

**KEANEKARAGAMAN JAMUR SERANGGA PADA
RIZOSFER PADI BERBASIS PHT DAN KONVENSIONAL DI
KECAMATAN SEKARAN LAMONGAN**

ELYKA PUTRI PERTIWI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019**



**KEANEKARAGAMAN JAMUR SERANGGA PADA RIZOSFER PADI
BERBASIS PHT DAN KONVENSIONAL DI KECAMATAN SEKARAN
LAMONGAN**

Oleh
ELYKA PUTRI PERTIWI
155040201111002

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

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
2019**

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, Desember 2019

Elyka Putri Pertiwi



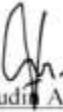


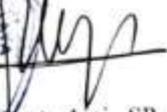
**SKRIPSI ini kupersembahkan untuk
kedua orangtua tercinta serta adik dan nenek
tersayang.**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Keranekaragaman Jamur Serangga pada Rhizosfer Padi Berbasis PHT dan Konvensional di Kecamatan Sekaran Lamongan
Nama : Elyka Putri Pertiwi
Nim : 155040201111002
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui
Pembimbing Utama,


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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan,

Nurata Atini, SP, M.Si., PhD.
NIP. 19720919 199802 1 001

Tanggal Persetujuan : 30 DEC 2019



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I



Rina Rachnawati, SP., MP., M.Eng.
NIP. 19810125 200604 2 002

Penguji II,



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

Penguji III



Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 198601 1 003

Tanggal Lulus : 31 DEC 2019



RINGKASAN

ELYKA PUTRI PERTIWI. 15540201111002. Keanekaragaman Jamur Serangga pada Rizosfer Padi Berbasis PHT dan Konvensional di Kecamatan Sekaran Lamongan. Dibawah bimbingan Dr.Ir.Aminudin Afandhi, M.S. sebagai Pembimbing Utama

Beras merupakan komoditas politik dan pada tahun 2020 diproyeksikan mengalami defisit. Kendala utama dalam produksi beras adalah serangan hama akibat dari ekosistem tidak stabil. Serangan hama lebih tinggi pada ekosistem konvensional daripada berbasis PHT. Desa Besar (PHT Biointensif 1) dan Kendal (PHT Biointensif 2) di Kecamatan Sekaran Lamongan merupakan ekosistem padi berbasis PHT yang telah dikenal secara nasional. Desa Ngarum yang bersebelahan dengan Desa Besar dan Kendal belum berbasis PHT. Data stabilitas ekosistem padi berbasis PHT Desa Besar dan Kendal belum dilaporkan. Jamur serangga terdiri dari kelompok fungsional patogen, oportunistik dan kolonisasi sekunder. Namun saat ini penelitian hanya pada kelompok fungsional entomopatogen, padahal ketiganya dibutuhkan dalam pemahaman agroekosistem. Hipotesis dari penelitian ini adalah keanekaragaman jamur serangga pada rizosfer padi berbasis PHT lebih tinggi dari konvensional.

Studi dilakukan dengan penelusuran budidaya kemudian dilanjutkan mengambil sampel tanah dari rizosfer padi untuk dianalisis keanekaragaman dan kelimpahan jamur. Isolasi dilakukan dengan menggunakan metode pengenceran dan pencawan (*dilution plate and plating methods*). Pengenceran berseri dilakukan mulai pengenceran 10^{-1} hingga 10^{-5} dan pencawan dilakukan mulai tingkat pengenceran 10^{-1} hingga 10^{-5} . Pencawan dilakukan pada media *sabouraud dextrose agar yeast* (SDAY) yang telah diberi antibiotik (*Chloramphenicol*). Keanekaragaman dilihat berdasarkan jumlah dan jenis jamur yang diisolasi pada setiap ekosistem. Identifikasi jamur dilakukan dengan pengamatan morfologi dan kunci identifikasi watanabe dan Barnett & Hunter. Pengelompokan fungsional jamur yang didasarkan pada hasil penelitian Sun & Liu (2008). Kelompok fungsional jamur meliputi patogen serangga, oportunistik dan kolonisasi sekunder.

Keanekaragaman jamur serangga pada rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1, berbasis PHT Biointensif 2 dan konvensional berbeda. Keanekaragaman pada rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1 (6 jenis) berbasis PHT Biointensif 2 (5 jenis) lebih tinggi daripada rizosfer padi konvensional (3 jenis). Jamur yang ditemukan pada ketiga ekosistem tergolong pada kelompok fungsional oportunistik dan kolonisasi sekunder. Hal ini berarti keanekaragaman jamur serangga berdasarkan fungsi tergolong rendah.

SUMMARY

ELYKA PUTRI PERTIWI, 15540201111002. Diversity of insect associated-fungi in IPM and conventional rice risks in Sekaran Lamongan district. Under the direction of Dr.Ir.Aminudin Afandi, M.S. as the main advisor

Rice is a political commodities and is predicted to be in deficit by 2020. The main obstacle to rice production is pest infestation due to unstable ecosystems. Pest infestation is higher in conventional ecosystems than in IPM ones. Besar Village (Biointensive-IPM 1) and Kendal (Biointensive-IPM 2) in Sekaran Lamongan District have nationally recognized IPM rice ecosystems. Ngarum Village, adjacent to Besar and Kendal, IPM was not applied in the area. Data on the stability of IPM rice ecosystems in the villages of Besar and Kendal have not been reported. Insect fungi consists of a functional group of pathogens, opportunists and secondary colonizers. However, at present, research is only conducted in the entomopathogenic functional group, although all three are needed to understand the agroecosystem. This study hypothesis is insect fungi in the IPM is higher than conventional.

The study was conducted by tracing the cultivation then continued to collecting rice rhizosphere soil samples to analyze the diversity and abundance of fungi. Isolation is carried out by dilution and plating methods (dilution plate and plating methods). Serial dilutions are made from 10^{-1} to 10^{-5} dilutions, and rinsing is performed from 10^{-1} to 10^{-5} dilutions. Trapping was performed on Sabouraud Dextrose Agar Yeast (SDAY), with addition of antibiotics (Chloramphenicol). Observations were made by calculating the diversity and frequency after 7 days of inoculation (HSP).. Diversity were seen based on the number and types of fungi that are isolated in each ecosystem. Fungi identified by morphological observation and identification keys for watanabe and Barnet & Hunter. Functional grouping of fungi based on the results of Sun & Liu's research (2008).Fuctional group of fungi include pathogenic insects, opportunists and secondary colonyizers.

The variety of insect fungi in the rice rhizosphere based on Biointensive - IPM 1, Biointensive-IPM 2 and conventional is different. The diversity of the rice rhizosphere Biointensive-IPM 1 (6 species) based on Biointensive-IPM 2 (5 species) were higher than that of the conventional rice rhizosphere (3 species). Fungi that are found in all three ecosystems belong to the opportunistic functional groups and secondary colonizers. This means that the variety of functions of insect fungi were relatively small

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Keraneekaragaman Jamur Serangga pada Rizosfer Padi ber-PHT dan Konvensional di Kecamatan Sekaran Lamongan”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS., selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Ketua Jurusan HPT Bapak Luqman Qurata Aini, SP, M.Si., PhD dan Ibu Niken Kendarini, SP, M.Si selaku dosen Pembimbing akademik atas nasihat yang diberikan kepada penulis. Juga kepada seluruh dosen Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas bimbingan dan arahan yang selama ini diberikan serta kepada staff Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua, adik, dan nenek atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian dan dukungan yang diberikan kepada penulis, juga kepada rekan-rekan HPT, khususnya angkatan 2015 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, 2 Desember 2019

Penulis

RIWAYAT PENULIS

Penulis bernama Elyka Putri Pertiwi dan biasa dipanggil Elyka atau Ika.

Penulis lahir pada tanggal 23 Februari 1997 di Desa Wonoagung, Kecamatan

Kasembon Kabupaten Malang dari pasangan Bapak Sujono dan Ibu Sismiati.

Penulis merupakan putri pertama dari 2 bersaudara.

Riwayat pendidikan penulis yang pernah ditempuh yaitu Taman Kanak-

Kanak di TK Darmawanita Wonoagung (2002-2003), selanjutnya pendidikan

dasar di SDN Wonoagung 2 Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang (2003-

2009), selanjutnya SMPN 1 Kasembon Malang (2009-2012), selanjutnya di

SMAN 1 Ngantang, Malang (2012-2015). Pada tahun 2012 penulis melanjutkan

pendidikan di Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas

Brawijaya, Malang melalui jalur undangan SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk

Perguruan Tinggi Negeri) dan pada semester V penulis masuk Jurusan HPT (

Hama dan Penyakit Tumbuhan). Penulis menempuh pendidikan di perguruan

tinggi dengan menerima beasiswa Bidikmisi.

Selama menempuh pendidikan di Perguruan Tinggi, penulis aktif

diorganisasi. Penulis pernah menjadi staff Kementerian Kepemudaan Badan

Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Pertanian 2016, dan pernah menjadi

Bendahara Umum 2 Unit Kegiatan Mahasiswa Sport Corner Fakultas Pertanian

2017. Penulis juga pernah mengikuti kepanitiaan sebagai Divisi Lomba pada

acara Olimpiade Dekan FP UB 2016, Divisi Transkoper pada kegiatan

Agriculture Vaganza 2016, sebagai Sekretaris II pada kegiatan EKSPEDISI 2017,

Divisi Perlengkapan POSTER FP UB 2017, sebagai Panitia Pengarah Tani Joyo

Cup 2017, sebagai Divisi Humas pada acara *Upgrading* Pengurus Sport Corner

FP UB 2017, sebagai Koordinator Utama Komisi Penyelenggara Pemilihan

HIMAPTA 2018, sebagai Panitia Pengarah pada kegiatan EKSPEDISI 2018, dan

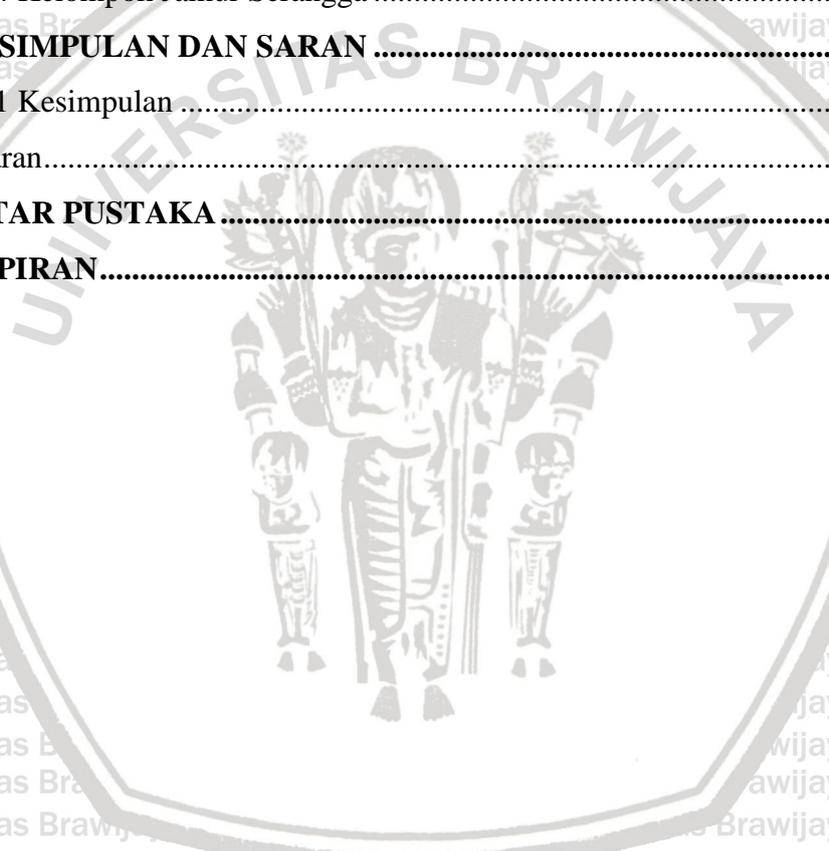
Divisi Pendamping dalam kegiatan PROTEKSI 2018.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT PENULIS	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Hipotesis	2
1.5 Manfaat	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Padi (<i>Oryza sativa</i> L.)	3
2.2 Kelompok Jamur pada Serangga	4
2.3 Keanekaragaman Jenis	4
2.4 Mekanisme Infeksi Jamur	6
2.5 Rizosfer sebagai Habitat Jamur Serangga	8
2.6 Pengaruh Lingkungan Tanah terhadap Perkembangan Jamur	9
2.6.1 pH Tanah	9
2.6.2 Suhu dan Kelembaban Tanah	9
2.6.3 Bahan Organik Tanah	10
2.7 Pengendalian Hama Terpadu	10
III. METODE	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Pelaksanaan Penelitian	14



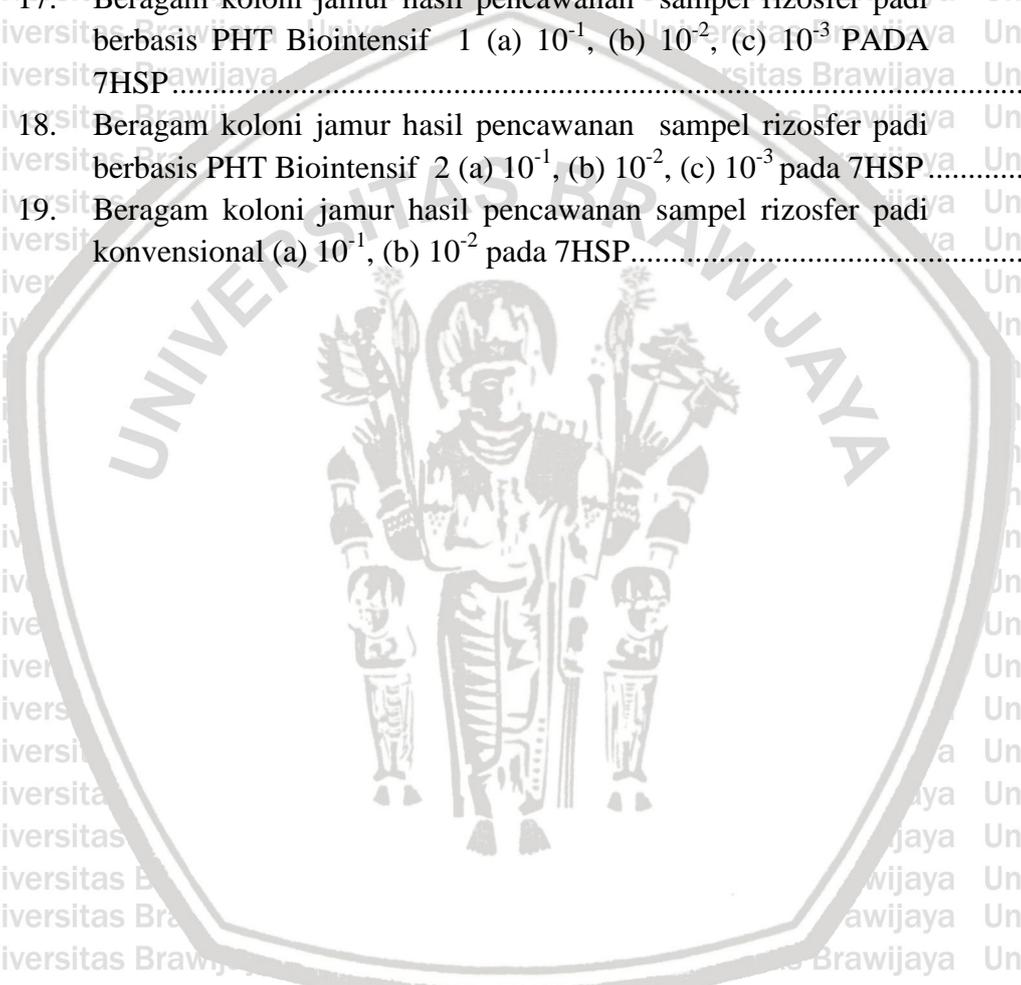
3.3.1. Penelusuran Budidaya	14
3.3.2 Pengambilan sampel tanah	15
3.3.3 Analisis Keanekaragaman , Pengelompokan Fungsional dan Identifikasi	15
3.4 Analisis Kimia.....	17
IV. PEMBAHASAN	18
4.1 Kondisi Umum Wilayah dan Penelusuran Budidaya.....	18
4.2 Identifikasi Genus Jamur pada Serangga	20
4.3 Keanekaragaman Jamur Serangga pada Rizosfer Padi berbasis PHT Biointensif 1, PHT Biointensif 2 dan Konvensional.....	26
4.4 Kelompok Jamur Serangga	29
V.KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan	34
Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	39



DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Akar (A), Batang (B), Daun (C), Bunga (D) dan Bulir Padi (E).....	3
2.	Mekanisme infeksi jamur entomopatogen pada tubuh serangga (Charnley, 2006).....	7
3.	Peta lokasi pengambilan sampel.....	13
4.	Plot pengambilan sampel.....	15
5.	Karakteristik jamur pada serangga <i>Trichoderma</i> sp. 1 A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) konidia, b) fialid C: Karakteristik <i>Trichoderma</i> sp. (Watanabe ,2002)	20
6.	Karakteristik jamur pada serangga <i>Trichoderma</i> sp. 2 A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) konidiofor, b) fialid, c) konidia C: Karakteristik <i>Tricoderma</i> sp. (Barnet & Hunter, 1972).....	21
7.	Karakteristik jamur pada serangga <i>Aspergillus</i> sp. 1 A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) konidia, b) konidiofor C : Konidia <i>Aspergillus</i> sp (Watanabe ,2002).....	21
8.	Karakteristik jamur pada serangga <i>Aspergillus</i> sp. 1 A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) konidia, c) konidiofor C : Karakteristik <i>Aspergillus</i> sp. (Barnett & Hunter ,1972).....	22
9.	Karakteristik jamur pada serangga <i>Fusarium</i> sp. 1 A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) makrokonidia, b) mikrokonidia, c) hifa C : Makrokonidia dan Mikrokonidia <i>Fusarium</i> sp. (Watanabe,2002).....	23
10.	Karakteristik jamur pada serangga <i>Fusarium</i> sp. 1 A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) makrokonidia, b) mikrokonidia, c) konidiofor C : Konidia <i>Fusarium</i> sp. (Barnett & Hunter, 1972).....	24
11.	Karakteristik jamur pada serangga <i>Fusarium</i> sp. 3 A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) makrokonidia, b) konidiofor C : Makrokonidia dan Mikrokonidia <i>Fusarium</i> sp. (Watanabe,2002).....	25

12.	Karakteristik jamur pada serangga <i>Unidentified</i> A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis hifa (perbesaran 400x)	26
13.	Persentase Distribusi Kelompok Fungsional Jamur Serangga pada Rizosfer Padi berbasis PHT Biointensif 1, berbasis PHT Biointensif 2, dan Konvensional.....	30
14.	PHT Biointensif 1 (Besar) diambil pada 30 Maret 2019.....	42
15.	PHT Biointensif 2 (Kendal) diambil pada 30 Maret 2019.....	42
16.	Konvensional (Ngarum) diambil pada 30 Maret 2019.....	43
17.	Beragam koloni jamur hasil pencawanan sampel rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1 (a) 10^{-1} , (b) 10^{-2} , (c) 10^{-3} PADA 7HSP.....	44
18.	Beragam koloni jamur hasil pencawanan sampel rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 2 (a) 10^{-1} , (b) 10^{-2} , (c) 10^{-3} pada 7HSP.....	44
19.	Beragam koloni jamur hasil pencawanan sampel rizosfer padi konvensional (a) 10^{-1} , (b) 10^{-2} pada 7HSP.....	44



DAFTAR TABEL

No.

Halaman

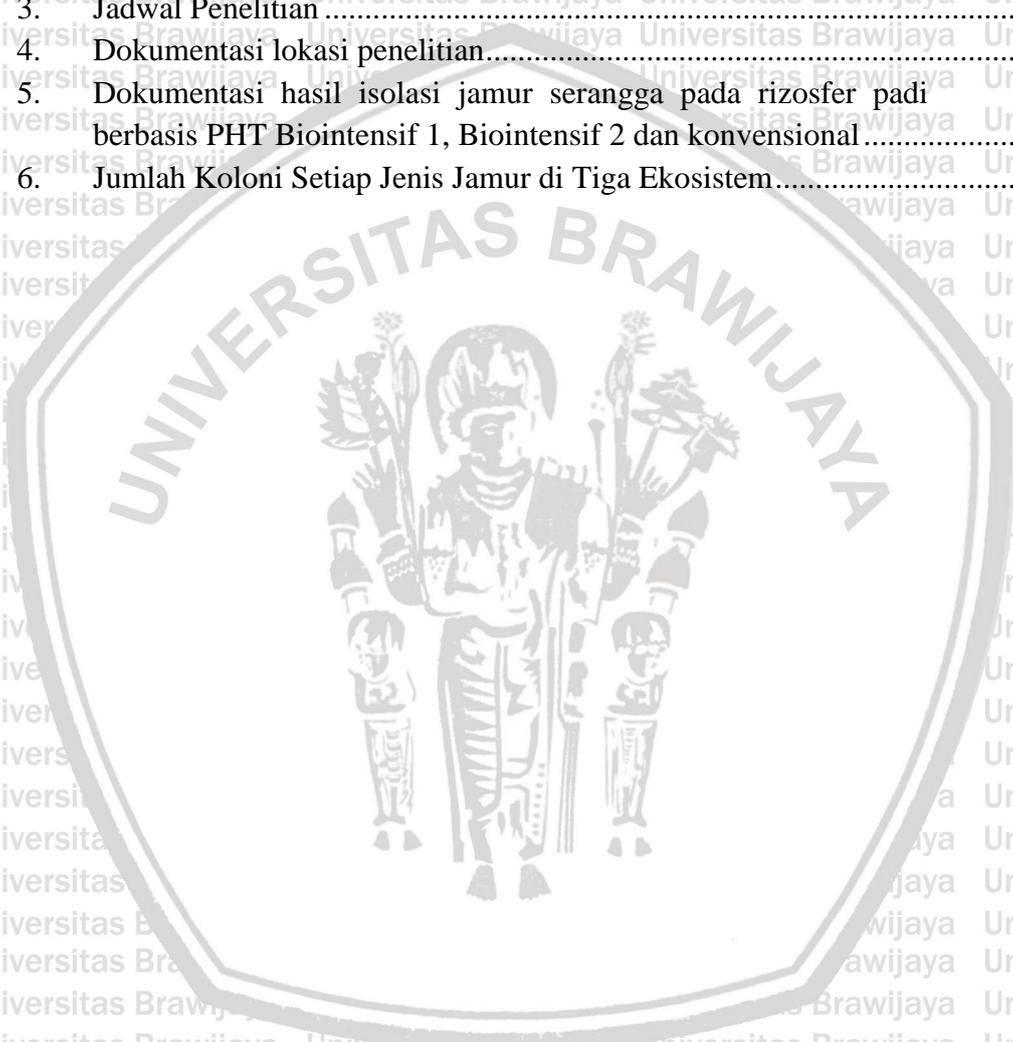
Teks

1.	Lokasi geografis pengambilan sampel	13
2.	Suhu dan Kelembaban Udara pada tiga lokasi	18
3.	Perbedaan praktek budidaya PHT dan Konvensional	19
4.	Perbedaan spesies jamur serangga pada rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1, berbasis PHT Biointensif B2, dan konvensional di Kecamatan Sekaran, Kabupaten Lamongan	27
5.	Karakter kimia dari tiga lokasi	28
6.	Kelompok fungsional isolat jamur serangga berdasarkan presentase Sun & Liu , 2008	30



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Pedoman Pelaksanaan PHT	39
2.	Gambar Identifikakais Mikroskopis berdasarkan Watanabe (2002) dan Barnet & Hunter (1992)	40
3.	Jadwal Penelitian	41
4.	Dokumentasi lokasi penelitian.....	42
5.	Dokumentasi hasil isolasi jamur serangga pada rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1, Biointensif 2 dan konvensional.....	44
6.	Jumlah Koloni Setiap Jenis Jamur di Tiga Ekosistem.....	45



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman pangan penting penghasil beras, sebagai pakan ternak dan bahan baku industri. Disamping untuk industri, beras juga digunakan untuk menilai : (1) kondisi sosial politik masyarakat (2) stabilitas nasional (3) gejolak sosial dan politik (Ismet, 2007 ; Rohman dan Maharani, 2017). Prayuginingsih (2016), mengungkapkan bahwa produksi beras dalam negeri hanya mampu memenuhi 85,31 % dari total permintaan di pasar domestik yang mencapai 40.801.607 ton pada tahun 2020, dan masih terjadi defisit beras sebesar 171.120 ton.

Defisit beras saat ini antara lain oleh kendala adanya ekosistem padi sawah yang tidak stabil yang ditunjukkan oleh serangan serangga hama. Pengendalian serangga hama, untuk itu dimulai dari tersedianya data stabilitas ekosistem padi. Menurut Bahagiawati (2001), pada ekosistem konvensional, akumulasi populasi serangga hama lebih tinggi daripada ekosistem berbasis PHT. Ekosistem padi sawah berbasis PHT dengan populasi serangga hama rendah, untuk itu berhubungan dengan ekosistem yang sudah stabil dibanding ekosistem konvensional. Desa Besar dan Kendal adalah ekosistem padi sawah berbasis PHT yang telah dikenal secara nasional, namun demikian data stabilitas ekosistemnya belum pernah dilaporkan.

Jamur pada serangga (selanjutnya disebut jamur serangga / Insect-associated fungi) adalah komponen ekosistem yang jarang dilaporkan dari berbasis PHT. Jamur serangga meliputi patogen, oportunistik dan kolonisasi sekunder pada serangga. Selama ini data keanekaragaman yang banyak dilaporkan adalah dari kelompok jamur entomopatogen, sedangkan dari kelompok oportunistik dan kolonisasi sekunder jarang dilaporkan (Sun & Liu, 2007). Habitat utama dari jamur serangga adalah rizosfer tanaman padi. Keanekaragaman jamur serangga pada rizosfer tanaman padi adalah parameter stabilitas ekosistem; data ini dibutuhkan sebelum pengendalian hama padi.

Keanekaragaman atau stabilitas ekosistem rizosfer padi berhubungan dengan sifat fisik dan kimia tanah serta iklim mikro tanaman padi. Kecamatan

Sekarang merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Lamongan yang telah menerapkan praktek berbasis PHT di sebagian besar desanya. Ekosistem padi di

Desa Besar dan Kendal, Lamongan secara keseluruhan telah berbasis PHT.

Ekosistem padi di Desa Ngarum (bersebelahan dengan Desa Besar dan Kendal), konvensional. Tersedianya data keanekaragaman dan kelimpahan jamur serangga pada rizosfer padi berbasis PHT dan konvensional menjadi kebutuhan utama untuk pemahaman agroekosistem dalam konsep PHT.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana keanekaragaman jenis jamur serangga pada rizosfer padi berbasis PHT dan konvensional di Desa Besar, Kendal, dan Ngarum?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis keanekaragaman jamur serangga pada rizosfer padi berbasis PHT dan konvensional di Desa Besar, Kendal dan Ngarum.

1.4 Hipotesis

Keanekaragaman jamur serangga pada rizosfer padi berbasis PHT lebih tinggi dibandingkan pada ekosistem padi konvensional.

1.5 Manfaat

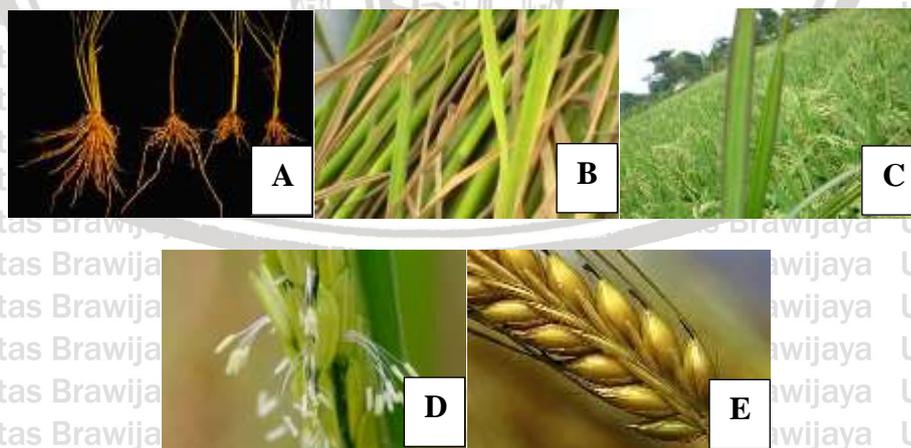
Manfaat dari penelitian ini adalah diperoleh informasi mengenai keanekaragaman jamur pada serangga pada rizosfer padi berbasis PHT dan konvensional dan dapat menjadi dasar pemahaman konsep agroekosistem untuk perbaikan strategi PHT dalam rangka meningkatkan produktivitas padi.

II. TINJAUAN PUSTAKA .

2.1 Padi (*Oryza sativa* L.)

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman strategis di Indonesia dikarenakan penghasil beras yang merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia. Berdasarkan sejarahnya, padi mempunyai ± 25 jenis yang tersebar di daerah tropik dan subtropik seperti di Asia, Afrika, Amerika dan Auastralia. Tanaman padi yang cocok hidup didaerah tropis adalah padi indica, sedangkan padi yang cocok hidup di daerah subtropis adalah padi japonica (Aak,1995).

Padi termasuk dalam keluarga gramineae, secara taksonomis termasuk dalam kingdom Plantae; Divisi Spermatophyta; Sub divisi Angiospermae; Kelas Monocotyledoneae; Ordo Poales; Family Graminae; Genus *Oryza*; Spesies *Oryza sativa* L. (Tjitrosoepomo, 2004). Padi termasuk tanaman semusim , berakar serabut, batang sangat pendek (1-1,5 cm) , struktur serupa batang terbentuk dari rangkaian pelepah daun yang saling menopang, daun sempurna dengan pelepah tegak , daun berbentuk lanset berwarna hijau muda hingga hijau tua, bertulang daun sejajar, tipe malai bercabang, bunga tersusun majemuk, buah bertipe bulir atau kariopsis yang tidak dapat dibedakan mana buah dan bijinya. Anakan padi tumbuh dari tunas yang berasal pada tiap-tiap buku batang dan mampu tumbuh sampai 50 batang anakan (Soemartono dan Haryono, 1972; Aak,1995).



Gambar 1. Akar (A), Batang (B), Daun (C), Bunga (D) dan Bulir Padi (E)

2.2 Kelompok Jamur pada Serangga

Jamur pada serangga yang kemudian disebut jamur serangga adalah bukan sebagai patogen yang sebenarnya, atau sebagai patogen pada kondisi tertentu (Mujiono, 2013). Berdasarkan biologinya jamur serangga dikelompokkan ke dalam 3 (tiga) kelompok yaitu (1) patogen serangga merupakan patogen mikroorganisme yang dapat menyebabkan sakit pada serangga hama; (2) oportunist 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).

Kelompok jamur sebagai patogen serangga antara lain *B. bassiana*, *M. anisopliae var. anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*, *Paecilomyces farinosus*, *Tolyposcladium inflatum* dan *Nomuraea rileyi* (Sun dan Liu, 2008; Sun *et al.*, 2008; Vidhate *et al.*, 2013; Anwar *et al.*, 2015). Kelompok jamur sebagai oportunist 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).

2.3 Keanekaragaman Jenis

Keanekaragaman hayati merupakan kegiatan yang mengungkapkan jumlah jenis yang ditemukan pada suatu komunitas dan bagaimana pemerataan jumlah individu tersebut diantara jenis tersebut (Magurran, 1987). Pengertian lain dari keanekaragaman hayati adalah variabilitas di antara makhluk hidup dari semua sumber, termasuk interaksi ekosistem terestrial pesisir dan lautan serta kompleks ekologis tempat makhluk hidup menjadi bagiannya. Hal ini meliputi keanekaragaman jenis, antar jenis dan ekosistem (Convention on Biological

Diversity, 1993). Mardiasuti (1999), menyatakan keanekaragaman hayati merupakan istilah yang digunakan untuk derajat keanekaragaman sumberdaya alam hayati, meliputi jumlah maupun frekuensi dari ekosistem, spesies, maupun gen di suatu daerah. Lebih mudahnya, keanekaragaman hayati adalah kelimpahan berbagai jenis sumberdaya alam hayati yang terdapat di muka bumi. Keanekaragaman adalah jumlah total spesies dalam suatu daerah tertentu atau diartikan juga sebagai jumlah spesies yang terdapat dalam suatu area antar jumlah total individu dari spesies yang ada dalam suatu komunitas.

Pengukuran keanekaragaman dalam pemahaman konsep agroekosistem sangat penting. Magurran (1987) menjelaskan bahwa terdapat 3 alasan yang mendasari pentingnya keanekaragaman dan pengukurannya, yaitu: (1) keanekaragaman merupakan topik sentral dalam ekologi, menggugah minat peneliti untuk melihat pola-pola keanekaragaman spasial dan temporal dan mendorong untuk memahami ekologi (2) pengukuran keanekaragaman dapat dijadikan indikator untuk melihat kestabilan sistem ekologi (3) keanekaragaman sebagai sebuah konsep yang jelas dan secara cepat dapat diukur. Pengukuran keanekaragaman spesies dapat dibagi ke dalam 3 kategori yaitu: (1) indeks kekayaan spesies, indeks-indeks ini intinya mengukur jumlah spesies yang ditentukan dalam plot contoh. Indeks kekayaan spesies dapat diukur dengan menggunakan indeks Margalef's maupun indeks Menhinick's. (2) model kelimpahan spesies, yang menggambarkan distribusi kelimpahan spesies. Model kelimpahan spesies memberikan pemerataan dan ciri untuk spesies yang tidak setara. Indeks kelimpahan dapat diukur dengan indeks Simpson (3) indeks berdasarkan proporsi kelimpahan spesies. Indeks ini dapat diukur dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Magurran 1987).

Kelimpahan adalah jumlah yang dihadirkan oleh masing-masing spesies dari seluruh individu dalam komunitas (Campbell & Reece), 2010, h. 385). Kelimpahan adalah jumlah individu yang menempati wilayah tertentu atau jumlah individu suatu spesies per kuadrat atau persatuan volume. (Michael, 1994, h. 89).

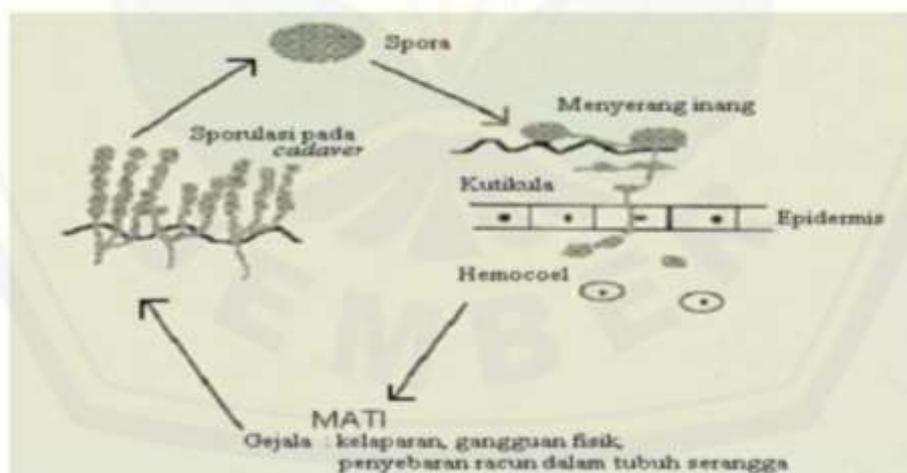
Sementara Nybakken (1992, h. 27) mendefinisikan kelimpahan sebagai pengukuran sederhana jumlah spesies yang terdapat dalam suatu komunitas atau tingkatan trofik. Berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa

kelimpahan adalah jumlah atau banyaknya individu pada suatu area tertentu dalam suatu komunitas. Kelimpahan relatif adalah proporsi yang direpresentasikan oleh masing – masing spesies dari seluruh individu dalam suatu komunitas (Campbell, 2010. h. 385).

2.4 Mekanisme Infeksi Jamur

Pada umumnya jamur ditularkan dengan spora melalui dinding tubuh serangga atau kutikulanya. Patogen serangga memasuki tubuh serangga melalui dua jalan : 1) ketika inang menelan individual patogen selama proses makan (dikenal sebagai *passive entry*), dan 2) ketika patogen masuk melalui bukaan-bukaan alami atau penetrasi langsung ke kutikula serangga (*active entry*) (Sanjaya, 2010).

Proses infeksi jamur entomopatogen pada serangga terjadi akibat adanya kontak konidia (konidiospora) secara pasif dengan bantuan angin. Konidia menetrasi kutikula serangga dengan bantuan enzim pengurai Enzim tersebut antara lain kitinase, lipase, amilase, protease, serta racun dari golongan dekstruksin dan mikotoksin yang menghambat energi dan protein. Akibat gangguan toksin tersebut gerakan serangga menjadi lambat, perilaku tidak tenang, kejang-kejang dan akhirnya mati. Setelah serangga mati, jamur membentuk kladiospor di dalam tubuh serangga. Kematian serangga sasaran oleh jamur entomopatogen sangat dipengaruhi oleh jumlah konidia yang diinokulasikan, keadaan suhu dan kelembaban lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan jamur. Toksin yang dihasilkan oleh jamur entomopatogen memegang peranan penting yang dapat membunuh inang dengan cara merusak struktur organik, sehingga terjadi dehidrasi dalam sel, menyebabkan tidak terjadinya regenerasi jaringan (Tanrirawe, 2013).



Gambar 2. Mekanisme infeksi jamur entomopatogen pada tubuh serangga (Charnley, 2006).

Serangga hama yang terinfeksi jamur entomopatogen akan timbul beberapa gejala diantaranya larva menjadi gelisah, kurang aktif, aktivitas makan menurun dan kehilangan kemampuan koordinasi. Di lapangan, serangga yang telah terinfeksi seringkali bergerak ke tempat yang lebih tinggi menjauhi permukaan tanah. Perilaku seperti ini diduga untuk melindungi kelompoknya agar tidak terserang jamur. Pada umumnya, semua jaringan dalam tubuh serangga dan cairan tubuh habis digunakan oleh jamur, sehingga serangga mati dengan tubuh yang mengeras seperti mumi (Sanjaya, 2010).

Mekanisme infeksi jamur khususnya oportunistis 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).

2.5 Rizosfer sebagai Habitat Jamur Serangga

Rhizosfer, menurut Simatupang (2008) adalah bagian tanah yang berada di sekitar perakaran tanaman. Menurut Rao (2005), rhizosfer adalah selapis tanah yang menyelimuti permukaan akar tanaman, yang disebut rhizoplane yang masih dipengaruhi oleh aktivitas akar. Rhizosfer merupakan habitat yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroba, dikarenakan akar tanaman menyediakan berbagai bahan organik yang umumnya menstimulir pertumbuhan mikroba.

Efek rhizosfer menunjukkan pengaruh keseluruhan perakaran tanaman terhadap mikroorganisme tanah, termasuk didalamnya jamur yang berasosiasi dengan serangga. JS lebih mudah didapatkan pada daerah rizosfer (Trizelia *et al.*, 2015). Carlile *et al.*, (2001) mengemukakan bahwa populasi mikroorganisme di rizosfer biasanya lebih banyak dan beragam dibandingkan pada tanah bukan rizosfer. Salah satu dari faktor-faktor terpenting yang bertanggung jawab atas terjadinya efek rizosfer adalah variasi yang besar dalam hal senyawa organik yang

tersedia di daerah perakaran berupa getah yang dikeluarkan oleh akar, baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi kualitas dan kuantitas mikroorganisme di daerah perakaran. Simatupang (2008), menyatakan bahwa aktivitas mikroorganisme rhizosfer dipengaruhi oleh eksudat yang dihasilkan oleh perakaran tanaman. Eksudat akar mengeluarkan bahan dari aktivitas sel akar hidup seperti gula, asam amino, asam organik, asam lemak dan sterol, faktor tumbuh, nukleotida, flavonoid, enzim dan *miscellaneous* (Soemarno, 2010). Keberadaan jamur serangga di rizosfer tanaman dipengaruhi oleh kondisi tanah, seperti kandungan bahan organik, suhu, kelembapan, inang, dan adanya aplikasi pestisida sintetis (Cardon dan Julie, 2007).

2.6 Pengaruh Lingkungan Tanah terhadap Perkembangan Jamur

Komposisi kuantitatif populasi dalam tanah sangat tergantung pada sumber dan kondisi alami dari tanah serta kondisi relatif dari unsur organik dan anorganik. Keadaan iklim daerah dan keanekaragaman tanaman yang tumbuh juga menentukan berlimpahnya mikroba yang mendiami tanah tersebut (Sutedjo *et al.*, 1996). Lingkungan tanah merupakan reservoir penting untuk berbagai macam jamur serangga, yang secara signifikan dapat berkontribusi pada pengendalian populasi serangga, termasuk hama pertanian dan hutan (Mora *et al.*, 2016).

2.6.1 pH Tanah

Ditemukan korelasi yang signifikan antara pH tanah dan keberadaan jamur. Pada umumnya jamur lebih toleran terhadap keasaman daripada alkalinitas. Ada pH minimum, pH optimum, dan pH maksimum. Jamur lebih menyukai pH asam, rentang pH pertumbuhan jamur dari 1 – 9 dan pH optimumnya 5–6. Selama pertumbuhan pH dapat berubah, naik atau turun, bergantung kepada komposisi medium yang diuraikan (Barnett & Hunter, 1972).

2.6.2 Suhu dan Kelembaban Tanah

Storey *et al.*, (1990), menunjukkan bahwa suhu dan kelembaban tanah adalah faktor kunci untuk pembentukan konidia di dalam tanah. Kelembaban yang tinggi dan suhu tanah yang tinggi mengurangi kelangsungan hidup konidia dan infektivitas *Beauveria spp* (Meyling and Eilenberg, 2006). Penelitian yang dilakukan Popowska-Nowak *et al.*, (2016) menunjukkan lebih banyak isolat jamur yang ditemukan di tanah yang diambil sampelnya di musim semi daripada yang

diambil di musim gugur. Perbedaannya ini disebabkan oleh kelembaban tanah yang lebih tinggi di musim semi, yang umumnya dikenal untuk memfasilitasi pengembangan jamur di habitat tanah. Fungi entomopatogen dapat tumbuh pada habitat yang memiliki kelembaban yang tinggi dengan suhu yang rendah ($\leq 28^{\circ}\text{C}$) (Luangsa-Ard *et al.*, 2006).

2.6.3 Bahan Organik Tanah

Bahan organik adalah semua bahan yang berasal dari jaringan tanaman dan hewan baik yang masih hidup maupun yang telah mati, pada berbagai tahap dekomposisi. Menurut Kononova (1966), bahan organik tanah adalah suatu bahan yang kompleks dan dinamis, berasal dari sisa tanaman dan hewan yang terdapat di dalam tanah dan mengalami perombakan secara terus menerus.

Bahan organik mempunyai peranan yang penting dalam kehidupan dan kesuburan tanah, peranan bahan organik tersebut antara lain : berperan dalam pelapukan dan proses dekomposisi mineral tanah, sumber hara tanaman, pembentukan struktur tanah stabil dan pengaruh langsung pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman di bawah kondisi tertentu (Kononova, 1966). Djajakirana (2002) juga mengemukakan bahwa bahan organik memiliki peran dan fungsi yang sangat vital di dalam tanah, ia berperan sangat penting dalam mempengaruhi ketiga sifat tanah. Stevenson (1982) mengemukakan bahwa pengaruh bahan organik terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah, yaitu sebagai penyedia unsur hara seperti N, P dan S bagi tanaman, sebagai sumber energi bagi organisme tanah, sebagai penyangga (buffer) terhadap perubahan pH, dapat mengkelat logam-logam, berkombinasi dengan mineral liat memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan kapasitas tukar kation.

2.7 Pengendalian Hama Terpadu

Karmawati (2010) mendefinisikan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) adalah pendekatan pengelolaan populasi secara ekologi dan multidisiplin dengan memanfaatkan semua teknik secara compatible. Sistem pengendalian yang bersifat alami harus didahulukan. Konsep tersebut menunjukkan bahwa pengendalian hama harus memadukan berbagai komponen dengan tetap memperhatikan kelestarian ekologi dan sedikit mungkin input dari luar. Seiring dengan perkembangan jalan, PHT yang semula dianggap sebagai teknologi kini

telah dipandang sebagai suatu konsep dalam penyelesaian masalah lapangan (Kenmore,1996).

Penerapan PHT secara operasional mencakup upaya pengendalian hama dan penyakit secara preemtif dan responsif. Upaya preemtif adalah upaya pengendalian yang didasarkan pada informasi dan pengalaman mengenai status hama dan penyakit pada waktu sebelumnya. Upaya ini mencakup penentuan pola tanam, penentuan varietas, penentuan waktu tanam, keserentakan tanam, pemupukan, pengairan, jarak tanam, penyiangan, penggunaan agen antagonis dan budidaya lainnya. Sedangkan upaya responsif adalah upaya pengendalian yang didasarkan pada informasi status hama dan penyakit dan faktor yang berpengaruh pada musim yang sedang berlangsung, serta pertimbangan biaya dari tindakan yang perlu dilakukan. Upaya ini meliputi penggunaan musuh alami, pestisida nabati, pengendalian mekanis, antraknan dan pestisida kimia.

Penerapan konsep PHT secara seksama dimulai pada tahun 1976 dan sejak tahun 1989 dikembangkan program PHT yang fokus pada tanaman padi. Program tersebut telah membawa Indonesia diakui oleh dunia internasional berhasil mengembangkan PHT. Dukungan politik bagi pengembangan PHT secara luas dapat dilihat dari Instruksi Presiden No.3 tahun 1986 yang melarang 57 formulasi insektisida pada tanaman padi (Untung, 2000).

Dalam perjalanannya, berbagai konsep PHT muncul. Dua konsep PHT yang dikenal pertama adalah PHT ekologis dan teknologis. PHT ekologis merupakan konsep yang dikembangkan dari pengertian situasi lokal, yang mengandalkan pada aktivitas musuh alami dan praktik bercocok tanam. Dalam hal ini petani, peneliti, dan penyuluh bekerja sama dalam mengembangkan pemecahan masalah organisme pengganggu tanaman, sedangkan petani sebagai faktor kunci. Sedangkan PHT teknologis merupakan konsep pengembangan PHT dimana intervensi terhadap OPT didasarkan pada suatu nilai ambang. Kemudian konsep ini berkembang menjadi konsep PHT berbasis ekologi. PHT berbasis ekologi merupakan konsep yang dikemukakan oleh *Committee on Pest and Patogen Control through Management of Biological Control and Enhanced Cycles and Natural Process* (1996). Menurut komisi, dalam sistem cara PHT diintegrasikan

ke dalam sistem pengelolaan unsur-unsur budidaya yang lain, misalnya pemupukan, pengolahan tanah, dan pola tanam.

Pada tahun 2001, Dufour seorang pakar dari NCAT (*National Center for Appropriate Technology*) mengemukakan pendekatan baru dalam penerapan PHT, yaitu PHT biointensif. PHT biointensif merupakan suatu sistem pendekatan pengelolaan hama yang didasarkan pada pemahaman ekologi hama. Pada PHT biointensif diawali dengan langkah untuk secara akurat mendiagnosis sifat dan sumber masalah hama, dan kemudian bergantung pada berbagai taktik pencegahan dan pengendalian hayati untuk menjaga agar populasi hama berada dalam batas yang dapat diterima. Untuk mengurangi resiko maka pestisida digunakan jika taktik lain belum cukup efektif, sebagai pilihan terakhir, dan dilaksanakan dengan hati-hati untuk meminimalkan resiko (Mujiono, 2013).



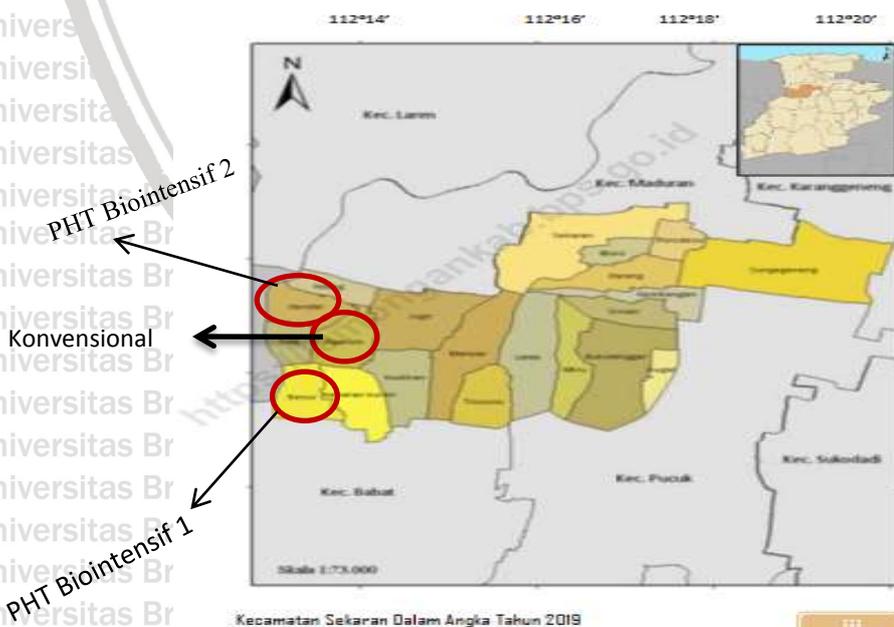
III. METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian secara administratif terletak di Desa Besar, Desa Kendal, dan Desa Ngarum Kecamatan Sekaran, Kabupaten Lamongan. Pemilihan lokasi didasarkan pada perbedaan penerapan praktek pertanian padi. Desa Besar dan Kendal menerapkan praktek berbasis PHT Biointensif sedangkan Desa Ngarum menerapkan praktek konvensional. Selanjutnya untuk Desa Besar disenit PHT Biointensif 1 dan Desa Kendal disebut PHT Biointensif 2. Jarak antar lokasi pengambilan sampel adalah ± 2 km. Lokasi geografis pengambilan sampel dapat dilihat pada tabel 1. Pengujian dilakukan di sub laboratorium Pengendalian Hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada bulan Februari-Juli 2019. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura Bedali-Lawang.

Tabel 1. Lokasi geografis pengambilan sampel

Koordinat	Lokasi		
	Besur	Kendal	Ngarum
Latitude	7°2'50"	7°2'37"	7°3'45" S
Longitude	112°12'55" E	112°13'18" E	112°15'4" E



Gambar 3. Peta lokasi pengambilan sampel



3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah sekop tangan kecil, penggaris, meteran, kotak kedap udara ($p = 30$ cm; $l = 30$ cm; $t = 60$ cm) untuk pengambilan contoh tanah; autoklaf untuk sterilisasi alat dan media tumbuh; kotak plastic berukuran ($p = 13$ cm; $l = 13$ cm; $t = 10$ cm), *laminar air flow*, timbangan untuk menimbang sampel tanah, jarum Ose untuk isolasi jamur serangga; cawan Petri kaca ($d = 9$ cm) sebagai tempat media tumbuh jamur; Stick L untuk meratakan hasil pengenceran pada media SDAY; Plastik Wrap untuk membungkus cawan petri, gelas objek dan gelas penutup untuk pengamatan jamur secara mikroskopis, kamera digital untuk dokumentasi pengamatan ciri makroskopis jamur dan untuk identifikasi jamur patogen serangga; mikropipet untuk pengenceran suspensi, *shaker* alat untuk perbanyak konidia jamur, *haemocitometer* untuk perhitungan kerapatan konidia, alat penghitung tangan untuk menghitung konidia, mikroskop binokuler dan mikroskop berkamera untuk pengamatan jamur secara mikroskopis.

Bahan-bahan yang dibutuhkan adalah contoh tanah untuk isolasi jamur serangga; alkohol 70 % untuk sterilisasi tangan dan alat; NaOCl untuk sterilisasi; media SDAY (*sabauraud dextrose agar yeast*) dengan komposisi bahan; akuades 1 liter, dextrose 40 gram, agar 15 gram, yeast extract 2,5 gram, pepton 10 gram, kloramfenikol (*antibiotik*) 0,5 gram (2 butir).

3.3 Pelaksanaan Penelitian

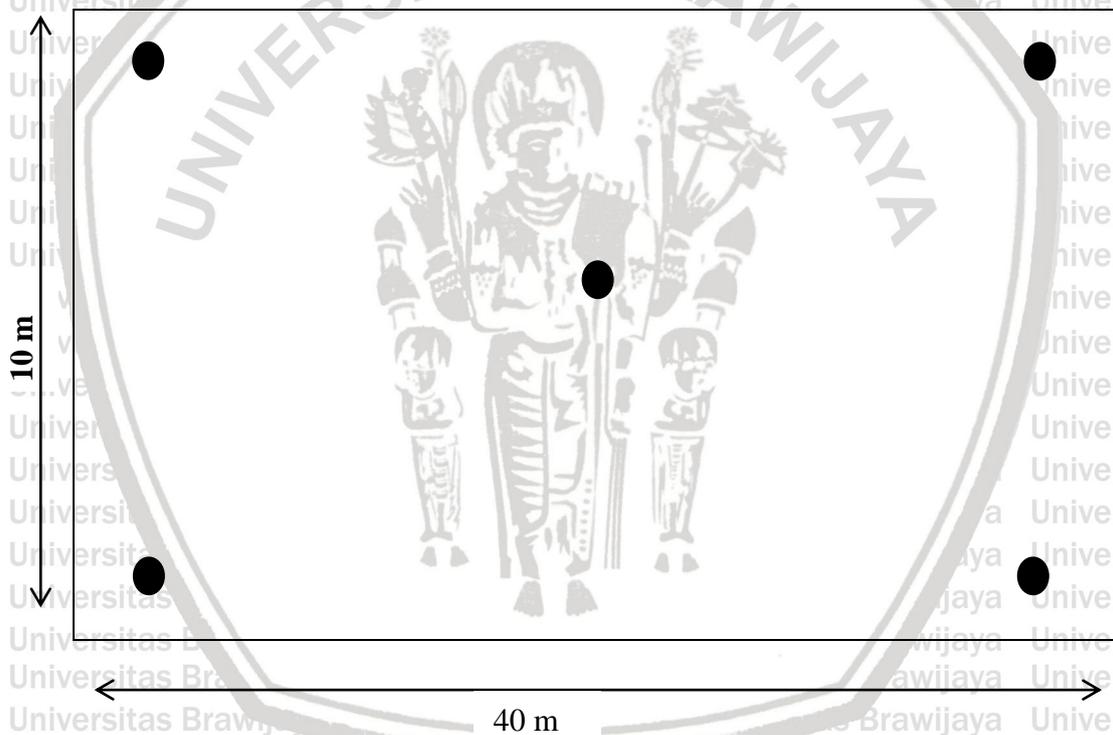
Analisis keanekaragaman dan kelimpahan cendawan pada rizosfer padi berbasis PHT dan konvensional dilakukan dengan beberapa tahap. Dimulai dari penelusuran budidaya dan pengambilan sampel tanah dari rizosfer padi berbasis PHT dan konvensional. Selanjutnya dilakukan analisis keanekaragaman, kelimpahan, pengelompokan fungsional dan identifikasi cendawan yang terisolasi dengan metode pengenceran dan pencawan (*dilution and plating methods*).

3.3.1. Penelusuran Budidaya

Penelusuran budidaya dilakukan untuk mengetahui tindakan-tindakan atau cara budidaya yang dilakukan petani baik pada lahan berbasis PHT maupun konvensional. Penelusuran budidaya meliputi aspek pengolahan tanah, penanaman, pengairan, pemupukan, pengelolaan OPT dan produktivitas.

3.3.2 Pengambilan sampel tanah.

Tanah dikoleksi dari rizosfer padi dengan sistem budidaya PHT di Desa Besar dan Kendal serta Konvensional di Desa Ngarum, Kecamatan Sekaran, Kabupaten Lamongan. Pembuatan plot penelitian dilakukan secara *purposive random sampling*, yaitu tehnik pengambilan sampel dengan memperhatikan pertimbangan-pertimbangan yang dibuat oleh peneliti (Hadi, 2004). Pertimbangan yang diambil antara lain tanaman dalam keadaan sehat dalam luasan plot. Plot dibuat dengan ukuran 10x 40 m, pada masing-masing bagian ditentukan 5 titik secara acak untuk pengambilan sampel tanah. Tanah diambil pada kedalaman 15 cm dan dihomogenkan, dimasukkan ke dalam plastik sehingga tidak ada kontak dengan udara luar dan dimasukkan dalam *ice box* agar kelembaban tetap terjaga. Selanjutnya diproses di laboratorium.



Gambar 4. Plot pengambilan sampel

3.3.3 Analisis Keanekaragaman, Pengelompokan Fungsional dan Identifikasi

a. Isolasi

Dilakukan dengan metode pengenceran bertingkat (*Dillution plate*).

Tiap 10g sampel dilarutkan dengan air steril sehingga didapat suspensi tanah sebanyak 100 ml suspensi diguncang dengan menggunakan alat *orbital shaker* selama 20 menit dengan kecepatan 150 rpm. Suspensi

kemudian diencerkan segera secara seri dengan cara mencampurkan 1 ml suspensi tanah dengan 9 ml aquades steril dalam tabung reaksi sehingga didapat pengenceran 10^{-1} . Suspensi pengenceran 10^{-1} diencerkan dengan mencampurkan 1 ml larutan 10^{-1} dengan 9 ml aquades steril dalam tabung reaksi sehingga didapat pengenceran 10^{-2} . Pengenceran terus dilakukan hingga tingkat pengenceran 10^{-5} . Untuk pengenceran 10^{-3} sampai 10^{-5} di ambil 1 ml kemudian dibiakan dalam cawan Petri yang berisi media SDAY (*Sabouraud dextrose agar with yeast extract*) yang sudah padat. Hasil biakan diamati tiga hari setelah pencawanan (HSP) dengan asumsi semua mikroba sudah tumbuh

b. Keanekaragaman Jamur

Keanekaragaman jamur serangga dilihat secara deskriptif morfologi. Perbedaan jenis dan jumlah menjadi dasar dalam menganalisis keanekaragaman jamur serangga di ekosistem berbasis PHT dan Konvensional. Jumlah individu ditentukan berdasarkan koloni yang tumbuh dan pada morfologi koloni yang nampak. Koloni-koloni yang memiliki morfologi sama maka dikelompokkan pada jenis individu yang sama, dan koloni yang memiliki morfologi berbeda dikelompokkan pada jenis yang berbeda. Penggunaan metode *dillution plate* memudahkan dalam perhitungan, dikarenakan koloni jamur akan tumbuh secara terpisah.

e. Pengelompokan Fungsional.

Pengelompokan ini, ditujukan untuk isolat jamur yang belum diketahui atau dilaporkan sebagai patogen serangga sebelumnya sehingga perlu diketahui peran fungsionalnya (anwar *et al.*,2015). Pengelompokan fungsional didasarkan pada hasil penelitian dan pengelompokan oleh Sun & Liu (2008) sebagai berikut :

1. Patogen serangga..
2. Oportunis
3. Koloniser sekunder

d. Identifikasi.

Identifikasi morfologi didasarkan pada buku panduan identifikasi, Barnett and Hunter (1972). Pengamatan makroskopis meliputi warna

koloni, bentuk koloni, dan tekstur koloni. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis antara lain, hifa bersekat atau tidak bersekat, pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak bercabang), warna hifa (gelap atau hialin transparan), warna konidia (gelap atau hialin transparan), ada tidaknya konidia dan bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan).

3.4 Analisis Kimia

Analisis kimia bertujuan untuk mengetahui jumlah unsur-unsur kimia tanah yang turut berperan dalam kehidupan jamur pada serangga. Unsur-unsur kimia tanah yang diukur antara lain pH tanah dan bahan organik tanah.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

IV. PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Wilayah dan Penelusuran Budidaya

Kecamatan Sekaran terletak pada posisi koordinat $7^{\circ}04'12''$ Lintang Selatan dan $112^{\circ}13'14''$ Bujur Timur dengan ketinggian dari permukaan air laut (DPL) 6,60 meter, data bersumber dari *google earth* (BPS, 2019). Kecamatan Sekaran berbatasan langsung dengan beberapa Kecamatan, sebelah utara dengan Kecamatan Maduran, sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Karanggeneng, sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Pucuk dan sebelah barat berbatasan langsung dengan Kecamatan Babat. Kecamatan Sekaran memiliki curah hujan rata-rata 84 mm/tahun. Kondisi iklim mikro hasil pengukuran pada ketiga lokasi penelitian disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Suhu dan Kelembaban Udara pada tiga lokasi

Nomor	Lokasi	Suhu Udara ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban Udara (%)
1	Besur	24,4	78
2	Kendal	24,6	75
3	Ngarum	25,5	66

Kecamatan Sekaran merupakan kecamatan di Kabupaten Lamongan yang memiliki produksi padi tinggi yaitu 489,844 ton dengan luas panen 7,050 Ha (BPS,2019). Sebagian besar desa di Kecamatan Sekaran telah menerapkan praktek berbasis PHT untuk padi, contohnya di Besur dan Kendal bahkan telah dikenal secara nasional. Hal ini ditandai dengan diadakannya Gelar Teknologi Jawa Timur 2018 di Desa Besur dengan praktek berbasis PHT sebagai ikon utama. Namun ada beberapa desa juga yang belum menerapkan praktek berbasis PHT, salah satunya Desa Ngarum. Perbedaan praktek budidaya dapat dilihat pada tabel 3.

Praktek budidaya padi berbasis PHT pada Kecamatan Sekaran digolongkan pada konsep PHT Biointensif, yakni suatu sistem pendekatan pengelolaan hama yang didasarkan pada pemahaman ekologi hama (Mudjiono, 2013). Hal ini dicerminkan pada tindakan- tindakan preemtif yang dilakukan untuk menjada agara populasi hama berada pada batas yang dapat diterima (Lampiran 1).

Tabel 3. Perbedaan praktek budidaya PHT dan Konvensional

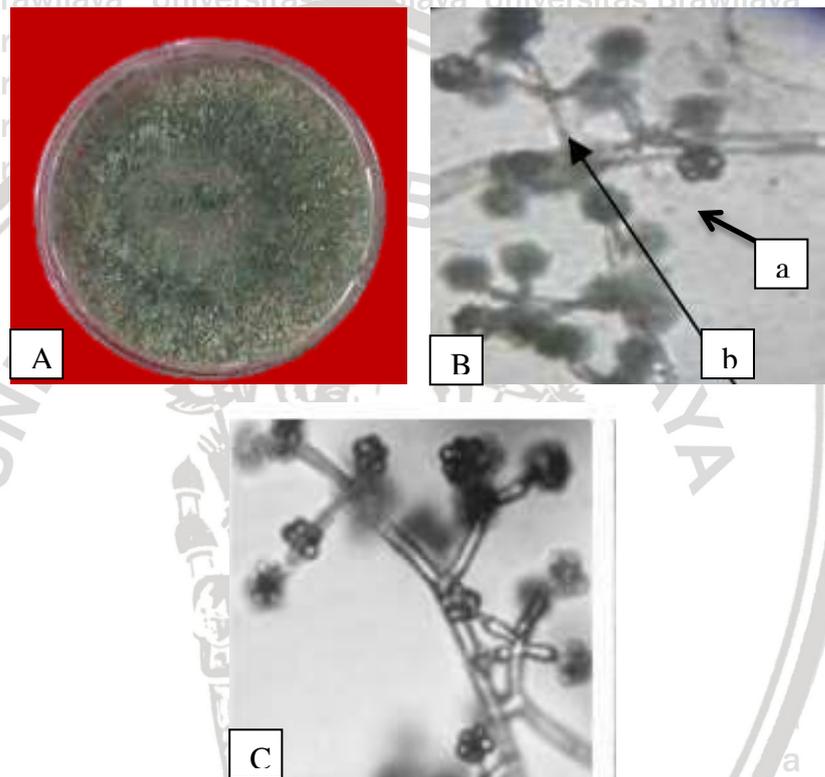
Parameter	PHT	Konvensional
Pengolahan tanah	<ul style="list-style-type: none"> • Pengolahan tanah dilakukan mulai 30 hari sebelum tanam dengan cara disingkal • Jerami dikembalikan ke tanah • Aplikasi pupuk kompos sebanyak 4 sak / bumi 100 • Aplikasi PGPR setelah tebar kompos 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengolahan tanah dilakukan dua minggu sebelum tanam • Jerami tidak dikembalikan ke tanah • Aplikasi pupuk kompos yang diberikan oleh pemerintah • Tidak ada aplikasi PGPR
Penanaman	<ul style="list-style-type: none"> • Jarak tanam yang digunakan 40x 20x 14 cm (sistem jajar legowo) • Tidak ada rotasi tanam 	<ul style="list-style-type: none"> • Jarak tanam yang digunakan 15 x 20 cm • Rotasi tanam dengan palawija, ratio 2: 1 (padi : palawija)
Pemupukan	<ul style="list-style-type: none"> • Pra tanam Phonska 14 kg/ bumi 100 • 14 hst Phonska 14 kg dan Urea 14 kg per bumi 100 • 28-35 hst Phonska 14 kg dan urea 7-14 kg per bumi 100 	<p>Pemupukan dilakukan pada 15 dan 30 hst dengan aplikasi pupuk urea dan Phonska.</p>
Pengairan	Tadah hujan	Tadah hujan
Pengelolaan OPT	<ul style="list-style-type: none"> • Dilakukan monitoring setiap minggu • Mengaplikasikan agens hayati <i>Beauveria bassiana</i> • Rekayasa ekosistem dengan penanaman refugia • Aplikasi pestisida sintetis dijadikan sebagai alternative terakhir dan ketika serangan OPT melebihi ambang ekonomi 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada monitoring • Tidak mengaplikasikan agens hayati • Tidak ada rekayasa ekosistem • Menggunakan pestisida sintetis
Produktivitas	12 to/ha	7 ton/ha



4.2 Identifikasi Genus Jamur pada Serangga

Semua isolat jamur serangga diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis menggunakan Watanabe (2002), Barnett dan Hunter (1967) (Lampiran 2). Deskripsi spesies jamur pada serangga rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1, berbasis PHT Biointensif 2, dan konvensional berdasarkan makroskopis dan mikroskopis sebagai berikut:

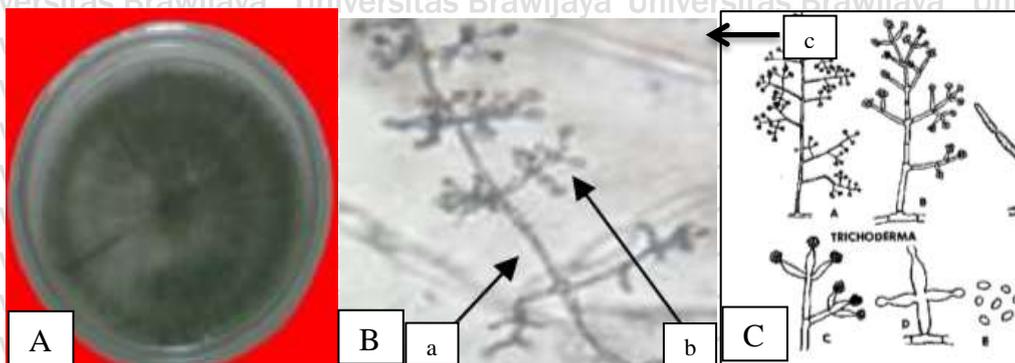
Trichoderma sp.1



Gambar 5. Karakteristik jamur pada serangga *Trichoderma* sp. 1 A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDA B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) konidia, b) fialid C: Karakteristik *Trichoderma* sp. (Watanabe, 2002)

Koloni memiliki warna permukaan hijau dan warna dasar hijau tua. Bentuk koloni bulat, bertekstur halus dengan datar. Konidia berbentuk bulat, fialid pendek dan tebal. Sesuai dengan pernyataan Watanabe (2002), bahwa *Trichoderma* sp. memiliki koloni berwarna hijau gelap pada media PDA, dengan struktur berbentuk bantal terdistribusi. Konidia hialin, berbentuk globose, subglobose, atau bulat telur. Fialid pendek dan tebal.

Trichoderma sp.2



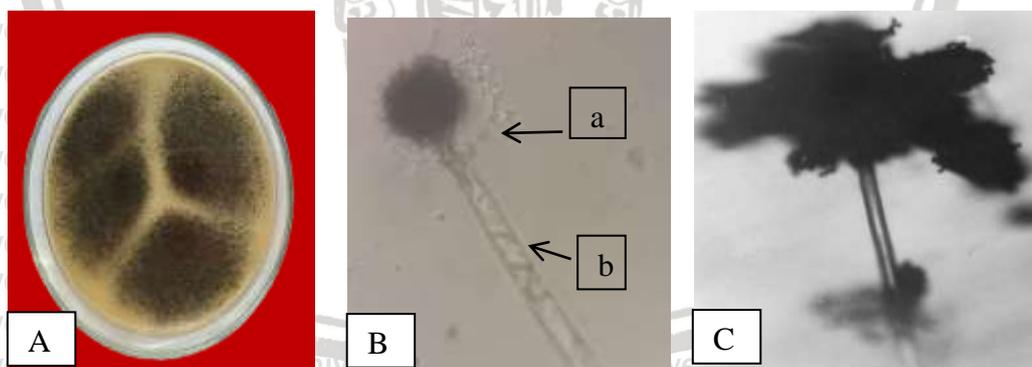
Gambar 6. Karakteristik jamur pada serangga *Trichoderma* sp. 2 A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) konidiofor, b) fialid, c) konidia C: Karakteristik *Tricoderma* sp. (Barnet & Hunter, 1972).

Koloni pada media SDAY berwarna hijau gelap. Bentuk bulat, elevasi datar.

Memiliki konidiofor bercabang, fialid lancip ke arah puncak, dan konidia berbentuk bulat. Ciri-ciri ini sesuai dengan ciri-ciri *Trhoderma* sp. yang dikemukakan oleh Barnet dan Hunter (1972), yaitu konidiofor hialin dan bercabang, fialid tunggal atau berkelompok, konidia hialin bersel tunggal.

Biasanya bersifat saprofit c di tanah atau di kayu, sangat umum, beberapa spesies dilaporkan sebagai parasit pada jamur lain.

Aspergillus sp. 1

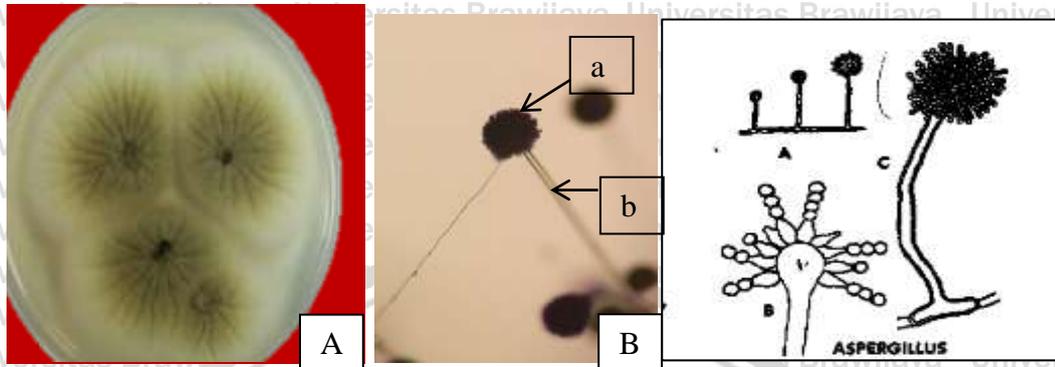


Gambar 7. Karakteristik jamur pada serangga *Aspergillus* sp. 1 A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) konidia, b) konidiofor C : Konidia *Aspergillus* sp (Watanabe ,2002).

Koloni memiliki warna permukaan hitam dan warna dasar hitam. Bentuk koloni tidak beraturan, berserbuk dan menyebar. Memiliki konidia berbentuk bulat berwarna hitam. Konidiofor hialin dan tegak, Watanabe (2002) menyatakan, *Aspergillus* sp. memiliki karakteristik massa spora berwarna hijau

gelap, coklat dan hitam. Konidiofor hialin atau krem. Konidia memiliki massa berwarna hitam dan berbentuk globose.

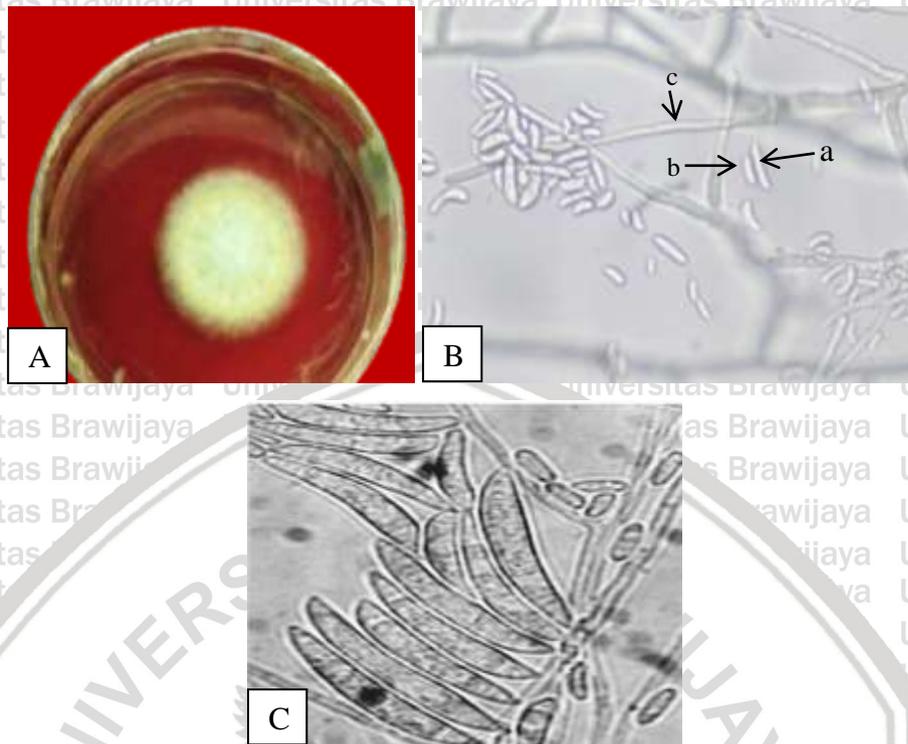
Aspergillus sp.2



Gambar 8. Karakteristik jamur pada serangga *Aspergillus sp. 1* A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDA B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) konidia, c) konidiofor C : Karakteritik *Aspergillus sp.* (Barnett & Hunter, 1972)

Koloni memiliki warna permukaan hijau, hitam pada bagian tengah dan warna dasar putih kehijauan. Berbentuk bulat konsentris dan elevasi datar. Massa konidia berwarna hitam. Konidiofor tegak hialin dan tidak bercabang. Barnett dan Hunter (1992), menyatakan karakteristik *Aspergillus sp.* adalah konidiofor tegak dan sederhana membawa fialid di puncak; konidia (phialospores) bersel 1, bundar, sering berwarna beragam massa, dalam rantai basipetal kerin

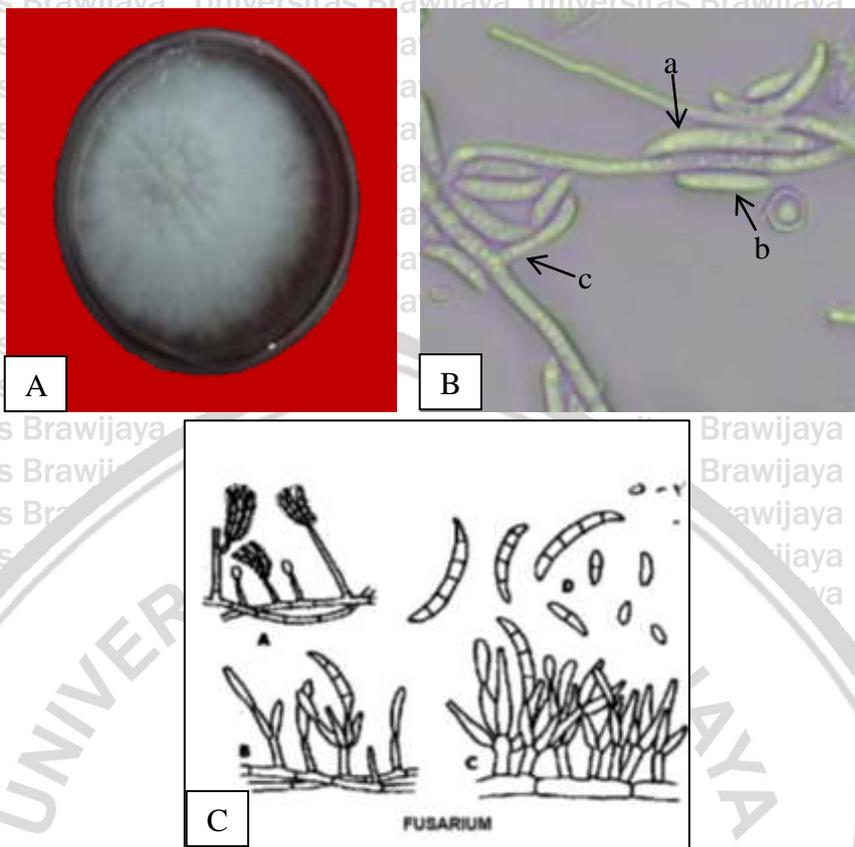
Fusarium sp. 1



Gambar 9. Karakteristik jamur pada serangga *Fusarium sp. 1* A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) makrokonidia, b) mikrokonidia, c) hifa C : Makrokonidia dan Mikrokonidia *Fusarium sp.* (Watanabe,2002).

Koloni memiliki warna permukaan putih dengan tepi berwarna kuning dan warna dasar kekuningan. Bentuk koloni bulat konsentris. Koloni bertekstur halus dengan datar. Hifa hialin dan tidak bersekat. Konidia berbentuk lonjong dengan tepi lancip dan terdapat dua jenis yang disebut makrokonidia dan mikrokonidia. Watanabe (2002) menyatakan, *Fusarium sp.* pada media PDA memiliki biakan berwarna kekuningan , pink hingga coklat. Konidiaspora hialin dan bercabang secara vertikal. Memiliki dua macam konidia, yaitu makrokonidia dan mikrokonidia. Pada beberapa spesies, mikrokonidia tidak terbentuk. Ukuran konidiaspora biasanya lebih panjang dari makrokonidia (lebih dari 100µm) , tapi juga kadang lebih pendek dari mikrokonidia.

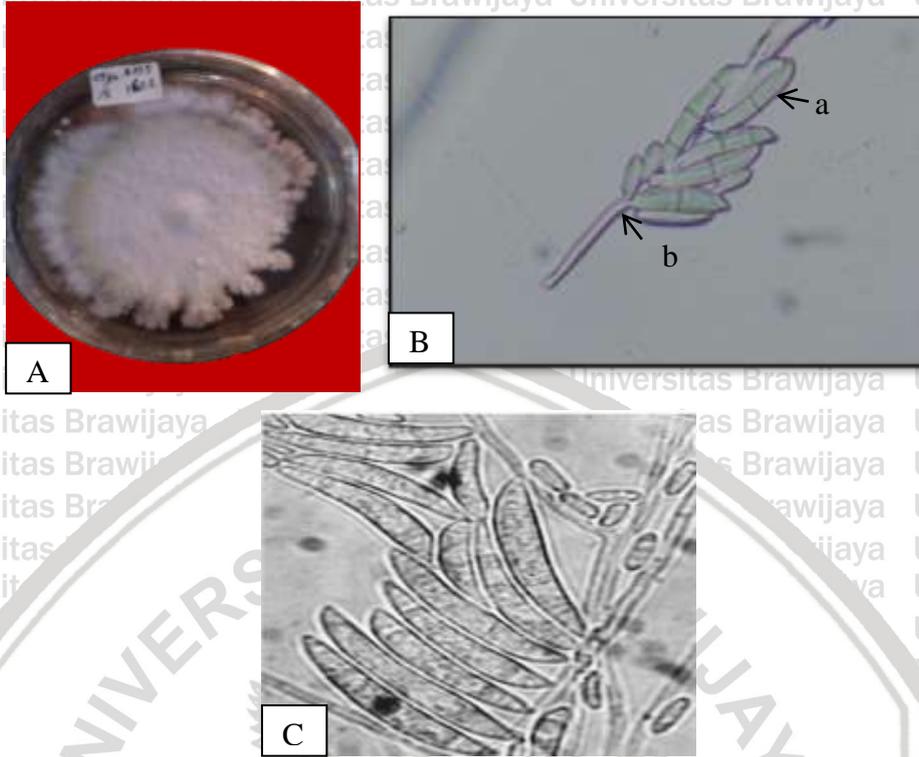
Fusarium sp.2



Gambar 10. Karakteristik jamur pada serangga *Fusarium sp. 1* A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) makrokonidia, b) mikrokonidia, c) konidiofor C: Konidia *Fusarium sp.* (Barnett & Hunter, 1972).

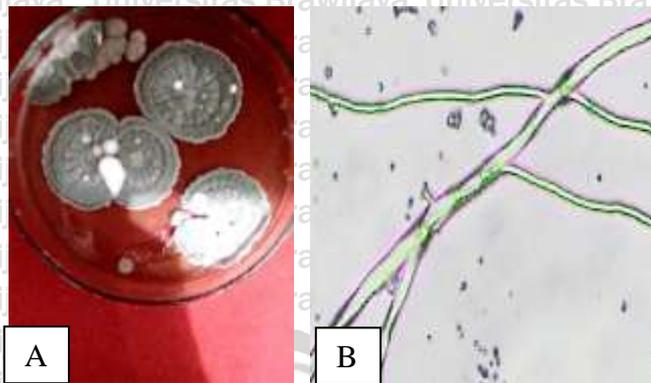
Koloni pada media SDAY memiliki warna permukaan putih dan berwarna dasar putih. Koloni berbentuk bulat konsentris dengan tepian seperti wol. Permukaan koloni halus dan elevasi datar. Konidia berbentuk lonjong, sedikit melengkung dan ujung runcing. Konidiofor hialin. Menurut Barnet dan Hunter (1972) konidia (phyalospores) *Fusarium sp.* hialin, makrokonidia beberapa bersel, sedikit melengkung dan di ujung runcing, biasanya berbentuk kano, microconidia satu sel, bulat, beberapa conidia intermediate, 2 atau 3 sel, lonjong atau sedikit melengkung.

Fusarium sp. 3



Gambar 11. Karakteristik jamur pada serangga *Fusarium sp. 3* A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDA B: mikroskopis (perbesaran 400x) : a) makrokonidia, b) konidiofor C : Makrokonidia dan Mikrokonidia *Fusarium sp.* (Watanabe,2002).

Koloni memiliki warna permukaan putih kekuningan dan warna dasar kekuningan. Bentuk koloni bulat konsentris. Koloni bertekstur halus dengan elevasi datar sedikit menonjol seperti tombol ditengah. Konidiofor hialin dan bercabang. Konidia berbentuk nlonjong, sedikit melengkung dengan tepi lancip. Konidia yang ditemukan hanya makronidia, sedangkan mikrokonidia tidak terbentuk. Watanabe (2002) menyatakan, *Fusarium sp.* pada media PDA memiliki biakan berwarna kekuningan , pink hingga coklat. Konidiaspora hialin dan bercabang secara vertikal. Memiliki dua macam konidia, yaitu makrokonia dan mikrokonidia. Pada beberapa spesies, mikrokonidia tidak terbentuk. Ukuran konidiospora biasanya lebih panjang dari makrokonidia (lebih dari 100µm), tapi juga kadang lebih pendek dari mikrokonidia.

Unidentified

Gambar 12. Karakteristik jamur pada serangga *Unidentified* A: makroskopis biakan jamur 7 hari pada media SDAY B: mikroskopis hifa (perbesaran 400x)

Koloni yang tumbuh pada media SDAY memiliki warna permukaan abu-abu dan warna dasar kekuningan. Berbentuk bulat konsentris dengan elevasi cembung. Hifa hialin, tidak bersekat dan bercabang. Konidia jamur ini tidak terbentuk sehingga belum dapat teridentifikasi.

4.3 Keanekaragaman Jamur Serangga pada Rizosfer Padi berbasis PHT Biointensif 1, PHT Biointensif 2 dan Konvensional

Analisis keanekaragaman dan kelimpahan rizosfer padi yang dilakukan hanya dari golongan jamur, sedangkan dari golongan bakteri tidak dilakukan. Dari rizosfer padi berbasis PHT (PHT Biointensif 1 dan PHT Biointensif 2) dan konvensional dapat diisolasi berbagai jenis jamur dengan keanekaragaman dan kelimpahan berbeda. Pada tahap awal isolasi jamur dari sampel tanah rizosfer, diketahui secara umum kelimpahan jamur baik dari kelimpahan jamur baik pada PHT Biointensif 1, PHT Biointensif 2, dan Konvensional termasuk rendah. Hal ini nampak pada saat metode pencawanan dengan tingkat pengenceran 10^{-4} dan 10^{-5} tidak terdapat koloni jamur yang tumbuh, sehingga pencawanan dilakukan pada tingkat pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} dan 10^{-3} . Pertumbuhan koloni cendawan baru tampak pada 3 HSP. Penghitungan keanekaragaman dan kelimpahan cendawan dilakukan pada 7 HSP karena saat itu koloni cendawan telah dapat dibedakan secara morfologi (lampiran).

Saat berumur dibawah 7HSP koloni jamur sudah tumbuh, tetapi masih terlalu muda sehingga sulit untuk dibedakan antar koloninya. Pada umur lebih dari

7HSP pertumbuhan koloni jamur sudah terjadi penumpukan antar koloni yang menyulitkan dalam perhitungan koloni dan pemurniaannya.

Berdasarkan hasil penelitian, jenis jamur serangga berbeda pada rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1, berbasis PHT Biointensif 2 dan konvensional di Kecamatan Sekaran, Kabupaten Lamongan (Tabel 4).

Tabel 4. Perbedaan jenis jamur serangga pada rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1, berbasis PHT Biointensif 2, dan konvensional di Kecamatan Sekaran, Kabupaten Lamongan

No	Jenis Jamur Serangga	Agroekosistem		
		Berbasis PHT Biointensif 1	Berbasis PHT Biointensif 2	Konvensional
1	<i>Trichoderma</i> sp. 1	√		
2	<i>Tricoderma</i> sp. 2		√	
3	<i>Aspergillus</i> sp.1	√	√	√
4	<i>Aspergillus</i> sp.2	√	√	
5	<i>Fusarium</i> sp. 1	√	√	√
6	<i>Fusarium</i> sp. 2		√	
7	<i>Fusarium</i> sp. 3	√		
8	<i>Unidentified</i>	√		√
Jumlah		6	5	3

Keterangan: √ menunjukkan spesies berhasil diisolasi

keanekaragaman jenis jamur serangga yang selanjutnya disebut KJS pada rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1 menunjukkan nilai tertinggi dan dari rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 2 dan Konvensional (tabel 5). Hal ini berarti jamur serangga pada ekosistem berbasis PHT lebih beragam daripada ekosistem konvensional. Soegianto (1994) menyatakan suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman tinggi jika komunitas itu disusun oleh banyak jenis dengan kelimpahan yang sama atau hampir sama. Sebaliknya jika komunitas itu disusun oleh sangat sedikit jenis dan jika hanya sedikit jenis yang dominan maka keanekaragaman jenisnya rendah. Ekosistem dikatakan stabil ketika jumlah dan tingkat kompleksitas jalur energi dan nutrisi (jaring-jaring makanan) sangat baik.

Ekosistem yang stabil memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi. Perbedaan KJS pada ketiga lokasi berhubungan dengan kondisi fisika dan kimia tanah (tabel 6).

Tabel 5. Karakter kimia dari tiga lokasi

Parameter	Lokasi		
	Besur	Kendal	Ngarum
pH (H ₂ O)	7.75	7.91	7.31
C organik (%)	1.48	1.22	1.24
Bahan Organik (%)	2.55	2.10	2.14
Suhu tanah (°C)	27	27	28
Kelembaban tanah (%)	100	100	100

Kandungan bahan organik pada rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1 paling tinggi dibandingkan dengan PHT Terknologi 2 dan Konvensional. Kandungan bahan organik berhubungan dengan KJS. Bahan organik memiliki peran penting dalam tanah. Semakin kaya kandungan bahan organik pada rizosfer, maka akan semakin beragam dan berlimpah mikroba tanah yang menguntungkan, termasuk jamur serangga (Soesanto 2008). Simanungkalit *et al.* (2006) juga mengungkapkan bahwa kandungan bahan organik sangat mempengaruhi populasi mikroba tanah karena bahan organik digunakan sebagai penyusun tubuh dan sumber energi bagi mikroba tanah. Kandungan bahan organik pada ketiga ekosistem, termasuk dalam kategori rendah, sehingga dapat dimengerti bahwasannya KJS pada rizosfer padi di ketiga ekosistem relatif rendah.

Selain kandungan bahan organik, pH tanah juga memiliki kaitan erat dengan KJS. Mora *et al.*, (2016), menyatakan adanya korelasi positif antara pH tanah dan keanekaragaman jamur. Jamur lebih bisa bertahan dalam kondisi tanah asam daripada tanah basa. pH optimum untuk pertumbuhan jamur berkisar antara 5 – 6 (Barnett & Hunter, 1972). Populasi jamur serangga lebih banyak ditemukan pada tanah dengan pH <7 (Quesada-Moraga *et al.*, 2007; Mora *et al.*, 2016). Pada ekosistem padi ber-PHT maupun konvensional, tanah tergolong dalam kondisi basa, sehingga dapat dimengerti nilai KJS relatif rendah. Ekosistem padi PHT Biointensif 1 memiliki pH sebesar 7,75 ; PHT Biointensif 2 sebesar 7,91 ; dan konvensional Ngarum sebesar 7,31. pH pada ekosistem padi PHT lebih tinggi dibandingkan ekosistem padi konvensional dikarenakan adanya penambahan kapur dolomit pada bahan baku kompos yang diaplikasikan. Syahputra *et al.*, (2014) menyatakan pemberian kapur dolomit ke dalam tanah dapat meningkatkan pH tanah pada tanah yang mempunyai reaksi masam. Peningkatan ini terjadi disebabkan oleh adanya gugus ion-ion hidroksil yang mengikat kation-kation

asam (H^+ dan Al) pada koloid tanah menjadi inaktif, sehingga pH meningkat. Kapur dolomit mengurangi keasaman tanah (pH) bergerak meningkat oleh perubahan beberapa H^+ menjadi air.

4.4 Kelompok Jamur Serangga

Jamur pada serangga yang kemudian disebut jamur serangga adalah bukan sebagai patogen yang sebenarnya, atau sebagai patogen pada kondisi tertentu (Mujiono, 2013). Berdasarkan biologinya jamur serangga dikelompokkan ke dalam 3 (tiga) kelompok yaitu (1) patogen serangga merupakan patogen mikroorganisme yang dapat menyebabkan sakit pada serangga hama; (2) oportunist 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).

Pada ketiga ekosistem, diisolasi berbagai macam isolat jamur. Isolat-isolat tersebut dikarakterisasi menjadi tiga kelompok yaitu jamur entomopatogen, jamur oportunist dan koloniser sekunder. Karakterisasi kelompok jamur didasarkan pada kemampuannya dalam menyebabkan mortalitas pada serangga uji (Anwar *et al.*, 2015). Hasil pengujian pengelompokan dapat dilihat pada tabel 7.

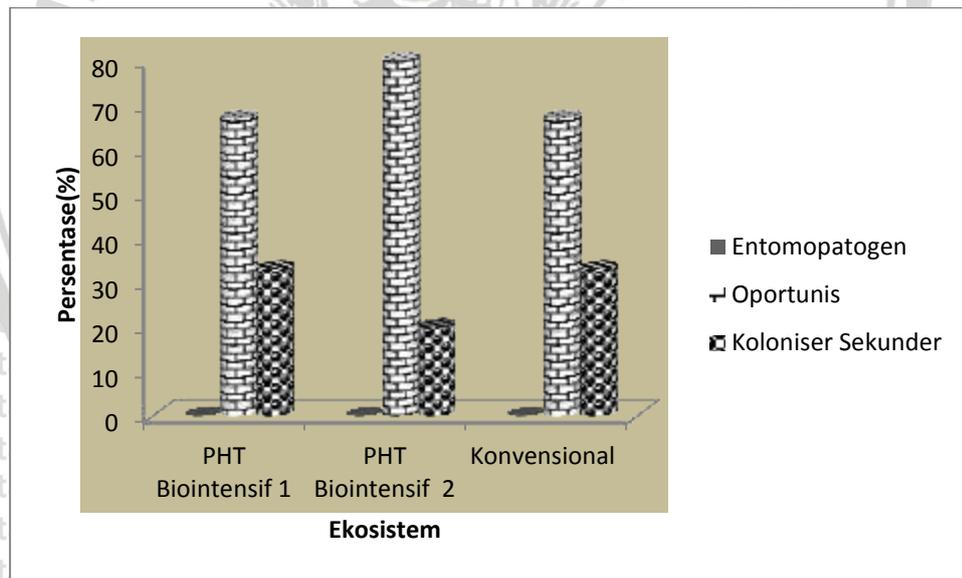
Jamur serangga terisolasi dari rizosfir padi ber-PHT dan konvensional tergolong pada kelompok oportunist dan koloniser sekunder. Sun dan Liu (2008) melaporkan bahwa *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. dan *Trichoderma* sp. menyebabkan mortalitas terhadap larva *Galleria mellonella* secara berturut-turut sebesar 0-26,7 % ; 0-93,3%; dan 0%.

Berdasarkan hasil isolasi dan panduan dari Sub & Liu (2008) isolat yang ditemukan tergolong kelompok oportunist dan koloniser sekunder, dan tidak ditemukan kelompok jamur patogen serangga. Dari 14 isolat jamur, kelompok fungsional oportunist paling banyak ditemukan pada ketiga ekosistem (Gambar 16).

Tabel 6. Kelompok fungsional isolat jamur serangga berdasarkan presentase Sun & Liu, 2008

Isolat	Asal Isolat (Sampel)	Kelompok Fungsional
Asp1	PHT Biointensif 1	O
Asp2	PHT Biointensif 1	O
Asp1	PHT Biointensif 2	O
Asp2	PHT Biointensif 2	O
Asp1	Konvensional	O
Fus1	PHT Biointensif 1	O
Fus3	PHT Biointensif 1	O
Fus1	PHT Biointensif 2	O
Fus2	PHT Biointensif 2	O
Fus1	Konvensional	O
Tricho1	PHT Biointensif 1	KS
Tricho2	PHT Biointensif 2	KS
Unkn	PHT Biointensif 1	KS
Unkn	Konvensional	KS

Keterangan :
 O= Oportunis
 KS = Koloniser sekunder



Gambar 13. Persentase Distribusi Kelompok Fungsional Jamur Serangga pada Rizosfer Padi berbasis PHT Biointensif 1, berbasis PHT Biointensif 2, dan Konvensional.

Dari ketiga ekosistem, persentase distribusi kelompok fungsional tertinggi adalah kelompok oportunis (67-80%) dan terendah adalah kelompok entomopatogen (0%). Rendahnya distribusi kelompok jamur entomopatogen (0%) dari ke tiga ekosistem ini berkaitan dengan faktor edafik (tabel 6) yang tidak



mendukung pertumbuhan dan perkembangan jamur entomopatogen. Penelitian yang dilakukan Mora *et al.*, (2016), Quesada-Moraga *et al.*, (2007) dan Luangsa-Ard *et al.*, (2006) menunjukkan adanya korelasi antara faktor edafik dengan keberadaan jamur entomopatogen.

Dari ketiga ekosistem baik berbasis PHT Biointensif 1, berbasis PHT Biointensif 2 maupun konvensional memiliki kondisi tanah yang yang hampir sama. pH dari ketiga agroekosistem tersebut cenderung basa (>7). Mora *et al.*, (2016) menemukan adanya korelasi yang signifikan antara pH tanah dan keberadaan jamur entomopatogen, yang pada umumnya lebih toleran dengan pH asam. Meskipun pada pengolahan tanah dilakukan augmentasi *Beauveria bassiana*, namun pada penelitian ini *B. bassiana* tidak berhasil diisolasi. Hal ini dapat dimungkinkan karena kondisi lingkungan tanah yang tidak sesuai dengan ekologi *B. bassiana* sehingga isolat yang diaplikasikan tidak persisten. Pada penelitian yang telah dilakukan Mora *et al.*, (2016) menyatakan bahwa *B. bassiana* lebih menyukai lingkungan yang asam (<7). pH lokasi yang basa, tidak sesuai dengan ekologi *B. Bassiana* sehingga dapat dimengerti *B. Bassiana* tidak berhasil diisolasi. Jamur entomopatogen lain seperti *Metarizium anisopliase* juga ditemukan lebih banyak pada tanah dengan pH <7 (Quesada-Moraga, 2007).

Selain pH tanah, suhu dan kelembaban tanah juga berpengaruh terhadap ketidakhadiran jamur entomopatogen. Tingginya suhu tanah pada ketiga lokasi menyebabkan tidak ditemukannya jamur entomopatogen. Meskipun dalam olah tanah pada lahan PHT dilakukan augmentasi *Beauveria bassiana*, namun karena suhu yang terlalu tinggi dan kelembaban tanah yang terlalu jenuh akan menyebabkan penurunan kelangsungan hidupnya. Storey *et al.*, (1990), menyatakan bahwa suhu dan kelembaban tanah adalah faktor kunci untuk pembentukan konidia di dalam tanah. Kelembaban yang tinggi dan suhu tanah yang tinggi mengurangi kelangsungan hidup konidia dan infektivitas *Beauveria* spp. (Meyling and Eilenberg, 2006).

Bahan organik juga menjadi faktor penting bagi persistensi jamur entomopatogen. Kandungan bahan organik sangat mempengaruhi populasi mikroba tanah karena bahan organik digunakan sebagai penyusun tubuh dan sumber energi bagi mikroba tanah (Simanungkalit *et al.*, 2006). Perbedaan

praktek pertanian yang berpengaruh terhadap komposisi nutrisi tanah, berpengaruh terhadap pembentukan koloni jamur (Wirawan *et al.*, 2014).

Penemuan *M. anisopliae* dan *B. bassiana* ditandai dengan kandungan bahan organik yang lebih besar, yakni $> 3\%$ (Quesada-Moraga *et al.*, 2007). Pada ekosistem padi berbasis PHT Biointensif 1, berbasis PHT Biointensif 2, dan konvensional kandungan bahan organik hanya berkisar antara 2.10% - 2.55% sehingga dapat dimengerti ketidakhadiran jamur entomopatogen.

Selain dari faktor ekologi tanah, faktor lain yang dapat menyebabkan tidak ditemukannya jamur entomopatogen pada penelitian ini adalah pemilihan jenis dan pH media biakan. Media biakan yang dipakai merupakan media SDAY yang didalamnya mengandung pepton dan *yeast extract* yang merupakan sumber nitrogen dan *dextrose* yang merupakan sumber karbon. Berdasarkan penelitian Ramdhania (2015) pertumbuhan koloni dan produksi biomassa jamur *Beauveria bassiana* lebih cepat dan lebih tinggi pada media SDAY daripada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan MAE (*Malt extract Agar*). Pada media SDAY, kandungan nitrogen lebih banyak sehingga sumber energi yang tersedia untuk membentuk sel-sel baru bagi jamur *Beauveria bassiana* lebih banyak. Selain itu, karbon dalam dextrose merupakan unsur penting sebagai penyusun komponen dinding sel. Meskipun pada dasarnya pemilihan media telah sesuai, namun kondisi media seperti pH akan berpengaruh terhadap pembentukan koloni jamur. Jamur entomopatogen akan tumbuh baik pada $pH < 7$. Akan tetapi, pada penelitian ini, pH media biakan tidak diukur, sehingga menjadi sebuah keterbatasan untuk mengetahui faktor yang menentukan ketidak hadiran jamur entomopatogen, khususnya *Beauveria bassiana*. Meskipun pada dasarnya *B.bassiana* dapat tumbuh lebih baik pada media SDAY, namun dikarenakan media SDAY merupakan media selektif. Hal itu berarti hanya jenis jamur tertentu yang dapat tumbuh pada media SDAY, maka pemilihan media ini perlu dipertimbangkan lagi.

Ketidak hadiran jamur entomopatogen pada ketiga ekosistem menunjukkan distribusi fungsional jamur serangga tidak merata. Hal ini menunjukkan bahwa keanekaragaman fungsional pada ketiga ekosistem rendah, sehingga dapat mengganggu kompleksitas jaring-jaring makanan. Ketika jaring-

jarang makanan terganggu, maka tekanan ekologis yang diterima dalam ekosistem akan semakin tinggi sehingga ekosistem tidak stabil dan produktifitas rendah.



V.KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Keanekaragaman jamur serangga pada rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1, berbasis PHT Biointensif 2 dan konvensional berbeda. Keanekaragaman pada rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1 (6 jenis) berbasis PHT Biointensif 2 (5 jenis) lebih tinggi daripada rizosfer padi konvensional (3 jenis). Jamur yang ditemukan pada ketiga ekosistem tergolong pada kelompok fungsional oportunistik dan kolonisasi sekunder. Hal ini berarti keanekaragaman jamur serangga berdasarkan fungsi tergolong rendah.

Saran

1. Penelitian serupa dengan metode berbeda, seperti dengan menggunakan *insect bait method* perlu dilakukan. Hal ini disebabkan metode *dilution plate* tidak spesifik jamur serangga sehingga dimungkinkan tidak ditemukannya jamur entomopatogen adalah akibat metode yang diterapkan.
2. Pemilihan media biakan perlu diperhatikan, media SDAY merupakan media selektif, sehingga penggunaan media PDA akan lebih baik untuk pertumbuhan berbagai jenis jamur yang didasarkan pada pengelompokan fungsional.
3. Pengukuran pH dan pemilihan media biakan perlu diperhatikan, pH yang sesuai bagi perkembangan jamur ialah kisaran 5,4 -6,8.

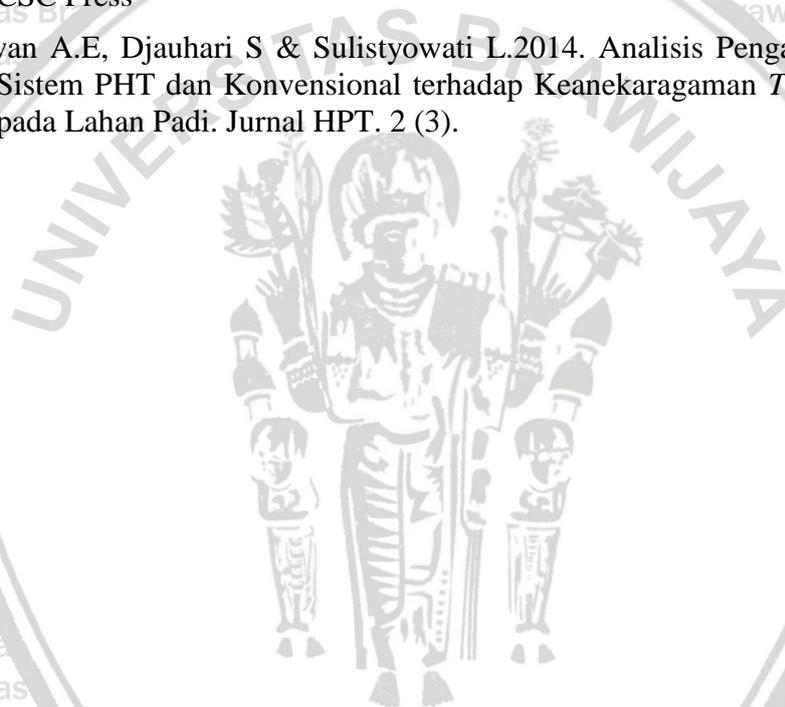
DAFTAR PUSTAKA

- Aak. 1995. *Berbudidaya Tanaman Padi*. Kanisius, Yogyakarta
- 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 18 Maret 2019.
- Anwar.A.P, 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
- Bahagiawati. 2001. Manajemen Resistensi Serangga Hama pada Pertanaman Tanaman Transgenik. *Buletin AgroBio.* 4 (1) : 1-8
- Bardgett, R.D., Wardle, D.A., 2010. *Aboveground-belowground Linkages: Biotic Interactions, Ecosystem Processes, and Global Change*. Oxford Series in Ecology and Evolution. Oxford University Press, New York
- Barnett, H.L., and Hunter, B.B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess Publishing Company, Minneapolis. United States of America.
- BPS. 2019. *Kecamatan Sekaran dalam Angka 2019*. BPS Kabupaten Lamongan.
- Campbell, N.A & J.B Reece. 2010. *Biologi, Edisi Kedelapan Jilid*. Terjemahan : Damaring Tyas Wulandari. Erlangga. Jakarta.
- Cardon, Z.G., L.W. Julie. 2007. *The Rhizosphere: An Ecological Perspective*. USA: Book Elsevier Inc.
- Carlile MJ, Watkinson SC, Goodday GW. 2001. *The Fungi*. 2nd. Academy Press, New York, London
- 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. II. dan Teknologi Kayu Tropis* 5 (2).
- Djajakirana, G. 2002. Pemanfaatan Bahan Organik untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman. *Jurnal Tanah dan Iklim* 20 : 35-46
- Hadi, S. 2002. *Metodologi Research 2*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Herdatiarni F, Himawan T, dan Rachmawati R. 2014. Eksplorasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria* sp. Menggunakan Serangga Umpan pada Komoditas Jagung, Tomat dan Wortel Organik di Batu, Malang. *Jurnal HPT.* 1 (3).
- Ismet, M. 2007. Tantangan Mewujudkan Kebijakan Pangan yang Kuat. *Pangan* 16(48) : 3-9.
- Julyanda, M. 2011. Keanekaragaman dan Kelimpahan Cendawan pada Rizosfer Kelapa Sawit Sehat dan Terserang *Ganoderma boninense*. Skripsi. IPB. Bogor

- Karmawati, E. 2010. Pengendalian Hama Helopeltis spp. Pada Jambu Mete Berdasarkan Ekologi: Strategi dan Implementasi. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian*. 3 (2) : 102 – 119
- Kenmore, P.E. 1996. Integrated pest management in rice. p. 76-97. In G.J. Persley (Ed.). *Biotechnology and Integrated Pest Management*. CAB International, Cambridge.
- Kononova, M. M. 1966. *Soil Organic Matter : Its Nature, Its Role in Soil Formation and Soil Fertility*. Ed ke-2. New York. : Pergamon.
- Luangsa-Ard J, Tasanathai K , Mongkolsamril S, Jones N.L., Spatafora, J. W. 2006. The Collection, Isolation, and Taxonomy of Invertebrate-Pathogenic Fungi. *Workshop Manual*. Pathum Thani: NSTDA.
- Ludwig JA, JF Reynolds. 1998. *Statistical Ecology a Primer on Method and Computing*. John Wiley & Sons. New York.
- Magurran AE. 1987. *Ecological Diversity and its Measurement*. New Jersey: Princeton University Press
- Mardiastuti, Ani. 1999. *Keanekaragaman Hayati : Kondisi dan Permasalahannya*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor
- Meyling NV and Eilenberg J.2006. Occurrence and distribution of soil borne entomopathogenic fungi within a single organic agroecosystem. *Agr Ecosyst Environ*. 113:336-341
- Mora, Margy Alejandra Esparza; Rouws, Janaina Ribeiro Costa and Fraga , Marcelo Elias. 2016. Occurrence of entomopathogenic fungi in Atlantic forest soils. *Microbiology Discovery*. 4(1) : 2052 -6180
- Mujiono, Gatot. 2013. *Pengelolaan Hama Terpadu : Konsep, Taktik, Strategi, Penyusunan Program PHT dan Implementasinya*. Universitas Brawijaya Press. Malang
- Neher, D.A., 2010. Ecology of plant and pre-living nematodes in natural and agricultural soil. *Annual Review of Phytopathology* 48, 371e394
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi laut : Suatu Pendekatan Ekologis*. Cetakan kedua. Terjemahan : H.M Eidman, Koesoebiono, D.G Bengen M. Hutomo & s. Sukoharjo. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Odum, E.-. 1994. *Dasar-dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Terjemahan : Tjahjono Samingan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Popowska-Nowak, E., Skrzecz, Tumialis, D., Pezowicz, E., Samborska, I. and Góral, K. 2016. Entomopathogenic Fungi in the Soils of Forest Plantations: Towards the Control of Large Pine Weevil, *Hylobius abietis*. *Baltic Forestry* 22(1): 8-15.
- Prayogo, Y. dan Suharsono. 2005. Optimalisasi Pengendalian Hama Pengisap Polong Kedelai (*Riptortus linearis*) dengan Cendawan Entomopatogen *Verticillium lecanii*. *J. Litbang Pertanian* 24 (4)
- Prayuginingsih, H. 2016. *Perkiraan Kondisi Perberasan Indonesia Tahun 2020*. Fakultas Pertanian. Universitas Jember
- Quesada-Moraga E, Navas-Cortes JA, Maranhao EA, Ortiz-Urquiza A and Santiago-Alvarez C. 2007. Factors affecting the occurrence and distribution of entomopathogenic fungi in natural and cultivated soils. *Mycol Res*. 111:947-66

- Ramdhania, D. 2015. Keefektifan *Beauveria bassiana* terhadap Rayap Tanah *Coptotermes curvignathu*. Tesis.Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Rao,N.S.Subba.2007.Mikroorganisme tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Rohman A dan Maharani A.D. 2017. Proyeksi Kebutuhan Konsumsi Pangan Beras di Daerah Istimewa Yogyakarta. Journal Of Sustainable Agriculture. 32 (1) : 29-34
- Sanjaya, Nerhaeni, dan Halima. 2010. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Larva *Spodoptera litura* (Fabricus). Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik. 12 (3) : 136-141
- Simanungkalit RDM, Suriadikarta DA, Saraswati R, Setyorini D, Hartatik W.2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Simatupang DS. 2008. Berbagai Mikroorganisme Rhizosfer pada Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.) di Pusat Kajian Buah-buahan Tropika (PKBT) IPB Desa Ciomas, Kecamatan Pasirkuda, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soegianto,A.1994. Ekologi Kuantitatif. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya
- Soemarno. 2010. Ekologi Tanah. Bahan Kajian Mata Kuliah Manajemen Agroekosistem Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang [online]. Diunduh dari <http://www.slideshare.net/bagasetyadi/ekologi-tanah-1576372> pada tanggal 4 Januari 2019.
- Soemartono, S. dan B. Haryono. 1972. Bertjotjok Tanam Padi. Kanisius. Yogyakarta.
- Soesanto L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman: Suplemen ke Gulma dan Nematoda. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada
- Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry Genesis, Composition, and Reaction. John Wiley and Sons. New York.
- Djajakirana, G. 2002. Dampak Kebakaran Hutan Terhadap Kualitas Tanah Mineral dan Gambut. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor
- Storey GK, Mccoy CW, Stenzel K and Andersch W. 1990. Conidiation kinetics of the mycelial granules of *Metarhizium anisopliae* (BIO 1020) and its biological activity against different soil insects. Proc. and abstracts of Vth Intern. Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control. 320-325.
- 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 Orchards. J. Crop Protection. 27: 1421-1426.
- Sutedjo, M., dkk. 1996. Mikrobiologi Tanah. Jakarta: Rineka Cipta.
- Syahputra D, Alibasyah M. Rusli, Arabia Teti. 2014. Pengaruh Kompos dan Dolomit terhadap Beberapa Sifat Kimia Ultisol dan Hasil Kedelai (*Glycine Max* L. Merril) pada Lahan Berteras. Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan. 4 (1) : 535-542.

- Tanrirawe, A & MS.Pabbage. 2013. Isolasi dan Identifikasi Jamur Entomopatogen yang Menginfeksi Hama Penggerek Tongkol Jagung (*Helicoverpa armigera*). Balai Penelitian Tanaman Serealia. Makasar.
- Tjitrosoepomo, G. 2004. Taksonomi Tumbuhan. Gadjah Mada University Press.
- Trizelia, Armon N, Jailani H. 2015. Keanekaragaman cendawan entomopatogen pada rizosfer berbagai tanaman sayuran. Prosiding seminar Nasional May Biodiv indonesia. 1 (5) : 998-1004.
- Untung K.2000. Pengantar Pengendalian Hama Terpadu. Edisi 2. UGM Press. Yogyakarta
- 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.
- Watanabe T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi*. Ed ke-2. Florida: CSC Press
- Wirawan A.E, Djauhari S & Sulistyowati L.2014. Analisis Pengaruh Penerapan Sistem PHT dan Konvensional terhadap Keanekaragaman *Tricoderma sp.* pada Lahan Padi. Jurnal HPT. 2 (3).

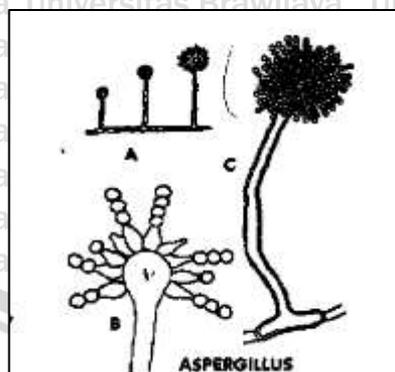


LAMPIRAN

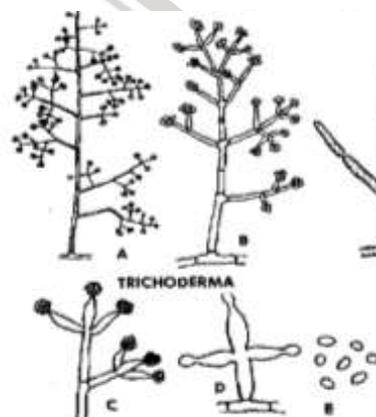
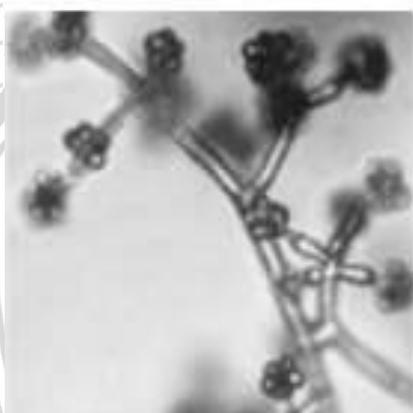
Lampiran 1. Pedoman Pelaksanaan PHT

Waktu	Urutan Kegiatan	Teknis Penerapan
30-25 hari sebelum tanam	Pengolahan lahan awal	Disingkal/ diglebek
27-22 hari sebelum tanam	Buat persemaian	2 hari sebelum tebar benih
25-20 hari sebelum tanam	Semprot dekomposer	2 tangki per bumi 100
	Rendam benih	Campur PGPR saat merendam
	Tebar Benih	5 kg per bumi 100
	Tanam bunga refugia	Tanam di pematang
15 hari sebelum tanam	Semprot PGPR, POC, dan <i>Beauveria bassiana</i>	Saat benih umut 10 dan 17 hari
5-3 hari sebelum tanam	Pengolahan lahan akhir	Digaru sampai berlumpur
5-2 hari sebelum tanam	Tebar kompos/ organik	4 zak per bumi 100
5-2 hari sebelum tanam	Semprot dekomposer + PGPR	Di lahan setelah ditebar kompos
1 hari sebelum tanam	Cabut benih (“daut”)	
0 hari tanam	Tebar pupuk dasar	Phonska 14 kg/ bumi 100
	Tanam benih/ tandur	25 x 25 cm / jarwo 40x20x14 cm
10 hari setelah tanam	Pengamatan agroekosistem	Lakukan 1 minggu sekali
	Semprot PGPR + Pupuk organik cair	Lakukan 10 hari sekali sampai tanaman umur 50 hari
14 hari setelah tanam	Pemupukan susulan pertama	Phonska 14 kg dan Urea 14 kg per bumi 100
21 hari setelah tanam	Penyiangan	
28-35 hari setelah tanam	Pemupukan susulan kedua	Phonska 14 kg dan urea 7-14 kg per bumi 100
30 hari setelah tanam	Semprot <i>Trichoderma</i> sp. + PGPR	Semprot saat usia tanaman 30 dan 37 hari
75 hari setelah tanam	Pengesatan lahan	

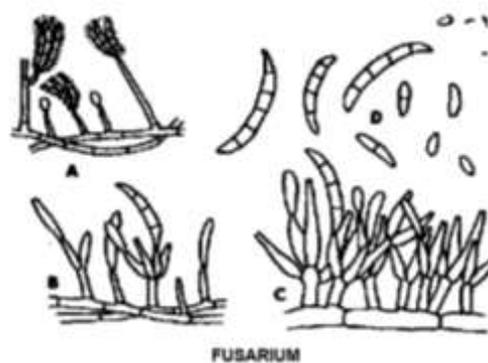
Lampiran 2. Gambar Identifikakais Mikroskopis berdasarkan Watanabe (2002) dan Barnet & Hunter (1992)



Aspergillus sp.



Trichoderma sp.



Fusarium sp.



Lampiran 3. Jadwal Penelitian

No	Uraian	Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli			
		Minggu ke-																							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pembuatan proposal																								
2	Permohonan ijin																								
3	Penentuan Petak Sampel																								
4	Sterilisasi dan pembuatan media																								
5	Pengambilan sampel																								
6	Isolasi																								
7	Penghitungan jumlah koloni Purifikasi																								
8	Identifikasi																								
9	Penghintungan kerapatan konidia																								
10	Penularan ke T.molitor																								
11	Rekapitulasi hasil																								
12	Penyusunan Laporan Akhir																								



Lampiran 4. Dokumentasi lokasi penelitian



Gambar 14. PHT Biointensif 1 (Besar) diambil pada 30 Maret 2019.



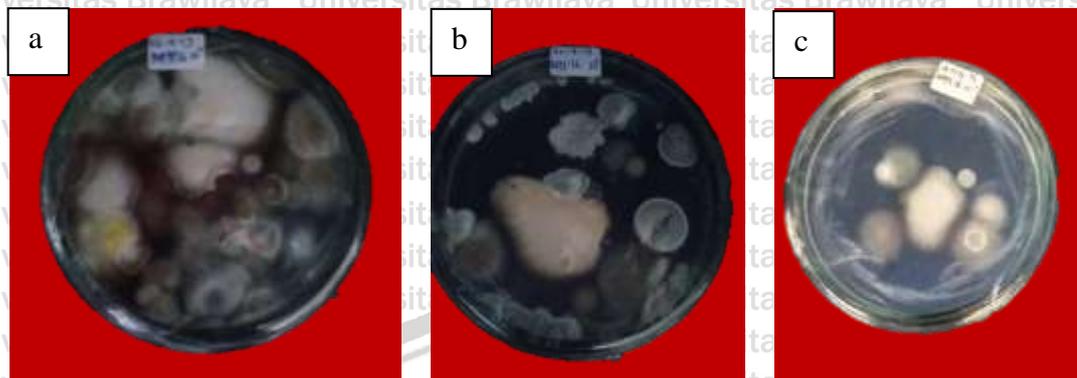
Gambar 15. PHT Biointensif 2 (Kendal) diambil pada 30 Maret 2019.



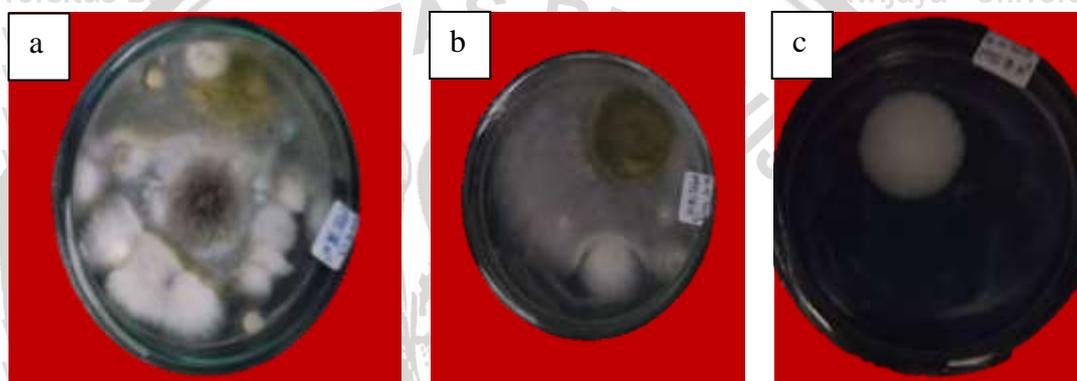
Gambar 16. Konvensional (Ngarum) diambil pada 30 Maret 2019.



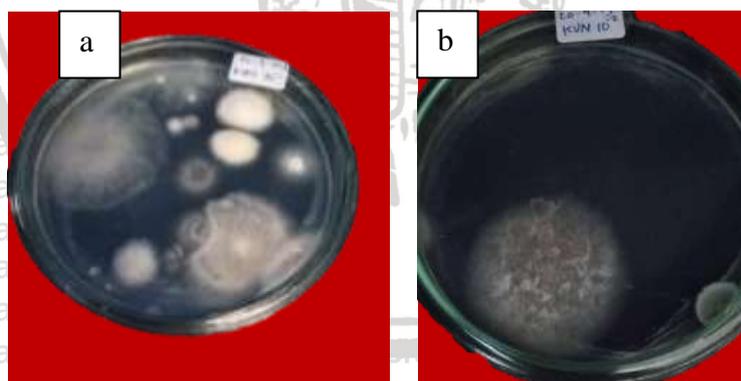
Lampiran 5. Dokumentasi hasil isolasi jamur serangga pada rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1, Biointensif 2 dan konvensional



Gambar 17. Beragam koloni jamur hasil pencawaan sampel rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 1 (a) 10^{-1} , (b) 10^{-2} , (c) 10^{-3} PADA 7HSP



Gambar 18. Beragam koloni jamur hasil pencawaan sampel rizosfer padi berbasis PHT Biointensif 2 (a) 10^{-1} , (b) 10^{-2} , (c) 10^{-3} pada 7HSP



Gambar 19. Beragam koloni jamur hasil pencawaan sampel rizosfer padi konvensional (a) 10^{-1} , (b) 10^{-2} pada 7HSP

Lampiran 6. Jumlah Koloni Setiap Jenis Jamur di Tiga Ekosistem

Ekosistem	Jenis Jamur	Jumlah
Besur	Asp1	9
	Fus1	6
	Fus2	12
	Tricho1	1
	Unkn	10
Kendal	Asp2	11
	Asp3	2
	Fus3	24
	Fus4	8
Ngarum	Tricho2	1
	Asp4	6
	Fus5	17
	Asp5	9
	Unkn	4

