008) menyatakan bahwa jamur memerlukan kelembaban yang tinggi untuk melakukan perkecambahan konidia yaitu lebih dari 90%. Simamora *et al*. (2013) menyatakan bahwa Kelembaban juga mempengaruhi perkembangan konidia jamur serta transmisi jamur pada tubuh larva. Jamur menginfeksi serangga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti dosis inokulasi jamur, kualitas propagul, ketahanan inang, maupun kondisi lingkungan seperti kelembaban dan suhu (Sun dan Liu, 2008).

Distribusi 14 Isolat Jamur di Rizosfir pada 3 (Tiga) Tanaman Yaitu Cabai, Jeruk dan Tomat

Enam puluh (60) sampel tanah dari rizosfir cabai, jeruk dan tomat digunakan untuk mengetahui distribusi isolat jamur. Isolat jamur berturut-turut terdistribusi di rizosfir jeruk 8 (delapan) sedangkan di cabai 5 (lima) dan di tomat hanya 1 (satu) isolat (Anggarini, 2015; Arisona, 2015 dan Rohman, 2015). Dari 14 isolat jamur terdistribusi di rizosfir pada 3 (tiga) tanaman yaitu cabai, jeruk dan tomat (Tabel 4).

Tabel 4. Distribusi 14 isolat jamur di rizosfir pada 3 (tiga) tanaman yaitu cabai, jeruk dan tomat

No.	Kelompok jamur	Isolat jamur	Tanaman		
			Cabai	Jeruk	Tomat
1.	Patogen serangga	-	-	-	-
2.	Oportunis	*Aspergillus* sp. 1	+	-	-
		Aspergillus sp. 1	-	+	-
		Aspergillus sp. 2	+	-	-
		Aspergillus sp. 2	-	+	-
		Aspergillus sp. 3	+	-	-
		Aspergillus sp. 3	-	+	-
		Aspergillus sp. 4	+	-	-
		Aspergillus sp. 4	-	+	-
		Trichoderma sp. 1	-	+	-
		Fusarium sp. 2	-	+	-
3.	Koloniser sekunder	*Penicillium* sp. 2	+	-	-
		Penicillium sp. 2	-	+	-
		Fusarium sp. 1	-	-	+
		Cladosporium sp. 2	-	+	-

Keterangan:
- Tanda positif (+) adalah ditemukan isolat jamur
- Tanda negatif (-) adalah tidak ditemukan isolat jamur

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa 10 oportunis terdistribusi di cabai 4 (empat) dan jeruk 6 (enam) isolat sedangkan 4 (empat) koloniser sekunder terdistribusi di cabai 1 (satu), jeruk 2 (dua) dan tomat 1 (satu) isolat. Isolat jamur *Aspergillus* sp. sebagai oportunis tidak hanya terdistribusi pada rizosfir tanaman cabai tetapi juga di jeruk dengan frekuensi tertinggi. *Trichoderma* sp. sebagai oportunis terdistribusi pada rizosfir tanaman jeruk. *Fusarium* sp. sebagai oportunis dan koloniser sekunder terdistribusi pada rizosfir tanaman jeruk dan tomat. *Penicillium* sp. sebagai koloniser sekunder tidak hanya terdistribusi pada

rizosfir tanaman cabai tetapi juga di jeruk. Sementara *Cladosporium* sp. sebagai koloniser sekunder terdistribusi pada rizosfir tanaman jeruk. Pada rizosfir berbagai tanaman sayuran jamur *Metarhizium* dan *Beauveria* sebagai patogen serangga terdistribusi pada tanaman tomat sedangkan *Aspergillus* sebagai oportunis terdistribusi pada tomat, kubis bunga, sawi dan wortel (Trizelia *et al*., 2015). Trizelia *et al*. (2015) menyatakan bahwa perbedaan jenis tanaman dapat menjadi salah satu faktor perbedaan jumlah jamur yang di dapatkan pada berbagai rizosfir. Klingen *et al*. (2002); Keller *et al*. (2003) menyatakan bahwa keberadaan jamur di suatu lingkungan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti letak geografi, kondisi iklim, sistem tanam, sifat tanah dan jenis habitat. Molina-Ochoa *et al*. (2003) menyatakan bahwa keberadaan dan distribusi jamur di dalam tanah dipengaruhi oleh faktor seperti pH tanah, jenis tanah, ketinggian, jenis habitat, suhu tanah dan jenis tanaman. Pada setiap jenis tanaman sesuai untuk habitat oportunis dan koloniser sekunder.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Empat belas (14) isolat jamur dari rizosfir cabai, jeruk dan tomat terbagi ke dalam oportunis (10), koloniser sekunder 4 (empat) dan tidak diperoleh patogen serangga. Dari 10 oportunis terdistribusi di cabai 4 (empat) dan jeruk 6 (enam) isolat sedangkan 4 (empat) koloniser sekunder terdistribusi di cabai 1 (satu), jeruk 2 (dua) dan tomat 1 (satu) isolat.

Saran

Saran yang disampaikan pada penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi isolat jamur pada serangga hama selain *T. molitor* sehingga dapat dikembangkan sebagai agens hayati.

DAFTAR PUSTAKA

Ali-Shtayeh, M.S., A.B.B.M. Mara dan R.M. Jamous. 2002. Distribution, Occurance and Characterization of Enthomophatogenic Fungi in Agricultural Soil in the Palestinian Area. Mycopathologia. 156: 235-244.

Anaisie, P.E., V.Y. Eziah dan E.O. Owusu. 2011. The Potential of Indigenous Enthomopathogenic Fungi for the Management of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) in Ghana. J. Biochemistry and Bioinformatics. 1 (10): 275-281.

Anggarini, Rr.A.S. 2015. Eksplorasi Jamur Patogen Serangga di Rizosfir Cabai dan Pengujian Patogenisitasnya pada *Spodoptera Litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

Anonim. 2012. Cara Hidup dan Habitat Jamur. Diunduh dari http://eprints.ung.ac.id/6173/3/2012-1-48401-821309011-bab2-11082012105823.pdf pada tanggal 14 Juni 2016.

_____. 2011. Penentuan Jumlah dan Ukuran Mikroba. Diunduh dari http://biologipedia.blogspot.co.id/2011/01/kompetensi-mahasiswa-dapat-melakukan.html pada tanggal 20 Januari 2016.

Anwar, A.P. 2008. Uji Efikasi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo dan *Metharizium anisopliae* (Metch.) Sorokin terhadap Mortalitas Larva *Phragmatoecia castanae* Hubner di Laboratorium. Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.

_____, W., S.N Khan, M. Aslam, M.S. Haider, A.A. Shahid dan M. Ali. 2015. Exploring Fungal Flora Associated with Insects of Cotton Agroecological Zones of Punja, Pakistan. J. Entomol. 37 (1): 27-31.

Arisona, A. 2015. Isolasi Jamur Patogen Serangga dari Rizosfir Tomat dan Uji Virulensi pada Tungau *Polyphagotarsonemus Latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

Bruck, D.J. 2010. Fungal Entomopathogens in The Rhizosphere. BioControl. 55: 103-112.

Clifton, E.H. 2013. Impacts of Conventional dan Organic Agriculture on Soilborne Entomopathogenic Fungi. Thesis. Ames: Digital Repository @ Iowa State University.

Desyanti, Y.S. Hadi, S. Yusuf dan T. Santoso. 2007. Keefektifan Beberapa Spesies Cendawan Entomopatogen untuk Mengendalikan Rayap Tanah, *Coptotermes gerstroi* WASMANN (Isoptera; Rhinotermitidae) dengan Metode Kontak dan Umpan. J.Il. dan Teknologi Kayu Tropis 5 (2).

Gabriel, B.P. dan Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Proyek PengembanganTanaman Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta.

Gunde-Cimerman, N., P. Zalar dan S. Jeram. 1998. Mycoflora of Cave Cricket *Troglophilus neglectus* Cadavers. Mycopathologia. 141: 111-114.

Hasyim, A. dan Azwana. 2003. Patogenisitas Isolat *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dalam Mengendalikan Hama Penggerek Bonggol Pisang, Cosmopolites sordidus Germar. J. Hort. 13 (2): 120-130.

_____, A., Nuraida dan Trizelia. 2009. Patogenisitas Jamur Entomopatogen Terhadap Stadia Telur Dan Larva Hama Kubis *Crocidolomia pavonana* Fabricius. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. J. Hort. 19 (3): 334-343.

Hidayat R. 2012. Pengaruh Aplikasi Isolat Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* dari Daerah yang Berbeda Terhadap Intensitas Serangan dan Produksi Ulat Bawang *Spodoptera exigua* Hubner (LEPIDOTERA; NOCTUIDAE).http://foresteruntad.blogspot.com/2012/11/contoh-skripsipengaruh-aplikasi-isolat.html. Diunduh tanggal 15 Juni 2016.

Hinsinger, P., A.G. Bengough, D. Vetterlein dan I.M. Young. 2009. Rhizosphere: Biophysis, Biogeochemistry, and Ecological Relevance. Plant soil. 321: 117-152.

Keller, S., P. Kessler dan C. Schweizer. 2003. Distribution of Insect Pathogenic Soil Fungi in Switzerland with Special Reference to *Beauveria brongniartii* and *Metarhizium anisopliae*. Biocontrol 48: 307–319.

Kelly, R.L. 2005. The Rhizosphere. State of New South Wales, Department of Primary Industries. Soil Biology Basics: 1-2.

Kessler, P., H. Matzke dan S. Keller. 2003. The Effect of Application Time and Soil Factors on the Occurance of *Beauveria brongniartii* Applied as a Biological Control Agent in Soil. J. Invertebr. Pathol. 84: 15-23.

Klingen, I. dan S. Haukeland. 2006. The Soil As a Reservoir for Natural Enemies of Pest Insects and Mites with Emphasis on Fungi and Nematodes. In: Eilenberg, J., Hokkanen, H.M.T. (Eds.), An Ecological and Societal Approach to Biological Control. Series: Progress in Biological Control Netherlands 2 (2): 145–2 11.

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

Noerfitryani. 2014. Kajian Keberadaan Cendawan Entomopatogen pada Rhizosfer Pertanaman Kakao Organik dan Anorganik. Tesis. Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Makassar.

Nunilahwati, H., S. Herlinda., I. Chandra dan P. Yulia. Eksplorasi, Isolasi dan Seleksi Jamur Entomopatogen *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) pada Pertanaman Caisin (Brassica chinensis) di Sumatera Selatan. J. HPT Tropika. 12 (1): 1-11.

Park, J.B., W.H. Choi, S.H. Kim, H.J. Jin, Y.S. Han, Y.S. Lee dan N.J. Kim. 2014. Developmental Characteristic of *Tenebrio molitor* Larvae (Coleoptera: Tenebrionidae) in Different Instar. Int. J. Indust. Entomol. 28 (1) 5-9.

Prayogo, Y. dan Suharsono. 2005. Optimalisasi Pengendalian Hama Pengisap Polong Kedelai (*Riptortus linearis*) dengan Cendawan Entomopatogen *Verticilium lecanii*. J. Litbang Pertanian 24 (4).

_____. 2006. Upaya Mempertahankan Keefektifan Cendawan Entompatogen untuk Mengendalikan Hama Tanaman Pangan. J. Litbang Pert. 25 (2): 49.

Rohman, M.A.F. 2015. Isolasi Jamur Entomopatogen dari Rizosfir Jeruk dan Uji Virulensinya pada Tungau *Polyphagotarsonemus Latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

Sapieha-Waszkiewics, A., B. Marjanska-Cichon dan Z. Piwowarczyk. 2005. The Occurrence of Entomophatogenic Fungi In The Soil From The Plantations of Black Currant and Aronia. EJPAU. 8 (1): 1-10.

Septarini, L.N. 2013. Uji Potensi Kapang Entomopatogen Terhadap Kutu Sisik Coklat (*Lepidosaphes beckii*) Hama Tanaman Jeruk Siam (*Citrus suhuienensis*). Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya. Malang.

Simamora, L.O., D. Bakti dan S. Oemry. 2013. Kajian Epizootik *Metarhizium anisopliae* pada Larva Tritip (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae) di Rumah Kaca. J. Online Agroekoteknologi. 1 (2): 171.

Soemarno. 2010. Ekologi Tanah. Bahan Kajian Mata Kuliah Manajemen Agroekosistem Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Diunduh dari http://www.slideshare.net/bagasetyadi/ekologi–tanah-15756372 pada tanggal 2 Januari 2016.

Sosa-Gomez, D.R., K.E. Delpin, F. Moscardi dan J.R.B. Farias. 2001. Natural Occurrence of The Entomopathogenic Fungi *Metarhizium*, *Beauveria*, and *Paecilomyces* in Soybean Under Till and No-Till Ciltivation Systems. Biological Control. 30 (3): 407-410.

Studdert, J.P. dan H.K. Kaya. 1990. Water Potential, Temperature, and Soil Type on the Formation of *Beauveria bassiana* Soil Colonies. J. Inverterb. Pathol. 56: 380-386.

Sun, B.D. dan X.Z. Liu. 2008. Occurrence and Diversity of Insect-associated Fungi in Natural Soils in China. J. Applied Soil Ecology. 39: 100-108.

_____., H.Y. Yu, A.J. Chen dan X.Z. Liu. 2008. Insect-associated Fungi in Soil of Field Crops and Orchads. J. Crop Protection. 27: 1421-1426.

Trizelia, Reflinaldon dan S.H.C. Samer. 2014. Keanekaragaman Cendawan Entomopatogen pada Rizosfir Pertanaman Cabai Dataran Tinggi dan Dataran rendah di Sumatera Barat. BioETI ISBN 978-602-14989-0-3: 166-173.

_____, N. Armon dan H. Jailani. 2015. Kenaekaragaman Cendawan Entomopatogen pada Rizosfer Berbagai Tanaman Sayuran. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia. 1 (5): 998-1004.

Vanninen, I. 1995. Distribution and Occurrence of Four Entomopathogenic Fungi in Finland: Effect of Geographical Location, Habitat Type and Soil Type. Mycol. Res. 100: 93–101.

Vidhate, R., V. Ghormade, S. Kulkarni, S. Mane, P. Chavan dan M.V. Deshpande. 2013. Mission Mode Collection of Fungi with Special Reference to Entomopathogens and Mycopathogens. KAVAKA. 41: 33-42.

White, P.S. dan S.T.A. Pickett. 1985. Natural Disturbance and Patch Dynamics: An Introduction. Academic Press. London. 3–17.

LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Analisis ragam mortalitas serangga uji larva *T. molitor*

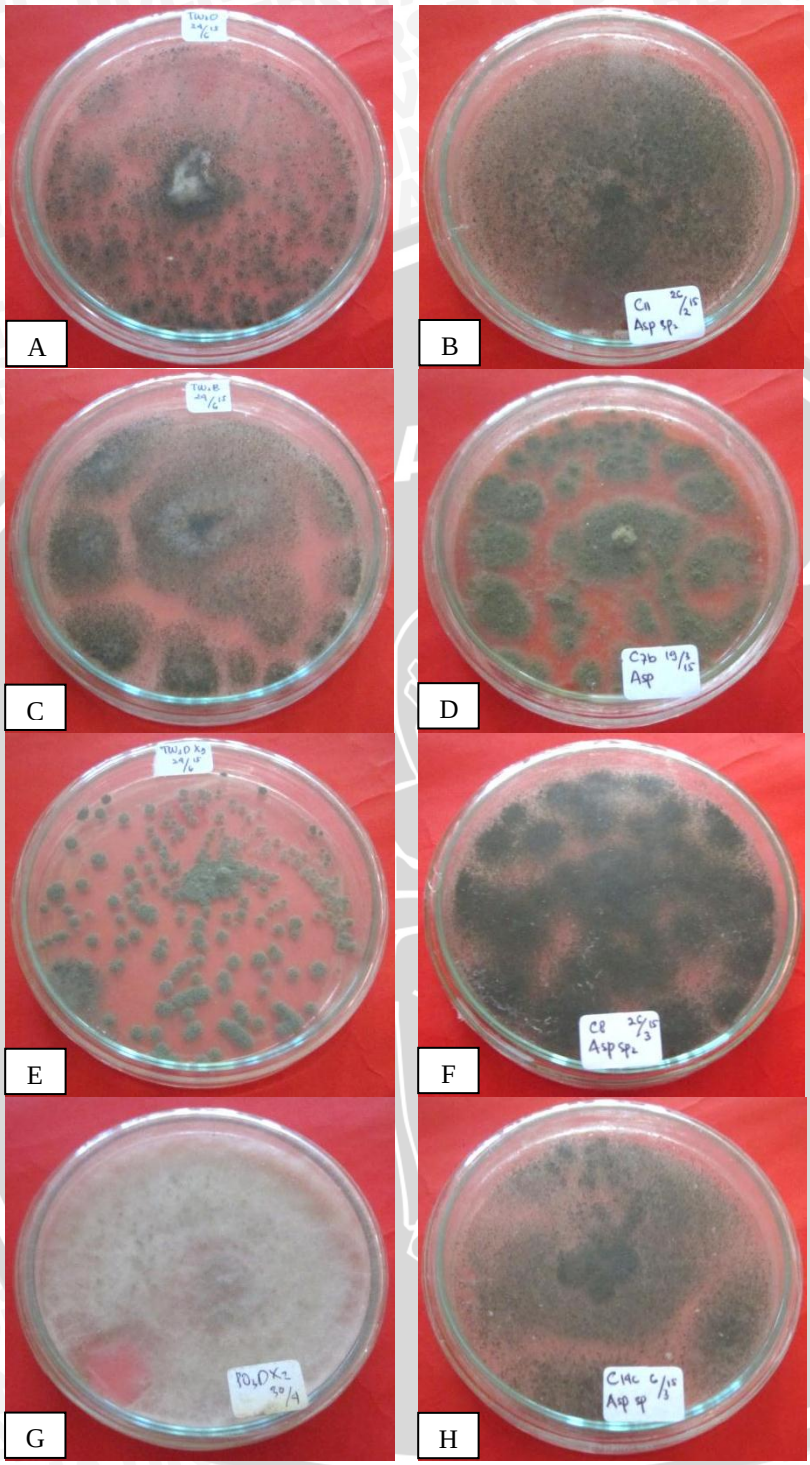
Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	14	11799,58	842,82	8,45*	2,03
Galat	30	2991,96	99,73		
Ulangan	44	14791,55			

Keterangan: * adalah berbeda nyata pada taraf kesalahan 5%

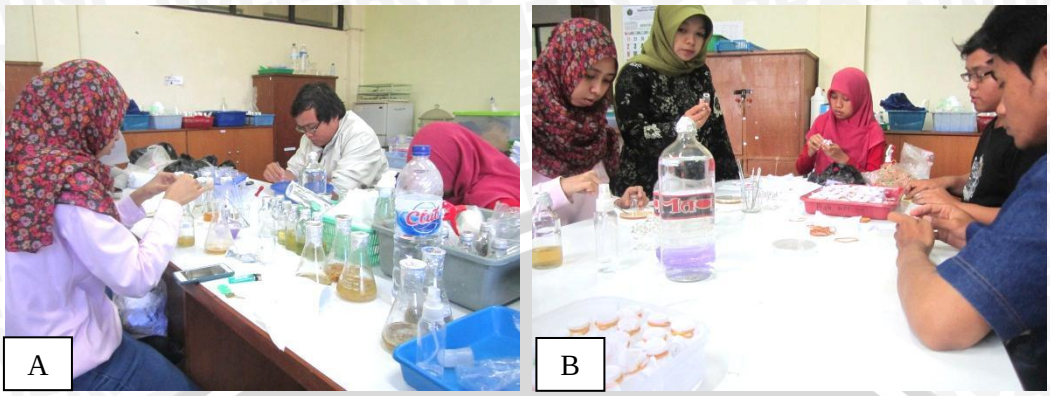
Tabel Lampiran 2. Suhu dan kelembaban inkubasi serangga uji larva *T. molitor* bulan September 2015 di sekitar nampan (sub Laboratorium Virologi)

Pengamatan	Tanggal (…September 2015)				
	05	06	07	08	09
Pukul	7.45	7.45	7.44	7.43	7.43
Suhu (ºC)	24,4	24,4	24,4	24,0	24,2
Kelembaban (%)	82	82	81	89	81

Gambar Lampiran 1. Posisi peletakan botol kaca vial (ukuran 5-10 ml) yang telah berisi serangga uji larva *T. molitor* setelah diinokulasikan 14 isolat jamur.



Gambar Lampiran 2. Karakterisrik makroskopis jamur; (A) *Aspergillus* sp. 4 dari rizosfir jeruk, (B) *Aspergillus* sp. 1 dari rizosfir cabai, (C) *Aspergillus* sp. 1 dari rizosfir jeruk, (D) *Aspergillus* sp. 2 dari rizosfir cabai, (E) *Aspergillus* sp. 2 dari rizosfir jeruk, (F) *Aspergillus* sp. 3 dari rizosfir cabai, (G) *Aspergillus* sp. 3 dari rizosfir jeruk dan (H) *Aspergillus* sp. 4 dari rizosfir cabai.



Gambar Lampiran 3. Kegiatan penelitian di sub Laboratorium Nematologi; (A) Pembuatan suspensi dan (B) Uji hayati 14 isolat jamur (kegiatan inokulasi serangga uji larva *T. molitor*).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA