

**ISOLASI JAMUR YANG BERASOSIASI DENGAN
SERANGGA DI RIZOSFER TANAMAN SONOKEMBANG
(*Pterocarpus indicus* Willd)**

Oleh

NURUL AINI



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2017

**ISOLASI JAMUR YANG BERASOSIASI DENGAN
SERANGGA DI RIZOSFER TANAMAN SONOKEMBANG
(*Pterocarpus indicus* Willd)**

OLEH

NURUL AINI

125040201111037

**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

2017

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan yang tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.



Malang, Februari 2017

Nurul Aini

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Isolasi Jamur yang Berasosiasi dengan Serangga di Rizosfer Tanaman Sonokembang (*Pterocarpus indicus* Willd)

Nama Mahasiswa : Nurul Aini

NIM : 125040201111037

Program Studi : Agroekoteknologi

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP.19580208 198212 1 001

Pembimbing Pendamping,

Tita Widjayanti, SP., M.Si.
NIK. 201304 870819 2 001

Mengetahui
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan,

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

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Tita Widjayanti, SP., M.Si.
NIK. 201304 870819 2 001

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP.19580208 198212 1 001

Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D.
NIP.19720919 199802 1 001

Tanggal Lulus :

Ilmu adalah harta yang tak akan pernah habis



Skripsi ini saya persembahkan

*Untukmu yang menjadi cerita hidupku
dan Keluargaku tercinta*

RINGKASAN

Nurul Aini. 125040201111037. Isolasi Jamur yang Berasosiasi dengan Serangga di Rizosfer Tanaman Sonokembang (*Pterocarpus indicus* Willd). Di bawah bimbingan Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. sebagai Pembimbing Utama dan Tita Widjayanti, SP., M.Si. sebagai Pembimbing Pendamping.

Jamur yang mampu menyebabkan penyakit pada serangga disebut jamur patogen serangga. Jamur patogen serangga berfungsi sebagai agen hayati berpotensi untuk mengendalikan serangga hama. Akan tetapi terdapat spesies jamur lain yang juga mampu menyebabkan penyakit pada serangga seperti patogen oportunistik dan kolonisasi sekunder. Keberadaan jamur patogen oportunistik dan kolonisasi sekunder dalam agroekosistem dapat mempengaruhi dinamika populasi serangga. Jamur yang berasosiasi dengan serangga terdiri dari jamur patogen serangga, jamur oportunistik dan kolonisasi sekunder. Salah satu tempat hidup jamur yang berasosiasi dengan serangga adalah rizosfer karena rizosfer merupakan habitat alami bagi jamur dan memiliki peran penting dalam mengatur populasi serangga. Mikroorganisme yang hidup di rizosfer digunakan sebagai agen hayati. Jamur yang berasosiasi dengan serangga bisa isolasi dari tanah dan rizosfer. Keberadaan jamur yang berasosiasi dengan serangga di rizosfer ditemukan pada tanaman kakao dan pinus sedangkan pada tanaman sonokembang belum diketahui. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk memperoleh jamur yang berasosiasi dengan serangga di rizosfer sonokembang dan mengukur patogenitasnya terhadap larva *T. molitor*.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Negeri Malang dan Laboratorium Pengendalian Hayati 1 Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada bulan Agustus sampai November 2016. Metode penelitian yang digunakan meliputi isolasi, identifikasi, dan uji patogenitas jamur. Isolasi jamur dilakukan dengan metode pengenceran (*delution plate*) di rizosfer tanaman sonokembang di Universitas Brawijaya Malang. Identifikasi dilakukan dengan morfologi jamur secara makroskopis dan mikroskopis. Selanjutnya jamur yang diperoleh di uji patogenitasnya terhadap larva *Tenebrio molitor* L di laboratorium.

Jamur yang berhasil diperoleh di rizosfer tanaman sonokembang antara lain 10 isolat dari FMIPA dan 9 isolat dari FEB Universitas Brawijaya. Total isolat berjumlah 19 isolat terdiri dari 4 genus yaitu *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* dan *Trichoderma*. Uji patogenitas isolat jamur terhadap larva *Tenebrio molitor* L. menunjukkan bahwa genus *Aspergillus* dan *Fusarium* mampu menyebabkan kematian terhadap larva *T. molitor*, genus *penicillium* menyebabkan kematian dan tidak menyebabkan kematian terhadap larva *T. molitor*. Sedangkan genus *Trichoderma* tidak menyebabkan kematian terhadap larva *T. molitor*. Jamur yang berasosiasi dengan serangga di rizosfer tanaman sonokembang di peroleh jamur patogen oportunistik dan kolonisasi sekunder. Genus *Aspergillus*, *Fusarium* tergolong sebagai jamur oportunistik, genus *Trichoderma* dan *Penicillium* tergolong sebagai jamur kolonisasi sekunder.

SUMMARY

Nurul Aini. 125040201111037. Isolation of Associated Fungi From Sonokembang (*Pterocarpus indicus* Willd) Rhizosphere. Supervised by Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS and Tita Widjayanti, SP., M.Si

Fungal disease of insect is insect pathogenic fungi. Insect pathogenic fungi as biological control to potential pest control, however other fungal species, including opportunistic pathogens as well as secondary colonizer can also greatly effect insect population dynamics. Associated fungi consist of insect pathogenic fungi, opportunistic fungi, and also secondary colonizers. Rhizosphere is a natural habitat for several important fungi which play a key role in regulation population of soil dwelling insect pest. Microorganism including associated fungi in rhizosphere can also as biological control agents. Associated fungi can also isolate from soil and rhizosphere. Associated fungi from rhizosphere was researched of pinus and cocoa plants. However sonokembang rhizosphere haven't been reported. The goal of this study is obtaining associated fungi from sonokembang rhizosphere and investigate the pathogenicity of isolate fungi against insect *T. molitor* larvae.

The research was conducted in Biological Agents Laboratory of Agriculture Faculty Brawijaya University Malang, from August to November 2016. The methods used include the isolation, identification, and investigation of pathogenicity of isolate fungi. Isolation of fungi was conducted using *delution plate* from sonokembang rhizosphere in Brawijaya University Malang. The identification was conducted by observed morphology of insect pathogenic fungi macroscopically and microscopically. Furthermore, investigate pathogenicity of insect *T. molitor* larvae in the laboratory.

Fungi was isolated and identified from sonokembang rhizosphere is 10 isolates from FMIPA and 9 isolates from FEB Brawijaya University. The total of isolates is 19 consists of *Aspergillus*, *Fusarium*, dan *Penicillium* and *Trichoderma*. Investigate pathogenicity of isolate fungi against insect *T. molitor* larvae showed that *Aspergillus* and *Fusarium* were able to kill the larvae, *Penicillium* as potential able to kill and not, *Trichoderma* were not able to kill the larvae. Associated Fungi is obtained opportunistic pathogens and secondary colonizers. *Aspergillus* and *Fusarium* as opportunistic pathogens, *Trichoderma* and *Penicillium* as secondary colonizers.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Isolasi Jamur yang Berasosiasi dengan Serangga di Rizosfer Sonokembang (*Pterocarpus indicus* Willd)” sebagai tugas akhir untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pertanian Program Studi Agroekoteknologi Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. dan Tita Widjayanti, SP, M.si. selaku pembimbing atas kesabaran, keikhlasan, ketulusan, gagasan, ide, saran, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. dan Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D. Selaku dosen penguji atas ilmu, kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan skripsi.
3. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan serta seluruh dosen yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada penulis selama menempuh kuliah.
4. Laboran dan karyawan Jurusan HPT FP UB dan FMIPA UM yang telah memberikan ijin pemakaian fasilitas laboratorium.
5. Teruntuk keluargaku tercinta terimakasih atas kasih sayang, perhatian segala nasihat, kesabaran, serta telah mendoakan kelancaran penulis hingga terselesainya skripsi ini.
6. Sahabat seperjuangan skripsi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan 2015, Havinda, Lely, Laila, Iis, Catur, Eni yang memberikan arahan dan semangat kepada penulis.
7. Teman-teman Volunteer Pusat Studi Layanan Disabilitas (PSLD) Universitas Brawijaya atas doa dan semangat kepada penulis.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir pada tanggal 5 April 1994 di Pamekasan. Penulis merupakan anak terakhir dari 2 bersaudara. Riwayat pendidikan penulis yang pernah ditempuh yaitu pendidikan dasar di SD Negeri Tlontoraja 1 Pasean Pamekasan (2000-2006), SMP Negeri 1 Pasean Pamekasan (2006-2009), MAN 1 Pamekasan (2009-2012). Pada tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang dan di semester V penulis masuk Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi penulis pernah menjadi asisten praktikum Bahasa Inggris (2013 dan 2014), Kewirausahaan (2015), Manajemen Hama Penyakit Terpadu (2015). Penulis aktif mengikuti organisasi yaitu BEM FP UB (2012), FARMERS FP UB (2014), KSR UB (Krops Suka Rela) (2013), FORMAPI UB (Forum Mahasiswa Peduli Inklusi) (2015) Staf magang HIMAPTA (2015), Volunteer Pusat Studi Layanan Disabilitas UB (PSLD) (2015 dan 2016), Komonitas Gubuk Baca Lentera Negeri Malang (GBLN) (2016). Penulis juga aktif mengikuti beberapa kepanitian seperti BIA UB (Brawijaya International Agriculture) (2013), Agriculture Vaganza BEM FP UB (2012), Olimpiade Brawijaya (2014), English Competition (2014), PROTEKSI (2015), KREASI ILMIAH HIMAPTA (2015) dll.

Penulis pernah melakukan kegiatan magang selama tiga bulan dari Juli sampai September 2015 di Agrowisata Bhakti Alam Pasuruan.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
I. PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Rumusan Masalah	2
Tujuan	2
Manfaat	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
Jamur yang Berasosiasi dengan Serangga	3
Rizosfer sebagai Habitata Mikroorganismr	4
III. METODOLOGI	5
Tempat dan Waktu Penelitian	5
Alat dan Bahan Penelitian	5
Metodologi Penelitian	6
Analisis Data Penelitian	11
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit	12
Uji Patogenisitas	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN	29
Kesimpulan	29
Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	33



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Haemositometer.	10
2.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 1	13
3.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 2	14
4.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 3	14
5.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 4	15
6.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 5	16
7.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 6	16
8.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 7	17
9.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp. 8	18
10.	Jamur <i>Fusarium</i> sp. 1	18
11.	Jamur <i>Fusarium</i> sp. 2	19
12.	Jamur <i>Fusarium</i> sp. 3	20
13.	Jamur <i>Trichoderma</i> sp. 1	21
14.	Jamur <i>Trichoderma</i> sp. 2	21
15.	Jamur <i>Trichoderma</i> sp. 3	22
16.	Jamur <i>Penicillium</i> sp. 1	23
17.	Jamur <i>Penicillium</i> sp. 2	23
18.	Jamur <i>Penicillium</i> sp. 3	24
19.	Jamur <i>Penicillium</i> sp. 4	25
20.	Jamur <i>Penicillium</i> sp. 5	25

Lampiran

1.	Lokasi pengambilan sampel tanah	36
2.	Isolasi dan inokulasi jamur di rizosfer tanaman sonokembang	37

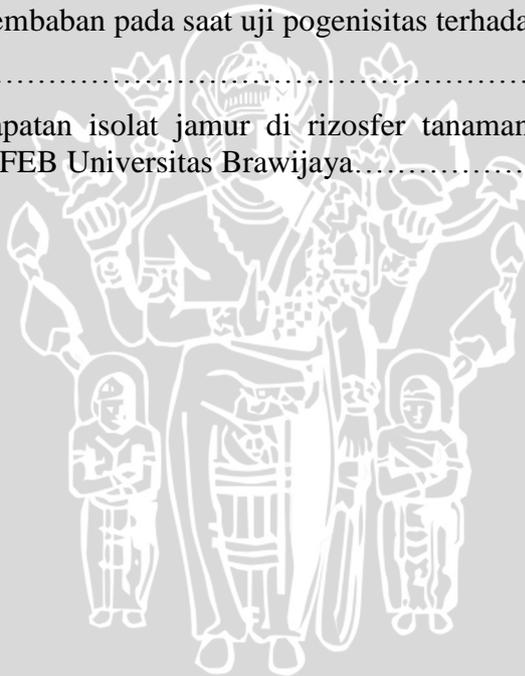


DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Lokasi geografis pengambilan sampel tanah di FMIPA dan FEB di Universitas Brawijaya.....	6
2.	Jenis jamur di rizosfer tanaman sonokembang.....	12
3.	Uji patogenisitas isolat jamur di rizosfer tanaman sonokembang terhadap larva <i>T. molitor</i>	26

Lampiran

1.	Rerata suhu dan kelembaban nisbi di laboratorium pengendalian hayati.....	34
2.	Rerata suhu dan kelembaban pada saat uji patogenisitas terhadap larva <i>T. molitor</i>	34
3.	Viabilitas dan kerapatan isolat jamur di rizosfer tanaman sonokembang di Fakultas MIPA dan FEB Universitas Brawijaya.....	35



I. PENDAHULUAN

Latar Balakang

Jamur yang mampu menyebabkan penyakit pada serangga dikenal sebagai jamur patogen serangga (Wilyus *et al.*, 2015). Terdapat 700 spesies jamur dari 90 genus bersifat sebagai jamur patogen serangga (Khachatourians dan Sohail, 2008). Jamur patogen serangga merupakan salah satu agens hayati yang berpotensi untuk mengendalikan serangga hama. Pemanfaatan jamur patogen serangga sebagai salah satu alternatif pengendalian hama berpotensi untuk dikembangkan. Jamur patogen serangga yang bermanfaat untuk mengendalikan serangga hama adalah *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Metarhizium* sp., *Verticillium* sp., *Paecilomyces* sp., dan *Beauveria* sp. (Prayogo, 2006). Namun, terdapat spesies jamur lain menyebabkan penyakit dan epizotik pada populasi serangga seperti jamur patogen oportunistik dan kolonisasi sekunder yang dapat mempengaruhi dinamika populasi serangga (Ali Shtayeh *et al.*, 2002). Jamur oportunistik sudah banyak diteliti dan keberadaannya selalu berasosiasi dengan serangga. *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Mucor* sp., dan *Trichoderma* sp digolongkan sebagai jamur oportunistik karena hampir semua serangga yang diujikan mati disebabkan oleh jamur tersebut (Assaf *et al.*, 2011; Sun dan Liu, 2008). Jamur yang diisolasi dari serangga disebut jamur yang berasosiasi dengan serangga.

Salah satu tempat hidup jamur yang berasosiasi dengan serangga adalah rizosfer. Rizosfer merupakan habitat alami bagi jamur dan mikroorganisme lain dan sebagai sumber infeksi serangga hama secara alami (Hasyim, 2009). Rizosfer menyediakan sumber nutrisi yang mendukung kehidupan jamur (Bruck, 2010). Keberadaan jamur yang berasosiasi dengan serangga di rizosfer berperan untuk membentuk tekstur dan kesuburan tanah (Rao, 1994), dan dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Soemarno, 2010).).

Jamur yang berasosiasi dengan serangga bisa diisolasi dari tanah (Sun dan Liu, 2008) dan rizosfer (Suciati *et al.*, 2012). Keberadaan jamur yang berasosiasi dengan serangga di rizosfer ditemukan di berbagai sayuran, pohon, dan buah. (Noerfitriyani, 2014). Mikroorganisme yang hidup pada daerah rizosfer biasanya digunakan sebagai agens hayati (Baker dan Cook, 1974). Pada rizosfer

berbagai sayuran ditemukan jenis jamur *Beauveria*, *Metarhizium*, dan *Aspergillus*. Pada rizosfer cabai di dataran tinggi dan rendah di Sumatera Barat ditemukan jenis jamur *Fusarium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, dan *Metarhizium*. Hasriani dan Baharudin (2010) melaporkan bahwa jenis jamur yang ditemukan pada rizosfer kentang yaitu *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Gliocladium* sp. Pada rizosfer kakao ditemukan jenis jamur *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, dan *Trichoderma* (Noerfitryani, 2014). Rizosfer pinus ditemukan jenis jamur *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., dan *Alternaria* sp. (Abdullah *et al.*, 2015).

Hal ini menunjukkan bahwa jamur yang berasosiasi dengan serangga serangga tersebar luas secara alami. Pada rizosfer sonokembang ditemukan jamur *Fusarium oxysporum* sebagai penyakit tanaman (Sanderson *et al.*, 1997), sehingga diduga pada rizosfer sonokembang juga ditemukan jamur yang menyebabkan penyakit pada serangga. Dengan demikian mengisolasi jamur yang berasosiasi dengan serangga di rizosfer tanaman sonokembang dapat berperan sebagai agens hayati.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Genus jamur apa saja yang berasosiasi dengan serangga yang diperoleh di rizosfer tanaman sonokembang?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu

1. Mengisolasi dan mengidentifikasi jamur yang berasosiasi dengan serangga di rizosfer tanaman sonokembang.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah diperoleh informasi mengenai jamur yang berasosiasi dengan serangga di rizosfer tanaman sonokembang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Jamur yang Berasosiasi dengan Serangga

Jamur yang berasosiasi dengan serangga terdiri dari jamur patogen serangga, jamur patogen oportunistis, dan kolonisasi (Sun dan Liu, 2008). Patogen serangga merupakan jamur yang bersifat patogen dan menyebabkan kematian pada serangga hama dengan persentase mortalitas 100%. Jamur patogen oportunistis jamur yang mampu menginfeksi serangga apabila tubuh serangga lemah dengan mortalitas 1 – 90%. Sedangkan kolonisasi sekunder merupakan jamur yang tumbuh setelah serangga mati dan tidak menyebabkan kematian pada serangga (Sun *et al.*, 2008).

Jamur patogen serangga antara lain yaitu *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*, *Paecilomyces farinosus*, *Tolypocladium inflatum*, dan *Nomuraea rileyi* (Sun and Liu, 2008; Vidhate *et al.*, 2013; Anwar *et al.*, 2015). Jamur patogen oportunistis antara lain *Aspergillus flavus*, *Absidia* sp., *Fusarium* sp., *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium* sp., *P. Brasilianum*, *P. Chrysogenum*, *Cladsporium cladosporioides*, *Mucor* spp., *Mortierella* sp., *Clonostachys rosea f. rosea* dan *Lecythoptora* sp. (Sun dan Liu, 2008; Vidhate *et al.*, 2013; Anwar *et al.*, 2015). Kolonisasi sekunder antara lain *Trichoderma* sp., *T. harzianum*, *T. koningii*, *Absidia glauca*, *Fusarium aqueductum*, *F. proliferatum*, *F. equiseti*, *Penecilium italicum*, *Rhizopus oryzae* dan *Talaromyces flavus* (Sun dan Liu, 2008; Vidhate *et al.*, 2013; Anwar *et al.*, 2015).

Jamur serangga bisa diisolasi dari berbagai habitat di seluruh wilayah dengan jenis tanah yang berbeda. Keberadaan jamur serangga ditemukan dari berbagai tanah hutan alami, lahan pertanian dan perkebunan (Sun *et al.*, 2008). Pada tanah hutan alami ditemukan jamur patogen serangga *Beauveria bassiana*, *Lecanicum lecanii*, patogen oportunistis *Aspergillus Flavus*, *Fusarium* sp., dan *Penecillium thomii*. Kolonisasi sekunder *Trichoderma virens* dan *Rhizopus oryzae* (Sun dan Liu 2008). Pada tanah korea dengan berbagai tanaman buah, pohon, dan sayuran ditemukan jamur patogen serangga *Beauveria brongniartii*, *Metarizium flevatoride* (Shin *et al.*, 2012). Jamur patogen serangga banyak ditemukan di tanah

hutan dan tanah yang tidak dibudidayakan secara intensif (Vanninen, 1995). Sedangkan jamur patogen oportunistik dan kolonisasi sekunder banyak ditemukan di tanah pertanian (Sun *et al.*, 2008). Keberadaan jamur serangga bisa diisolasi dari tanah (Sun dan Liu, 2008) dan rizosfer (Suciati *et al.*, 2012; Anwar *et al.*, 2015).

Rizosfer sebagai Habitat Jamur Serangga

Rizosfer adalah lapisan tanah yang menyelimuti permukaan akar tanaman yang masih dipengaruhi oleh aktivitas akar. Rizosfer merupakan habitat yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme, oleh karena itu akar tanaman menyediakan berbagai bahan organik yang umumnya membantu pertumbuhan mikroorganisme. Bahan organik yang dikeluarkan oleh akar berasal dari eksudat akar, sekresi akar, lisat akar dan miselium (Soemarno, 2010). Mikroorganisme dari rizosfer dapat memberikan keuntungan bagi tanaman, yaitu dapat melarutkan serta menyediakan mineral N, P, Fe, dan dapat menghasilkan vitamin, asam amino, auksin, dan giberelin yang mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman dan mikroorganisme yang patogenik dengan menghasilkan antibiotik (Soemarno, 2010). Rizosfer pada ekosistem hutan alami, hutan tropis, lahan pertanian, dan kebun di temukan jamur yang berasosiasi dengan serangga yang melimpah (Evans, 1982).

Secara alami tanah memiliki potensi mikroorganisme yang mampu menekan perkembangan patogen dalam tanah dan sebagian besar mikroorganisme dalam tanah sebagai saprofit (Noerfitriyani, 2014). Mikroorganisme yang hidup pada daerah rizosfer biasanya digunakan sebagai agens hayati (Baker dan Cook, 1974). Pada rizosfer berbagai sayuran ditemukan jenis jamur *Beauveria*, *Metarhizium*, dan *Aspergillus*. Pada rizosfer cabai di dataran tinggi dan rendah di Sumatera Barat ditemukan jenis jamur *Fusarium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, dan *Metarhizium*. Pada rizosfer kakao ditemukan jenis jamur *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, dan *Trichoderma* (Noerfitriyani, 2014). Rizosfer pinus ditemukan jenis jamur *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp, *Mucor* sp., dan *Alternaria* sp. (Abdullah, 2015). Hasriani dan Baharudin (2010) melaporkan bahwa jenis jamur yang ditemukan pada rizosfer kentang yaitu *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Gliocladium* sp.

III. METODOLOGI

Tempat dan Waktu Penelitian

Isolasi dan identifikasi dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang, uji patogenisitas dilakukan di Laboratorium Pengendalian Hayati 1 Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai November 2016.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu oven kering dan autoklaf untuk sterilisasi medium, botol balsam steril untuk pengambilan dan penyimpanan sampel tanah, higrometer untuk mengukur kelembaban, termometer untuk mengukur suhu, *beaker glass* untuk tempat pembuatan media jamur, *spatula* untuk mengaduk saat pembuatan media, cawan Petri untuk tempat media tumbuh jamur, tabung reaksi, labu *erlenmeyer*, makro pipet 5 ml dan 10 ml untuk pembuatan medium, *Laminar Air Flow* (LAF) ruang steril isolasi, timbangan untuk menimbang bahan pembuatan media, botol tahan panas untuk wadah media *Sabauraud Dextrose Agar Yeast* (SDAY), *obyek glass* dan *cover glass* untuk pengamatan jamur secara mikroskopis dan perhitungan konidia, *shaker* untuk perbanyak konida jamur, *haemocytometer* untuk perhitungan kerapatan konidia, *handcounter* untuk menghitung konidia, inkubator 25^oC – 27^oC, mikroskop untuk pengamatan jamur secara mikroskopis, buku identifikasi dan kamera untuk dokumentasi pengamatan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu sampel tanah dari rizosfer sonokembang, *aluminium foil* untuk menutup botol media, kapas dan *tissue* untuk membersihkan peralatan penelitian, kertas cokelat untuk penutup cawan Petri yang sudah berisi medium, benang untuk tali perekat, kertas tabel untuk melabeli. Bahan yang digunakan untuk pembuatan SDAY yaitu dekstrosa 10 g, pepton 2,5 g, agar 20 g, ekstrak khamir 2,5 g, kloramfenikol 0,5 g dan akuades 1 L. Bahan untuk pembuatan EKD yaitu dekstrosa 20 g, pepton 2,5 g dan akuades 1 L.

Metodologi Penelitian

Penentuan pengambilan sampel tanah

Penentuan lokasi pengambilan contoh tanah dilakukan dengan metode *Purposive sampling* di FMIPA dan FEB Universitas Brawijaya (Tabel 1). Pengambilan contoh tanah diambil di rizosfer tanaman sonokembang. Pada masing-masing lokasi diambil sebanyak 5 titik contoh tanah secara *Purposive sampling*. Contoh tanah diambil dengan menggali tanah pada kedalaman 10 - 20 cm di sekitar perakaran. Tanah diambil sebanyak 100 g per titik contoh. Sampel tanah dimasukkan ke dalam botol balsam steril diberi label seperti lokasi, komoditas tanaman, dan tanggal pengambilan, kemudian sampel tanah dibawa ke Laboratorium untuk diisolasi dan diidentifikasi (Prayogo, 2006; Trizelia *et al.*, 2010).

Table 1. Lokasi geografis pengambilan sampel tanah di FMIPA dan FEB Universitas Brawijaya.

No	Fakultas	Geografis		
		Koordinat		Ketinggian m (dpl)
1.	FMIPA	S 06 ⁰ 77'66.9''	E 91 ⁰ 20'62.3''	519
2.	FEB	S 06 ⁰ 77'97.0''	E 91 ⁰ 20'66.1''	524

Keterangan : FMIPA : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengatahuan Alam,
FEB : Fakultas Ekonomi Bisnis.

Sterilisasi alat dan bahan

Alat yang akan disterilkan meliputi ujung pipet 1 ml dan 0,1 ml sedangkan bahan yang akan disterilkan meliputi cawan Petri yang sudah berisi larutan SDAY dan larutan air pepton 0,1%. Sterilisasi alat dan bahan dilakukan dengan menggunakan autoklaf dengan suhu 121⁰C dan pada tekanan 15 *psi* (Pounds per Square Inch) selama 15 menit.

Pembuatan medium

Jenis medium yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Sabauraud Dextrose agar Yest Extract* (SDAY). Pembuatan medium *Sabauraud Dextrose Agar Yeast Extract* (SDAY) berdasarkan Desyanti *et al.* (2007) dilakukan dengan melarutkan dekstrosa sebanyak 10 g, *yeast extract* 2,5 g, pepton 2,5 g dan agar 20 g dalam akuades steril hingga mencapai volume total 1 L.

Medium ditambah antibiotik kloramfenikol sebanyak 200 mg. Medium disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121⁰C dan tekanan 15 *psi* atm selama 15

menit. Larutan pengencer yang digunakan adalah larutan air pepton 0,1%. Adapun cara pembuatan mediun yaitu SDAY yang sudah ditakar dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan dilarutkan dengan *aquadest*, kemudian dipanaskan sambil diaduk sampai homogen dan mendidih, selanjutnya medium tersebut dituangkan ke dalam cawan Petri sebanyak 10 ml.

Cara pembuatan air pepton 0,1% yaitu serbuk pepton dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan dilarutkan dengan *aquadest*, kemudian dipanaskan sambil diaduk sampai homogen dan mendidih, selanjutnya air pepton 0,1% dituangkan ke dalam labu *erlenmeyer* sebanyak 225 ml dan tabung reaksi sebanyak 9 ml per tabung. Labu *erlenmeyer* dan tabung reaksi air pepton 0,1% ditutup kapas dan kasa, kemudian disterilkan semua bahan menggunakan autoklaf suhu 121°C pada tekanan 15 *psi* selama 15 menit.

Persiapan suspensi bahan yang diteliti

Sampel tanah dari masing-masing lokasi ditimbang sebanyak 25 g menggunakan neraca digital. Masing-masing tanah dilarutkan ke larutan air pepton 0,1% sebanyak 225 ml dalam labu *erlenmeyer* kemudian tanah dikocok hingga homogen. Sampel tanah sejumlah 25 g yang telah dilarutkan dalam larutan air pepton 0,1% sebanyak 225 ml merupakan suspensi dengan tingkat pengenceran 10^{-1} . Pengenceran suspensi dilakukan bertahap dengan menggunakan air pepton 0,1% sebanyak 9 ml pada tabung reaksi hingga tingkat pengenceran 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} .

Inokulasi dan inkubasi

Suspensi tanah dari masing-masing pengenceran diinokulasi sebanyak 0,1 ml lalu diletakkan pada cawan Petri yang berisi SDAY. Inokulasi dari masing-masing pengenceran dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil inokulasi suspensi kemudian diinkubasi pada suhu 25°C - 27°C selama 3 x 24 jam. Apabila belum ada pertumbuhan jamur dilanjutkan inkubasi sampai berumur 5 x 24 jam. Jamur yang tumbuh di cawan Petri dengan tingkat pengenceran 10^{-1} sampai tingkat pengenceran 10^{-5} diberi label pada masing-masing lokasi. Kemudian jamur yang tumbuh diinokulasi pada tabung reaksi untuk persediaan *slide culture*. Kemudian jamur yang tumbuh di tabung reaksi diinokulasi kembali di cawan Petri dengan menggunakan metode titik untuk pemurnian jamur.

Perhitungan diameter koloni jamur

Dilakukan pengamatan dan perhitungan koloni jamur yang tumbuh pada permukaan cawan Petri. Perhitungan dilakukan setelah biakan berumur 3 - 5 x 24 jam.

Pembuatan slide culture

Cawan *slide culture* disiapkan dengan melipat selembar *tissue* dan ditempatkan pada cawan Petri, di atasnya diletakkan pipa U sebagai penyangga kaca benda lalu tambahkan kaca penutup. Kemudian cawan *slide culture* disterilkan dengan menggunakan oven kering pada suhu 150°C selama 2 jam. Medium SDAY dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm² dengan menggunakan skapel steril. Kemudian medium SDAY diletakkan di atas kaca benda yang berada di cawan Petri steril. Biakan murni jamur diinokulasi pada potongan medium SDAY dengan menggunakan jamur inokulasi, kemudian ditutup dengan kaca penutup steril. *Tissue* dibasahi secukupnya dengan menggunakan *aquadest* steril kemudian dipanaskan tepi cawan Petri secara memutar pada lampu spiritus. Semua kegiatan *slide culture* dilakukan secara aseptik di *Laminar Air Flow* (LAF). *Slide culture* di inkubasi pada suhu 25°C - 27°C selama 3 x 24 jam atau hingga terbentuk organ vegetatifnya (konidia atau spora). *Slide culture* dilakukan untuk persediaan identifikasi jamur.

Pengamatan dan identifikasi jamur

Pengamatan jamur yang tumbuh dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis meliputi ciri morfologi koloni yaitu warna koloni dan sifat koloni. Sedangkan sediaan *slide culture* diamati dibawah mikroskop, apabila nampak ada pertumbuhan miselium, hifa, konidiofor, dan konidia atau spora pada tepi kaca penutup maka kaca penutup siap dilepas. Kaca penutup dilepas setelah tumbuh konidia atau spora kemudian ditetesi alkohol 96% tepat pada bagian yang ditumbuhi oleh jamur, sedangkan potongan medium disisihkan. Kaca penutup pada kaca benda bersih yang telah ditetesi larutan *lactophenol*, sedangkan sediaan lainnya ditetesi larutan *lactophenol cotton blue* untuk pewarnaan jamur. sediaan *slide culture* diamati dibawah mikroskop dan diberi kode jamur yang sesuai. Proses identifikasi dilakukan sampai tingkat genus dengan buku *Illustrated Genera of imperfect fungi* (H.L. Barnett and Barry B.

Hunter,1998), *Soil and Seed fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species Second Edition* (Tsuneo watanabe, 1937).

Uji Patogenisitas jamur di rizosfer tanaman sonokembang

Tahapan untuk uji patogenisitas jamur di rizosfer tanaman sonokembang antara lain penyiapan inokulum, penyiapan serangga uji, teknik inokulasi dan pengamatan.

1. Penyiapan inokulum

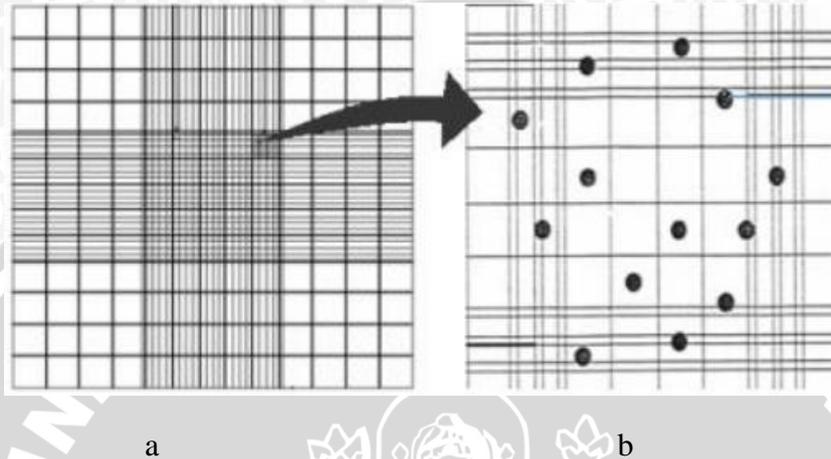
Tahapan Penyiapan inokulum terdiri dari penyiapan suspensi konidia, perhitungan konsentrasi konidia, dan perhitungan viabilitas konidia.

Pembuatan suspensi konidia. Konidia jamur diperbanyak dengan cara mengambil sebagian isolat biakan murni (subkultur 1) yang telah diinkubasi selama 7 hari dengan menggunakan *cork borer* (d = 6mm) sebanyak 10 kali pengambilan dan dimasukkan pada 100 ml media cair EKD. Isolat jamur yang sudah dimasukkan ke dalam media cair EKD di *shaker* selama 24 jam dengan kecepatan 110 rpm dan diinkubasi pada suhu ruang selama 14 hari agar konidia jamur berkembang. Larutan suspensi konidia di media cair EKD dihomogenkan. 10 ml suspensi konidia di masukkan ke *falcon tube* dengan menggunakan mikropipet dan sentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit untuk memisahkan konidia murni dengan media cair EKD. Larutan cair EKD yang berada di lapisan atas dibuang dan disisakan endapan konidia. Endapan konidia ditambahkan akuades 20 ml dan dihomogenkan. Suspensi konidia digunakan untuk perhitungan kerapatan dan viabilitas konidia sebelum di uji ke larva *T. molitor*.

Perhitungan konsentrasi konidia. Konsentrasi konidia ditentukan dengan menghitung kerapatan dan viabilitas dengan cara suspensi konidia dari produksi isolat diambil sebanyak 0,1 ml dengan menggunakan mikropipet. Suspensi isolat jamur ditetaskan pada kontruksi haemositometer. Konidia jamur dihitung pada kotak bagian tengah (Gambar 1), dalam kotak tersebut ditentukan 5 kotak contoh secara diagonal. Satu kotak contoh terdapat 16 kotak kecil sehingga total yang diamati 80 kotak kecil. Jumlah konidia pada kotak contoh dihitung menggunakan alat penghitung tangan (*hand counter*). Kerapatan konidia dihitung dengan menggunakan rumus Gabriel dan Riyanto (1989) sebagai berikut:

$$C = t/(n.x) \times 100\%$$

Keterangan : C = kerapatan spora per ml larutan, t = jumlah total spora dalam kotak contoh yang diamati, n = jumlah kotak yang diamati (5 kotak besar x 16 kotak kecil), x = 0,25 faktor koreksi penggunaan kotak contoh skala kecil pada haemositometer.



Gambar 1. Haemositometer : (a) bidang pandang; (b) satu bidang pandang hitung (Caprette, 2016).

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

$$V = g/(g+u) \times 100\%$$

Keterangan : V = perkecambahan spora (viabilitas), g = jumlah spora yang berkecambah dan u = jumlah spora yang tidak berkecambah.

2. Persiapan serangga uji

Penyiapan larva *T. molitor* dilakukan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan larva yang akan dijadikan sebagai serangga uji. Larva *T. molitor* diperoleh dari peternakan di Desa Ngembal Wajak Kabupaten Malang. Larva yang digunakan larva instar 3 (panjang tubuh $0,5 \pm 0,3$ cm) – 5 (panjang tubuh $0,73 \pm 0,03$ cm) (Park *et al.*, 2014).

3. Teknik inokulasi

Teknik inokulasi celup yang digunakan untuk uji patogenisitas pada larva *T. molitor*. Setiap isolat jamur dengan serangga diinokulasi ke 10 ekor larva uji. Larva dicelupkan ke dalam suspensi 10^6 konidia/ml selama 30 detik dengan 3 kali ulangan, sedangkan untuk kontrol larva dicelupkan dengan akuades steril. Larva dimasukkan ke dalam botol vial dan ditutup menggunakan kain kasa steril yang telah dipotong berbentuk persegi empat dengan diikat menggunakan karet. Botol vial yang telah berisi larva ditaruh dan ditata rapi sesuai dengan isolat dan ulangan. Kemudian diinkubasi pada area yang gelap untuk menjaga kelembaban.

4. Pengamatan

Pengamatan larva *T. molitor* setelah diinokulasi isolat jamur meliputi mortalitas larva *T. molitor* dan gejala infeksi dibandingkan dengan kontrol. Pengamatan terhadap *T. molitor* dilakukan setiap hari selama 7 hari setelah inokulasi. Persentase mortalitas larva uji dilakukan dengan menghitung banyaknya jumlah larva uji dilakukan dengan menghitung banyaknya jumlah larva yang mati akibat perlakuan. Persentase mortalitas larva dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$M = m/n \times 100\%$$

Keterangan : M = persentase mortalitas larva, m = jumlah larva uji yang mati, dan n = jumlah larva uji.

Gejala infeksi jamur pada larva uji ditandai dengan perubahan morfologi dan warna tubuh. Tubuh larva yang terinfeksi isolat jamur akan menjadi pucat dan berwarna kemerahan hingga kecokelatan. Larva lama-kelamaan akan mengering, mengerut dan permukaan tubuhnya ditumbuhi oleh miselium jamur. Kategori pengamatan jamur yang berasosiasi dengan serangga yaitu patogen serangga jika jamur menunjukkan mortalitas sebesar 100%, patogen oportunistik jika jamur menunjukkan mortalitas sebesar 1-90%, kolonisasi sekunder jika jamur tidak menunjukkan angka mortalitas. (Sun dan Liu *et al.*, 2008).

Analisis Data

Jamur yang diperoleh di rizosfer tanaman sonokembang ditampilkan secara deskriptif dalam bentuk gambar berdasarkan identifikasi makroskopis dan mikroskopis.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan Identifikasi Jamur

Isolat jamur yang berhasil diperoleh di rizosfer tanaman sonokembang antara lain 10 isolat dari FMIPA dan 9 isolat dari FEB Universitas Brawijaya. Total isolat berjumlah 19 isolat terdiri dari genus *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, dan *Penicillium*. Jenis jamur di rizosfer tanaman sonokembang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Jenis jamur di rizosfer tanaman sonokembang

Lokasi pengambilan sampel	Kode Isolat	Jenis Jamur
FMIPA	A-Asp ₁	<i>Aspergillus</i> sp. 1
	A-Asp ₂	<i>Aspergillus</i> sp. 2
	A-Asp ₃	<i>Aspergillus</i> sp. 3
	A-Asp ₄	<i>Aspergillus</i> sp. 4
	A-Fus ₁	<i>Fusarium</i> sp. 1
	A-Fus ₂	<i>Fusarium</i> sp. 2
	A-Pen ₁	<i>Penicillium</i> sp. 1
	A-Tri ₁	<i>Trichoderma</i> sp. 1
	A-Tri ₂	<i>Trichoderma</i> sp. 2
	A-Tri ₃	<i>Trichoderma</i> sp. 3
FEB	B-Asp ₆	<i>Aspergillus</i> sp. 6
	B-Asp ₇	<i>Aspergillus</i> sp. 7
	B-Asp ₈	<i>Aspergillus</i> sp. 8
	B-Asp ₉	<i>Aspergillus</i> sp. 9
	B-Fus ₃	<i>Fusarium</i> sp. 3
	B-Pen ₂	<i>Penicillium</i> sp. 2
	B-Pen ₃	<i>Penicillium</i> sp. 3
	B-Pen ₄	<i>Penicillium</i> sp. 4
	B-Pen ₅	<i>Penicillium</i> sp. 5

Keterangan: Asp = *Aspergillus*, Fus = *Fusarium*, Pen = *Penicillium*, Tri = *Trichoderma*.

Seluruh isolat yang ditemukan dibedakan berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis sampai tingkat genus. Berikut perbedaan jamur yang berhasil diperoleh berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis.

***Aspergillus* sp. 1**

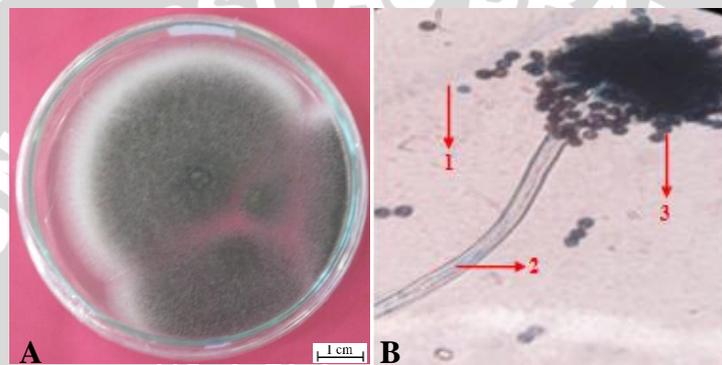
Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni saat muda berwarna putih, ketika tua pada bagian tengah berwarna hitam, bagian tepi berwarna putih dan memiliki warna dasar putih dan hitam. Tipe persebaran tidak beraturan, tidak

memiliki lingkaran konsentris. Tekstur permukaan koloni halus seperti serbuk, koloni rapat dan tipis. Diameter koloni saat berumur 7 hari 8,5 cm. Waktu memenuhi cawan Petri 9 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan konidiofor bersekat, bentuk fialid tidak tampak, konidia berbentuk bulat dan berwarna hitam kecokelatan, Vesikula tidak diketahui. Domsch *et al.* (1980), menyatakan bahwa genus *Aspergillus* memiliki bentuk kumpulan konidia yang berantai, konidiofor berukuran panjang, berdinding tebal, berwarna kecokelatan hingga hitam.



Gambar 2. *Aspergillus* sp. 1: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (persebaran 1000 x) (1) Hifa (2) Konidiofor (3) Konidia.

Aspergillus sp. 2

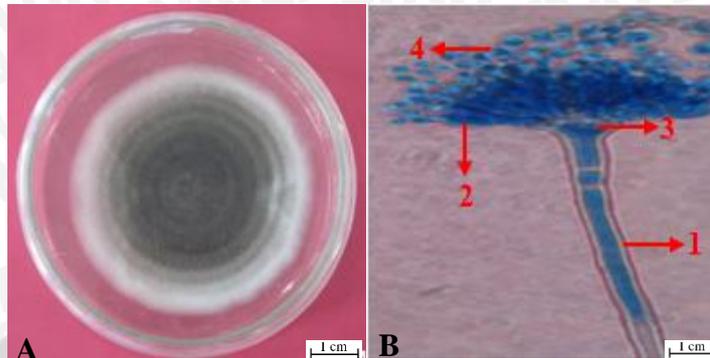
Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan warna koloni saat muda berwarna putih, ketika tua bagian tengah koloni berwarna hitam kecokelatan, bagian tepi berwarna putih, dan memiliki warna dasar hitam. Koloni membentuk lingkaran konsentris. Tekstur permukaan koloni halus seperti serbuk, koloni rapat dan tebal. Diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 7,4 cm. Waktu memenuhi cawan Petri 10 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa konidiofor tegak dan bersekat, fialid berbentuk seperti botol, visikel mengembung bersekat dan bercabang, konidia berantai dan tidak bercabang. Hal ini sesuai dengan Barnett

dan Hunter (1998), menyatakan bahwa genus *Aspergillus* memiliki konidiofor tegak, sederhana, memiliki konidia berbentuk bulat dan bersel satu.



Gambar 3. *Aspergillus* sp. 2: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (Fialid) (3) Visikel (4) Konidia.

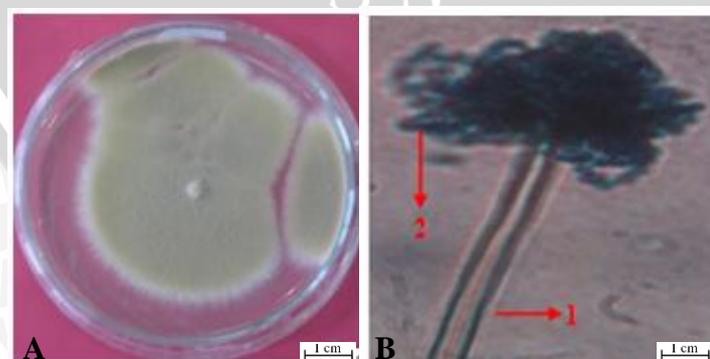
Aspergillus sp. 3

Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan warna koloni saat muda berwarna putih, ketika tua pada bagian tengah berwarna kecokelatan dengan bagian tepi berwarna putih dan memiliki warna dasar putih kecokelatan. Tipe persebaran tidak beraturan. Tekstur permukaan koloni halus seperti serbuk, koloni rapat dan tipis. Diameter koloni saat berumur 7 hari mencapai 8,3 cm. Waktu memenuhi cawan Petri 9 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan konidiofor, tegak, sederhana dan tidak bersekat. Konidia berbentuk bulat berdinding tebal dan diproduksi secara berantai, fialid dan vesikula tidak tampak.



Gambar 4. *Aspergillus* sp. 3: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Konidia.

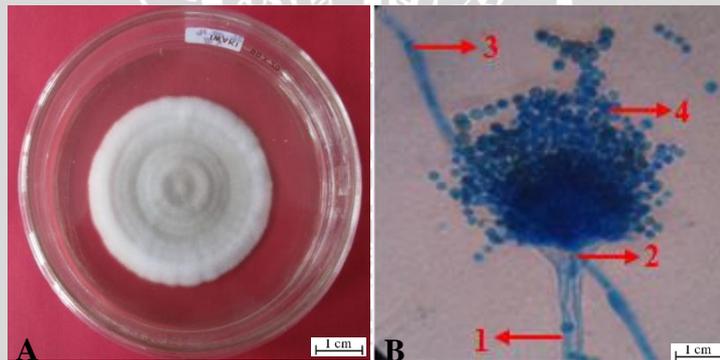
Aspergillus sp. 4

Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan warna koloni putih. Tipe persebaran berbentuk lingkaran konsentris. Tekstur permukaan koloni lembut berbentuk beludru, koloni rapat dan tebal. Diameter koloni saat berumur 7 hari mencapai 6,5 cm. Waktu memenuhi cawan Petri 10 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa berwarna hialin, bersekat, tidak bercabang, konidiofor tegak sederhana yang berbentuk dari cabang sel hifa. Konidia bulat berdinding tebal, berwarna cokelat dan berantai, visikel berwarna kehijauan, cokelat muda dan transparan. Barnet dan Hunter (1998), menyatakan bahwa genus *Aspergillus* memiliki konidiofor berwarna cokelat pucat, tegak, sederhana dan permukaannya halus, konidia berwarna cokelat kekuningan, berbentuk bulat.



Gambar 5. *Aspergillus sp. 4*: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiiopor (2) Visikel (3) Hifa (4) Konidia.

Aspergillus sp. 5

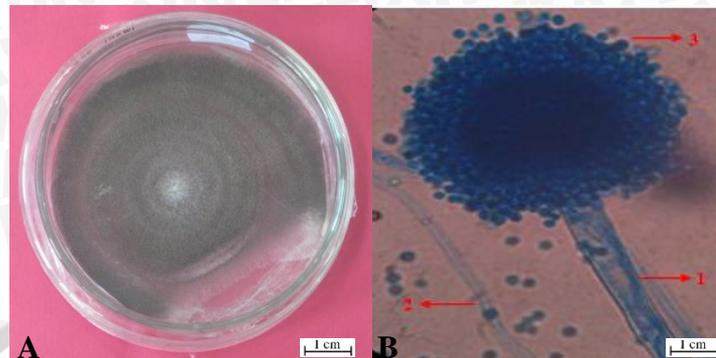
Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni berwarna hitam, bagian tepi juga berwarna hitam, dan bagian tengah warna putih. Tipe persebaran menyebar, tekstur permukaan koloni kasar. Diameter koloni saat umur 7 hari mencapai 9 cm. Waktu memenuhi cawan Petri 8 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa dan konidiofor bersekat, berbentuk tegak dengan ujung mengembung, tidak bercabang, konidia berwarna

hitam kecokelatan, berbentuk bulat, sebaran bergerombol di ujung vesikula, kumpulan konidia berantai di ujung fialid.



Gambar 6. *Aspergillus* sp. 5: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY) B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Hifa (3) Konidia.

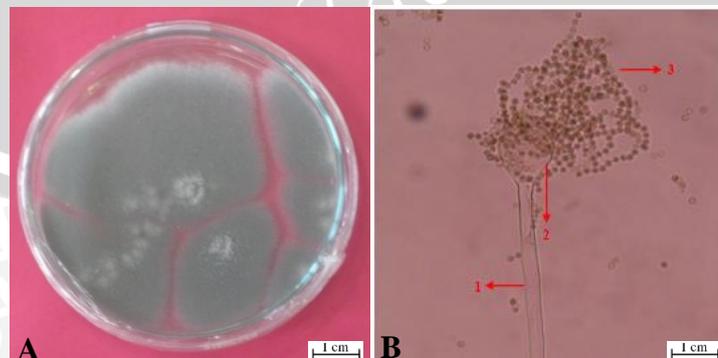
Apergillus sp. 6

Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna hijau muda keabuan. Tipe perbesaran tidak beraturan, tidak memiliki lingkaran yang konsentris. Tekstur permukaan halus, koloni renggang dan tipis. Diameter koloni saat berumur 7 hari 6,8 cm. Waktu memenuhi cawan Petri berumur 10 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, jarak antar sekat renggang, berwarna hialin. Konidiofor tidak bersekat, berbentuk tegak dengan ujung mengembung, tidak bercabang, fialid tidak tampak, konidia berwarna hialin, bulat dan bergerombol di vesikula, kumpulan konidia sejajar mengelilingi vesikula.



Gambar 7. *Aspergillus* sp. 6: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (persebaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Vesikel (3) Konidia.

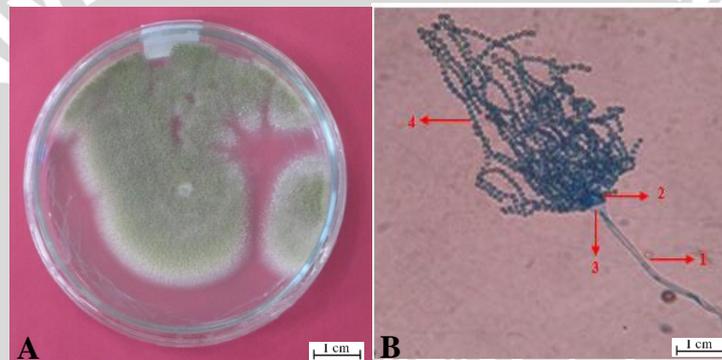
Aspergillus sp. 7

Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni berwarna hijau tepian putih. Tipe persebaran berbentuk tidak beraturan, tidak memiliki lingkaran konsentris. Tekstur permukaan halus seperti serbuk, koloni renggang dan agak tebal. Diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 6,5 cm. Waktu memenuhi cawan Petri 10 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis konidiofor tidak bersekat, berbentuk tegak dengan ujung mengembung, tidak bercabang, fialid seperti botol. Konidia berwarna hialin, dan bulat, bergerombol di ujung fialid dan visikel mengembung.



Gambar 8. *Aspergillus* sp. 7: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Fialid (3) Vesikel (4) Konidia.

Aspergillus sp. 8

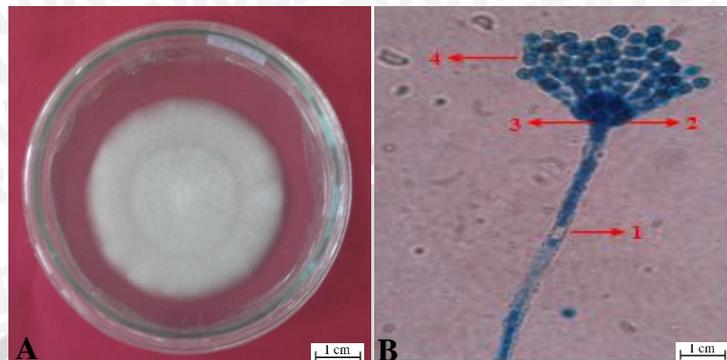
Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih. Tipe persebaran membentuk lingkaran konsentris. Tekstur permukaan koloni seperti beludru, koloni rapat. Diameter koloni saat berumur 7 hari mencapai 7,9 cm. Waktu memenuhi cawan Petri 10 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan konidiofor bersekat, berbentuk tegak dan sederhana dengan ujung mengembung, tidak bercabang, fialid diketahui berbentuk agak lonjong, vesikel mengembung. Konidia berbentuk bulat, sebaran mengerombol di ujung vesikula, kumpulan konidia membulat berantai. Raper dan

Fennell (1977), menyatakan bahwa konidia *Aspergillus* berwarna kuning sampai coklat terang berbentuk bulat, konidiofor hialin dan vesikula bulat.



Gambar 9. *Aspergillus* sp. 8: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Fialid (3) Vesikel (4) Konidia.

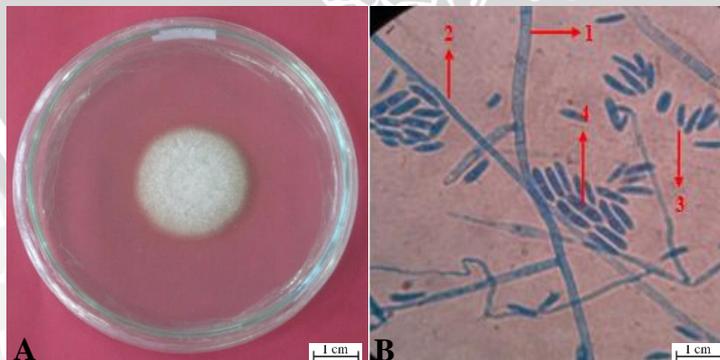
Fusarium sp. 1

Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih. Tipe persebaran bulat menggunung, koloni lambat dan memiliki lingkaran konsentris. Teksturnya agak kasar, koloni rapat, dan tebal. Diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 5 cm. Waktu memenuhi cawan Petri 12 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, rapat, hialin. Konidiofor tidak bersekat, tegak, ramping, bercabang. Mikrokonidia dan makrokonidia hialin, bentuk bulan sabit, bersekat, konidia disekitar hifa. Domsh *et al.* (1980), miselia berwarna putih, krem, mikrokonidia berlimpah, berbentuk elips langsing agak membelok.



Gambar 10. *Fusarium* sp. 1: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Hifa (3) Mikrokonidia (4) Makrokonidia.

Fusarium sp. 2

Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih tepian orange. Sebaran koloni agak cepat. Tekstur permukaan koloni agak kasar, lingkaran konsentris tidak tampak, koloni rapat dan agak tipis. Diameter koloni saat berumur 7 hari mencapai 7,25 cm. Waktu memenuhi cawan Petri berumur 13 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat berwarna hialin, konidiofor tidak bersekat, ramping, ujungnya menyempit, bercabang. Makro dan mikrikonidia berbentuk bulan sabit, dan bergerombol bersekat disekitar konidiofor atau hifa. Wantanabe (2002), menyatakan bahwa *Fusarium* konidiofor hialin, sederhana, konidia berupa makro dan mikrokondria berbentuk seperti botol kecil melengkung.



Gambar 11. *Fusarium sp. 2*: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Hifa (3) Mikrokondria.

Fusarium sp. 3

Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih. Tipe persebaran tidak beraturan, tidak memiliki lingkaran konsentris. Terstur permukaan koloni halus seperti serbu. Diameter koloni saat berumur 7 hari mencapai 9 cm dan waktu memenuhi petri 7 x 24 jam.

Mikroskopis

Konidia berkelompok di hifa, berwarna hialin dan berbentuk oval. Hal ini sesuai dengan Barnett dan Hunter (1998), yang menyatakan bahwa genus

Fusarium memiliki konidiofor hialin, bercabang banyak, konidia hialin bersel satu, dan terbentuk dalam kelompok kecil.



Gambar 12. *Fusarium* sp. 3: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Hifa (2) Konidia.

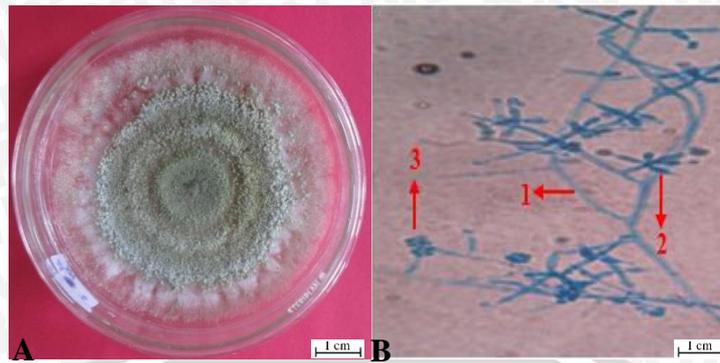
***Trichoderma* sp. 1**

Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna hijau dengan tepian putih berbentuk seperti bunga. Koloni bertekstur halus seperti serbuk. Tipe persebaran membentuk lingkaran konsentris, memiliki miselium yang rapat dan tebal. Diameter koloni saat berumur 7 hari diameter 8,5 cm. waktu memenuhi cawan Petri 9 x 24 jam.

Mikroskopis

Konidiofor tidak bersekat dan bercabang dan memiliki fialid pada ujungnya yang berbentuk langsing di ujung konidiofor. Konidia yang dihasilkan berkelompok berwarna hialin dan berbentuk bulat. Barnett dan Hunter (1998), menyatakan bahwa genus *Trichoderma* memiliki konidiofor hialin, bercabang banyak, fialid tunggal atau dalam kelompok, konidia hialin bersel satu, dan terbentuk dalam kelompok terkecil.



Gambar 13. *Trichoderma* sp. 1: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Fialid (3) Konidia.

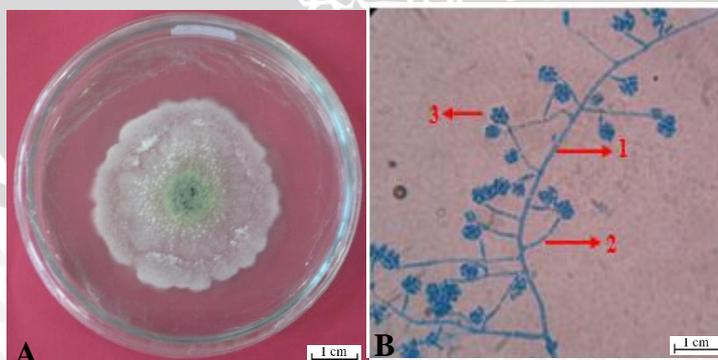
Trichoderma sp. 2

Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni saat muda hijau dengan tepian putih berbentuk seperti bunga. Tipe persebaran membentuk lingkaran konsentris tidak tampak jelas. Tekstur permukaan koloni agak kasar, koloni agak rapat dan tipis. Diameter koloni saat berumur 7 hari mencapai 6,35 cm. Waktu memenuhi cawan Petri 11 x 24 jam.

Mikroskopis

Konidiofor tegak, sederhana dan bercabang. Fialid terletak di ujung konidiofor, seperti botol berleher pendek. Konidia berkelompok di ujung fialid, a hialin dan bulat. Hal ini sesuai dengan Barnett dan Hunter (1998), menyatakan bahwa genus *Trichoderma* memiliki konidiofor hialin, bercabang banyak, fialid tunggal atau dalam kelompok, konidia hialin bersel satu, dan terbentuk dalam kelompok terkecil.



Gambar 14. *Trichoderma* sp. 2: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Fialid (3) Konidia.

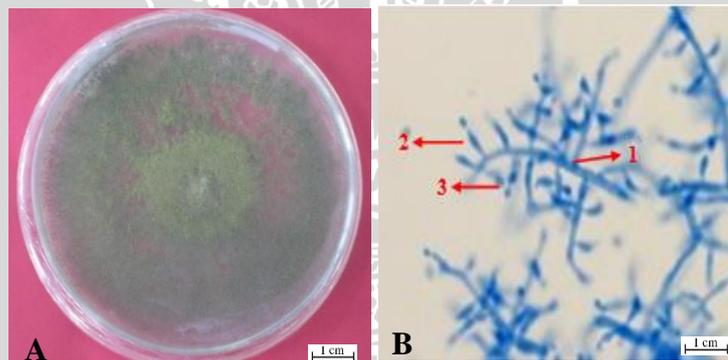
Trichoderma sp. 3

Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni berwarna hijau pekat. Tekstur permukaan koloni kasar seperti serbuk. Koloni renggang dan tipis. Diameter koloni saat berumur 7 hari mencapai 5,75 cm dan waktu memenuhi cawan Petri sampai 14 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan konidiofor berbentuk tegak, sederhana dan bercabang. Fialid terletak pada ujung konidiofor. Konidia berkelompok di ujung fialid, berwarna hialin dan bulat. Barnett dan Hunter (1998), menyatakan bahwa genus *Trichoderma* memiliki konidiofor hialin, bercabang banyak, fialid tunggal atau berkelompok, konidia hialin bersel satu, dan terbentuk dalam kelompok kecil.



Gambar 15. *Trichoderma* sp. 3: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Fialid (3) Konidia.

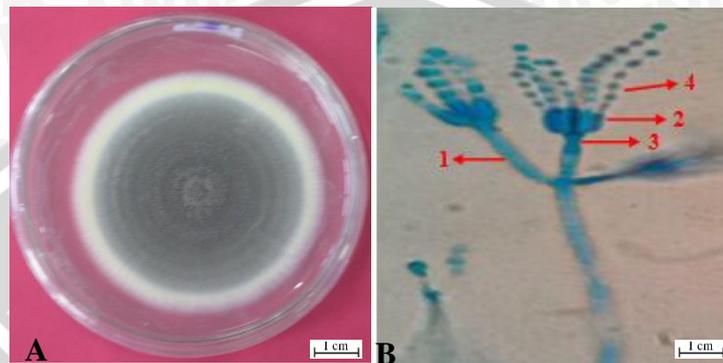
Penicillium sp. 1

Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna keabu-abuan dengan tepian berwarna putih dan kuning. Tipe persebaran membentuk lingkaran konsentris. Tekstur permukaan koloni lembut seperti beludru, koloni rapat dan tebal. Diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 7,15 cm dan waktu memenuhi cawan Petri 14 x 24 jam.

Mikroskopis

Konidiofor tidak bersekat, sederhana, ramping, terdapat fialid bercabang dan berjumlah 3-4. Konidia berwarna hialin, bulat, kumpulan konidia berantai memanjang. Wantanabe (2002), menyatakan bahwa *Penicillium* konidiofor hilain, tegak, bercabang, memiliki 2-3 metula, setiap konidia terhubung dengan fialid, konidia berwarna hialin atau cokelat kekuningan.



Gambar 16. *Penicillium* sp. 1: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Fialid (3) Metula (4) Konidia.

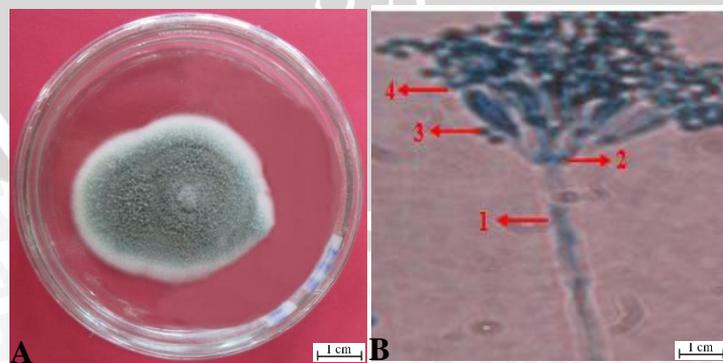
***Penicillium* sp. 2**

Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni hijau tepian putih. Tipe persebaran tidak beraturan. Tekstur permukaan koloni seperti serbuk. Diameter koloni saat berumur 7 hari mencapai 5,6 cm dan waktu memenuhi cawan Petri 10 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis konidiofor bersekat, tegak, dan fialid bercabang 2-3. Konidia berwarna hialin gelap, bulat, kumpulan konidia berantai memanjang.



Gambar 17. *Penicillium* sp. 2: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Fialid (3) Metula (4) Konidia.

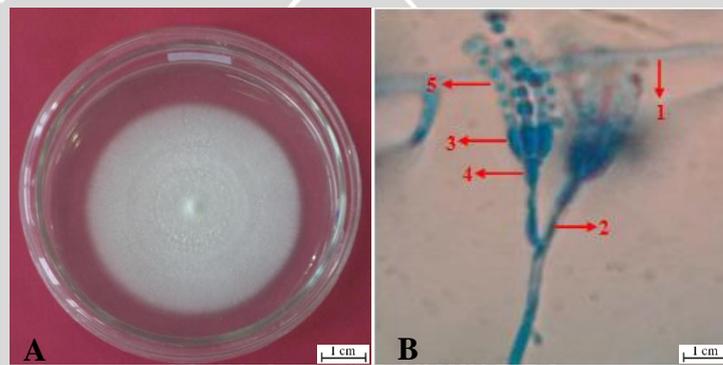
Penicillium sp. 3

Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih. Tepi persebaran membentuk lingkaran konsentris. Tekstur permukaan koloni seperti serbuk. Diameter koloni saat berumur 7 hari hanya mencapai 6,85 cm dan waktu memenuhi cawan Petri 15 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan konidiofor tegak, bersekat dan ramping panjang, terbentuk dari cabang sel hifa berwarna hialin, dan bercabang. Metula berjumlah dua terbentuk dari sel konidiofor. Fialid berjumlah jumlah 6. Konidia bulat dan semi bulat. Penciri khusus dari jamur *Penicillium* yaitu terdapat 3 hingga 6 fialid di ujung konidiofor dan konidia di secara berantai.



Gambar 18. *Penicillium* sp. 3: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Hifa (2) Konidiofor (3) Fialid (4) Metula (5) Konidia.

Penicillium sp. 4

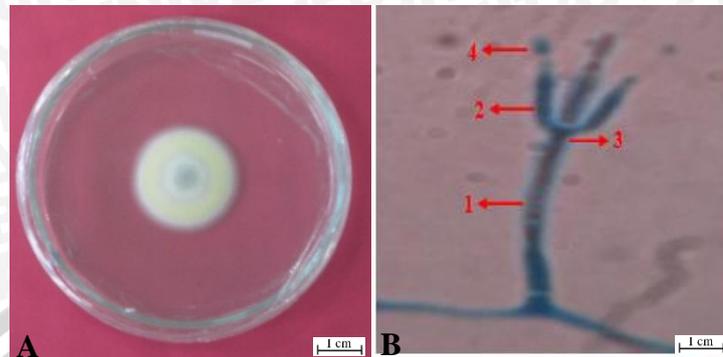
Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni keabu-abuan tepian putih dan orange. Tepi persebaran membulat dan menggunung, terdapat lingkaran konsentris tampak kurang jelas. Tekstur permukaan seperti beludru. Diameter koloni saat berumur 7 hari hanya mencapai 4,45 cm dan waktu memenuhi cawan Petri 15 x 24 jam.

Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan konidiofor tegak ramping, panjang berwarna hialin, bersekat dan tidak bercabang. Metula berjumlah 2 yang terbentuk

dari sel konidiofor. Fialid berbentuk seperti botol dengan jumlah 3 dan berwarna hialin. Konidia berbentuk bulat, berdinding halus serta tebal, berwarna hialin.



Gambar 19. *Penicillium* sp. 4: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (1) Konidiofor (2) Fialid (3) Metula (4) Konidia.

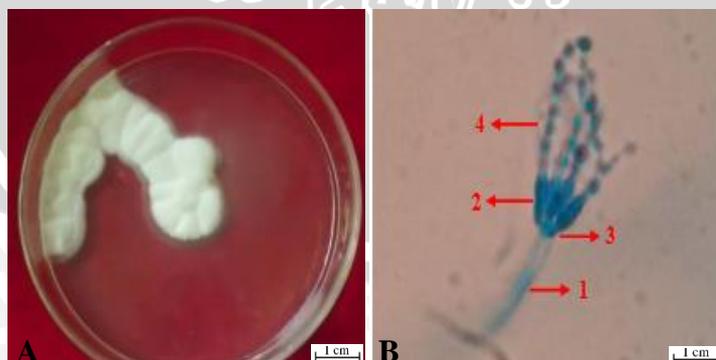
Penicillium sp. 5

Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni berwarna putih, berbentuk menggunung, membulat, memusat dan cembung serta tidak terdapat lingkaran konsentris. Diameter koloni saat berumur 7 hari 2,6 cm.

Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan konidiofor tegak ramping, tidak bersekat, bercabang. Metula tersusun di ujung konidiofor, fialid seperti botol, konidia bulat dan hialin. Wantanabe (2002), menyatakan bahwa *Penicillium* konidiofor hialin, tegak, bercabang, memiliki 2–3 metula, setiap konidia terhubung dengan fialid, konidia berwarna hialin atau coklat kekuningan.



Gambar 20. *Penicillium* sp. 5: A. Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media SDAY). B. Mikroskopis (perbesaran 1000 x) (Konidiofor) (2) Fialid (3) Metula (4) Konidia.

Uji Patogenisitas

Semua isolat jamur yang sudah diidentifikasi di uji patogenisitasnya terhadap larva *T. Molitor*

Tabel 3. Uji Patogenisitas isolat jamur di rizosfer sonokembang terhadap larva *T. molitor*.

Lokasi pengambilan sampel	Jenis Jamur	Mortalitas (%)
FMIPA	<i>Aspergillus</i> sp 1	26,66
	<i>Aspergillus</i> sp 2	40,00
	<i>Aspergillus</i> sp 3	13,33
	<i>Aspergillus</i> sp 4	16,66
	<i>Fusarium</i> sp 1	63,00
	<i>Fusarium</i> sp 2	30,00
	<i>Penicillium</i> sp 1	33,33
	<i>Trichoderma</i> sp 1	00,00
	<i>Trichoderma</i> sp 2	00,00
	<i>Trichoderma</i> sp 3	00,00
FEB	<i>Aspergillus</i> sp 5	13,33
	<i>Aspergillus</i> sp 6	26,00
	<i>Aspergillus</i> sp 7	30,00
	<i>Aspergillus</i> sp 8	23,00
	<i>Fusarium</i> sp 3	26,00
	<i>Penicillium</i> sp 2	00,00
	<i>Penicillium</i> sp 3	00,00
	<i>Penicillium</i> sp 4	00,00
	<i>Penicillium</i> sp 5	20,00

Keterangan = * Larva *T. molitor* sebagai serangga uji.

Berdasarkan hasil uji patogenisitas terhadap larva *T. molitor* menunjukkan bahwa jamur di rizosfer tanaman sonokembang di FMIPA yaitu genus *Fusarium*, *Aspergillus*, dan *Penicillium* mampu menyebabkan kematian terhadap larva *T. molitor* sedangkan genus *Trichoderma* tidak menyebabkan kematian terhadap serangga uji. Jamur *Aspergillus* sp 1 sampai *Aspergillus* sp 4 menyebabkan kematian terhadap larva *T. molitor* mencapai 13,33% - 40,00%, jamur *Fusarium* sp 1 dan *Fusarium* sp 2 mencapai 30,00% dan 63,00%, jamur *Penicillium* sp 1 mencapai 33,33%. Sedangkan jamur *Trichoderma* sp 1 sampai *Trichoderma* sp 3 tidak menyebabkan kematian terhadap larva *T. molitor* 00,00%. Pada lokasi FEB jamur di rizosfer tanaman sonokembang yaitu jamur *Aspergillus* sp 5 sampai *Aspergillus* sp 8 menyebabkan kematian terhadap larva *T. molitor* mencapai

13,33% - 30,00%, *Fusarium* sp 3 mencapai 26,00% dan *Penicillium* sp 2 sampai *Penicillium* sp 4 tidak menyebabkan kematian 00.00%.

Hasil pengamatan uji patogenesis menunjukkan bahwa semua isolat yang di uji terhadap larva *T. molitor* mempunyai tingkat mortalitas yang rendah yaitu kurang dari 50%, kecuali isolat *Fusarium* sp 1 berasal dari FMIPA menyebabkan mortalitas paling tinggi terhadap larva *T. molitor* yaitu 63,00%. Oleh karena itu jenis jamur yang diperoleh di rizosfer tanaman sonokembang termasuk golongan patogen oportunistik dan kolonisasi sekunder. Genus *Aspergillus* dan *Fusarium* termasuk golongan patogen oportunistik. Genus *Trichoderma* termasuk golongan kolonisasi sekunder. Sedangkan genus *Penicillium* dikategorikan sebagai patogen oportunistik dan kolonisasi sekunder. Keberadaan jamur patogen oportunistik dan kolonisasi sekunder dalam agroekosistem mampu mempengaruhi dinamika populasi serangga (Ali shtayeh *et al.*, 2002).

Berdasarkan mortalitas larva *G. Mellonela* jamur yang berasosiasi dengan serangga terdiri dari jamur patogen serangga, patogen oportunistik, dan kolonisasi sekunder. Jamur patogen serangga mampu menyebabkan mortalitas sebesar 100% pada serangga uji. Patogen oportunistik mampu menyebabkan mortalitas sebesar 1-90% terhadap serangga uji. Sedangkan kolonisasi sekunder tidak menyebabkan mortalitas terhadap serangga uji (Anwar *et al.*, 2015). Sun dan Liu (2008) juga melaporkan bahwa jamur *Fusarium oxysporum* dan *Fusarium solani* sebagai patogen oportunistik karena menyebabkan mortalitas terhadap larva *G. Mellonela* sebesar 90,00% dan 87,7%. Abdullah *et al.* (2015) menambahkan pada pohon pinus diperoleh jamur *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, *Fusarium* spp, dan *Mucor* spp., *Penicillium brasilianum* dan *penicillium thomii* sebagai jamur patogen oportunistik. Sedangkan jamur *Trichoderma* termasuk jamur kolonisasi sekunder (Sun dan Liu *et al.*, 2008).

Kemampuan efektifitas isolat jamur dipengaruhi oleh viabilitas dan kerapatan konidia yang berbeda pada masing-masing isolat jamur. Viabilitas dan kerapatan konidia jamur menentukan efektifitas jamur patogen serangga (Trizelia, 2015). Tingkat konsentrasi yang digunakan berhubungan dengan banyaknya jumlah konidia dari jamur patogen serangga. Konsentrasi semakin tinggi, maka jumlah konidia dan mortalitas semakin tinggi (Hayim dan Azwana, 2003).

Daya kecambah dan proses perkecambahan berperan dalam menentukan tingkat efektifitas, daya berkecambah merupakan titik awal dari stadia pertumbuhan jamur untuk melakukan penetrasi ke integumen serangga (Purnomo, 2009).

Suhu dan kelembaban juga mempengaruhi efektifitas. Suhu dan kelembaban rata-rata pada saat uji efikasi yaitu 27,2 °C dan 76,8 %. Suhu optimum untuk pertumbuhan jamur patogen serangga yaitu 20 °C - 30 °C (Hsia *et al.*, 2014). Namun, kelembaban saat uji patogenisitas kurang optimal. Kelembaban yang mencapai lebih dari 92% dapat menyebabkan mortalitas serangga lebih dari 80% (Junianto dan Sulistyowati, 1994).

Penggunaan metode aplikasi mempengaruhi mortalitas larva *T. molitor*. Inokulasi langsung seperti pencelupan terhadap larva, konidia lebih cepat menempel dan berkecambah pada lipatan antar ruas tubuh larva (Nuraida, 2006). Menurut Surikanti dan Yasin (2009) menyatakan bahwa peningkatan mortalitas terjadi apabila antara larva dengan spora terjadi kontak. Spora membentuk tabung kecambah dan mensekresikan enzim untuk melunakan kutikula larva sehingga spora dapat masuk ke tubuh larva. Pertumbuhan spora dalam tubuh larva akan menyebabkan terganggunya seluruh aktivitas organ dan berakibat pada kematian larva.

Jamur serangga mengeluarkan metabolit sekunder (mikotoksin) yang digunakan untuk mempertahankan diri dan berinteraksi dengan lingkungan. Setiap jamur memiliki mikotoksin yang berbeda. Mikotoksin berpengaruh pada organel sel serangga yang akan menyebabkan paralisis sel dan mempengaruhi kelainan fungsi lambung tengah, tubulus malphigi, hemosit dan jaringan otot larva (Tanada dan Kaya, 1993). Gillespie (2007), menambahkan bahwa toksin yang dihasilkan oleh jamur serangga memegang peranan penting yang mampu membunuh inang dengan cara merusak struktur organik, sehingga terjadi dehidrasi dalam sel yang menyebabkan tidak terjadinya regenerasi jaringan. Mengakibatkan nutrisi di dalam haemolimfa habis sehingga dapat menghancurkan jaringan lainnya (Boucis dan Pendland, 1998).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Isolat jamur yang diperoleh di rizosfer tanaman sonokembang yaitu 19 isolat terdiri dari 4 genus yaitu *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, dan *penicillium*. Genus *Fusarium* dan *Aspergillus* tergolong patogen oportunistis, genus *Trichoderma* dan *Penicillium* tergolong kolonisasi sekunder.

Saran

Saran yang disampaikan dalam penelitian ini adalah perlu dilakukan uji postulat Koch untuk membuktikan bahwa jamur yang berasosiasi dengan serangga adalah patogen.



DAFTAR PUSTAKA

- Ali-Shtayeh, M.S., B.M. Mara'i, R.M. Jamous 2002. Distribution, Occurrence and Characterization of Entomopathogenic Fungi in Agricultural Soil in the Palestinian Area. *Mycopathological* 156: 235–244.
- Abdullah, S. K., Mustafa A, Assaf L.H. 2015. Isolation of Entomopathogenic and Opportunistic Fungi from Soil in Duhok Province Kurdistan Region of Iraq by Different Selective Isolation Media. *Journal of Biology Agriculture and Healthcare* Vol.5, No.4.
- Anwar W, Khan S.N, Aslam M, Haider M.S, Shahid A.A, Ali M. 2015. Exploring Fungal Flora Associated with Insects of Cotton Agroecological Zones of Punjab Pakistan. *Pakistan Entomologist* 37 (1): 27–31.
- Assaf L.H., Haleem R.A, Abdullah S. K. 2011. Association of Entomopathogenic and Other Opportunistic Fungi with Insects in Dormant Locations. *Jordan Journal of Biological Sciences* 4 (2): 87–92.
- Barnet, H. L., dan Hunter B.B. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* Fourth Edition. The American Phytopathological Society. Minnesota. 218 hal.
- Boucias, D.G., Pendland J.C. 1998. *Principles of insect pathology*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Bruck, D. J. 2010. Fungal Entomopathogens in the Rhizosphere *Biocontrol* 55:103 – 112.
- Caprette, D. R. 2016. Using a Counting Chamber. Available online with updates at <http://www.ruf.rice.edu/bioslabs/methods/microscopy/cellcounting.html> diunduh dari tanggal 21 Mei 2016.
- Domsch, K. H., Gams, W., dan Anderson, T. H. 1980. *Compendium of Soil Fungi*. Academic Press Ltd. London. 859 hal.
- Evans, H. C. 1982. Entomogeneous Fungi in Tropical Forest Ecosystems: an Appraisal. *Ecology Entomology* 7: 47–60.
- Hasyim, Azwana. 2003. Isolasi Identifikasi dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Rizosfir Pertanaman Kubis. *Jurnal Hort.* 19 (4): 419-432.
- Hasyim, A., Nuraida, Trizelia. 2009. Patogenisitas Jamur Entomopatogen Terhadap Stadia Telur Dan Larva Hama Kubis *Crociodolomia pavonana* Fabricius. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. *Jurnal Hort.* 19 (3): 334-343.
- Hasriani dan Baharuddin . 2010. Keragaman Cendawan Antagonis Pada Rhizosfer Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dan Uji Efektifitasnya Terhadap Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum*) Secara In Vitro. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan. 27 Mei 2010.

- Khachatourians, G.G., and Sohail S.Q., 2008, Entomopathogenic Fungi, In: Brakhage A.A., and Zipfel P.F. (eds.), Biochemistry and molecular biology, human and animal relationships 2nd Edition. The Mycota VI, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Noerfitriyani, 2014. Kajian Keberadaan Cendawan Entomopatogen pada Rhizosfer Pertanaman Kakao Organik dan Anorganik. Program Magister Ilmu Hama Dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Hasanudin Makassar.
- Nuraida, 2006. Efektivitas Isolat Jamur Entomopatogen Terhadap Hama Krob Kubis *Crocidolomia Pavonana* Fabricius (Lepidoptera; Pyralidae) dalam Hubungannya dengan Metode Aplikasi. Skripsi. Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Prayogo, Y. 2006. Sebaran dan Efikasi Berbagai Genus Cendawan Entomopatogen terhadap *Riptortus linearis* pada Kedelai di Lampung dan Sumatra Selatan. Jurnal HPT Tropika 6 (1): 14–22.
- Raper, K. B., dan Fannel, D. I. 1977. The Genus *Aspergillus*. Robert E. Krieger Publishing Company. Huntington, New York. 686 hal.
- Rao, S.1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. UI Press, Jakarta.
- Sanderson, R.R., King F.Y., Anwar S. 1997. A *Fusarium* Wilt (*Fusarium Oxysporum*) of Angsana (*Pterocarpus Indicus*) In Singapore. Arboricultural Journal: The International Journal of Urban Forestry.
- Soemarno. 2010. Ekologi Tanah dan Bahan kajian mata kuliah Manajemen Agroekosistem Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Suciatmih, Kartika T., Yusuf, S. 2012. Isolasi Jamur yang Berkaitan dengan Rayap dari Rizosfer Tanaman dan Tanah Gambut dengan Umpan Ulat Coleoptera dan Rayap. Jurnal Teknologi Lingkungan: 107–115.
- Sun B. D., Liu X. Z. 2008. Occurrence and Diversity of Insect Associated Fungi in Natural Soils in China. Applied Soil Ecology 39: 100–108.
- Sun B. D., Yu H.Y., Chen A.J., Liu X.Z. 2008. Insect Associated Fungi in Soils of Field Crops and Orchards. Crop Protection 27: 1421–1426.
- Tanada, Y. dan Kaya, H.K. 1993. Insect Pathology Academic Press, New York.
- Trizelia, R, Samer SHC. 2010. Keanekaragaman Cendawan Entomopatogen pada Rizosfir Pertanaman Cabai Dataran Tinggi dan Dataran Rendah di Sumatra Barat. Jurnal Bio ETI 8 (3) : 166-177.
- Trizelia, Armon N, Jailani H. 2015. Keanekaragaman Cendawan Entomopatogen pada Rizosfer Berbagai Tanaman Sayuran. Prosseding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversity Indonesia 1 (5): 998–1004.
- Vanninen, I., 1995. Distribution and occurrence of four entomopathogenic fungi in Finland and Effect of geographical location, habitat type and soil type. Mycol. Res. 100, 93–101

Wantanabe, 2002. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species (Second Edition). CRC Press. Florida. 486 hal.

Wilyus, S. Schue. 2015. Potential of Entomopathogenic Fungi in Rain Forest Transformation System in Jambi Province. 979-587-580-9. Dalam Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal, Palembang 8-9 Oktober.





LAMPIRAN



Tabel lampiran 1. Rerata suhu dan kelembaban nisbi di laboratorium pengendalian hayati

Hari ke	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban (%)
1	25,2	82
2	25,2	82
3	25,3	83
4	25,4	82
5	25,2	82
6	25,2	79
7	25,4	78
Rata-rata	25,2	81,1

Tabel lampiran 2. Rerata suhu dan kelembaban pada saat uji patogenisitas terhadap larva *T. molitor*

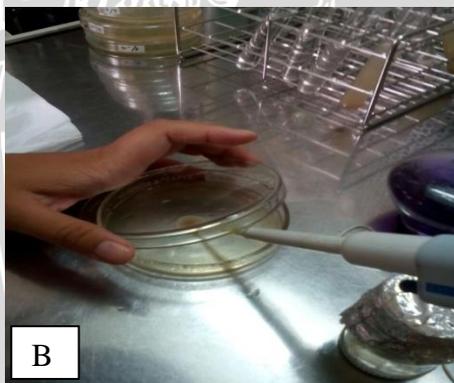
Hari ke	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban (%)
1	26,9	83
2	26,6	83
3	27,8	79
4	27,8	70
5	27,6	76
6	27,5	72
7	26,3	75
Rata-rata	27,2	76,8

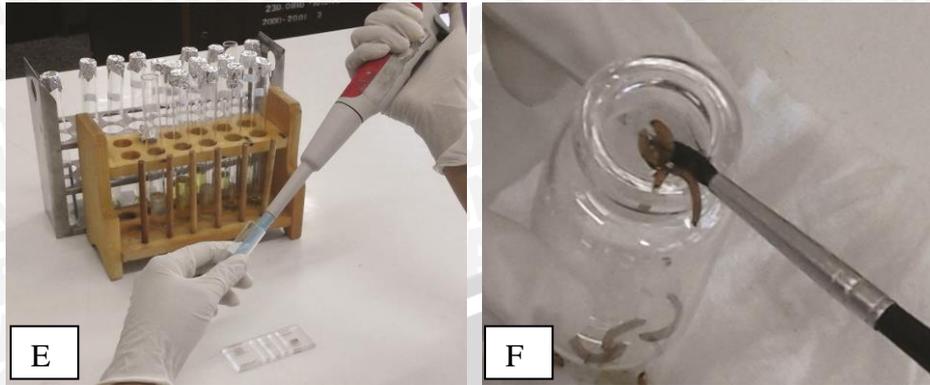
Tabel lampiran 3. Viabilitas dan kerapatan isolat jamur di rizosfer sonokembang di FMIPA dan FEB Universitas Brawijaya

Lokasi Pengambilan sampel	Jenis Jamur	Viabilitas konidia (%) inkubasi 48 jam	Kerapatan konidia 10 ⁶ konidia/ml
Fakultas MIPA	<i>Aspergillus</i> sp. 1	25,64	5,41
	<i>Aspergillus</i> sp. 2	75,21	2,71
	<i>Aspergillus</i> sp. 3	18,45	2,24
	<i>Aspergillus</i> sp. 4	17,31	5,25
	<i>Fusarium</i> sp. 1	24,04	31,15
	<i>Fusarium</i> sp. 2	15,25	1,33
	<i>Penicillium</i> sp. 1	1,41	1,41
	<i>Trichoderma</i> sp. 1	19,41	1,45
	<i>Trichoderma</i> sp. 2	19,51	1,65
	<i>Trichoderma</i> sp. 3	17,52	2,25
Fakultas FEB	<i>Aspergillus</i> sp. 5	24,19	2,87
	<i>Aspergillus</i> sp. 6	14,52	3,31
	<i>Aspergillus</i> sp. 7	14,29	1,35
	<i>Aspergillus</i> sp. 8	12,23	0,61
	<i>Fusarium</i> sp. 3	35,73	2,71
	<i>Penicillium</i> sp. 2	2,56	6,12
	<i>Penicillium</i> sp. 3	1,61	0,35
	<i>Penicillium</i> sp. 4	0,35	2,56
	<i>Penicillium</i> sp. 5	6,12	1,61



Gambar Lampiran 1. Lokasi pengambilan sampel tanah dari rizosfer tanaman sonokembang : A. FMIPA, B. FEB, C. Tanah bagian rizosfer diambil pada kedalaman 10 hingga 20 cm





Gambar Lampiran 2. Isolasi dan inokulasi jamur di rizosfer tanaman sonokembang : A. Pengenceran tanah, B. Isolasi suspensi tanah pada cawan Petri, C. Slide culture, D. Perbanyak isolat jamur di media EKG untuk uji ptogenisitas, E. Penyiapan suspensi jamur untuk perhitungan kerapatan dan viabilitas, F. Larva *T. molitor* dimasukkan ke botol vial untuk uji patogenisitas.

