

**POTENSI ANTAGONISME JAMUR FILOSER DAUN
TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) TERHADAP
JAMUR *Fusarium moniliforme* PENYEBAB PENYAKIT
POKAHBUNG**

Oleh:

HIKMAL HAKIMI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019**

**POTENSI ANTAGONISME JAMUR FILOSER DAUN
TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) TERHADAP
JAMUR *Fusarium moniliforme* PENYEBAB PENYAKIT
POKAHBUNG**

OLEH :

HIKMAL HAKIMI

155040200111233

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2019**

PERNYATAAN

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

Malang, Agustus 2019

Hikmal Hakimi



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul penelitian : Potensi Antagonisme Jamur Filosfer Daun Tanaman
Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Terhadap Jamur *Fusarium*
moniliforme Penyebab Penyakit Pokahbung.

Nama Mahasiswa : Hikmal Hakimi

NIM : 155040200111233

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.

NIP. 19550522 198103 1 006

Diketahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Ludi Pantja Astuti, MS.

NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan : 30 JUL 2019

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I



Luqman Qurata Aini, SP,M.Si., PhD
NIP. 19720919199802 1 001

Penguji II



Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc
NIK. 201503 860523 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 : 01 AUG 2019

RINGKASAN

Hikmal Hakimi. 155040200111233. Potensi Antagonisme Jamur Filosfer Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Terhadap Jamur *Fusarium moniliforme* Penyebab Penyakit Pokahbung. Di Bawah Bimbingan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. Sebagai Pembimbing Utama

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditas tanaman yang memiliki potensi nilai ekonomis cukup tinggi. Tanaman tebu memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi karena tanaman ini merupakan bahan baku dalam pembuatan gula. Kegiatan budidaya tanaman tebu memiliki beberapa kendala yang mampu memberikan pengaruh terhadap tingkat produktivitas tanaman. Salah satu kendala dan masalah utama yang biasanya dihadapi oleh petani dalam kegiatan budidaya tanaman tebu adalah serangan penyakit. Penyakit Pokahbung merupakan salah satu penyakit penting tanaman tebu yang banyak dijumpai. Penyakit Pokahbung ini disebabkan oleh jamur patogen *Fusarium moniliforme*. Selama ini pengendalian pada penyakit Pokahbung masih terbatas pada pengendalian dengan menggunakan bahan kimia. Pengendalian secara hayati diharapkan dapat memberikan efek positif serta mengurangi efek samping dari penggunaan pestisida. Pengendalian hayati menggunakan jamur filosfer diharapkan mampu menjadi alternatif dalam mengendalikan patogen penyebab penyakit pada tanaman. Selain itu pengendalian menggunakan jamur filosfer tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Sampel jamur patogen dan sampel jamur filosfer diperoleh dari lahan tebu milik Pabrik Gula Kebonagung Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2019 sampai dengan bulan Mei 2019. Penelitian ini meliputi isolasi jamur *Fusarium moniliforme* dari tanaman tebu yang terinfeksi, isolasi jamur filosfer, pengujian daya hambat jamur filosfer pada jamur *Fusarium moniliforme*. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan penelitian dilakukan berdasar pada jamur filosfer yang didapat dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada masing-masing perlakuan. Uji antagonis dilakukan dengan metode *dual culture* dalam satu cawan petri yang berdiameter 9 cm, isolat jamur *Fusarium moniliforme* dan isolat jamur filosfer diletakan berhadapan satu sama lain dengan jarak 3 cm.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat 3 jamur yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *F. moniliforme* pada pengujian secara *in-vitro* yaitu jamur *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp. dan *Fusarium* sp. 2. Daya hambat yang dihasilkan 3 jamur tersebut antara lain *Trichoderma* sp. dengan persentase hambatan sebesar 48.70% pada hari ke-7, *Aspergillus* sp. sebesar 44.24% pada hari ke-7, dan *Fusarium* sp. 2 sebesar 47.66% pada hari ke-7.

SUMMARY

Hikmal Hakimi. 155040200111233. The Antagonistic Potential of Filosphere Fungus of The Sugar Cane Leaves (*Saccharum officinarum* L.) Against *Fusarium moniliforme* Fungus That Cause of Pokahbung Disease. Under the Guidance of Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. As the Main Advisor

Sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) is one of the commodity crops that has a high enough potential economic value. Sugarcane has a high economic value because this plant is the raw material for making sugar. Sugarcane cultivation activities have several obstacles that can influence the level of crop productivity. One of the main obstacles and problems that are usually faced by farmers in sugarcane cultivation is disease attack. Pokahbung disease is one of the important diseases of sugarcane which is often found. Pokahbung's disease is caused by a pathogenic fungus *Fusarium moniliformae*. During this time, control in Pokahbung disease is still limited by using chemicals. Biological control is expected to have a positive effect and reduce the side effects of the use of pesticides. Biological control using the fungus filosphere is expected to be an alternative in controlling the pathogens that cause disease in plants. Besides controlling using the fungus filosphere does not cause negative impacts on the environment.

This research activity was carried out in the laboratory of the Department of Pests and Plant Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Brawijaya, Malang Regency, East Java Province. Pathogen fungal samples and filospheric fungal samples were obtained from sugar cane fields belonging to the Kebonagung Sugar Factory Malang. This research was conducted in January 2019 until May 2019. This research includes isolation of *Fusarium moniliforme* fungus in infected sugarcane plants, isolation of the filospheric fungus, testing of the inhibition of filospheric fungi against *Fusarium moniliforme*. This research was compiled using Complete Random Design (CRD). The research treatments were carried out based on the obtained filospheric fungus and were repeated 3 times in each treatment. The antagonist test was carried out using the dual culture method in a 9 cm diameter petri dish, isolates of the *Fusarium moniliforme* and isolates of the filospheric fungus were placed facing each other at a distance of 3 cm.

The results showed that there were 3 fungi that could inhibit the growth of the pathogenic fungus *F. moniliforme* in in vitro testing, namely the fungus *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp. and *Fusarium* sp. 2. The inhibitory power produced by these 3 fungi are *Trichoderma* sp. with a percentage of inhibition of 48.70% on the 7th day, *Aspergillus* sp. by 44.24% on the 7th day, and *Fusarium* sp. 2 by 47.66% on the 7th day.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena anugerah dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Potensi Antagonisme Jamur Filosfer Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Terhadap Jamur *Fusarium moniliforme* Penyebab Penyakit Pokahbung” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di program strata satu Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS., selaku dosen pembimbing utama atas ilmu akademik serta nasihat dan arahan yang telah diberikan oleh beliau kepada penulis. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Ketua Jurusan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. dan Prof. Dr. Ir. Ellis Nihayati, MS. selaku dosen penasihat akademik untuk semua nasihat yang telah diberikan kepada penulis. Serta segenap karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan kepada penulis.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua penulis atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian serta dukungan yang diberikan kepada penulis. Tidak lupa juga penulis menyampaikan terimakasih untuk semua rekan-rekan mahasiswa dari: Jurusan HPT, rekan-rekan satu bimbingan, Panitia Sembilan, Perpus Ceria, Anti Wacana Club, dulur-dulur PSHT, Kontrakan Mawar 33b, Late Blight, rekan-rekan kerja Parttime di Cinemaxx serta rekan-rekan lainnya atas dukungan fisik dan moral yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Proposal Penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Malang,

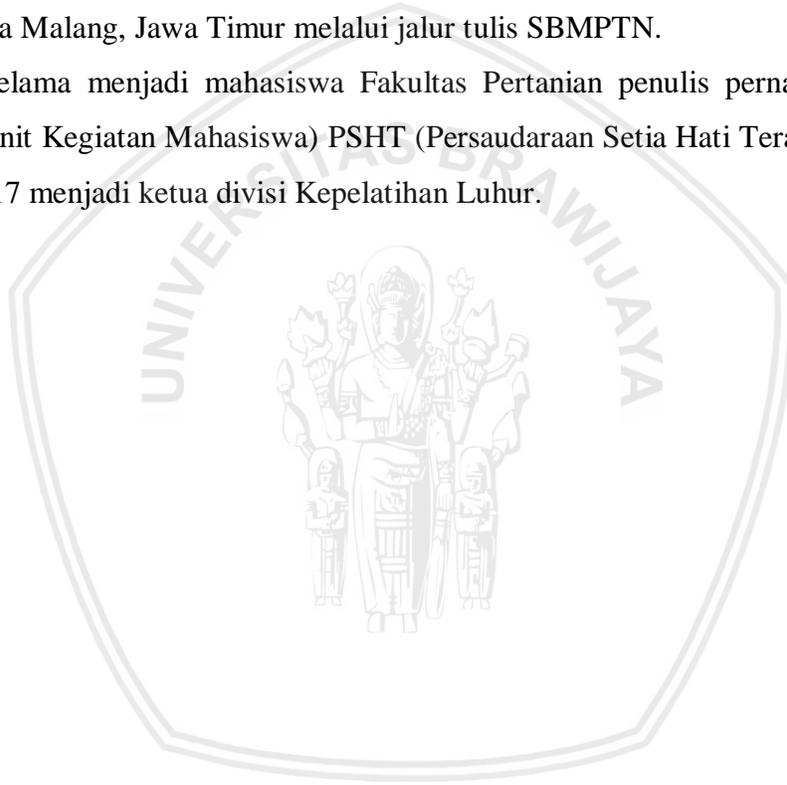
Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lamongan pada tanggal 14 Juli 1997 sebagai anak pertama dan putra tunggal dari pasangan Bapak Syafi'i dan Ibu Isyarah.

Penulis menempuh pendidikan dasar di MI MU'AWANAH Banjaranyar, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan pada tahun 2003 sampai tahun 2009, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 2 Paciran pada tahun 2009 sampai tahun 2012. Pada tahun 2012 sampai tahun 2015 penulis melanjutkan studi ke SMAN 1 Paciran dengan jurusan IPA/Sains. Pada tahun 2015 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi, Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur tulis SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian penulis pernah aktif dalam UKM (Unit Kegiatan Mahasiswa) PSHT (Persaudaraan Setia Hati Terate) pada tahun 2016-2017 menjadi ketua divisi Kepelatihan Luhur.



DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
RINGKASAN.....	vi
SUMMARY.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
RIWAYAT HIDUP.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Hipotesis.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Tebu (<i>Saccharum officinarum</i> L.).....	4
2.2 Jamur Filosfer.....	10
2.3 Penyakit Pokahbung.....	13
2.4 Jamur Antagonis.....	17
2.5 Uji Antagonis.....	19
III. METODE PELAKSANAAN.....	21
3.1 Kerangka Konseptual.....	21
3.2 Kerangka Operasional.....	22
3.3 Waktu dan Tempat.....	23

3.4 Alat dan Bahan.....	23
3.5 Metode Penelitian	23
3.6 Pelaksanaan Penelitian.....	23
3.7 Analisis Data.....	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Kondisi Aktual Lahan.....	28
4.2 Patogen <i>Fusarium moniliforme</i>	28
4.3 Hasil Identifikasi Isolat Jamur Filosfer.....	31
4.4 Uji Patogenesitas Jamur Filosfer Daun Tanaman Tebu.....	41
4.5 Uji Daya Hambat Jamur Filosfer Terhadap Jamur Patogen <i>Fusarium moniliforme</i>	43
V. KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Hal.
1.	Daftar Jamur Filosfer yang ditemukan pada Daun Tanaman Tebu.....	31
2.	Persentase Penghambatan Pertumbuhan Jamur <i>F. moniliforme</i>	44

LAMPIRAN

No.	Teks	Hal.
1.	Analisis Ragam Penghambatan Pertumbuhan Jamur Patogen <i>F. moniliforme</i>	59



DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Hal.
1.	Penampilan tanaman tebu	4
2.	Struktur Daun Tanaman Tebu	5
3.	Batang Tanaman Tebu	6
4.	Perbedaan Tingkat Serangan Pokahbung	15
5.	Proses pelepasan spora dari rantai higroskopik	16
6.	Kenampakan makroskopis dari isolat <i>F. moniliforme</i>	16
7.	Kenampakan mikroskopis miselium dan spora dari isolat <i>F. moniliforme</i>	17
8.	Penyebaran spora secara “puff” dan “tap” akibat percikan air hujan	17
9.	Kerangka Konseptual Penelitian	21
10.	Kerangka Operasional Penelitian	22
11.	Metode <i>dual culture</i>	26
12.	Kenampakan gejala serangan jamur <i>F. moniliforme</i> di lapang	29
13.	Isolat jamur <i>F. moniliforme</i>	30
14.	Hasil Uji <i>Postulat Koch</i>	31
15.	Isolat <i>Penicillium</i> sp.	33
16.	Isolat <i>Trichoderma</i> sp.	34
17.	Isolat U2S1P3	35
18.	Isolat U2S1P4	35
19.	Isolat U2S3P3 I	36
20.	Isolat U2S3P3 II	36
21.	Isolat U2S3P5	37
22.	Isolat U3S2P3	37
23.	Isolat <i>Fusarium</i> sp. 1	38
24.	Isolat U4S2P5	39
25.	Isolat <i>Aspergillus</i> sp.	39
26.	Isolat U5S1P3 I	40
27.	Isolat <i>Fusarium</i> sp 2	41
28.	Hasil Uji Patogenisitas Jamur Filoesfer Daun Tanman Tebu	42
29.	Kenampakan Pertumbuhan Koloni Patogen <i>F. moniliforme</i> dengan perlakuan ..	45
30.	Kenampakan Pertumbuhan Koloni Patogen <i>F. moniliforme</i> dengan perlakuan ..	47
31.	Kenampakan Pertumbuhan Koloni Patogen <i>F. moniliforme</i> dengan perlakuan ..	47
32.	Kenampakan Pertumbuhan Koloni Patogen <i>F. moniliforme</i> dengan perlakuan ..	48

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditas tanaman yang memiliki potensi nilai ekonomis cukup tinggi. Tanaman ini sudah banyak diusahakan oleh petani dan dapat digunakan sebagai sumber bahan baku industri gula. Tanaman tebu memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi karena tanaman ini merupakan bahan baku dalam pembuatan gula, di dalam batang tanaman tebu terkandung cairan gula sebesar 20% (Royyani dan Lestari, 2009). Produksi gula Indonesia pada tahun 1930-1940 pernah menjadi salah satu produsen dan eksportir gula pasir terbesar di dunia (Ismayanti, 2013). Badan Pusat Statistik tahun 2012 menunjukkan data bahwa produksi gula tebu di Indonesia pada tahun 1995-2010 tidak mengalami perkembangan yang besar. Produksi gula Indonesia pada tahun 1995 sebesar 2,1 juta ton dan pada tahun 2010 2,3 juta ton, hanya meningkat sekitar 0,2 juta ton. Hal ini menyebabkan pemerintah harus melakukan impor gula sebesar 240.000 ton untuk mencukupi kebutuhan gula (BPS, 2012).

Kegiatan budidaya tanaman tebu memiliki beberapa kendala yang mampu memberikan pengaruh terhadap tingkat produktivitas tanaman. Salah satu kendala dan masalah utama yang biasanya dihadapi oleh petani dalam kegiatan budidaya tanaman tebu adalah serangan penyakit. Serangan penyakit yang terjadi pada tanaman dapat disebabkan oleh beberapa mikroorganisme yang merugikan. Serangan mikroorganisme yang merugikan ini dapat menyebabkan terganggunya proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Terdapat beberapa penyakit yang ditemukan dalam kegiatan budidaya tanaman tebu.

Penyakit Pokahbung merupakan salah satu penyakit penting tanaman tebu yang banyak dijumpai dalam budidaya tanaman tebu (Subijono, 1984). Penyakit Pokahbung ini disebabkan oleh jamur patogen *Fusarium moniliforme* (Pratiwi *et al.*, 2013), tanaman tebu yang terinfeksi oleh patogen ini akan mengalami gangguan seperti pada beberapa bagian tanaman tebu tidak menjalankan fungsinya dengan

normal. Patogen ini dapat tertular lewat udara, hujan maupun luka pada tanaman (Deacon, 2006). Sebagai salah satu contohnya adalah di lahan pertanian milik PG. Kebon Agung dalam beberapa tahun terakhir terserang penyakit pokahbung dan mengakibatkan kerugian hingga hampir 50% pada keseluruhan lahan (Dewi, 2018).

Selama ini pengendalian pada penyakit Pokahbung masih terbatas pada pengendalian dengan menggunakan bahan kimia, yaitu fungisida. Dampak negatif yang ditimbulkan dari pengendalian secara kimia tersebut mendorong dilakukannya penelitian untuk mendapatkan metode pengendalian penyakit Pokahbung yang aman bagi lingkungan. Pengendalian secara hayati diharapkan dapat memberikan efek positif serta mengurangi efek samping dari penggunaan pestisida dalam mengendalikan serangan organisme pengganggu tanaman. Pengendalian hayati akan memainkan peranan penting dalam pertanian pada masa akan datang. Ini terutama disebabkan kekhawatiran terhadap bahaya penggunaan bahan kimia sebagai pestisida.

Jamur filosfer merupakan mikroorganisme yang terdapat pada permukaan daun tanaman (Langvad 1980 dalam Lee dan Hyde, 2002). Beberapa mikroorganisme pada filosfer dipercaya memiliki kemampuan antagonis atau menghambat pertumbuhan jamur patogen (Vorholt, 2012; Reisberg *et al*, 2013). Menurut Pasaribu (2015) jamur filosfer dapat menghindarkan infeksi patogen, selain itu salah satu kemampuannya mampu mengendalikan penyakit patogen tular tanah (Soesanto, 2008). Pengendalian hayati menggunakan filosfer diharapkan mampu menjadi alternatif dalam mengendalikan patogen penyebab penyakit pada tanaman. Selain itu pengendalian menggunakan filosfer tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat jamur filosfer yang memiliki potensi antagonis terhadap jamur patogen *Fusarium moniliforme*?
2. Seberapa efisien kemampuan antagonis jamur filosfer terhadap menghambat jamur *Fusarium moniliforme*?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jamur filosfer pada daun tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) serta mengetahui potensi antagonisnya terhadap jamur patogen *Fusarium moniliforme* penyebab penyakit Pokahbung.

1.4 Manfaat

Dari hasil penelitian yang dilaksanakan ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai manfaat dan potensi dari jamur filosfer sebagai salah satu pengendalian hayati alternatif dalam mengendalikan penyakit Pokahbung pada tanaman tebu. Sehingga serangan penyakit Pokahbung mampu ditekan dan produksi tanaman tebu dapat meningkat dengan menggunakan pengendalian yang lebih ramah lingkungan.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diajukan pada penelitian ini adalah dapat ditemukannya jamur filosfer pada daun tanaman tebu yang memiliki potensi antagonis. Sehingga mampu menekan pertumbuhan dari jamur patogen *Fusarium moniliforme* dengan cara *in vitro*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) masih tergolong dalam famili *Graminae* atau tanaman rumput-rumputan. *Saccharum officinarum* menjadi spesies yang paling penting dalam genus *Saccharum* dikarenakan tingginya kandungan sukrosa dan rendahnya kandungan serat (Wijayanti, 2008). Klasifikasi ilmiah dari tanaman tebu adalah sebagai berikut: Kingdom : *Plantae*, Divisi : *Spermathophyta* , Sub Divisi : *Angiospermae*, Kelas : *Monocotyledone*, Ordo : *Glumiflorae*, Famili : *Graminae*, Genus : *Saccharum*, Spesies : *Saccharum officinarum* L. (Tarigan dan Sinulingga, 2006)

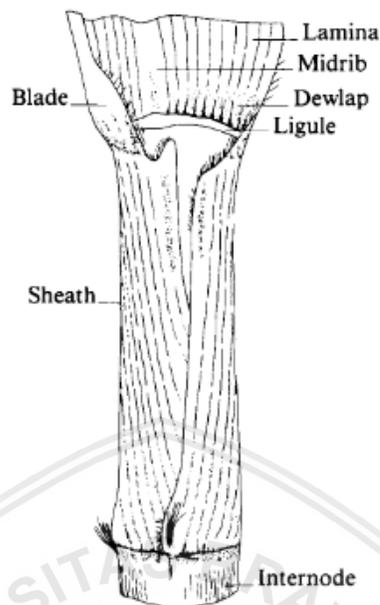


Gambar 1. Penampilan tanaman tebu (Syakir *et al*, 2010).

2.1.2 Morfologi Tanaman Tebu

Tanaman tebu termasuk dalam golongan tanaman perdu (Syakir *et al*, 2010). Tanaman yang termasuk dalam famili *Graminae* bertubuh silindris, pipih. Tanaman ini memiliki bentuk yang tinggi, kurus dan tidak bercabang. Memiliki lapisan lilin berwarna putih mengkilat atau abu-abu pada bagian batangnya. Berikut ini merupakan ciri morfologi dari tanaman tebu :

a. Daun



Gambar 2. Struktur Daun Tanaman Tebu (James, 2004).

Daun tanaman tebu termasuk dalam kategori daun tidak lengkap, karena hanya terdiri dari helai daun dan pelepah daun saja. Bentuk dari daun tanaman tebu menyerupai busur panah, tidak bertangkai dan berpelepah seperti jagung. Tepi daunnya terkadang bergelombang, berseling di kanan dan kiri serta memiliki bulu keras dipermukaan daun (BPTP, 2014). Daun tanaman tebu berkedudukan pada pangkal buku. Panjang helaian daun antara 1-2 meter, sedangkan lebar 4-7 cm, dan ujung daunnya meruncing (Supriyadi, 1992). Pelepah tumbuh memanjang menutupi ruas. Pelepah juga melekat pada batang dengan posisi duduk berselang seling pada buku dan melindungi mata tunas (Miller dan Gilbert, 2006).

b. Bunga

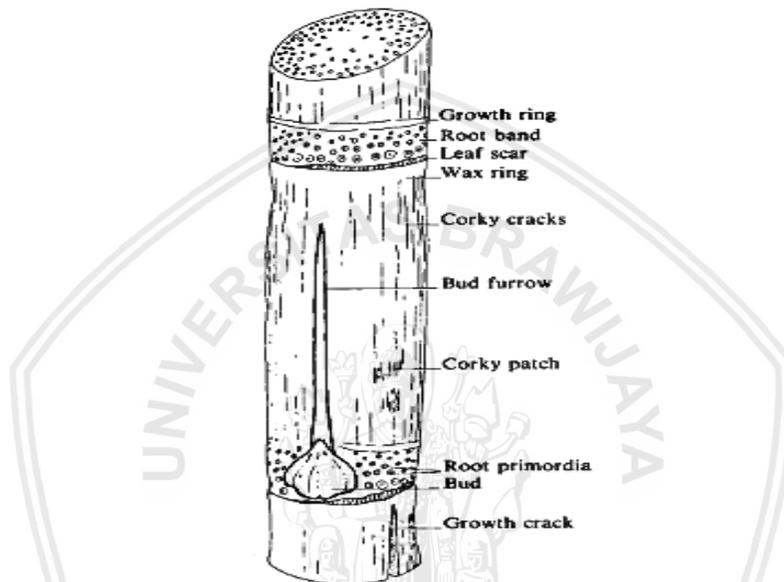
Bunga tebu berupa malai dengan panjang antara 50-80 cm. Cabang bunga pada tahap pertama berupa karangan bunga dan pada tahap selanjutnya berupa tandan dengan dua bulir panjang 3-4 mm. Terdapat pula benangsari, putik dengan dua kepala putik dan bakal biji (Syakir *et al*, 2010). Pembentukan bunga pada tanaman tebu dapat menurunkan kadar sukrosa pada tanaman tebu,

karena sebagian energi digunakan untuk pembentukan bunga (Rao, 1947 dalam James, 2004).

c. Buah

Tebu seperti padi, memiliki satu biji dengan besar lembaga $\frac{1}{3}$ panjang biji. Biji tebu dapat ditanam di kebun percobaan untuk mendapatkan jenis baru hasil persilangan yang lebih unggul (Syakir *et al*, 2010).

d. Batang



Gambar 3. Batang Tanaman Tebu (James, 2004).

Tanaman tebu mempunyai batang yang tinggi, tidak bercabang dan tumbuh tegak. Tanaman yang tumbuh baik, tinggi batangnya dapat mencapai 3-5 meter atau lebih. Pada batang terdapat lapisan lilin yang berwarna putih dan keabu-abuan. Lapisan ini banyak terdapat sewaktu batang masih muda. Ruas-ruas batang dibatasi oleh buku-buku yang merupakan tempat duduk daun. Pada setiap buku terdapat mata tunas. Batang tanaman tebu berasal dari mata tunas yang berada di bawah tanah yang tumbuh keluar dan berkembang membentuk rumpun. Diameter batang antara 3-5 cm dengan tinggi batang antara 2-5 meter dan tidak bercabang (BPTP, 2014). Bentuk ruas batang dan warna batang tebu yang bervariasi merupakan salah satu ciri dalam pengenalan varietas tebu (Wijayanti, 2008).

e. Akar

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. Pada tanah yang cocok akar tebu dapat tumbuh panjang mencapai 0,5-1,0 meter. Tanaman tebu berakar serabut maka hanya pada ujung akar-akar muda terdapat akar rambut yang berperan mengabsorpsi unsur-unsur hara (Wijayanti, 2008). Tanaman tebu memiliki akar stek yang disebut juga akar bibit, tidak berumur panjang, dan hanya berfungsi pada saat tanaman masih muda. Akar dari stek batang biasanya disebut akar primer (Miller dan Gilbert, 2006). Kemudian pada tanaman tebu muda akan tumbuh akar tunas. Akar ini merupakan pengganti akar bibit, berasal dari tunas, berumur panjang, dan tetap ada selama tanaman tebu tumbuh (James, 2004).

2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Tebu

Tanaman tebu mampu tumbuh dengan baik di daerah tropis maupun subtropis antara 19⁰ LU – 35⁰ LS. Tanah dengan keadaan tidak terlalu kering dan tidak terlalu basah merupakan kondisi yang baik bagi tanaman tebu, pengairan dan drainase pada lahan juga harus diperhatikan karena akar tanaman tebu yang sangat sensitif terhadap kurangnya udara yang ada di dalam tanah. Drainase dengan kedalaman 1 meter dapat menyebabkan akar menyerap unsur hara dan air di lapisan yang lebih dalam, hal tersebut dilakukan agar tanaman tebu dapat tumbuh dengan baik ketika musim kemarau datang (Syakir *et al*, 2010). Lahan yang paling sesuai untuk tanaman tebu adalah pada ketinggian yang kurang dari 500 m diatas permukaan laut. Tanaman tebu mampu tumbuh baik pada berbagai jenis tanah yaitu tanah alluvial, grumosol, latosol, dan regusol (BPTP, 2014). Kondisi lahan terbaik untuk tebu adalah berlereng panjang, rata dan melandai kemiringan lahan kurang dari 8% (Syakir *et al*, 2010). Selain dari ketinggian kemiringan dan jenis lahan, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam budidaya tanaman tebu antara lain :

a. Tanah

Tanah memberikan pengaruh yang besar terhadap pertumbuhan tanaman tebu baik dari sifat fisik dan sifat kimianya (Syakir *et al*, 2010). Tanah yang gembur dapat menyebabkan sistem perakaran dan aerasi udara berkembang dengan baik. Solum tanah yang diinginkan oleh tanaman tebu adalah minimal 50 cm, dengan pH berkisar antara 6-7,5 (BPTP, 2014). Jika pH kurang dari 5 maka akan menimbulkan keracunan Fe dan Al. Selain itu kadar Cl yang cukup tinggi di tanah juga dapat bersifat racun bagi tanaman (Syakir *et al*, 2010).

b. Iklim

Pertumbuhannya tanaman tebu memerlukan jumlah air yang cukup banyak, sedangkan saat masak tanaman tebu membutuhkan keadaan kering agar pertumbuhan terhenti (Syakir *et al*, 2010). Tanaman tebu dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan berkisar antara 1.000 – 1.300 mm (BPTP, 2014). Suhu ideal bagi tanaman tebu berkisar antara 24⁰C–34⁰C dengan perbedaan suhu antara siang dan malam tidak lebih dari 10⁰C. Lama penyinaran yang diperlukan oleh tanaman tebu adalah 12-14 jam setiap harinya agar proses asimilasi akan terjadi secara optimal. Kecepatan angin juga memiliki peran dalam budidaya tanaman tebu yaitu untuk mengatur keseimbangan kelembaban udara dan kadar CO₂. Kecepatan angin yang kurang dari 10 km/jam disiang hari berdampak positif, sedangkan kecepatan angin yang melebihi 10 km/jam dapat mengakibatkan rusaknya tanaman tebu seperti patah (Syakir *et al*, 2010).

2.1.4 Perbanyak Tanaman Tebu

Penyediaan bibit unggul merupakan salah satu faktor pendukung keberhasilan pengembangan tanaman tebu. Perbanyak tanaman secara konvensional masih dibatasi oleh kemampuan tanaman untuk menghasilkan bibit baru dalam jumlah banyak, seragam dan dalam waktu singkat. Sampai saat ini tebu banyak diproduksi dengan dua cara, yaitu dengan menggunakan biji dan stek. Usaha perbanyak

tanaman tebu menggunakan stek atau biji memiliki kendala, yaitu pada penggunaan biji untuk perbanyak tanaman dalam jumlah banyak akan mengurangi jumlah biji sedangkan teknik perbanyak melalui stek menghasilkan tanaman dengan jumlah terbatas, dan membutuhkan pohon induk yang banyak (Rasullah *et al.*, 2013).

Pengadaan bibit pada tanaman tebu khususnya yang akan dieksploitasi secara besar-besaran dalam waktu yang cepat akan sulit dicapai melalui teknik konvensional. Salah satu teknologi yang banyak dilaporkan dan telah terbukti memberikan keberhasilan adalah melalui teknik kultur jaringan. Melalui kultur jaringan tanaman tebu dapat diperbanyak dengan cepat setiap waktu sesuai kebutuhan. Varietas baru yang telah dihasilkan para pemulia dapat segera dikembangkan melalui kultur jaringan sehingga dapat digunakan oleh para petani, dan pengguna lainnya. Perbanyak tanaman melalui kultur jaringan khususnya tanaman tebu telah banyak diterapkan di negara lainnya seperti Australia. Keberhasilan perbanyak tebu secara cepat, masal, seragam dan tidak mengubah sifat dari pohon induknya sangat tergantung pada penguasaan protokol perbanyak terutama masalah regenerasi yang sangat menentukan kecepatan pengadaan bibit per satuan waktu, per satuan luas (Mariska dan Rahayu, 2011).

2.1.5 Fase Pertumbuhan Tanaman Tebu

Ramesh (2000) menyatakan bahwa secara umum fase pertumbuhan tanaman tebu terbagi menjadi 4 fase yaitu fase perkecambahan, fase penumbuhan tunas anakan, fase pemanjangan batang, dan kemasakan. Pada masing-masing fase tanaman tebu menunjukkan perkembangan dan pertumbuhan yang berbeda-beda. Pada usia 4-6 minggu tanaman tebu akan memasuki fase perkecambahan, setelah itu pada usia 3-4 bulan tunas/anakan baru akan keluar dari pangkal tebu yang muda. Sampai pada usia 9 bulan pertumbuhan tunas akan melambat dan batang mulai memanjang. Pada usia 12 bulan tanaman tebu akan menunjukkan gejala kematian dan mengering.

2.2 Jamur Filosfer

2.2.1 Definisi Jamur Filosfer

Filosfer merupakan salah satu habitat mikroorganisme yang terdapat pada permukaan daun tanaman. Permukaan daun merupakan habitat yang banyak dihuni oleh mikroorganisme antara lain jamur, kapang dan bakteri (Lindow dan Bradl, 2003). Jamur dapat menempel pada permukaan daun dengan kuat, beberapa diantaranya ada yang menggunakan stroma, ada juga yang membentuk sporodokia dan *synnemata* (Wijaya, 2014). Persebaran spora dari jamur filofser juga dapat dipengaruhi kondisi lingkungan dan tanaman inang yang ada disekitarnya. Penggunaan bahan kimia yang diaplikasikan oleh petani pada lahan pertanian dapat memberikan pengaruh terhadap keberagaman mikroorganisme di udara, di tanah dan yang hidup pada jaringan tanaman. Jamur juga dapat menjadi penyakit pada manusia (Prabakaran, 2011). Kehidupan mikroorganisme pada filofser daun tanaman dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu radiasi ultraviolet, kelembaban, kecepatan angin dan sumber nutrisi (Jacob *et al.*, 2001).

2.2.2 Macam-macam Jamur Filosfer

Blakeman (dalam Septiyanto, 2018) menyatakan populasi pada permukaan daun tanaman bervariasi, mikroorganisme penghuni permukaan daun biasanya antara 10^2 - 10^6 per cm^2 . Beberapa mikroorganisme yang ditemukan pada permukaan tanaman memiliki dampak yang sangat besar terhadap kesehatan tanaman dan memiliki peran terhadap ekosistem (Baily *et al.*, 2007). Pada permukaan daun biasanya ditemui beberapa jenis jamur yaitu *Cladosporium*, *Alternaria*, *Cercospora*, *Helminthosporium*, *Penicilium*, *Fusarium*, *Colletrotichum*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Streptomyces*, *Actinomycetes* dan sebagainya (Rao, 1994). Beberapa jamur yang ditemukan pada permukaan daun diketahui memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan dari patogen penyebab penyakit pada tanaman.

Banyaknya jumlah dan jenis dari jamur filofser pada permukaan daun tanaman dapat berbeda-beda pada lahan pertanian. Seperti yang dilaporkan oleh Wijaya (2014) Jamur filofser yang didapat pada lahan organik antara lain adalah

Aspergillus sp., *Bispora* sp., *Blastomyces* sp., *Botrytis* sp., *Cephalosporium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Geotrichum* sp., *Gibberella* sp., *Mucor* sp., *Mycotypha* sp., *Penicillium* sp., *Pestalotia* sp., *Acremonium* sp. Sedangkan jamur filofit yang ditemukan pada lahan pertanian konvensional adalah *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Cephalosporium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Geotrichum* sp., *Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Pestalotia* sp., *Trichoderma* sp.

2.2.3 Manfaat Jamur Filofit

Jamur filofit telah dipelajari dan dibandingkan dengan beberapa jamur yakni jamur endofit, jamur saprofit dan jamur patogen tanaman. Beberapa mikroorganisme ada yang merupakan patogen, tetapi ada pula diantaranya yang merupakan mikroorganisme antagonis (Preece *et al.*, 1971). Carrol (1998) menyatakan bahwa mikroba yang hidup di tanah, air, bahan organik, dan jaringan tanaman dapat dikembangkan sebagai agens hayati. Di dalam habitat tersebut terdapat banyak jenis mikroorganisme saprofit yang memiliki potensi sebagai agen hayati, seperti jamur saprofit yang mampu mengendalikan penyakit patogen tular tanah (Soesanto, 2008). Beberapa jenis jamur yang biasanya ditemukan pada permukaan daun tanaman (filofit), memang telah terbukti dapat menekan pertumbuhan patogen penyebab penyakit pada tanaman. Alfizar (2013) dalam penelitiannya melaporkan bahwa jamur *Trichoderma* sp. dapat menghambat beberapa cendawan patogen seperti *Fusarium* sp., *C. capsici*, dan *S. rolfsii*. Ainy (2015) juga menyatakan hal yang sama bahwa jamur *Trichoderma* dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen penyebab penyakit tanaman misalnya *Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum acutatum*. Beberapa cendawan filofit dilaporkan memiliki sifat antagonis terhadap *C. gloeosporioides*. Beberapa cendawan filofit tersebut adalah *Aspergillus* sp., *Trichophyton* sp., *Gliocladium* sp., *Gonatorrhodiella* sp., dan *Syncephalastrum* sp. Selain itu terdapat juga cendawan filofit yang bersifat antagonis terhadap patogen *Corynespora cassiicola*. Cendawan tersebut adalah *Trichocladium* sp. dan *Aspergillus niger* (Balitri, 2016).

Selain jamur *Trichoderma*, biasanya juga terdapat jamur *Fusarium* dan *Mucor* pada permukaan daun tanaman. Kedua jamur ini memiliki kemampuan antagonis terhadap pertumbuhan cendawan patogen, seperti yang dinyatakan oleh Arifah (2016) bahwa jamur *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. memiliki potensi antagonis terhadap cendawan patogen *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit pada tumbuhan, menggunakan metode *dual culture*. Jamur *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. juga memiliki kemampuan sebagai antimikroba terhadap beberapa bakteri, Masrurin (2017) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa jamur *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. dapat menjadi antimikroba terhadap *Candida albicans*, *E. coli* dan *staphylococcus aureus*. dari kedua jamur tersebut, metabolit sekunder *Mucor* sp. adalah yang memiliki kemampuan tertinggi dalam menghambat tiga mikroba tersebut. *Mucor* sp. memiliki bentuk koloni bulat tepiannya rata dengan permukaan yang menyerupai kapas tebal, koloni berwarna putih, koloni tidak berbentuk lingkaran yang konsentris (Yuliana, 2016). *Mucor* sp. digolongkan pada kelas Zygomycetes yaitu perkembang biakannya secara seksual dengan zygospora, ordo Mucorales, famili Mucoraceae. *Mucor* sp. memiliki kenampakan yang menyerupai *Rhizopus* sp. secara makroskopis, sedangkan secara mikroskopis *Mucor* sp. tidak memiliki rhizoid dan sporangiofornya lebih pendek (Domsch *et al.*, 1980).

Mikroorganisme yang menghuni permukaan daun (filosfer) yang pada mulanya diragukan keberadaannya, kini telah diyakini peneliti berimplikasi nyata terhadap peningkatan produksi tanaman (Vorholt, 2012; Reisberg *et al.*, 2013). Hasil penelitian dari Gusmaini (2005) menyatakan bahwa kumpulan dari mikroorganisme filosfer meningkatkan serapan N, yang diikuti dengan peningkatan serapan P dan K pada tanaman padi. Mikroorganisme yang terdapat pada filosfer permukaan daun beberapa diantaranya dapat dianalisa secara langsung maupun menggunakan teknik isolasi terlebih dahulu (Winterhoff, 1992). Filosfer sendiri memiliki banyak manfaat, salah satunya adalah penggunaan mikroorganisme filosfer dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap kondisi tercekam (Azevado *et al.*, 2000). Menghasilkan fitohormon (Morris, 2001) dan menambat N₂ (Arif *et al.*, 2001; Bodenhausen *et al.*, 2014; Werner *et al.*, 2005). Mikroorganisme yang hidup di permukaan daun juga

memiliki kemampuan dan potensi sebagai pupuk organik pengganti pupuk sintetik. Sturs dan Nowak (2000) menyatakan bahwa jamur filosfer dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pas (2015) juga menyatakan dalam hasil penelitiannya bahwa hasil inokulasi konsorsium filosfer dapat menurunkan penggunaan pupuk N sintetik sebesar 50 persen tanpa berpengaruh terhadap hasil.

2.2.4 Mekanisme Jamur Filosfer

Umumnya mikroorganisme yang menghuni permukaan daun tanaman merupakan mikroorganisme saprofit dan epifit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan diketahui bahwa interaksi antara jamur saprofit dapat menyebabkan hifa dari jamur patogen terpotong atau hancur. Hal tersebut membuktikan bahwa jamur saprofit dapat menekan pertumbuhan dari jamur patogen (Hutabalian, 2015). Mikroba filosfer dapat mengendalikan patogen berdasarkan pada antagonisme mikroba pada fase penetrasi patogen, infeksi patogen yang telah distimulasi oleh nutrisi dari permukaan daun juga dapat dihindari. Stirling *et al.*, (1999) melaporkan dalam hasil penelitiannya bahwa mikroba filosfer dapat memberikan penekanan secara alami terhadap jamur patogen *C. gloeosporioides* pada buah alpokat. Yani (2012) juga melaporkan bahwa penggunaan ekstrak seluler mikroorganisme filosfer yang diisolasi dari daun sawi mampu melakukan penekanan terhadap pertumbuhan jamur patogen *C. Gloeosporioides*, hasil tersebut didapatkan berdasarkan uji *in vitro*.

2.3 Penyakit Pokahbung

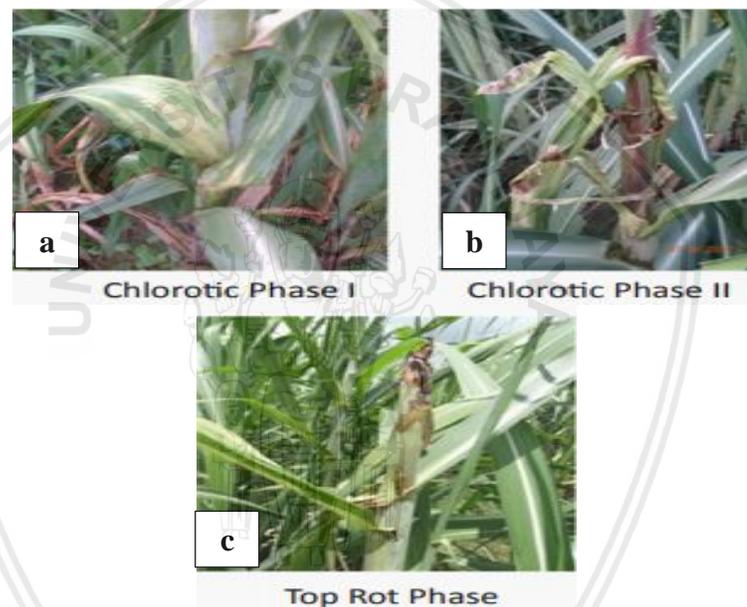
Penyakit Pokahbung dapat berarti ujung/pucuk tanaman yang rusak. Pokahbung merupakan penyakit penting tanaman tebu yang disebabkan oleh jamur *Fusarium moniliforme*. Banyak penyakit pada tanaman disebabkan oleh cendawan patogen dari genus *Fusarium* (Leslie *et al.*, 2002). *Fusarium* spp. sendiri termasuk dalam famili Turberculariaceae. Hal tersebut dikarenakan jamur ini mampu membentuk sporodokium (tubuh buah pembentuk konidium) (Gilman, 1996). Penyakit ini pertama kali ditemukan oleh Wakker dan Went dalam Martin (1961) di Jawa tahun 1896 pada beberapa varietas tanaman tebu, namun pada waktu itu penyebab dari penyakitnya belum diketahui. Meskipun pokahbung telah tercatat di hampir semua

negara berkembang tetapi kerusakan parah hanya ditemukan di Jawa di mana varietas yang tumbuh secara luas yaitu POJ 2878 sangat rentan terhadap penyakit (Blackburn, 1984). Sejak saat itu, penyakit pokahbung mulai tercatat hampir di semua negara dimana tebu ditanam secara komersial (Raid dan Lentini, 1991). Humbert (1968) menyatakan bahwa gejala dari penyakit ini mudah dikenali, karena penyakit ini umumnya menyerang bagian atas tanaman dan daun muda. Bagian tanaman yang terserang penyakit akan mulai mengalami klorosis.

Han pada tahun 1960 dalam Subijono (1984) mengemukakan bahwa gejala khas dari penyakit ini adalah adanya bintik-bintik klorotik pada daun dan pelepahnya. Terkadang terdapat bintik berwarna merah pada daerah klorotik dan nantinya dapat menjadi lubang berbentuk belah ketupat. Ketika daun muda tanaman tebu terserang maka daun muda tersebut tidak dapat membuka dengan sempurna. Gejala penyakit pokahbung juga terjadi pada batang, munculnya garis-garis kemerahan gelap dan garis-garis halus di ruas (Raid dan Lentini, 1991). Pokahbung merupakan penyakit yang berbahaya bagi tanaman tebu, terutama pada daerah yang beriklim basah. Untuk serangan pada fase lanjut, kematian dapat terjadi karena serangan patogen ini (Pratiwi, *et al.*, 2013). Terganggunya pertumbuhan tanaman yang terinfeksi oleh *F. moniliforme* dikarenakan patogen ini dapat mengeluarkan enzim yang mampu menghambat proses pertumbuhan tanaman. Sesuai dengan Waggoner dan Dimond (1955) dalam Yunus (2000) bahwa *F. moniliforme* dapat memproduksi enzim pektin metil esterase, poligalakturonase dan enzim penghancur lainnya. Enzim-enzim tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada dinding sel dan menyebabkan gangguan pertumbuhan. Gangguan pertumbuhan yang biasa terjadi adalah terhambatnya proses pertumbuhan tanaman, gangguan tersebut dapat terjadi karena adanya kandungan giberelin pada *F. moniliforme*. Menurut Bednarski *et al.*, (1977) dalam Yunus (2000) pemberian zat tumbuh tambahan terhadap tanaman dapat menetralkan pengaruh yang diakibatkan oleh giberelin pada tanaman. Peningkatan konsentrasi sitokinin juga diperlukan untuk memperbaiki nisbah auksin-sitokinin.

Penyakit Pokahbung ini memiliki 3 stadia, pada stadium 1 ditandai dengan gejala yang hanya terdapat pada daun berupa munculnya klorotis pada helaian daun

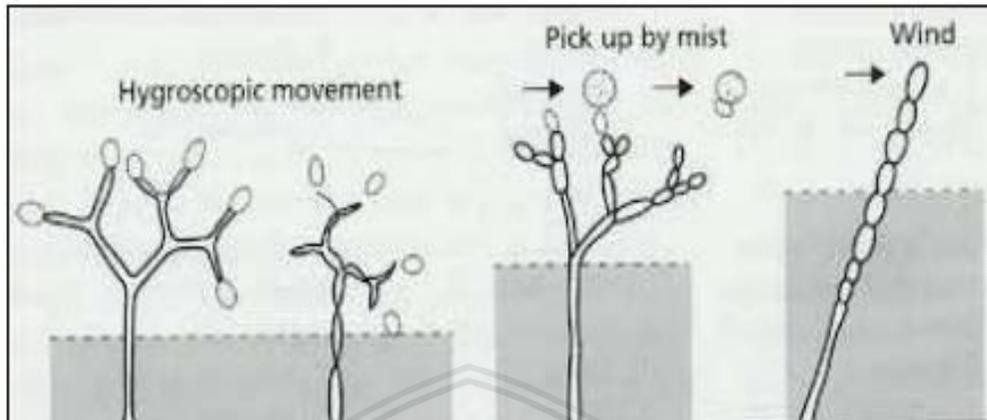
yang baru saja terbuka yang akan timbul titik-titik atau garis-garis merah. Stadium 2 terdiri dari gejala terdapatnya garis-garis merah kecoklatan yang dapat meluas menjadi rongga-rongga yang dalam. Stadium 3 memiliki gejala spesifik berupa membengkoknya batang tanaman tebu akibat gejala lanjutan dari stadium dua. Pada stadium ini jamur *F. moniliforme* menyerang titik tumbuh dan menyebabkan pembusukan yang disertai bau tidak sedap dan serangan yang lanjut dapat menyebabkan matinya tanaman (Pratiwi, *et al.*, 2013). Pada ruas yang terinfeksi akan muncul gejala dengan adanya lesi panjang seperti tangga eksternal dan internal. Hal ini dikarenakan sel yang sakit tidak dapat mengikuti pertumbuhan jaringan sehat, sehingga sel tersebut pecah (Raid dan Lentini, 1991).



Gambar 4. Perbedaan Tingkat Serangan Pokahbung a) fase klorotik pertama, b) fase klorotik kedua, c) fase busuk pucuk (Vishwakarma, 2013).

Penyakit Pokahbung dapat menurunkan produksi gula sebesar 40,8 - 64,5% dari tanaman tebu yang telah terinfeksi oleh jamur patogen *F. moniliforme* var. *subglutinans*, akan tetapi hal tersebut juga dapat bergantung pada kultivarnya (Dohare *et al.*, 2003). Jamur *F. moniliforme* termasuk dalam jamur yang proses penularannya melewati udara. Spora dari *F. moniliforme* menular dari satu tempat ke tempat yang lain dengan cara terbawa oleh udara, kemudian spora tersebut masuk ke dalam daun, bunga dan batang tanaman (Deacon, 2006). Spora yang telah tumbuh menjadi jamur

dipermukaan daun akan mulai membentuk rantai spora baru. Nantinya spora tersebut akan terbawa lagi oleh angin ataupun oleh gerakan higroskopik (Deacon, 2006).

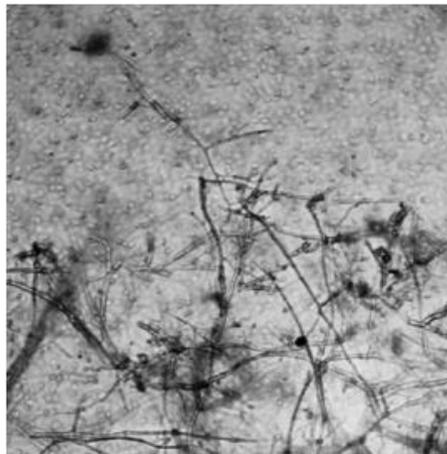


Gambar 5. Proses pelepasan spora dari rantai higroskopik yang disebabkan oleh kabut dan angin (Deacon, 2006).

Kenampakan makroskopis dan mikroskopis dari jamur *F. moniliforme* berdasar pada Nelson (1992) umumnya kenampakan makroskopisnya adalah berbentuk seperti tepung yang padat dan halus. Hal ini karena adanya penumpukan makrokonidia, bentuk dari makrokonidia jamur *F. moniliforme* sendiri adalah sabit dengan dinding tipis dan kaki tidak seperti sel apikal biasanya. Sedangkan kenampakan mikroskopisnya adalah yang tadinya bersel tunggal dengan bentuk ovoid, berubah menjadi obovoid. Mikrokonidia jamur *F. moniliforme* akan terbawa dalam rantai panjang bersama dengan kepala palsu. Kepala palsu sendiri terdiri dari tetesan uap air di ujung mikrokonidiofor.

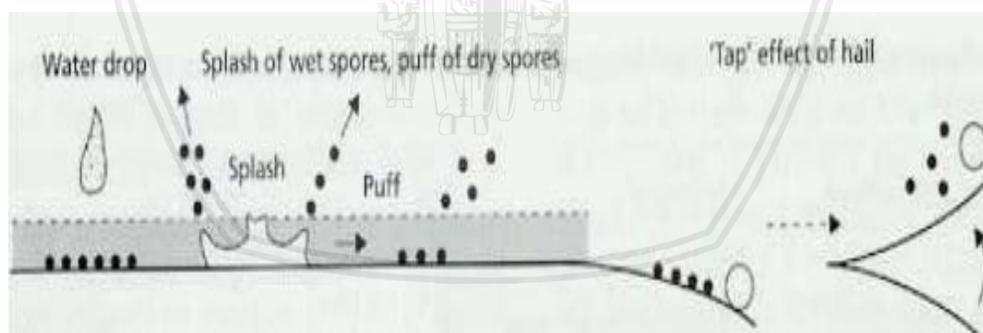


Gambar 6. Kenampakan makroskopis dari isolat *F. moniliforme* (Vishwakarma, 2013).



Gambar 7. Kenampakan mikroskopis miselium dan spora dari isolat *F. moniliforme* (Vishwakarma, 2013).

Ketika cuaca panas dan kering menyebabkan bagian daun membuka sehingga memberikan kesempatan bagi konidia untuk masuk dan menetap pada daun. Sedangkan ketika hujan tiba, konidia akan jatuh ke bawah di sepanjang tepi daun yang tidak melipat dan menjadikannya sebagai tempat untuk konidia bertunas. Saat konidia mulai bertunas atau berkecambah, miselium mulai melewati kutikula yang lunak ke bagian dalam. Miselium mulai menyebar ke jaringan vaskular dan menghalangi pembuluh sehingga menimbulkan gangguan pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Holliday, 1980).



Gambar 8. Penyebaran spora secara “puff” dan “tap” akibat percikan air hujan (Deacon, 2006).

2.4 Jamur Antagonis

Langvad (1980) dalam Lee dan Hyde (2002) mengatakan bahwa Jamur juga dapat tumbuh pada permukaan daun, jamur ini disebut jamur filosfer. Pada permukaan daun mungkin terdapat beberapa mikroorganisme yang dapat bertahan hidup,

berkembang biak maupun mengalami kematian, keberlangsungan hidup mikroorganisme dipermukaan daun bergantung terhadap bahan-bahan atau zat yang keluar dari dalam daun dan dapat dijadikan nutrisi oleh mikroorganisme tersebut. Rao (1986) menjelaskan bahwa hasil difusi yang keluar dari daun mengandung beberapa senyawa kimia nutritif seperti asam amino, glukosa dan sukrosa. Keluarnya beberapa senyawa tersebut dapat digunakan sebagai sumber tenaga bagi mikroorganisme yang hidup di permukaan daun tanaman. Mikroorganisme filosfer hidup pada daun karena Adanya senyawa organik pada daun seperti fruktosa, sukrosa, asam organik, asam amino, dan vitamin menyebabkan mikroorganisme filosfer hidup pada daun tanaman. Senyawa-senyawa tersebut dijadikan sebagai sumber karbon, energi, dan senyawa pemicu tumbuh (Azedavo *et al.*, 2000). Jamur diyakini mampu mengeluarkan semacam senyawa yang bersifat racun untuk beberapa organisme lainnya (Burge, 1988).

Antagonisme merupakan suatu hubungan antara dua organisme yang saling menekan pertumbuhan satu sama lainnya, salah satu dari dua organisme akan mengeluarkan suatu senyawa kimia yang dapat mengganggu atau menghambat pertumbuhan dari organisme lainnya. Biasanya senyawa yang dihasilkan oleh organisme tersebut dapat berupa metabolit sekunder (Septiyanto, 2018). Kompetisi merupakan salah satu mekanisme yang dilakukan oleh agens hayati untuk menekan pertumbuhan patogen dalam mendapatkan zat organik, zat anorganik, ruang dan beberapa faktor lainnya (Nurhayati, 2011). Umumnya mekanisme biokontrol terbagi menjadi dua yakni efek langsung dan tidak langsung. Efek langsung termasuk kompetisi untuk nutrisi atau tempat, produksi antibiotik, litik enzim, serta inaktivasi enzim patogen dan parasitisme. Sunarwati dan Yoza (2010) juga menyatakan bahwa cara lain agens hayati dalam menghambat patogen adalah dengan lisis yaitu miselium agens hayati mampu menghancurkan atau memotong-motong miselium patogen dan mengakibatkan kematian. Jamur antagonis memiliki kemampuan daya hambat yang besar terhadap jamur patogen, jamur antagonis juga memiliki luas pertumbuhan yang lebih besar dibandingkan jamur dengan daya hambat lebih kecil. Soesanto (2008) menyatakan bahwa agens hayati yang berbeda memiliki kemampuan dan mekanisme

penghambatan yang berbeda. Sedangkan termasuk efek tidak langsung yaitu semua aspek morfologi dan perubahan biokimia pada tanaman inang, seperti toleran terhadap tekanan hingga pemanjangan akar dan perkembangan tanaman, penyerapan nutrisi anorganik dan penyebab resisten (Viterbo *et al.*, 2002 dalam Simbolon 2008).

Jamur filosfer memiliki kemampuan untuk menghindarkan infeksi pada tanaman yang disebabkan oleh patogen yang telah berstimulasi dengan nutrient dari permukaan daun maupun permukaan buah. Jamur filosfer dapat berasosiasi dengan semua spesies tanaman yang terdapat pada habitat alami, jamur filosfer akan memanfaatkan eksudat yang dikeluarkan oleh tanaman sebagai sumber nutrisinya (Pasaribu, 2015). Beberapa faktor yang mampu menjadi penentu jenis mikroorganisme yang terdapat pada permukaan daun tanaman antara lain adalah tanaman inang, usia daun, posisi daun, kondisi lingkungan, dan adanya inokulum pendatang. Sedangkan untuk pertumbuhan mikroorganisme filosfer dapat dipengaruhi oleh komposisi dan kuantitas nutrisi, jenis tumbuhan, umur daun, fisiologis daun, dan adan tidaknya jaringan yang rusak (Yang *et al.*, 2000).

2.5 Uji Antagonis

Uji antagonisme merupakan pengujian pada mikroorganisme yang memiliki kemampuan antagonis atau kemampuan menghambat pertumbuhan jamur patogen. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk membuktikan sifat antagonis suatu mikroorganisme yang berada pada tempat berdekatan. Tuju (2004) menyatakan mikroorganisme yang memiliki sifat antagonis biasanya memiliki pertumbuhan yang cepat sehingga mampu menutupi mikroorganisme lain yang sedang berdekatan. Wahyunita (2015) menyatakan bahwa antagonis merupakan suatu peristiwa tertekannya aktivitas suatu mikroorganisme oleh mikroorganisme lain ketika berada pada tempat yang sama dan saling berdekatan. Umumnya mekanisme antagonis adalah kompetisi, antibiosis, lisis dan parasitisme (Hasanah, 2017).

Dalam antagonis terdapat 3 mekanisme yang terjadi pada jamur patogen dan jamur antagonis. Kriteria tersebut didasarkan pada Trigiano (2008), kriteria yang pertama adalah kompetisi, ketika pertumbuhan koloni jamur antagonis lebih cepat dengan memenuhi cawan Petri. Sehingga koloni jamur antagonis mulai menutupi

jamur patogen dan akan terjadi lisis pada hifa jamur patogen. Kriteria kedua adalah antibiosis, ketika munculnya zona kosong antara jamur antagonis dan jamur patogen, kemudian akan muncul perubahan bentuk dari hifa jamur patogen. Kriteria yang terakhir adalah Parasitisme, ketika hifa dari jamur antagonis tumbuh diatas hifa patogen, pada daerah kontak hifa jamur patogen terlilit oleh hifa jamur antagonis dan mengalami lisis.

Uji antagonis biasanya dilakukan dengan menggunakan metode *dual culture*. mekanisme antagonis pada metode *dual culture* menurut Hasanah (2017) adalah sebagai berikut :

a. Mikoparasit

Mekanisme ini dapat diamati secara mikroskopis, mekanisme mikoparasit pada jamur antagonis meliputi aktivitas hifa jamur antagonis yang menempel dan melilit hifa dari jamur patogen.

b. Kompetisi

Terjadinya persaingan antara jamur antagonis dan jamur patogen. Persaingan ini terjadi akibat adanya kebutuhan yang sama yaitu tempat tumbuh dan nutrisi.

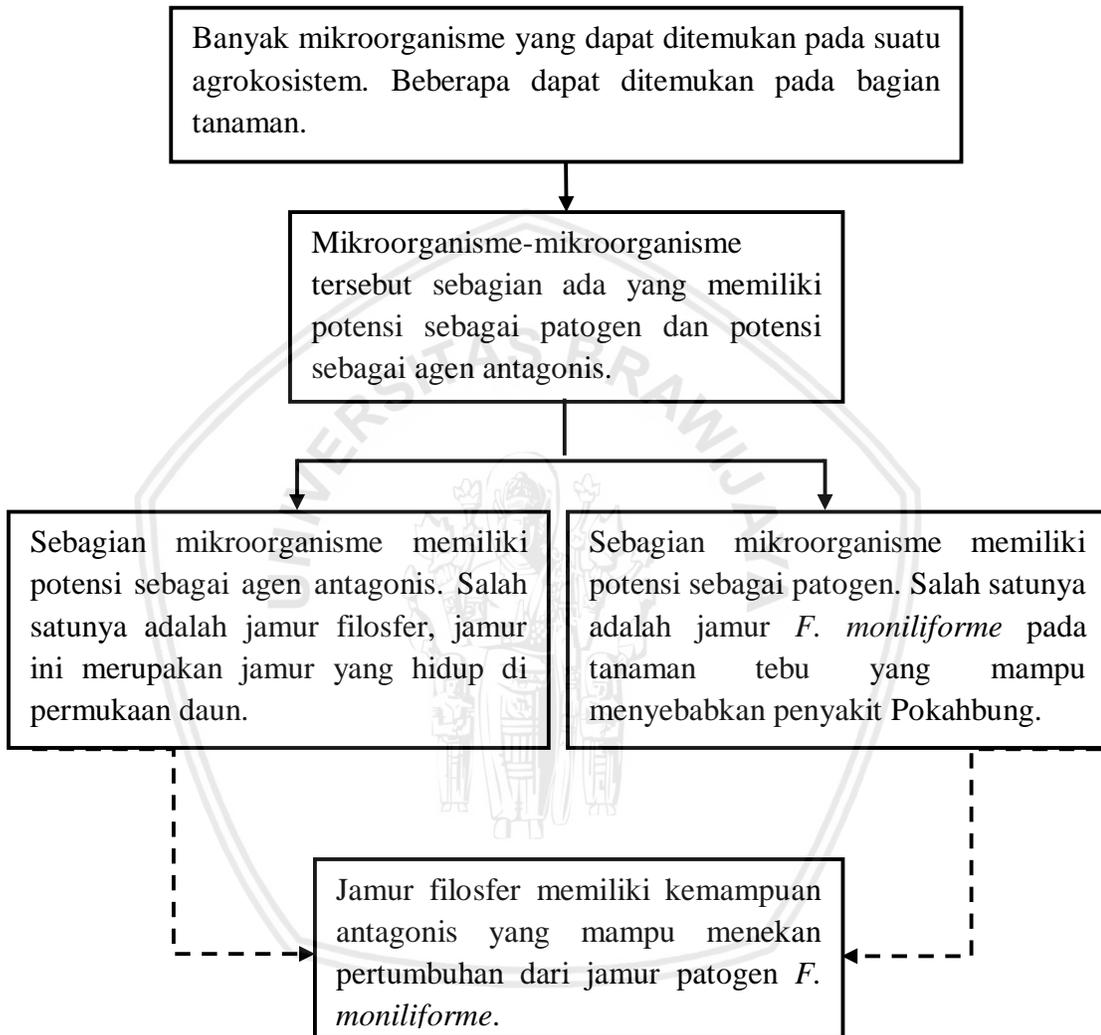
c. Antibiosis

Jamur antagonis mengeluarkan senyawa aktif biologis secara *in vitro*. mekanisme ini biasanya terjadi ditandai dengan munculnya zona hambat yang membatasi miselium jamur antagonis dan jamur patogen.

III. METODE PELAKSANAAN

3.1 Kerangka Konseptual

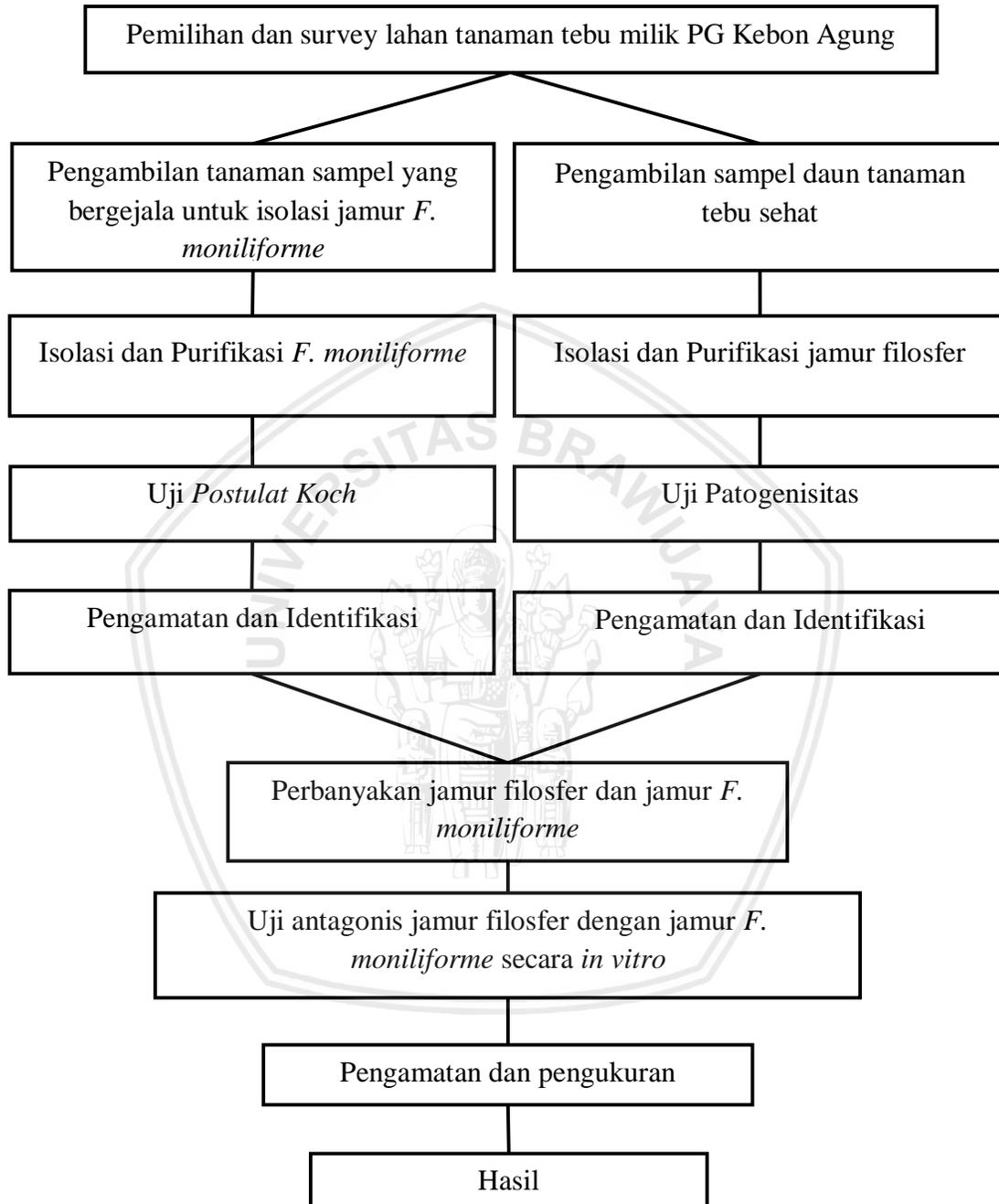
Kerangka konseptual penelitian ini ditunjukkan pada gambar bagan yang ada di bawah ini (Gambar 9).



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian.

3.2 Kerangka Operasional

Kerangka operasional menunjukkan langkah-langkah penelitian secara bertahap dan sistematis (Gambar 10).



Gambar 2. Kerangka Operasional Penelitian.

3.3 Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 - Mei 2019 di laboratorium Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Sampel jamur patogen dan sampel jamur filosfer diperoleh dari lahan tebu milik Pabrik Gula Kebonagung Malang.

3.4 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: timbangan analitik, kompor listrik, panci, pengaduk, pisau, bunsen, korek api, penggaris, gelas ukur, labu Erlenmeyer, cawan Petri, autoclave, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), jarum Ose, pinset, *hand sprayer*, *object glass*, *cover glass*, *cork borer*, *micropipet*, *falcon tube*, pipet, stik L, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *rotary shaker*, mikroskop dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: daun tanaman tebu yang sehat, bagian tanaman tebu yang terinfeksi penyakit Pokahbung akibat jamur *F. moniliforme*, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), aquades steril, spiritus, alkohol 70%, NaOCl 2%, chloramphenicol, tissue steril, kertas label, aluminium foil, plastik, dan plastik *wrap*.

3.5 Metode Penelitian

Tahapan penelitian ini meliputi: isolasi jamur *F. moniliforme* dari tanaman tebu yang terinfeksi, isolasi jamur filosfer, pengujian daya hambat jamur filosfer pada jamur *F. moniliforme*. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan penelitian dilakukan berdasar pada jamur filosfer yang didapat dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada masing-masing perlakuan.

3.6 Pelaksanaan Penelitian

Penentuan Sampel

Pengambilan sampel *F. moniliforme* dilakukan di lahan milik Pabrik Gula Kebonagung Malang. Sampel *F. moniliforme* diambil dari tanaman tebu yang menunjukkan gejala penyakit Pokahbung. Sampel jamur filosfer juga diambil dari daun tanaman tebu yang sehat di lahan milik Pabrik Gula Kebonagung Malang.

Pengambilan sampel jamur filosfer dilakukan menggunakan *purposive sampling*. Daun sampel diambil secara sengaja dengan kriteria khusus yaitu tanaman sehat dan tidak menunjukkan gejala penyakit. Sampel daun diambil 5 titik dalam satu lahan, masing-masing tanaman diambil daunnya sebanyak 3 buah.

Isolasi Jamur *Fusarium moniliforme*

Metode isolasi dilakukan mengacu pada Pratiwi *et al.*, (2013), isolasi dilakukan dengan cara memisahkan daun yang terinfeksi penyakit Pokahbung pada tanaman tebu, selanjutnya dibawa ke laboratorium. Daun yang terinfeksi diisolasi dengan cara memotong bagian daun setengah sehat setengah sakit dengan ukuran sekitar 1-2 cm. Potongan daun tersebut kemudian disterilisasi permukaan dengan cara merendamnya dalam NaOCl 2%, alkohol 70%, dan aquades dengan waktu perendaman masing-masing selama 1 menit. Setelah itu potongan daun dikering anginkan di atas kertas tisu steril hingga benar-benar kering. Selanjutnya potongan daun tersebut ditanam di atas media PDA dalam cawan petri. Semua tahapan tersebut dilakukan di dalam LAFC untuk menjaga kondisi aseptik sehingga dapat mengurangi terjadinya kontaminasi. Jamur *F. moniliforme* diinkubasi selama 7 hari, setelah itu dilakukan purifikasi/pemurnian untuk mendapatkan biakan yang murni.

Uji Postulat Koch

Uji *Postulat Koch* yang dilakukan mengacu pada metode Hafsah (2013), patogen *F. moniliforme* diujikan pada tanaman tebu yang sehat. Inokulum patogen *F. moniliforme* diambil dari 1 cawan Petri yang berisi isolat patogen *F. moniliforme* dan diencerkan menggunakan 100 ml aquades. Selanjutnya *F. moniliforme* ditularkan pada tanaman tebu dengan menyuntikkan inokulum pada tanaman tebu. Setelah itu, tanaman tebu disimpan diruangan dengan suhu ruang dan pencahayaan yang cukup. Ketika tanaman tebu menunjukkan gejala serangan patogen *F. moniliforme* kemudian dilakukan re-isolasi patogen.

Isolasi Jamur Filosfer

Isolat jamur filosfer diperoleh dengan cara mengambil sampel daun tanaman tebu yang masih sehat serta udara 2-3 cm yang ada di atasnya pada 5 titik. Metode isolasi jamur filosfer dilakukan berdasar pada Wijaya (2014) dengan sedikit

modifikasi. Daun dimasukkan ke dalam *falcon tube* yang telah terisi aquades steril sebanyak 10 ml, kemudian daun dipotong. Tutup kembali *falcon tube* menggunakan plastik *wrap*/aluminium foil agar tidak tumpah. Larutan rendaman beserta daun dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer yang telah terisi 200 ml aquades dan dikocok dengan menggunakan alat *Rotary Shaker* selama 60 menit. Setelah itu larutan rendaman diencerkan sampai tingkat 10^{-5} , daun sampel dikeluarkan dari dalam Erlenmeyer dengan menggunakan pinset. Larutan yang diambil untuk ditanam pada media PDA adalah pada tingkat pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} dan 10^{-5} . Pengenceran dilakukan menggunakan mikropipet dan diambil sebanyak 100 μ l, kemudian diratakan pada media PDA yang sudah ada menggunakan stik L. Setelah jamur tumbuh pada biakan tersebut, dipisah-pisahkan untuk mendapatkan biakan murni.

Uji Patogenesitas

Pada penelitian ini uji patogenesitas dilakukan menggunakan bibit tanaman tebu. Inokulasi dilakukan dengan cara menyuntikkan suspensi isolat jamur filosfer (dibuat dengan menambah aquades steril 10 ml) pada bagian bibit tanaman tebu. Sebagai kontrol, bibit tanaman padi tidak diinokulasikan dengan jamur filosfer. Kemudian semua perlakuan dan kontrol diinkubasi selama 7 (tujuh) hari pada suhu ruang. Parameter yang diamati adalah adanya gejala nekrotik.

Purifikasi/Pemurnian Jamur Filosfer

Purifikasi dilakukan dengan mengambil jenis koloni jamur yang paling dominan tumbuh dan berbeda-beda. Jamur filosfer yang dipurifikasi, ditanam pada media PDA baru dengan jarum Ose. Selanjutnya akan dilakukan identifikasi pada jamur yang telah dipurifikasi (Widiastutik dan Alami, 2014).

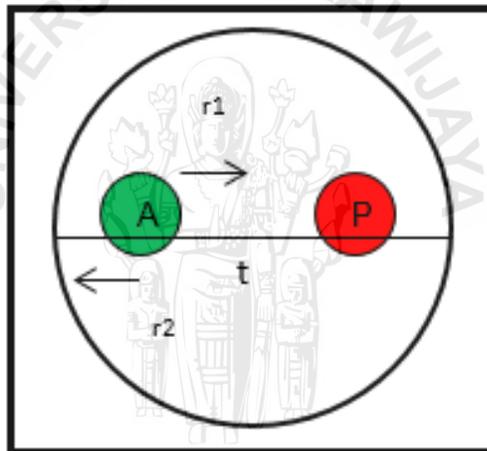
Identifikasi Jamur

Identifikasi jamur *F. moniliforme* dan jamur filosfer dilakukan dengan mengamati ciri makroskopis meliputi bentuk, warna, tekstur, dan pertumbuhan koloni. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan mengambil miselia pada permukaan jaringan tanaman menggunakan jarum Ose dan diletakkan pada *object glass* yang telah ditetesi aquades. Kemudian diamati menggunakan mikroskop, yang diamati antara lain: hifa bersekat atau tidak bersekat, bentuk

konidia, warna hifa, dan warna konidia. Buku yang digunakan untuk kegiatan identifikasi jamur adalah buku Pengenalan Kapang Tropik Umum dari Gandjar *et al.*, (1999).

Uji Antagonis Jamur Filosfer Terhadap Jamur *Fusarium moniliforme* secara *in vitro*

Uji antagonis jamur filosfer dengan jamur patogen *F. moniliforme* dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang dilakukan berdasarkan pada jamur filosfer yang didapat dan dilakukan 3 kali ulangan pada masing-masing perlakuan. Uji antagonis dilakukan dengan metode *dual culture*, yaitu dalam satu cawan petri yang berdiameter 9 cm, isolat jamur *F. moniliforme* dan isolat jamur filosfer diletakan berhadapan satu sama lain dengan jarak 3 cm. Berikut merupakan gambar uji antagonis isolat jamur *F. moniliforme* dan isolat jamur filosfer.



Gambar 3. Metode *dual culture*.

Keterangan:

P : Patogen

A : Antagonis

r1 : Jari-jari koloni jamur patogen yang menjauhi koloni jamur antagonis

r2 : Jari-jari koloni jamur patogen yang mendekati koloni jamur antagonis

t : Jarak antara koloni patogen dan antagonis

Pertumbuhan diameter masing-masing koloni diukur setiap hari sampai pada hari ke-7 untuk mengetahui seberapa besar daya antagonisme jamur filosfer terhadap

jamur *F. moniliforme*. Dharmaputra (1999), menyatakan bahwa persentase daya antagonisme dapat ditentukan berdasarkan rumus dibawah ini:

$$PP = \frac{r1 - r2}{r2} \times 100\%$$

Keterangan:

PP : Presentase Penghambatan

r1 : Jari-jari koloni jamur patogen yang menjauhi koloni jamur antagonis.

r2 : Jari-jari koloni jamur patogen yang mendekati koloni jamur antagonis.

3.7 Analisis Data

Analisis untuk data dari penelitian secara *in vitro* menggunakan metode analisis ragam (Anova). Setiap masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Perlakuan yang dilakukan berdasarkan pada jamur filosfer yang didapat. Data persentase diameter hambatan dari jamur filosfer terhadap pertumbuhan patogen *F. moniliforme* diolah dengan menggunakan aplikasi Microsoft excel instant dan Genstat. Ketika dalam perlakuan penelitian terdapat perbedaan yang nyata, maka selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan uji Duncan dengan taraf 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Aktual Lahan

Berdasarkan hasil survei di lahan tebu milik PG. Kebon Agung di daerah Sempalwadak, Kecamatan Gadang, Kota Malang diperoleh informasi mengenai kondisi aktual lahan yang diambil untuk pengambilan sampel daun tanaman tebu. Bibit yang digunakan merupakan bibit bagal dengan 2 mata tunas. Varietas bibit yang digunakan adalah varietas BL (bululawang). Perawatan tanaman tebu dengan cara perogesan yaitu kegiatan menghilangkan pelepah daun tua pada batang tebu. Pengendalian penyakit yang dilakukan oleh pihak PG. Kebon Agung adalah dengan melakukan pengambilan secara manual pada bagian tanaman yang terserang penyakit. Dalam beberapa tahun terakhir penyakit pokahbung menyerang pertanaman tebu milik PG. Kebon Agung dan mengakibatkan kerugian hingga hampir 50% pada keseluruhan lahan. 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 Patogen *Fusarium moniliforme*

4.2.1 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur *Fusarium moniliforme*

Patogen *F. moniliforme* diperoleh dari lahan tebu milik Perkebunan Pabrik Gula Kebon Agung, Malang dengan mengisolasi pada media buatan. Isolasi patogen dilakukan dengan mengambil bagian tanaman yang menunjukkan gejala serangan penyakit Pokahbung seperti adanya klorosis berwarna hijau keputihan (Gambar 12) yang nantinya akan berubah warna menjadi merah keunguan pada daun atau ujung tanaman tebu. Selain itu salah satu gejala penyakit Pokahbung ialah ditemukannya bintik atau bercak merah pada pelepah daun tanaman tebu. Han pada tahun 1960 dalam Subijono (1984) mengemukakan bahwa gejala khas dari penyakit ini adalah adanya bintik-bintik klorotik pada daun dan pelepahnya. Terkadang terdapat bintik berwarna merah pada daerah klorotik dan nantinya dapat menjadi lubang berbentuk belah ketupat. Ketika daun muda tanaman tebu terserang maka daun muda tersebut tidak dapat membuka dengan sempurna.

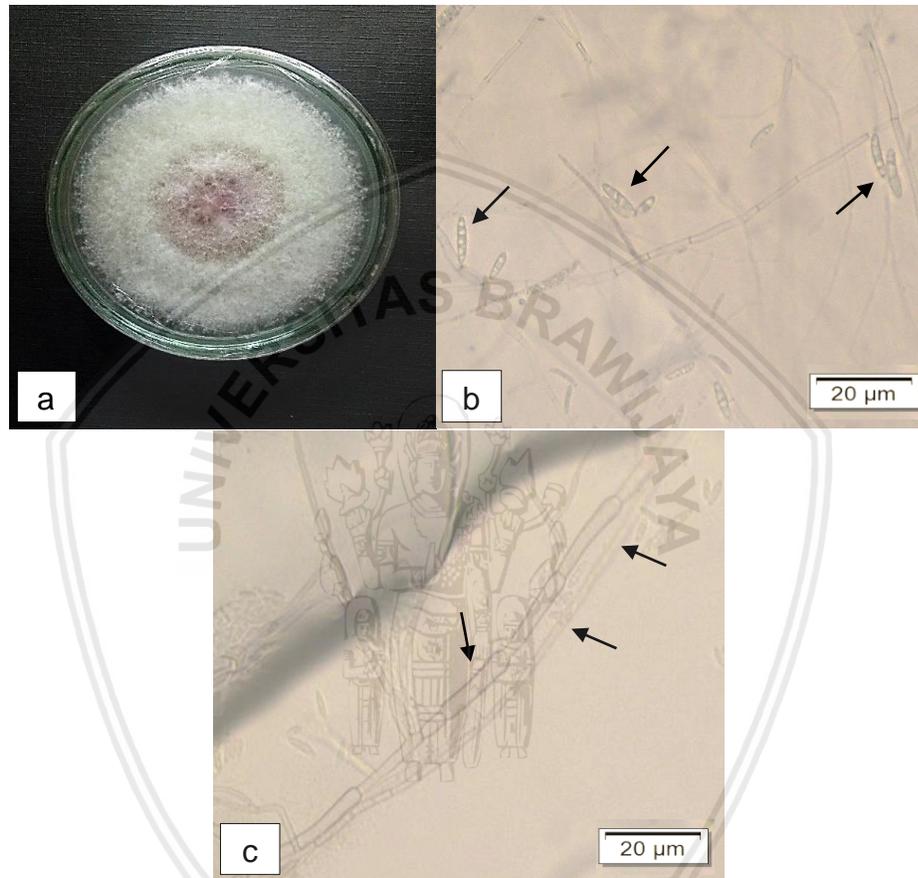
Hasil pengamatan isolat patogen *F. moniliforme* secara makroskopis menunjukkan bahwa koloni *F. moniliforme* memiliki ciri berwarna putih yang lama kelamaan akan berubah warna menjadi merah keunguan, memiliki miselium yang tebal menyerupai kapas menyebar ke seluruh permukaan media, dan koloni jamur *F. moniliforme* memiliki tepi yang rata sehingga berbentuk bulat (Gambar 13a). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), koloni *F. moniliforme* memiliki diameter 3,5-5,5 cm dalam waktu 4 hari setelah isolasi, dan berwarna salem sampai ungu. Tampak menyerupai kapas atau tampak menyerupai tepung karena banyaknya konidia yang terbentuk yang semula memberikan warna hampir putih kemudian menjadi merah muda sampai ungu. 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.



Gambar 1. Kenampakan gejala serangan jamur *F. moniliforme* di lapang.

Hasil pengamatan mikroskopis isolat jamur *F. moniliforme* tampak jamur memiliki sekat pada hifanya dan hialin. Konidiofor memiliki sekat, bening, tidak bercabang, sederhana dan memiliki panjang 57,69 μm . Terdapat mikrokonidia berbentuk lonjong, tidak bersekat, hialin, dan memiliki panjang 5,54 μm dan lebar 2,5 μm . Makrokonidia berbentuk ramping, pada ujung bengkok seperti sabit, memiliki sekat, hialin, memiliki panjang 14,7 μm dan lebar 3,6 μm . Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa mikrokonidia tidak berseptum atau berseptum 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, ber dinding 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 .



Gambar 2. Isolat jamur *F. moniliforme* a) Makroskopis (Biakan murni umur 7 hari pada media PDA), b) Mikroskopis (Perbesaran 400 x) Mikrokonidia, c) Mikroskopis (Perbesaran 400 x) Konidiofor.

4.2.2 Hasil Uji *Postulat Koch*

Pengujian *Postulat Koch* isolat jamur patogen dilakukan dengan menggunakan isolat jamur patogen *F. moniliforme* pada bibit tanaman tebu yang berumur kurang lebih 3 bulan. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa isolat tersebut merupakan patogen terhadap tanaman. Ketika isolat *F. moniliforme* tersebut mampu menunjukkan gejala sama seperti yang ditemukan di lapang, maka

isolat *F. moniliforme* tersebut dapat diyakini sebagai penyebab penyakit Pokahbung. Kemudian isolat jamur tersebut di re-isolasi pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang baru dan dilakukan purifikasi untuk mendapatkan biakan yang murni.

Gejala yang muncul ditandai dengan terjadinya klorosis pada daun tanaman tebu yang diinokulasikan dengan jamur patogen *F. moniliforme*. Awalnya akan muncul bintik berwarna merah keunguan dan menyebar pada daun tanaman tebu (Gambar 14). Kemudian lama kelamaan daun tanaman tebu akan layu dan mati. Menurut Saragih dan Silalah (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.



Gambar 3. Hasil Uji *Postulat Koch* a) Klorosis pada Daun Tanaman Tebu, b) Malformasi Batang Tanaman Tebu.

4.3 Hasil Identifikasi Isolat Jamur Filosfer

Berdasarkan hasil isolasi jamur Filosfer pada daun tanaman tebu, diperoleh 13 isolat jamur. Lima isolat jamur diantaranya teridentifikasi sebagai isolat jamur *Penicilium* sp., isolat jamur *Trichoderma* sp., isolat jamur *Fusarium* sp.1, isolat jamur *Fusarium* sp.2, isolat jamur *Aspergillus* sp. (Tabel 1), serta 8 isolat jamur yang tidak teridentifikasi. Delapan Isolat jamur yang tidak teridentifikasi adalah isolat jamur U2S1P3, isolat jamur U2S1P4, isolat jamur U2S3P3 I, isolat jamur U2S3P3 II, isolat jamur U2S3P5, isolat jamur U3S2P3, isolat jamur U4S2P5, isolat jamur U5S1P3 I

(Tabel 1). Identifikasi isolat jamur dilakukan dengan cara membedakan kenampakan makroskopis dan mikroskopis dari koloni isolat jamur .

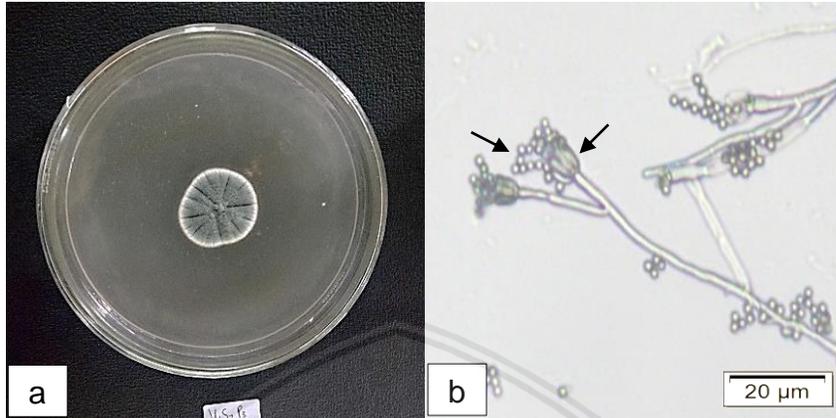
Tabel 1. Daftar Jamur Filosfer yang ditemukan pada Daun Tanaman Tebu.

Jamur Filosfer yang ditemukan	Fillum	Deskripsi singkat mikroskopis
<i>Penicillium</i> sp.	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiofor tidak bersekat, bercabang, dan hialin. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat
<i>Trichoderma</i> sp.	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiofor hialin dan bercabang. Memiliki fialid, konidia berbentuk bulat/oval.
Isolat U2S1P3	Belum ditekahui	Hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia.
Isolat U2S1P4	Belum ditekahui	Hifa bersekat tidak hialin, dan tidak ditemukan konidiofor dan konidia.
Isolat U2S3P3 I	Belum ditekahui	Hifa tidak bersekat dan tidak hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia.
Isolat U2S3P3 II	Belum ditekahui	Hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia.
Isolat U2S3P5	Belum ditekahui	Hifa bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia.
Isolat U3S2P3	Belum ditekahui	Hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia.
<i>Fusarium</i> sp.1	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiofor bersekat, hialin, dan bercabang. Konidia hialin berbentuk lonjong.
Isolat U4S2P5	Belum ditekahui	Hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia.
<i>Aspergillus</i> sp.	Ascomycota	Hifa bersekat, konidiofor bersekat dan hialin. Konidia berbentuk bulat dan menggerombol pada ujung konidiofor.
Isolat U5S1P3 I	Belum ditekahui	Hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia.
<i>Fusarium</i> sp. 2	Ascomycota	Hifa bersekat dan hialin, konidiofor bersekat, hialin, dan bercabang. Konidia hialin berbentuk lonjong.

4.3.1 *Penicillium* sp.

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni hijau, bagian tepi berberwarna putih. Tipe persebarannya tidak beraturan, sebaran menyebar keseluruhan petri. Tekstur permukaan kasar, dengan kerapatan rapat, dan ketebalan timbul seperti kawah (Gambar 15a). Ukuran diameter 1,9 cm saat berumur 7 hari 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.



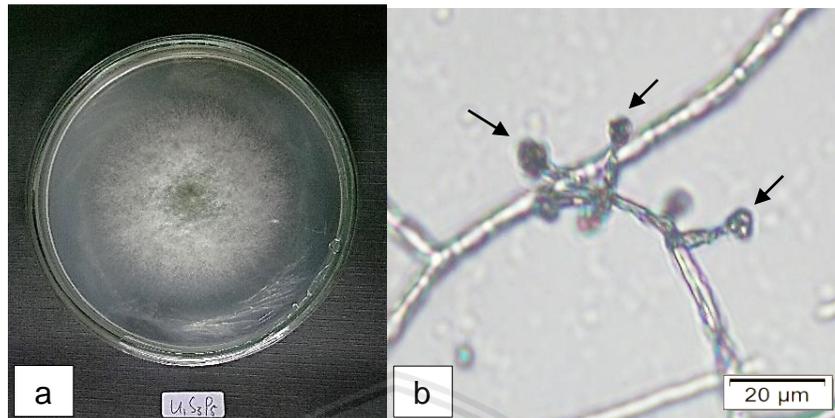
Gambar 4. Isolat *Penicillium* sp. a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA), b) Mikroskopis (Perbesaran 400 x) Mikrokonidia dan Konidiofor.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiofor tidak bersekat dengan panjang 34,15 μm, berbentuk tegak, ramping, dan bercabang. Memiliki fialid serta konidia hialin, berbentuk bulat dengan diameter 2,3-3 μm. sebaran konidia menggerombol dekat dengan konidiofor (Gambar 15b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Penicillium* sp. memiliki konidiofor muncul dari substrat, bertipe mononematous, umumnya mempunyai vertisil 3 hingga 4, pada beberapa strain memiliki percabangan lebih banyak, 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.

4.3.2 *Trichoderma* sp.

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih kehijauan, bagian tepi berberwarna putih pada bagian tengahnya berwarna hijau. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dan datar (Gambar 16a). Ukuran diameter 6 cm saat berumur 7 hari 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.



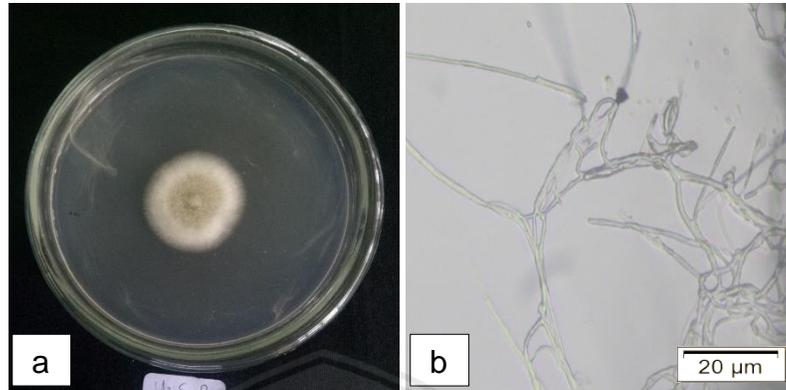
Gambar 5. Isolat *Trichoderma* sp. a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA), b) Makroskopis (Perbesaran 400 x) Mikrokonidia, Konidiofor.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiofor bersekat dengan panjang 56,85 μm , berbentuk tegak, ramping, sederhana, dan tidak bercabang. Memiliki fialid dengan panjang 11,43 μm . Konidia berbentuk bulat dengan diameter 2,8-4,7 μm (Gambar 16b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa konidiofor 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 2,8-3,2 μm dan lebar 2,5-2,8 μm serta berdinding halus. Hal ini juga serupa dengan Rifai (1969) yang menyatakan bahwa jamur *Trichoderma* memiliki warna koloni hijau keputihan dengan konidiofor bercabang seperti pohon. Fialid panjang berukuran 7-14 x 2-2,5 μm , berbentuk seperti botol asimetris, berjumlah 3-4. Konidia obovoid dan kadang-kadang ellips, berdinding halus, berukuran 3,0-4,8 x 2,0-3,0 μm bewarna hijau kekuningan.

4.3.3 Isolat U2S1P3

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni coklat muda di bagian tengah, bagian tepi berberwarna putih. Tipe persebarannya berbentuk bulat. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dan ketebalan agak timbul (Gambar 17a). Ukuran diameter 3 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Pengamatan secara mikroskopis

menunjukkan hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia. (Gambar 17b).



Gambar 6. Isolat U2S1P3 a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA, b) Makroskopis (Perbesaran 400 x).

4.3.4 Isolat U2S1P4

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni hijau di bagian tengah, bagian tepi berberwarna putih kekuningan. Tipe persebarannya berbentuk bulat. Tekstur permukaan tidak terlalu halus dengan ketebalan agak timbul (Gambar 18a). Ukuran diameter 5 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia. (Gambar 18b).

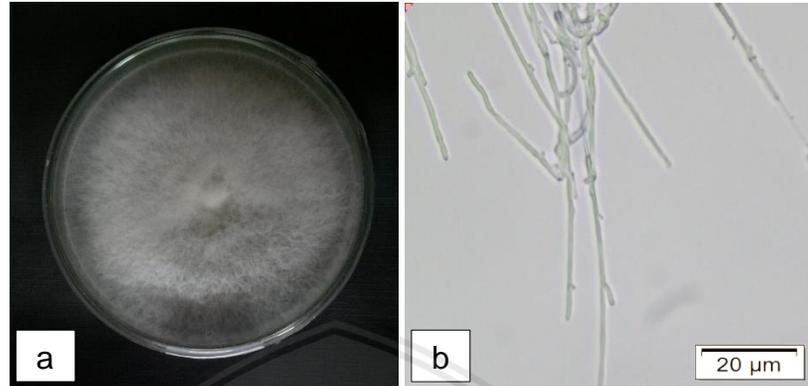


Gambar 7. Isolat U2S1P4, a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA, b) Makroskopis (Perbesaran 400 x).

4.3.5 Isolat U2S3P3 I

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih, bagian tepi berberwarna putih. Tipe persebarannya berbentuk bulat. Tekstur permukaan halus

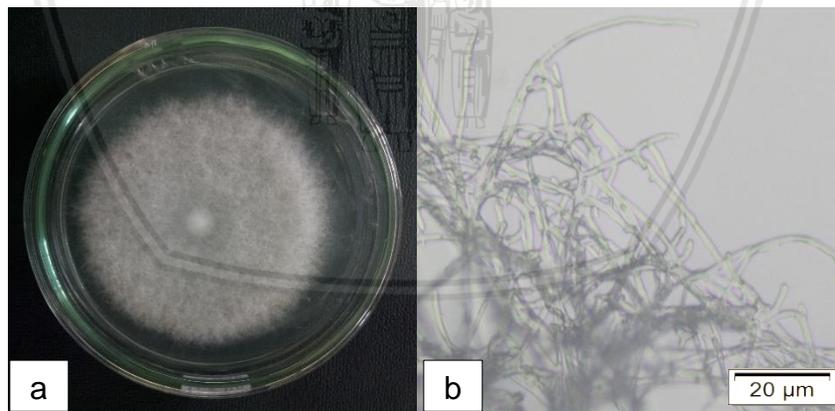
seperti kapas dengan ketebalan agak timbul (Gambar 19a). Ukuran diameter 9 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia. (Gambar 19b).



Gambar 8. Isolat U2S3P3 I, a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA, b) Makroskopis (Perbesaran 400 x).

4.3.6 Isolat U2S3P3 II

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih, bagian tepi berberwarna putih. Tipe persebarannya berbentuk bulat. Tekstur permukaan halus seperti kapas dengan ketebalan agak timbul (Gambar 20a). Ukuran diameter 7 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia. (Gambar 20b).

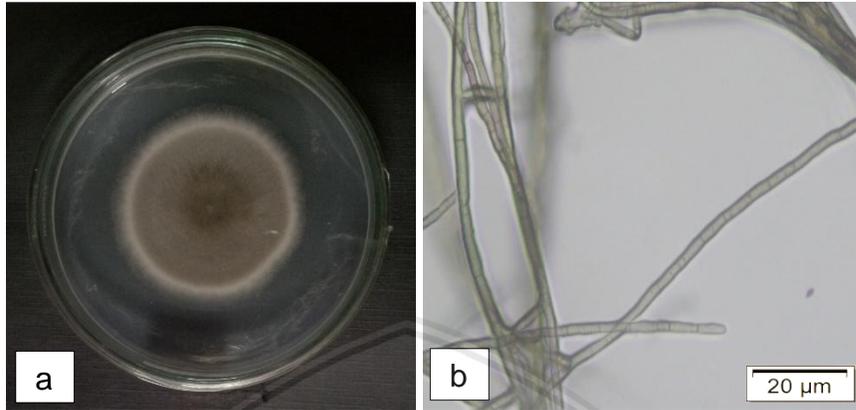


Gambar 9. Isolat U2S3P3 II, a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA, b) Makroskopis (Perbesaran 400 x).

4.3.7 Isolat U2S3P5

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni coklat, bagian tepi berberwarna putih. Tipe persebarannya berbentuk bulat. Tekstur permukaan halus

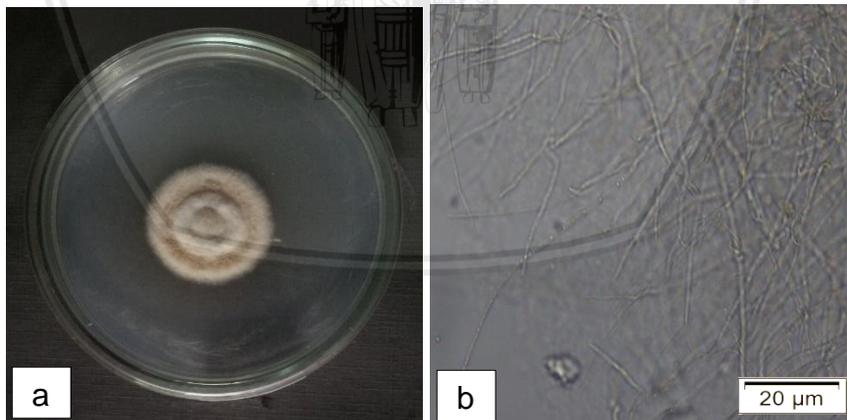
dengan ketebalan tidak timbul (Gambar 21a). Ukuran diameter 5-6 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan tidak hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia. (Gambar 21b).



Gambar 10. Isolat U2S3P5, a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA, b) Makroskopis (Perbesaran 400 x).

4.3.8 Isolat U3S2P3

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni coklat, putih pada bagian tepi berberwarna coklat. Tipe persebarannya berbentuk bulat. Tekstur permukaan kasar dengan ketebalan timbul (Gambar 22a). Ukuran diameter 3-4 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia. (Gambar 22b).

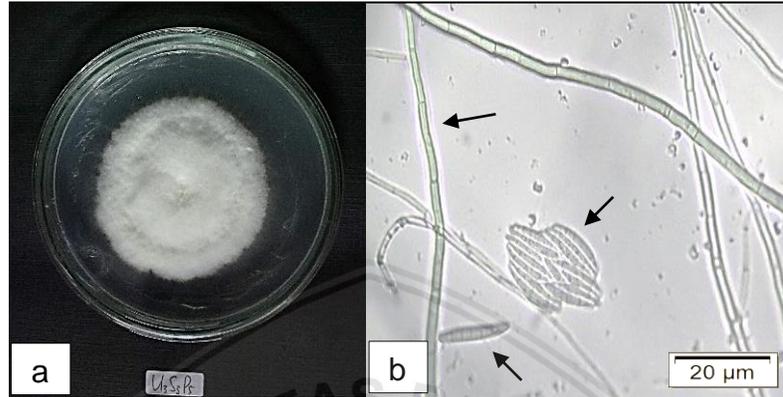


Gambar 11. Isolat U3S2P3, a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA, b) Makroskopis (Perbesaran 400 x).

4.3.9 *Fusarium* sp. 1

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih, bagian tepi berberwarna putih. Tipe persebarannya berbentuk bulat dan tepinya tidak merata,

tekstur permukaan halus seperti kapas dan ketebalan timbul (Gambar 23a). Ukuran diameter 6 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa miliki koloni berdiameter 3,5-5,5 cm dalam waktu 4 hari. Miselia aerial seperti kapas, berwarna putih, jingga pucat atau keabu-abuan.

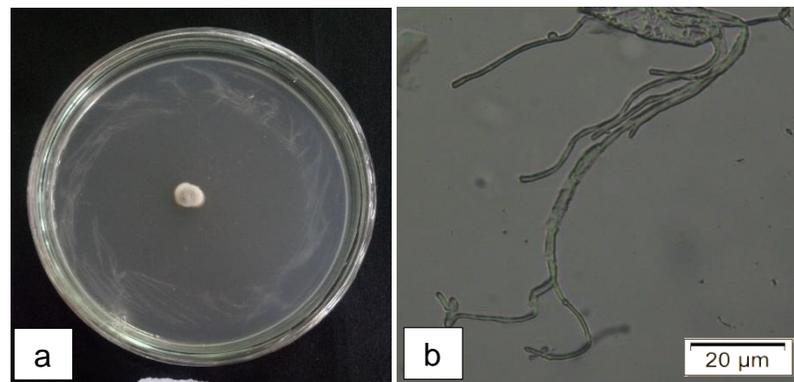


Gambar 12. Isolat *Fusarium* sp.1 a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA), b) Mikroskopis (Perbesaran 400 x) Mikrokonidia dan Konidiofor.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiofor 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 konidiofor (Gambar 23b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa konidiofor 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 .

4.3.10 Isolat U4S2P5

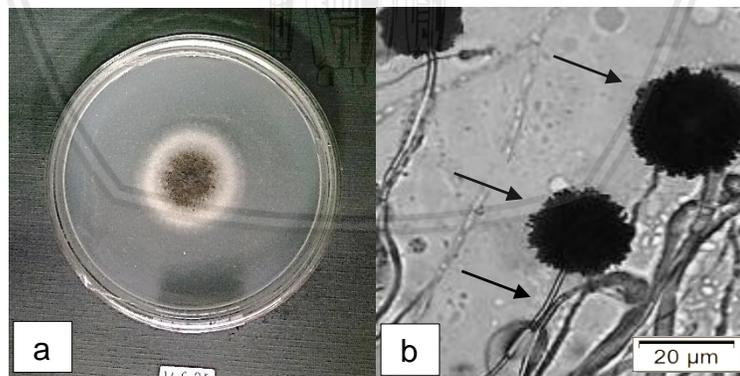
Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih. Tipe persebarannya berbentuk bulat. Tekstur permukaan agak kasar dengan ketebalan timbul (Gambar 24a). Ukuran diameter 0,5-1 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia. (Gambar 24b).



Gambar 13. Isolat U4S2P5, a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA, b) Makroskopis (Perbesaran 400 x).

4.3.11 *Aspergillus* sp.

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni hitam, bagian tepi berberwarna putih. Tipe persebarannya berbentuk bulat. Tekstur permukaan halus seperti kapas dan ketebalan timbul pada tepian (Gambar 25a). Ukuran diameter 4 cm saat berumur 7 hari 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 konidiofor yang lebat yang berwarna coklat tua hingga hitam. kepala konidia berwarna hitam, berbentuk bulat, dan cenderung merekah menjadi kolom-kolom pada koloni berumur tua.



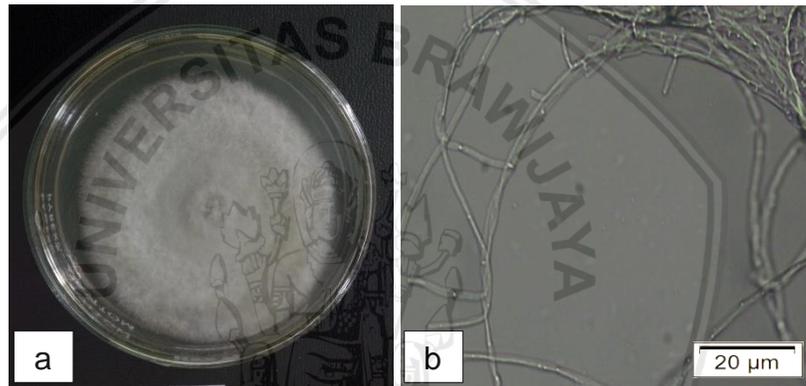
Gambar 14. Isolat *Aspergillus* sp. a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA), b) Mikroskopis (Perbesaran 400 x) Mikrokonidia dan Konidiofor.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan tidak hialin. Konidiofor 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 konidiofor (Gambar 25b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa *Aspergillus* sp. memiliki konidiofor berdinding halus, berwarna hialin, tetapi dapat juga kecoklatan. Konidia berbentuk bulat hingga semibulat, berukuran 3,5-5 μm .

4.3.12 Isolat U5S1P3 I

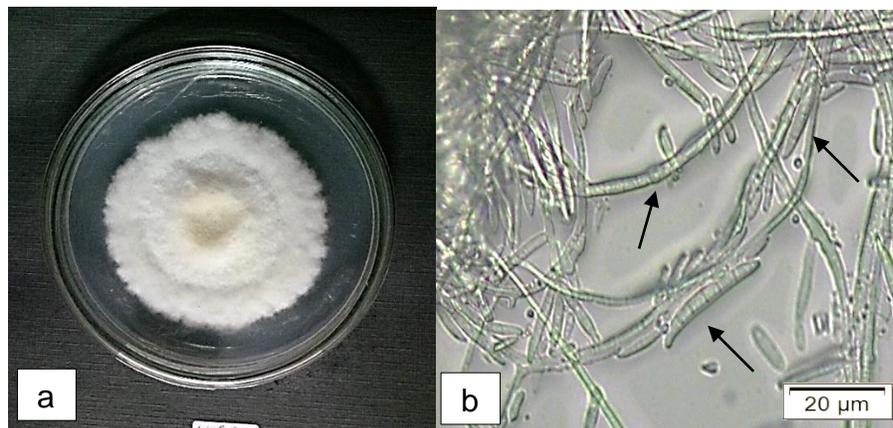
Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih. Tipe persebarannya berbentuk bulat. Tekstur permukaan agak kasar dengan ketebalan timbul (Gambar 26a). Ukuran diameter 6-7 cm saat berumur 7 hari setelah purifikasi. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa tidak bersekat dan hialin, tidak ditemukan konidiofor dan konidia. (Gambar 26b).



Gambar 15. Isolat U5S1P3 I, a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA, b) Makroskopis (Perbesaran 400 x).

4.3.13 *Fusarium* sp. 2

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih, bagian tepi berberwarna putih. Tipe persebarannya berbentuk bulat dan tepinya tidak merata. Tekstur permukaan halus seperti kapas, dan timbul (Gambar 27a). Ukuran diameter 6 saat berumur 7 hari 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.



Gambar 16. Isolat *Fusarium* sp 2. a) Makroskopis (biakan murni umur 7 hari pada media PDA), b) Mikroskopis (Perbesaran 400 x) Mikrokonidia dan Konidiofor.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiofor 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 konidiofor (Gambar 27b). Menurut Gandjar *et al.*, (1999), menyatakan bahwa konidiofor 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 .

4.4 Uji Patogenesitas Jamur Filosfer Daun Tanaman Tebu

Sebelum dilakukannya pengujian antagonis isolat jamur yang didapatkan dari hasil isolasi di uji patogenesitas terlebih dahulu. Pengujian patogenesitas dilakukan untuk memastikan bahwa mikroorganisme yang digunakan sebagai agen hayati tidak bersifat patogenik terhadap tanaman (Hartati, *et al.*, 2014). Isolat jamur filosfer di inokulasikan pada daun bibit tanaman tebu yang masih sehat, kemudian diamati selama 7 hari. Apabila pada daerah tanaman yang diinokulasikan menggunakan isolat jamur filosfer menimbulkan gejala penyakit maka isolat tersebut dapat dipastikan merupakan mikroba patogenik.



Gambar 17. Hasil Uji Patogenisitas Jamur Filosfer Daun Tanman Tebu

Daun tanaman tebu yang telah diinokulasikan dengan jamur filofser (lingkaran merah) tidak menunjukkan gejala nekrotik (Gambar 28). Keberhasilan jamur untuk tumbuh menunjukkan bahwa jamur filofser mampu memanfaatkan nutrisi dengan baik dan tidak menimbulkan efek negatif pada tanaman. Jamur filofser

yang didapatkan mampu beradaptasi dengan lingkungan dan nutrisi yang ada pada permukaan daun tanaman sehingga jamur filosfer yang diinokulasikan tidak bersifat patogenik terhadap tanaman.

4.5 Hasil Uji Daya Hambat Jamur Filosfer Terhadap Jamur Patogen *Fusarium moniliforme*

Pengujian penghambatan pertumbuhan 13 isolat hasil eksplorasi dengan patogen *F. moniliforme* diamati selama 7 hari. Penghambatan pertumbuhan jamur dapat diketahui melalui pengukuran pertumbuhan miselium jamur pada media PDA. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jamur yang memiliki potensi sebagai antagonis memiliki pengaruh nyata terhadap daya hambat pertumbuhan dari patogen *F. moniliforme* secara *in vitro*.

Pengamatan hari kelima, perlakuan isolat jamur *Aspergillus* sp. memiliki persentase penghambatan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan isolat jamur lainnya yaitu sebesar 33,67%. Isolat jamur *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Fusarium* sp.1, *Fusarium* sp.2, dan 8 isolat jamur yang belum teridentifikasi juga memiliki kemampuan menghambat, namun daya hambatnya tidak melebihi dari isolat jamur *Aspergillus* sp. (Tabel 2).

Pengamatan hari keenam, analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat 2 isolat jamur yang memiliki daya penghambatan tinggi yaitu isolat jamur *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp.2. Pada perlakuan isolat jamur *Fusarium* sp.2 memiliki persentase penghambatan yang lebih tinggi dibandingkan isolat jamur lainnya, yaitu sebesar 41,38%. Sedangkan pada perlakuan isolat jamur *Aspergillus* sp. Persentase penghambatannya adalah sebesar 41,08%. Isolat jamur *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Fusarium* sp.1, dan 8 jamur yang tidak teridentifikasi juga memiliki kemampuan menghambat, namun daya hambatnya tidak melebihi dari 2 isolat jamur *Aspergillus* sp., dan *Fusarium* sp.2 (Tabel 2).

Pengamatan hari ketujuh, terdapat 3 persentase hambatan yang tinggi yaitu isolat *Trichoderma* sp. dengan persentase hambatan sebesar 48,70 %, isolat *Aspergillus* sp. dengan persentase hambatan sebesar 44,24%, dan isolat *Fusarium* sp. dengan persentase hambatan sebesar 47,66%. Isolat jamur lainnya juga dapat

memberikan hambatan pada patogen, tetapi persentase penghambatan yang di timbulkan tidak melebihi persentase penghambatan dari isolat jamur *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., dan *Fusarium* sp.2 (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase Penghambatan Pertumbuhan Jamur *F. moniliforme*.

Isolat Jamur Filosfer	% Rerata Daya Hambat pada Pengamatan ke-		
	5 hari	6 hari	7 hari
kontrol	0,00 a	0,00 a	0,00 a
<i>Penicilium</i> sp.	12,70 abc	22,64 abcde	29,51 abcd
<i>Trichoderma</i> sp.	31,09 bc	39,31 e	48,70 d
Isolat U2S1P3	1,67 a	9,07 abcd	23,57 abcd
Isolat U2S1P4	1,52 a	4,17 ab	14,26 abc
Isolat U2S3P3 I	5,80 ab	23,70 abcde	33,66 bcd
Isolat U2S3P3 II	26,29 abc	29,40 cde	37,86 bcd
Isolat U2S3P5	23,84 abc	36,64 e	40,59 bcd
Isolat U3S2P3	15,54 abc	23,70 abcde	29,68 abcd
<i>Fusarium</i> sp.1	19,43 abc	30,37 de	38,06 bcd
Isolat U4S2P5	2,78 a	5,44 abc	10,17 ab
<i>Aspergillus</i> sp.	33,67 c	41,08 e	44,24 cd
Isolat U5S1P3 I	22,33 abc	26,64 bcde	39,44 bcd
<i>Fusarium</i> sp. 2	31,06 bc	41,38 e	47,66 d

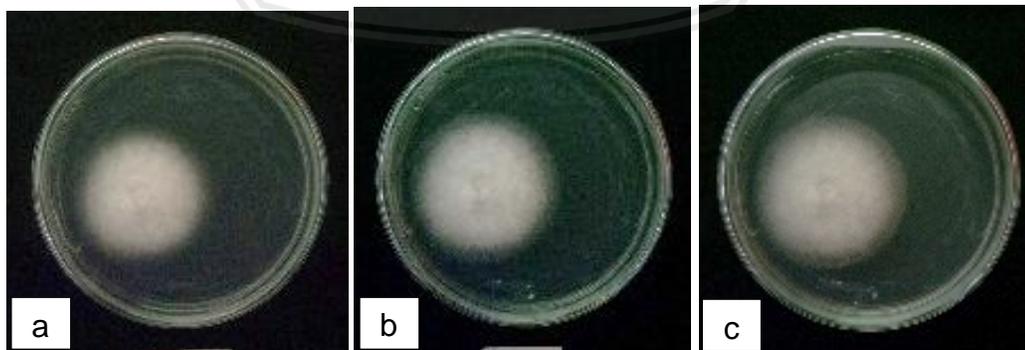
Keterangan: Bilangan yang disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan taraf kesalahan 5%.

Berdasarkan hasil pengujian daya hambat didapatkan bahwa semua isolat jamur filosfer yang didapat memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan patogen *F. moniliforme*. Akan tetapi pada masing-masing jamur daya hambat yang dikeluarkan oleh isolat jamur terhadap patogen *F. moniliforme* berbeda-beda. Isolat jamur filosfer yang menunjukkan hasil penghambatan tinggi adalah jamur dari genus *Trichoderma* sp. dengan persentase daya hambatan sebesar 48,70%, *Aspergillus* sp. dengan persentase daya hambatan sebesar 44,24%, dan *Fusarium* sp.2 dengan persentase daya hambatan sebesar 47,66%. Kurnia (2014) menyatakan bahwa, persentase daya hambat kurang dari 40% dinyatakan kurang unggul karena

pertumbuhan koloni patogen lebih cepat daripada pertumbuhan jamur antagonis. Otter *et al.* (2004) dalam Hartanto dan Heni, (2015) menyatakan bahwa suatu cendawan antagonis dapat dikategorikan memiliki aktivitas penghambatan yang tinggi terhadap pertumbuhan patogen bila persentase penghambatannya mencapai lebih dari 60%, namun bila persentase hambatan hanya mencapai 30% maka cendawan antagonis tersebut dapat dikategorikan memiliki efek penghambatan minimal. 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.

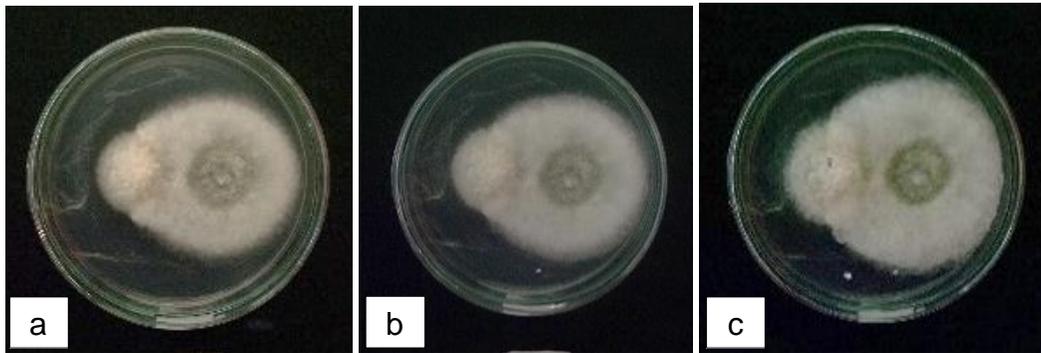
Keberhasilan agens antagonis dalam menghambat patogen dalam penelitian ini yaitu adanya proses penekanan yang dilakukan oleh isolat jamur filosfer daun tanaman tebu terhadap patogen *F. moniliforme*. Terutama isolat jamur dengan genus *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., dan *Fusarium* sp.2 yang menunjukkan daya hambat tinggi terhadap patogen *F. moniliforme*. Mekanisme penghambatan jamur antagonis terhadap patogen terjadi melalui beberapa mekanisme, diantaranya antibiosis, yaitu penghambatan pertumbuhan ditandai dengan terbentuknya zona inhibisi; kompetisi terhadap substrat, yaitu pertumbuhan yang lebih cepat terhadap lainnya; dan mikoparasitisme, yaitu parasitisme langsung pada hifa patogen (Mejia *et al.*, 2008).

Pertumbuhan koloni patogen *F. moniliforme* dengan perlakuan kontrol pada hari ke-5 berdiameter sebesar 5,2 cm, pada hari ke-6 berdiameter sebesar 5,4 cm, dan pada hari ke-7 berdiameter sebesar 5,6 cm dan hampir memenuhi setengah cawan petri (Gambar 29).



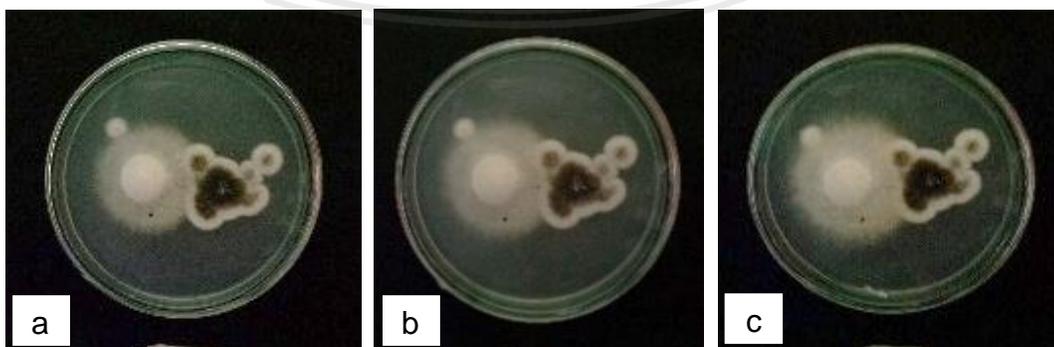
Gambar 18. Kenampakan Pertumbuhan Koloni Patogen *F. moniliforme* dengan perlakuan kontrol a) hari ke-5, b) hari ke-6, c) hari ke-7.

Pengamatan pertumbuhan koloni patogen *F. moniliforme* pada hari ke-5 sampai hari ke-7 dengan perlakuan *Trichoderma* sp., pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp. hampir menutupi koloni dari *F. moniliforme* dan juga koloni *Trichoderma* sp. mendominasi permukaan media PDA (Gambar 30). Hal ini dapat dikarenakan pertumbuhan dari jamur antagonis *Trichoderma* sp. lebih cepat dibanding dari jamur *F. moniliforme*. Jamur *Trichoderma* sp. sebagai agens antagonis mampu menekan pertumbuhan miselium patogen jamur *F. moniliforme* yang diujikan dengan cara uji oposisi dalam kondisi *in vitro*. Menurut Dwiastuti *et al.*, (2015), menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jenis mikroba yang memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan patogen dengan menghasilkan senyawa aktif biologis secara *in vitro*. Jamur *Trichoderma* sp. dapat menekan pertumbuhan beberapa patogen penyebab penyakit pada tanaman (Ainy, 2015). Kelebihan *Trichoderma* sebagai agen hayati adalah kemampuannya dalam mengembangkan mekanisme antagonisme yang sangat efektif untuk bertahan dan mengkolonisasi lingkungan yang kompetitif di rizosfer, filosfer dan spermosfer (Lelana *et al.*, 2015). Keuntungan menggunakan *Trichoderma* sp. yang berpotensi sebagai agen hayati adalah pertumbuhannya cepat dan mudah dikulturkan dalam biakan maupun kondisi alami (Berlian *et al.*, 2013). Menurut Pratiwi *et al.*, (2013) menyatakan bahwa koloni hifa jamur *F. moniliforme* 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. moniliforme*. Menurut Asrul (2009), menyatakan bahwa tingkat kompetisi *Trichoderma* sp. yang tinggi menyebabkan penguasaan terhadap ruang/tempat, gas dan nutrisi lebih cepat sehingga patogen akan tersisih dan selanjutnya akan mengalami kematian.



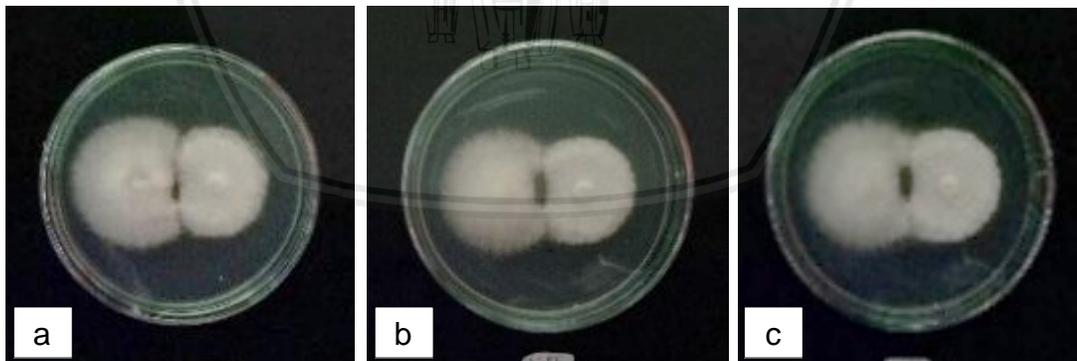
Gambar 19. Kenampakan Pertumbuhan Koloni Patogen *F. moniliforme* dengan perlakuan *Trichoderma* sp. a) pada hari ke-5, b) pada hari ke-6, c) pada hari ke-7.

Pengamatan pertumbuhan koloni patogen *F. moniliforme* pada hari ke-5 sampai hari ke-7 dengan perlakuan jamur *Aspergillus* sp. menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni jamur *Aspergillus* sp. dapat menghambat pertumbuhan dari koloni patogen *F. moniliforme* pada media PDA (Gambar 31). Hal ini dapat dikarenakan terjadinya persaingan nutrisi dan media tumbuh antara jamur antagonis *Aspergillus* sp. dan jamur patogen *F. moniliforme*. Jamur *Aspergillus* sp. merupakan salah satu jamur yang memiliki sifat antagonis terhadap patogen penyebab penyakit pada tumbuhan (Balitri, 2016). Jamur *Aspergillus* sp. diujikan dengan cara oposisi dengan patogen penyebab tanaman dalam kondisi *in vitro*. Mekanisme penghambatan jamur *Aspergillus* sp. terjadi secara kompetisi, dimana jamur *Aspergillus* sp. lebih menguasai ruang tumbuh dan nutrisi dibandingkan jamur patogenik (Wulandari, *et al.*, 2016). Selain itu Isolat *Aspergillus* sp. juga mampu memproduksi komponen bioaktif yang mampu menjadikan jamur *Aspergillus* sp. antagonis pada patogen penyebab penyakit tanaman (Zhang *et al.*, 2008).



Gambar 20. Kenampakan Pertumbuhan Koloni Patogen *F. moniliforme* dengan perlakuan *Aspergillus* sp. a) pada hari ke-5, b) pada hari ke-6, c) pada hari ke-7.

Pengamatan pertumbuhan koloni patogen *F. moniliforme* pada hari ke-5 sampai hari ke-7 dengan perlakuan jamur *Fusarium* sp. menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni jamur *Fusarium* sp. dapat menghambat pertumbuhan dari koloni patogen *F. moniliforme* pada media PDA (Gambar 32). Hal ini dapat dikarenakan adanya zona bening diantara jamur antagonis *Fusarium* sp. dan jamur patogen *F. moniliforme*. Selain itu juga terjadi persaingan nutrisi dan media tumbuh antara jamur antagonis *Fusarium* sp. dan jamur patogen *F. moniliforme*. Jamur *Fusarium* sp. merupakan jamur penghuni tanah (*soil borne pathogen*) dan bersifat parasit, dapat hidup sebagai saprofit di atas permukaan tanah, dan berubah menjadi parasit apabila ada tanaman inang dan kondisi lingkungan yang baik untuk pertumbuhan patogen (Lelana *et al.*, 2015). Sama seperti jamur *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp., jamur *Fusarium* sp. juga dapat dijadikan sebagai agen hayati untuk mengendalikan penyakit pada tanaman. Arifah (2016) menyatakan bahwa jamur *Fusarium* sp. memiliki potensi antagonis terhadap cendawan patogen *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit pada tumbuhan. Wulandari (2018), terbentuknya zona hambatan menunjukkan bahwa jamur antagonis mengandung antibiotik. jamur *Fusarium* sp. sendiri termasuk dalam kelas ascomycota, beberapa jamur yang berasal dari kelas ascomycota dapat menghasilkan beberapa senyawa antibiotik yang bersifat toksik terhadap patogen (Amaria, 2013).



Gambar 21. Kenampakan Pertumbuhan Koloni Patogen *F. moniliforme* dengan perlakuan *Fusarium* sp. a) pada hari ke-5, b) pada hari ke-6, c) pada hari ke-7.

Menurut Amaria *et al.*, (2013), 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. Masing-masing jamur memiliki tingkat hambatannya sendiri saat menekan pertumbuhan patogen. Sehingga pada tiap isolat jamur yang terpilih mengalami perbedaan persentase penghambatan. Mekanisme penghambatan dari isolat jamur yang diujikan termasuk dalam jenis mekanisme kompetisi, yaitu terjadinya persaingan antara jamur antagonis dan jamur patogen. Persaingan ini terjadi dikarenakan adanya kebutuhan yang sama antara jamur antagonis maupun jamur patogen seperti nutrisi dan media tumbuh (Hasanah, 2017).



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Isolat jamur filosfer yang didapatkan dari daun tanaman tebu sebanyak 13 jenis jamur. Jenis jamur yang didapat berasal dari 4 genus yaitu *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., serta 8 isolat jamur yang belum teridentifikasi.
2. Jenis jamur antagonis yang didapatkan dari permukaan daun tanaman tebu dapat menekan pertumbuhan patogen *F. moniliforme* secara *in vitro*. Terdapat 3 jamur yang memiliki daya hambatan tinggi yaitu *Trichoderma* sp. dengan persentase hambatan sebesar 48,70% pada hari ke-7, *Aspergillus* sp. sebesar 44,24% pada hari ke-7, dan *Fusarium* sp. 2 sebesar 47,66% pada hari ke-7.

5.2 Saran

Saran yang diberikan berdasarkan pada hasil penelitian adalah perlu dilakukannya identifikasi sampai tingkat spesies, pengembangan dan pendalaman lebih lanjut mengenai penambahan keragaman jamur *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., di lahan. Serta pengaplikasian pada lahan sebagai salah satu bentuk pengendalian hayati terhadap penyakit Pokahbung yang disebabkan oleh *F. moniliforme*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaria W., Taufiq E., Harni R. 2013. Seleksi dan identifikasi jamur antagonis sebagai agens hayati jamur akar putih *Rigidoporus microporus* pada tanaman karet. Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri, 4(1), 55–64.
- Amaria W., Harni R., Samsudin. 2015. Evaluasi Jamur Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan *Rigidoporus microporus* Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet. Jurnal TIDP. 2(1):51-60.
- Ainy, Erny Q., Restiyani, Lela S. 2015. Uji Aktivitas Antagonis *Trichoderma harzianum* 11035 terhadap *Colletotrichum capsici* TCKR2 dan *Colletotrichum acutatum* TCK1 Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai. *Uji Aktivitas Antagonis Trichoderma harzianum 11035*.
- Alfizar, Marlina, Fitri S. 2013. Kemampuan Antagonis *Trichoderma* sp. terhadap Beberapa Jamur Patogen *In Vitro*. J. Floratek. 8: 45-51.
- Arif D.H., Nurlaeny N., Hindersah R., Nurbaity A., Saraswaty R., Sumunar. 2001. Pemanfaatan Bakteri Filosfer Pemfiksasi Nitrogen untuk Mensubstitusi Pupuk N Pada Padi Gogo. Bandung: Laporan Penelitian pada Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran dan Balitbangtan, Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif Pusat.
- Arifah, Hizbiyah R. 2016. Potensi Fungi Endofit Asal dan Kenikir (*Cosmos sulphureus* Cav.) sebagai Antagonis Terhadap *Fusarium oxysporum* Penyebab Pokahbung pada Tebu (*Saccharum officinarum* L.). Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- 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.
- Azevado J.L., Maccheroni W.Jr. Pereira J.O. 2000. *Endophytic Microorganism: A Review on Insect Control and Recent Advances on Tropical Plants*. Electronic J. of Biotech 3(1):1 – 4.
- Baily M.J, A.K. Killey, T.M. Timms-Wilson, P.T.N Spencer-Philips. 2007. *Microbial ecology of aerial plant surfaces*. CABI Publications, pp:368.
- Balitri. 2016. Mikroorganisme Permukaan Daun, Atasi Penyakit Gugur Daun Pada Tanaman Karet. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Badan Litbang Pertanian. Kementrian Pertanian.

- Berlian I., Setyawan B., Hadi H. 2013. Mekanisme Antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. *Jurnal Warta Perkaretan*. 32(2):74-82.
- Blackburn F. 1984. *Sugarcane*. Longman Inc. New York.
- Bodenhausen N., Bortfeld M-Miller, Martin A., Vorholt J.A., 2014. *A Synthetic Community Approach Reveals Plant Genotypes Affecting the Phyllosphere Microbiota*. Department of Environmental Sciences, ETH Zurich, Zurich, Switzerland, 3 Department of Environmental Microbiology, Eawag, Dubendorf, Switzerland. *PLoS Genet* 10(4): e1004283. doi:10.1371/ journal.Pgen.1004283.
- BPS. 2012. Produksi Tanaman Perkebunan. Badan Pusat Statistik. (<http://bps.go.id>). Diakses pada 30 November 2018.
- BPTP. 2014. Petunjuk Teknis Budidaya Tebu. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Lampung.
- Burge M.N. 1988. *Fungi in biological control systems*. Manchester Univ. Press. 296 pp.
- Carrol G.C. 1988. *Fungal Endophytes in Stem and Leaves from Latent Pathogens to Mutualistic Symbiont*. *J. Ecology*. 69(1):2-9.
- Deacon J.W. 2006. *Fungal Biology, sixth edition*, 21-23, Blackwell Publishing Ltd., Victoria, Australia.
- Dharmaputra O.S., Gunawan A.W., Wulandari R., Basuki T. 1999. Cendawan kontaminan dominan pada bedengan jamur merang dan interaksinya dengan jamur merang secara *in vitro*. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 4(1), 14–18.
- Dohare S., Mishra M.M., Kumar B. *Effect of wilt on juice quality of sugarcane*. *Annals of Biology*. 2003; 19:183- 186.
- Domsch K.H., W. Gams., T-H Anderson. 1980. *Compendium of Soil Fungi*. Volume1. Academic Press: London.
- Dwiastuti M.E., Fajri M.N., 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.
- Gandjar, Indrawati, Robert A., Samson, Karin wan den Tweel V. Ariyanti Oetari, Iman Santoso. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.

- Gilman J.C. 1996. *A Manual of Soil Fungi*. The Iowa State University Press, Iowa. 392p.
- Gusmaini. 2005. Pemanfaatan Konsorsium Mikrob Daun Berasal dari Tumbuhan Ekosistem Air Hitam untuk Memacu Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Padi. [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Hafsah, Siti Z. 2013. Uji Patogenisitas Beberapa Isolat Penyakit Busuk Buah Kakao Asal Aceh Dan Evaluasi Efektivitas Metode Inokulasi. *J. Agrista* 17(1).
- Hartati S., Winoyo S., Hidayat S.H., Sinaga M.S. 2014. Seleksi khamir epifit sebagai agens antagonis penyakit antraknosa pada cabai. *J Hort.* 24(3):258-265.
- Hasanah, Uswatun. 2017. Potensi Fungi Endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. Sebagai Agen Antagonis Terhadap Fungi Patogen Penyebab Busuk Batang Tanaman Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*). Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Holliday P. 1980. *Fungus diseases of tropical crops*. Courier Dover Publications.
- Hutabalian M., Mukhtar I.P., Syahrial O. 2015. Uji Antagonisme Beberapa Jamur Saprofit dan Endofit dari Tanaman Pisang terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubens* di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteaknologi*. Vol.3, No.2 : 687-695.
- Ismayanti W. 2013. Pertumbuhan dan Tanggapan Terhadap Penyakit Karat (*Puccinia kuehnii*) Sembilan Klon Tebu (*Saccharum officinarum* L.) yang Diinfeksi Jamur Mikoriza Arbuskular. Skripsi. UGM.
- Jacob J.L., G.W Sundin. 2001. *Effect of Solar UV-B Radiation on a Phyllosphere Bacterial Community*. *Applied and Environmental Microbiology*. 67(12): 5488.
- James. 2004. *Sugarcane Second Edition*. Blackwell Publishing Company, Inggris.
- Kurnia T.A., Mukhtar I.P, Syahrial O. 2014. Penggunaan jamur endofit untuk mengendalikan *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* dan *Alternaria solani* secara *in vitro*. *Jurnal Online Agroteknologi*, 2(4): 1596-1606.
- Lee, O.H.K. and Hyde K.D. 2002. *Phylloplane fungi in Hong Kong mangroves: evaluation of study method*. *Mycologia*, 94(4): 596-606.
- Lelana, Neo E., Illa A., Nina M. 2015. Uji Antagonis *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* spp. Terhadap *Fusarium* sp., Penyebab Penyakit Rebah Kecambah Pada Sengon. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* Vol. 12 No. 1, April 2015: 23-28.

- Lesli J.F., Salleh B., Summerell B.A. 2003. *A Utilitarian to Fusarium Identification. Plant Disease* 87: 117-128.
- Lindow S.E., Brandl M.T. 2003. *Microbiology of the Phyllosphere. Appl Environ Microbiol.* 69 (4): 1875-1883.
- Mariska I., Rahayu S. 2011. Pengadaan bibit tebu melalui kultur jaringan. <http://pustaka.litbang.pertanian.go.id/inovasi/k1134132.pdf>. [5 Januari 2018]
- Martin J.P., Abott E.V., Hughes C.G. 1961. *Sugarcane diseases of the World*. Vol. 1 Elsevier Publ. Co.
- Masri S., Sofyan E. 1995. *Metode Penelitian Survei, Edisi Revisi*, PT. Pustaka LP3ES, Jakarta.
- Mejia L.C., Rojas E.I., Maynard Z., Van Bael S., Arnold A.E., Hebbar P., Samuels G.J., Robbins N., Herre E.A. 2008. *Endophytic fungi as biocontrol agents of Theobroma cacao pathogens*. *Biol. Control* 46 (4):14.
- Miller J.D., Gilbert R.A. 2006. *Sugarcane Botany: A Brief View*. Agronomy Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. 6 hlm.
- Morris C. 2001. *Impact of Biofilms on the Ecology and Control of Epiphytic Bacteria*. Interdisciplinary Plant Biology Seminar Spiker, January 29, 2001. Plant Pathology Station, INRA, France.
- Nelson P.E. 1992. *Taxonomy and biology of Fusarium moniliformae*. *Journal Mycopathologia*. 117: 29-36.
- Nurhayati. 2011. Penggunaan Jamur dan Bakteri Dalam Pengendalian Penyakit Tanaman Secara Hayati yang Ramah Lingkungan. Prosiding Semirata Bidang Ilmu-ilmu Pertanian BKS-PTN Wilaya Barat Tahun 2011.
- Otter W., Bailey D.J., Gilligan C.A., 2004. *Empirical evidence of spatial thresholds to control invasion of fungal parasites and saprotrophs*. *Jurnal New Phytologist* 163: 125-132.
- Pas, Aris A., Didy S., Trikoesoemaningtyas, Dwi A.S. 2015. Aplikasi Konsorsium Mikrob Filosfer dan Rizosfer Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi. Institut Pertanian Bogor.
- Pasaribu E.L.P. 2015. Eksplorasi jamur filoplane pada tanaman seledri (*Apiuni graveolens*) dan uji kemampuan antagonisnya terhadap penyakit antraknosa (*Colletotrichum* sp.) Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang 138h.

- Pratiwi B.N., Liliek S., Anton M., Ari K. 2013. Uji Pengendalian Penyakit Pokahbung (*Fusarium moniliformae*) pada Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*) Menggunakan *Trichoderma sp.* Indigenous Secara *In Vitro* Dan *In Vivo*. Jurnal HPT. 1 (3): 119-129.
- Prabakaran M., Merinal S. Panneerselvam A. 2011. *Investigation of Phylloplane mycoflora from some medicinal plants*. European Journal of Experimental Biology, vol 1 nomor 2, pp. 219-225.
- Preece T.F., Dickinson C.H. 1971. *Ecology of Leaf Surface Microorganisms*. Academic Press: London. Pages 112-115.
- Raid R.N., Lentini R.S. 2002. *Sugarcane Red-rot Disease*. Sugarcane Handbook. UF/IFAS Publication SS-AGR-206, Florida.
- Ramesh P. 2000. *Effect Of Different Levels of Drought During The Formative Phase on Growth Parameters and Its Relationship With Dry Matter Accumulation in Sugarcane*. Journal of Agronomy & Crop Science. 185 : 83-89.
- Rao N.S.S. 1986. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Institut Roset Pertanian India. New Delhi.
- Rao N.S.S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Rasullah F.F.F., Nurhidayati T., Nurmalasari. 2013. Respon Pertumbuhan Tunas Kultur Meristem Apikal Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*) Varietas NXI 1-3 secara *in viro* pada Media MS dengan Penambahan Arginin dan Glutamin. Jurnal Sains dan Seni Pomits. 2: 2337—3520.
- Rifai M.A. 1969. *A revision of the genus Trichoderma*. Mycology. Pap. 116:1-56.
- Royyani M.F., Lestari V.B. 2009. Peran Indonesia dalam Penciptaan Peradaban Dunia: Perspektif Botani. Herbarium Bogoriense, Puslitbiologi, LIPI. Subang.
- Santosa D.A., Handayanf N., Iswandil A. 2003. Isolasi dan seleksi bakteri filofser pemicu tumbuh dari daun padi (*Oryza sativa* L.) varietas IR-64. J. Ilm Tan Lingk. 5(1): 7-12.
- Saragih Y.S., Silalahi F.H. 2006. Identifikasi Morfologi Beberapa Spesies Jamur *Fusarium*. Jurnal Hortikultura. 16(4):336-334.
- Septiyanto A.E. 2018. Keanekaragaman Jamur Filofser Pada Tanaman Padi Dampak Penerapan PHT Skala Luas Serta Potensi Antagonisnya Terhadap *Xanthomonas oryzae*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.

- Simbolon D.N. 2008. Kemampuan antifungi bakteri endofit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap *Ganoderma boninense* Pat. Skripsi. Departemen Biologi FMIPA USU. Medan. 55h.
- Soesanto L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Stirling A.M., Pegg K.P., Hayward A.C., Stirling G.R.. 1999. *Effect of Copper Fungicide on Colletotrichum gloeosporioides and Other Microorganism on Avocado and Fruit*. Australia. J. Agric. Res.50 :1459-1468.
- Sturz A.V., Nowak J. 2000. *Endophytic Communities of Rhizobacteria and Strategies Required to Create Yield-Enhancing Association with Crops*. Appl. Soil Ecol. 15 : 183 – 190.
- Subijono. 1984. Pengamatan Penyakit Penting Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Pabrik gula Ngadiredjo PT Perkebunan XXI - XXI I (PERSERO) Penataran Sumberlumbu Kabupaten Kediri. IPB. Bogor.
- Sumaraw S. M. 1999. Periode Kritis Tanaman Tomat Terhadap Serangan *Alternaria solani* (Ell & G. Martin) Sor. dan Faktor Penentunya. IPB. Bogor.
- Sunarwati D., Yoza R. 2010. Kemampuan *Trichoderma sp.* dan *Penicilium sp.* dalam Menghambat Pertumbuhan Cendawan Penyebab Penyakit Busuk Akar Durian (*Phytophthora palmivora*) Secara *in-Vitro*. Seminar Nasional Program & Strategi Pengembangan Buah Nusantara. Solok 10 Desember 2010.
- Supriyadi A., 1992. Rendemen Tebu. Kanisius. Yogyakarta. 72 hal.
- Sutejo A.D, Priyatmojo A, Wibowo A. 2008. Identifikasi Morfologi Beberapa Spesies Jamur *Fusarium*. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia. 14(1):7-13.
- Syahir M., Purwono, Siswanto, Chandra I., Widi R. 2010. Budidaya dan Pasca Panen TEBU. ESKA Media. Jakarta
- Tarigan B. Y., Sinulingga J. N., 2006. Laporan Praktek Kerja Lapangan di Pabrik Gula Sei Semayang PTPN II Sumatera Utara. (Laporan). Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Trigiano R.N., Windham M.T., Windham A.S. 2008. *Plant pathology : Concepts and laboratory exercises* (p.558). Second Edition. New York : CRC Press.
- Tuju M.J. 2004. *Antagonisme Trichoderma spp, to Raistonia solanacearum Cause of Wilt Bacteria ini Potato Plant*. Eugenia. 10(2) : 143-155.

- Vishwakarma S.K., Kumar P., Nigam A., Singh A., Kumar A. 2013. *Pokkah Boeng: An Emerging Disease of Sugarcane*. Journal Plant Pathol Microb. 4(3): 1-5.
- Vorholt J.A. 2012. *Microbial Life in the Phyllosphere*. Macmillan Publishers Limited. All rights reserved. 828. Volume 10.
- Wahyunita R. 2015. Uji Patogenesitas *Fusarium* yang Diambil dari Jaringan Tanaman Kakao pada Tomat dan Pemanfaatan Mikroorganisme Endofit Terhadap Pengendalian Isolat Kakao. Skripsi. Makasar. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian.
- Werner D., Newton W.E. 2005. *Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology, and the Environment*. Published by Springer, The Netherlands.
- Widiastutik N., Alami N.H. 2014. Isolasi dan identifikasi yeast dari rhizosfer *Rhizophora mucronata* Wonorejo. Jurnal Sains dan Seni Pomits 3(1): 11- 16.
- Wijaya S. 2014. *The Secret of Jamur*. Yogyakarta: Flash Books.
- Wijaya, Tijani A., Syamsuddin D., Abdul C. 2014. Keanekaragaman Jamur Filoplan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir.*) Pada Lahan Pertanian Organik dan Konvensional. Jurnal HPT Volume 2 Nomor 1. Universitas Brawijaya.
- Wijayanti, Wahyu A. 2008. Pengelolaan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum L.*) Di Pabrik Gula Tjoekir PTPN X, Jombang, Jawa Timur; Studi Kasus Pengaruh Bongkar Ratoon Terhadap Peningkatan Produktivitas Tebu. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winterhoff W. 1992. *Fungi in Vegetation science*. Kluwer Academic Publishers. Belanda.
- Wulandari D.E., Asrul, Irwan L. 2016. Seleksi Jamur Antagonis *Aspergillus niger* dari Beberapa Lahan Perkebunan Kakao Untuk Mengendalikan *Phytophthora palmivora*. Jurnal Agroland 23 (3) : 233 - 242.
- Wulandari S.F., Muhammad A., 2018. Isolasi dan Uji Antagonis Jamur Endofit dari Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) Terhadap *Alternaria porri* Ellis Cif. JOM Faperta Vol. 5 No. 1 April 2018
- Yang C.H.D, Crowley D.E., Borneman J., Keen N.T. 2000. *Microbial phyllosphere population are more complex than previously realized*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 98:3889-3894.

- Yani H.R. 2012. Seleksi Bakteri Antagonis dari Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L) sebagai Biofungisida Terhadap *Colletotrichum Gloeosporioides* Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai (*Capsicum* sp.). [Skripsi]. Padang. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Unuversitas Andalas. 48 hal.
- Yuliana, Anik K. 2016. Potensi Fungi Endofit pada Kulit Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*) sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Yunus A. 2000. Pengaruh Ekstrak *Fusarium moniliforme* Terhadap Pertumbuhan dan Resistensi Tanaman Tebu Terhadap Penyakit Pokahbung. Agrosains Volume 2 No 1: 1-9.
- Zhang, C.L., Bi-Qiang Z., Jia-Ping L., Li-Juan M., Shao Y.C., Christian P.K., Fu-Cheng L. 2008. *Clavatul and patulin formation as the antagonistic principle of Aspergillus clavatonanicus, an endophytic fungus of Taxus mairei*. Appl Microbiol Biotechnol (2008) 78:833–840.

