

**EKSPLORASI JAMUR RHIZOSFER PADA TANAMAN TEBU
SERTA POTENSI ANTAGONIS TERHADAP PENYAKIT
POKAHBUNG (*Fusarium moniliformae* L.) DI LAHAN MILIK
PG KEBON AGUNG KABUPATEN MALANG**

**Oleh:
OVILYA KUSUMA MINARMA DEWI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2018

**EKSPLORASI JAMUR RHIZOSFER PADA TANAMAN TEBU
SERTA POTENSI ANTAGONIS TERHADAP PENYAKIT
POKAHBUNG (*Fusarium moniliformae* L.) DI LAHAN MILIK
PG KEBON AGUNG KABUPATEN MALANG**



**OLEH
OVILYA KUSUMA MINARMA DEWI**

145040201111150

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Starata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG**

2018

PERNYATAAN

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

Malang, Agustus 2018

Ovilya Kusuma Minarma Dewi



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Eksplorasi Jamur Rhizosfer pada Tanaman Tebu serta Potensi Antagonis terhadap Penyakit Pokahbung (*Fusarium moniliformae* L.) di Lahan MiliK PG. Kebon Agung Kabupaten Malang

Nama Mahasiswa : Ovilya Kusuma Minarma Dewi



NIM : 145040201111150

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama, Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.
NIP. 19550522 198103 1 006 NIK. 20134 841014 1 001

Diketahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan



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

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,



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

Penguji II,



Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.
NIK. 20134 841014 1 001

Penguji III,



Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Penguji IV,



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

Tanggal Lulus : 02 AUG 2018



RINGKASAN

Ovilya Kusuma Minarma Dewi. 14504020111150. Eksplorasi Jamur Rhizosfer pada Tanaman Tebu serta Potensi Antagonis terhadap Penyakit Pokahbung (*Fusarium moniliformae* L.) di Lahan Milik PG. Kebon Agung Kabupaten Malang. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi, karena digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan gula. Pada tahun 2010-2011 produksi gula dalam negeri hanya mencapai 3.159 juta ton dengan luas wilayah 473.923 Ha. Rendahnya produksi gula dalam negeri salah satunya disebabkan dari sisi *on farm*, yaitu adanya serangan dari penyakit pada tanaman tebu salah satunya penyakit pokahbung. Pengendalian penyakit pokahbung yang biasa dilakukan selama ini masih terbatas pada pengendalian secara kimiawi yakni dengan aplikasi fungisida. Pengendalian secara biologi (hayati) merupakan alternatif pengendalian yang dapat dilakukan tanpa harus memberikan pengaruh negatif terhadap lingkungan dan sekitarnya, salah satunya adalah sistem pengendalian menggunakan agen hayati seperti jamur yang bersifat antagonis. Agens hayati berupa jamur dapat ditemukan pada daerah perakaran rhizosfer dan dalam jaringan tanaman tebu. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji jamur rhizosfer yang ditemukan dan jamur berpotensi sebagai agens antagonis yang di dapat pada daerah rhizosfer tanaman tebu untuk menekan jamur *Fusarium moniliformae* penyebab penyakit pokahbung.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang dan Lahan Percobaan milik PG Kebon Agung, Desa Sempalwadak, Kecamatan Bululawang, Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan selama 6 bulan, dimulai pada bulan Februari sampai Juli 2018. Penelitian ini meliputi pengambilan sampel tanah rhizosfer, isolasi, purifikasi, postulat koch, uji antagonis *in-vitro* dan *in-vivo*, dan perbanyakan isolat jamur antagonis. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) untuk di labolatorium dengan 19 perlakuan serta setiap perlakuan diulang sebanyak 2 kali. Kemudian di lapang menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan serta setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Sehingga dalam penelitian ini terdapat 15 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan diaplikasikan pada 10 bibit tanaman untuk diamati. Uji penghambatan pertumbuhan *F.moniliformae* secara *in-vitro* dilakukan dengan uji Oposisi. Pada perlakuan uji penghambatan pertumbuhan *F.moniliformae* secara *in-vivo* dengan inokulasi kerapatan 10^6 cfu/ml suspensi *F.moniliformae* ke dalam tanah. Aplikasi jamur antagonis dilakukan penyiraman 10 ml suspensi jamur dengan kerapatan 10^6 cfu/ml.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 3 jamur antagonis dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *F.moniliformae* pada pengujian secara *in-vitro*. Penghambatan tertinggi terjadi mulai hari kelima hingga ketujuh yaitu pada perlakuan *Trichoderma* sp. isolat 1, *Trichoderma* sp isolat 2, dan *Trichoderma* sp. isolat 3 dengan persentase berturut-turut 69,87%, 74,535%, dan 55,955%. Pengujian jamur antagonis memberikan pengaruh nyata terhadap kejadian penyakit pada pengujian secara *in-vivo*.



SUMMARY

Ovilya Kusuma Minarma Dewi. 14504020111150. Exploration of Rhizosphere Fungus on Sugarcane Crop and Antagonistic Potential for Pokahbung's Disease (*Fusarium moniliformae* L.) in PG. Kebon Agung, Malang. Under the guidance of Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. and Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.

Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) is a plant that has a high economic value, because it is used as the main ingredient in the manufacture of sugar. In 2010-2011, domestic sugar production only reached 3,159 million tons with an area of 473,923 Ha. The low domestic sugar production is caused by the on-farm side, namely the attack of the disease on sugarcane, one of which is pokahbung disease. Control of pokahbung disease is usually done so far is still limited to chemical control that is by application of fungicide. . Biological control (biological) is an alternative control that can be done without having a negative impact on the environment and surrounding areas, one of which is a control system using biological agents such as fungi that are antagonistic. Biological agents of fungi can be found in the root areas of rhizosphere and in sugar cane tissue. The purpose of this study was to investigate the found fungus of rhizosphere and fungus potentially as antagonistic agent that can in the area of rhizosphere of sugar cane plant to suppress the fungus *Fusarium moniliformae* causes pokahbung disease.

This research was conducted at Plant Disease Laboratory, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Malang and Trial Field owned by PG Kebon Agung, Sempalwadak Village, Bululawang Sub-District, Malang Regency. The study was conducted for 6 months, beginning in February to July 2018. The study included rhizosphere soil sampling, isolation, purification, postulates koch, in vitro and in-vivo antagonist tests, and multiplication of antagonistic fungal isolates. This study used a complete randomized design for the laboratory with 19 treatments and each treatment was repeated 2 times. Then in the field using randomized block design with 5 treatments and each treatment was repeated 3 times. So in this research there are 15 unit experiment. Each experimental unit was applied to 10 plant seeds to be observed. The inhibitory growth of *F. moniliformae* inhibition test was performed by Opposition test. In the treatment of inhibitory growth inhibition of *F. moniliformae* by inoculation of 10^6 cfu / ml density of *F. moniliformae* suspension into soil. Application of antagonistic fungus was carried out watering 10 ml of mushroom suspension with a density of 10^6 cfu/ ml.

The results showed that 3 antagonistic fungi could inhibit the growth of *Fusarium moniliformae* fungal pathogen in in vitro testing. The highest inhibition occurred from the fifth to the seventh day in the treatment of *Trichoderma* sp. isolate 1, *Trichoderma* sp isolate 2, and *Trichoderma* sp. isolate 3 with percentage successively 69,87%, 74,535%, and 55,955%. An antagonistic mushroom rainbow had a significant effect on the incidence of the disease on in-vivo testing.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Eksplorasi Jamur Rhizosfer pada Tanaman Tebu serta Potensi Antagonis terhadap Penyakit Pokahbung (*Fusarium moniliformae* L.) di Lahan Milik PG. Kebon Agung Kabupaten Malang”.

Pada kesempatan kali ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP. selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan, dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga kepada Dr. Ir. Ludji Panjta Astuti, MS., selaku Ketua Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan dan Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku dosen pembimbing akademik atas segala nasihat dan bimbingannya kepada penulis, beserta seluruh dosen atas bimbingan dan arahan yang selama ini diberikan serta kepada karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang telah diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orangtua dan adik atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian serta dukungan yang diberikan kepada penulis. Kepada Chicha Y. Lovelyana, Novency H, Ely Maghfiroh, A. Zaid Nurudin, Cukup Hariadi, Alfiah R, Nely Afifah, Revhida P, N.M Rizqoh, Bakhtiar Hendrawan, dan juga kepada rekan-rekan HPT khususnya angkatan 2014 atas segala bentuk bantuan, dukungan, dan kebersamaan selama ini.

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

Malang, Agustus 2018

Ovilya Kusuma Minarma Dewi

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 22 Maret 1996 putri pertama dari Bapak Sunarso dan Ibu Siti Fatimah. Penulis merupakan putri pertama dari dua bersaudara.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Purwodadi I Kecamatan Blimbing Kota Malang pada tahun 2002-2008. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 16 Kota Malang pada tahun 2008-2011. Kemudian pada tahun 2011-2014 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Islam Kota Malang. Pada tahun 2014 penulis mendaftar sebagai mahasiswa strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Kota Malang, Jawa Timur, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Kegiatan selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten Manajemen Agroekosistem pada tahun 2016/2017, asisten Pertanian Berlanjut 2016/2017, dan menjadi asisten Mikologi Pertanian 2017/2018. Penulis aktif pada kegiatan himpunan jurusan Himapta pada tahun 2017.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Hipotesis Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Tebu.....	4
2.2 Rhizosfer.....	4
2.3 Jamur Tanah.....	5
2.4 Klasifikasi Jamur <i>Fusarium moniliformae</i>	5
2.5 Morfologi Jamur <i>Fusarium moniliformae</i>	5
2.6 Gejala Serangan <i>Fusarium moniliformae</i>	6
2.7 Patogenesis Jamur <i>Fusarium moniliformae</i>	8
2.8 Inang <i>Fusarium moniliformae</i>	8
2.9 Penyimpanan dan Pemeliharaan Isolat.....	9
III. METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	10
3.2 Alat.....	10
3.3 Bahan.....	10
3.4 Metode Penelitian.....	10
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.6 Parameter pengamatan.....	18
3.7 Analisa Data.....	19



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Kondisi Aktual Lahan Pengambilan Sampel.....	20
4.2 Identifikasi Penyakit Pokahbung pada Tanaman Tebu.....	21
4.3 Hasil Identifikasi Isolat Jamur.....	23
4.4 Kenampakan Morfologi Jamur.....	25
4.5 Postulat Koch.....	43
4.6 Uji Penghambatan Pertumbuhan Jamur Patogen <i>Fusarium moniliformae</i> secara In-Vitro.....	44
4.7 Pengaruh Aplikasi Isolat Jamur Antagonis terhadap Kejadian Penyakit Pokahbung pada Tanaman Tebu secara In-Vivo.....	48
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan..	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	56



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan di labolatorium	12
2.	Perlakuan di lapang	13
3.	Kondisi aktual lahan.....	20
4.	Hasil identifikasi isolat jamur rhizosfer	24
5.	Persentase penghambatan pertumbuhan jamur <i>Fusarium moniliformae</i> ...	45
6.	Rerata persentase kejadian penyakit pokahbung tanaman tebu di lapang	49
Lampiran		
1.	Deskripsi tanaman tebu varietas Bululawang.	57
2.	Analisa ragam penghambatan jamur <i>Fusarium moniliformae</i> (pengamatan hari ke-3)	58
3.	Analisa ragam penghambatan pertumbuhan jamur <i>Fusarium</i> <i>moniliformae</i> (pengamatan hari ke-5).....	58
4.	Analisa ragam penghambatan pertumbuhan jamur <i>Fusarium</i> <i>moniliformae</i> (pengamatan hari ke-7)	58
5.	Analisa ragam kejadian penyakit pokahbung di lapang (pengamatan hari ke-4)	58
6.	Analisa ragam kejadian penyakit pokahbung di lapang (pengamatan hari ke-5).....	59
7.	Analisa ragam kejadian penyakit pokahbung di lapang (pengamatan hari ke-6)	59

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perkembangan gejala penyakit Pokahbung.....	7
2.	Prosedur penelitian.....	11
3.	Gejala serangan <i>Fusarium moniliformae</i> di lapang.....	22
4.	Isolat jamur <i>Fusarium moniliformae</i>	23
5.	Isolat jamur <i>Penicillium</i> sp. isolat 1	25
6.	Isolat jamur <i>Penicillium</i> sp. isolat 2.....	26
7.	Isolat jamur <i>Penicillium</i> sp. isolat 3	27
8.	Isolat jamur <i>Penicillium</i> sp. isolat 4.....	29
9.	Isolat jamur <i>Penicillium</i> sp. isolat 5.....	30
10.	Isolat jamur <i>Aspergillus</i> sp. isolat 1	31
11.	Isolat jamur <i>Aspergillus</i> sp. isolat 2	32
12.	Isolat jamur <i>Aspergillus</i> sp. isolat 3	33
13.	Isolat jamur <i>Trichoderma</i> sp. isolat 1	34
14.	Isolat jamur <i>Trichoderma</i> sp. isolat 2	35
15.	<i>Trichoderma harzianum</i>	35
16.	Isolat jamur <i>Trichoderma</i> sp. isolat 3	36
17.	Isolat jamur <i>Trichoderma</i> sp. isolat 4	37
18.	Isolat jamur <i>Fusarium</i> sp.	38
19.	Isolat jamur <i>Gliocladium</i> sp.	39
20.	Isolat jamur <i>Mortierella</i> sp.	40
21.	Isolat jamur <i>Cochliobolus</i> sp.....	41
22.	Isolat jamur belum teridentifikasi	42
23.	Isolat jamur belum teridentifikasi.	42
24.	Pengujian Postulat Koch pada tanaman tebu kultur jaringan.	43
25.	Kenampakan pertumbuhan jamur <i>Fusarium moniliformae</i> tanpa	
26.	<i>Trichoderma</i> sp. (kontrol)	47
27.	Kenampakan pertumbuhan jamur <i>Fusarium moniliformae</i> dengan perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. pada hari ke-3	47
28.	Kenampakan pertumbuhan jamur <i>Fusarium moniliformae</i> dengan perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. hari ke-5 dan ke-7	48



Lampiran

1. solasi patogen <i>Fusarium moniliformae</i> di media PDA	60
2. Hasil re-isolasi uji postulat koch patogen <i>Fusarium moniliformae</i>	
3. 6 hari setelah re-isolasi di media PDA.....	60
4. Perbanyak isolat patogen <i>Fusarium moniliformae</i> pada media EKG ...	61
5. Perbanyak isolat jamur <i>Trichoderma</i> sp. pada media EKG.	61
6. Aplikasi isolat <i>Fusarium moniliformae</i> pada media tanam.	61
7. Perendaman bibit Bud Set.....	62
8. Plot pengamatan tanaman tebu di lapang.....	63
9. Foto daun terserang <i>Fusarium moniliformae</i> pada 4 mst.	64
10. Foto daun terserang <i>Fusarium moniliformae</i> pada 5 mst.	64
11. Foto daun terserang <i>Fusarium moniliformae</i> pada 6 mst.....	65



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi, karena digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan gula (Putra *et al.*, 2016). Indonesia merupakan negara dengan tingkat konsumsi gula terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, namun peningkatan konsumsi gula belum dapat diimbangi oleh produksi gula dalam negeri. Pada tahun 2010-2011 produksi gula dalam negeri hanya mencapai 3.159 juta ton dengan luas wilayah 473.923 Ha (Putri *et al.*, 2013). Rendahnya produksi gula dalam negeri salah satunya disebabkan dari sisi *on farm*, yaitu adanya serangan dari penyakit pada tanaman tebu salah satunya penyakit pokahbung.

Penyakit pokahbung merupakan salah satu penyakit penting yang menyerang tanaman tebu di Indonesia. Penyakit pokahbung disebabkan oleh jamur *Fussarium moniliformae*. Penyakit ini memiliki tiga tingkatan gejala serangan, pada stadium awal munculnya klorotis pada helaian daun yang baru saja terbuka yang akan timbul titik-titik atau garis-garis merah, kemudian pada stadium pertengahan terdapat garis-garis merah kecoklatan yang dapat meluas menjadi rongga yang dalam, gejala spesifik berupa bengkoknya batang tanaman tebu akibat gejala lanjutan dari stadium sebelumnya yang akan menyebabkan matinya tanaman (Pratiwi *et al.*, 2013).

Pengendalian penyakit pokahbung yang biasa dilakukan selama ini masih terbatas pada pengendalian secara kimiawi yakni dengan aplikasi fungisida. Adanya pengendalian secara kimiawi dapat berdampak negatif pada tanaman tebu dan sampai saat ini masih belum menunjukkan hasil yang optimal. Pengendalian secara biologi (hayati) merupakan alternatif pengendalian yang dapat dilakukan tanpa harus memberikan pengaruh negatif terhadap lingkungan dan sekitarnya, salah satunya adalah sistem pengendalian menggunakan agens hayati seperti jamur yang bersifat antagonis (Putri *et al.*, 2015). Pengendalian hayati dengan pemanfaatan mikroorganisme antagonis merupakan alternatif yang saat ini banyak diteliti dan digunakan sebagai pengendalian penyakit tanaman

(Amaria *et al.*, 2013). Selain itu, penggunaan mikroorganismenya untuk pengendalian hayati relatif lebih aman, tidak terakumulasi dalam rantai makanan, mengurangi pemakaian berulang-ulang dan organisme sasaran jarang yang resisten (Susanti, 2014).

Agens hayati berupa jamur dapat ditemukan pada daerah perakaran rhizosfer dan dalam jaringan tanaman tebu. Jamur yang dapat berpotensi sebagai agens hayati dapat ditemukan dengan cara eksplorasi. Berdasarkan penelitian Pratiwi *et al.*, (2013), bahwa jamur antagonis *Trichoderma sp* yang diisolasi dari jaringan tanaman tebu mampu menekan pertumbuhan *F. moniliformae* penyebab penyakit pokahbung. Berdasarkan penelitian tersebut maka, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai jamur antagonis yang terdapat di daerah rhizosfer tanaman tebu untuk menekan pertumbuhan *F. moniliformae*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi latar belakang dalam proposal ini adalah:

1. Macam jamur rhizosfer apa saja yang ditemukan pada daerah perakaran tanaman tebu ?
2. Apakah terdapat jamur rhizosfer yang berpotensi sebagai agens antagonis terhadap jamur *Fusarium moniliformae* penyebab pokahbung pada tanaman tebu?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji jamur rhizosfer yang ditemukan dan jamur berpotensi sebagai agens antagonis yang di dapat pada daerah rhizosfer tanaman tebu untuk menekan jamur *Fusarium moniliformae* penyebab penyakit pokahbung.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini bahwa dapat ditemukan jamur yang berpotensi sebagai agens antagonis pada daerah rhizosfer tanaman tebu dan mampu menekan pertumbuhan jamur *Fusarium moniliformae*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang jamur rhizosfer tanaman tebu yang dapat berpotensi menekan jamur penyebab penyakit pokahbung (*Fusarium moniliformae*) pada tanaman tebu, sehingga dapat dijadikan sebagai dasar rekomendasi pengelolaan yang tepat.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu

Tanaman tebu tergolong tanaman perdu dengan nama latin *Saccharum officinarum*. Di daerah Jawa Barat disebut Tiwu, di daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur disebut Tebu atau Rosan. Tanaman tebu termasuk kedalam kingdom Plantae, divisi Spermatophyta, kelas Monocotyledone, ordo Graminale, famili Graminae, genus Saccharum, species *Saccharum officinarum* (Indrawanto *et al.*, 2010).

Morfologi tanaman tebu meliputi batang, akar, daun, bunga, buah (Indrawanto *et al.*, 2010). Batang tanaman tebu berdiri lurus dan beruas-ruas yang dibatasi dengan buku-buku. Batang tanaman tebu berasal dari mata tunas yang berada dibawah tanah yang tumbuh keluar dan berkembang membentuk rumpun. Diameter batang antara 3-5 cm dengan tinggi batang antara 2-5 meter dan tidak bercabang. Akar tanaman tebu termasuk akar serabut tidak panjang yang tumbuh dari cincin tunas anakan. Pada fase pertumbuhan batang, terbentuk pula akar dibagian yang lebih atas akibat pemberian tanah sebagai tempat tumbuh. Daun tebu berbentuk busur panah seperti pita, berseling kanan dan kiri, berpelepah seperti daun jagung dan tak bertangkai. Tulang daun sejajar, ditengah berlekuk. Tepi daun kadang-kadang bergelombang serta berbulu keras. Bunga tebu berupa malai dengan panjang antara 50- 80 cm. Buah tebu seperti padi, memiliki satu biji dengan besar lembaga 1/3 panjang biji. Biji tebu dapat ditanam di kebun percobaan untuk mendapatkan jenis baru hasil persilangan yang lebih unggul.

2.2 Rhizosfer

Rhizosfer merupakan bagian tanah yang berada di sekitar perakaran tanaman dan berperan sebagai pertahanan luar bagi tanaman terhadap serangan patogen akar. Populasi mikroorganisme di rhizosfer biasanya lebih banyak dan beragam dibandingkan pada tanah bukan rhizosfer (Liza *et al.*, 2015).

Aktivitas mikroorganisme rhizosfer dipengaruhi oleh eksudat yang dihasilkan oleh perakaran tanaman. Beberapa mikroorganisme rhizosfer berperan dalam siklus hara dan proses pembentukan tanah, pertumbuhan tanaman,

memengaruhi aktivitas mikroorganisme, serta sebagai pengendali hayati terhadap patogen akar (Prayudyaningsih *et al.*, 2015).

Mikroorganisme yang hidup pada daerah rhizosfer biasanya digunakan sebagai agen pengendalian hayati. Keberadaan mikroorganisme antagonis pada daerah rhizosfer dapat menghambat persebaran dan infeksi akar oleh patogen, keadaan ini disebut hambatan alamiah mikroba. Mikroba antagonis sangat potensial dikembangkan sebagai agen pengendalian hayati (Simatupang, 2008).

2.3 Jamur Tanah

Jamur tanah merupakan salah satu mikroba tanah yang mempunyai peranan besar pada siklus bahan makanan yang selanjutnya akan menentukan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman (Suciatmih, 2006).

Jamur tanah banyak dijumpai di daerah perakaran atau rhizosfer tanaman yang relatif kaya akan nutrisi. Jamur tanah merupakan salah satu faktor biotik yang dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit dan meningkatkan kesuburan pertumbuhan tanaman (Fety *et al.*, 2015).

Kelompok jamur tanah yang tergolong marga *Acremonium*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Cunninghamella*, *Eupenicillium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, dan *Trichoderma* dapat melarutkan fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) dan mendegradasi selulosa (Suciatmih, 2001).

2.4 Klasifikasi Jamur *Fusarium moniliformae*

Jamur *Fusarium moniliformae* termasuk kedalam kingdom Fungi, famili: Nectriaceae, genus *Fusarium* (Doctorallergy, 2018).

2.5 Morfologi Jamur *Fusarium moniliformae*

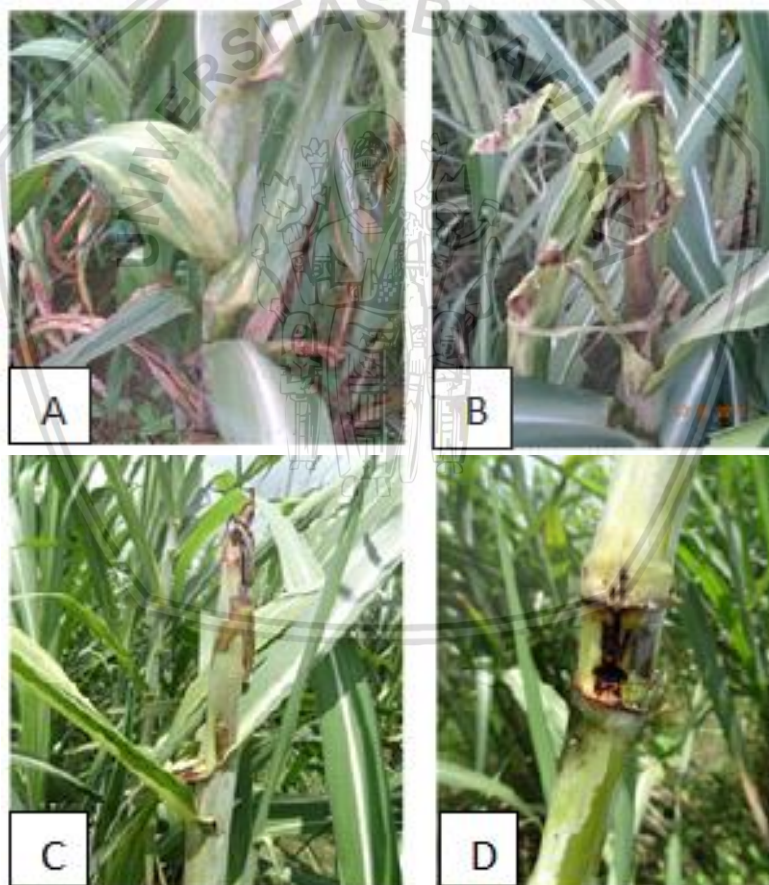
Koloni *Fusarium moniliformae* pada media PDA mencapai diameter 3,5-5,5 cm dalam waktu 4 hari, berwarna salem, krem pucat, violet hingga merah lembayung. Miselia aerial lebat, tampak hampir seperti kapas hingga seperti beludru, atau tampak seperti tepung karena banyaknya konidia yang terbentuk yang semula memberikan warna hampir putih kemudian menjadi merah muda.

Sporodokia jarang terbentuk, dan berwarna merah muda kecoklatan bila ada. Sebaliknya koloni berwarna violet gelap, ungu muda atau agak krem. Mikro-konidiafor hampir selalu tidak bercabang dan terbentuk pada misellia aerial yang membawa fialid 1-3 yang memanjang dan berbentuk sederhana. Mikrokonidia membentuk rantai panjang, tidak berseptum atau berseptum 1-2, berbentuk gada dengan basis yang rata, terdapat dalam jumlah banyak dan berwarna merah muda, serta berukuran $(4,3-19) \times (1,5-4,5) \mu\text{m}$. Pembentukan makro-konidia sangat jarang terjadi pada banyak *strain*. Makro-konidiafor terbentuk sebagai cabang lateral hifa dan dapat terdiri dari sel basal yang tunggal yang membawa fialid 2-3 atau terdiri dari metula 2-3. Makrokonidia langsing, berseptum 3-7, lurus atau sedikit membengkok, berbentuk fusiform, berdinding tipis, sel apikal seringkali membengkok dan sel basal berkaki. Apabila konidia berseptum 3 memiliki ukuran panjang 30-46 μm dan lebar 2,7-3,6 μm , sedangkan bila berseptum 5 maka berukuran panjang 47-58 μm dan lebar 3,1-3,6 μm . Klamidiospora tidak ada (Gandjar *et al.*, 1999). *Fusarium moniliformae* memiliki makrokonidia berbentuk sabit agar lurus dengan permukaan dorsal dan ventral yang hampir sejajar. Makrokonidia berdinding tipis dengan sel basal atau kaki yang berbeda dan sel apikal yang sering memanjang. Makrokonidiofor adalah monofialida yang tidak bercabang dan bercabang seperti halnya dengan semua spesies di bagian Liseola. Mikrokonidia terutama bersel tunggal dan berbentuk ovoid menjadi obovoid dengan basis truncate. Mikrokonidia terbawa dalam rantai panjang dan kepala palsu dan mikrokonidia yang ditinggali dengan rantai memiliki dasar pemotongan. Kepala palsu terdiri dari tetesan uap air di ujung mikrokonidiophore yang memegang mikrokonidia di tempat saat diproduksi. Mikrokonidiofor adalah monofialida yang tidak bercabang dan bercabang (Nelson, 1992).

2.6 Gejala Serangan *Fusarium moniliformae*

Karakteristik gejala penyakit Pokahbung adalah munculnya klorotik terhadap pangkal daun muda, pada kasus akut penyakit menunjukkan distorsi tangkai dengan potongan eksternal dan internal seperti lesi dan pembusukan

bagian apikal tangkai. Di bawah kondisi lapangan, penyakit ini dapat berkembang banyak variasi dari gejala umum, namun hasil akhirnya biasanya merupakan bagian atas dan tangkai yang rusak. Dasar daun yang terkena seringkali lebih sempit dibandingkan dengan daun normal. Perkembangan gejala penyakit pada empat fase diamati yaitu fase klorotik I dan II, fase busuk dan fase potong (Gambar 1). Daun apikal juga bisa menunjukkan kerutan dan kerutan yang menonjol tergantung pada kerentanan varietas dan kondisi iklim yang ada juga rusak atau rusak pada bagian atas dan tangkai karena penyakit ini. Gejala penyakit Pokahbung terutama dua jenis yaitu fase klorosis dan fase akut rotasi atas (Vishwakarma *et al.*, 2013).



Gambar 1. Perkembangan gejala penyakit Pokahbung; A. Fase klorotik I, B. Fase klorotik II, C. Fase busuk, dan D. Fase potong (Vishwakarma *et al.*, 2013).

2.7 Patogenesis Jamur *Fusarium moniliformae*

Patogen masuk ke jaringan inang melalui luka-luka oleh serangga atau penggerek atau retakan pertumbuhan alami. Setelah memasuki patogen, benang infeksi mengembangkan hypha normal yang tumbuh di dalam jaringan inang selama beberapa waktu dan kemudian muncul melalui sel-sel ke permukaan luar dan mengembangkan acervuli. Hujan dan embun berat biasanya membersihkan acervuli yang terbentuk pada simpul dan rongsokan dan spora tersangkut di sekitar simpul di balik selubung daun. Spora berkecambah dan miselium terbentuk di sisik sisir, bekas luka akar atau bekas purba dan kemudian di dalam jaringan tanaman. Elektron mikroskopis daun yang terinfeksi menunjukkan bahwa setelah penguapan konidia dan inkubasi minimal satu bulan pada saat perkecambahan, sel-sel fibrosa berdinding tipis dari epidermis diserang dan segera ambruk maka sel-sel epidermis yang lebih tua diserang. Dari sel epidermis, hifa masuk ke jaringan di bawahnya. Perubahan struktur stomata juga diamati pada daun yang terinfeksi namun tidak ditemukan bukti masuknya patogen melalui stomata (Vishwakarma *et al*, 2013).

2.8 Inang *Fusarium Moniliformae*

Fusarium moniliformae berhubungan dengan berbagai macam inang seperti pisang, jagung, kapas, mangga, tebu dan tanaman penting lainnya. *F. moniliformae* menyebabkan penyakit pada jagung, sorgum, padi dan tebu, dan menghasilkan mikotoksin yang berbeda (*fumonisin*, *moniliformin* dan *beauvericin*). Hal ini telah dilaporkan dari keluarga Gramineae bersama 31 keluarga tanaman lainnya. Patogen Pokahbung juga menyerang sorgum dan telah dilaporkan bahwa penyakit ini disebabkan oleh *F. moniliformae*. Jamur menginfeksi berbagai spesies termasuk *monocotyledons* dan *dikotyledons* yang menyebabkan berbagai penyakit seperti hawar bibit, hangus, busuk tangkai dan akar, kerdil atau hipertrofi. Penyakit Pokahbung dari tebu telah dikaitkan dengan beberapa penyakit tebu seperti busuk, busuk akar, layu dan potongan pisau (Vishwakarma *et al*, 2013).

2.9 Penyimpanan dan Pemeliharaan Isolat

Kegiatan penyimpanan dan pemeliharaan isolat dilakukan guna menjaga plasma nutfah yang didapatkan, dikarenakan sangat mudah mengalami perubahan sifat sehingga menjadi strain baru yang berbeda dengan aslinya. Selain itu, perlunya memiliki metode pembuatan dan penyimpanan koleksi yang sesuai untuk menjaga agar biakan mikroba tetap hidup, ciri-ciri genetiknya tetap stabil dan tidak berubah, serta hemat biaya dan tenaga. Metode yang dipilih sangat tergantung pada sifat mikroba dan tujuan koleksi. Sifat mikroba tercermin dalam (1) ciri-ciri morfologi mikroba yang beragam (virus, bakteri, jamur, nematoda, algae, khamir, dan protozoa), (2) ciri-ciri fisiologi dan biokimia mikroba, dan (3) kemampuan mikroba bertahan hidup baik dalam lingkungan alaminya maupun lingkungan buatan. Tujuan koleksi dan preservasi meliputi tujuan jangka pendek dan jangka panjang. Preservasi jangka pendek dilakukan untuk keperluan rutin penelitian yang disesuaikan dengan kegiatan program atau proyek tertentu. Preservasi jangka panjang dilakukan dalam kaitannya dengan koleksi dan konservasi plasma nutfah mikroba, sehingga apabila suatu saat diperlukan, dapat diperoleh kembali atau dalam keadaan tersedia. Tahapan dalam pembuatan koleksi dan preservasi plasma nutfah mikroba pada dasarnya sama, yaitu meliputi koleksi contoh mikroba, isolasi (pemurnian), dan karakterisasi isolat, preservasi, pemeliharaan dan pembuatan bank data (Machmud, 2001).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang dan Lahan Percobaan milik PG Kebon Agung, Desa Sempalwadak, Kecamatan Bululawang, Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan selama 6 bulan, dimulai pada bulan Februari sampai Juli 2018.

3.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan Petri diameter 9 cm, tabung reaksi, Labu Erlenmeyer, mikropipet, jarum Ose, pinset, bunsen, cetok, *hand sprayer*, *Laminar air flow cabinet*, *autoclave*, *object glass*, *cover glass*, suntikan 10 ml, timbangan, mikroskop, gelas ukur, botol kaca, aluminium foil, plastik klip atau *box*, sendok pengaduk, pisau, gunting, kamera digital, penggaris, spidol, kertas label buku identifikasi jamur.

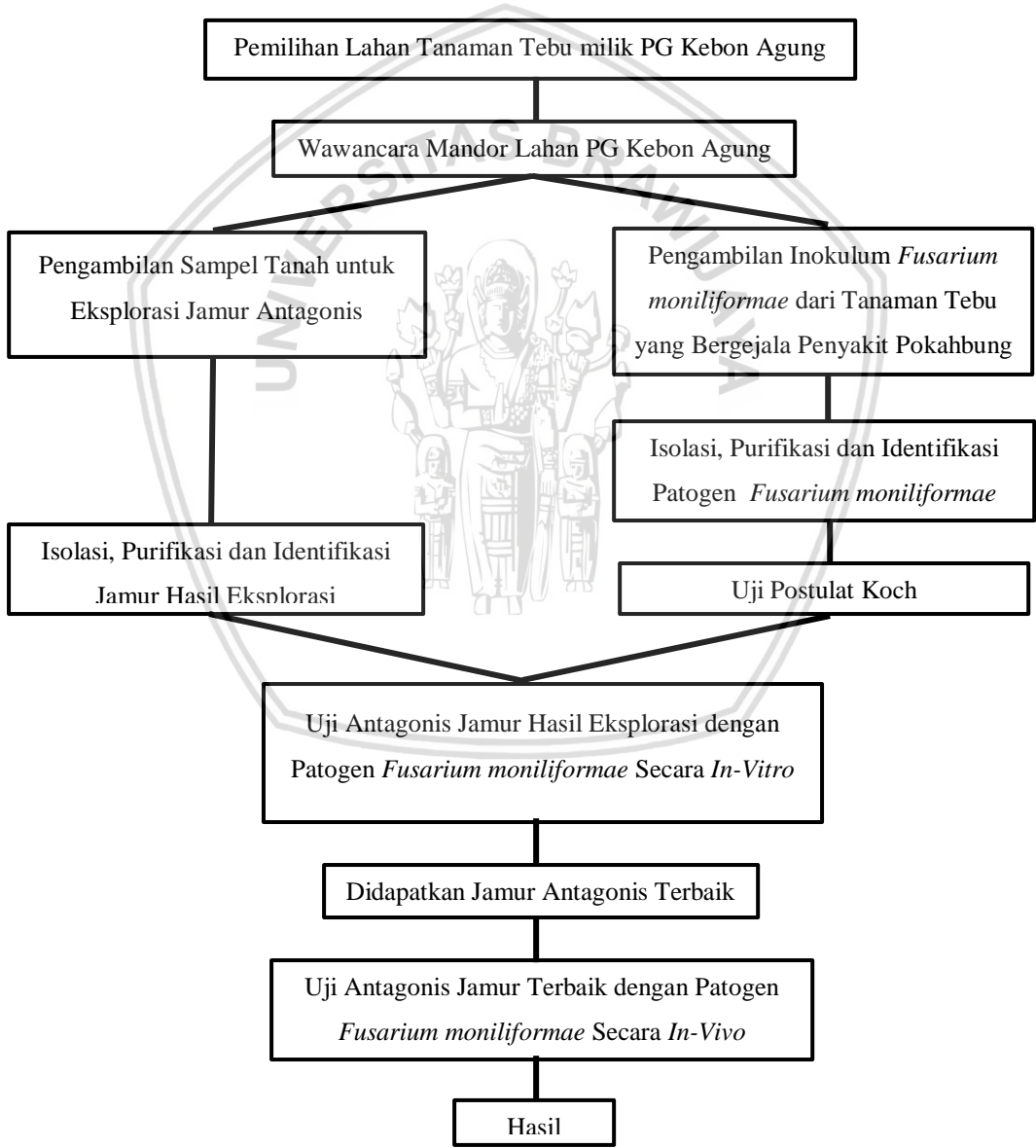
3.3 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah rhizosfer tanaman tebu, patogen *Fusarium moniliformae*, Alkohol 70%, Alkohol 90%, NaOCl 2%, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), aquades, aquades steril, tisu steril, spirtus, mikrotube, plastik wrap, media tanam endemis, polibag 0,5 kg, bibit *Single Bud Set* tanaman tebu dan bibit kultur jaringan tanaman tebu berumur 2 bulan varietas BL.

3.4 Metode Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah untuk eksplorasi jamur rhizosfer pada pertanaman tebu sehat, di Desa Kebon Sari, Kecamatan Gadang, Kota Malang. Pemilihan lahan pengambilan sampel berdasarkan hasil wawancara dengan mandor PG. Kebon Agung. Pengambilan sampel tanaman yang bergejala penyakit pokahbung dilakukan di pertanaman tebu, Kecamatan Kebonsari, Kota Malang.

Isolasi, purifikasi, identifikasi jamur rhizosfer serta pengujian Postulat Koch jamur patogen *Fusarium moniliformae* dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Pengujian antagonis secara *in-vitro* dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang serta pengujian antagonis secara *in-vivo* dilakukan di Lahan Percobaan milik PG Kebon Agung di Desa Sempalwadak, Kecamatan Bululawang, Kabupaten Malang. Prosedur penelitian disajikan pada (Gambar 2).



Gambar 2. Prosedur penelitian

Penelitian ini menggunakan 2 rancangan yaitu , rancangan acak lengkap (RAL) untuk di laboratorium dengan 19 perlakuan serta setiap perlakuan diulang sebanyak 2 kali (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan di laboratorium

No	Perlakuan	Keterangan
1	Kontrol	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> ditumbuhkan pada media PDA
2	A	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat A ditumbuhkan pada media PDA
3	B	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat B ditumbuhkan pada media PDA
4	C	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat C ditumbuhkan pada media PDA
5	D	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat D ditumbuhkan pada media PDA
6	E	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat E ditumbuhkan pada media PDA
7	F	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat F ditumbuhkan pada media PDA
8	G	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat G ditumbuhkan pada media PDA
9	H	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat H ditumbuhkan pada media PDA
10	I	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat I ditumbuhkan pada media PDA
11	J	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat J ditumbuhkan pada media PDA
12	K	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat K ditumbuhkan pada media PDA
13	L	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat L ditumbuhkan pada media PDA
14	M	Isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat M ditumbuhkan pada media PDA
15	N	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat N ditumbuhkan pada media PDA
16	O	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat O ditumbuhkan pada media PDA
17	P	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat P ditumbuhkan pada media PDA
18	Q	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat Q ditumbuhkan pada media PDA
19	R	isolat <i>Fusarium moniliformae</i> dan isolat R ditumbuhkan pada media PDA

Kemudian di lapang menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan serta setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali (Tabel 2). Sehingga dalam penelitian ini terdapat 15 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan diaplikasikan pada 10 bibit tanaman untuk diamati.

Tabel 2. Perlakuan di lapang

No	Perlakuan	Keterangan
1	P0	Kontrol (negatif) dengan perendaman air
2	P0 ₁	Kontrol (positif) dengan perendaman konvensional
3	P1	Bibit tebu yang direndam + disiram jamur antagonis 1
4	P2	Bibit tebu yang direndam + disiram jamur antagonis 2
5	P3	Bibit tebu yang direndam + disiram jamur antagonis 3

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Isolasi Patogen *Fusarium moniliformae*

Inokulum *F. moniliformae* diperoleh dengan cara diisolasi dari tanaman tebu yang menunjukkan gejala. Patogen diisolasi dari daun tanaman tebu yang bergejala penyakit pokahbung. Proses isolasi yang dilakukan yakni memotong bagian tanaman yang terinfeksi dengan setengah bagian sehat dan setengah bagian sakit dengan ukuran sekitar 1 cm, diambil sebanyak 3. Potongan bagian tanaman yang terinfeksi tersebut kemudian disterilisasi dengan cara merendamnya dalam NaOCl 2% , alkohol 70%, dan aquades sebanyak dua kali, dengan masing-masing rendaman selama 1 menit. Lalu, potongan tersebut ditiriskan pada tisu steril sampai kering. Potongan bagian tanaman tebu yang bergejala ditanam di media PDA pada cawan Petri. Semua tahapan tersebut dilakukan di dalam LAFC (*Laminar Air Flow Cabinet*) untuk menjaga kondisi aseptik sehingga dapat mengurangi terjadinya kontaminasi. Inkubasi dilakukan selama 7 hari, kemudian dilakukan pemurnian isolat atau purifikasi untuk mendapatkan biakan murni. Setelah itu dilakukan uji patogenisitas atau Postulat Koch, dengan bibit tanaman tebu kultur jaringan berumur 2 bulan varietas BL.

3.5.2 Uji Postulat Koch

Uji Postulat Koch dilakukan dengan memodifikasi metode yang digunakan Hafsah (2013), pada pengujian Postulat Koch patogen *Fusarium moniliformae*

menggunakan tanaman tebu sehat kultur jaringan. Sumber inokulum *F. moniliformae* berasal dari hasil isolasi lapang yang ditularkan pada tanaman tebu kultur jaringan menggunakan suntik kemudian menyemprotkan inokulum *F. moniliformae* pada tanaman tebu dalam tabung. Pengambilan sumber inokulum berasal dari 1 cawan Petri yang berisi patogen *F. moniliformae* di encerkan pada 100 ml aquades. Setelah itu, tabung kultur jaringan disimpan diruangan dengan suhu ruang dan pencahayaan lampu yang cukup. Pengamatan dilakukan sampai tanaman tebu yang ditularkan inokulum *F. moniliformae* menunjukkan gejala serangan. Kemudian dilakukan re-isolasi patogen.

3.5.3 Eksplorasi Jamur Antagonis

Pengambilan sampel tanah diambil dari pertanaman tebu sehat berumur enam bulan setelah tanam. Pengambilan sampel diambil sebanyak tiga titik dengan metode purposive sampling, setiap titik diambil sebanyak tiga kali ulangan. Sampel tanah diambil didekat perakaran dengan menggunakan cetok dengan kedalaman 15-20 cm sebanyak $\pm 0,5$ kg. Sampel tersebut kemudian dikompositkan dan dimasukkan ke dalam kantong plastik atau *box*. Metode isolasi jamur rhizosfer dilakukan dengan teknik pengenceran berseri. Sampel tanah pada masing-masing ulangan ditimbang sebanyak 10 gram kemudian dimasukkan kedalam elenmayer dan disuspensikan dalam 100 ml aquades steril. Suspensi dikocok secara manual hingga homogen. Dari suspensi tersebut diambil 1 ml dan dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades steril, kemudian dikocok sampai homogen untuk mendapatkan pengenceran ke-2 atau 10^{-2} . Hal tersebut dilakukan kembali hingga mencapai tingkat pengenceran 10^{-7} . Dari Hasil pengenceran tersebut kemudian diambil pengenceran ke 10^{-3} sampai 10^{-7} , masing-masing diambil 0,1 ml untuk dituangkan ke dalam cawan Petri yang telah berisi media PDA menggunakan pipet. Kemudian suspensi diratakan dengan stik L sampai suspensi tersebar merata dalam media. Setelah itu, diinkubasi pada suhu ruang 27-28 °C selama 5-7 hari.

3.5.4 Purifikasi

Pemurnian dilakukan pada setiap koloni jamur yang dianggap berbeda berdasarkan morfologi jamur dalam cawan petri yang meliputi warna dan bentuk koloni jamur yang ditemukan setelah dilakukan isolasi di cawan petri. Masing-masing koloni jamur yang dianggap berbeda, diambil menggunakan jarum Ose. Kemudian ditumbuhkan kembali pada cawan petri yang telah berisi media PDA padat.

3.5.5 Identifikasi dan Determinasi

Pembuatan preparat dilakukan dengan cara mengambil Isolat jamur dengan menggunakan jamur ose lalu diletakkan pada *object glass* yang telah diberi sedikit media PDA dan ditutup dengan *cover glass*. Preparat selanjutnya diinkubasi selama 2-3 hari didalam wadah yang telah dialasi dengan *tissue* yang telah diberi aquades steril supaya lembab dan ditutup rapat agar tidak terkontaminasi oleh spora jamur dari udara.

Jamur rhizosfer yang mempunyai kemampuan antagonis diidentifikasi sampai tingkat genus berdasarkan pengamatan koloni meliputi warna dan permukaan koloni, garis-garis radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni, dan lingkaran-lingkaran konsentris (Hafsari dan Asteria, 2013). Kemudian pengamatan morfologi tingkat pertumbuhan (lambat, sangat lambat, cepat, atau sangat cepat); warna koloni; diameter koloni; keadaan hifa (warna dan ada tidaknya sekat); warna dan bentuk spora atau konidia (Sanjaya *et al.*, 2010).

Hasil dari pengamatan koloni dan morfologi jamur kemudian digunakan untuk kegiatan determinasi. Setelah preparat diinkubasi kemudian dilakukan determinasi mikroskopis menggunakan mikroskop. Seluruh Isolat jamur diidentifikasi secara morfologi makroskopis maupun mikroskopis dengan menggunakan buku identifikasi dari Gandjar *et al.*, (1999) dan Watanabe (2002).

3.5.6 Uji Antagonis

Metode uji antagonis jamur rhizosfer dengan *F. moniliformae* dilakukan dengan 2 metode yaitu metode biakan ganda pada media PDA dan aplikasi langsung pada bibit tanaman tebu di lahan percobaan milik PG Kebon Agung.

- a. Pada metode biakan ganda dalam media PDA, jamur rhizosfer dan patogen dibiakkan dalam satu cawan Petri. Uji antagonis dilakukan didalam cawan Petri berdiameter 9 cm yang berisi media PDA. Inokulum jamur rhizosfer dan *F. moniliformae* ditanam berdampingan pada cawan Petri dengan jarak 3 cm dari tepi cawan, dan 3 cm antar inokulum. Kemampuan antagonis ditentukan berdasarkan persentase kemampuan daya hambat jamur antagonis dengan menilai ada tidaknya zona hambatan.
- b. Pada metode aplikasi langsung pada bibit tanaman tebu, dibutuhkan bibit tanaman tebu *Single Bud Set* varietas BL sebanyak 150 bibit. Bibit tersebut di tanam dalam polybag berukuran 0,25 kg yang berisi media tanam yang ditambah isolat jamur *Fusarium moniliformae*. Media tanam yang digunakan adalah tanah, blotong, dan abu ketel dengan perbandingan 2:1:1. Setelah itu dilakukan perendaman bibit tanaman tebu dengan beberapa perlakuan yaitu, pada perlakuan pertama bibit yang direndam dengan air biasa. Pada perlakuan kedua bibit direndam dengan larutan betadine, larutan Cruiser 350 FS, dan campuran larutan Nordox 56 WP dan Antonik 6,5 L. Bibit direndam pada masing-masing larutan dengan waktu 15 menit. Pada perlakuan ketiga sampai kelima bibit direndam pada isolat jamur yang berpotensi sebagai agens antagonis penyakit pokahbung. Kemudian pada perlakuan ketiga hingga kelima dilakukan penyiraman isolat agens antagonis sebanyak 10 ml/tanaman dengan kerapatan 10^6 cfu/ml setiap 1 minggu sekali (Supriyanto *et al.*, 2011). Konsentrasi suspensi konidia jamur antagonis dan *Fusarium moniliformae* dihitung dengan *haemositometer* hingga mencapai konsentrasi sesuai dengan perlakuan (Ara *et al.*, 2012; Dwiastuti *et al.*, 2015). Perhitungan kerapatan konidia dapat dilakukan dengan *haemositometer* menggunakan rumus (Dwiastuti *et al.*, 2015) :

$$K = \frac{(t \times d)}{(n \times 0,25)} \times 10^6$$

Keterangan:

K = Jumlah konidia jamur Antagonis dan *Fusarium moniliformae*

t = Total konidia dalam semua kotak hitung

d = Faktor pengenceran

n = Jumlah semua kotak yang dihitung

Pada perlakuan lainnya akan dilakukan penyiraman dengan menggunakan air. Selanjutnya seluruh bibit akan diamati sampai 6 kali pengamatan.

3.5.7 Teknik Penyimpanan Isolat

Salah satu teknik sederhana dalam memelihara biakan jamur adalah dengan cara menyimpan dalam tabung agar miring dan menutup dengan minyak mineral atau parafin cair. Dasar teknik penyimpanan ini adalah mempertahankan viabilitas mik-roba dengan mencegah pengering-an medium, sehingga waktu peremajaan dapat diperpanjang hingga beberapa tahun. Beberapa jenis jamur dapat bertahan hidup sampai 20 tahun. Daya tahan hidup mikroba lebih baik apabila biakan disimpan pada suhu kulkas (4⁰C). Mikroba yang akan dipelihara ditumbuhkan pada tabung berisi medium agar miring atau medium cair (*broth*) yang sesuai, kemudian permukaan biakan ditutup dengan minyak mineral steril setinggi 10-20 mm dari permukaan atas medium. Adapun kekurangan dalam penggunaan teknik ini, yaitu kurang praktis untuk ditransportasi. Di samping itu, keberadaan minyak mineral mengakibatkan peremajaan menjadi kotor (Machmud, 2001).

Cara penyimpanan dalam minyak mineral menurut Elliot (1975 dalam Machmud, 2001) adalah sebagai berikut:

1. Penyediaan tabung reaksi dengan tutup berdrat atau botol Mc Cartney berisi medium agar miring yang sesuai untuk mikroba yang akan dipelihara.
2. Penyediaan minyak mineral atau parafin cair steril, diautoklaf pada suhu 121⁰C selama 60 menit.
3. Menumbuhkan mikroba yang akan disimpan dalam tabung agar miring selama 24-48 jam dan memeriksa kemurnian biakan untuk menghindari kontaminasi.
4. Setelah mikroba tumbuh baik, parafin cair steril dimasukkan ke dalam botol secukupnya, sehingga permukaan parafin atas berada 10-20 mm di atas permukaan medium agar.
5. Botol biakan yang telah diberi parafin cair disimpan pada suhu ruang atau di kulkas.

6. Uji viabilitas mikroba dan pemeliharaan isolat dilakukan secara periodik dan rutin, paling tidak setiap tahun.
7. Penumbuhan kembali (*recovery*) mikroba dilakukan dengan cara mengambil secara aseptik sebagian biakan dari tabung, memindahkan dan mensuspensikan pada medium cair. Minyak mineral mengapung di permukaan suspensi dan sebagian suspensi digoreskan pada medium agar yang sesuai. Biakan jamur digoreskan langsung pada medium agar.

3.6 Parameter pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini ada dua, yaitu pengamatan di dalam laboratorium (*in vitro*) dan pengamatan di lapang (*in vivo*).

Pengamatan yang dilakukan di dalam laboratorium yaitu pengamatan persentase hambatan pertumbuhan jamur dihitung berdasarkan rumus (Amaria *et al.*, 2013):

$$P = \frac{(r1 - r2)}{r1} \times 100\%$$

Keterangan:

P: Persentase penghambatan pertumbuhan (%)

r1: jari-jari *F. Moniliformae* menjauhi isolat jamur rhizosfer;

r2: jari-jari *F. Moniliformae* mendekati isolat Jamur rhizosfer

Kriteria seleksi dilakukan terhadap persentase daya hambat, nilai >70% dikategorikan sebagai isolat terseleksi (Amaria *et al.*, 2013).

Pengamatan yang dilakukan di lapang yaitu mengamati bibit tanaman tebu yang terserang *Fusarium moniliformae* secara visual dan melakukan perhitungan kejadian penyakit berdasarkan rumus (Fauzan *et al.*, 2013).

$$KjP = \frac{a}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan:

KjP = Kejadian Penyakit

a = Jumlah tanaman terserang

b = Jumlah tanaman sehat

3.7 Analisa Data

Rancangan percobaan pada pengujian antagonisme di laboratorium yaitu dengan rancangan Acak lengkap (RAL) dengan ulangan dua kali serta pengujian antagonis di lapang dengan rancangan acak kelompok (RAK) dengan ulangan tiga kali. Data hasil uji antagonis jamur rhizosfer terhadap patogen *Fusarium moniliformae* akan dianalisis dengan sidik ragam. Selanjutnya apabila pada uji F terdapat perbedaan nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%. Program tambahan yang digunakan untuk analisis sidik ragam dan uji Duncan adalah DSAASTAT.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Aktual Lahan Pengambilan Sampel

Berdasarkan hasil survei di lahan tebu milik PG. Kebon Agung di Desa Kebon Sari, Kecamatan Gadang, Kota Malang diperoleh informasi mengenai kondisi aktual lahan yang diambil untuk pengambilan sampel tanah rhizosfer melalui wawancara salah satu mandor di lahan tersebut (Tabel 3).

Tabel 3. Kondisi aktual lahan

No	Perlakuan	Keterangan
1	Pengelolaan Lahan	Menggunakan bajak
2	Pembibitan	Bibit bagal
3	Varietas tebu	BL (Bululawang)
4	Pemupukan	Pupuk ZA dan Ponska
5	Pengairan	Tadah hujan
6	Pembumbunan	Bertujuan untuk memperkokoh dan memperkuat tanaman tebu.
7	Penyualaman	Mengganti tanaman yang mati dengan tanaman baru
8	Penyiangan gulma	Dilakukan secara manual menggunakan tangan
9	Perawatan	Melakukan perogesan yaitu pengelupasan daun tua
10	Pengendalian Hama dan Penyakit	Pengendalian hama dengan <i>Trichogramma</i> sp. pengendalian penyakit dengan cara manual (pengambilan bagian tanaman yang terserang penyakit)
11	Pemanenan	Tebang angkut
12	Luas lahan	6.000 m ²

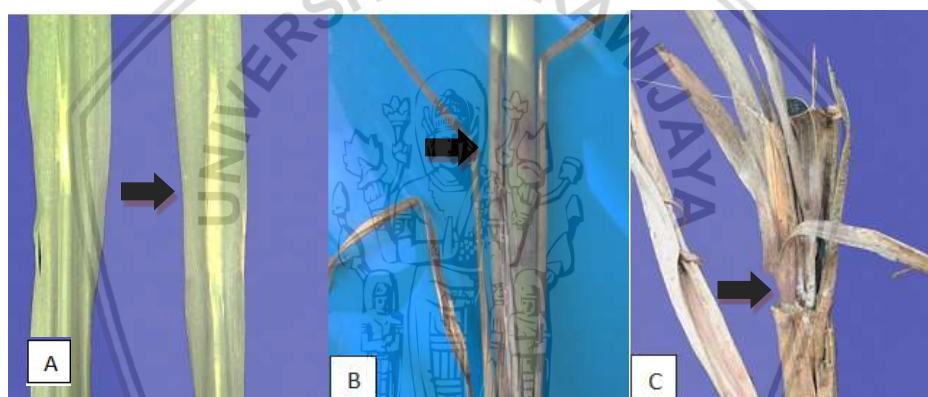
Lahan tanaman tebu memiliki luas sebesar 6.000 m². Dalam beberapa tahun terakhir penyakit pokahbung menyerang pertanaman tebu milik PG. Kebon Agung dan mengakibatkan kerugian hingga hampir 50% pada keseluruhan lahan. Pengelolaan lahan menggunakan bajak I dan bajak II, pembajakan dilakukan 2 kali untuk menghancurkan agregat tanah dan mengemburkan tanah serta membuat kairan (lubang tanam) yang menggunakan mesin traktor dengan kedalaman 35 cm. Bibit yang digunakan adalah bibit bagal yang memiliki 2 mata tunas dan varietas bibit yang digunakan adalah varietas BL (bululawang). Pemupukan dilakukan sebanyak 3 kali; pertama, diberikan pada saat pertama dilakukan pengolahan lahan dengan menggunakan biokompos yang terdiri dari

blotong dan abu ketel; kedua, pupuk ZA sebanyak 4 kw/ha dan ponska sebanyak 4 kw/ha diberikan pada saat tanaman berusia 1,5-2 bulan setelah tanam; ketiga, pupuk ZA sebanyak 4 kw/ha diberikan untuk menaikkan kadar gula tebu saat tanaman berusia 3 bulansetelah tanam. Sistem pengairan pada lahan tersebut mengandalkan tadah hujan, sebelum melakukan penanaman bibit terlebih dahulu membuat saluran irigasi. Pembumbunan merupakan kegiatan menambahkan tanah disisi tanaman tebu ke titik tumbuh tebu dengan tujuan untuk memperkokoh dan memperkuat tanaman tebu. Penyulaman dilakukan untuk mengganti tanaman tebu yang mati dengan tanaman tebu sehat pada saat setelah penanaman bibit. Penyiangan gulma dilakukan dengan cara manual menggunakan tenaga manusia. Perawatan tanamna tebu dengan cara perogesan yaitu kegiatan menghilangkan pelepah daun tua pada batang tebu. Pengendalian hama dan penyakit yang dilakukan pihak PG. Kebon Agung yaitu pada pengendalian hama penggerek menggunakan agens hayati berupa *Trichogramma* sp. sedangkan untuk pengendalian penyakit dilakukan pengambilan secara manual pada bagian tanaman yang terserang penyakit. Pemanenan dilakukan dengan sistem tebang-angkut yaitu menebang tanamn tebu secara manual dengan tenaga manusia kemudian diangkut menggunakan truk untuk dibawa ke pabrik dan digiling.

4.2 Identifikasi Penyakit Pokahbung pada Tanaman Tebu

Hasil isolasi penyakit pada tanaman tebu yang ditemukan yaitu penyakit pokahbung. Penyakit tersebut disebabkan oleh jamur *Fusarium moniliformae*. Hasil identifikasi lapang menunjukkan terdapat gejala serangan penyakit pokahbung pada daun terdapat klorosis berwarna hijau keputihan yang nantinya akan berubah warna menjadi kemerahan. Gejala serangan lain terdapat bercak merah pada pelepah daun yang menempel pada batang tanaman tebu. Gejala lanjutan dari penyakit pokahbung yaitu terjadi pembusukan pada bagian titik tumbuh pada tanaman tebu dan dapat menyebabkan kematian tanaman tebu (Gambar 3). Penyakit ini dapat menyerang mulai dari pembibitan sampai usia saat panen. Menurut Vishwakarma *et al.*, (2013), menyatakan karakteristik gejala penyakit Pokahbung adalah munculnya patch klorotik terhadap pangkal daun muda, pada

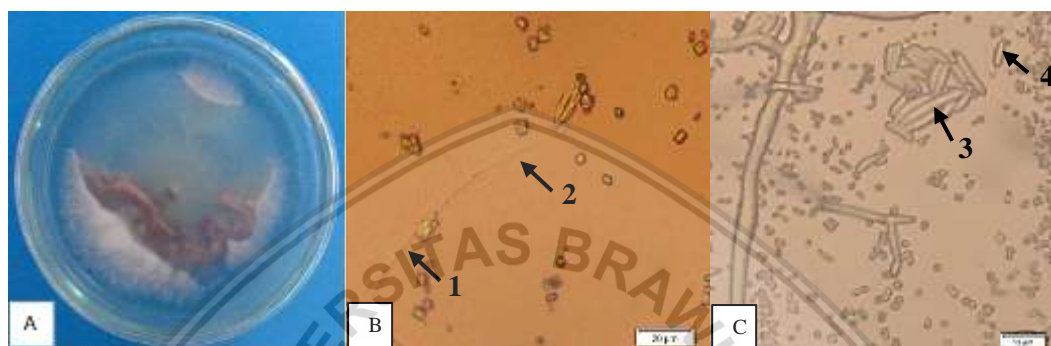
kasus akut penyakit menunjukkan distorsi tangkai dengan potongan eksternal dan internal seperti lesi dan pembusukan bagian apikal tangkai. Di bawah kondisi lapangan, penyakit ini dapat berkembang banyak variasi dari gejala umum, namun hasil akhirnya biasanya merupakan bagian atas dan tangkai yang rusak. Dasar daun yang terkena seringkali lebih sempit dibandingkan dengan daun normal. Perkembangan gejala penyakit pada empat fase diamati yaitu fase klorotik I dan II, fase busuk dan fase potong. Daun apikal juga bisa menunjukkan kerutan dan kerutan yang menonjol tergantung pada kerentanan varietas dan kondisi iklim yang ada juga rusak atau rusak pada bagian atas dan tangkai karena penyakit ini. Gejala penyakit Pokahbung terutama dua jenis yaitu fase klorosis dan fase akut rotasi atas.



Gambar 3. Gejala serangan *Fusarium moniliformae* di lapang A. Klorosis pada daun; B. Bercak merah pada pelepah daun di batang; C. Pembusukan di titik tumbuh tanaman tebu dan terdapat miselium jamur.

Hasil pengamatan makroskopis dari isolat patogen *F.moniliformae* memiliki warna koloni putih keunguan. Koloni menyebar keseluruhan cawan petri. Tekstur permukaan kasar, dengan kerapatan sedang. Memiliki ketebalan yang timbul. Ukuran diameter 6 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 10x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa koloni mencapai diameter 3,5-5,5 cm dalam waktu 4 hari, berwarna salem sampai violet. Tampak hampir seperti kapas hingga seperti bludru, atau tampak tepung karena banyaknya konidia yang terbentuk yang semula memberikan warna hampir putih kemudian menjadi merah muda sampai violet. Pada pengamatan mikroskopis memiliki hifa bersekat dan hialin.

Konidiafor memiliki sekat, berwarna bening, tidak bercabang, sederhana dan memiliki panjang 67,69 μm . Pada konidiafor terdapat fialid berwarna bening dan memiliki panjang 37,69 μm . Terdapat mikrokonidia berbentuk lonjong, tidak bersekat, hialin, dan memiliki panjang 6,54 μm dan lebar 2,5 μm . Makrokonidia berbentuk ramping, pada ujung bengkok seperti sabit, memiliki sekat, hialin, memiliki panjang 19,23 μm dan lebar 2,3 μm (Gambar 4).



Gambar 4. Isolat jamur *Fusarium moniliformae*; A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA); B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiafor, (2) Fialid; C. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (3) Mikrokonidia, (4) Makrokonidia

Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa mikro-konidiafor hampir selalu tidak bercabang dan terbentuk pada miselia aerial yang membawa fialid 1-3 yang memanjang dan berbentuk sederhana, tidak berseptum atau bersepta 1-2, terdapat dalam jumlah banyak dan berwarna merah muda, serta berukuran panjang 4,3-19 μm dan lebar 1,5-4,5 μm . Makrokonidia langsing, bersepta 3-7, lurus atau sedikit membengkok, berbentuk fusiform, berdinding tipis, sel apikal seringkali membengkok. Apabila konidia bersepta 3 memiliki ukuran panjang 30-46 μm dan lebar 2,7-3,6 μm , sedangkan bila bersepta 5 maka berukuran panjang 47-58 μm dan lebar 3,1-3,6 μm .

4.3 Hasil Identifikasi Isolat Jamur

Hasil isolasi jamur rhizosfer tanaman tebu, diperoleh 18 jamur. 16 isolat jamur teridentifikasi berasal dari 7 genus yaitu *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp., *Fusarium* sp., *Gliocladium* sp., *Mortierella* sp. dan *Cochliobolus* sp., serta 2 isolat jamur belum teridentifikasi (tabel 4).

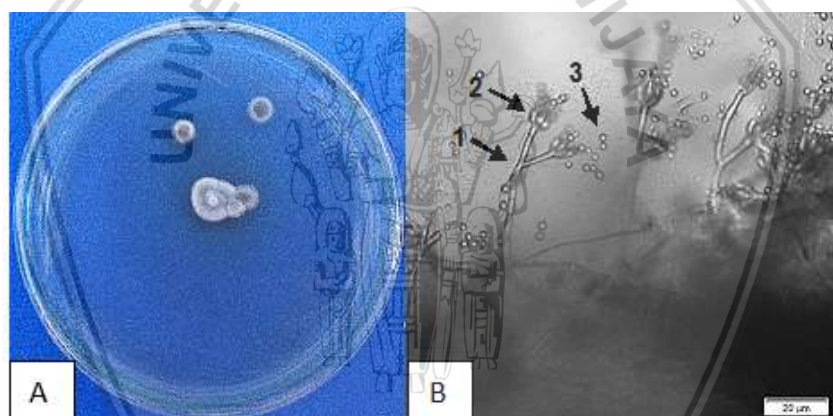
Tabel 4. Hasil identifikasi isolat jamur rhizosfer

Jamur rhizosfer yang ditemukan	Fillum	Deskripsi singkat mikroskopis
<i>Penicillium</i> sp. isolat 1	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiafor tidak bersekat, bercabang, dan hialin. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat
<i>Penicillium</i> sp. isolat 2	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiafor tidak bersekat, bercabang, dan hialin. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat berjajar membentuk untaian.
<i>Penicillium</i> sp. isolat 3	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiafor tidak bersekat dan hialin. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat berjajar membentuk untaian.
<i>Penicillium</i> sp. isolat 4	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiafor tidak bersekat dan hialin. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat berjajar membentuk untaian.
<i>Penicillium</i> sp. isolat 5	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiafor tidak bersekat dan hialin. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat berjajar membentuk untaian.
<i>Aspergillus</i> sp. isolat 1	Ascomycota	Hifa bersekat, konidiafor bersekat dan hialin. Konidia berbentuk bulat dan menggerombol pada ujung konidiafor.
<i>Aspergillus</i> sp. isolat 2	Ascomycota	Hifa bersekat, konidiafor tidak bersekat dan hialin. Memiliki vesikel. Konidia berbentuk bulat dan menggerombol pada ujung konidiafor.
<i>Aspergillus</i> sp. isolat 3	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiafor tidak bersekat dan hialin. Konidia berbentuk bulat dan menggerombol pada ujung konidiafor.
<i>Trichoderma</i> sp. isolat 1	Ascomycota	Hifa bersekat, konidiafor hialin dan bercabang. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat/oval.
<i>Trichoderma</i> sp. isolat 2	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiafor hialin dan bercabang. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat/oval.
<i>Trichoderma</i> sp. isolat 3	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiafor hialin dan bercabang. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat/oval.
<i>Trichoderma</i> sp. isolat 4	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiafor hialin dan bercabang. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat/oval.
<i>Fusarium</i> sp.	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiafor bersekat, hialin, dan bercabang. Konidia hialin berbentuk lonjong.
<i>Gliocladium</i> sp.	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiafor hialin, bersekat dan bercabang. Konidia berbentuk bulat dan hialin.
<i>Mortierella</i> sp.	Zygomycota	Hifa hialin dan bersekat, sporangiofor bersekat, hialin, dan bercabang. Sporangia hialin dan berbentuk bulat.
<i>Cochliobolus</i> sp.	Ascomycota	Hifa bersekat, konidiafor bersekat dan hialin. Konidia berbentuk porokonidia bersekat 3.
Jamur belum teridentifikasi 1	Belum diketahui	Hifa bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiafor dan konidia.
Jamur belum teridentifikasi 2	Belum diketahui	Hifa bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiafor dan konidia.

4.4 Kenampakan Morfologi Jamur

4.4.1 *Penicillium* sp. isolat 1

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni hijau keabuan, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar coklat tua. Tipe persebarannya tidak beraturan, sebaran menyebar keseluruh petri. Tekstur permukaannya kasar, dengan kerapatan rapat, dan ketebalan timbul seperti kawah (Gambar 5a). Ukuran diameter 2,6 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 31x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa koloni *Penicillium* sp. memiliki diameter 4-5 cm dalam waktu 10 hari, memiliki permukaan seperti beludru walaupun kadang-kadang agak seperti kapas, dan berwarna hijau kekuningan atau hijau agak biru pucat, bila berumur tua warna akan semakin gelap.



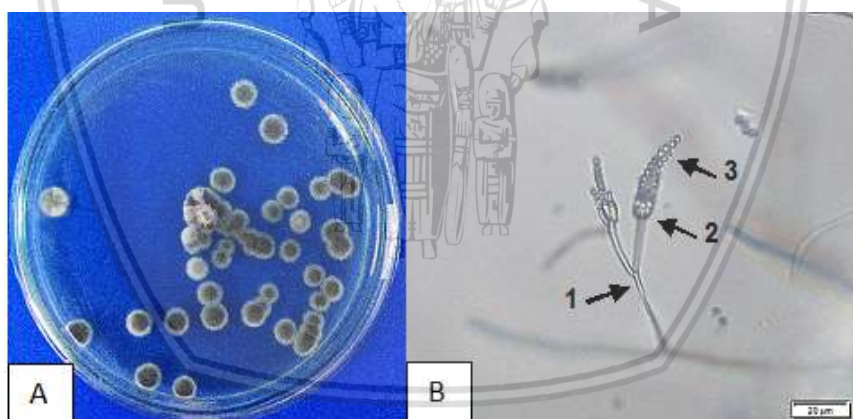
Gambar 5. Isolat jamur *Penicillium* sp. isolat 1; A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiofor, (2) Fialid, (3) Konidia.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiafor tidak bersekat dengan panjang 46,15 μm , berbentuk tegak, ramping, dan bercabang. Memiliki fialid serta konidia hialin, berbentuk bulat dengan diameter 2,3-3 μm . sebaran konidia menggerombol dekat dengan konidiafor (Gambar 5b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Penicillium* sp. memiliki konidiafor muncul dari substrat, bertipe mononematous, umumnya mempunyai vertisil 3 hingga 4, pada beberapa strain memiliki percabangan lebih banyak, *stipe* memiliki panjang 250-500 μm dan lebar 4 μm . Konidia semula

berbentuk semibulat atau elips, kemudian menjadi bulat dan memiliki panjang 3-4 μm dan lebar 2,3-3,8 μm , berwarna hialin atau sedikit kehijauan, berdinging halus, serta terbentuk dalam kolom kolom yang tidak padat.

4.4.2 *Penicillium* sp. isolat 2

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni hijau keabuan, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar kuning. Tipe persebarannya tidak beraturan, sebaran menyebar keseluruh petri. Tekstur permukaannya kasar, dengan kerapatan rapat, dan ketebalan timbul (Gambar 6a). Ukuran diameter 2,4 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 30x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa koloni *Penicillium* sp. memiliki diameter 4-5 cm dalam waktu 10 hari, memiliki permukaan seperti beludru walaupun kadang-kadang agak seperti kapas, dan berwarna hijau kekuningan atau hijau agak biru pucat, bila berumur tua warna akan semakin gelap.



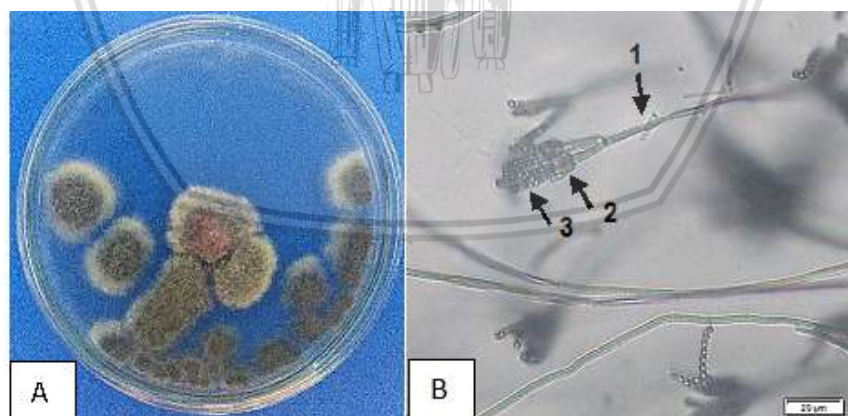
Gambar 6. Isolat jamur *Penicillium* sp. isolat 2; A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiofor, (2) Fialid, (3) Konidia.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiafor tidak bersekat dengan panjang 52,3 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan bercabang. Memiliki fialid serta konidia hialin, berbentuk bulat dengan diameter sebesar 1,9-3 μm . Sebaran konidia menggerombol dan memanjang dekat dengan konidiafor membentuk untaian (Gambar 6b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Penicillium* sp. memiliki

konidiofor muncul dari substrat, bertipe mononematous, umumnya mempunyai veertisil 3 hingga 4, pada beberapa strain memiliki percabangan lebih banyak, *stipe* memiliki panjang 250-500 μm dan lebar 4 μm . Konidia semula berbentuk semibulat atau elips, kemudian menjadi bulat dan memiliki panjang 3-4 μm dan lebar 2,3-3,8 μm , berwarna hialin atau sedikit kehijauan, berdinding halus, serta terbentuk dalam kolom kolom yang tidak padat.

4.4.3 *Penicillium* sp. isolat 3

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni hijau tua, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar coklat tua. Tipe persebarannya tidak berbentuk, sebaran menyebar keseluruh petri. Tekstur permukaan kasar, dengan kerapatan rapat, dan ketebalan timbul (Gambar 7a). Ukuran diameter 2,4 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 28x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa koloni *Penicillium* sp. memiliki diameter 4-5 cm dalam waktu 10 hari, memiliki permukaan seperti beludru walaupun kadang-kadang agak seperti kapas, dan berwarna hijau kekuningan atau hijau agak biru pucat, bila berumur tua warna akan semakin gelap.



Gambar 7. Isolat jamur *Penicillium* sp. isolat 3; A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiofor, (2) Fialid, (3) Konidia.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Memiliki fialid serta konidiofor tidak bersekat dan hialin dengan panjang 96,15 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan bercabang. Konidia hialin

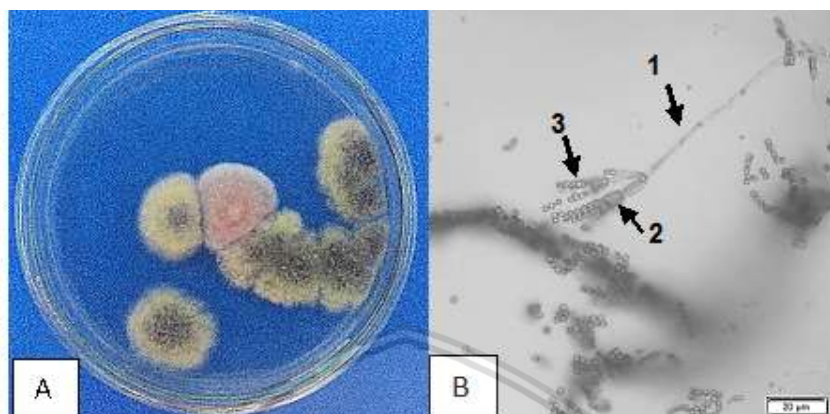
dan bulat dengan diameter sebesar 1,5-3 μm . Sebaran konidia menggerombol dan memanjang dekat dengan konidiafor membentuk untaian (Gambar 7b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Penicillium sp.* memiliki konidiafor muncul dari substrat, bertipe mononematous, umumnya mempunyai veertisil 3 hingga 4, pada beberapa strain memiliki percabangan lebih banyak, *stipe* memiliki panjang 250-500 μm dan lebar 4 μm . Konidia semula berbentuk semibulat atau elips, kemudian menjadi bulat dan memiliki panjang 3-4 μm dan lebar 2,3-3,8 μm , berwarna hialin atau sedikit kehijauan, berdinding halus, serta terbentuk dalam kolom kolom yang tidak padat.

4.4.4 *Penicillium sp.* isolat 4

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni hijau, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar coklat. Tipe persebarannya tidak berbentuk, sebaran menyebar keseluruh petri. Tekstur permukaan kasar, dengan kerapatan rapat, dan ketebalan timbul (Gambar 8a). Ukuran diameter 2,45 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 27x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa koloni *Penicillium sp.* memiliki diameter 4-5 cm dalam waktu 10 hari, memiliki permukaan seperti beludru walaupun kadang-kadang agak seperti kapas, dan berwarna hijau kekuningan atau hijau agak biru pucat, bila berumur tua warna akan semakin gelap.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Memiliki fialid serta konidiafor tidak bersekat dengan panjang 76,92 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan bercabang. Konidia hialin, berbentuk bulat berdiameter 2,3-3 μm . Sebaran konidia menggerombol dan memanjang dekat dengan konidiafor membentuk untaian (Gambar 8b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Penicillium sp.* memiliki konidiafor muncul dari substrat, bertipe mononematous, umumnya mempunyai veertisil 3 hingga 4, pada beberapa strain memiliki percabangan lebih banyak, *stipe* memiliki panjang 250-500 μm dan lebar 4 μm . Konidia semula berbentuk semibulat atau elips, kemudian menjadi bulat dan memiliki panjang 3-4 μm dan lebar

2,3-3,8 μm , berwarna hialin atau sedikit kehijauan, berdinging halus, serta terbentuk dalam kolom-kolom yang tidak padat.



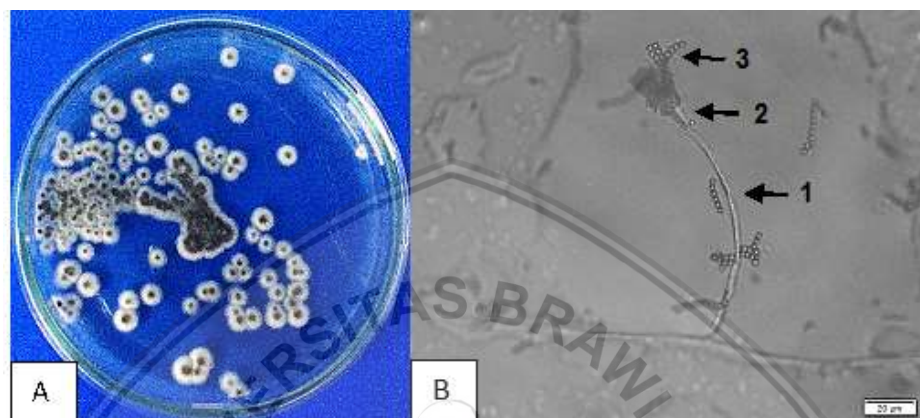
Gambar 8. Isolat jamur *Penicillium* sp. isolat 4; A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiofor, (2) Fialid, (3) Konidia.

4.4.5 *Penicillium* sp. isolat 5

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni hijau keabuan, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar kuning. Tipe persebarannya tidak berbentuk, sebaran menyebar keseluruh petri. Tekstur permukaannya halus, dengan kerapatan rapat, dan ketebalan timbul (Gambar 9a). Ukuran diameter 2,4 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 29x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa koloni *Penicillium* sp. memiliki diameter 4-5 cm dalam waktu 10 hari, memiliki permukaan seperti beludru walaupun kadang-kadang agak seperti kapas, dan berwarna hijau kekuningan atau hijau agak biru pucat, bila berumur tua warna akan semakin gelap.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Memiliki fialid serta konidiafor tidak bersekat dengan panjang 103,85 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan tidak bercabang. Konidia hialin, berbentuk bulat dengan panjang 7,3 μm dan lebar 9,48 μm . Sebaran konidia menggerombol dan memanjang dekat dengan konidiafor membentuk untaian (Gambar 9b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Penicillium* sp. memiliki konidiafor muncul dari substrat, bertipe mononematous, umumnya

mempunyai vertisil 3 hingga 4, pada beberapa strain memiliki percabangan lebih banyak, *stipe* memiliki panjang 250-500 μm dan lebar 4 μm . Konidia semula berbentuk semibulat atau elips, kemudian menjadi bulat dan memiliki panjang 3-4 μm dan lebar 2,3-3,8 μm , berwarna hialin atau sedikit kehijauan, berinding halus, serta terbentuk dalam kolom-kolom yang tidak padat.



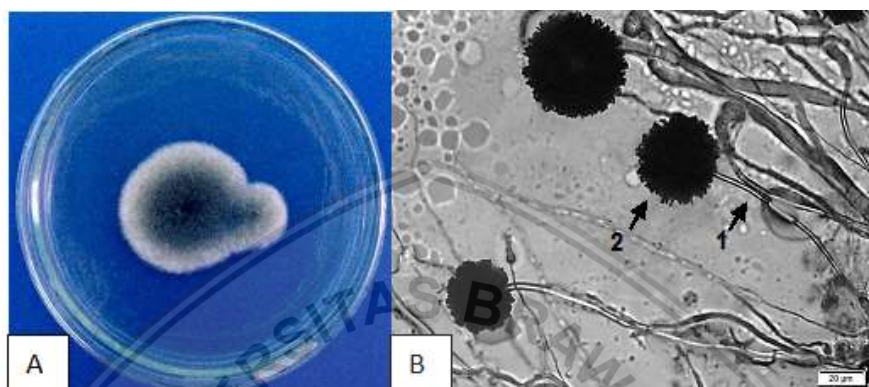
Gambar 9. Isolat jamur *Penicillium* sp. isolat 5; A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiofor, (2) Fialid, (3) Konidia.

4.4.6 *Aspergillus* sp. isolat 1

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni hitam, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar kuning. Tipe persebarannya berbentuk. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dengan kerapatan sedang, dan ketebalan timbul pada tepian (Gambar 10a). Ukuran diameter 4,5 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 17x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Aspergillus* sp. memiliki ukuran 4-5 cm dalam waktu 7 hari, dan terdiri dari suatu lapisan basal yang kompak berwarna putih hingga kuning dan suatu lapisan konidiafor yang lebat yang berwarna coklat tua hingga hitam. kepala konidia berwarna hitam, berbentuk bulat, dan cenderung merekah menjadi kolom-kolom pada koloni berumur tua.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan tidak hialin. Konidiafor bersekat dengan panjang 102,77 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan tidak bercabang. Konidia berwarna hitam, berbentuk bulat dengan

panjang 36,66 μm dan lebar 40,58 μm . Sebaran konidia menggerombol pada ujung konidiafor (Gambar 10b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Aspergillus* sp. memiliki konidiafor berdinding halus, berwarna hialin, tetapi dapat juga kecoklatan. Konidia berbentuk bulat hingga semibulat, berukuran 3,5-5 μm .



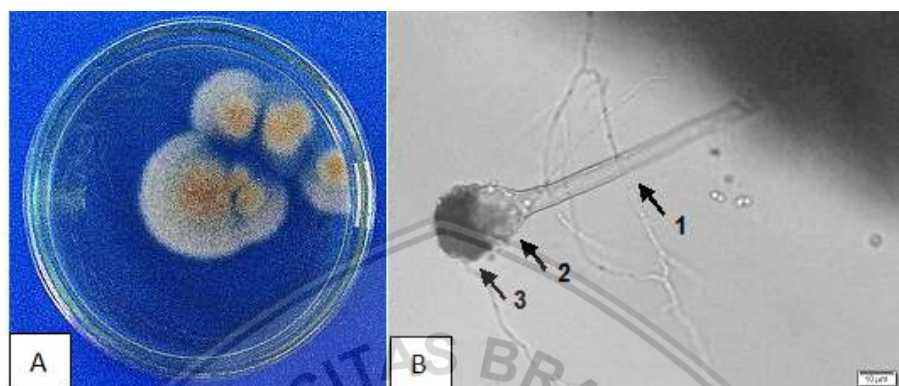
Gambar 10. Isolat jamur *Aspergillus* sp. isolat 1; A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiafor, (2) Konidia.

4.4.7 *Aspergillus* sp. isolat 2

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni coklat muda, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar kuning kecoklatan. Tipe persebarannya tidak berbentuk, sebaran menyebar keseluruh petri. Tekstur permukaan halus, dengan kerapatan sedang, dan ketebalan tipis (Gambar 11a). Ukuran diameter 3,95 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 20x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Aspergillus* sp. memiliki ukuran 4-5 cm dalam waktu 7 hari, dan terdiri dari suatu lapisan basal yang kompak berwarna putih hingga kuning dan suatu lapisan konidiafor yang lebat yang berwarna coklat tua hingga hitam. kepala konidia berwarna hitam, berbentuk bulat, dan cenderung merekah menjadi kolom-kolom pada koloni berumur tua.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Memiliki vesikel serta konidiafor tidak bersekat dengan panjang 173,85 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan tidak bercabang. Konidia berwarna gelap, berbentuk bulat dengan panjang 1,92 μm dan lebar 3,07 μm . Sebaran

konidia menggerombol pada ujung konidiafor (Gambar 11b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Aspergillus* sp. memiliki konidiafor berding halus, berwarna hialin, tetapi dapat juga kecoklatan. Konidia berbentuk bulat hingga semibulat, berukuran 3,5-5 μm .



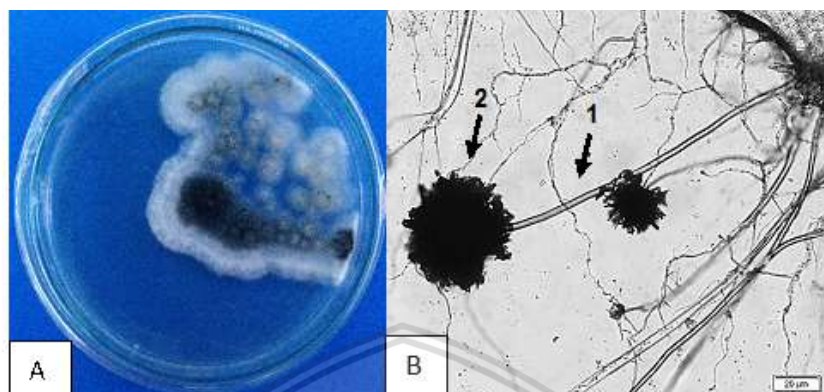
Gambar 11. Isolat jamur *Aspergillus* sp. isolat 2; A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiofor, (2) Vesikel, (3) Konidia.

4.4.8 *Aspergillus* sp. isolat 3

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih kehitaman, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar kuning. Tipe persebarannya tidak berbentuk, sebaran menyebar keseluruh petri. Tekstur permukaannya halus seperti kapas, dengan kerapatan sedang, dan ketebalan timbul (Gambar 12a). Ukuran diameter 4,65 saat berumur 7 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 14x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Aspergillus* sp. memiliki ukuran 4-5 cm dalam waktu 7 hari, dan terdiri dari suatu lapisan basal yang kompak berwarna putih hingga kuning dan suatu lapisan konidiafor yang lebat yang berwarna coklat tua hingga hitam. kepala konidia berwarna hitam, berbentuk bulat, dan cenderung merekah menjadi kolom-kolom pada koloni berumur tua.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiafor tidak bersekat dengan panjang 216,92 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan tidak bercabang. Konidia berwarna gelap, berbentuk bulat dengan diameter 6,15 μm . Sebaran konidia menggerombol dekat dengan konidiafor (Gambar 12b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa

Aspergillus sp. memiliki konidiafor berdinding halus, berwarna hialin, tetapi dapat juga kecoklatan. Konidia berbentuk bulat hingga semibulat, berukuran 3,5-5 μm .

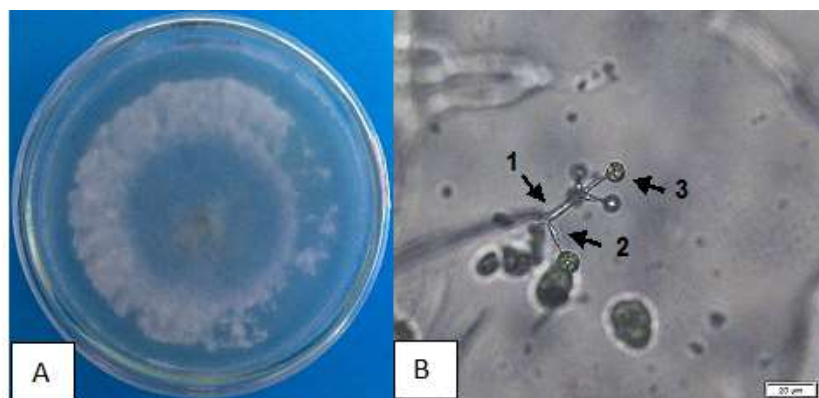


Gambar 12. Isolat jamur *Aspergillus* sp. isolat 3; A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiafor, (2) Konidia.

4.4.9 *Trichoderma* sp. isolat 1

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar putih. Tipe persebarannya kosentris. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dengan kerapatan sedang, dan ketebalan agak timbul pada pinggiran tepi (Gambar 13a). Ukuran diameter 9 cm saat berumur 5 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 5x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa koloni mencapai diameter 5 cm pada waktu 9 hari, semula berwarna hialin, kemudian menjadi putih kehijauan dan selanjutnya hijau redup terutama pada bagian yang menunjukkan banyak terdapat konidia.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiafor bersekat dengan panjang 17,14 11,43 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan ada yang bercabang. Memiliki fialid dengan panjang 11, 43 μm . Konidia berbentuk bulat dengan diameter 6,33-9,47 μm (Gambar 13b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa konidiafor dapat bercabang menyerupai piramida, yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan kearah ujung percabangan menjadi bertambah pendek. Konidia berbentuk semibulat hingga oval pendek, berukuran panjang 28-32 μm dan lebar 2,5-2,8 μm serta berdinding halus.

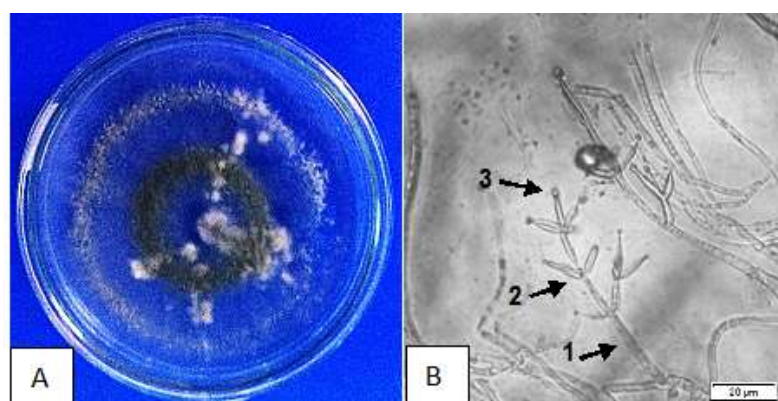


Gambar 13. Isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 1; A. Makroskopis (Biakan murni 5 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiofor, (2) Fialid, (3) Konidia.

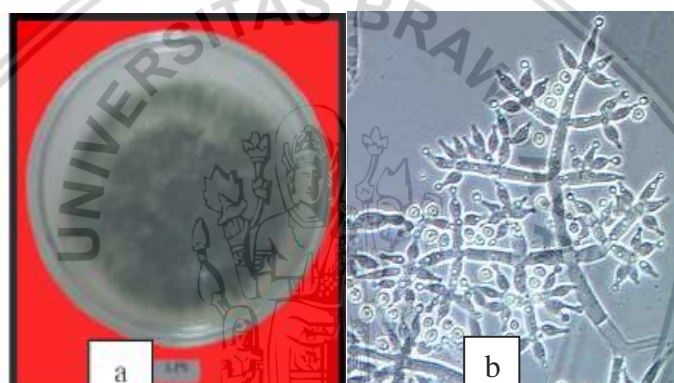
4.4.10 *Trichoderma* sp. isolat 2

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih kehijauan, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar putih serta membentuk bulatan. Menurut Gusnawaty *et al.*, (2014), menyatakan bahwa koloni pada media PDA berwarna hijau tua dan berbentuk bulat. Diameter koloni mencapai lebih dari 9 cm dalam waktu 5 hari. Karakter dari isolat tersebut menunjukkan karakteristik dari isota jamur *Trichoderma harzianum* (Gambar 15a). Tipe persebarannya kosentris. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dengan kerapatan sedang, dan ketebalan agak timbul (Gambar 14a). Ukuran diameter 9 cm saat berumur 4 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 4x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa koloni mencapai diameter 5 cm pada waktu 9 hari, semula berwarna hialin, kemudian menjadi putih kehijauan dan selanjutnya hijau redup terutama pada bagian yang menunjukkan banyak terdapat konidia.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiafor tidak bersekat dengan panjang 50 µm, berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan bercabang. Memiliki fialid dengan panjang 20 µm Konidia hialin dan berbentuk bulat dengan diameter 4,28 µm (Gambar 14b). Menurut Gusnawaty *et al.*, (2014), menyatakan bahwa isolat tersebut memiliki bentuk konidiofor tegak, bercabang yang tersusun vertikal. Fialid pendek dan tebal, konidia hijau dan berbentuk oval (Gambar 15b).



Gambar 14. Isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 2; A. Makroskopis (Biakan murni 9 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiofor, (2) Fialid, (3) Konidia.



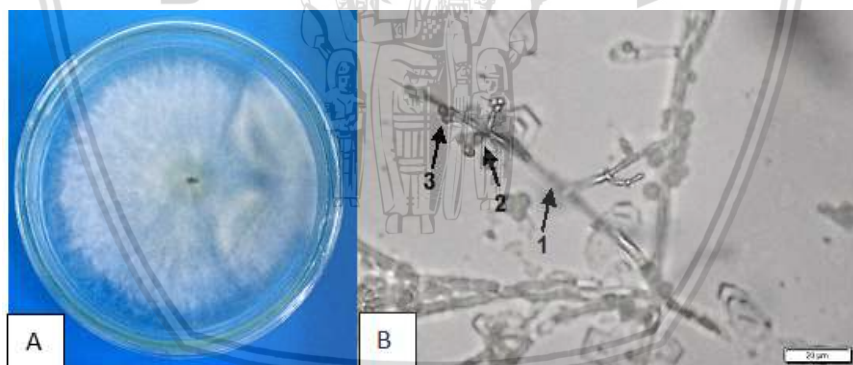
Gambar 25. *Trichoderma harzianum*: (A) koloni pada media PDA (Gusnawaty *et al.*, 2014); (B) Morfologi jamur dengan perbesaran 400 kali (USDA, 2008 dalam Azmi, 2011).

Menurut Watanabe (2002), juga mengatakan bahwa isolat *Trichoderma harzianum* memiliki karakteristik konidiafor hialin, tegak, bercabang, bantalan spora massa apikal, fialid pendek dan tebal. Konidia fialospora, hialin, globose, subglobose, atau ovate, 1-sel. klamidiospora coklat, subglobose. Menurut Rahayu (2016), miselium *T. harzianum* mempunyai hifa bersepta, bercabang dan mempunyai dinding licin, tidak berwarna, diameter 1,5 μm–12 μm. Pada ujung konidia forter bentuk konidia spora berjumlah 1–5, berbentuk pendek, dengan kedua ujungnya meruncing dibandingkan dengan bagian tengah, berukuran 5–7 μm x 3–3,5 μm, di ujung konidia spora terdapat konidia berbentuk bulat, berdinding rata dengan warna hijau suram, hijau keputihan, hijau terang atau agak kehijauan.

4.4.11 *Trichoderma* sp. isolat 3

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar putih. Tipe persebarannya kosentris. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dengan kerapatan sedang, dan ketebalan datar (Gambar 16a). Ukuran diameter 9 cm saat berumur 4 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 4x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa koloni mencapai diameter 5 cm pada waktu 9 hari, semula berwarna hialin, kemudian menjadi putih kehijauan dan selanjutnya hijau redup terutama pada bagian yang menunjukkan banyak terdapat konidia.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiafor bersekat dengan panjang 69,23 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan bercabang. Memiliki fialid dengan panjang 4,6 μm . Konidia hialin, berbentuk bulat dengan diameter 5 μm . Sebaran konidia menggerombol dekat dengan konidiafor (Gambar 16b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa konidiafor dapat bercabang menyerupai piramida, yaitu pada bagian bawah



Gambar 36. Isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 3; A. Makroskopis (Biakan murni 4 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiofor, (2) Fialid, (3) Konidia

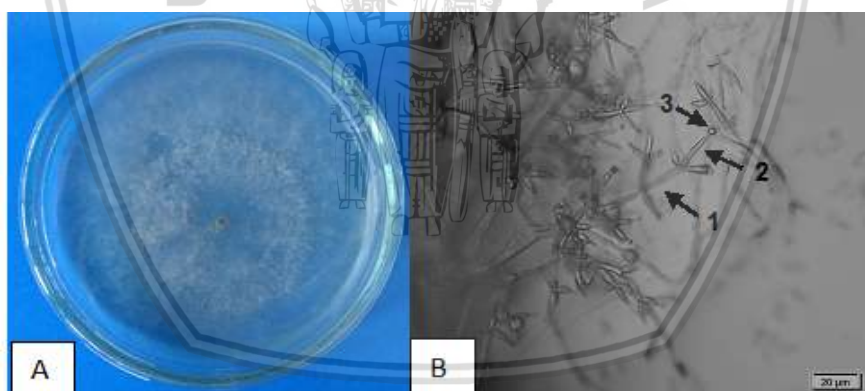
cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan kearah ujung percabangan menjadi bertambah pendek. Konidia berbentuk semibulat hingga oval pendek, berukuran panjang 28-32 μm dan lebar 2,5-2,8 μm serta berdinding halus.

4.4.12 *Trichoderma* sp. isolat 4

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih kehijauan, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar putih. Tipe perseba-

rannya kosentris. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dengan kerapatan sedang, dan ketebalan datar (Gambar 17a). Ukuran diameter 9 saat berumur 3 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 3x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa koloni mencapai diameter 5 cm pada waktu 9 hari, semula berwarna hialin, kemudian menjadi putih kehijauan dan selanjutnya hijau redup terutama pada bagian yang menunjukkan banyak terdapat konidia.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiafor bersekat dengan panjang 62,85 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan tidak bercabang. Memiliki fialid dengan panjang 18,57 μm . Konidia berbentuk bulat dengan diameter 2,8-5,7 μm . Sebaran konidia menggerombol dekat dengan konidiafor (Gambar 17b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa konidiafor dapat bercabang menyerupai piramida, yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan kearah ujung percabangan menjadi bertambah pendek. Konidia berbentuk semibulat



Gambar 47. Isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 4; A. Makroskopis (Biakan murni 3 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiofor, (2) Fialid, (3) Konidia.

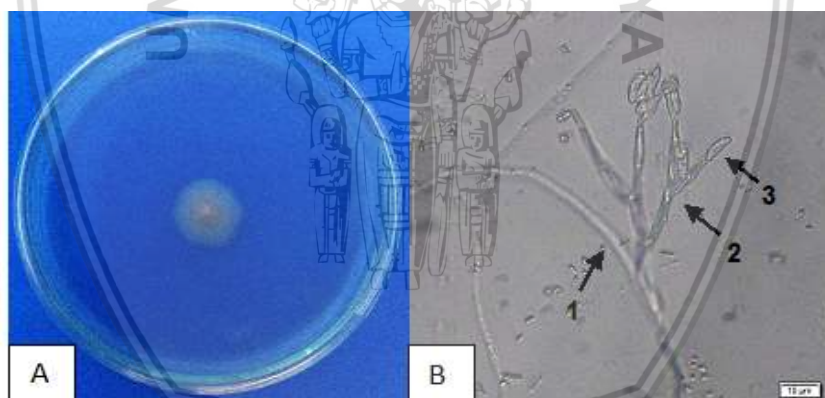
hingga oval pendek, berukuran panjang 28-32 μm dan lebar 2,5-2,8 μm serta berinding halus.

4.4.13 *Fusarium* sp.

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar putih. Tipe persebarannya berbentuk bulat. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dengan kerapatan sedang, dan

ketebalan agak timbul (Gambar 18a). Ukuran diameter 2 saat berumur 7 hsp dan waktu memenuhi cawan petri 19x24 jam setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa memiliki koloni berdiameter 3,5-5,5 cm dalam waktu 4 hari. Miselia aerial seperti kapas, berwarna putih, jingga pucat atau keabu-abuan.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiafor hialin, bercabang dan memiliki panjang 36,43 μm . Konidia berwarna hialin, berbentuk lonjong dengan panjang 8,57 μm dan lebar 2,86 μm . sebaran konidia menggerombol dekat dengan konidiafor (Gambar 18b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa konidiafor semula tidak bercabang, kemudian bercabang dengan fialid berjumlah tunggal atau banyak. Mesokonidia terbentuk sebelum pembentukan makrokonidia. Makrokonidia bersepta 3-5, berbentuk hampir seperti sabit, agak lurus, apabila bersepta 3 maka berukuran panjang 27-54 μm dan lebar 3,4-4,2 μm , sedangkan bila bersepta 5 maka panjang 53-63 μm dan lebar 3,5-4,5 μm .



Gambar 58. Isolat jamur *Fusarium* sp. A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Hifa, (2) Konidiafor, (3) Konidia.

4.4.14 *Gliocladium* sp.

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar putih. Tipe persebarannya tidak berbentuk, sebaran menyebar keseluruh petri. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dengan kerapatan sedang, dan ketebalan agak timbul (Gambar 19a). Ukuran diameter 6,25 cm saat berumur 7 hsp dan waktu memenuhi cawan petri

10x24 jam. Menurut Sjam *et al.*, (2014), *Gliocladium* sp. memiliki koloni miselium berwarna putih sampai hijau pucat yang pertumbuhannya cepat dan menyebar.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiafor bersekat memiliki panjang 50,77 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan bercabang. Konidia hialin, berbentuk bulat dengan diameter 4,6 μm . sebaran konidia menggerombol dekat dengan konidiafor (Gambar 19b). Menurut Watanabe (2002), menyatakan *Gliocladium* sp. memiliki konidiafor hialin, tegak, sederhana atau bercabang, membawa spora massa pada cabang apikal. Konidiafor memiliki panjang 59,5-201,5 μm dan lebar 3,6-3,7 μm . cabang utama memiliki panjang 14,5-18,2 μm . Konidia hialin atau pucat hijau memiliki diameter 5,1-7,3 dan 2,4-4,4 μm .



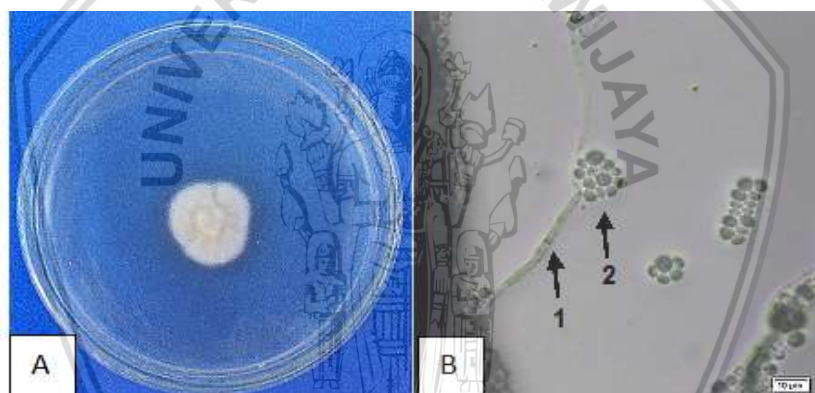
Gambar 19. Isolat jamur *Gliocladium* sp. A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Konidiafor, (2) Konidia.

4.4.15 *Mortierella* sp.

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar coklat muda. Tipe persebarannya tidak beraturan. Tekstur permukaan kasar, dengan kerapatan rapat, dan ketebalan datar (Gambar 20a). Ukuran diameter 2,5 cm saat berumur 7 hsp dan waktu memenuhi cawan petri 30x24 jam setelah purifikasi. Menurut Dewaga dan Gams (2004), mengatakan karakteristik *Mortierella* sp. memiliki warna koloni putih dan pertumbuhannya padat. Memiliki miselium vegetatif yang halus. Menurut Kumar *et al.*, (2011), menyatakan bahwa watanabe telah mengamati *Mortierella* sp.

memiliki karakteristik morfologi ber-gelombang miselium dan mampu menghasilkan spora yang berbeda seperti chlamydospores dan zygosporas, tetapi tidak sporangia, serta karakteristik khas *Mortierella* sp. adalah seperti bawang putih.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. sporangiofor hialin, bersekat, memiliki panjang 57,14 μm berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan bercabang. Konidia berbentuk bulat berdiameter 3,12-4,68 μm , serta menggerombol dekat dengan konidiafor (Gambar 20b). Menurut Watanabe (2002), menyatakan sporangiofor tegak, hialin, sederhana atau berca-bang dengan panjang 40-90 μm , meruncing ke arah puncak dan menyempit di dasar. Lebar 3-6 μm di pangkalan, panjang cabang 6-36 μm . sporangia biasanya berdiameter 8-15 μm . sporangiospora berdiameter 2-7 μm .



Gambar 20. Isolat jamur *Mortierella* sp. A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Sporangiofor, (2) Sporangia.

4.4.16 *Cochliobolus* sp.

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni coklat tua kekuningan, bagian tepi berberwarna coklat muda dan memiliki warna dasar coklat gelap. Tipe persebarannya berbentuk bulat dengan tepian menyebar. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dengan kerapatan rapat, dan ketebalan datar (Gambar 21a). Ukuran diameter 2,95 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 20x24 jam setelah purifikasi. Menurut Shoba (2017), menyatakan bahwa *Cochliobolus* sp. berwarna coklat gelap sampai hitam, tidak berciri dengan bentuk bulat. Menurut Gandjar *et al.*,

(1999), menyatakan koloni medium mencapai 6 cm dalam waktu 5 hari, berwarna coklat tua, mirip beludru atau seperti kapas.

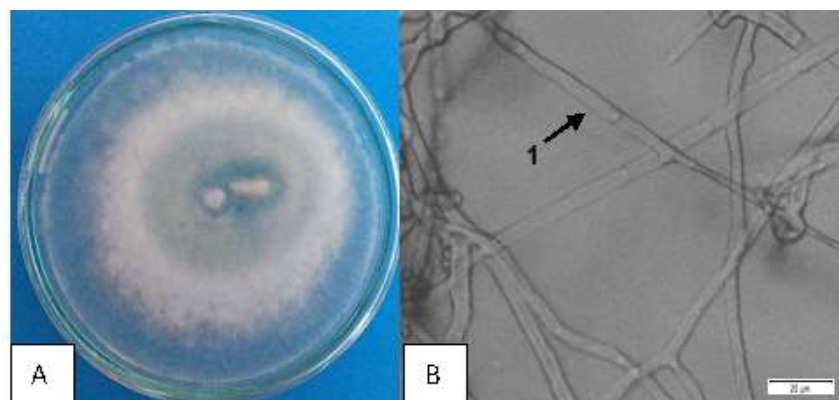
Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiafor bersekat dengan panjang 56,05 μm , berbentuk tegak, hialin, ramping, sederhana, dan tidak bercabang. Konidia hialin, berbentuk lonjong dengan panjang 25,63 μm dan lebar 10,47 μm (Gambar 21b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan konidiafor berbentuk tunggal atau dalam kelompok, tampak sederhana atau bercabang, lurus atau merunduk, berwarna coklat dan mendekati apeks menjadi coklat muda, memiliki panjang 650 μm dan lebar 5-9 μm . Porokonidia bersepta 3, berukuran panjang 20-30 μm dan lebar 9-15 μm .



Gambar 21. Isolat jamur *Cochliobolus* sp. A. Makroskopis (Biakan murni 7 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Hifa, (2) Konidafor, (3) Konidia.

4.4.17 Jamur belum teridentifikasi 1

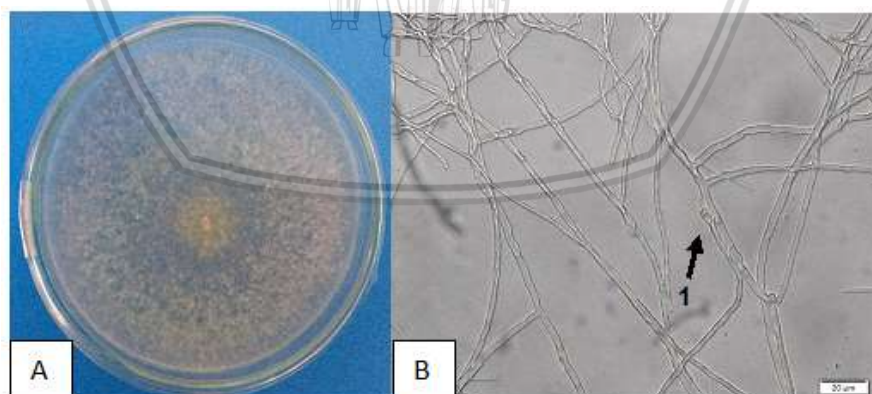
Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih, bagian tepi berberwarna putih dan memiliki warna dasar putih. Tipe persebarannya berbentuk bulat. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dengan kerapatan sedang, dan ketebalan agak timbul (Gambar 22a). Ukuran diameter 9 cm saat berumur 5 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 5x24 jam setelah purifikasi. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Tidak ditemukan konidiafor dan konidia (Gambar 22b).



Gambar 22. Isolat jamur belum teridentifikasi A. Makroskopis (Biakan murni 5 hsp pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Hifa.

4.4.18 Jamur belum teridentifikasi 2

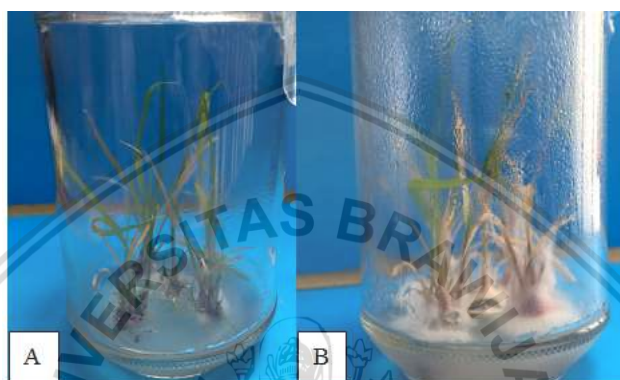
Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni kuning, bagian tepi berberwarna kuning dan memiliki warna dasarkuning . Tipe persebarannya berbentuk bulat dengan tepian menyebar. Tekstur permukaan kasar dengan kerapatan sedang, dan ketebalan datar (Gambar 23a). Ukuran diameter 9 cm saat berumur 6 hari setelah purifikasi dan waktu memenuhi cawan petri 6x24 jam setelah purifikasi. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Tidak ditemukan konidiafor dan konidia (Gambar 23b).



Gambar 63. Isolat jamur belum teridentifikasi. A. Makroskopis (Biakan murni 6 hari pada media PDA) dan B. Mikroskopis (perbesaran 400 x) (1) Hifa

4.5 Postulat Koch

Berdasarkan hasil dari pengujian postulat koch isolat jamur patogen *Fusarium moniliformae* pada bibit kultur jaringan tanaman tebu yang berumur 2 bulan, gejala serangan mulai muncul pada hari ke 3 setelah inokulasi. Gejala yang muncul ditandai dengan adanya hifa yang tumbuh disekitaran akar tanaman, kemudian menyerang bagian batang dan daun tanaman tebu (Gambar 24).



Gambar 24. Pengujian Postulat Koch pada tanaman tebu kultur jaringan. A. Gejala pada akar tanaman 3 hsi dan B. Gejala keseluruhan pada tanaman 7 hsi.

Gejala serangan secara visual yang ditimbulkan oleh patogen *F. moniliformae* pada tanaman tebu kultur jaringan memiliki ciri khusus yaitu terdapat hifa berwarna putih agak keunguan yang bertekstur halus seperti kapas menyelimuti keseluruhan bagian tanaman tebu. Menurut Sutejo *et al.* (2008), menyatakan bahwa sebagian besar isolat *Fusarium* spp. memiliki koloni yang berwarna putih atau disertai warna ungu atau merah muda pada pusat koloninya.

Kumpulan hifa *F. moniliformae* yang menyelimuti seluruh bagian tanaman lama-kelamaan akan menyebabkan kematian tanaman tebu. Pada kondisi lapang serangan patogen *F. moniliformae* dapat menyebabkan kematian pada tanaman tebu apabila serangan sudah memasuki stadia tiga. Menurut Saragih dan Silalahi (2006), menyatakan bahwa genus *Fusarium* merupakan salah satu genus jamur yang sangat penting secara ekonomi dan spesies patogenik yang menyebabkan penyakit layu pada berbagai tanaman. Banyak spesies *Fusarium* yang berada dalam tanah bertahan sebagai kladospora atau sebagai hifa pada sisa tanaman dan bahan organik lain.

4.6 Uji Penghambatan Pertumbuhan Jamur Patogen *Fusarium moniliformae* secara *In-Vitro*

Pengujian penghambatan pertumbuhan 18 isolat hasil eksplorasi dengan patogen *F. moniliformae* diamati selama 7 hari. Penghambatan pertumbuhan jamur dapat diketahui melalui pengukuran pertumbuhan miselium jamur pada media PDA, yaitu dengan uji oposisi. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jamur yang memiliki potensi sebagai antagonis memiliki pengaruh nyata terhadap daya hambat pertumbuhan dari patogen *F. moniliformae* secara *in-vitro* pada pengamatan hari ke 3, 5, dan 7.

Pada pengamatan hari ketiga, perlakuan isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 1 memiliki persentase penghambatan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan isolat jamur lainnya dan kontrol yaitu sebesar 56,57%. Isolat jamur *Penicillium* sp. isolat 2, *Penicillium* sp. isolat 5, *Trichoderma* sp. isolat 2, *Trichoderma* sp. isolat 3, *Trichoderma* sp. isolat 4, isolat jamur belum teridentifikasi 1 dan isolat jamur belum teridentifikasi 2 memiliki kemampuan menghambat hampir sama, namun daya hambatnya tidak melebihi dari isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 1.

Pengamatan hari kelima, analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat 3 isolat jamur yang memiliki daya penghambatan yang sama yaitu isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 1, *Trichoderma* sp. isolat 2, dan *Trichoderma* sp. isolat 3. Pada perlakuan isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 3 memiliki persentase penghambatan yang lebih tinggi dibandingkan isolat jamur lainnya dan kontrol yaitu sebesar 61,89%. Isolat jamur *Penicillium* sp. isolat 2, *Penicillium* sp. isolat 3, *Aspergillus* sp. isolat 1, *Aspergillus* sp. isolat 2, *Trichoderma* sp. isolat 4, *Gliocladium* sp., dan *Cochliobolus* sp. memiliki kemampuan menghambat hampir sama, namun daya hambatnya tidak melebihi dari 3 isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 1, *Trichoderma* sp. isolat 2, *Trichoderma* sp. isolat 3, dan jamur belum teridentifikasi 1.

Pada pengamatan hari ketujuh, persentase penghambatan tertinggi sebesar 74,53% yaitu pada isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 2 dibandingkan isolat

jamur lainnya dan kontrol, namun pada isolat *Penicillium* sp. isolat 3, *Aspergillus* sp isolat 1, *Aspergillus* sp. isolat 2, *Trichoderma* sp. isolat 1, *Trichoderma* sp. isolat 3, *Trichoderma* sp. isolat 4, *Trichoderma* sp. isolat 4, dan jamur belum teridentifikasi 1 memiliki daya hambatan yang hampir sama terhadap patogen *F. moniliformae* (Tabel 5).

Tabel 5. Persentase penghambatan pertumbuhan jamur *Fusarium moniliformae*

Isolat jamur rhizosfer	% Rerata Daya Hambat pada Pengamatan ke-					
	3 hari		5 hari		7 hari	
Kontrol	0,00	a	0,00	a	0,00	a
<i>Penicillium</i> sp isolat 1	9,21	ab	11,54	ab	13,27	abc
<i>Penicillium</i> sp. isolat 2	33,97	abcd	45,64	bcd	28,57	abcdc
<i>Penicillium</i> sp. isolat 3	13,27	abc	32,28	abcd	33,95	abcde
<i>Penicillium</i> sp. isolat 4	0,00	a	12,61	ab	14,66	abc
<i>Penicillium</i> sp. isolat 5	18,94	abcd	25,00	abc	17,13	abc
<i>Aspergillus</i> sp isolat 1	15,54	abc	35,05	abcd	38,71	abcde
<i>Aspergillus</i> sp. isolat 2	16,94	abc	30,06	abcd	48,33	bcde
<i>Aspergillus</i> sp. isolat 3	11,10	abc	13,65	ab	10,83	ab
<i>Trichoderma</i> sp. isolat 1	56,57	d	60,30	d	69,87	de
<i>Trichoderma</i> sp. isolat 2	40,61	bcd	60,95	d	74,53	e
<i>Trichoderma</i> sp. isolat 3	47,56	cd	61,89	d	55,95	cde
<i>Trichoderma</i> sp. isolat 4	44,53	bcd	52,09	cd	52,89	bcde
<i>Fusarium</i> sp.	18,11	abc	13,89	ab	25,59	abc
<i>Gliocladium</i> sp.	13,69	abc	33,36	abcd	39,51	abcde
<i>Mortierella</i> sp.	0,00	a	8,77	a	28,27	abcd
<i>Cochliobolus</i> sp.	13,27	abc	27,08	abcd	24,40	abc
Jamur belum teridentifikasi 1	38,33	bcd	51,90	cd	50,58	bcde
Jamur belum teridentifikasi 2	23,83	abcd	24,54	abc	30,70	abcd

Keterangan: Data pada tabel merupakan data asli yang sudah ditransformasi menggunakan arc sin. Bilangan yang disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf kesalahan 5%.

Jamur *Trichoderma* spp. sebagai agens antagonis mampu menekan pertumbuhan miselium patogen jamur *F. moniliformae* yang diujikan dengan cara uji oposisi dalam kondisi *in-vitro*. Menurut Dwiastuti *et al.*, (2015), menyatakan bahwa *Trichoderma* spp. merupakan salah satu jenis mikroba yang memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan patogen dengan menghasilkan senyawa aktif biologis secara *in vitro*. Keuntungan menggunakan *Trichoderma* spp. yang berpotensi sebagai agen hayati adalah pertumbuhannya

cepat dan mudah dikulturkan dalam biakan maupun kondisi alami (Berlian *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil pengujian daya hambatan didapatkan 3 isolat jamur yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *F. moniliformae*. Ketiga isolat jamur tersebut 2 dari isolat jamur mengalami kenaikan persentase penghambatan dan 1 isolat jamur mengalami penurunan persentase penghambatan. Pada perlakuan isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 2 yang mengalami kenaikan persentase penghambatan sebesar 13,58%, dan isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 1 yang mengalami kenaikan persentase penghambatan sebesar 9,57%, namun pada isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat 3 mengalami penurunan persentase penghambatan sebesar 5,93%. Menurut Amaria *et al.*, (2015), menyatakan bahwa daya hambat jamur antagonis terhadap patogen secara *in vitro* ini menjadi salah satu indikator kemampuannya untuk menekan pertumbuhan patogen di lapangan.

Keberhasilan agens antagonis dalam menghambat patogen dalam penelitian ini yaitu adanya proses penekanan yang dilakukan oleh isolat jamur *Trichoderma* spp. terhadap patogen *F.moniliformae*. Menurut Amaria *et al.*, (2013), menyatakan isolat-isolat jamur yang memiliki daya hambat tinggi merupakan isolat antagonis yang pertumbuhan koloninya lebih cepat dibandingkan koloni patogen dan tampak perkembangan koloni antagonis dapat menutupi dan menekan perkembangan koloni patogen. Mekanisme penghambatan dari ketiga jamur *Trichoderma* spp. yaitu kompetisi dan memiliki kemampuan yang berbeda, sehingga pada 3 isolat jamur *Trichoderma* sp. terpilih mengalami perbedaan persentase penghambatan. Menurut Asrul (2009), menyatakan bahwa tingkat kompetisi *Trichoderma* spp. yang tinggi menyebabkan penguasaan terhadap ruang/tempat, gas dan nutrisi lebih cepat sehingga patogen akan tersisih dan selanjutnya akan mengalami kematian.

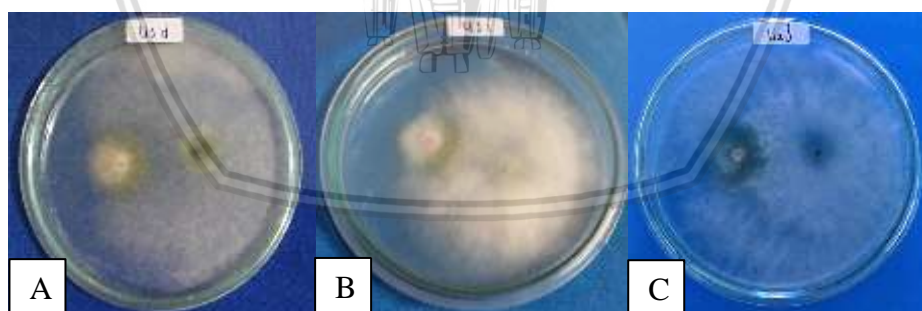
Pertumbuhan koloni jamur isolat *Trichoderma* sp. dapat dilihat pada hari ketiga setelah inkubasi. Perkembangan pertumbuhan koloni diamati pada hari ke-3, ke-5 dan ke-7. Mekanisme dari jamur antagonis *Trichoderma* sp. isolat 1, 2 dan 3 sama yaitu kompetisi dan memiliki pertumbuhan daya hambat

yang relative sama. Berdasarkan pengamatan selama 7 hari luas jamur *Fusarium moniliformae* berkurang rata-rata 1-3 mm setiap harinya.

Pertumbuhan koloni *F. moniliformae* tanpa *Trichoderma* sp. (kontrol) pada hari ke-3 berdiameter sebesar 3,2 cm, pada hari ke-5 berdiameter sebesar 4,8 cm, dan pada hari ke-7 luas hampir memenuhi setengah cawan petri yaitu dengan diameter sebesar 5,5 cm (Gambar 25). Pengamatan pertumbuhan koloni *F. moniliformae* pada hari ke-3 pada beberapa cawan Petri perlakuan terbaik perlakuan *Trichoderma* sp. isolat 1, 2 dan 3 koloni *F. moniliformae* mulai ditutupi oleh jamur antagonis *Trichoderma* sp. (Gambar 26).



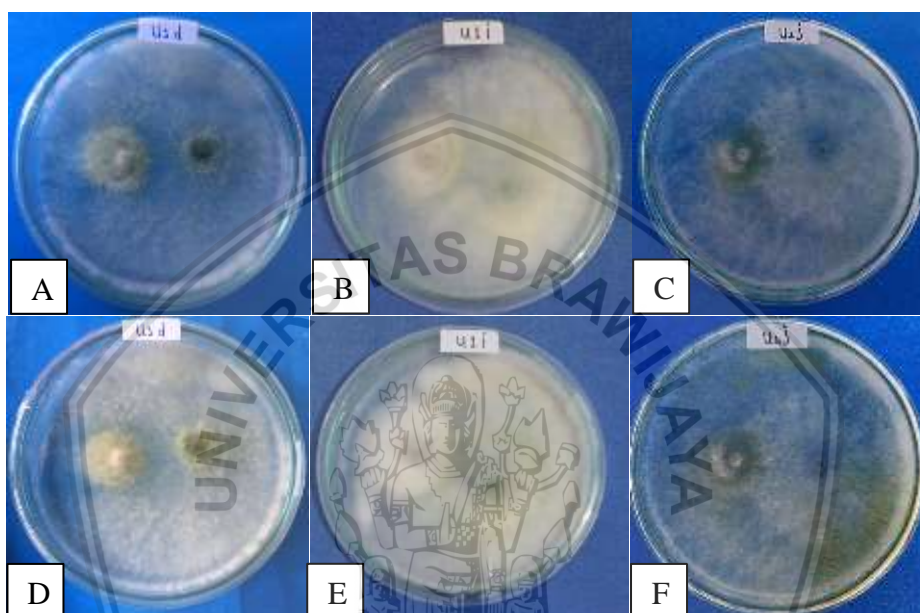
Gambar 75. Kenampakan pertumbuhan jamur *Fusarium moniliformae* tanpa *Trichoderma* sp. (kontrol). (A). hari ke-3, (B). hari ke-5, dan (C). hari ke-7.



Gambar 86. Kenampakan pertumbuhan jamur *Fusarium moniliformae* dengan perlakuan *Trichoderma* sp. pada hari ke-3, (A). isolat 1, (B). Isolat 2, dan (C). isolat 3

Pada hari ke-5 sampai ke-7 pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp. hampir menutupi keseluruhan dari koloni *F. moniliformae* dan juga koloni *Trichoderma* sp. mendominasi permukaan media PDA (Gambar 27). Hal ini dapat dikarenakan pertumbuhan dari jamur antagonis *Trichoderma* sp. lebih cepat dibanding dari

jamur *F. moniliformae*. Menurut Pratiwi *et al.*, (2013) menyatakan bahwa koloni hifa jamur *F. moniliformae* mulai ditutupi oleh jamur antagonis secara keseluruhan dapat diduga karena pertumbuhan koloni hifa jamur antagonis *Trichoderma sp.* yang lebih cepat sehingga tidak memberikan ruang dan nutrisi untuk pertumbuhan jamur patogen atau dalam kata lain menghambat pertumbuhan hifa koloni jamur patogen *F. moniliformae*.



Gambar 97. Kenampakan pertumbuhan jamur *Fusarium moniliformae* dengan perlakuan *Trichoderma sp.*, (A). isolat 1 hari ke-5, (B). Isolat 2 hari ke-5, (C). isolat 3 hari ke 5, (D). isolat 1 hari ke-7, (E). isolat 2 hari ke-7, dan (F). isolat 3 hari ke-7

4.7 Pengaruh Aplikasi Isolat Jamur Antagonis terhadap Kejadian Penyakit Pokahbung pada Tanaman Tebu secara *In-Vivo*

Pengamatan kejadian penyakit pokahbung pada bibit tanaman tebu dilakukan selama 6 kali pengamatan dalam 6 minggu berturut-turut. Pengamatan kejadian penyakit dapat diketahui dengan melakukan pengamatan gejala penyakit pokahbung pada bibit tanaman tebu. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang dapat menekan pertumbuhan patogen *F. moniliformae* penyebab penyakit pokahbung secara *in-vivo* memiliki potensi anatagonisme pada pengamatan minggu pertama hingga keenam.

Kejadian penyakit pada perlakuan P0 (Air), P0₁ (Konvensional), dan P1 (*Trichoderma* sp. isolat 1) mulai terlihat pada pengamatan minggu keempat dan mengalami peningkatan hingga hari keenam secara berturut-turut sebesar 14,99-72,75%; 12,28-56,76%; dan 6,14-57,26%. Kejadian penyakit pada perlakuan P2 (*Trichoderma* sp. isolat 2) dan P3 (*Trichoderma* sp. isolat 3) mulai terlihat pada pengamatan minggu kelima hingga keenam secara berturut-turut sebesar 6,14-28,27% dan 17,20-50,91% (Tabel 6).

Tabel 6. Rerata persentase kejadian penyakit pokahbung pada tanaman tebu di lapang

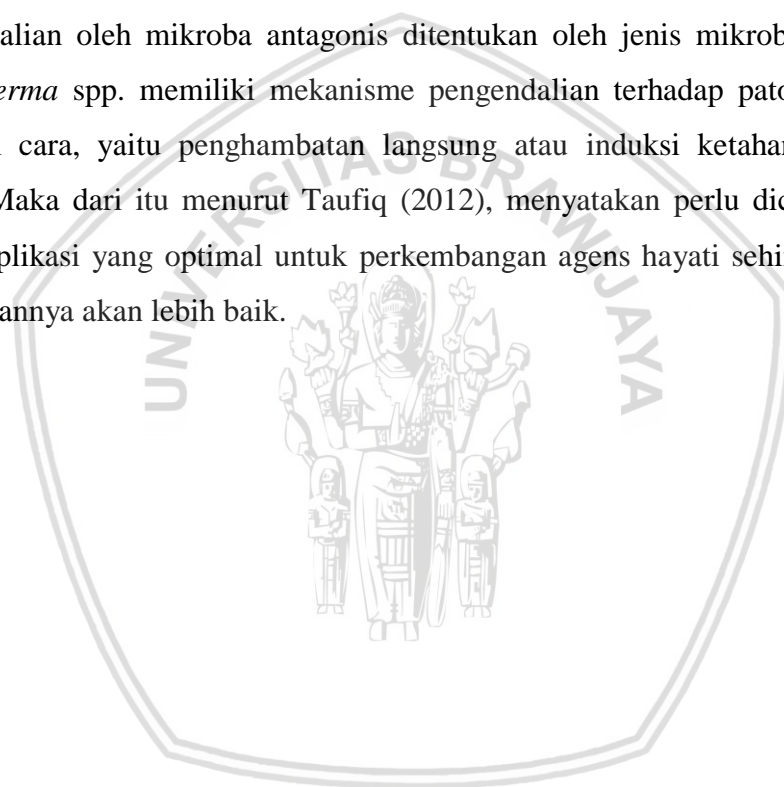
No	Perlakuan	% rerata kejadian penyakit pada pengamatan ke-					
		I	II	III	IV	V	VI
1	P0	0,00 a	0,00 a	0,00 a	14,99 a	49,20 b	72,75 b
2	P0 ₁	0,00 a	0,00 a	0,00 a	12,28 a	42,97 b	56,76 b
3	P1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	6,14 a	43,05 b	57,26 b
4	P2	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	6,14 a	28,27 a
5	P3	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	17,20 a	50,91 b

Keterangan: Data pada tabel merupakan data asli yang sudah ditransformasi menggunakan arc sin. Bilangan yang disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf kesalahan 5%.

Berdasarkan hasil persentase kejadian penyakit, aplikasi jamur antagonis *Trichoderma* sp. Isolat 2 memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kejadian penyakit pokahbung. Pada perlakuan P2 (*Trichoderma* sp. isolat 2) memiliki persentase rerata kejadian penyakit lebih kecil dibandingkan perlakuan lainnya pada pengamatan minggu keenam. Hal ini dapat diartikan bahwa pada perlakuan P2 (*Trichoderma* sp. isolat 2) memiliki cukup daya hambat dan cukup dapat menekan pertumbuhan jamur patogen *F. moniliformae* penyebab penyakit pokahbung secara *in-vivo*, namun tidak dapat menekan pertumbuhan jamur patogen *F. moniliformae* secara efektif. Berdasarkan data pada tabel diatas antagonisme *Trichoderma* sp. isolat 1 dan isolat 3 yang diinokulasikan setelah *F. moniliformae* tidak efektif dalam menghambat pertumbuhan *F. moniliformae* dan menunjukkan intensitas penyakit cukup tinggi, yaitu sebesar 57,26% dan 50,91%. Hal ini dapat disebabkan pengaruh dari faktor biotik dilapang. Menurut Dwiastusi *et al.*, (2015), menyatakan mekanisme antagonis tidak berhasil dengan

memuaskan, kemungkinan disebabkan pengaruh faktor lingkungan terutama kelembaban dan curah hujan yang mendukung perkembangan cendawan.

Pemberian isolat patogen *Fusarium moniliformae* terlebih dahulu juga dapat berpengaruh terhadap perkembangan agens antagonis yang akan menghambat perkembangan patogen. Menurut Taufiq (2012), menyatakan pada umumnya perkembangan agens hayati lebih lambat dibandingkan dengan perkembangan patogennya, sehingga perlu ada jeda waktu antara aplikasi agens hayati dengan patogen. Menurut Silaban *et al.*, (2015), menyatakan efektivitas pengendalian oleh mikroba antagonis ditentukan oleh jenis mikrobanya. Jamur *Trichoderma* spp. memiliki mekanisme pengendalian terhadap patogen melalui beragam cara, yaitu penghambatan langsung atau induksi ketahanan (Agrios, 2005). Maka dari itu menurut Taufiq (2012), menyatakan perlu dicari cara dan waktu aplikasi yang optimal untuk perkembangan agens hayati sehingga potensi penekanannya akan lebih baik.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Didapatkan isolat jamur rhizosfer tanaman tebu sebanyak 18 jenis jamur. Jenis jamur berasal dari 7 genus yaitu *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp., *Fusarium* sp., *Gliocladium* sp., *Mortierella* sp. dan *Cochliobolus* sp., serta 2 isolat jamur belum teridentifikasi.
2. Jenis jamur antagonis pada rhizosfer tanaman tebu yang dapat menekan pertumbuhan jamur patogen *Fusarium moniliformae* secara *in-vitro* didapatkan 3 jamur yaitu pada perlakuan *Trichoderma* sp. isolat 1, *Trichoderma* sp. isolat 2, dan *Trichoderma* sp. isolat 3 dengan persentase berturut-turut 69,87%, 74,53% dan 55,95%. Pengujian jamur antagonis secara *in-vivo* pada perlakuan P2 (*Trichoderma* sp. isolat 2) dapat berpotensi menghambat dan menekan pertumbuhan penyakit pokahbung yang disebabkan oleh patogen *Fusarium moniliformae*.

5.2 Saran

Saran yang diberikan pada penelitian ini yaitu, perlu diadakan penjadwalan penggunaan alat laboratorium sehingga dapat mengurangi terjadinya kontaminasi dari kontaminan di laboratorium. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan lebih lanjut mengenai penambahan keragaman kerapatan jamur *Trichoderma* spp. di lahan serta pengembangan penelitian lebih rinci masih diperlukan terutama pada teknik aplikasi, waktu dan penentuan dosis, guna melengkapi teknologi pengendalian terpadu terhadap penyakit pokahbung (*Fusarium moniliformae*).

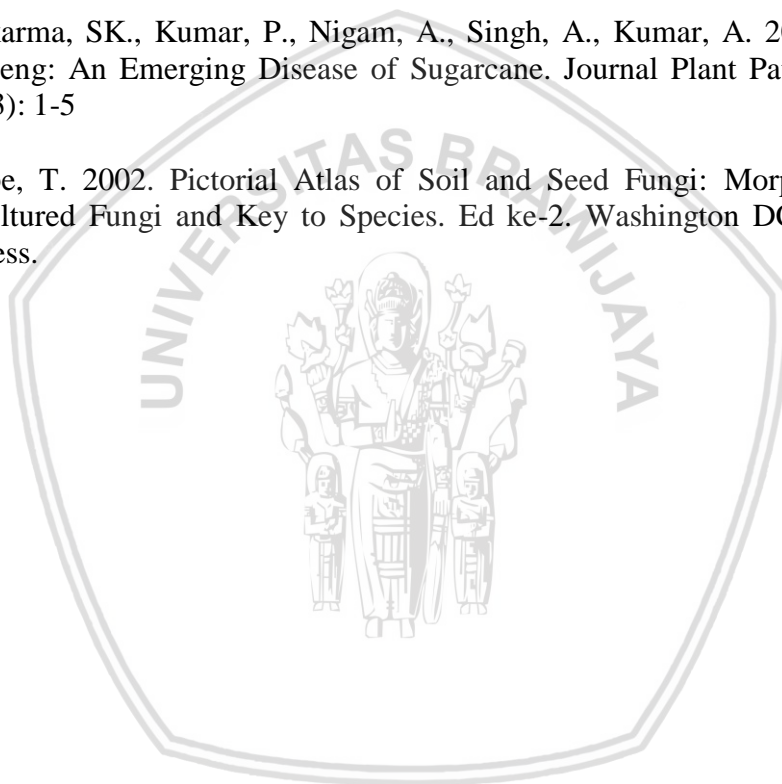
DAFTAR PUSTAKA

- Agrios GN. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Academic Press. New York.
- Amaria W, E Taufiq, dan R Harni. 2013. Seleksi dan Identifikasi Jamur Antagonis Sebagai Agens Hayati Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) pada Tanaman Karet. Jurnal Buletin RISTRI. 4(1): 55-64.
- Amaria W, Harni R, dan Samsudin. 2015. Evaluasi Jamur Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan *Rigidoporus microporus* Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet. Jurnal TIDP. 2(1):51-60.
- Ara IH, Rizwana, Al-Othman MR, and Baki MA 2012. 'Antagonism of actinomycete against Pestalotiopsis mangiferae, causal agent of mango brown rot in post harvest storage', Afr. Journal Microbiol. 6(8): 1782-9.
- Asrul. 2009. Uji Daya Hambat Jamur Antagonis *Trichoderma* spp dalam Formulasi Kering Berbentuk Tablet terhadap Luas bercak *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao. Jurnal Agribisnis. 10(1):21-27.
- Azmi SR. 2011. Efektifitas *Trichoderma harzianum* Rifai sebagai Biofungisida terhadap Jamur Patogen pada Umbi Talas Jepang. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Negeri Semarang.
- Berlian I, Setyawan B, dan Hadi H. 2013. Mekanisme Antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. Jurnal Warta Perkaratan. 32(2):74-82.
- Dewaga Y dan Gams W. 2004. A new species of *Mortierella*, and an associated sporangiiferous mycoparasite in a new genus, *Nothadelphia*. Studies in Mycology. 50:567-572.
- Doctor Allergy. *Fusarium moniliformae*. www.drallergy.com. Diakses pada 22 Januari 2018.
- Dwiastuti ME, Fajri MN, dan Yunimar. 2015. Potensi *Trichoderma* spp. sebagai Agens Pengendali *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* Dutch.). Jurnal Hortikultura. 25(4): 331-339
- Fauzan A, L Lubis dan M I Pinem. 2013. Keparahan Penyakit Busuk Buah Kakao (*Phytophthora palmivora* Butl.) pada Beberapa Perkebunan Kakao Rakyat yang Berbeda. Jurnal Online Agroekoteknologi. 1(3)
- Fety, S Khotimah, dan Mukarlina. 2015. Uji Antagonis Jamur Rizosfer Isolat Lokal terhadap *Phytophthora* sp. yang Diisolasi dari Batang Langsung (*Lansium domesticum* Corr.). Jurnal Protobiont. 4(1): 218-225.

- Gandjar, Indrawati, Robert A. Samson, Karin wan den Tweel V. Ariyanti Oetari, Iman Santoso. 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Gusnawaty HS, Muhammad T, Leni T, dan Asniah. 2014. Karakteristik Morfologi *Trichoderma* spp. Indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos.* 4(2):88-94.
- Hafsari A R dan I Asterina. 2013. Isolasi dan Identifikasi Kapang Endofit Dari Tanaman Obat Surian (*Toona sinensis*). *Jurnal Biologi.* 7(2).
- Hafsa S dan Zuyasna. 2013. Uji Patogenisitas Beberapa Isolat Penyakit Busuk Buah Kakao Asal Aceh dan Evaluasi Efektivitas Metode Inokulasi. *Jurnal Agrista.* 17(1).
- Indrawanto C, Purwono, Siswanto, M.Syagir, dan Widi R. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Tebu. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan . ESKA Media. Jakarta.
- Kumar I, Ramalakshmi MA, Sivakumar U, Santhanakrishnan P, dan Zhan X. 2011. Production of microbial oils from *Mortierella* sp for generation of biodiesel livestock *Jurnal Penelitian Mikrobiologi Africa.* 5(24):4105-4111.
- Liza, EY., Adrinal, Jumsu, T. 2015. Keragaman Cendawan Rizosfer dan Potensinya sebagai Agens Antagonis *Fusarium oxysporum* Penyebab Penyakit Layu Tanaman Krisan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia.* 11(2) : 68-72
- Machmud, M. 2001. Teknik Penyimpanan dan Pemeliharaan Mikroba. *Jurnal Buletin AgroBio.* 4(1):24-32
- Nelson PE. 1992. Taxonomy and biology of *Fusarium moniliformae*. *Journal Mycopathologia.* 117: 29-36
- Pratiwi, BN., Liliek, S., Anton, M., Ari, K. 2013. Uji Pengendalian Penyakit Pokahbung (*Fusarium moniliformae*) pada Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*) Menggunakan *Trichoderma* sp. Indigenus Secara In Vitro Dan In Vivo. *Jurnal HPT.* 1 (3): 119-129
- Prayudyaningsih R, Nursyamsi, dan R Sari. 2015. Mikroorganisme Tanah Bermanfaat pada Rhizosfer Tanaman Umbi di Bawah Tegakan Hutan Rakyat Sulawesi Selatan. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia.* 1(4): 954-959.
- Putra E, A Sudirman, dan W Indrawati. 2016. Pengaruh Pupuk Organik pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas GMP 2 dan GMP 3. *Jurnal Agro Industri Perkebunan.* 4(2): 60-68.

- Putri, AD., Sudiarmo, Titiek, I. 2013. Pengaruh Komposisi Media Tanam pada Teknik Bud Chip Tiga Varietas Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 1(1): 16-23
- Putri WK, S Khotimah, dan R Linda. 2015. Jamur Rizosfer Sebagai Agen Antagonis Pengendali Penyakit Lapuk Fusarium Pada Batang Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* MuellArg). *Jurnal Protobiont*. 4 (3): 14-18
- Rahayu SC. 2014. *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma koningii* Sebagai Agensia Pengendali Hayati Nematoda Parasit pada Tanaman Kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. 28(3).
- Rahman A, Gegum MF, Rahman M, dan Bari MA. 2009. Isolation and Identification of *Trichoderma* Species from Different Habitats and Their Use for Bioconversion of Solid Waste. *Journal Biology*. 35(2011):183-194.
- Sanjaya Y, H Nurhaeni, dan M Halima. 2010. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Larva *Spodoptera litura* (Fabricius). *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. 12(3): 136-141.
- Saragih Bungaran. 2004. Pelepasan Tebu Varietas Bululawang sebagai Varietas Unggul. Jakarta: Keputusan Kementerian Pertanian.
- Saragih YS dan Silalahi FH. 2006. Identifikasi Morfologi Beberapa Spesies Jamur Fusarium. *Jurnal Hortikultura*. 16(4):336-334.
- Simatupang, D. S. 2008. Berbagai Mikroorganisme Rizosfer Pada Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.) di Pusat Kajian Buah-buahan Tropika (PKBT) IPB Desa Ciomas, Kecamatan Pasirkuda, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Skripsi. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Suciatmih. 2001. Test of lignin and cellulose decomposition and phosphate solubilization by soil fungi of Gunung Halimun. *Biodiversitas Taman Nasional Gunung Halimun (I)*, *Jurnal Ilmiah Biologi (edisi khusus)* 5(6): 685-690.
- Suciatmih. 2006. Mikrofauna Tanah Tanaman Pisang dan Ubi Kayu pada Lahan Gambut dan Tanah Aluvial di Bengkulu. *Jurnal Biodiversitas*. 7(4):303-306.
- Sjam S, Rosmana A, Rahim MD, Dewi VS, dan Surapati U. 2014. Isolasi Mikroba dari Ekstrak Buah Nenas dan Aplikasinya terhadap Penyakit Busuk Buah, *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Pelita Perkebunan*. 30(1):47-54.
- Susanti, Y. 2014. Eksplorasi Agen Antagonis Disekitar Perakaran Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* jacq.) di Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Sungkal*. 2(1): 37-42

- Supriyanto, Priyatmojo A, dan Arwiyanto T. 2011. Uji Penggabungan PGPF dan *Pseudomonas putida* Strain Pf-20 dalam Pengendalian Hayati Penyakit Busuk Lunak Lidah Buaya di Tanah Gambut. *Jurnal HPT Tropika*. 11(1):11-21.
- Sutejo A D, Priyatmojo A, dan Wibowo A. 2008. Identifikasi Morfologi Beberapa Spesies Jamur *Fusarium*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 14(1):7-13.
- Taufiq E. 2012. Potensi *Trichoderma* Spp. dalam Menekan Perkembangan Penyakit Busuk Pucuk Vanili di Pembibitan. *Buletin RISTRI*. 3(1).
- Vishwakarma, SK., Kumar, P., Nigam, A., Singh, A., Kumar, A. 2013. Pokkah Boeng: An Emerging Disease of Sugarcane. *Journal Plant Pathol Microb*. 4(3): 1-5
- Watanabe, T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. Ed ke-2. Washington DC (US):CRC Press.





Tabel Lampiran 1. Deskripsi tanaman tebu varietas Bululawang (Saragih, 2004)

Variabel	Deskripsi
Asal persilangan	Varietas lokal dari Bululawang –Malang Selatan
Sifat Morfologis	
1. Batang	
- Bentuk batang	Silindris dengan penampang bulat
- Warna batang	Coklat kemerahan
- Lapisan lilin	Sedang-kuat
- Retakan batang	Tidak ada
- Cincin tumbuh	Melingkar datar diatas pucuk mata
- Teras dan lubang	Masif
2. Daun	
- Warna daun	Hijau kekuningan
- Ukuran daun	Panjang melebar
- Lengkungan daun	Kurang dari ½ daun cenderung tegak
- Telinga daun	Pertumbuhan lemah samapai sedang, kedudukan serong
- Bulu punggung	Ada, lebat, condong membentuk jalur lebar
3. Mata	
- Letak mata	Pada bekas pangkal pelepah daun
- Bentuk mata	Segitiga dengan bagian terlebar dibawah tengah-tengah mata
- Sayap mata	Tepi sayap mata rata
- Rambut basal	Ada
- Rambut jambul	Ada
Sifat-sifat Agronomis	
1. Pertumbuhan	
- Perkecambahan	Lambat
- Diameter batang	Sedang sampai besar
- Pembungaan	Berbunga sedikit sampai banyak
- Kemasakan	Tengah sampai lambat
- Kadar sabut	13-14%
- Koefisien daya tahan	Tengah-panjang
2. Potensi produksi	
- Hasil tebu (ton/ha)	94,3
- Rendemen (%)	7,51
- Hablur gula (ton/ha)	6,9
3. Ketahanan hama dan penyakit	
- Penggerek batang	Peka
- Penggerek pucuk	Peka
- Blendok	peka
- Pokahbung	Moderat
- Luka api	Tahan
- Mosaik	Tahan
4. Kesesuaian lokasi	Type lahan gelur berpasir, cukup pengairan, dan drainase baik

Tabel Lampiran 2. Analisa ragam penghambatan pertumbuhan jamur *Fusarium moniliformae* (pengamatan hari ke-3)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	10326,63	18	573,7017	2,42185	*	2,182263
Residual	4500,828	19	236,8857			
Total	14827,46	37	400,7421			

Tabel Lampiran 3. Analisa ragam penghambatan pertumbuhan jamur *Fusarium moniliformae* (pengamatan hari ke-5)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	13364,65	18	742,4804	3,477416	**	2,182263
Residual	4056,785	19	213,515			
Total	17421,43	37	470,8495			

Tabel Lampiran 4. Analisa ragam penghambatan pertumbuhan jamur *Fusarium moniliformae* (pengamatan hari ke-7)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	14621,52	18	812,3067	2,607016	*	2,182263
Residual	5920,111	19	311,5848			
Total	20541,63	37	555,1793			

Tabel Lampiran 5. Analisa ragam kejadian penyakit pokahbung di lapang (pengamatan hari ke-4)

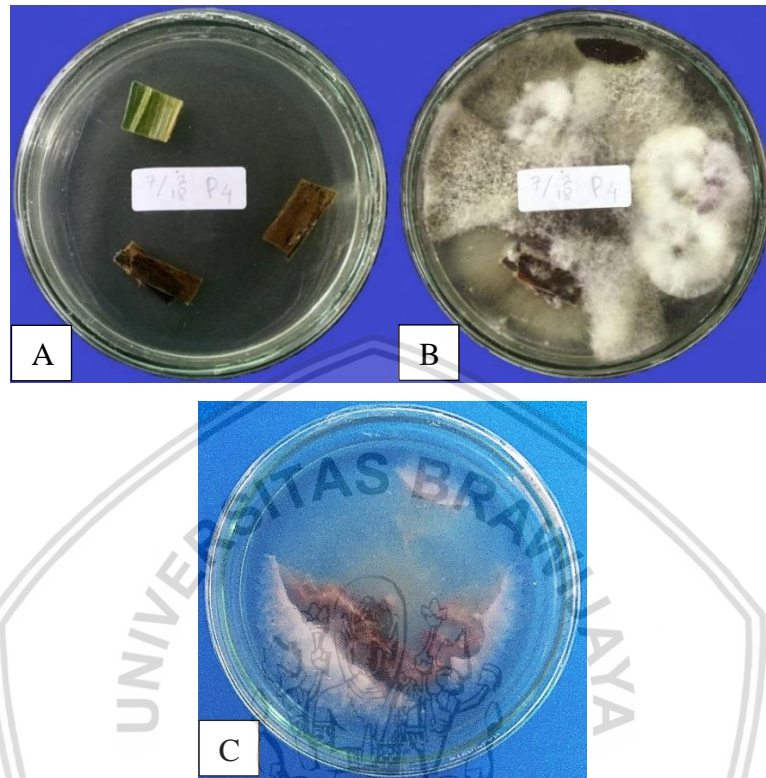
Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Blocks	74,05023	2	37,02512	0,39548		
Perlakuan	570,2156	4	142,5539	1,522674		3,837853
Residual	748,9662	8	93,62077			
Total	1393,232	14	99,51657			

Tabel Lampiran 6. Analisa ragam kejadian penyakit pokahbung di lapang (pengamatan hari ke-5)

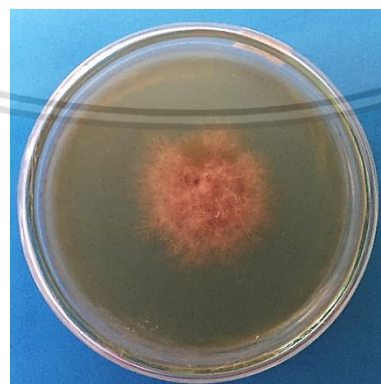
Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Blocks	165,7574	2	82,87868	0,560944		
Perlakuan	4277,142	4	1069,286	7,237197	**	3,837853
Residual	1181,989	8	147,7486			
Total	5624,888	14	401,7777			

Tabel Lampiran 7. Analisa ragam kejadian penyakit pokahbung di lapang (pengamatan hari ke-6)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Blocks	2,313911	2	1,156955	0,008204		
Perlakuan	3114,552	4	778,638	5,521671	*	3,837853
Residual	1128,119	8	141,0149			
Total	4244,985	14	303,2132			



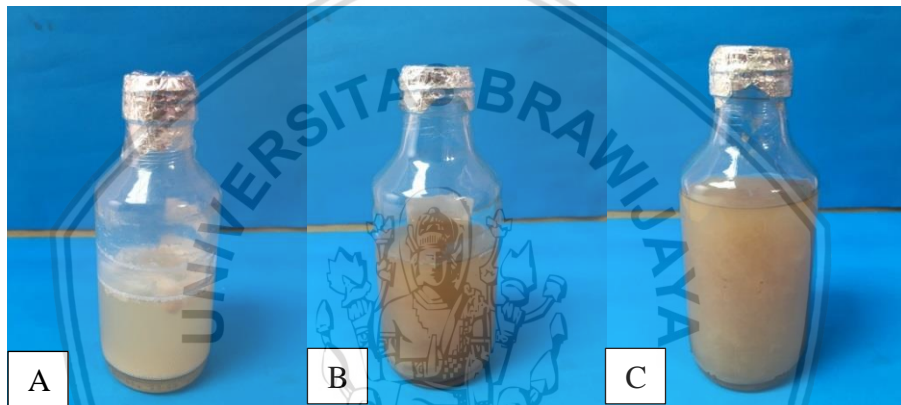
Gambar Lampiran 1. Isolasi patogen *Fusarium moniliformae* di media PDA. A. 1 hari setelah isolasi, B. 7 hari setelah isolasi, dan C. 7 hari setelah purifikasi



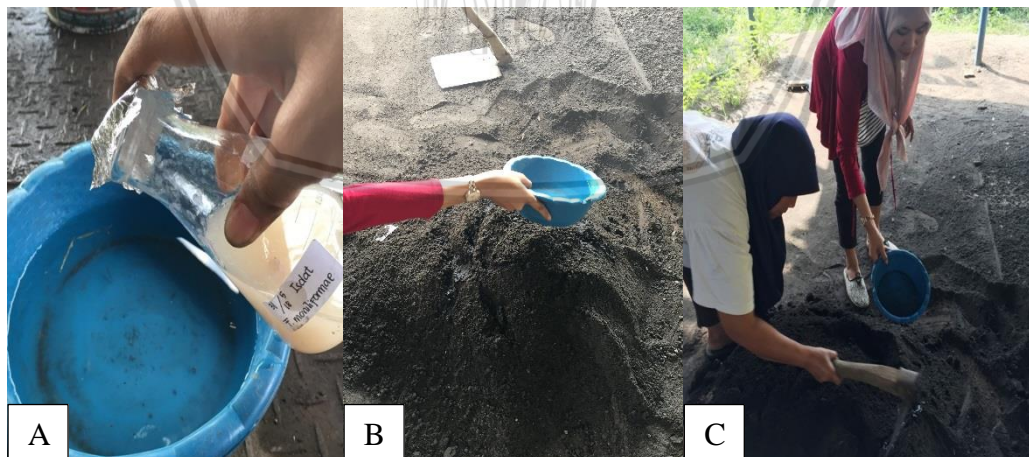
Gambar Lampiran 2. Hasil re-isolasi uji postulat koch patogen *Fusarium moniliformae* 6 hari setelah re-isolasi di media PDA



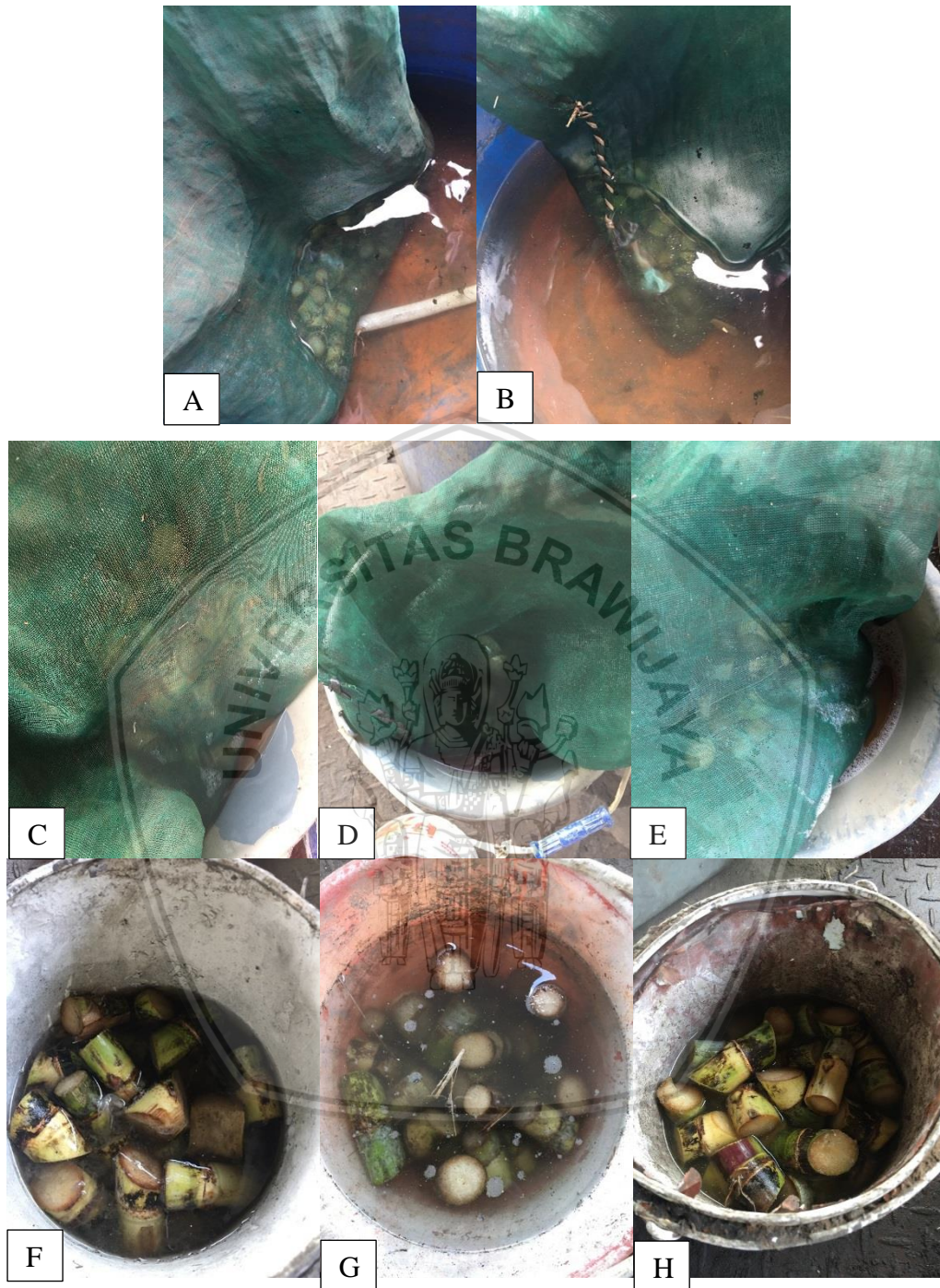
Gambar Lampiran 3. Perbanyakan isolat patogen *Fusarium moniliformae* pada media EKG



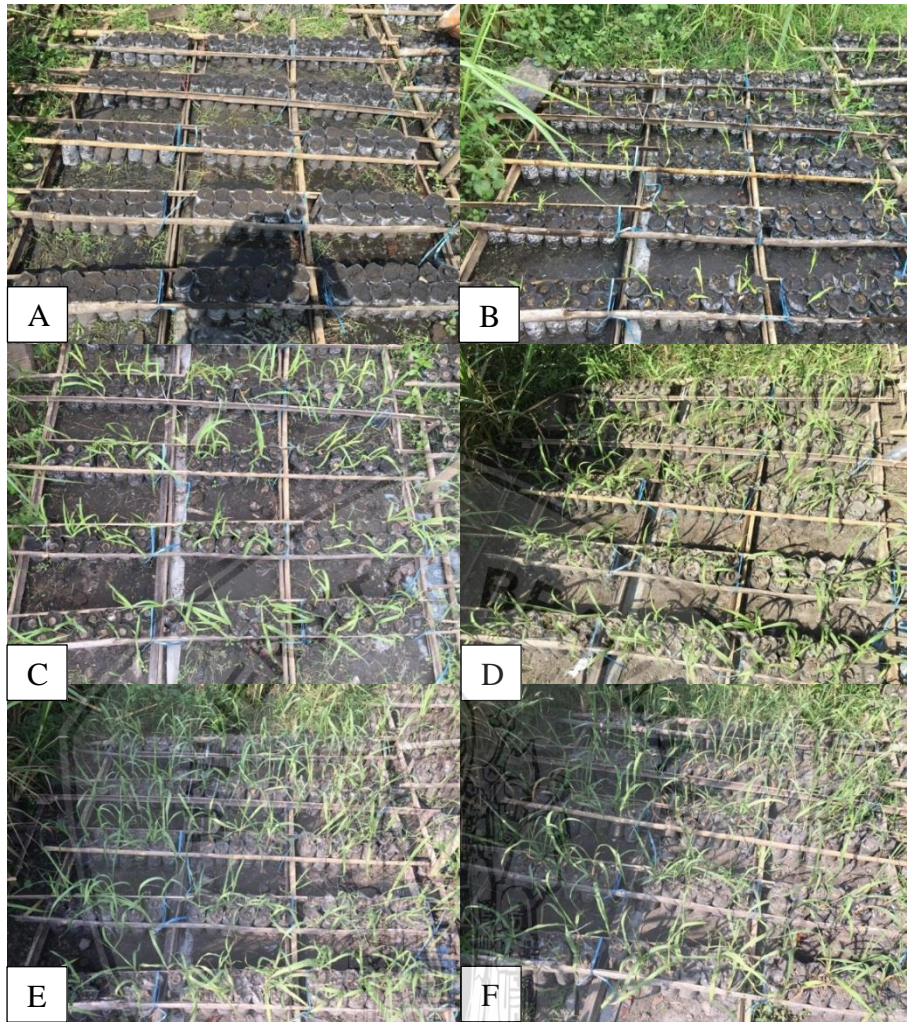
Gambar Lampiran 4. Perbanyakan isolat jamur *Trichoderma* sp. pada media EKG. A. Isolat 1, B. Isolat 2, dan Isolat 3.



Gambar Lampiran 5. Aplikasi isolat *Fusarium moniliformae* pada media tanam. A. Isolat di larutkan dalam air, B. Larutan di siramkan ke media tanam, dan C. Media tanam diaduk rata



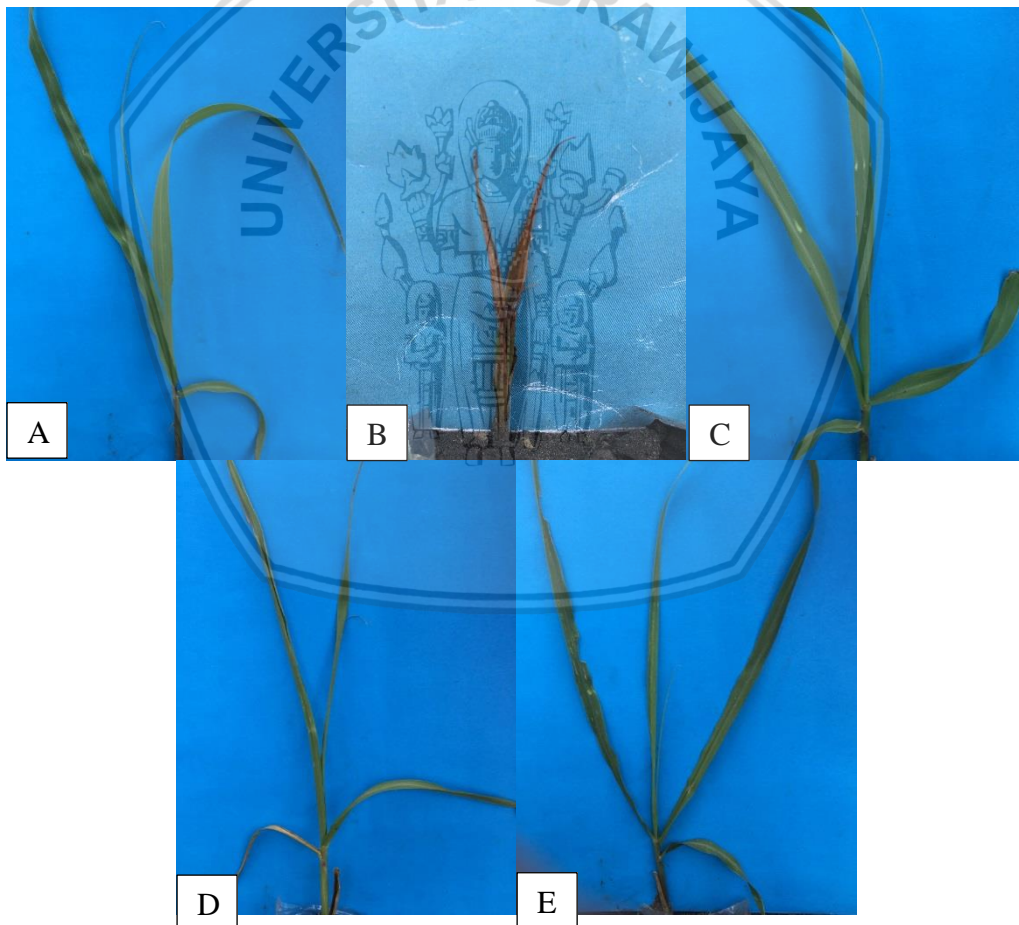
Gambar Lampiran 6. Perendaman bibit Bud Set. A. Air, B. Larutan betadine, C. Larutan Cruiser, D. Larutan Nordox, E. Larutan Antonik, F. Larutan *Trichoderma* sp. isolat 1, G. Larutan *Trichoderma* sp. isolat 2, dan H. Larutan *Trichoderma* sp. isolat 3.



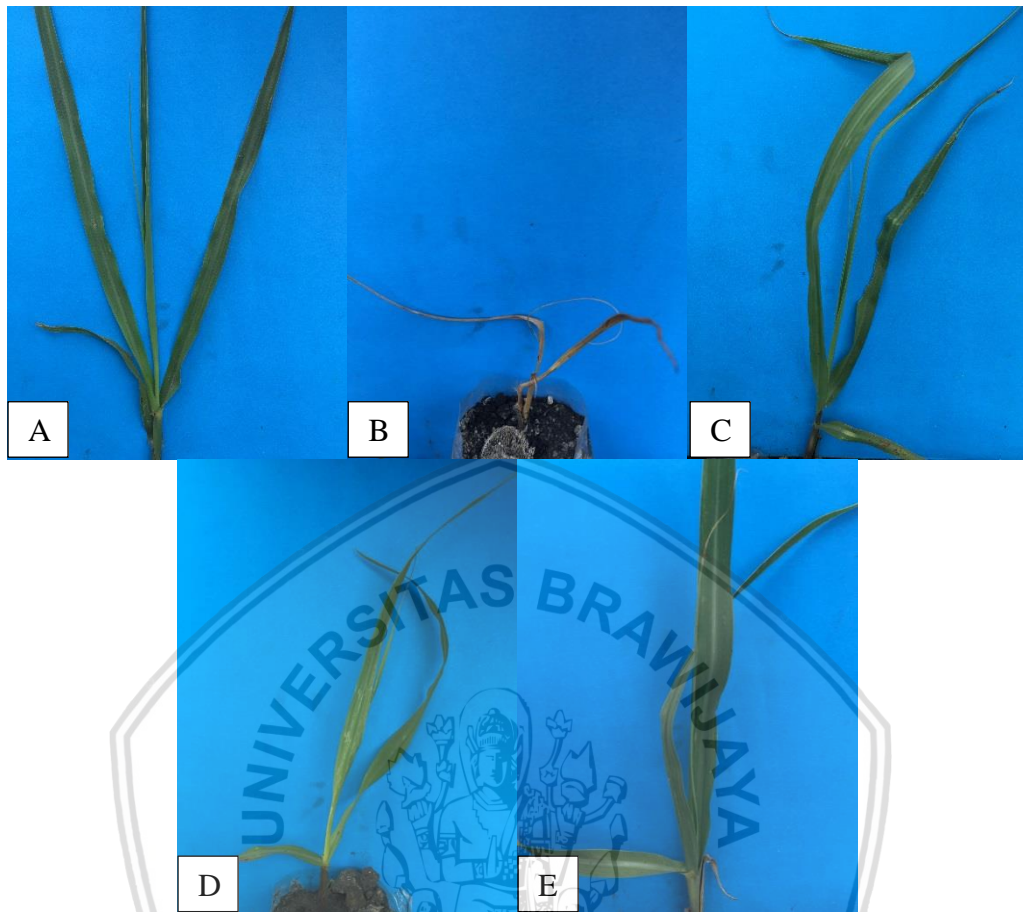
Gambar Lampiran 7. Plot pengamatan tanaman tebu di lapang. A. Minggu ke-1, B. Minggu ke-2, C. Minggu ke-3, D. Minggu ke-4, E. Minggu ke-5, dan Minggu ke-6.



Gambar Lampiran 8. Gejala Daun Terserang *Fusarium moniliformae* pada 4 mst. A. Perlakuan Kontrol, B. Perlakuan konvensional, dan C. Perlakuan dengan *Trichoderma* sp. isolat 1.



Gambar Lampiran 9. Foto daun terserang *Fusarium moniliformae* pada 5 mst. A. Perlakuan perendaman dengan air, B. Perlakuan dengan konvensional, C. Perlakuan dengan *Trichoderma* sp. isolat 1, D. Perlakuan dengan *Trichoderma* sp. isolat 2, dan E. Perlakuan dengan *Trichoderma* sp. isolat 3



Gambar Lampiran 10. Foto daun terserang *Fusarium moniliformae* pada 6 mst. A. Perlakuan perendaman dengan air, B. Perlakuan dengan konvensional, C. Perlakuan dengan *Trichoderma* sp. isolat 1, D. Perlakuan dengan *Trichoderma* sp. isolat 2, dan E. Perlakuan dengan *Trichoderma* sp. isolat 3