

**INDUKSI KETAHANAN TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)
TERHADAP PATOGEN *Rhizoctonia solani* Khun DENGAN
INOKULASI BEBERAPA JAMUR ENDOFIT**

Oleh
WULAN SEPTIA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2019

**INDUKSI KETAHANAN TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) TERHADAP
PATOGEN *Rhizoctonia solani* Khun DENGAN INOKULASI BEBERAPA
JAMUR ENDOFIT**

Oleh
WULAN SEPTIA
155040201111111

**AGROEKOTEKNOLOGI
HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

SKRIPSI

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

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

PERNYATAAN

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



Malang, Agustus 2018

Wulan Septia

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Induksi Ketahanan Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)
Terhadap Patogen *Rhizoctonia solani* Khun
dengan Inokulasi Beberapa Jamur Endofit

Nama Mahasiswa : Wulan Septia

NIM : 155040201111111

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph. D
NIP. 19551212 198003 2 003

Antok Wahyu Sektiono, SP.,MP
NIK. 201304 841014 1 001

Diketahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 1958 1018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.
NIP. 19550821 198002 1 002

Antok Wahyu Sektiono, SP., MP
NIK. 2013048410141001

Penguji III

Penguji IV

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D
NIP. 19551212 198003 2 003

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

Tanggal Lulus :



Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orangtua saya, saudara, dan teman seperjuangan saya. Terimakasih atas segala bentuk dukungan dan doanya.

RINGKASAN

Wulan Septia. 155040201111111. Induksi Ketahanan Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Terhadap Patogen *Rhizoctonia solani* Khun Dengan Inokulasi Beberapa Jamur Endofit. Dibawah bimbingan Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D sebagai dosen pembimbing utama dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP. Sebagai dosen pembimbing pendamping.

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas yang sangat penting karena telah menjadi makanan pokok lebih dari setengah penduduk dunia. Sedangkan produktivitas padi di Indonesia rendah disebabkan oleh serangan *R. solani*. Penggunaan pestisida kimia secara terus menerus dapat meningkatkan intensitas penyakit. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk menguji tingkat ketahanan tanaman padi terhadap patogen *R. solani* dengan inokulasi beberapa jamur endofit.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Kegiatan penelitian ini terdiri dari pengambilan tanaman uji dan tanaman yang bergejala hawar pelepah padi, isolasi dan perbanyak jamur *R. solani* yang didapatkan dari gejala penyakit pada tanaman padi, isolasi dan perbanyak jamur endofit yang diambil dari bagian daun dan pelepah tanaman padi dan jagung yang sehat, uji induksi ketahanan tanaman padi dengan cara inokulasi jamur endofit ke tanaman padi dan inokulasi jamur *R. solani* ke tanaman padi, dan analisis data. Rancangan percobaan yang dilakukan dalam uji induksi ketahanan tanaman padi terhadap patogen *R. solani* adalah Rancangan Acak Lengkap. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil penelitian jamur endofit yang didapatkan dari tanaman padi dan jagung yaitu jamur EPP1, jamur EDP, *Fusarium* sp., jamur EPP2, *Helicosporium* sp., *Corynespora* sp., *Trichoderma* sp., jamur EPJ, *Lacellina* sp., dan jamur EDJ. Pada uji antagonis, daya hambat tertinggi adalah jamur *Lacellina* sp. (56,76%) diikuti oleh jamur EDP (47,96%), dan jamur *Helicosporium* sp. (43,92%). Pada induksi, jamur *Lacellina* sp. (20%), jamur edp (20%), jamur *Helicosporium* sp. (20%) menghasilkan intensitas penyakit terendah diikuti oleh jamur edj (27%), jamur epj (40%), jamur *Corynespora* sp. (40%), jamur *Trichoderma* sp. (40%), jamur *Fusarium* sp. (60%), jamur epp2 (60%), jamur epp1 (80%).

SUMMARY

Wulan Septia. 155040201111111. Induction of Rice Plant Resistance (*Oryza sativa* L.) Against *Rhizoctonia solani* Khun Pathogens With Inoculation of Endophytic Fungi. Supervised by Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D and Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.

Rice (*Oryza sativa* L.) a very important commodity because rice is a staple food for more than half of the world's population including Indonesia. However productivity in Indonesia is low which is caused by pathogenic *Rhizoctonia solani*. Almost all of farmers in Indonesia use chemical fungicides to control of the disease, and as it has been known that chemical fungicides is harmful for the environment and consumer. Therefore other techniques of disease control to be consider. The study was conducted to evaluate the roles endophytic fungi to induced rice resistant to *Rhizoctonia solani*.

This study was conducted at Plant Disease Laboratory, Department of Pests and Plant Diseases, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya, Malang. This study included isolation of *Rhizoctonia solani*, exploration of endophytic fungi from healthy leaf and midrib of rice, antagonistic test of isolated endophytic fungi against *Rhizoctonia solani*, and induction of resistance of rice by inoculation of endophytic fungi to rice and inoculation of *Rhizoctonia solani* fungi to rice, and data analysis. The experimental design carried out in the induction test of rice resistance against *Rhizoctonia solani* was a Completely Randomized Design with 10 treatments and 3 times. The data obtained were analyzed using Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) at the level of 5%.

Based on the results of study endophytic fungi obtained from rice are EPP1 fungi, EDP fungi, *Fusarium* sp. fungi, EPP2 fungi, *Helicosporium* sp. fungi, *Corynespora* sp. fungi, *Trichoderma* sp. fungi, EPJ fungi, *Lacellina* sp. fungi, and EDJ fungi. In the antagonistic test, the highest inhibition was the *Lacellina* sp. fungi (56.76%) followed by EDP fungi (47.96%), *Helicosporium* sp. fungi (43.92%), EDJ fungi (37,60%), *Trichoderma* sp. fungi (34,70%), EPP2 fungi (29,45), EPJ fungi (28,51%), *Corynespora* sp. fungi (23,95%), *Fusarium* sp. (22,19%), and EPP1 fungi (19,45%). On induction resistance, *Lacellina* sp. (20%), edp fungi (20%), *Helicosporium* sp. (20%) resulted lowest disease intensity follow by edj fungi (27%), epj fungi (40%), *Corynespora* sp. (40%), *Trichoderma* sp. (40%), *Fusarium* sp. (60%), epp2 (60%), epp1 (80%).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena dengan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Induksi Ketahanan Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Terhadap Patogen *Rhizoctonia solani* Khun. dengan Inokulasi Beberapa Jamur Endofit”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat utama untuk memperoleh gelar sarjana pertanian Strata Satu (S-1).

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Ludji Pudji Astuti, MS selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
2. Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D sebagai dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan saran selama proses penulisan skripsi.
3. Antok Wahyu S., SP.,MP sebagai dosen pembimbing kedua yang telah membetikan bimbingan dan saran selama proses penulisan skripsi.
4. Bapak, Ibu, dan seluruh keluarga yang telah memberi doa serta dorongan material, spiritual, dan semangat selama kegiatan penelitian berlangsung.
5. Para dosen beserta staf pengajar dan karyawan Universitas Brawijaya atas bimbingan dan pengetahuan yang telah diberikan selama proses belajar mengajar.
6. Mahasiswa Fakultas Pertanian Minat Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah membantu dan memberi saran dalam pembuatan skripsi ini.

Penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberi manfaat bagi banyak pihak khususnya bagi penulis sendiri

Malang, Agustus 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di kota Surabaya pada tanggal 06 September 1997 dari pasangan Bapak Moch Rif'an dan Ibu Endang Sri Patmawati . Penulis merupakan putri ketiga dari tiga bersaudara. Riwayat pendidikan penulis pernah menempuh pendidikan di TK Wachid Hasyim Surabaya pada tahun 2002 hingga 2003. Pada tahun 2003 hingga 2009 penulis melanjutkan pendidikan di SDN Balongsari I Surabaya. Tahun 2009 hingga 2012 penulis melanjutkan pendidikan di SMP SHAFTA Surabaya, dan pada tahun 2012 hingga 2015 penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 12 Surabaya. Pada tahun 2015 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur masuk SNMPTN.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Hipotesis.....	2
1.4 Manfaat.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanaman Padi.....	3
2.2 Patogen <i>R. solani</i>	5
2.3 Jamur Endofit.....	7
2.4 Ketahanan Tanaman.....	7
2.5 Induksi Ketahanan Tanaman.....	9
2.6 Varietas Tahan.....	11
3. METODE PENELITIAN	12
3.1 Tempat dan Waktu.....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Metode Penelitian.....	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.4.1 Pengambilan Tanaman Uji dan Tanaman yang Bergejala Hawar Pelepah padi.....	13
3.4.2 Pembuatan Media PDA.....	13
3.4.3 Isolasi, Purifikasi, dan Identifikasi Patogen <i>R. solani</i>	14
3.4.4 Pembuatan Suspensi Jamur <i>R. solani</i>	14
3.4.5 Inokulasi Patogen.....	14
3.4.6 Isolasi, Purifikasi, dan Identifikasi Jamur Endofit.....	15
3.4.7 Uji Antagonisme.....	15
3.4.8 Uji Induksi Ketahanan dan Inokulasi Spora.....	16
3.4.9 Pengamatan Penelitian.....	16
3.4.10 Analisis Data.....	17
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur <i>R. solani</i> dari Tanaman Padi.....	18
4.2 Inokulasi Patogen.....	19
4.3 Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Tanaman Padi dan Jagung.....	19

4.4 Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap Jamur <i>R. solani</i> pada Tanaman Padi	27
4.5 Pengaruh Aplikasi Jamur Endofit terhadap Penyakit Hawar Pelepah pada Tanaman Padi.....	36
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	49



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Deskripsi lengkap varietas padi IR64.....	11
2	Jamur endofit yang ditemukan dari tanaman padi dan jagung	20
3	Rerata presentase penghambatan jamur endofit terhadap jamur <i>R. solani</i>	29
4	Kategori ketahanan tanaman.....	38
5	Presentase intensitas serangan penyakit.....	38

Lampiran

1	Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>R. solani</i> pada 1 HSI.....	50
2	Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>R. solani</i> pada 2 HSI.....	50
3	Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>R. solani</i> pada 3 HSI.....	50
4	Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>R. solani</i> pada 4 HSI.....	51
5	Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>R. solani</i> pada 5 HSI.....	51
6	Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>R. solani</i> pada 6 HSI.....	51
7	Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>R. solani</i> pada 7 HSI.....	52
8	Analisis ragam presentase rerata intensitas penyakit pada 1 MSI	52
9	Analisis ragam presentase rerata intensitas penyakit pada 2 MSI	52
10	Analisis ragam presentase rerata intensitas penyakit pada 3 MSI	53

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Gejala serangan <i>R. solani</i> pada tanaman padi	6
2	Konidia <i>R. solani</i> perbesaran 1000x	6
3	Ilustrasi pengambilan tanaman uji	13
4	Uji antagonisme jamur endofit terhadap <i>R. solani</i>	16
5	Patogen <i>R. solani</i>	18
6	Hasil inokulasi patogen <i>R. solani</i> pada tanaman padi	19
7	Jamur EPJ umur 7 hari pada media PDA.	20
8	Jamur EPP umur 7 hari pada media PDA.....	21
9	Jamur <i>Fusarium</i> sp. umur 7 hari pada media PDA	22
10	Jamur EDJ umur 7 hari pada media PDA	22
11	Jamur <i>Helicosporium</i> sp. umur 7 hari pada media PDA.....	23
12	Jamur <i>Corynespora</i> sp. umur 7 hari pada media PDA	24
13	Jamur <i>Trichoderma</i> sp. umur 7 hari pada media PDA	25
14	Jamur EDP umur 7 hari pada media PDA.....	25
15	Jamur <i>Lacellina</i> sp. umur 7 hari pada media PDA	26
16	Jamur EPP2 umur 7 hari pada media PDA.....	27
17	Histogram rerata presentase penghambatan jamur endofit terhadap <i>R. solani</i> pada 7 HSI	28
18	Uji antagonis jamur EPJ terhadap jamur <i>R. solani</i>	30
19	Uji antagonis jamur EPP1 terhadap jamur <i>R. solani</i>	31
20	Uji antagonis jamur <i>Fusarium</i> sp. terhadap jamur <i>R. solani</i>	31
21	Uji antagonis jamur EDJ terhadap jamur <i>R. solani</i>	32
22	Uji antagonis jamur <i>Helicosporium</i> sp. terhadap jamur <i>R. solani</i>	33
23	Uji antagonis jamur <i>Corynespora</i> sp. terhadap jamur <i>R. solani</i>	33
24	Uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> sp. terhadap jamur <i>R. solani</i>	34
25	Uji antagonis jamur EDP terhadap jamur <i>R. solani</i>	35
26	Uji antagonis jamur <i>Lacellina</i> sp. terhadap jamur <i>R. solani</i>	35
27	Uji antagonis jamur EPP2 terhadap jamur <i>R. solani</i>	36
28	Histogram rerata intensitas penyakit pada 3 MSI.....	37
29	Hasil inokulasi jamur endofit terhadap patogen <i>R. solani</i>	42

LAMPIRAN

1	Hasil inokulasi jamur endofit terhadap patogen <i>R. solani</i> pada pelepah padi	54
---	---	----

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas yang sangat penting karena beras telah menjadi makanan pokok lebih dari setengah penduduk dunia. Di Indonesia, tanaman padi merupakan komoditas utama dalam menyokong pangan masyarakat. Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk yang besar menghadapi tantangan dalam memenuhi kebutuhan pangan penduduk. Oleh karena itu, kebijakan ketahanan pangan menjadi fokus utama dalam pembangunan pertanian. Menurut data BPS (2017), konsumsi beras pada tahun 2017 mencapai 114,6 kg kapita⁻¹ tahun⁻¹ dengan jumlah penduduk sebanyak 265 juta jiwa, sehingga konsumsi beras nasional pada tahun 2017 mencapai 81 juta ton. Kebutuhan akan beras terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang lebih cepat dari pertumbuhan produksi pangan yang tersedia.

Salah satu masalah yang sering terjadi dalam produktivitas padi adalah adanya serangan hama dan penyakit tanaman. Penyakit hawar pelepah padi merupakan salah satu penyakit yang menyerang tanaman padi yang dapat menurunkan produktivitasnya. Penyakit hawar pelepah padi yang disebabkan oleh serangan patogen *R. solani* menyebabkan kehilangan hasil di Indonesia sebesar 20% (Suparyono dan Sudir, 1999), sedangkan di Amerika mencapai 50%, di Jepang dan Filipina berkisar 20–25% (Mew and Rosales, 1992). Semangun (2008) menyatakan bahwa penyakit hawar pelepah akan dapat mempengaruhi panjang malai dan jumlah gabah yang berisi tiap malai serta persen kehampaan. Intensitas penyakit akan terus meningkat apabila pengendalian dengan menggunakan pestisida sintesis secara terus-menerus (Budi dan Mariana, 2007).

Pengendalian yang lebih ramah lingkungan, efektif dan efisien merupakan jawaban untuk menjadi solusi dalam mengurangi penggunaan fungisida sintesis. Salah satu metode pengendalian yang diteliti saat ini adalah induksi ketahanan tanaman dengan pemanfaatan mikroba antagonis. Mikroba antagonis ialah organisme yang dapat menghambat pertumbuhan patogen pada tanaman. Kelompok jamur endofit adalah salah satu mikroba antagonis yang mampu memproduksi senyawa antibiotik yang aktif melawan bakteri maupun jamur patogenik terhadap tumbuhan. Penggunaan mikroba antagonis yang berasal dari endofit jaringan tanaman merupakan cara terbaik untuk dijadikan agens hayati,

sebab agens hayati tidak membutuhkan waktu untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya (Soesanto, 2008). Jamur endofit juga memiliki sifat antagonis dengan menghasilkan antibiotik, kompetisi ruang dan nutrisi. Sehingga kelompok jamur endofit dapat menekan pertumbuhan patogen penyebab penyakit tanaman. Penelitian ini dilakukan untuk menguji tingkat ketahanan tanaman padi terhadap penyakit hawar pelepah padi dengan inokulasi beberapa jamur endofit.

1.2 Tujuan

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan:

1. Eksplorasi berbagai jenis jamur endofit yang ada pada tanaman padi sehat.
2. Mengetahui ketahanan tanaman padi terhadap patogen *R.solani* setelah diinokulasi jamur endofit.

1.3 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah bahwa pada tanaman padi sehat memiliki berbagai jenis jamur endofit yang memiliki kemampuan antagonis terhadap patogen *R. solani* dan tanaman padi lebih tahan terhadap patogen *R. solani* setelah diinokulasi jamur endofit.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberi informasi mengenai jenis-jenis jamur endofit yang terdapat pada tanaman padi sehat serta mengetahui kemampuan antagonis yang dimiliki jamur endofit sebagai agens hayati yang dapat menekan pertumbuhan patogen *R. solani*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Padi

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman pangan yang sangat penting di dunia setelah gandum dan jagung. Padi merupakan tanaman pangan yang sangat penting karena beras masih digunakan sebagai makanan pokok bagi sebagian besar penduduk dunia terutama Asia sampai sekarang. Secara sistematis tanaman padi dapat diklasifikasikan sebagai berikut: Kingdom: *Plantae*, Divisi: *Spermatophyta*, Kelas: *Monocotyledonae*, Famili: *Musaceae*, Genus: *Oryza*, Spesies: *Oryza sativa* L. (Tjitrosoepomo, 2004).

Secara morfologi tanaman padi termasuk tanaman setahun atau semusim. Batang padi berbentuk bulat dengan daun panjang yang berdiri pada ruas-ruas batang dan terdapat sebuah malai pada ujung batang. Bagian Vegetatif dari 10 tanaman padi adalah akar, batang, dan daun, sedangkan bagian generatif berupa malai dari bulir-bulir padi (Kuswanto, 2007).

Akar tanaman padi adalah akar serabut. Radikula (akar primer) yaitu akar yang tumbuh pada saat benih berkecambah. Pada benih yang sedang berkecambah timbul calon akar dan batang. Apabila pada akar primer terganggu, maka akar seminal akan tumbuh dengan cepat. Akar-akar seminal akan digantikan oleh akar-akar sekunder (akar adventif) yang tumbuh dari batang bagian bawah. Bagian akar yang telah dewasa (lebih tua) dan telah mengalami perkembangan berwarna coklat, sedangkan akar yang masih muda berwarna putih (Suhartatik, 2008).

Padi termasuk kedalam familia Graminae yang memiliki batang dengan susunan beruas - ruas. Batang padi berbentuk bulat, berongga, dan beruas. Antar ruas pada batang padi dipisahkan oleh buku. Panjangnya tiap-tiap ruas tidak sama. Ruas yang terpendek terdapat pada pangkal batang dan ruas kedua, ketiga, dan seterusnya lebih panjang dari pada ruas yang didahuluinya. Pada buku bagian bawah ruas terdapat daun pelepah yang 11 membalut ruas sampai buku bagian atas. Pada buku bagian ujung dari daun pelepah memperlihatkan percabangan dimana cabang yang terpendek menjadi ligula (lidah daun) dan bagian yang terpanjang dan terbesar menjadi daun kelopak yang memiliki bagian auricle pada sebelah kiri dan kanan. Daun kelopak yang terpanjang dan membalut ruas yang paling atas dari batang disebut daun bendera (Fitri, 2009).

Padi termasuk tanaman jenis rumput-rumputan mempunyai daun yang berbeda-beda, baik bentuk, susunan, maupun bagian-bagiannya. Ciri khas daun padi adalah terdapat sisik dan telinga daun. Daun tanaman padi tumbuh pada batang dalam susunan yang berselang-seling. Pada setiap buku terdapat satu daun. Setiap daun terdiri atas helai daun yang memiliki bentuk panjang seperti pita. Pelepah daun yang menyelubungi batang berfungsi untuk menguatkan bagian ruas yang jaringannya lunak, telinga daun (auricle), lidah daun (ligule) yang terletak pada perbatasan antara helai daun dan upih. Fungsi dari lidah daun adalah mencegah masuknya air hujan diantara batang dan pelepah daun (Suhartatik, 2008).

Daun yang muncul pada saat terjadi perkecambahan dinamakan koleoptil. Koleoptil keluar dari benih yang disebar dan akan memanjang terus sampai permukaan air. Setelah koleoptil membuka akan diikuti keluarnya daun pertama, daun kedua dan seterusnya hingga mencapai puncak yang disebut daun bendera, sedangkan daun terpanjang biasanya pada daun ketiga. Daun bendera merupakan daun yang lebih pendek dari pada daun-daun di bawahnya, namun lebih lebar dari pada daun sebelumnya. Daun bendera ini terletak di bawah malai padi. Daun padi pada awalnya adalah tunas yang kemudian berkembang menjadi daun. Daun pertama pada batang keluar bersamaan dengan timbulnya tunas (calon daun) berikutnya. Pertumbuhan daun yang satu dengan daun berikutnya (daun baru) mempunyai selang waktu 7 hari (Suhartatik, 2008).

Bunga padi pada hakikatnya terdiri atas tangkai, bakal buah, lemma, palea, putik, dan benang sari. Tiap unit bunga terletak pada cabang-cabang bulir yang terdiri atas cabang primer dan cabang sekunder. Sekumpulan bunga padi (spikelet) yang keluar dari buku paling atas dinamakan malai. Bulirbulir padi terletak pada cabang pertama dan cabang kedua, sedangkan sumbu utama malai adalah ruas buku yang terakhir pada batang. Panjang malai tergantung pada varietas padi yang ditanam dan cara bercocok tanam (Suhartatik, 2008). Bunga padi memiliki perhiasan bunga yang lengkap. Dalam satu tanaman memiliki dua kelamin, dengan bakal buah dibagian atas. Jumlah benang sari ada 6 buah, tangkai sarinya pendek dan tipis, kepala sari besar serta mempunyai dua kantong serbuk. Putik mempunyai dua tangkai putik, dengan dua buah kepala putik yang berbentuk malai yang berwarna putih atau ungu (Sumartono & Hardjono, 1980). Jika bunga padi telah dewasa, palea dan lemma yang semula bersatu akan membuka dengan sendirinya agar

pemanjangan benang sari dapat terlihat dari floret yang membuka. Membukanya palea dan lemma ini terjadi antara jam 10-12, pada suhu 30-32°C. Palea dan lemma akan tertutup setelah kepala sari melakukan penyerbukan (Suhartatik, 2008).

2.2 Patogen *R. solani*

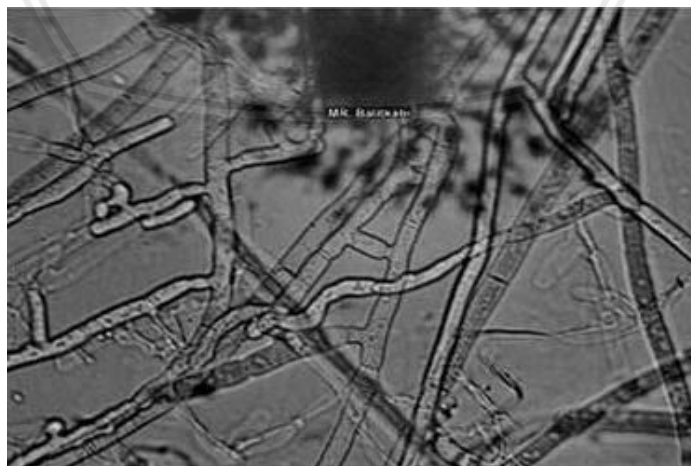
Cendawan *R. solani* adalah patogen tular tanah yang banyak merusak tanaman, mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi, dan dapat bertahan hidup dalam tanah dengan waktu yang lama dalam bentuk sklerotia (Semangun 2008). penyebaran penyakit hawar pelepah meluas di Asia dan sejumlah negara di dunia. Grosch *et al.*, (2006) melaporkan penyakit ini juga ditemukan di Amerika Serikat dengan sebaran cukup luas. Klasifikasi patogen *R. solani* Menurut (Alexopoulos, 1996) adalah Kingdom: *Fungi*, Filum: *Deuteromycota*, Kelas: *Deuteromycetes*, Ordo: *Agonomycetales*, Family: *Agonomycetaceae*, Genus: *Rhizoctonia*, Spesies: *Rhizoctonia solani* Khun.

Jamur *R. solani* penyebab hawar pelepah padi juga dapat menginfeksi rumput-rumputan sebagai inang alternatif di sekitar sawah (Hiddink *et al.*, 2005). Kondisi semacam ini menekankan bahwa penyakit hawar pelepah sulit dikendalikan karena sumber inokulum *R. solani* selalu tersedia di lahan pertanian sepanjang musim. *R. solani* merupakan jamur tanah yang berasosiasi dengan residu tanaman sehingga sumber inokulum selalu ada di dalam tanah dan dapat bertahan hidup dalam bentuk aktif maupun dorman (Miller & Webster, 2001). Pada tumpukan jerami sisa panen banyak ditemukan sklerosium dan miselium yang infeksi. Perkembangan penyakit hawar pelepah padi diawali dari propagul jamur *R. solani* berkecambah dan menginfeksi bagian pelepah daun padi, kemudian berkembang ke arah dalam dan menginfeksi bagian batang padi (gambar 1). Kerusakan yang terjadi pada ruas batang menyebabkan tanaman padi mudah rebah serta dapat menghambat aliran air dan nutrisi (Inagaki, 2001). Perkembangan lebih lanjut, infeksi dapat mencapai seluruh bagian daun dan menimbulkan gejala hawar yang dapat meluas sampai ke daun bendera.



Gambar 1. Gejala serangan *R. solani* pada tanaman padi (Soenartiningih *et al.*, 2015)

Morfologi jamur *R. solani* ialah memiliki hifa yang jika masih muda mempunyai percabangan yang membentuk sudut 45° , semakin dewasa percabangannya tegak lurus, kaku, dan mempunyai ukuran yang sama. Diameter hifa jamur *R. solani* bergantung pada isolat dan jenis medium yang digunakan. *R. solani* yang diisolasi dengan medium PDA mempunyai diameter $4-6 \mu\text{m}$, dan yang diisolasi dengan medium *Hopkins syntetic* agar mencapai $6-13 \mu\text{m}$. Setiap isolat mempunyai diameter $8-12 \mu\text{m}$, tetapi ada yang berdiameter $6,20-9,50 \mu\text{m}$. Sklerotium dari *R. solani* terbentuk dari hifa yang mengalami agregasi menjadi massa yang kompak. Sklerotium pada awal pertumbuhan berwarna putih dan setelah dewasa berubah menjadi coklat. Bentuk sklerotium pada umumnya bulat atau tidak beraturan, dan ukurannya bervariasi, bergantung pada isolatnya (Soenartiningih *et al.*, 2015).



Gambar 2. Konidia *R. solani* perbesaran 1000x (Balitkabi, 2016).

2.3 Jamur Endofit

Strobel (1998) dalam Noverita *et al.*, (2009) menjelaskan, mikroba endofit ialah mikroorganisme yang terdapat di dalam jaringan tumbuhan seperti biji, daun, buah, ranting, batang dan akar. Menurut Rodriguez *et al.*, (2008), hubungan yang terjadi antara mikroba endofit dan tanaman inang adalah merupakan suatu bentuk simbiosis mutualisme, yaitu bentuk hubungan yang saling menguntungkan. Mikroba endofit akan memperoleh nutrisi dari tubuh tanaman inang, begitupun sebaliknya tanaman inang juga akan memperoleh proteksi atau sebuah perlindungan terhadap patogen dari senyawa yang dihasilkan mikroba endofit.

Rubini *et al.*, (2005) mengemukakan, keberadaan mikroba endofit sangat penting bagi tanaman inang ataupun bagi keseimbangan ekologi karena dapat melindungi inang dari serangan patogen, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan. Menurut Radji (2005), mikroba endofit terdiri atas jamur dan bakteri yang terdapat pada sekitar 300.000 jenis tanaman yang tersebar di seluruh dunia. Jamur endofit diketahui dapat menghasilkan berbagai senyawa fungsional yang berupa senyawa antikanker, antivirus, antibakteri, antifungi serta hormon pertumbuhan tanaman (Noverita *et al.*, 2009). Motaal *et al.*, (2010) juga menambahkan, jamur endofit banyak menghasilkan senyawa bioaktif yang berguna untuk meningkatkan ketahanan inang dari serangan patogen. Menurut Kumala dan Siswanto (2007), jamur endofit akan menginfeksi tumbuhan yang sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim serta antibiotik.

2.4 Ketahanan Tanaman

Secara alamiah tanaman memiliki ketahanan tertentu terhadap patogen. Ketahanan yang dimaksud adalah ketahanan tanaman yang dikuasai oleh gen, sehingga sifat ketahanannya dapat diwariskan kepada keturunannya. Perkembangan gen tahan pada tanaman merupakan hasil koevolusi antara inang dengan patogen yang telah berlangsung lama (Rahim *et al.*, 2012). Muhuria (2003) menyatakan bahwa ketahanan tanaman bersifat (1) genik, yaitu sifat tahan yang diatur oleh sifat genetik yang dapat diwariskan, (2) morfologik, yaitu sifat tahan karena sifat morfologi tanaman yang tidak menguntungkan bagi hama/patogen, dan (3) kimiawi, yaitu sifat tahan karena zat kimia yang dihasilkan tanaman.

Berdasarkan susunan dan sifat gen, ketahanan genetik dapat dibedakan menjadi: (1) monogenik, yaitu sifat tahan yang diatur oleh satu gen dominan atau resesif, (2) oligogenik, yaitu sifat tahan yang diatur oleh beberapa gen yang saling menguatkan, dan (3) poligenik, yaitu sifat tahan yang diatur oleh banyak gen yang saling menambah dan masing-masing gen memberikan reaksi yang berbeda sehingga timbul ketahanan dengan spektrum luas. Ketahanan genetik dibedakan menjadi beberapa tipe: (1) vertikal, yaitu bersifat sangat tahan namun mudah patah (menjadi tidak tahan) oleh munculnya biotipe/patotipe baru, (2) horizontal, yaitu memiliki tingkat ketahanan dengan status “agak tahan”, dan (3) ganda atau multilini, yaitu campuran beberapa galur dengan komponennya masing-masing memiliki fenotipe yang sama namun gen yang berbeda memiliki ketahanan terhadap beberapa jenis hama/pathogen (Muhuria, 2003).

Ketahanan vertikal terdapat pada varietas yang memiliki ketahanan terhadap satu atau beberapa ras patogen dan bersifat mengurangi inokulum awal infeksi dari patogen sehingga mengurangi tingkat keparahan penyakit. Ketahanan horizontal terjadi apabila tanaman inang sama efektifnya terhadap semua ras patogen dan memiliki daya kerja yang dapat menurunkan epidemi setelah terjadi perkembangan patogen. Varietas dengan ketahanan vertikal mudah patah sehingga perlu diupayakan melepas varietas yang memiliki ketahanan horizontal atau ketahanan ganda (*multiple resistance*) atau multilini sebagai suatu upaya untuk mengurangi kepekaan genetik yang biasa dialami oleh varietas dengan ketahanan vertikal (Muhuria 2003).

Secara umum tumbuhan akan memberikan respon terhadap serangan patogen dan respon tersebut akan bertanggung jawab terhadap resistensi tanaman terhadap patogen. Akibat adanya serangan patogen akan memberikan reaksi pertahanan untuk melindunginya. Tanaman akan mempertahankan diri dengan dua cara, yaitu (i) adanya sifat-sifat struktural pada tanaman yang berfungsi sebagai penghalang fisik dan akan menghambat patogen untuk masuk dan menyebar di dalam tanaman, dan (ii) respon biokimia yang berupa reaksi-reaksi kimia yang terjadi di dalam sel dan jaringan tanaman sehingga patogen dapat mati atau terhambat pertumbuhannya (Edy, 2003).

2.5 Induksi Ketahanan Tanaman

Induksi ketahanan tanaman merupakan ketahanan yang berkembang setelah tanaman diinokulasi dengan agens biotik, senyawa kimia, atau perlakuan fisik. Induksi ketahanan dapat dilakukan dengan cara menginokulasi tanaman dengan spora cendawan atau bakteri yang telah dimatikan dengan perlakuan panas, dan inokulasi patogen pada fase tanaman belum rentan terhadap patogen. Agar ketahanan terinduksi dapat muncul, maka harus ada lag period antara pemberian agens penginduksi dan inokulasi tantangan (*challenge inoculation*). Waktu tersebut dibutuhkan untuk menyintesis dan mendistribusikan zat-zat secara sistemik dari bagian tanaman yang diberi perlakuan agens penginduksi ke bagian lain tanaman tersebut. Ketahanan terinduksi yang bersifat lokal biasanya berkembang 2 sampai 3 hari setelah perlakuan, sedangkan ketahanan terinduksi yang bersifat sistemik berkembang 7 hari setelah perlakuan atau bahkan 3 sampai 5 minggu. Ketahanan terinduksi dapat berkembang jika sel-sel inang mampu melakukan transkripsi dan menghasilkan enzim atau protein yang mengaktifkan gen yang bertanggung jawab dalam mekanisme pertahanan tanaman tersebut. Peningkatan aktivitas enzim peroksidase, fenilalanin amonia liase, fitoaleksin, lignifikasi, dan proteinase inhibiting juga ditemukan pada beberapa tanaman yang mengalami peningkatan pertahanan terinduksi (Agrios 2005).

Beberapa mekanisme alami yang dapat dimanfaatkan dalam penggunaan agens hayati adalah dengan cara memanfaatkan hubungan antagonis antara patogen dengan agens hayati secara langsung (antibiosis, kompetisi, parasitisme), maupun secara tidak langsung (induksi ketahanan) (Janse 2005). Bakteri atau jamur nonpatogenik dapat menginduksi respons *induce systemic resistance* (ISR) pada tanaman sebagaimana patogen dapat menginduksi sistem pertahanan *systemic acquired resistance* (SAR). ISR terinduksi oleh bakteri atau jamur nonpatogenik yang bergantung pada respon dari asam jasmonat dan etilen. ISR efektif melawan patogen dengan dibatasi oleh asam jasmonat dan etilen sebagai mekanisme pertahanan dasar. Adanya induksi ketahanan dapat meningkatkan ketahanan dasar inang dalam menghadapi patogen (Chaudary *et al.*, 2007). ISR pada dasarnya memiliki kesamaan dengan SAR. Perbedaan antara ISR dengan SAR adalah ISR tidak menyebabkan adanya gejala tampak seperti lesio nekrotik (Compant *et al.*,

2005). Ramamoorthy *et al.*, (2001) memaparkan bahwa mekanisme ISR terjadi sebagai akibat perubahan fisiologi tanaman yang kemudian menstimulasi terbentuknya senyawa kimia yang berguna dalam pertahanan terhadap serangan patogen. Perubahan fisiologi tersebut dapat berupa modifikasi struktural dinding sel atau perubahan reaksi biokimia pada tanaman inang. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan adanya induksi ketahanan sistemik oleh bakteri atau jamur yaitu adanya sumbangan lipopolisakarida oleh bakteri, produksi siderofor, dan produksi asam salisilat yang dapat terjadi secara langsung oleh bakteri ataupun secara tidak langsung (Van Loon *et al.*,1998).

2.6 Varietas Tahan

Varietas tahan adalah varietas tanaman yang mempunyai kemampuan untuk menolak atau menghindari, sembuh kembali dan mentolelir dari serangan hama atau penyakit yang tidak dipunyai oleh tanaman lain yang sejenis dan pada tingkat serangan yang sama. Varietas tahan merupakan varietas yang mampu menghasilkan produk yang lebih banyak dan lebih baik dibandingkan dengan varietas lain pada tingkat populasi yang sama (Samsudin,2008). Salah satu varietas padi sawah yang sering dibudidayakan salah satunya adalah varietas IR64.

Varietas ini memiliki tinggi batang ± 85 cm, anakan produktif banyak dengan bobot 1000 butir ± 27 g (Puslittan, 2013). Djunainah *et al.*, (1993) menyatakan bahwa varietas IR64 sangat digemari oleh para petani dan konsumen karena rasa nasi enak, umur genjah (110–125 hari), dan potensi hasil yang tinggi yaitu mencapai 5 ton/ha. Varietas IR64 merupakan salah satu varietas padi sawah yang hemat dalam mengkonsumsi air. Konsumsi air bervariasi dengan kisaran 15.93–24.13 l/tanaman. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya perbedaan morfologi maupun karakter fisiologi antar genotipe.

Kelebihan pemanfaatan tanaman tahan yaitu dapat mengendalikan populasi hama/penyakit tetap di bawah ambang kerusakan dalam jangka panjang, tidak berdampak negatif pada lingkungan, tidak membutuhkan alat dan teknik aplikasi tertentu, tidak membutuhkan biaya tambahan lain, dapat dikombinasikan dengan hampir semua teknik pengendalian. Namun terdapat beberapa kelemahan antara lain daya tahan suatu varietas terbatas pada beberapa spesies saja, varietas resisten yang tersedia belum tentu disukai oleh petani, diperlukan usaha dan waktu

penyuluhan yang intensif untuk mengenalkan jenis varietas baru kepada petani, biaya yang harus disediakan untuk mengganti varietas lama dengan yang baru cukup banyak (Sopialena, 2017). Berikut merupakan deskripsi lengkap varietas padi IR64 menurut (BBTP, 2009) :

Tabel 1. Deskripsi lengkap varietas padi IR64

Nomor seleksi	IR18348-36-3-3
Asal persilangan	IR5657/IR2061
Golongan	Cere
Umur tanaman	110 - 120 hari
Bentuk tanaman	Tegak
Tinggi tanaman	115 – 126 cm
Anakan produktif	20 - 35 batang
Warna kaki	Hijau
Warna batang	Hijau
Warna telinga daun	Tidak berwarna
Warna lidah daun	Tidak berwarna
Warna daun	Hijau
Muka daun	Kasar
Posisi daun	Tegak
Daun bendera	Tegak
Bentuk gabah	Ramping, panjang
Warna gabah	Kuning bersih
Kerontokan	Tahan
Kerebahan	Tahan
Tekstur nasi	Pulen
Kadar amilosa	23%
Indeks Glikemik	70
Bobot 1000 butir	24,1 g
Rata-rata hasil	5,0 t/ha
Potensi hasil	6,0 t/ha
Ketahanan terhadap Hama Penyakit :	Tahan wereng coklat biotipe 1, 2 dan agak tahan wereng coklat biotipe 3, Agak tahan hawar daun bakteri strain IV dan Tahan virus kerdil rumput
Anjuran tanam	Baik ditanam di lahan sawah irigasi dataran rendah sampai sedang
Pemulia	Introduksi dari IRRI
Dilepas tahun	1986

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan November 2018 – Juli 2019.

3.2 Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian adalah cawan Petri diameter 9 cm, autoklaf, gelas ukur 1000 ml, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFB), *centrifuge*, mikroskop jarum ose, beaker glass, bunsen, *cutter*, gunting, *cover glass*, *cook borer*, *object glass*, timbangan, penggaris, pinset, *handsprayer*, pipet, kamera, tabung erlenmeyer, *rotary shaker*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah: alkohol 70%, Natrium Hipoklorit 5% dan 2%, media *Potato Dextrose Agar* (PDA) (1 liter sari kentang, 20 gr agar, 20 gr dextrose), aquades steril, *plastic wrapping*, spirtus, *tissue*, kapas, kertas label, buku identifikasi jamur, tanaman padi sehat, dan tanaman padi yang terserang patogen *R. solani*.

3.3 Metode Penelitian

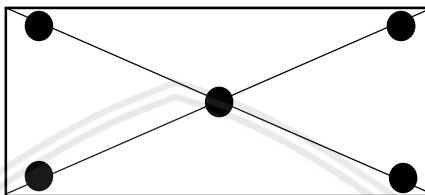
Metode yang digunakan dalam penelitian adalah eksplorasi dan eksperimental dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pengambilan tanaman uji dan tanaman yang bergejala hawar pelepah padi.
2. Isolasi dan perbanyak jamur *R. solani* yang didapatkan dari gejala penyakit pada tanaman padi.
3. Inokulasi patogen dengan cara inokulasi biakan murni jamur *R. solani* ke tanaman padi yang rentan penyakit hawar pelepah.
4. Isolasi dan perbanyak jamur endofit yang diambil dari bagian tanaman padi yang sehat.
5. Uji induksi ketahanan tanaman padi dengan cara inokulasi jamur endofit ke tanaman padi dan inokulasi jamur *R. solani* ke tanaman padi.
6. Analisis data.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan Tanaman Uji dan Tanaman yang Bergejala Hawar Pelepah Padi

Pengambilan tanaman uji yaitu tanaman padi dan tanaman yang bergejala hawar pelepah padi diambil di kelurahan Jatimulyo, Lowokwaru, Malang. Pengambilan tanaman uji dilakukan dengan mengambil tanaman padi yang sehat secara keseluruhan. Pengambilan sampel tanaman dilakukan menurut garis diagonal lahan (gambar 3). Setiap titik sampel diambil masing-masing 2 tanaman uji.



Gambar 3. Ilustrasi pengambilan tanaman uji

Pengambilan tanaman yang bergejala penyakit hawar pelepah daun yaitu dengan cara mengambil tanaman yang menunjukkan gejala hawar yang ada di bagian pelepah. Hawar mula-mula berwarna kelabu kehijau-hijauan, berbentuk oval atau elips dengan panjang 1–3 cm, pada pusat bercak warna menjadi putih keabu-abuan dengan tepi berwarna coklat.

3.4.2 Pembuatan Media PDA

Media isolasi patogen tanaman yang terserang patogen *R. solani* menggunakan media PDA. Media PDA merupakan media yang sering digunakan dalam menumbuhkan jamur. Pembuatan media PDA membutuhkan kentang 200 gr, dextrose 20 gr, agar 20 gr, klorampenikol 0,2 gr/L, dan aquades 1 L.

Pembuatan media PDA diawali dengan cara kentang dikupas terlebih dahulu kemudian dipotong dadu dengan volume kurang lebih 1 cm³ kemudian dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Kemudian kentang direbus dalam 1 L aquades hingga tekstur kentang menjadi lunak. Setelah teksturnya lunak, kentang disaring dan selanjutnya diambil dari air hasil rebusan. Air rebusan yang berisi sari kentang kemudian dicampurkan dengan dextrose lalu didihkan. Setelah mendidih agar dimasukkan dalam larutan dan diaduk hingga larut dan menyatu, kemudian media yang sudah jadi dimasukkan ke dalam botol media lalu ditutup dengan aluminium foil dan selanjutnya dibalut dengan plastik *wrap*. Media dalam botol akan disterilisasikan dengan menggunakan autoclave selama 20 menit dengan suhu 120°C

(Sastrahidayat, 2014). Setelah di autoclave tuang klorampenikol kemudian media di tuang ke cawan Petri.

3.4.3 Isolasi, Purifikasi dan Identifikasi Patogen *R. solani*

Isolasi patogen *R. solani* dengan cara daun yang bergejala penyakit dicuci dengan aquades steril, kemudian dipotong dengan ukuran 1 cm dengan setengah bagian sehat dan setengah bagian sakit. Selanjutnya direndam dengan NaOCl 1% dengan Alkohol 70% dalam dua tahap aquades steril masing-masing selama 1 menit kemudian dikeringkan diatas tissue steril dan ditanam pada media PDA dalam kondisi aseptik (Indratmi, 2000 dalam Puspitasari *et al.*, 2014).

Pemurnian atau purifikasi dilakukan dengan mengambil isolat yang sesuai dengan makroskopis *R. solani* dan dibiakkan kembali ke media PDA yang baru hingga diperoleh isolat tunggal atau murni. Pemurnian atau purifikasi jamur *R. solani* dilakukan dengan mengambil sebagian miselium jamur menggunakan jarum ose yang telah disterilkan dengan alkohol, lalu miselium dimasukkan ke media PDA yang baru. Kemudian dilakukan inkubasi jamur patogen hingga koloni tumbuh pada cawan Petri di media PDA baru.

Isolat yang telah murni kemudian diidentifikasi secara makroskopis dengan mengamati pertumbuhan koloni jamur pada cawan Petri, tekstur koloni, warna koloni, pola sebaran dan juga melihat ada tidaknya lingkaran kosentris. Isolat murni juga diidentifikasi secara mikroskopis dengan cara isolat murni diambil menggunakan jarum Ose kemudian diletakkan pada *object glass* dan ditutup dengan *cover glass* kemudian di *squash* kemudian diinkubasi di tempat steril dan dibandingkan dengan buku Kunci Identifikasi Jamur. Parameter yang diamati meliputi morfologi hifa, bentuk dan ukuran hifa.

3.4.4 Pembuatan Suspensi Jamur *R. solani*

Pembuatan suspensi inokulum *R. solani* dilakukan dengan menambahkan 10 ml aquades steril ke dalam biakan murni jamur pada cawan Petri lalu kocok hingga homogen. Populasi spora *R. solani* yang digunakan untuk inokulasi adalah 1×10^6 zoospora/ml.

3.4.5 Inokulasi Patogen

Isolat *R. solani* yang diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis telah sesuai dengan pustaka, maka dilakukan inokulasi patogen untuk membuktikan

bahwa *R. solani* yang telah diisolasi merupakan penyebab penyakit hawar pelepah pada tanaman padi. Inokulasi dilakukan dengan cara isolat-isolat yang diperoleh kemudian diinokulasi pada bibit padi berumur 30 hari setelah pembibitan yang sehat dengan cara injeksi suspensi dengan perlakuan pada pelepah tanaman dilukai. Pelukaan pada pelepah untuk setiap isolat dilakukan dengan menggunakan jarum suntik yang steril. Tanaman yang telah diinokulasi kemudian ditutup menggunakan plastik. Hal ini bertujuan untuk menghindari penguapan yang berlebihan serta menjaga kelembaban tanaman. Pengamatan mulai dilakukan ketika gejala hawar pelepah muncul.

3.4.6 Isolasi, Purifikasi, dan Identifikasi Jamur Endofit

Bagian tanaman padi yang sehat dicuci pada air mengalir, kemudian dipotong lebih kurang 1 cm sebanyak 5 potong masing-masingnya. kemudian disterilkan secara terpisah dengan cara merendamnya ke dalam larutan alkohol 70% selama 2 menit, dan direndam ke dalam aquades sebanyak 2 kali dan diletakkan di atas kertas tisu steril hingga kering. Potongan bagian tanaman diletakkan di media PDA steril yang berbeda kemudian diinkubasi di dalam inkubator pada suhu ruangan hingga koloni tumbuh pada cawan Petri di media PDA. Pemurnian endofit dilakukan untuk mendapatkan isolat murni dengan memilih koloni yang tumbuh dominan dan berbeda yang memiliki karakteristik morfologi koloni jamur. Pemurnian dilakukan dengan mengambil koloni tunggal dan digoreskan pada media PDA yang baru. Koloni diamati hingga ditemukan pertumbuhan isolat murni.

Isolat yang telah murni kemudian diidentifikasi secara makroskopis dengan mengamati pertumbuhan koloni jamur pada cawan Petri, tekstur koloni, warna koloni, pola sebaran dan juga melihat ada tidaknya lingkaran kosentris. Isolat murni juga diidentifikasi secara mikroskopis dengan cara isolat murni diambil menggunakan jarum Ose kemudian diletakkan pada object glass kemudian di squash kemudian diinkubasi di tempat steril dan dibandingkan dengan buku Kunci Identifikasi Jamur. Parameter yang diamati meliputi morfologi hifa, bentuk dan ukuran hifa.

3.4.7 Uji Antagonisme

Uji antagonis dilakukan dengan cara menumbuhkan jamur patogen dan jamur endofit pada satu cawan yang sama. Jamur patogen *R. Solani* diletakkan pada tengah cawan dan di inokulasikan tiga hari lebih awal dikarenakan

pertumbuhan jamur patogen yang lama. Selanjutnya jamur endofit diinokulasikan pada empat titik di sekitar jamur patogen (gambar 4). Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Kontrol jamur patogen *R. solani* ditumbuhkan sendiri. Semua cawan Petri diinkubasi pada suhu 25°C selama 7 hari. Hasil uji antagonis selanjutnya dihitung dalam rumus menurut (Ningsih *et al.*, 2016) :

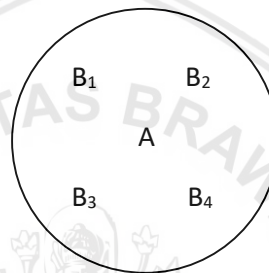
$$PI = \frac{(C-T)}{C} \times 100\%$$

Dimana:

PI : Presentase penghambat pertumbuhan miselium (%)

C : Diameter miselium patogen pada cawan Petri kontrol (cm)

T : Diameter miselium patogen pada cawan Petri perlakuan (cm)



Gambar 4. Uji antagonisme jamur endofit terhadap *R. solani*

Dimana:

A : Jamur patogen *R. solani*

B₁, B₂, B₃, B₄ : Jamur Endofit

3.4.8 Uji Induksi Ketahanan dan Inokulasi Spora

Uji induksi ketahanan dilakukan dengan cara inokulasi biakan murni jamur endofit ke bagian tanaman padi. Selanjutnya dilakukan inokulasi spora *R. solani* pada tanaman padi untuk mengetahui bagaimana ketahanan tanaman padi terhadap patogen tersebut setelah diberi jamur endofit.

3.4.9 Pengamatan Penelitian

Pengamatan dilakukan sejak gejala mulai terlihat. Peubah yang diamati ialah masa inkubasi patogen (hari inokulasi sampai timbulnya gejala pertama), intensitas penyakit dan tingkat ketahanan tanaman. Pengamatan intensitas penyakit hawar pelepah dilakukan pada setiap tanaman dan dilakukan skoring pada setiap pelepah daun. Sistem skoring adalah sebagai berikut:

1 = Gejala pada pelepah dengan lesio sangat kecil sekitar 0-1 cm dan terdapat infeksi pada beberapa daun

- 2 = Gejala pada pelepah dengan lesio sekitar 1,1-2 cm dan terdapat beberapa infeksi pada beberapa daun
- 3 = Gejala pada pelepah dengan lesio yang mulai melebar sekitar 2,1-3 cm dan daun beberapa mulai melengkung
- 4 = Gejala pada pelepah dengan lesio sekitar 3,1-4 cm dan semua daun melengkung
- 5 = Tanaman mati

Nilai skoring setelah didapat, kemudian dimasukkan dalam rumus:

$$I = \frac{\Sigma(v \times n)}{Z \times N}$$

Dengan keterangan:

I = Intensitas penyakit (%)

v = Skala kerusakan pada pelepah yang terserang

n = Jumlah pelepah yang diamati pada setiap serangan

Z = Skala tertinggi dari kategori serangan

N = Jumlah tanaman sampel yang diamati

Kelas ketahanan tanaman berdasarkan intensitas serangan penyakit berpedoman pada (IRRI, 1996) dikelompokkan sebagai berikut:

Tahan = 1-5%

Agak tahan = 6-12%

Agak rentan = 13-25%

Rentan = 26-50%

Sangat rentan = 51-100%

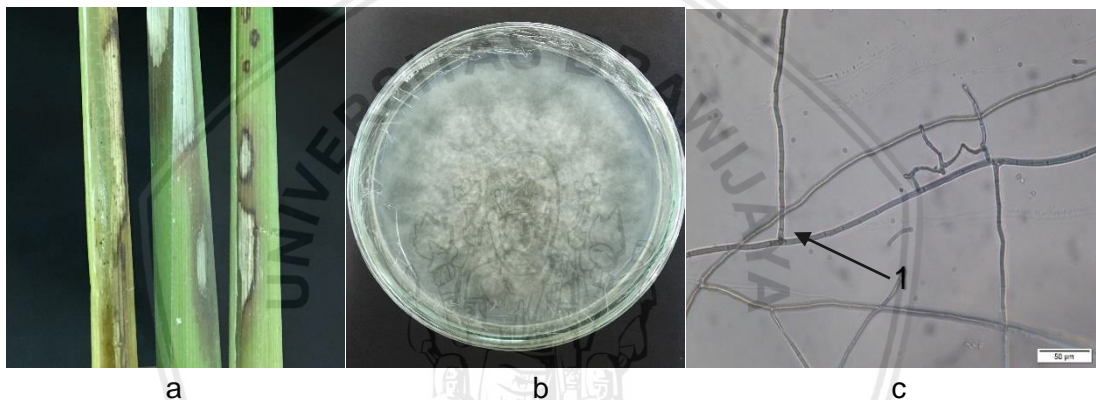
3.4.10 Analisis Data

Rancangan percobaan yang dilakukan dalam uji induksi ketahanan tanaman padi terhadap patogen *R. solani* adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data yang diperoleh dianalisis ragam dan apabila perlakuan berbeda nyata, maka dilanjutkan menggunakan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Analisis data diolah menggunakan Microsoft excel dan aplikasi SPSS 21.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur *R. solani* dari Tanaman Padi

Hasil isolasi pelepah padi yang bergejala hawar didapatkan biakan murni *R. solani* pada media PDA. Pengamatan jamur *R. solani* berumur 14 hari memiliki ciri-ciri koloni patogen mula-mula berwarna putih kecoklatan dan lama kelamaan berubah warna menjadi kehitaman, pertumbuhan koloni melingkar, miselium halus dengan tepian tak beraturan, dan memiliki elevasi berbukit-bukit. Pendapat ini diperkuat oleh pendapat menurut (Parmeter, 1970) bahwa pigmen hifa *R. solani* umumnya bervariasi, dengan warna utama coklat. Koloni yang muda pada media buatan biasanya berwarna putih atau mendekati putih, tetapi dengan bertambahnya umur maka koloni akan menjadi coklat tua atau hitam.



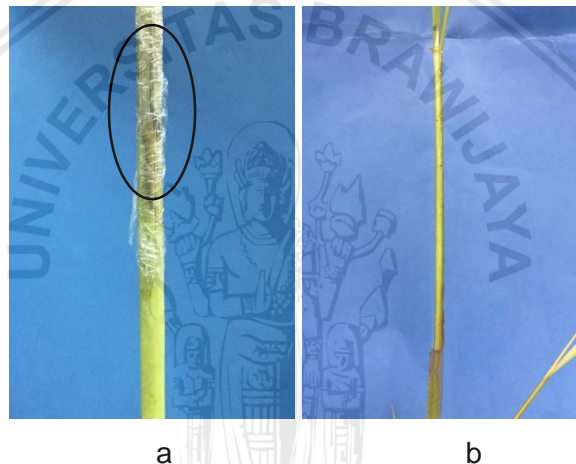
Gambar 5. Patogen *R. solani*. a: gejala serangan patogen *R. solani* pada pelepah padi; b: koloni *R. solani* umur 14 hari pada media PDA; c: morfologi *R. solani*, 1: percabangan hifa yang membentuk sudut hampir siku

Pengamatan mikroskopis hifa *R. solani* mempunyai percabangan yang membentuk sudut yang hampir siku, percabangannya tegak lurus, dan mempunyai ukuran yang sama. Sklerotium pada awal pertumbuhan berwarna putih dan setelah dewasa berubah menjadi coklat. (Barnett dan Hunter, 1998) menyampaikan bahwa misellium genus *Rhizoctonia* biasanya panjang, tidak memiliki konidia, dan sklerotia berwarna hitam. Pernyataan ini diperkuat oleh pendapat (Soenartiningih 2009) yang menyatakan bahwa hifa *R. solani* yang masih muda mempunyai percabangan yang membentuk sudut siku, semakin dewasa percabangannya tegak lurus, kaku, dan mempunyai ukuran yang sama (*uniform*). Diameter hifa jamur *R. solani* bergantung pada isolat dan jenis medium yang digunakan. Sklerotium dari *R. solani* terbentuk dari hifa yang mengalami agregasi menjadi massa yang kompak.

Sklerotium pada awal pertumbuhan berwarna putih dan setelah dewasa berubah menjadi coklat. Bentuk sklerotium pada umumnya bulat atau tidak beraturan, dan ukurannya bervariasi, bergantung pada isolatnya.

4.2 Inokulasi Patogen

Hasil inokulasi untuk serangan patogen *R. solani* pada tanaman padi menunjukkan hasil yang positif terserang penyakit, hal ini terbukti bahwa pada pengujian selama waktu 4 hari muncul gejala hawar pada pelepah padi. Hawar berbentuk lonjong berwarna keabuan dengan tepian berwarna coklat (Gambar 6a). Hal ini diperkuat oleh pendapat (Suparyono, 1999) yang menyatakan bahwa gejala hawar pelepah daun pada awalnya, bercak berbentuk lonjong, berwarna hijau keabuan, dan berukuran panjang antara 1-3 cm. Pusat bercak menjadi berwarna putih keabuan dengan tepi berwarna coklat.



Gambar 6. Hasil inokulasi patogen *R. solani* pada pelepah padi, a: perlakuan; b: kontrol

4.3 Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Tanaman Padi dan Jagung

Isolasi endofit dari tanaman padi dan jagung ditemukan 10 isolat jamur pada bagian tanaman padi dan jagung. Dari 10 isolat jamur, terdapat 5 jamur yang teridentifikasi dan 5 jamur yang tidak teridentifikasi. Jamur yang teridentifikasi yaitu jamur *Fusarium* sp., *Xenosporium* sp., *Corynespora* sp., *Trichoderma* sp., dan *Nigrospora* sp., dan yang tidak teridentifikasi yaitu jamur EPP1 (Endofit Pelepah Padi 1), jamur EPP2 (Endofit Pelepah Padi 2), jamur EDP (Endofit Daun Padi), jamur EPJ (Endofit Pelepah Jagung), jamur EDJ (Endofit Jagung).

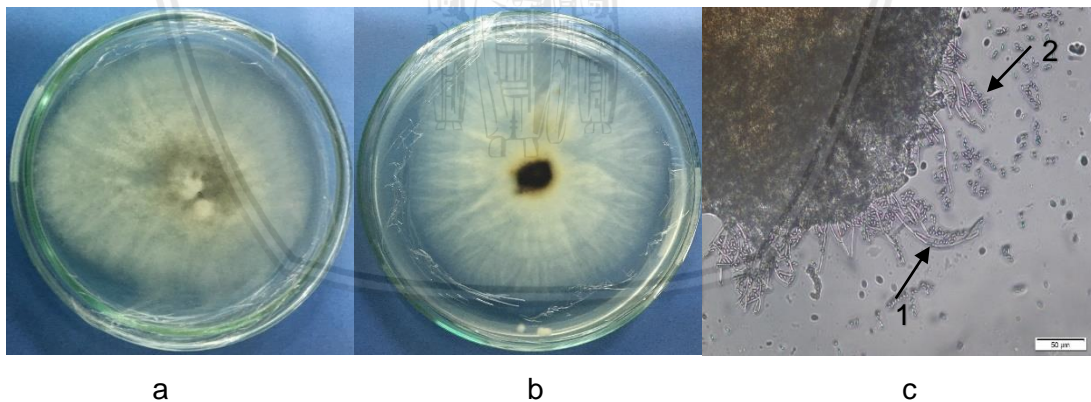
Tabel 2. Jamur endofit yang ditemukan dari tanaman padi dan jagung

Jaringan Tanaman	Genus
Padi	<i>Fusarium</i> sp.
	<i>Trichoderma</i> sp.
	<i>Lacellina</i> sp.
	Jamur EPP1
	Jamur EDP
Jamur EPP2	
Jagung	<i>Helicosporium</i> sp.
	<i>Corynespora</i> sp.
	Jamur EPJ
	Jamur EDJ

Berikut merupakan ciri makroskopis dan mikroskopis jamur endofit yang ditemukan dari jaringan tanaman padi dan jagung:

1. Jamur EPJ (belum teridentifikasi)

Koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna koloni putih. Koloni berbentuk bundar dengan tepian menyebarkan. Memiliki permukaan yang halus dan elevasi yang datar (Gambar 7a). Diameter koloni saat umur 6 hari mencapai 7 cm. Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa bersekat (Gambar 7c). Konidiofor berbentuk lonjong. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur EPJ belum dapat teridentifikasi.

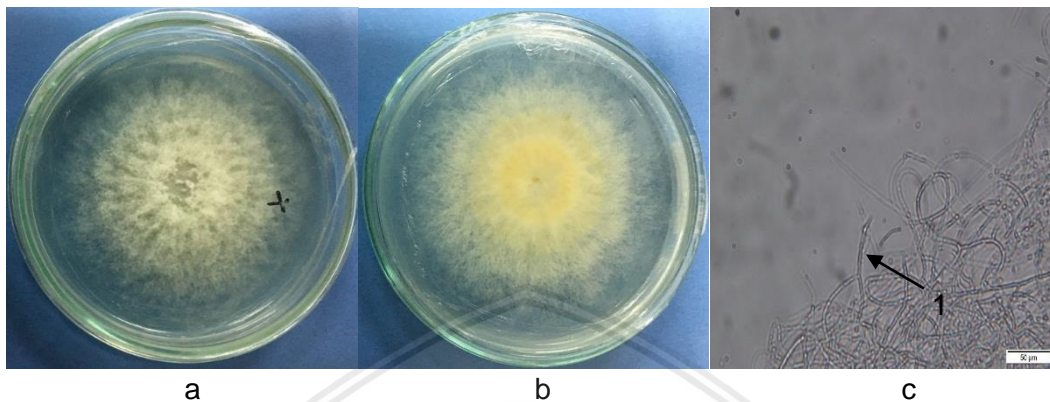


Gambar 7. Jamur EPJ umur 7 hari pada media PDA; a: tampak atas; b: tampak bawah; c: morfologi, 1: hifa 2: konidia

2. Jamur EPP (belum teridentifikasi)

Kenampakan jamur secara makroskopis yaitu koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna koloni putih berbentuk bundar dengan tepian berombak dan memiliki elevasi berbukit-bukit (Gambar 8a). Diameter koloni selama 7 hari

mencapai 6 cm. Sedangkan kenampakan mikroskopis morfologi jamur ditunjukkan dengan adanya hifa panjang, bersekat dan ditengahnya terdapat bulatan (Gambar 8c). Tidak ditemukan konidia hingga hari ke 7 masa inkubasi. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis, jamur EPP tidak dapat teridentifikasi.

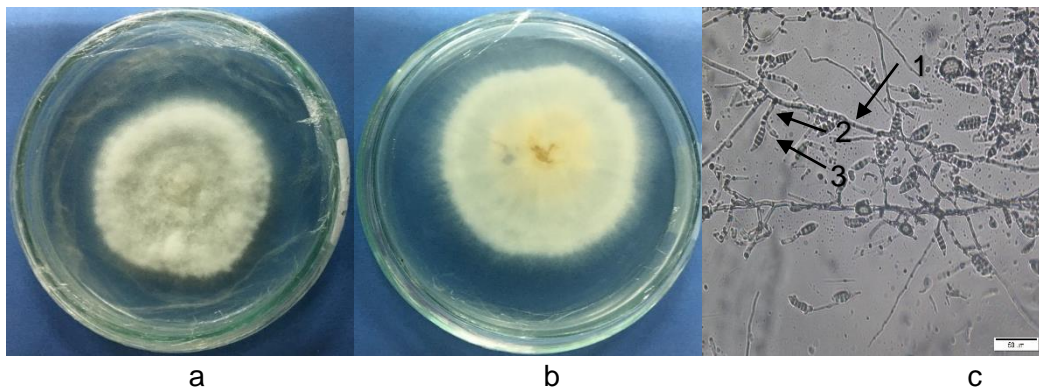


Gambar 8. Jamur EPP umur 7 hari pada media PDA; a: tampak atas; b: tampak bawah; c: morfologi, 1: hifa

3. Jamur *Fusarium* sp.

Koloni pada media PDA menunjukkan warna permukaan koloni putih. Bentuk koloni bergerigi dan pola pertumbuhannya menyebar. Permukaannya halus seperti kapas, memiliki elevasi timbul, tidak transparan, dan tepian seperti wol. Pertumbuhan diameter koloni saat berumur 7 hari mencapai 6,5 cm (Gambar 9a). Hal ini sesuai dengan pendapat menurut (Gandjar *et al.*, 1999) yang menyatakan bahwa miselia jamur *Fusarium* seperti kapas, kemudian menjadi seperti beludru dan berwarna putih atau salem. (Barnett dan Hunter, 1998) juga berpendapat misellium *Fusarium* luas dan berbentuk seperti kapas, pada miselliumnya terkadang juga ada semburat berwarna merah muda, ungu, atau kuning pada media.

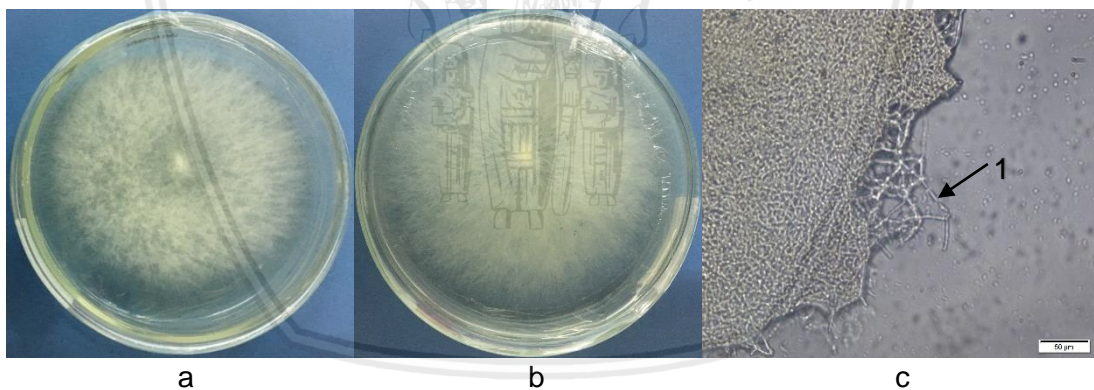
Konidiofor *Fusarium* sp. berbentuk lonjong dengan tengah sedikit membesar dengan ujung melengkung seperti bulan sabit (Gambar 9c). Hal ini diperkuat oleh pendapat (Gandjar *et al.*, 1999) bahwa konidiofor *Fusarium* dapat bercabang atau tidak, memiliki konidiofor yang bersepta 3-5, berbentuk *fusiform*, sedikit membengkok dan meruncing pada kedua ujungnya. (Barnett dan Hunter, 1998) juga berpendapat bahwa konidiofor *Fusarium* dapat berbentuk kecil dan sederhana atau lebar namun pendek, memiliki bentuk yang tidak beraturan dan bercabang.



Gambar 9. Jamur *Fusarium* sp. umur 7 hari pada media PDA; a: tampak atas; b: tampak bawah; c: morfologi, 1: hifa 2: konidofor 3: konidia

4. Jamur EDJ (belum teridentifikasi)

Kenampakan jamur secara makroskopis yaitu koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna koloni putih berbentuk bundar dengan tepian berombak dan memiliki elevasi timbul (Gambar 10a). Diameter koloni selama 7 hari mencapai 6 cm. Sedangkan kenampakan mikroskopis morfologi jamur ditunjukkan dengan adanya hifa panjang tak beraturan (Gambar 10c). Tidak ditemukan konidia hingga hari ke 7 masa inkubasi. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis, jamur E4 tidak dapat teridentifikasi.

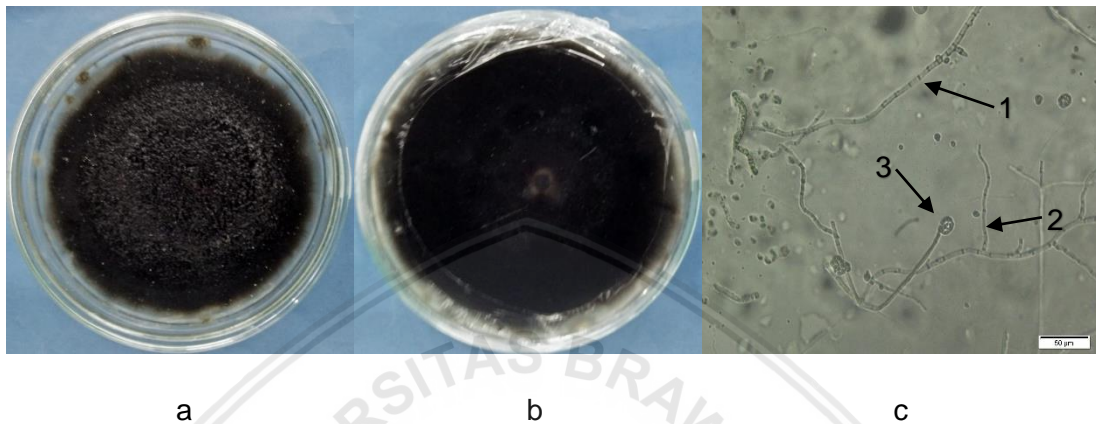


Gambar 10. Jamur EDJ umur 7 hari pada media PDA; a: tampak atas; b: tampak bawah; c: morfologi, 1: hifa

5. Jamur *Helicosporium* sp.

Pengamatan secara makroskopis pada media PDA koloni berwarna hitam berbentuk bundar memiliki tepian yang tak beraturan serta memiliki elevasi seperti tombol (Gambar 11a). Sedangkan pengamatan secara mikroskopis didapatkan ciri-ciri hifa yang bersekat, konidiofor berwarna gelap dan memiliki konidia yang

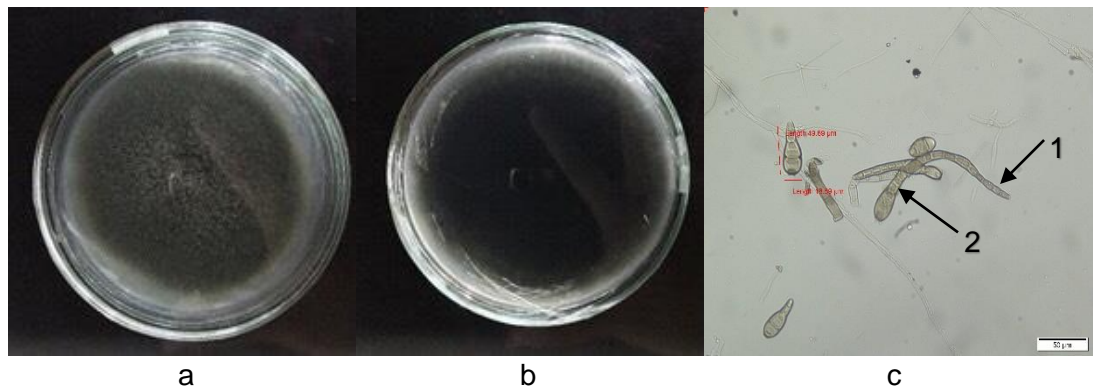
melingkar (Gambar 11c). Berdasarkan hasil yang sudah dijelaskan, ciri-ciri tersebut sesuai dengan genus *Helicosporium* sp. seperti yang dijelaskan menurut (Barnett dan Hunter, 1998) bahwa genus *Helicosporium* sp. memiliki ciri-ciri konidiofor gelap, konidia ramping, memanjang, sederhana atau bercabang, gelap, biasanya melengkung atau melingkar tetapi dengan konidia lurus.



Gambar 11. Jamur *Helicosporium* sp. umur 7 hari pada media PDA; a: tampak atas; b: tampak bawah; c: morfologi, 1: hifa 2: konidiofor 3: konidia

6. Jamur *Corynespora* sp.

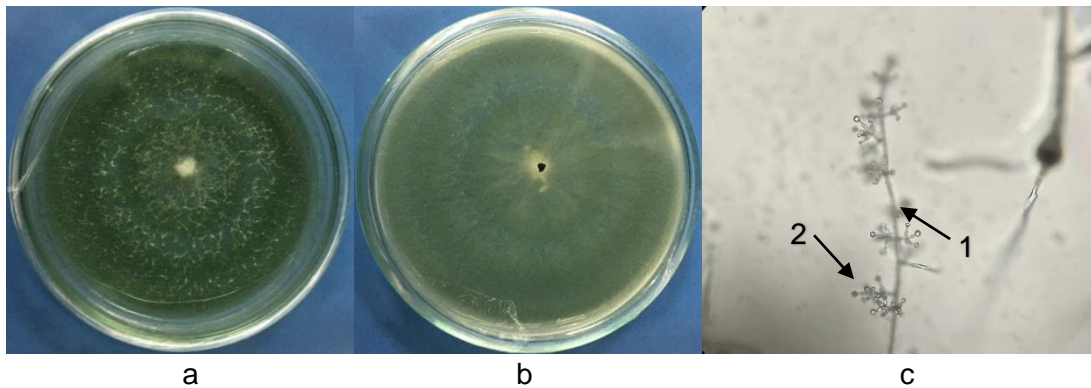
Isolat *Corynespora* sp. mempunyai ciri-ciri koloni berwarna coklat kehitaman dan koloni bertekstur halus berbentuk bundar, dengan tepian licin, dan memiliki elevasi datar (Gambar 12a). Konidia tunggal dan memiliki konidiofor yang berwarna coklat, agak membengkak diujung (Gambar 12c). Pendapat ini sesuai dengan pendapat (Barnett and Hunter, 1998) yang menyatakan bahwa jamur *Corynespora* sp. mempunyai ciri konidiofor muncul melalui epidermis, sedikit atau mencolok membengkak di bagian ujung, sederhana, tunggal, konidia tunggal atau kadang-kadang dalam rantai pendek, coklat.



Gambar 12. Jamur *Corynespora* sp. umur 7 hari pada media PDA; a: tampak atas; b: tampak bawah; c: morfologi, 1: konidofor 2: konidia

7. Jamur *Trichoderma* sp.

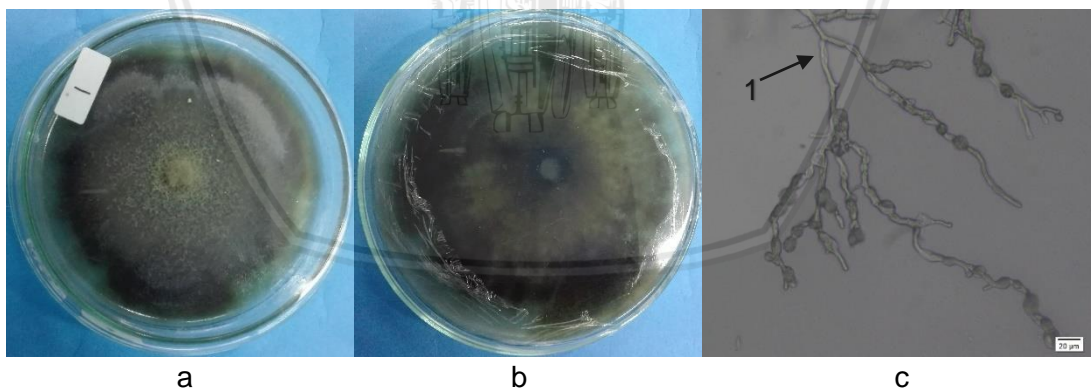
Koloni pada media PDA menunjukkan bahwa warna permukaan koloni berwarna hijau tua. Koloni berbentuk bulat dan berdiameter mencapai 9 cm dengan tepian seperti wol dan mempunyai elevasi datar (Gambar 13a). Hal ini diperkuat oleh pendapat (Watanabe, 2002) yang menyatakan bahwa ciri-ciri makroskopis *Trichoderma* sp. memiliki koloni yang tumbuh pada media PDA mencapai lebih dari 5 cm dalam waktu 5 hari dan koloninya berwarna hijau serta berbentuk bulat. Kenampakan secara mikroskopis isolat *Trichoderma* sp. ini berwarna hijau, tangkai fialid pendek, konidia berwarna hijau muda (Gambar 13c). Hal ini sesuai dengan pendapat (Watanabe, 2002) yang menyatakan genus *Trichoderma* memiliki konidofor tegak, bercabang tersusun vertikal, fialid lancip ke arah puncak, konidia berdinding halus dan kasar berwarna hijau berbentuk oval. (Barnett dan Hunter, 1998) juga berpendapat konidiofor *Trichoderma* hialin, bercabang banyak, mempunyai fialid tunggal, konidia hialin, berbentuk ovoid, biasanya mudah dikenali oleh pertumbuhannya yang cepat.



Gambar 13. Jamur *Trichoderma* sp. umur 7 hari pada media PDA; a: tampak atas; b: tampak bawah; c: morfologi, 1: konidiofor 2: konidia

8. Jamur EDP (belum teridentifikasi)

Kenampakan jamur secara makroskopis yaitu koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna koloni hijau kehitaman berbentuk bundar dengan tepian bercabang, memiliki elevasi datar, permukaannya halus, dan memiliki lingkaran kosentris (Gambar 14a). Diameter koloni selama 7 hari mencapai 7 cm. Sedangkan kenampakan mikroskopis morfologi jamur ditunjukkan dengan adanya hifa panjang, bersekat, bercabang, serta terdapat bulatan kecil ditengahnya (Gambar 14a). Tidak ditemukan konidia hingga hari ke 7 masa inkubasi. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis, jamur EDP tidak dapat teridentifikasi.

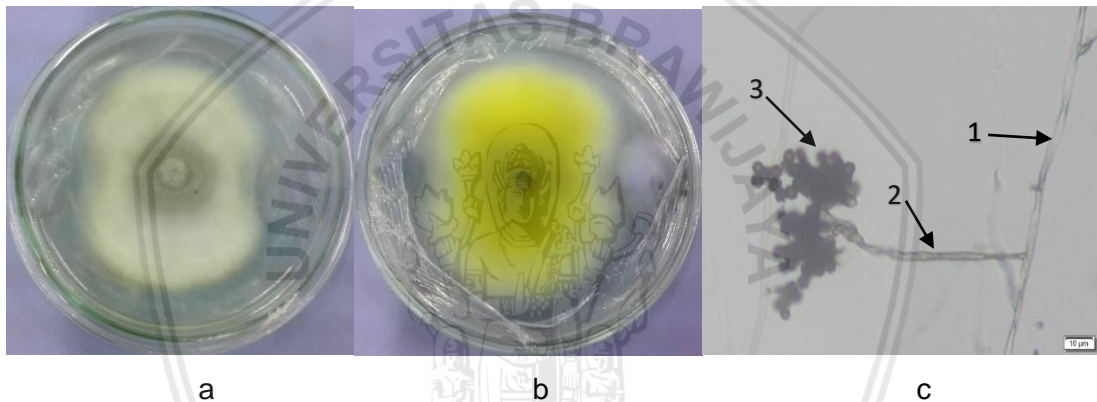


Gambar 14. Jamur EDP umur 7 hari pada media PDA; a: tampak atas; b: tampak bawah; c: morfologi, 1: hifa

9. Jamur *Lacellina* sp.

Kenampakan jamur secara makroskopis yaitu koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna koloni putih dan bagian tengahnya berwarna abu-abu, berbentuk bundar dengan tepian bercabang, memiliki elevasi timbul, permukaannya

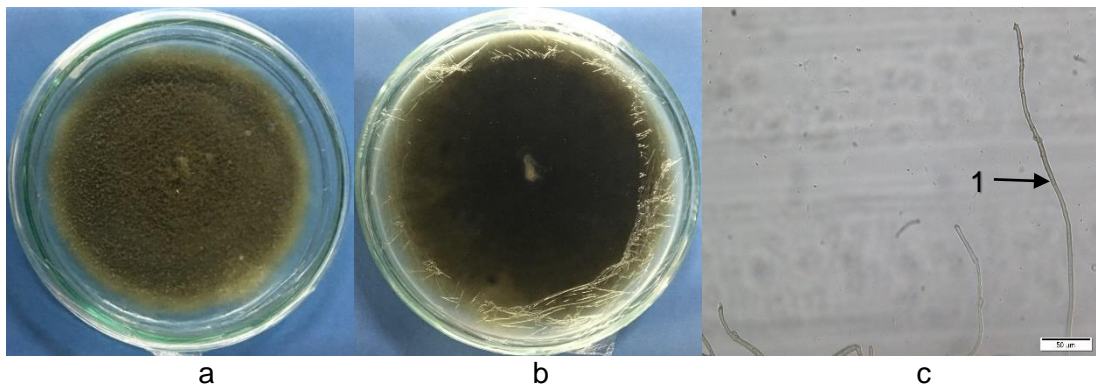
halus, dan tidak memiliki lingkaran kosentris (Gambar 15a). Hal ini sesuai dengan pendapat (Amanda *et al.*, 2015) yang menyatakan cendawan *Lacellina* sp. membentuk koloni yang pada awalnya berwarna putih kemudian secara perlahan berubah warna menjadi abu-abu dengan beberapa bagian berwarna hitam. Diameter koloni selama 7 hari mencapai 8 cm. Sedangkan kenampakan mikroskopis morfologi jamur ditunjukkan dengan adanya hifa panjang, bersekat, bercabang. Konidiofor pendek, hialin dan ber dinding halus. Memiliki konidia yang tunggal, berwarna hitam, dan berbentuk bulat seperti telur (Gambar 15c). Bulatan-bulatan konidia menyatu dan terletak pada ujung konidiofor. Hal ini sesuai dengan teori (Barnett dan Hunter, 1998) bahwa ciri mikroskopis cendawan *Lacellina* tinggi, coklat, sederhana, konidiofor berwarna pucat, sederhana, dan konidia berebentuk bulat menggerombol diujung.



Gambar 15. Jamur *Lacellina* sp. umur 7 hari pada media PDA; a: tampak atas; b: tampak bawah; c: morfologi, 1: hifa 2: konidiofor 3: konidia

10. Jamur EPP2 (belum teridentifikasi)

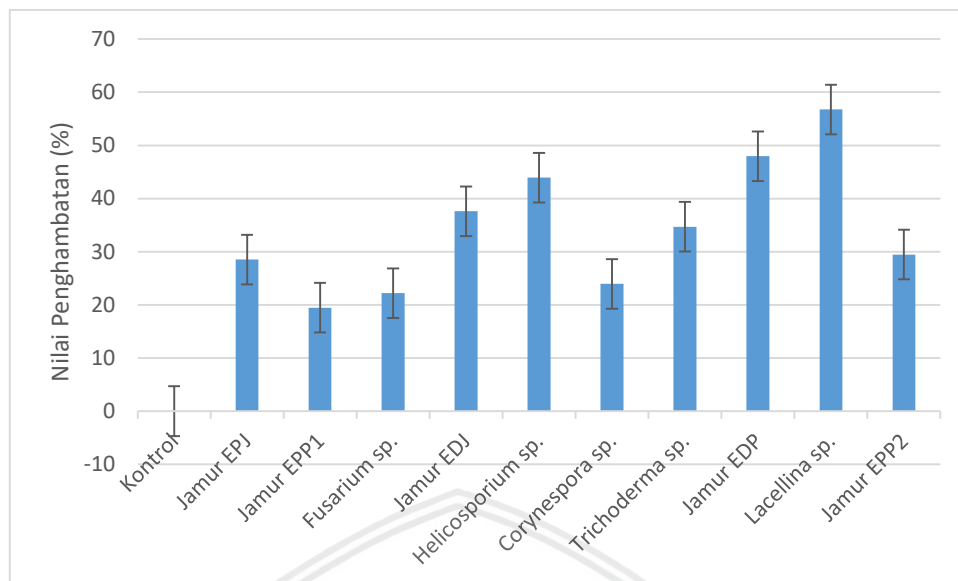
Kenampakan jamur secara makroskopis yaitu koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna koloni hitam berbentuk bundar, memiliki elevasi yang timbul, permukaannya halus, dan tidak memiliki lingkaran kosentris (Gambar 16a). Diameter koloni selama 7 hari mencapai 8 cm. Sedangkan kenampakan mikroskopis morfologi jamur ditunjukkan dengan adanya hifa panjang bersekat dan tidak bercabang (Gambar 16c). Tidak ditemukan konidia hingga hari ke 7 masa inkubasi. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis, jamur EPP2 tidak dapat teridentifikasi.



Gambar 16. Jamur EPP2 umur 7 hari pada media PDA; a: tampak atas; b: tampak bawah; c: morfologi, 1: hifa

4.4 Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap Jamur *R. solani* secara *In Vitro*

Jamur endofit yang di gunakan dalam uji antagonis terhadap jamur *R. solani* sebanyak 10 isolat. Berdasarkan hasil uji antagonis dari 10 isolat jamur endofit yang diuji, tujuh diantaranya dapat menghambat perkembangan jamur *R. solani* dengan presentase daya hambat yang berbeda (Tabel 2). Jamur endofit yang dapat menghambat perkembangan jamur *R. solani* yaitu jamur EPJ, jamur EDJ, *Helicosporium* sp., *Trichoderma* sp., jamur EDP, *Lacellina* sp., dan jamur EPP2 dengan presentase daya hambat pada 7 HSI berturut-turut sebesar 28,51%, 37,60%, 43,92%, 34,70%, 47,96%, 56,76%, dan 29,45%. Sedangkan tiga jamur endofit yang tidak dapat menghambat perkembangan *R. solani* adalah jamur EPP1, *Fusarium* sp., dan *Corynespora* sp., dengan presentase daya hambat pada 7 HSI berturut-turut sebesar 19,45%, 22,19%, dan 23, 95%. Menurut (Soesanto, 2008 dalam Mutabalian *et al.*, 2015) setiap agens hayati yang berbeda memiliki kemampuan dan mekanisme penghambatan tersendiri.



Gambar 17. Histogram rerata presentase penghambatan jamur endofit terhadap jamur *R. solani* pada 7 HSI

Pada 7 HSI, nilai penghambatan tertinggi oleh jamur endofit hasil isolasi tanaman padi dan jagung terhadap jamur *R. solani* yaitu isolat *Lacellina* sp. yang dimana presentase daya hambatnya yaitu 56,74%. Sedangkan untuk presentase daya hambat terkecil pada 7 HSI yaitu isolat jamur EPP1 (Gambar 17). Presentase daya hambat yang tinggi bisa disebabkan oleh pertumbuhan jamur yang cepat pada cawan Petri sehingga terjadi kompetisi ruang dan nutrisi. (Mutabalian *et al.*, 2015) menyatakan bahwa pertumbuhan jamur endofit mendekati jamur patogen menyebabkan terhambatnya pertumbuhan jamur patogen. Menurut (Maria *et al.*, 2005) jamur endofit dari genus *Lacellina* berperan sebagai penghasil antimikroba. Ketidakmampuan isolat jamur endofit lainnya dalam menghambat pertumbuhan *R. solani*, kemungkinannya tidak mengandung metabolit sekunder yang bersifat antifungi. Hal ini diperjelas oleh (Suciatmih, 2011) bahwa kemungkinan jamur endofit tidak dapat menghambat perkembangan patogen karena mengandung metabolit sekunder yang berfungsi lainnya. Pada pengamatan hari pertama hingga hari ketujuh rerata presentase daya hambat seluruh jamur endofit mengalami fluktuasi. Pada perlakuan kontrol tidak terdapat penghambatan dari hari pertama hingga hari ketujuh karena tidak ada jamur endofit yang menghambat perkembangan jamur *R. solani*.

Tabel 3. Rerata penghambatan jamur endofit terhadap jamur *R. solani*

Jenis Jamur Endofit	Rerata Presentase Penghambatan pada Pengamatan ke-HST (%)						
	1	2	3	4	5	6	7
Kontrol	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a
Jamur EPJ	40,26±22,89bc	26,65±30,79ab	30,20±24,56b	29,73±23,77bc	35,00±18,79bcd	30,63±16,80bcd	28,51±11,88bc
Jamur EPP1	28,85±12,75b	24,41±19,37ab	22,68±17,60ab	24,73±18,97b	25,63±20,20b	20,14±21,05ab	19,45±22,74ab
<i>Fusarium</i> sp.	32,75±1,01bc	27,63±15,36ab	25,71±11,05ab	28,47±10,41b	26,11±6,73b	21,81±7,17ab	22,19±8,78abc
Jamur EDJ	39,87±20,50bc	40,41±18,53cd	40,90±21,00cd	42,82±18,60bcd	45,42±19,13bcd	41,04±18,29bcd	37,60±16,52bcd
<i>Helicosporium</i> sp.	43,37±23,16bc	46,50±28,02cd	48,97±21,22cd	49,88±19,12bcd	47,50±21,13bcd	44,24±21,21bcd	43,92±21,33bcd
<i>Corynespora</i> sp.	16,28±4,98ab	16,73±12,92ab	24,34±9,25ab	27,28±11,99b	29,10±14,13bc	24,72±16,08abc	23,95±15,59abc
<i>Trichoderma</i> sp.	27,39±14,93b	31,57±17,88abc	33,04±15,64cd	40,69±13,70bcd	40,21±16,67bcd	36,94±16,67bcd	34,70±14,59bcd
Jamur EDP	56,14±12,00cd	52,32±17,29cd	52,62±19,28cd	56,81±14,26cd	56,18±13,70cd	50,69±15,73cd	47,96±18,89cd
<i>Lacellina</i> sp.	70,86±8,69d	65,25±13,62d	61,35±12,02d	62,98±6,53d	59,72±2,92d	56,46±3,03d	56,76±4,64d
Jamur EPP2	34,60±8,73bc	28,00±2,76ab	27,39±1,59ab	34,59±3,16bc	35,91±1,32bcd	32,64±1,20bcd	29,45±0,73bcd

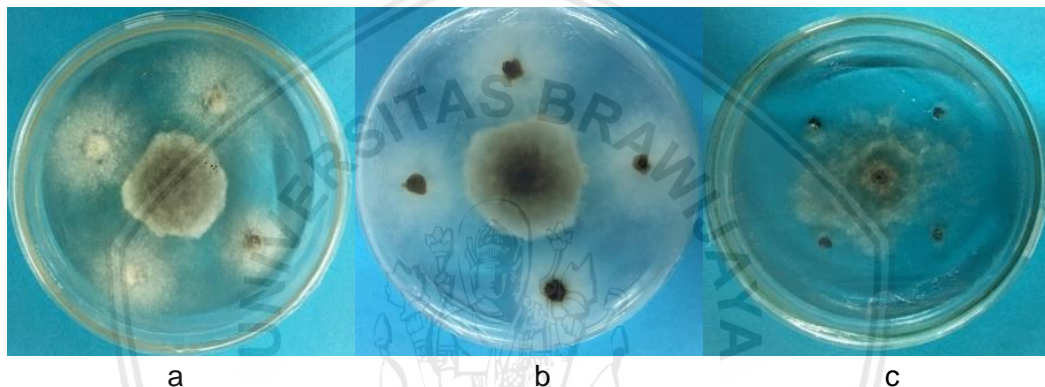
Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan taraf kesalahan 5%.



Berikut merupakan hasil pengamatan uji antagonis jamur endofit dengan jamur patogen *R. solani* di media PDA pada 7 HSI:

1. Jamur EPJ

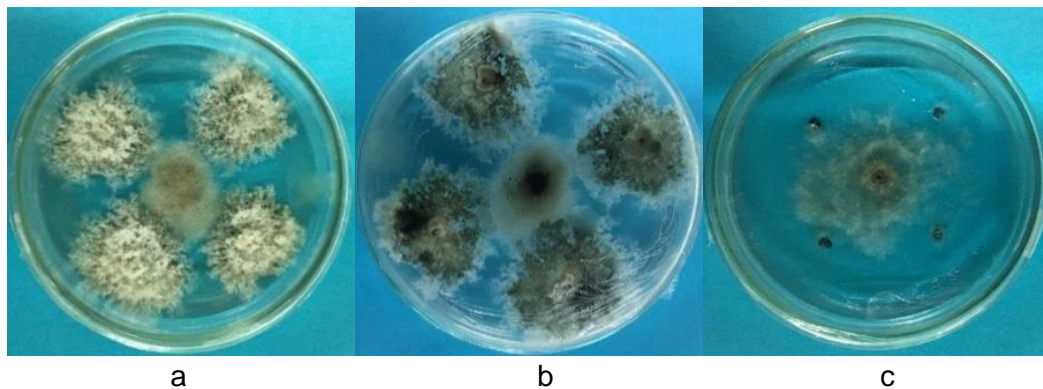
Pertumbuhan koloni jamur EPJ lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur patogen *R. solani*. Jamur EPJ menunjukkan mekanisme antibiosis karena pada hari ke 7 koloni jamur EPJ tidak bersinggungan dengan koloni jamur *R. solani* dan tampak zona bening diantara pertumbuhan kedua koloni jamur tersebut (Gambar 18). Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur EPJ mampu untuk menghambat pertumbuhan jamur *R. solani*. Presentase penghambatan jamur EPJ terhadap jamur *R. solani* pada hari ke-7 sebesar 28,51%.



Gambar 18. Uji antagonis jamur EPJ terhadap jamur *R. solani*. a: tampak atas; b: tampak bawah; c: kontrol

2. Jamur EPP1

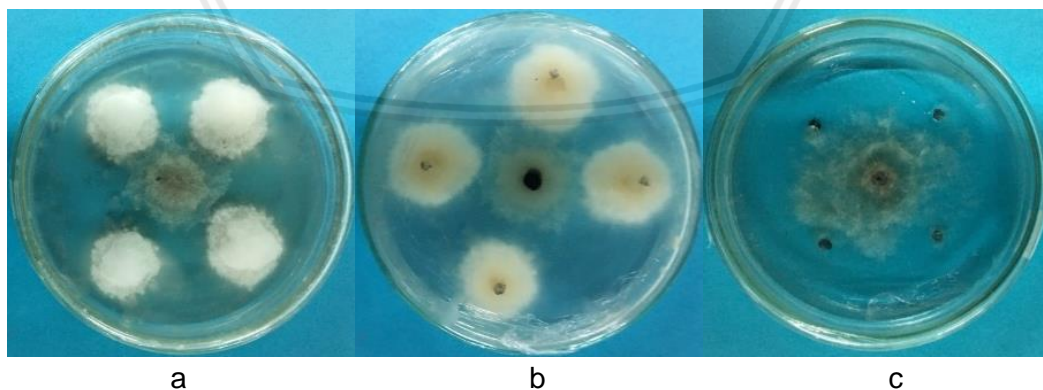
Pertumbuhan koloni jamur EPP1 lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur *R. solani*. Pada hari ke-7 koloni jamur EPP1 sedikit bersinggungan dengan koloni jamur *R. solani* namun tampak sedikit zona bening diantara pertumbuhan kedua koloni jamur tersebut (Gambar 19). Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur EPP1 tidak mampu menghambat pertumbuhan jamur *R. solani*. Presentase penghambatan jamur EPP1 terhadap jamur *R. solani* pada hari 7 HSI adalah sebesar 19,45%.



Gambar 19. Uji antagonis jamur EPP1 terhadap jamur *R. solani*. a: tampak atas; b: tampak bawah; c: kontrol

3. Jamur *Fusarium* sp.

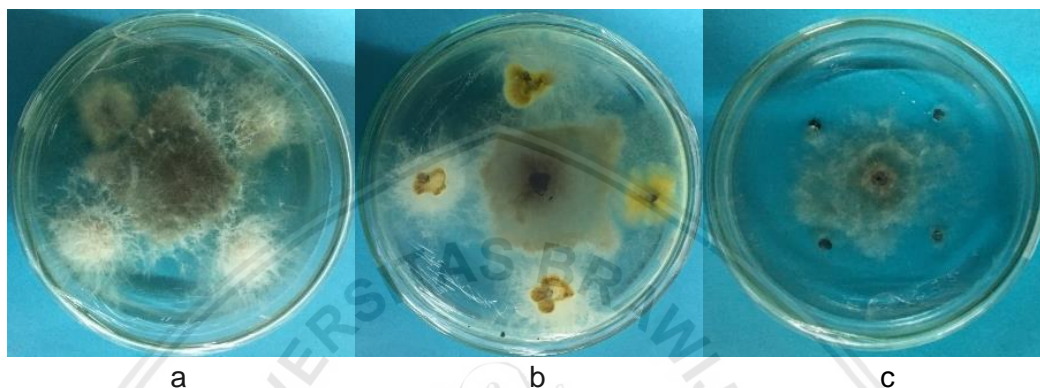
Pertumbuhan koloni jamur *Fusarium* sp. cenderung lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur *R. solani*. Pada hari ke-7 koloni jamur *Fusarium* sp. sedikit bersinggungan dengan koloni jamur *R. solani* namun tampak sedikit zona bening diantara pertumbuhan kedua koloni jamur tersebut (Gambar 20). Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur *Fusarium* sp. tidak mampu menghambat pertumbuhan jamur *R. solani*. Presentase penghambatan jamur *Fusarium* sp. terhadap jamur *R. solani* pada hari 7 HSI adalah sebesar 22,19%. Beberapa jamur endofit seperti *Fusarium* sp. merupakan fungi yang tergolong dalam kelas Ascomycota. (Amaria, 2013) menyatakan bahwa beberapa golongan fungi dari beberapa kelas Ascomycota menghasilkan senyawa-senyawa antibiotik yang bersifat toksik terhadap patogen akan tetapi pada penelitian kali ini jamur endofit *Fusarium* sp. tidak dapat menghambat perkembangan jamur patogen *R. solani*.



Gambar 20. Uji antagonis jamur *Fusarium* sp. terhadap jamur *R. solani*. a: tampak atas; b: tampak bawah; c: kontrol

4. Jamur EDJ

Pertumbuhan koloni jamur EDJ cenderung lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur *R. solani*. Koloni jamur EDJ pada hari ke-7 menunjukkan adanya mekanisme parasitisme yang ditunjukkan oleh tumbuhnya koloni jamur EDJ diatas jamur *R. solani* (Gambar 21). Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur EDJ mampu menghambat pertumbuhan jamur *R. solani*. Presentase penghambatan jamur EDJ terhadap jamur *R. solani* pada hari 7 HSI adalah sebesar 37,60%.



Gambar 21. Uji antagonis jamur EDJ terhadap jamur *R. solani*. a: tampak atas; b: tampak bawah; c: kontrol

5. Jamur *Helicosporium* sp.

Pertumbuhan koloni jamur *Helicosporium* sp. lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur *R. solani*. mekanisme penghambatan yang ditunjukkan yaitu mekanisme kompetisi karena pada hari ke 7 koloni jamur *Helicosporium* sp. menghambat pertumbuhan jamur *R. solani* (Gambar 22). Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur *Helicosporium* sp. mampu menghambat pertumbuhan jamur *R. solani*. Presentase penghambatan jamur *Helicosporium* sp. terhadap jamur *R. solani* pada hari 7 HSI adalah sebesar 43,92%. Hal ini dikarenakan jamur *Helicosporium* sp. memiliki beberapa enzim yang berfungsi untuk menghidrolisis dinding sel jamur patogen seperti pendapat (Dutta *et al.*, 2014) yang menyatakan bahwa jamur *Helicosporium* sp. dapat menghasilkan beberapa enzim seperti β -1,3-glukanase, kitinase, dan selulase yang berfungsi untuk menghidrolisis dinding sel jamur patogen.



a

b

Gambar 22. Uji antagonis Jamur *Helicosporium* sp. terhadap jamur *R. solani*. a: tampak atas; b: tampak bawah; c: kontrol

6. Jamur *Corynespora* sp.

Pertumbuhan koloni jamur *Corynespora* sp. lebih lambat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur *R. solani*. Pada hari ke-7 koloni jamur *Corynespora* sp. bersinggungan dengan koloni jamur *R. solani* dan koloni jamur *Corynespora* sp. tumbuh di sekitar jamur *R. solani* (Gambar 23). Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur *Corynespora* sp. tidak mampu menghambat pertumbuhan jamur *R. solani*. Presentase penghambatan jamur *Corynespora* sp. terhadap jamur *R. solani* pada hari 7 HSI adalah sebesar 23,95%. Menurut (Yu *et al.*, 2010) beberapa senyawa yang dapat dihasilkan oleh jamur *Corynespora* sp. dalam menekan patogen adalah berupa senyawa anti jamur seperti alkaloid, peptide, steroid, terpenoid, fenol, quinine, dan flavonoid. Akan tetapi pada penelitian kali ini jamur *Corynespora* sp. tidak dapat menghambat perkembangan patogen *R. solani*.



a

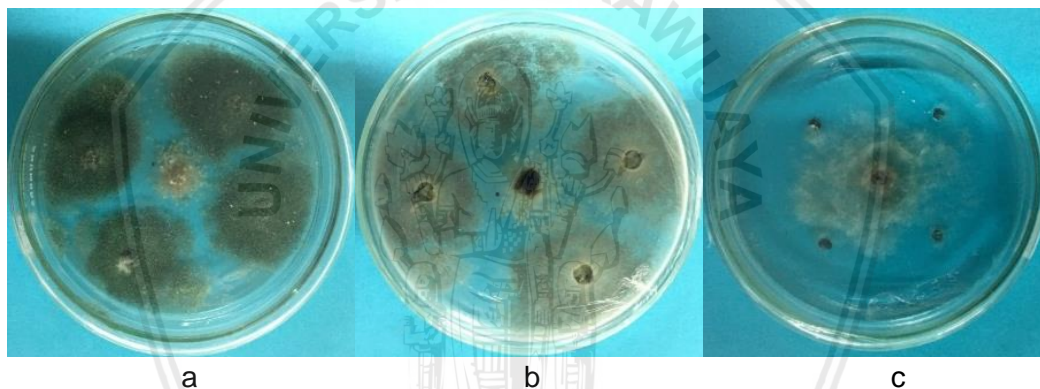
b

c

Gambar 23. Uji antagonis Jamur *Corynespora* sp. terhadap jamur *R. solani*. a: tampak atas; b: tampak bawah; c: kontrol

7. Jamur *Trichoderma* sp.

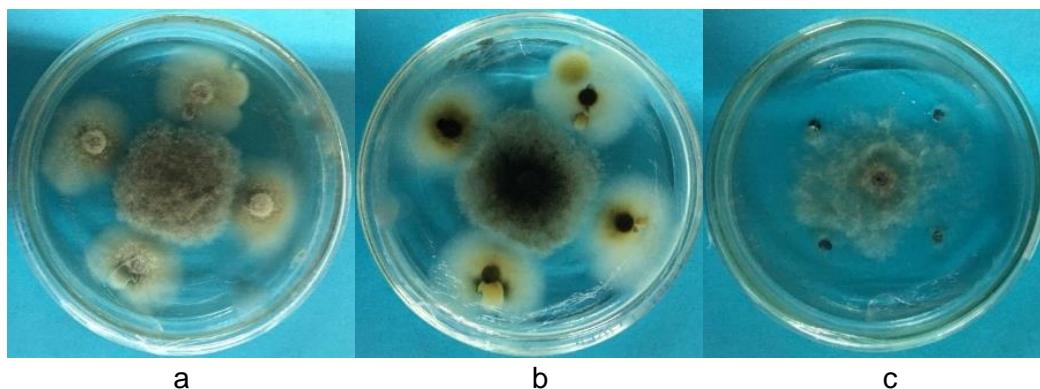
Pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* sp. lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur *R. solani*. Pada hari ke 7 koloni jamur *Trichoderma* sp. menunjukkan mekanisme penghambatan yaitu mekanisme kompetisi. Hal ini ditunjukkan dengan lambatnya pertumbuhan koloni jamur *R. solani* (Gambar 24). Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma* sp. mampu menghambat pertumbuhan jamur *R. solani*. Presentase penghambatan jamur *Trichoderma* sp. terhadap jamur *R. solani* pada hari 7 HSI adalah sebesar 34,70%. Jamur *Trichoderma* sp. memang sudah dikenal sebagai mikroba antagonis yang dijadikan sebagai agens pengendalian hayati. Beberapa jenis *Trichoderma* merupakan mikroba biokontrol dan berkemampuan untuk membunuh mikroorganisme lainnya karena menghasilkan enzim kitinase yang dapat menghambat fungsi patogen (Nugroho *et al.*, 2003).



Gambar 24. Uji antagonis jamur *Trichoderma* sp. terhadap jamur *R. solani*. a: tampak atas; b: tampak bawah; c: kontrol

8. Jamur EDP

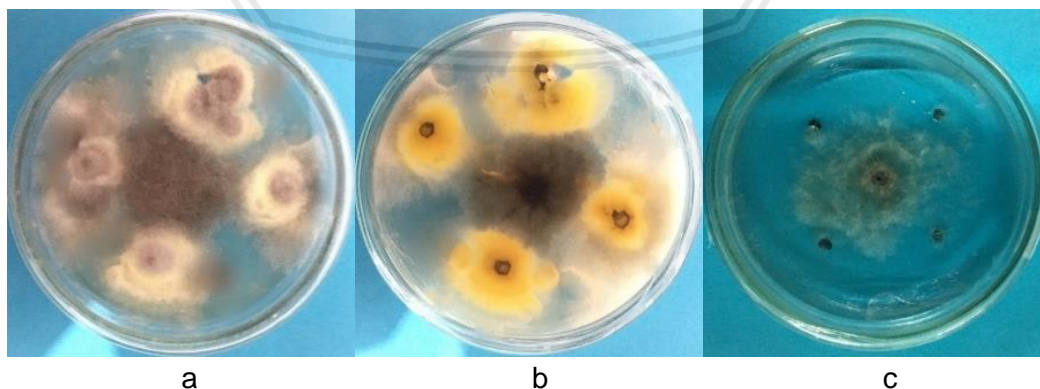
Pertumbuhan koloni jamur EDP lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur *R. solani*. mekanisme penghambatan yang ditunjukkan yaitu mekanisme antibiosis, hal ini dikarenakan pada hari ke 7 koloni jamur EDP masih memiliki sedikit zona bening diantara pertumbuhannya dengan jamur patogen *R. solani* (Gambar 25). Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur EDP mampu menghambat pertumbuhan jamur *R. solani*. Presentase penghambatan jamur EDP terhadap jamur *R. solani* pada hari 7 HSI adalah sebesar 47,96%.



Gambar 25. Uji antagonis jamur EDP terhadap jamur *R. solani*. a: tampak atas; b: tampak bawah; c: kontrol

9. Jamur *Lacellina* sp.

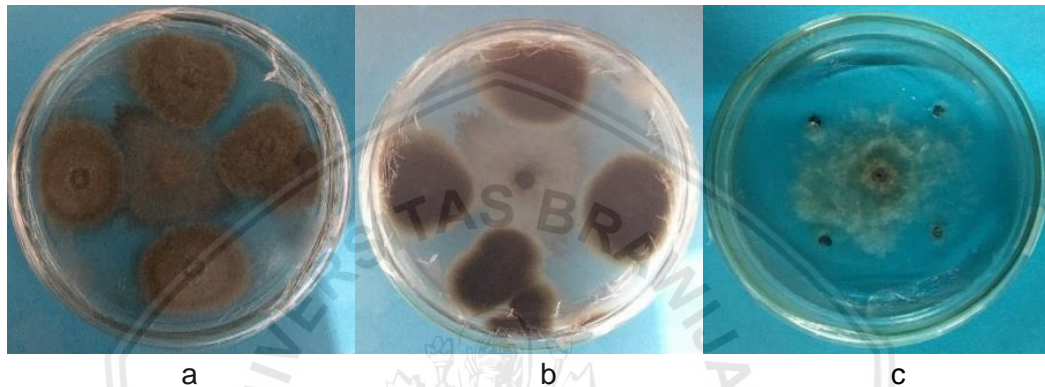
Pertumbuhan koloni jamur *Lacellina* sp. hampir sama dengan pertumbuhan koloni jamur *R. solani*. Pada hari ke 7 koloni jamur *Lacellina* sp. menunjukkan mekanisme penghambatan berupa mekanisme parasitisme, hal ini ditunjukkan dengan pertumbuhan jamur *Lacellina* sp. yang hampir memenuhi seluruh media PDA (Gambar 26). Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur *Lacellina* sp. mampu menghambat pertumbuhan jamur *R. solani*. Presentase penghambatan jamur *Lacellina* sp. terhadap jamur *R. solani* pada hari 7 HSI adalah sebesar 56,76%. Istikorini (2005) menyebutkan bahwa jamur mampu menjadi agens antagonis yang baik untuk pengendalian hayati apabila jamur tersebut memiliki kemampuan dalam mengkolonisasi jaringan tanaman dan berkompetisi dengan mikroorganisme lain. Irmawan (2007) menyebutkan bahwa jamur *Lacellina* sp. menghasilkan antibiotik sefalosporium yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan cara menghambat sintesis dinding sel.



Gambar 26. Uji antagonis Jamur *Lacellina* sp. terhadap jamur *R. solani*. a: tampak atas; b: tampak bawah; c: kontrol

10. Jamur EPP2

Pertumbuhan koloni jamur EPP2 lebih lambat dibandingkan dengan pertumbuhan koloni jamur *R. solani*. Pada hari ke 7 mekanisme penghambatan yang ditunjukkan yaitu mekanisme kompetisi, hal ini dibuktikan karena pertumbuhan jamur *R. solani* terhenti ketika bersinggungan dengan koloni jamur EPP2. Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa jamur EPP2 mampu menghambat pertumbuhan jamur *R. solani*. Presentase penghambatan jamur EPP2 terhadap jamur *R. solani* pada hari 7 HSI adalah sebesar 29,45%.

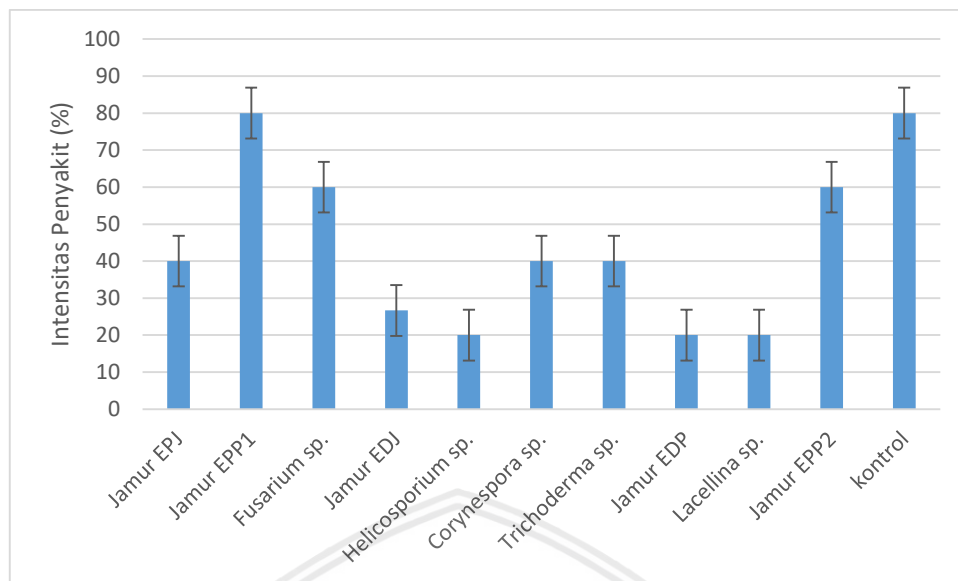


Gambar 27. Uji antagonis Jamur EPP2 terhadap jamur *R. solani*. a: tampak atas; b: tampak bawah; c: kontrol

4.5 Pengaruh Aplikasi Isolat Jamur Endofit terhadap Penyakit Hawar Pelepah pada Tanaman Padi

Pemberian isolat jamur endofit dilakukan terlebih dahulu karena pada umumnya perkembangan patogen lebih cepat dibandingkan perkembangan agens antagonis. Hal ini sesuai dengan pendapat (Taufiq, 2012) yang menyatakan pada umumnya perkembangan agens hayati lebih lambat dibandingkan dengan perkembangan patogennya, sehingga perlu ada jeda waktu antara aplikasi agens hayati dengan patogen. Menurut (Silaban *et al.*, 2015), menyatakan efektivitas pengendalian oleh mikroba antagonis ditentukan oleh jenis mikrobanya.

Pengamatan kejadian penyakit hawar pelepah pada bibit tanaman padi dilakukan selama 3 kali pengamatan dalam 3 minggu berturut-turut.



Gambar 28. Histogram rerata intensitas penyakit pada 3 MSI

Pengamatan kejadian penyakit dapat diketahui dengan melakukan pengamatan gejala penyakit hawar pelepah pada bibit tanaman padi. Hasil inokulasi jamur endofit menunjukkan bahwa beberapa perlakuan dapat menekan pertumbuhan patogen *R. solani* penyebab penyakit hawar pelepah memiliki potensi anatagonisme pada pengamatan minggu pertama hingga ketiga. Pengamatan intensitas serangan penyakit dilakukan dengan mengukur luas lesio pada pelepah setiap kali pengamatan.

Perhitungan intensitas penyakit pada 3 MSI didapatkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan kontrol dan perlakuan jamur EPP1 yaitu 80% (Gambar 28). Hal ini dikarenakan pada perlakuan kontrol, tanaman tidak diberi agens hayati sehingga tidak ada yang menghambat perkembangan patogen. Sedangkan untuk perlakuan jamur EPP1 intensitas serangan penyakit cukup tinggi hal ini berbanding lurus pada uji antagonis jamur EPP1 memiliki daya hambat terkecil di antara semua jamur. Pada ketahanan tanaman, perlakuan kontrol dan perlakuan jamur EPP1 menurut (IRRI, 1996) dikategorikan pada tanaman yang sangat rentan dikarenakan presentase intensitas serangan penyakitnya diantara 51-100%. Perhitungan intensitas penyakit pada 3 MSI didapatkan hasil terendah yaitu pada perlakuan jamur *Helicosporium* sp., jamur EDP, dan *Lacellina* sp. yaitu sebesar 20% (Gambar 28). perlakuan jamur *Helicosporium* sp., jamur EDP, dan *Lacellina* sp. intensitas serangan penyakit cukup rendah hal ini berbanding lurus pada uji antagonis jamur

Helicosporium sp., jamur EDP, dan *Lacellina* sp. memiliki daya hambat tertinggi di antara beberapa jamur. Pada ketahanan tanaman, perlakuan jamur *Helicosporium* sp., jamur EDP, dan *Lacellina* sp. menurut (IRRI, 1996) dikategorikan pada tanaman yang agak rentan dikarenakan presentase intensitas serangan penyakitnya diantara 13-25%.

Tabel 4. Kategori ketahanan tanaman

Perlakuan	Intensitas Penyakit (%)	Kategori Ketahanan Tanaman
Kontrol	80	Sangat rentan
Jamur EPJ	40	Rentan
Jamur EPP1	80	Sangat rentan
<i>Fusarium</i> sp.	60	Sangat rentan
Jamur EDJ	27	Rentan
<i>Helicosporium</i> sp.	20	Agak rentan
<i>Corynespora</i> sp.	40	Rentan
<i>Trichoderma</i> sp.	40	Rentan
Jamur EDP	20	Agak rentan
<i>Lacellina</i> sp.	20	Agak rentan
Jamur EPP2	60	Sangat rentan

Tabel 5. Presentase rerata intensitas penyakit

Jenis Jamur Endofit	Rerata Intensitas Penyakit pada Pengamatan ke-MSI (%)		
	1	2	3
Kontrol	40±0c	60±d	80±0e
Jamur EPJ	20±0a	40±0c	40±0c
Jamur EPP1	40±0c	60±0c	80±0e
<i>Fusarium</i> sp.	20±0a	40±0c	60±0d
Jamur EDJ	20±0a	20±0a	27±12b
<i>Helicosporium</i> sp.	20±0a	20±0a	20±0a
<i>Corynespora</i> sp.	40±0c	40±0c	40±0c
<i>Trichoderma</i> sp.	20±0a	33±12b	40±0c
Jamur EDP	20±0a	20±0a	20±0a
<i>Lacellina</i> sp.	20±0a	20±0a	20±0a
Jamur EPP2	33±12b	40±0c	60±0d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan taraf kesalahan 5%.

Berikut hasil induksi ketahanan tanaman padi terhadap patogen *R. solani* :

Perlakuan kontrol dilakukan dengan menginokulasikan patogen ke bagian pelepah tanaman padi. Pengamatan dilakukan dengan melihat lebar lesio serta keadaan daun tanaman selama kurang lebih 3 MSI setelah diinokulasikannya

patogen ke bagian pelepah tanaman. Pada 3 MSI lebar lesio mencapai 3,8 cm (Gambar 29), dengan keadaan semua daun melengkung dan kering. Intensitas penyakit pada perlakuan kontrol selama 3 MSI yaitu sebesar 80% yang bisa dikategorikan dalam kelompok tanaman yang sangat rentan. Pengamatan pada jamur EPJ pada 3 MSI lebar lesio mencapai 1,5 cm (Gambar 29), dengan keadaan ditemukan infeksi pada beberapa daun. Intensitas penyakit pada perlakuan jamur EPJ selama 3 MSI yaitu sebesar 40% yang bisa dikategorikan dalam kelompok tanaman yang rentan. Pada jamur EPP1 pada 3 MSI lebar lesio mencapai 3,7 cm (Gambar 29), dengan keadaan seluruh daun melengkung. Intensitas penyakit pada perlakuan jamur EPP1 selama 3 MSI yaitu sebesar 80% yang bisa dikategorikan dalam kelompok tanaman yang sangat rentan.

Perlakuan jamur *Fusarium* sp. pada 3 MSI memiliki lebar lesio mencapai 1,7 cm (Gambar 29), dan terdapat infeksi pada beberapa daun. Intensitas penyakit pada perlakuan jamur *Fusarium* sp selama 3 MSI yaitu sebesar 60% yang bisa dikategorikan dalam kelompok tanaman yang sangat rentan. Pengamatan pada perlakuan jamur EDJ pada 3 MSI lebar lesio kurang lebih 1 cm (Gambar 29), dan terdapat infeksi pada beberapa daun. Intensitas penyakit pada perlakuan jamur E4 selama 3 MSI yaitu sebesar 27% yang bisa dikategorikan dalam kelompok tanaman yang rentan. Perlakuan jamur *Helicosporium* sp. pada 3 MSI memiliki lebar lesio sangat kecil pada pelepah kurang lebih berukuran 0,3 cm (Gambar 29), dan terdapat infeksi pada beberapa daun. Intensitas penyakit pada perlakuan jamur *Helicosporium* sp. selama 3 MSI yaitu sebesar 20% yang bisa dikategorikan dalam kelompok tanaman yang agak rentan. Perlakuan jamur *Corynespora* pada pengamatan 3 MSI lebar lesio kurang lebih berukuran 2 cm (Gambar 29), dan terdapat infeksi pada beberapa daun. Intensitas penyakit pada perlakuan jamur *Corynespora* sp. selama 3 MSI yaitu sebesar 40% yang bisa dikategorikan dalam kelompok tanaman yang rentan.

Perlakuan dengan menginokulasikan jamur *Trichoderma* sp. pada 3 MSI memiliki lebar lesio kurang lebih berukuran 1,3 cm (Gambar 29), dan terdapat infeksi pada beberapa daun. Intensitas penyakit pada perlakuan jamur *Trichoderma* sp. selama 3 MSI yaitu sebesar 40% yang bisa dikategorikan dalam kelompok tanaman yang rentan. Sedangkan perlakuan dengan menginokulasikan jamur EDP pada 3 MSI memiliki lebar lesio kurang lebih berukuran 0,8 cm (Gambar 29), dan terdapat

infeksi pada beberapa daun. Intensitas penyakit pada perlakuan jamur E8 selama 3 MSI yaitu sebesar 20% yang bisa dikategorikan dalam kelompok tanaman yang agak rentan. Inokulasi jamur *Lacellina* sp. pada 3 MSI memiliki lebar lesio sangat kecil yaitu kurang lebih berukuran 0,3 cm (Gambar 29), dan terdapat infeksi pada beberapa daun. Intensitas penyakit pada perlakuan jamur *Lacellina* sp. selama 3 MSI yaitu sebesar 20% yang bisa dikategorikan dalam kelompok tanaman yang agak rentan. Sedangkan inokulasi jamur EPP2 pada 3 MSI memiliki lebar lesio sangat kecil yaitu kurang lebih berukuran 2,7 cm (Gambar 29), dan terdapat infeksi pada beberapa daun. Intensitas penyakit pada perlakuan jamur E10 selama 3 MSI yaitu sebesar 60% yang bisa dikategorikan dalam kelompok tanaman yang sangat rentan.

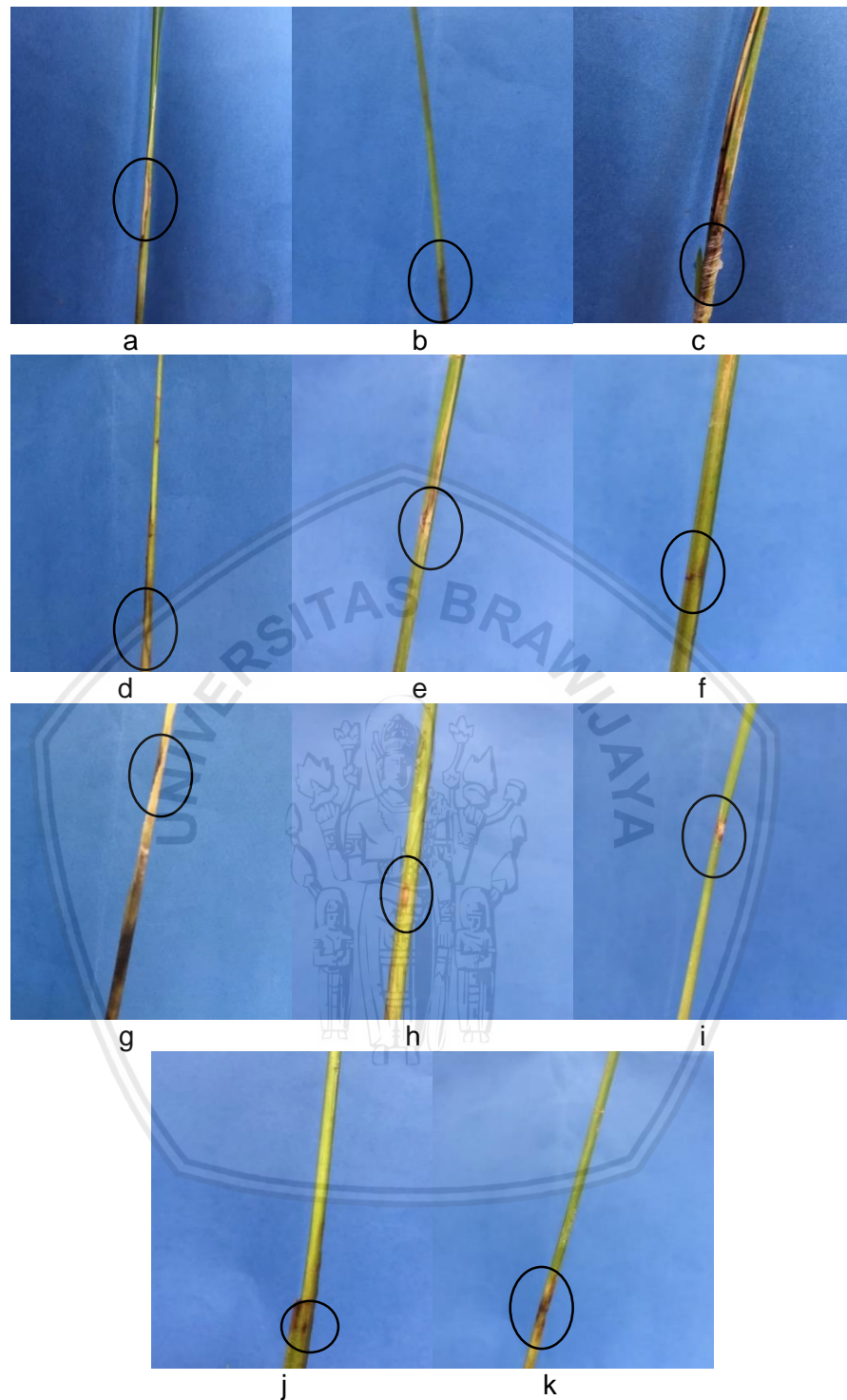
Hasil terbaik didapatkan oleh pelepah padi yang telah diinokulasikan jamur *Helicosporium* sp., jamur EDP dan jamur *Lacellina* sp. yaitu dengan kategori serangan agak rentan. Pada penelitian-penelitian sebelumnya, umumnya varietas IR64 menunjukkan respons tidak tahan terhadap penyakit hawar pelepah padi, dikarenakan penyakit hawar pelepah padi disebabkan oleh patogen yang mempunyai inang luas, sehingga disetiap musim selalu tersedia ketesersediaan inangnya. Menurut (Nuryanto, 2011) tingkat keparahan penyakit hawar pelepah pada varietas padi IR64 menunjukkan tingkat keparahan yang cukup tinggi dan masuk dalam kategori sangat rentan jika dibandingkan beberapa varietas lain seperti varietas cisadane dan cimelati. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian, maka jamur *Helicosporium* sp., jamur EDP dan jamur *Lacellina* sp. mampu menaikkan satu tingkat kategori ketahanan tanaman yang dimana pada penelitian sebelumnya varietas padi IR64 sangat rentan terhadap penyakit hawar pelepah menjadi kategori agak rentan.

Lama masa inkubasi pada pengamatan ini adalah 7 hari. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Dany *et al.*, 2013) yang melaporkan masa inkubasi patogen *R. solani* berkisar 4-21 hari setelah infeksi. Lama masa inkubasi dipengaruhi oleh ketahanan tanaman inang. Masa inkubasi memiliki keterkaitan erat dengan tingkat ketahanan tanaman. Apabila tingkat ketahanan semakin tinggi maka masa inkubasi akan semakin lama, begitu juga sebaliknya. Hal ini diperkuat oleh pendapat (Leiva-Mora *et al.*, 2015) yang menyatakan adanya korelasi yang kuat antara masa inkubasi merupakan komponen dari ketahanan tanaman terhadap penyakit. Selain masa

inkubasi, kondisi lingkungan juga akan mempengaruhi tingkat ketahanan tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat (Castillo *et al.*, 2017) yang menyatakan bahwa perkembangan keparahan penyakit ditentukan oleh virulensi patogen, ketahanan tanaman dan lingkungan yang saling mendukung perkembangan patogen.

Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh beberapa jamur endofit juga mempengaruhi ketahanan tanaman. Tingkat ketahanan yang rentan dan sangat rentan kemungkinan juga dipengaruhi oleh metabolit sekunder berupa antifungi yang dikeluarkan oleh jamur endofit tersebut. Seperti pendapat yang dijelaskan (Sugiyanto, 2007) bahwa jamur endofit mampu menghasilkan aktifitas antifungi, antibakteri, hormon pertumbuhan tanaman, insektisida, dan sebagainya.





Gambar 29. Hasil inokulasi jamur endofit terhadap patogen *R. solani* pada pelepah padi; a: kontrol; b: jamur EPJ; c: jamur EPP1; d: *Fusarium* sp; e: jamur EDJ; f: *Helicosporium* sp.; g: *Corynespora* sp.; h: *Trichoderma* sp.; i: jamur EDP; j: *Lacellina* sp.; k: jamur EPP2

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Jamur endofit yang didapatkan dari tanaman padi dan jagung yaitu jamur EPP1 (Endofit Pelelah Padi 1), jamur EDP (Endofit Daun Padi), *Fusarium* sp., jamur EPP2 (Endofit Pelelah Padi 2), *Helicosporium* sp., *Corynespora* sp., *Trichoderma* sp., jamur EPJ (Endofit Pelelah Jagung), *Lacellina* sp., dan jamur EDJ (Endofit Daun Jagung).
2. Pelelah padi yang telah diinokulasi jamur endofit *Helicosporium* sp., jamur EDP (Endofit Daun Padi) dan jamur *Lacellina* sp. dikategorikan agak rentan dengan intensitas penyakit yaitu 13-25%. Pelelah padi yang telah diinokulasi jamur EPJ (Endofit Pelelah Jagung), jamur EDJ (Endofit Daun Jagung), jamur *Corynespora* sp., dan *Trichoderma* sp., dikategorikan rentan dengan intensitas penyakit yaitu 26-50%. Pelelah padi yang telah diinokulasi jamur EPP1 (Endofit Pelelah Padi 1), jamur *Fusarium* sp., dan perlakuan kontrol dikategorikan sangat rentan dengan intensitas penyakit 51-100%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa kelemahan dalam metode penelitian yang sudah dilakukan, untuk itu perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan metode induksi yang lebih lengkap dan rinci serta perlu ditambahkan parameter pengamatan yang lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios G, N. 2005. *Plant Pathology*. Ed ke-5. London (GB): Elsevier Academic Press.
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W., dan Blackwell, M. 1996. *Introductory Mycology*. John Wiley & Sons, Singapore. p: 244-324.
- Amanda, M., Buchori, D., dan Triwidodo. H. 2015. Pengaruh cendawan endofit terhadap biologi dan statistik demografi wereng batang coklat *Nilaparvata lugens* Stál (Hemiptera: Delphacidae). Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor 16680. *Jurnal Entomologi Indonesia Indonesian Journal of Entomology*.
- [BBPTP]. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2009. *Deskripsi Varietas Padi*.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Tabel Tanaman Pangan dan Holtikultura Provinsi Jawa Tengah 2017*. BPS. Jawa Tengah.
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. 2016. *Rhizoctonia solani*, Penyebab Penyakit Busuk Kanopi pada Kedelai di Lahan Pasang Surut. BALITKABI. Malang.
- Barnett, H.L., dan Hunter, B.B. 1998. *Illustrated marga of imperfect fungi*. 4th ed. USA: Prentice-Hall, Inc.
- Budi, I.S., dan Mariana. 2007. Upaya pengendalian penyakit layu padi di lahan pasang surut Kalimantan Selatan dengan memanfaatkan antagonis dan pestisida botanis . Fakultas Pertanian Unlam. Banjarbaru.
- Castillo, P., Navas-Cortés, J.,A., Gomar-Tinoco, D., Vito, M.D., dan Jiménez-Díaz, R.M. 2003. Interaction between *Meloidogyne artiellia*, the cereal and legume RootKnot nematode, and *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* Race 5 in Chickpea. *Phytopathology* 93(12): 1513-1523.
- Choudhary DK, Prakash A, Johri BN. 2007. *Induced systemic resistance (ISR) in plants: mechanism of action*. *Indian J Microbiol*. 47:289–297.
- Compant S, Reiter B, Sessitsch A, Nowak J, Clement C, Ait Barka E. 2005. Endophytic colonization of *Vitis vinifera* L. by a plant growth promoting bacterium, *Burkholderia* sp. strain PsJN. *Appl Environ Microbiol*. 71:16851693.
- Dany, W.N., Serafinah, I., dan Yusmani, P. 2013. Respon Beberapa Galur Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) pada Fase Pertumbuhan Vegetatif Terhadap Cendawan *Rhizoctonia solani* (Kuhn). *Jurnal Biotropika* 1(3): 130-131.

- Djunainah, Suwanto, T.W, Husni, K. 1993. Deskripsi Varietas Unggul Padi. Jakarta (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Dutta, D., Puzari, K.C, Gogoi, R., dan Dutta, P. 2014. Endophytes: exploitation as a tool in plant protection. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 57 (5): 621-629.
- Edy, B.M.S. 2003. Pertahanan Metabolik Dan Enzim Litik Dalam Mekanisme Resistensi Tanaman Terhadap Serangan Patogen. USU Digital Library.
- Fitri, H. 2009. Uji Adaptasi Beberapa Padi Ladang (*Oryza sativa* L.). Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Gandjar, I., Samson, R.A., Tweel-Vermeulen, K., Oetari, A., dan Santoso, I. 1999. Pengenalan kapang tropik umum. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Grosch, R., Lottmann, J., Faltin, F., dan Berg, G. 2006. Use of bacterial antagonists to control diseases caused by *Rhizoctonia solani*. *Gesunde Pflanzen*. 57: 199-205.
- Hiddink, J.G., MacKenzie, B.R., Rijnsdorp, A., Dulvy, N.K., Nielsen, E.E., Bekkevold, D., Heino, M., Lorance, P., dan Ojaveer, H. 2008. Importance of fish biodiversity for the management of fisheries and ecosystems. *Elsevier. Fisheries Research*. 90: 6–8.
- Inagaki, K. 2001. Outbreaks of Rice Sclerotium Diseases in Paddy Fields and Physiological and Ecological Characteristics of this Causal Fungi. *Science Replications Agricultures, Meijo University*. 37: 57–66.
- Irmawan, D.E. 2007. Kelimpahan Keragaman Cendawan Endofit Pada Beberapa Varietas Padi Di Kuningan, Tasikmalaya dan Subang, Jawa Barat. Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- [IRRI]. 1996. Standard Evaluation System for Rice. The International Rice Testing Program (IRTP). IRRI Los Banos, Philippines.
- Istikorini, Y. 2005. Eksplorasi Cendawan Endofit dari Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) dan Teki (*Cyperus rotundus*). IPB. Bogor.
- Janse JD. 2005. *Phytobacteriology: Principles and Practice*. London (GB): CABI Publishing.
- Kumala, S., dan Siswanto, E.B. 2007. Isolation and Screening of Endophytic From *Morinda citrifolia* and Their Ability to Produce anti-mikrobal substance. *Journal of Microbiology*. 3(1): 145-158.

- Kuswanto. 2007. Teknologi Pemrosesan Pengemasan dan Penyimpanan Benih. Kanisius. Yogyakarta. Hal 250.
- Leiva-Mora, M., Capo, Y.A., Suarez, M.A., Martin, M.C., Roque, B., dan Mendez, E.M. 2015. Components of resistance to assess black sigatoka response in artificially inoculated *Musa* genotypes. *Revista de Proteccion Vegetal*. 30(1): 60-69.
- Maria, G.L., Sridhar, K.R., dan Raviraja, N.S. 2005. Antimicrobial and enzyme activity of mangrove endophytic fungi of South West Coast of India. *Jurnal of Agricultural Technology* 15(1): 67-80.
- Mew, T.W., dan Rosales, A.M. 1992. Control of *Rhizoctonia* Sheath Blight and Other Disease of Rice by Seed Bacterization, p: 113–123.
- Miller, T.G., dan Webster R.K. 2001. Soil Sampling Techniques for Determining the Effect of Culture Practices on *Rhizoctonia oryza sativae* Inoculums in Rice Field Soil. *Plant Disease*. 85: 967–972.
- Motaal, F.F.A., Nassar, M.S.M., ElZayat, S.A., El-Sayed M.A., dan Ito, S. 2010. Antifungal activity of endophytic fungi isolate from Egiptian henbane (*Hyoscyamus muticulus*). *Journal of botany* 42(4): 2883- 2894.
- Muhuria, L. 2003. Strategi perakitan gen-gen ketahanan terhadap hama. Pengantar Falsapah Sains. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 19.
- Mutabalian, M., Pinem, M.I., dan Oemry, S. 2015. Uji antagonisme beberapa jamur saprofit dan endofit dari tanaman pisang *F. Oxysporum* f.sp. cubes di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(2): 687-695.
- Ningsih, H., Utami Sri Hastuti dan Dwi Listyorini. Kajian Antagonis *Trichoderma* spp. Terhadap *Fusarium Solani* Penyebab Penyakit Layu Pada Daun Cabai Rawit (*C. frutescens*) Secara *in vitro* *Proceeding Biology Education Conference*. Vol 13(1): 814-817.
- Nuryanto, B. 2011. Varietas, Kompos dan Cara Pengairan sebagai Komponen Pengendali Penyakit Hawar Upih. Disertasi. Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 126 p.
- Noverita, D.F., dan Ernawati, S. 2009. Isolasi Dan Uji Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit Dari Daun Dan Rimpang Zingiber *ottensii* Val. *Jurnal Farmasi Indonesia* 4 (4): 171-176.
- Parmeter, J.R. 1970. *Rhizoctonia solani* biology and pathology. University of California Press. Barkeley, Los Angles and London. 255p.

- [Puslittan] Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2013. Deskripsi padi varietas IR64. [diakses pada 04 Agustus 2019]. <http://www.puslittan.bogor.net>.
- Puspitasari, A.E., Abadi, A.L., dan Sulistyowati, L. 2014. Potensi khamir sebagai agens pengendali hayati patogen *Colletotrichum* sp. pada buah cabai, buncis, dan stroberi. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 2(3): 92-101.
- Radji, M. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian* (2) 3: 113-124.
- Rahim, A., Khaeruni, A.R., dan Taufik, M. 2012. Reaksi ketahanan beberapa varietas padi komersial terhadap patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* isolat Sulawesi Tenggara. *Berkala Penelitian Agronomi* 1(2): 132–138.
- Ramamoorthy, V., Viswanathan, R., Raguchander, T., Prakasan, V., Samiyappan, R. 2001. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. *Crop Protection*. 20: 1-11.
- Rodriguez, R.J., White, J.F., Arnold A.E., dan Redman, R.S. 2008. Fungal endophytes: diversity and functional roles.
- Rubini M.R., Silva-Ribeiro R.T., Pomella A.W.V., Maki C.S., Araujo W.L., Santos D.R., dan Azevedo J.L. 2005. Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis pernicioso*, causal agent of witches' broom disease. *Journal of Biology Science* 1: 24-33.
- Sastrahidayat, I.R. 2014. Medium Buatan untuk Penelitian Penyakit Tumbuhan di Laboratorium. UB Press. Malang.
- Semangun, H. 2008. Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan Di Indonesia. Edisi kedua. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soenartingsih. 2009. Histologi dan kerusakan oleh jamur *R. Solani* penyebab penyakit busuk pelepah pada jagung. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XX dan Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia XIV*. Malang 24-25 Juli 2009.
- Soenartingsih, Akil, M., dan Andayani, N.N. 2015. Cendawan Tular Tanah (*Rhizoctonia solani*) Penyebab Penyakit Busuk Pelepah pada Tanaman Jagung dan Sorgum dengan Komponen Pengendaliannya. *Balitsereal*. Sulawesi Selatan.
- Soesanto L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Sopialena. 2017. Segitiga Penyakit Tanaman. Mulawarman University Press. Samarinda.

- Suciatmih. 2001. Test of lignin and cellulose decomposition and phosphate solubilization by soil fungi of Gunung Halimun. Biodiversitas Taman Nasional Gunung Halimun (I). Jurnal Ilmiah Biologi (edisi khusus) 5(6): 685-690.
- Suhartatik. 2008. Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi. Subang.
- Sumartono, B.S., dan Hardjono. 1980. Bercocok Tanam Padi. CV. Yasaguna. Jakarta. Hal 56.
- Suparyono dan Sudir. 1999. Peran Sklerosia dan Bentuk Lain Pathogen *Rhizoctonia solani* Kuhn, Sebagai Sumber Inokulum Awal Penyakit Hawar Pelepah Padi. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia (5) : 7-12.
- Taufiq, E. 2012. Potensi *Trichoderma* Spp. dalam Menekan Perkembangan Penyakit Busuk Pucuk Vanili di Pembibitan. Buletin RISTR. 3(1).
- Tjitrosoepomo, G. 2004. Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta). Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Van Loon, L.C., Bakker, P.A.H.M., Pieterse, C.M.J. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. Ann Rev Phytopath. 36: 453-583.
- Watanabe, T. 2002. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species 2nd ed. CRC Press, Florida. 486p.
- Yu, H., Zhang, R., Li, L., Zheng, C., Guo, L., Li, W., Sun, P., dan Qin, L. 2010. Recent developments and future prospects of antimicrobial metabolites produced by endophytes. Microbiological Research. 165: 473- 449.