

**PENGARUH DOSIS MIKORIZA TERHADAP PENINGKATAN
SENYAWA FLAVONOID PADA TANAMAN PADI UNTUK
MENGHAMBAT SERANGAN PATOGEN *Bipolaris oryzae*
PENYEBAB PENYAKIT BERCAK DAUN COKLAT**

Oleh
NIADA LESTARI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019**

**PENGARUH DOSIS MIKORIZA TERHADAP PENINGKATAN
SENYAWA FLAVONOID PADA TANAMAN PADI UNTUK
MENGHAMBAT SERANGAN PATOGEN *Bipolaris oryzae* PENYEBAB
PENYAKIT BERCAK DAUN COKLAT**

Oleh

**NIADA LESTARI
155040200111046**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2019

PERNYATAAN

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

Malang, Desember 2019

Niada Lestari



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Dosis Mikoriza terhadap Peningkatan Senyawa Flavonoid pada Tanaman Padi untuk Menghambat Serangan Patogen *Bipolaris oryzae* Penyebab Penyakit Bercak Daun Coklat

Nama : Niada Lestari

NIM : 155040200111046

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.
NIP. 19721130 200501 1 002

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

Mengetahui,
Ketua
Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan



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

Tanggal Persetujuan : 30 DEC 2019

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,



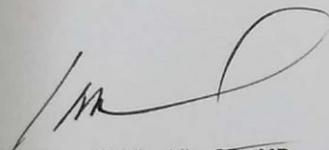
Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Penguji II,



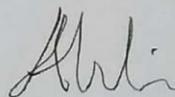
Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.
NIP. 201304 841014 1 001

Penguji III,



Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.
NIP. 19771130 200501 1 002

Penguji IV,



Dr. Akhmad Rizali, SP., M. Si
NIP. 201405 770415 1 001

Tanggal Lulus: 02 JAN 2020



Bersamaan dengan do'a baik yang telah di langitkan.

*Skripsi ini saya persembahkan
untuk Ibu yang selalu menguatkan.*

RINGKASAN

Niada Lestari. 155040200111046. Pengaruh Dosis Mikoriza terhadap Peningkatan Senyawa Flavonoid pada Tanaman Padi untuk Menghambat Serangan Patogen *Bipolaris Oryzae* Penyebab Penyakit bercak Daun Coklat. Di bawah bimbingan Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP. sebagai Pembimbing Utama dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP. sebagai Pembimbing Pendamping.

Penyakit bercak daun coklat umumnya terdapat pada tanaman padi di Indonesia. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Bipolaris oryzae* (Abadi, 2005). Pengendalian penyakit bercak daun coklat (*Bipolaris oryzae*) dapat juga dengan aplikasi mikoriza pada media tanam. Mikoriza yang digunakan yaitu Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA). Pengendalian penyakit bercak daun coklat juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan metabolit sekunder tanaman, salah satunya adalah senyawa flavonoid. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pemberian mikoriza pada media tanam pasir silika yang ditambah pupuk organik AMB-P07 dan pupuk daun dalam meningkatkan kandungan senyawa flavonoid, agar dapat menekan intensitas serangan penyakit bercak daun coklat (*Bipolaris oryzae*) pada tanaman padi.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan 3 dan *Green House*, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 sampai September 2019. Rancangan penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali dengan 2 kontrol yang meliputi K1 (tanpa mikoriza), K2 (NPK, tanpa mikoriza), P1 (mikoriza 10 g), P2 (mikoriza 20 g), P3 (mikoriza 30 g), P4 (mikoriza 40 g). Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, lama munculnya gejala penyakit, intensitas serangan penyakit, mikoriza dan kandungan senyawa flavonoid. Analisis data dilakukan dengan analisis ragam (ANOVA) berdasarkan metode RAL untuk mengetahui pengaruh perlakuan parameter yang diukur dengan uji F taraf 5%. Jika diperoleh hasil yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian mikoriza pada dosis tertentu dapat menghambat intensitas serangan penyakit bercak daun coklat (*Bipolaris oryzae*) pada tanaman padi. Perlakuan yang memberikan hasil terendah yaitu perlakuan P4 (mikoriza 40 g) yakni rata-rata intensitas penyakitnya sebesar 8,5 %. Parameter pertumbuhan tanaman, perlakuan yang memberikan hasil tertinggi yaitu perlakuan P4 (mikoriza 40 g) yakni rata-rata tinggi tanaman 85,9 cm, jumlah daun 88 helai, dan jumlah anakan 18,5 buah. Kemudian untuk peningkatan kandungan senyawa flavonoid pada tanaman padi, perlakuan yang memberikan hasil tinggi yaitu perlakuan P4 (mikoriza 40 g) yakni sebesar 4,234 g/kg.

SUMMARY

Niada Lestari. 155040200111046. Effect of Mycorrhizal Doses on Increasing Flavonoid Compounds in Rice Plants to Suppress Patogen *Bipolaris oryzae* Disease of Brown Leaf Spots. Supervised by Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP. and Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.

Brown leaf spot disease is commonly found in rice plants in Indonesia. This disease is caused by the fungus *Bipolaris oryzae* (Abadi, 2005). Control of brown leaf spot disease (*Bipolaris oryzae*) can also be done with mycorrhizal application in the planting medium. Mycorrhiza used is Arbuscular Vesicular Mycorrhiza (MVA). Control of brown leaf spot disease can also be done by utilizing plant secondary metabolites, one of which is a flavonoid compound. Therefore, further research is needed related to the application of mycorrhizae in silica sand growing media coupled with organic fertilizer AMB-P07 and leaf fertilizer in increasing the content of flavonoid compounds, in order to reduce the intensity of the attack of brown leaf spot disease (*Bipolaris oryzae*) in rice plants.

This research was conducted at the Laboratory of Plant Disease 3 and the Greenhouse, Department of Pests and Plant Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Malang. This research was conducted in December 2018 until September 2019. The research design used was a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 4 treatments and each treatment was repeated 4 times with 2 controls including K1 (without mycorrhizae), K2 (NPK, without mycorrhizae), P1 (mycorrhiza 10 g), P2 (mycorrhizae 20 g), P3 (mycorrhiza 30 g), P4 (mycorrhiza 40 g). The parameters observed in this study were plant height, number of leaves, number of tillers, duration of disease symptoms, intensity of disease attacks, and content of flavonoid compounds. Data analysis was performed with analysis of variance (ANOVA) based on the CRD method to determine the effect of the treatment parameters measured by the F test level of 5%. If the results obtained have a significant effect followed by the DMRT test (Duncan Multiple Range Test).

The results showed that the administration of mycorrhizae at certain doses can inhibit the intensity of the attack of brown leaf spot disease (*Bipolaris oryzae*) in rice plants. The treatment that gave the lowest results was P4 treatment (mycorrhizal 40 g), which was an average disease intensity of 8,5 %. Plant growth parameters, the treatment that gave the highest yield was P4 (mycorrhizal 40 g) treatment, which was an average plant height of 85,9 cm, number of leaves 88 strands, and number of tillers 18,5 pieces. Then to increase the content of flavonoid compounds in rice plants, the treatment that gave high yields was the treatment of P4 (mycorrhizal 40 g) in the amount of 4,234 g/kg.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, karunia dan tuntunan-Nya yang telah membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Dosis Mikoriza terhadap Peningkatan Senyawa Flavonoid pada Tanaman Padi untuk Menghambat Serangan Patogen *Bipolaris oryzae* Penyebab Penyakit Bercak Daun Coklat”.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih:

1. Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP., selaku dosen pembimbing utama yang dengan sabar telah membimbing dan mengarahkan penulis,
2. Antok Wahyu Sektiono, SP., MP., selaku pembimbing pendamping yang dengan sabar telah membimbing dan mengarahkan penulis,
3. Luqman Qurata Aini SP., M.Si., Ph.D., selaku ketua jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan,
4. Kedua orang tua dan keluarga besar atas do’a, kasih sayang dan dukungan yang terus diberikan kepada penulis,
5. Kepada Anis, Ais, Buyut, Meka, Tari, Yani, Nisa, teman-teman *Cix’s Collection*, teman-teman sebimbing dan teman-teman seperjuangan yang telah membantu, memberikan dukungan dan semangat serta kebersamaannya selama ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini bermanfaat bagi semua orang yang membaca dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan

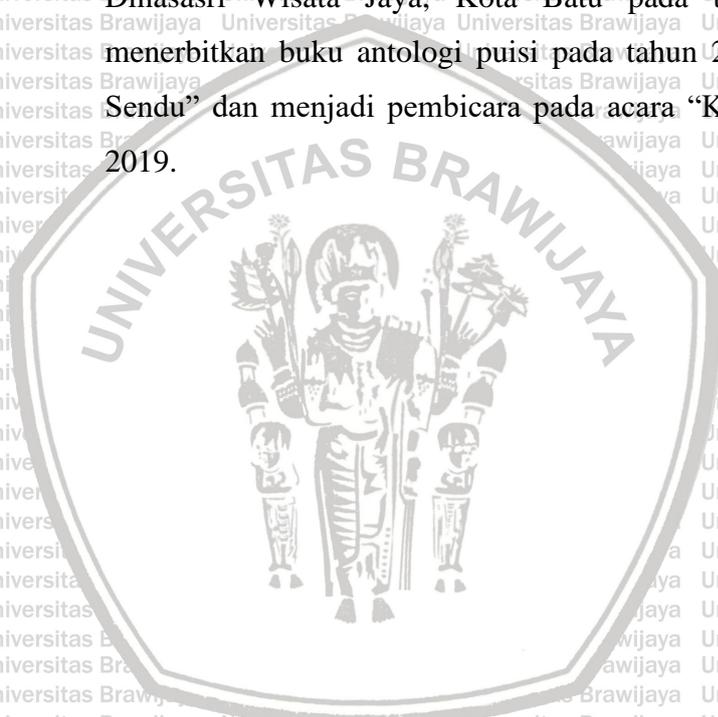
Malang, Desember 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kediri pada tanggal 18 Januari 1996 sebagai anak tunggal dari Bapak Agus Wilujeng (Alm.) dan Ibu Sunarti. Penulis menempuh Pendidikan dasar di SDN Jeruk Gulung, Kandangan, Kediri pada tahun 2003-2009, kemudian penulis melanjutkan Pendidikan di SMPN 1 Kandangan, pada tahun 2009-2012. Pada tahun 2012-2015, penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Kandangan dengan minat jurusan Ilmu Pengetahuan Alam. Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi dengan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah tergabung pada kepanitiaan RANTAI tahun 2016, KALDERA tahun 2016, dan KALDERA tahun 2017. Selain itu penulis juga melaksanakan magang kerja di PT. Kusuma Satria Dinasasri Wisata Jaya, Kota Batu pada tahun 2018. Penulis juga telah menerbitkan buku antologi puisi pada tahun 2018 dengan judul “Seratus Sajak Sendu” dan menjadi pembicara pada acara “Ketemu Buku Malang” pada tahun 2019.



DAFTAR ISI

| | |
|---|-----------|
| RINGKASAN | i |
| SUMMARY | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| RIWAYAT HIDUP | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR TABEL | viii |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan | 3 |
| 1.4. Hipotesis | 4 |
| 1.5. Manfaat | 4 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Tanaman Padi | 5 |
| 2.2. Deskripsi Jamur <i>Bipolaris oryzae</i> | 8 |
| 2.3. Senyawa Flavonoid | 11 |
| 2.4. Mikoriza | 13 |
| 2.5. Media Pertumbuhan Tanaman | 17 |
| 2.6. Kompos | 17 |
| 2.7. Jenis dan Sumber Bahan Kompos | 18 |
| III. METODE PENELITIAN | 20 |
| 3.1. Tempat dan Waktu | 20 |
| 3.2. Alat dan Bahan | 20 |
| 3.3. Rancangan Percobaan | 20 |
| 3.4. Persiapan Penelitian | 21 |
| 3.5. Pelaksanaan Penelitian | 23 |
| 3.6. Variabel Pengamatan | 24 |
| 3.7. Analisis Data | 25 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 26 |
| 4.1. Identifikasi Jamur <i>Bipolaris oryzae</i> | 26 |

| | |
|---|----|
| 4.2. Kandungan Senyawa Flavonoid..... | 30 |
| 4.3. Masa Inkubasi Penyakit Bercak Daun Coklat (<i>Bipolaris oryzae</i>)..... | 32 |
| 4.4. Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat (<i>Bipolaris oryzae</i>)..... | 33 |
| 4.5. Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Padi..... | 36 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN..... | 42 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 40 |
| 5.2 Saran..... | 40 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 41 |
| LAMPIRAN..... | 48 |



DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1. | Tanaman Padi..... | 5 |
| 2. | Bagian-Bagian Akar Tanaman Padi..... | 6 |
| 3. | Bagian-Bagian Batang Tanaman Padi | 7 |
| 4. | Bagian-Bagian Daun Tanaman Padi..... | 7 |
| 5. | Bagian-Bagian Malai Tanaman Padi..... | 8 |
| 6. | Kenampakan Jamur <i>Bipolaris oryzae</i> | 9 |
| 7. | Gejala Serangan Jamur <i>Bipolaris oryzae</i> | 10 |
| 8. | Kerangka C6-C3-C6 Flavonoid | 12 |
| 9. | Mikoriza yang Bersimbiosis dengan Tanaman Padi..... | 15 |
| 10. | Kenampakan Mikroskopis Jamur <i>Bipolaris oryzae</i> | 26 |
| 11. | Koloni Jamur <i>Bipolaris oryzae</i> | 27 |
| 12. | Perbedaan Daun Tanaman Sehat dan Sakit..... | 28 |
| 13. | Proses Infeksi Patogen pada Tanaman Padi..... | 30 |
| 14. | Grafik Pengaruh Senyawa Flavonoid terhadap Intensitas Penyakit | 35 |
| 15. | Tinggi Tanaman Padi | 37 |
| 16. | Perbandingan Jumlah Anakan K2 (Kontrol 2) dan P4 (Mikoriza 40 g) | 39 |
| | Lampiran | |
| 1. | Plot Penelitian | 56 |
| 2. | Persemaian Tanaman Padi | 56 |
| 3. | Bahan Media AMB-P07..... | 56 |
| 4. | Pembuatan Suspensi dan Inokulasi Jamur <i>Bipolaris oryzae</i> | 57 |
| 5. | Isolasi Jamur <i>Bipolaris oryzae</i> | 57 |
| 6. | Inokulasi Suspensi Jamur <i>Bipolaris oryzae</i> ke Tanaman Padi Sehat..... | 57 |
| 7. | Pengamatan Mikoriza..... | 58 |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Teks | Halaman |
|-----------------|---|---------|
| 1. | Perlakuan yang digunakan dalam Penelitian..... | 21 |
| 2. | Rata-Rata Kandungan Senyawa Flavonoid Tanaman Padi..... | 31 |
| 3. | Rata-Rata Masa Inkubasi Gejala Penyakit <i>Bipolaris oryzae</i> Pada Tanaman Padi | 33 |
| 4. | Rata-Rata Intensitas Penyakit <i>Bipolaris oryzae</i> Pada Tanaman Padi Setelah Inokulasi | 34 |
| 5. | Rata-Rata Tinggi Tanaman Padi Minggu ke 4-9 | 36 |
| 6. | Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Padi Minggu ke 4-9 | 37 |
| 7. | Rata-Rata Jumlah Anakan Tanaman Padi Minggu ke 4-9 | 38 |
| Lampiran | | |
| 1. | Analisis Ragam Kandungan Senyawa Flavonoid Padi Semua Perlakuan | 49 |
| 2. | Analisis Ragam Masa Inkubasi Penyakit Bercak Daun Coklat (<i>B. oryzae</i>) | 49 |
| 3. | Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 4 HSI..... | 49 |
| 4. | Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 7 HSI..... | 49 |
| 5. | Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 10 HSI..... | 50 |
| 6. | Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 13 HSI..... | 50 |
| 7. | Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 16 HSI..... | 50 |
| 8. | Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 19 HSI | 50 |
| 9. | Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 21 HSI..... | 51 |
| 10. | Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 4 MST..... | 51 |
| 11. | Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 5 MST | 51 |
| 12. | Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 6 MST | 51 |
| 13. | Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 7 MST | 51 |
| 14. | Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 8 MST..... | 52 |

15. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 9 MST 52

16. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 4 MST 52

17. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 5 MST 52

18. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 6 MST 52

19. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 7 MST 53

20. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 8 MST 53

21. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 9 MST 53

22. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 4 MST 53

23. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 5 MST 53

24. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 6 MST 54

25. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 7 MST 54

26. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 8 MST 54

27. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 9 MST 54

28. Analisis Ragam Regresi 55



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) adalah tanaman penghasil beras yang merupakan sumber karbohidrat bagi penduduk dunia, termasuk penduduk Indonesia. Hampir 90 % penduduk Indonesia mengkonsumsi beras sebagai makanan pokok (Ruminta *et al.*, 2017). Sehingga pada setiap tahunnya, permintaan kebutuhan beras semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Menurut data Badan Pusat Statistika (BPS) (2015), bahwa produksi padi pada tahun 2015 sebanyak 75,40 juta ton gabah kering giling (GKG) atau mengalami kenaikan sebanyak 4,55 juta ton (6,42 %) dibandingkan tahun 2014. Kenaikan produksi padi tahun 2015 terjadi di Pulau Jawa sebanyak 2,31 juta ton dan di luar Pulau Jawa sebanyak 2,24 juta ton. Kenaikan produksi terjadi karena kenaikan luas panen seluas 0,32 juta ha (2,31 %) dan produktivitas sebesar 2,06 kw/ha (4,01 %). Menurut survei Sosial Ekonomi Nasional oleh Badan Pusat Statistik (BPS) (2015), bahwa konsumsi beras per kapita per Maret 2015 adalah sebesar 98 kg/tahun. Jumlah ini meningkat dibanding tahun sebelumnya yang hanya 97,2 kg/tahun.

Peningkatan produksi padi di Indonesia tidak lepas dari berbagai kendala. Selain masalah biaya dan alih fungsi lahan, gangguan hama dan penyakit juga dapat memicu penurunan hasil produksi. Hama utama yang biasa menyerang tanaman padi meliputi wereng coklat dan penggerek batang padi. Lalu hama yang berpotensi merusak tanaman padi yaitu wereng punggung putih, wereng hijau, lembing batu, ulat grayak, pelipat daun dan walang sangit (Usyati *et al.*, 2018). Sedangkan penyakit penting yang menyerang tanaman padi antara lain bercak daun coklat, *blash*, hawar pelepah, hawar daun, busuk batang, busuk pelepah, kerdil rumput, kerdil hampa dan tungro (Rahadian *et al.*, 2014).

Penyakit bercak daun coklat umumnya terdapat pada tanaman padi di Indonesia. Bahkan penyakit ini terdapat di semua negara penanam padi, baik di tropik maupun daerah iklim sedang. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Bipolaris oryzae* (Abadi, 2005). Penyakit bercak daun coklat merupakan salah

satu penyakit penting pada tanaman padi terutama di tanah-tanah yang kurang subur. Pada kondisi penyakit yang parah, daun tanaman penuh dengan bercak berwarna coklat dan banyak biji pada malai terselimuti beledu berwarna kehitaman, dan biji padi banyak yang hampa sehingga mengurangi kuantitas dan kualitas hasil. Dalam keadaan tersebut tentu kerugian yang ditimbulkannya cukup besar. Di lahan pasang surut Delta Upang (Sumatera Selatan) intensitas penyakit dapat mencapai 39 %, sementara itu di lahan pasang surut Unit Tatas (Kalimantan Tengah) intensitas penyakit dapat mencapai 59 %. Di Benggali (India) pernah mengalami kehilangan hasil 50-91 % karena penyakit tersebut dan sempat menyebabkan bahaya kelaparan pada tahun 1942. Demikian juga pernah dilaporkan mengenai kerusakan persemaian di Filipina yang mengakibatkan kerugian 10-85 %. Beberapa daerah padi gogo rancak di Indonesia pernah mengalami serangan yang sangat parah, diantaranya di Nusa Tenggara Barat, Gunung Kidul, Jawa Barat bagian selatan dan Lampung. Intensitas penyakit ini pada padi IR5 di Bali pernah mencapai 100% (Sunder *et al.*, 2014).

Penyakit bercak daun coklat memiliki gejala berupa bintik-bintik kecil pada koleoptil, daun, selubung daun dan glume. Pada daun, bintik-bintik khas berwarna coklat dengan pusat abu-abu atau keputihan, berbentuk silinder atau oval seperti biji wijen biasanya dengan tepian kuning. Beberapa bintik menyatu dan daun menjadi kering. Pada kultivar yang rentan, bercaknya jauh lebih besar dan panjangnya bisa mencapai 1 cm atau lebih. Gejala pada selubung daun dan koleoptil mirip dengan yang ada pada daun (Sunder *et al.*, 2014).

Pengendalian penyakit bercak daun coklat (*Bipolaris oryzae*) menjadi tantangan besar untuk mencegah penurunan produksi padi. Banyak upaya pengendalian yang dilakukan petani, salah satunya dengan menggunakan varietas tahan. Pengendalian juga dapat dilakukan dengan rotasi tanam dan aplikasi fungisida. Namun penggunaan fungisida yang intensif dapat menyebabkan resistensi, sehingga penggunaan mikroorganisme sebagai pengendali hayati mulai dilakukan (Semangun, 2001). Salah satunya yaitu dengan aplikasi mikoriza pada media tanam. Mikoriza yang digunakan yaitu Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) yang merupakan salah satu jenis jamur tanah yang sangat bermanfaat

dalam meningkatkan ketersediaan dan pengambilan unsur fosfor, air dan nutrisi lainnya, serta dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh patogen tular tanah (Talanca, 2010). Jenis jamur MVA yang dapat bersimbiosis dengan akar tanaman padi yaitu *Gigaspora sp.*, *Glomus manihotis*, *Glomus etunicatum* dan *Acaulospora sp.* (Yudha *et al.*, 2015).

Pengendalian penyakit bercak daun coklat juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan metabolit sekunder tanaman, salah satunya adalah senyawa flavonoid. Flavonoid adalah salah satu kelas utama metabolit sekunder tanaman yang ditemukan di berbagai tanaman, termasuk buah-buahan dan sayuran. Flavonoid terlibat dalam berbagai fungsi biologis dan fisiologis, seperti menarik penyerbuk, pengangkutan auksin, kesuburan/infertilitas dan melindungi terhadap radiasi UV-B, serta fitopatogen (Kumar dan Pandey, 2013).

Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pemberian mikoriza pada media tanam pasir silika yang ditambah pupuk organik AMB-P07 dan pupuk daun dalam meningkatkan kandungan senyawa flavonoid, agar dapat menekan intensitas serangan penyakit bercak daun coklat (*Bipolaris oryzae*) pada tanaman padi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana meningkatkan kandungan senyawa flavonoid pada tanaman padi dengan aplikasi dosis mikoriza?
2. Apakah senyawa flavonoid dapat menghambat penyakit bercak daun coklat yang disebabkan oleh jamur *Bipolaris oryzae*?

1.3. Tujuan Penelitian

Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui peningkatan kandungan senyawa flavonoid pada tanaman padi dengan aplikasi dosis mikoriza.

2. Mengetahui bahwa senyawa flavonoid dapat menghambat penyakit bercak daun coklat yang disebabkan oleh jamur *Bipolaris oryzae*.

1.4. Hipotesis

1. Peningkatan aplikasi dosis mikoriza dapat meningkatkan kandungan senyawa flavonoid pada tanaman padi.
2. Peningkatan senyawa flavonoid dapat menghambat intensitas penyakit bercak daun coklat yang disebabkan oleh jamur *Bipolaris oryzae*.

1.5. Manfaat

Dari hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai cara menekan intensitas serangan jamur *Bipolaris oryzae* penyebab penyakit bercak daun coklat pada tanaman padi dengan memanfaatkan metabolit sekunder tanaman.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Padi

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) adalah tanaman budidaya yang sangat penting bagi manusia, karena lebih dari setengah penduduk di dunia menjadikan tanaman padi sebagai sumber bahan pangan. Di Indonesia, hampir seluruh penduduknya memenuhi kebutuhan bahan pangan dari tanaman padi. Tanaman padi merupakan tanaman yang istimewa, karena mempunyai kemampuan beradaptasi hampir pada semua lingkungan dari dataran rendah sampai dataran tinggi (2.000 m dpl), dari daerah tropis hingga subtropis kecuali benua Antartika (kutub), dari daerah basah (rawa-rawa) sampai kering (padang pasir) dan dari daerah subur sampai marginal (cekaman salinitas, aluminium, fero, asam-asam organik, kekeringan dan lain-lain) (Utama, 2015). Tanaman padi berbentuk rumput dengan daun memanjang berwarna hijau, pada fase generatif akan tumbuh malai yang nantinya menghasilkan gabah (Maarim dan Suhartatik, 2009) (Gambar 1). Adapun klasifikasi dari tanaman padi adalah kingdom Plantae; divisi Magnoliophyta; kelas Liliopsida; ordo Poales; family Poaceae; genus *Oryza*; spesies *Oryza sativa* L. (Warrier dan Tripathi, 2011).



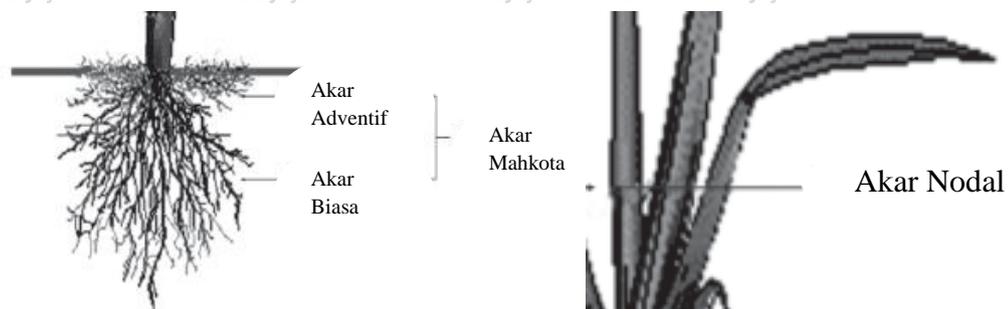
Gambar 1. Tanaman Padi (Warrier dan Tripathi, 2011)

2.1.1. Morfologi Tanaman Padi

Tanaman padi merupakan tanaman rumput yang mempunyai rumpun yang kuat dan dari ruasnya keluar banyak anakan yang berakar. Tanaman padi memiliki morfologi sebagai berikut:

a. Akar

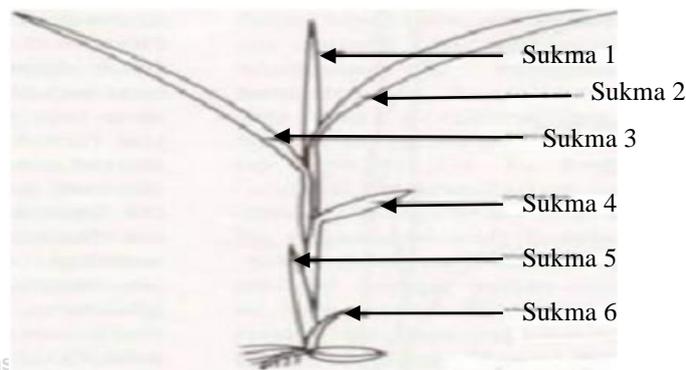
Sistem akar cukup berkembang di semua jenis padi. Sistem akar utama padi terdiri dari dua jenis, yaitu akar mahkota (akar adventif, termasuk akar-akarnya) yang berkembang dari node bawah tanah dan akar nodal yang berkembang dari nodus di atas tanah (Gambar 2). Akar utama adalah perpanjangan langsung dari radikula yang biasanya mati dalam waktu satu bulan. *Dimorfisme* adalah ciri umum dari akar padi, karena awalnya mereka tebal dan putih dengan banyak rambut akar di seluruh permukaan. Mereka menjadi lebih tipis, bercabang dan kecoklatan serta memiliki rambut yang tersisa hanya di bagian atas akar setelahnya. Rambut akar adalah ekstensi tubular dari lapisan terluar akar dan umumnya berumur pendek. Sistem akar utama tanaman berkembang di tahap akhir pertumbuhan tanaman, ketika akar berkembang secara horizontal dari simpul batang di bawah permukaan tanah (akar mahkota) (Warrier dan Tripathi, 2011).



Gambar 2. Bagian-Bagian Akar Tanaman Padi (Warrier dan Tripathi, 2011)

b. Batang

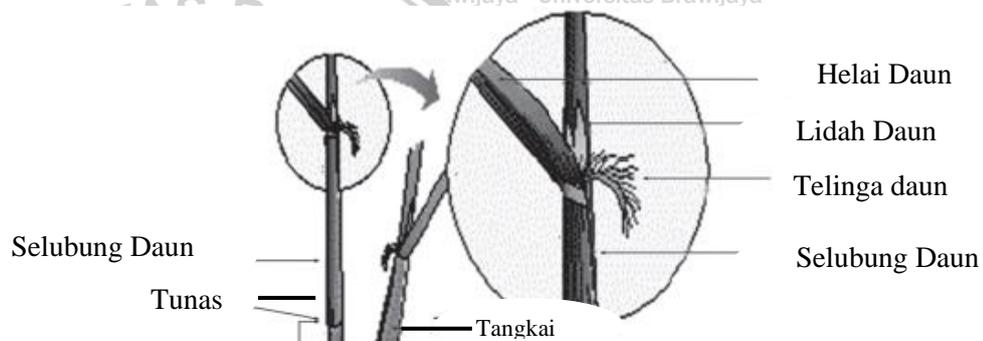
Tanaman padi memiliki batang *cylendris*, agak pipih atau bersegi, berlubang atau masif, dan berbentuk herba. Batang dan pelepah daun tidak berambut. Pertumbuhan tanaman padi adalah merumpun, dimana terdapat satu batang tunggal/batang utama yang mempunyai 6 mata atau sukma, yaitu sukma 1, 3, 5 sebelah kanan dan sukma 2, 4, 6 sebelah kiri (Gambar 3). Tinggi tanaman padi liar dapat mencapai ukuran melebihi orang dewasa, yaitu sekitar 200 cm, tetapi varietas padi yang dibudidayakan secara intensif sudah jauh lebih rendah, yaitu sekitar 100 cm. Batang padi umumnya berwarna hijau tua dan ketika memasuki fase generatif warna batang berubah menjadi kuning (Utama, 2015).



Gambar 3. Bagian-Bagian Batang Tanaman Padi (Departemen Pertanian, 1983)

c. Daun

Tanaman padi memiliki daun tunggal, 2 baris, terkadang seolah berbaris banyak. Pelepah daun berkembang sangat baik, pada batas antara pelepah daun dan helaian daun sering terdapat lidah (Gambar 4). Helaian daun duduk, hampir selalu berbentuk lanset atau garis pada kedua sisi ibu tulang daun dengan beberapa tulang daun yang sejajar. Helaian permukaan daun kasar dan pada bagian ujung meruncing. Panjang helaian daun sangat bervariasi, umumnya antara 100 – 150 cm. Warna daun hijau tua dan akan berubah kuning keemasan setelah tanaman memasuki masa panen (Utama, 2015).

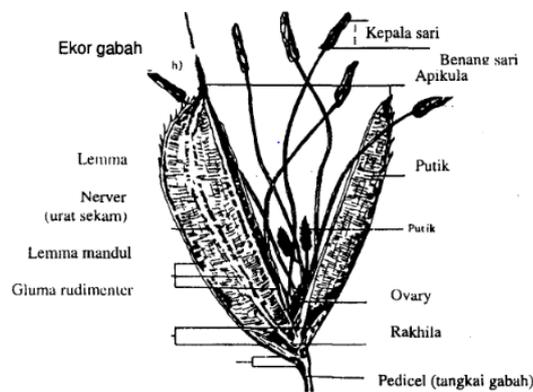


Gambar 4. Bagian-Bagian Daun Tanaman Padi (Warrier dan Tripathi, 2011)

d. Malai Padi

Bunga padi secara keseluruhan disebut malai yang merupakan bunga majemuk. Malai terdiri dari dasar malai serta tangkai malai atau sumbu malai bercabang primer yang menghasilkan cabang sekunder, tangkai bunga dan bunga. Setiap unit bunga dinamakan bulir atau *spikelet*. Sebelum bunga keluar, dibalut oleh seludang yang sebenarnya pelepah daun terakhir atau daun bendera. Pada umumnya varietas padi hanya menghasilkan satu malai untuk satu anakan, tetapi

ada beberapa varietas padi lokal yang mampu menghasilkan malai lebih dari satu, namun pertumbuhan malainya tidak sempurna. Bunga tanaman padi tersusun dalam bulir, yang terdiri dari 2 atau lebih *glumae* (daun) serupa sisik yanguduknya berseling dalam dua baris berhadapan. Satu atau dua *glumae* pada bagian bulir bawah tidak berisi bunga tetapi bagian lainnya berisi satu daun mahkota yang berbentuk sisik (*palea*). Memiliki satu atau lebih benang sari dan satu bakal buah, kepala sari berwarna putih atau kuning (Gambar 5). Bunga hampir selalu berkelamin dua, tetapi ada juga yang tidak berkelamin atau kosong. Tangkai putik hampir selalu dua, sedangkan kepala putik berbentuk malai. Bakal buah berbiji satu dinamakan dengan buah padi (*caryopsis*), sedangkan butir-butir padi yang belum dikelupas dinamakan gabah. Padi yang terletak pada ujung *panicle*, akan masak lebih dahulu dibandingkan dengan padi yang terletak pada bagian pangkal *panicle*. Demikian juga dengan padi pada *panicle* yang berasal dari anakan (*tiller*) yang keluar belakangan dalam satu rumpun akan masak kemudian (Utama, 2015).



Gambar 5. Bagian-Bagian Malai Tanaman Padi (Maarim dan Suhartatik, 2009)

2.2. Deskripsi Jamur *Bipolaris oryzae*

2.2.1. Klasifikasi Jamur *Bipolaris oryzae*

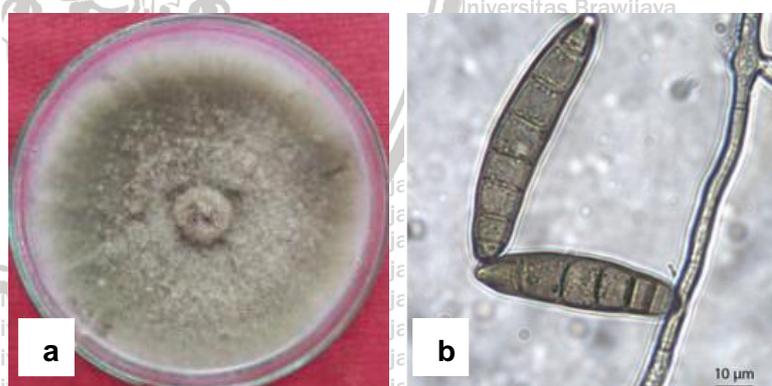
Bercak daun coklat yang disebabkan oleh jamur *Bipolaris oryzae*, adalah salah satu penyakit padi yang paling merusak (Arshad, *et al.*, 2013). Breda de Haan pada tahun 1900 pertama-tama menggambarkan jamur ini sebagai *Helminthosporium oryzae* yang dipindahkan ke *Drechslera oryzae*, lalu kemudian

disebut *Bipolaris oryzae* karena sebagian besar konidia berkecambah dari dua sel ujung (Subramanian dan Jain, 1966).

Adapun klasifikasi jamur *Bipolaris oryzae* adalah kingdom Fungi; divisi Ascomycota, kelas Dothideomycetes; ordo Pleosporales; famili Pleosporaceae; genus *Bipolaris*; spesies *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) (Subramanian dan Jain, 1966).

2.2.2. Morfologi Jamur *Bipolaris oryzae*

Morfologi dari jamur *Bipolaris oryzae* yaitu jamur ini menghasilkan miselium inter dan intraseluler, yang berkembang sebagai lapisan coklat keabuan pada jaringan yang terinfeksi. Pada umumnya, berwarna abu-abu seperti zaitun atau hitam (Sobanbabu *et al.*, 2018) (Gambar 6a). Kenampakan mikroskopis jamur *B. oryzae* yaitu memiliki konidia yang bersekat 3-10, berbentuk melengkung, berwarna agak coklat dengan ujungnya agak lancip (Pakki, 2005) (Gambar 6b). Sporofor gelap, tebal, tegak, genikulat, gelap *olivaceous* di pangkalan dan lebih terang ke arah ujung. Konidia agak melengkung dan lebar di tengah. Konidia yang sepenuhnya matang bersifat *fuliginous* atau kecoklatan, berkecambah dengan dua tabung kuman polar, satu dari masing-masing area ber dinding tipis. Ukuran konidiofor dan konidia isolat *Bipolaris oryzae* telah diamati bervariasi dari 68-688 x 7,6-20 μm dan 15-132 x 10-26 μm di Jepang; 70-175 x 5,6-7 μm dan 45-106 x 14-17 μm di India; 99 345 x 7-11 μm dan 24-122 x 7-23 μm di Cina, dan 150-600 x 4-8 μm dan 35-170 x 11-17 μm di AS (Sunder *et al.*, 2014).



Gambar 6. Kenampakan Jamur *Bipolaris oryzae* (a). Makroskopis (Valarmathi dan Ladhakshmi, 2018); (b). Mikroskopis (Kusai *et al.*, 2015)

2.2.3. Gejala Serangan Jamur *Bipolaris oryzae*

Jamur *Bipolaris oryzae* menyerang tanaman mulai dari pembiakan hingga tahap susu. Gejala muncul berupa bintik-bintik kecil pada koleoptil, daun, selubung daun dan *glume*, yang paling menonjol terdapat pada daun dan rumpun daun. Pada daun, bintik-bintik khas berwarna coklat dengan pusat abu-abu atau agak putih, berbentuk silinder atau oval seperti biji wijen biasanya dengan tepian kuning (Gambar 7). Beberapa bintik menyatu dan daun menjadi kering. Pada kultivar yang rentan, bercaknya jauh lebih besar dan panjangnya bisa mencapai 1 cm atau lebih. Gejala pada selubung daun dan koleoptil mirip dengan yang ada pada daun (Sunder *et al.*, 2014). Gejala yang paling mencolok dari penyakit ini terjadi pada daun dan gumpalan tanaman dewasa. Gejala juga muncul pada bibit muda dan cabang malai pada tanaman yang lebih tua. Bintik daun mungkin terlihat tidak lama setelah bibit muncul dan terus berkembang hingga dewasa. Bintik-bintik daun bervariasi ukurannya, biasanya berdiameter 1/8 inci, dan berbentuk lingkaran hingga oval. Bintik-bintik yang lebih kecil berwarna coklat tua hingga coklat kemerahan, dan bintik-bintik yang lebih besar memiliki tepian coklat gelap dan coklat kemerahan, serta pusat abu-abu (Kumari *et al*, 2015).



Gambar 7. Gejala Serangan Jamur *Bipolaris oryzae* (Arshad *et. al.*, 2013)

2.2.4. Epidemi Penyakit Bercak Daun Coklat (*Bipolaris oryzae*)

Spora dari jamur *Bipolaris oryzae* mudah menyebar melalui udara. Sporulasi jamur ini terjadi di permukaan tanaman yang terinfeksi kemudian spora lepas terbawa angin sampai ke permukaan tanaman lain, spora akan melakukan penetrasi awal, kemudian membentuk bercak dan berkembang. Satu bercak dapat menghasilkan 100-300 spora, sehingga menyebabkan potensi penyakit ini

berkembang sangat cepat di area sawah. Jamur ini dalam bentuk miselium dorman dapat bertahan selama satu tahun pada sisa tanaman yang telah mati, sehingga dapat menyerang secara sporadik terutama pada tanaman yang bervariasi rentan (Pakki, 2005).

Jamur ini dapat bertahan di tanah dan bagian tanaman yang terinfeksi termasuk tunggul, jerami dan biji selama 2-3 tahun, yang bertindak sebagai sumber utama inokulum. Sebuah penelitian mengembangkan teknik umpan efisien untuk pengujian kuantitatif *B. oryzae* dari tanah, patogen telah bertahan hidup dalam biji juga. Infeksi primer biasanya dimulai dengan benih yang terinfeksi ketika lesi nekrotik pada koleoptil dan selubung daun pertama kali muncul. Lesi berikutnya pada daun sebagian besar timbul dari infeksi sekunder oleh spora yang terbawa melalui udara yang dihasilkan pada lesi primer. Spora *B. oryzae* ditemukan hadir sepanjang tahun di udara tetapi jumlahnya lebih besar selama bulan-bulan dengan kelembaban yang lebih tinggi (Sunder *et al.*, 2014).

Suhu dan kelembaban relatif secara signifikan mempengaruhi perkembangan penyakit. Kontak berkepanjangan dengan atmosfer jenuh sebelum dan sesudah inokulasi menghambat perkembangan penyakit. Bintik-bintik coklat umumnya tidak teramati pada tahun-tahun dengan curah hujan teratur sedangkan musim dengan curah hujan terbatas tetapi embun berat kondusif untuk epidemi yang lebih kuat. Sebuah penelitian melaporkan tingkat keparahan penyakit yang secara signifikan lebih rendah selama tahun-tahun dengan curah hujan tinggi dibandingkan tahun-tahun dengan curah hujan lebih rendah. Daun-daun basah yang berkepanjangan di tajuk padi umumnya menyebabkan peningkatan kepadatan bercak. Inokulasi yang berhasil oleh konidia membutuhkan kelembaban relatif > 89 % pada 25 °C. Penyakit ini ditemukan paling tinggi di tanah kering, dan sedang di tanah basah (Sunder *et al.*, 2014).

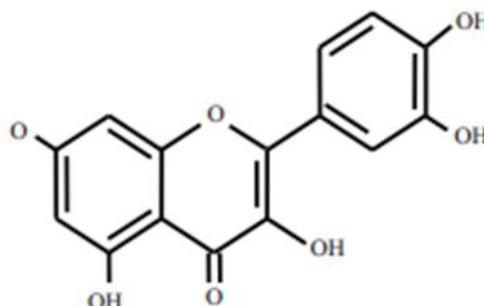
2.3. Senyawa Flavonoid

Senyawa metabolit sekunder berperan penting bagi tanaman dalam adaptasinya terhadap lingkungan terutama dalam menghadapi stres karena kekurangan unsur hara, suhu, salinitas dan organisme pengganggu tanaman

(Setiawan dan Raharjo, 2014). Salah satunya adalah senyawa flavonoid, senyawa ini merupakan kelompok terbesar dari senyawa fenolik yang banyak terdapat pada jaringan tanaman yang dapat berperan sebagai antioksidan (Hanin dan Pratiwi, 2017). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa flavonoid mempunyai aktivitas antioksidan yang beragam pada berbagai jenis sereal, sayuran dan buah-buahan. Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder penting pada tanaman yang berfungsi sebagai penolak (*deterrent*), penghambat makan (*antifeeding*) dan bersifat racun (*toxicosis*) bagi serangga (Xu, 2001).

Flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa metabolit sekunder yang paling banyak ditemukan di dalam jaringan tanaman. Flavonoid termasuk dalam golongan senyawa fenolik dengan struktur kimia C₆-C₃-C₆ (Gambar 8). Kerangka flavonoid terdiri atas satu cincin aromatik A, satu cincin aromatik B, dan cincin tengah berupa heterosiklik yang mengandung oksigen dan bentuk teroksidasi cincin ini dijadikan dasar pembagian flavonoid ke dalam sub-sub kelompoknya. Sistem penomoran digunakan untuk membedakan posisi karbon di sekitar molekulnya (Rheda, 2010).

Berbagai jenis senyawa, kandungan dan aktivitas antioksidatif flavonoid sebagai salah satu kelompok antioksidan alami yang terdapat pada sereal, sayur-sayuran dan buah, telah banyak dipublikasikan. Flavonoid berperan sebagai antioksidan dengan cara mendonasikan atom hidrogennya atau melalui kemampuannya mengkelat logam, berada dalam bentuk glukosida (mengandung rantai samping glukosa) atau dalam bentuk bebas yang disebut aglikon. (Rheda, 2010).



Gambar 8. Kerangka C₆-C₃-C₆ Flavonoid (Rheda, 2010)

2.4. Mikoriza

Mikoriza berasal dari bahasa Yunani yang berarti “jamur akar” (*mykos= miko= fungi= jamur dan rhiza= akar*) atau “jamur tanah” karena hifa dan sporanya selalu berada di tanah terutama areal rhizosfer tanaman. Asosiasi antara jamur mikoriza dengan tanaman inang merupakan hubungan simbiosis mutualisme. Simbiosis tersebut bermanfaat bagi keduanya, yaitu jamur mikoriza memperoleh karbohidrat dalam bentuk gula sederhana (glukosa) dan karbon (C) dari tanaman, sebaliknya jamur melalui hifa eksternal yang terdistribusi di dalam tanah dapat menyalurkan air, mineral dan hara tanah untuk membantu aktivitas metabolisme tanaman inangnya (Smith *et al.*, 2010).

Menurut Hidayat *et al.* (2016), bahwa mikoriza dikelompokkan menjadi dua tipe utama yaitu endomikoriza dan ektomikoriza. Berdasarkan struktur tubuhnya dan cara infeksi terhadap tanaman inang, mikoriza dapat dikelompokkan ke dalam 3 golongan besar yaitu endomikoriza, ektomikoriza dan ektendomikoriza. Endomikoriza lebih dikenal dengan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) karena saat bersimbiosis dengan perakaran dapat membentuk arbuskular dan vesikular di dalam akar tanaman.

2.4.1. Mikoriza Vesikular Arbuskular

Jamur Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) merupakan organisme tanah yang dapat digunakan sebagai salah satu alternatif teknologi untuk membantu pertumbuhan, meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman terutama yang ditanam pada lahan-lahan marginal yang kurang subur (Nurhadayani *et al.*, 2013). MVA juga memiliki peran dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh ketahanan terimbas (induksi) (Talanca, 2015). Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) tergolong dalam ordo *glomales* yang bersifat parasit obligat, sehingga tidak dapat diinokulasikan menggunakan teknik mikrobiologi, akan tetapi dapat ditumbuhkan pada akar tanaman hidup (Talanca, 2010).

Morfologi jamur MVA terdiri dari hifa eksternal, internal, gelung, vesikular dan arbuskular. Hifanya tidak bersekat dan tumbuh diantara sel-sel korteks dan di dalamnya bercabang-cabang. Hifa MVA tidak masuk dalam *stele* dan di dalam sel

yang terinfeksi terbentuk hifa yang bergelembung dan apabila bercabang-cabang maka disebut arbuskular. Arbuskular inilah yang diduga sebagai alat pemindah unsur hara. Pada struktur yang menggelembung dibentuk secara apikal dan sering kali terdapat pada hifa-hifa utama sehingga struktur ini disebut vesikular. Vesikular terkadang memiliki ukuran sangat besar dan ber dinding tebal serta mengandung banyak lipid, terutama berfungsi sebagai organ simpan. Apabila korteks mengelupas, beberapa vesikular akan keluar dari jaringan akar dan berada dalam tanah serta dapat berkecambah dan bertindak sebagai propagul infeksi. Spora yang dihasilkan oleh jamur MVA terbentuk di atas ekstermatikal hifa yang melewati permukaan akar. Spora ini dapat terbentuk dan bersatu di dalam tanah dalam bentuk kelompok-kelompok spora yang bebas atau dalam bentuk kumpulan sporakarp. Spora jamur MVA bermacam-macam baik warna maupun ukurannya, ada yang berdiameter 10-400 μm , tetapi kebanyakan antara 40-200 μm (Talanca, 2010). Jamur MVA memiliki persebaran yang sangat luas yaitu hampir 90% tanaman bersimbiosis dengan jamur ini. Menurut Prihastuti (2007) keberadaan jamur MVA dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu tanaman inang, jamur MVA dan jenis tanah. Perbedaan jenis tanah merupakan faktor yang dapat mempengaruhi secara langsung keberadaan jamur ini. Hal ini dikarenakan setiap tanah mempunyai kandungan organik dan pH tanah yang berbeda, sehingga dapat ditemukan spora genus jamur MVA yang bervariasi.

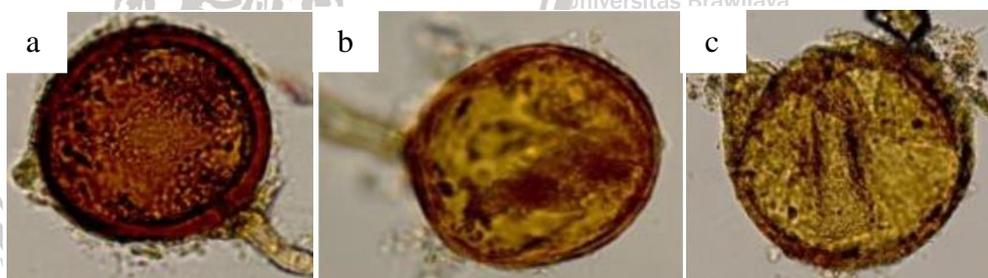
Berdasarkan struktur arbuskul atau vesikula yang dibentuk, maka MVA dapat digolongkan ke dalam 2 sub ordo yaitu *Gigaspora sp.* dan *Scutellospora sp.* Kedua genus ini tidak membentuk struktur vesikula tetapi hanya membentuk arbuskul apabila berasosiasi dengan akar tumbuhan. Adapun jenis jamur MVA yang dapat bersimbiosis dengan akar tanaman padi yaitu *Gigaspora sp.*, *Glomus manihotis*, *Glomus etunicatum* dan *Acaulospora sp.* (Yudha *et al.*, 2015).

Genus *Gigaspora*. Spora pada genus ini memiliki dua lapis dinding, serta *auxiliary cells* dengan permukaan bergerigi (*echinulate*). Karakteristik khas pada *Gigaspora* ialah memiliki *bulbous suspensor*. Spora *Gigaspora* dihasilkan secara tunggal di dalam tanah, dengan ukuran yang relatif besar dan memiliki bentuk

globos atau subglobos. Warna spora pada genus ini bervariasi mulai dari kuning, kuning kehijauan, hijau kekuningan, kuning kecoklatan, hingga coklat kekuningan (INVAM, 2013) (Gambar 9a).

Genus *Glomus*. Genus ini dicirikan dengan bentuk globos, subglobos, ovoid, maupun obovoid dengan dinding spora terdiri atas lebih dari satu lapis (Brundrett *et al.*, 1996). Warna spora genus *Glomus* bervariasi mulai dari kuning kecoklatan, coklat kekuningan, coklat muda, hingga coklat tua kehitaman (Gambar 9b). Selain itu, spora dapat diproduksi secara tunggal maupun bergerombol membentuk agregat dan sering terlihat jelas sisa dinding hifa pada permukaan spora (INVAM, 2013). Menurut Sastrahidayat (2011) genus *Glomus* memiliki dinding spora tunggal atau ganda dan dilengkapi dengan bercak cairan minyak pada spora masak yang ukurannya beragam.

Genus *Acaulospora*. Spora *Acaulospora* dibentuk oleh *sporiferous saccule* yang berasal dari perluasan hifa terminal. Ketika spora telah terbentuk sempurna, isi dari *saccule* akan dipindahkan ke dalam spora, kemudian *saccule* menipis dan lama kelamaan terdegradasi. Genus *Acaulospora* memiliki bentuk globos, subglobos, iregular, hingga *ellipsoid* dengan dua lapis dinding spora. Warna spora bervariasi mulai kuning, kecoklatan, merah tua, hingga merah kecoklatan (Gambar 9c). Genus *Acaulospora* memiliki *saccule* yang berbentuk globos, subglobos, hingga iregular dengan warna bervariasi dari transparan, kuning, merah muda transparan, hingga putih (INVAM, 2013). Menurut Sastrahidayat (2011), seringkali *saccule* ditemukan pada *Acaulospora*.



Gambar 9. Mikoriza yang Bersimbiosis dengan Tanaman Padi, (a). *Gigaspora*; (b). *Glomus*, (c). *Acaulospora* (Cahyani *et al.*, 2014)

2.4.2. Mikoriza Vesikular Arbuskular dalam Pengendalian Patogen

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa MVA memiliki peran dalam pengendalian penyakit tanaman. Mekanisme perlindungan MVA terhadap patogen berlangsung sebagai berikut, 1). Cendawan MVA memanfaatkan karbohidrat lebih banyak dari akar sebelum dikeluarkan dalam bentuk eksudat akar, sehingga patogen tidak dapat berkembang, 2). Terbentuknya substansi yang bersifat antibiotik yang disekresikan untuk menghambat perkembangan patogen, 3). Memacu perkembangan mikroba saprofit di sekitar perakaran (rhizosfer). Cendawan MVA dapat juga bersimbiosis dengan akar tanaman inang dan mempunyai pengaruh yang luas terhadap mikroorganisme yang bersifat patogen. Akar tanaman inang yang terinfeksi MVA mempunyai eksudat akar tanaman inang yang mempengaruhi perubahan dalam rhizosfer yang mengakibatkan meningkatnya ketahanan terhadap patogen karena produksi antibiotik dari MVA. Perkembangan patogen pada tanaman dapat ditekan oleh MVA apabila cendawan menginfeksi setelah MVA bersimbiosis dengan akar (Talanca dan Adnan, 2005).

2.4.3. Proses Infeksi Mikoriza

Mikoriza pada jenis pupuk mikoriza tersedia dalam bentuk dorman berupa spora. Ketika terdapat akar tanaman, maka mikoriza akan membentuk jaringan di sekitar akar dan menempel pada akar. Kemudian, mikoriza menginfeksi permukaan akar dan di antara sel-sel ujung akar. Lalu, mikoriza membentuk jalinan miselium berwarna putih pada bagian rambut akar (*jala hartig*). Karena adanya infeksi mikoriza, akar akan memendek, bengkak, bercabang dikotom, dan dapat membentuk pigmen. Di dalam akar, infeksi terjadi di antara sel-sel ujung akar. Hifa masuk ke dalam sel dan mengisi ruang antar sel. Morfologi akar tidak berubah, tetapi penampilan sel dan jaringan yang berubah. Kemudian mikoriza membentuk vesikula dan arbuskula pada korteks akar. Mikoriza yang terdapat di dalam akar berfungsi untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara berupa fosfor (P), meningkatkan toleransi tanaman terhadap kurangnya air (melalui jaringan hifa), dan memperluas ruang tanah yang dapat dijangkau tanaman (Kabirun, 2018).

2.5. Media Pertumbuhan Tanaman

Media tanam merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman sebagai tempat tumbuh, media perakaran dan sumber unsur hara (Hanum *et al.*, 2009). Karakteristik media tanam sebagai tempat tumbuh yang terpenting adalah mempunyai kemampuan memegang air yang baik, mempunyai aerasi dan drainase yang baik, mempunyai pH yang sesuai dengan jenis tanaman dan mengandung unsur hara untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Berdasarkan bahan penyusunnya, media tanam dibagi menjadi bahan organik dan anorganik. Bahan organik berasal dari komponen organisme hidup, misalnya bagian tanaman. Penggunaan bahan organik lebih baik dibandingkan dengan bahan anorganik, karena bahan organik sudah menyediakan unsur-unsur hara bagi tanaman (Susilawati, 2007).

Bahan organik mengalami proses pelapukan atau dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme. Melalui proses tersebut, akan dihasilkan karbondioksida, air dan mineral. Mineral inilah yang merupakan sumber unsur hara yang diserap tanaman sebagai zat makanan. Beberapa jenis bahan organik yang dapat dijadikan sebagai media tanam yaitu arang, cacahan pakis, kompos, sabut kelapa, pupuk kandang dan humus (Atmojo, 2003).

Kemudian untuk bahan anorganik merupakan bahan dengan kandungan unsur mineral tinggi yang berasal dari proses pelapukan batuan induk di dalam bumi. Beberapa media anorganik yang sering dijadikan media tanam yaitu gel, pasir, kerikil, pecahan batu bata, spons, tanah liat, vermikulit dan perlit (Barker, 1999).

2.6. Kompos

Kompos merupakan bahan organik yang mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Kompos mengandung hara-hara mineral yang esensial bagi tanaman. Penggunaan kompos sebagai bahan pembenah tanah dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga mempertahankan dan menambah kesuburan tanah. Karakteristik umum yang dimiliki kompos antara

lain, 1). Mengandung unsur hara dalam jenis dan jumlah yang bervariasi, tergantung bahan asalnya, 2). Menyediakan unsur hara secara lambat dan dalam jumlah terbatas dan 3). Memiliki fungsi utama memperbaiki kesuburan dan kesehatan tanah (Setyorini *et al.*, 2006).

2.7. Jenis dan Sumber Bahan Kompos

Bahan organik yang dapat digunakan sebagai sumber pupuk organik dapat berasal dari limbah atau hasil pertanian dan nonpertanian (Kurnia, 2001). Dari hasil tanaman dapat berupa sisa tanaman, sisa hasil pertanian, pupuk kandang dan pupuk hijau. Berikut adalah beberapa kandungan pada limbah atau hasil pertanian yang dapat digunakan sebagai kompos, yaitu:

a. Limbah buah tomat

Tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat potensial untuk dikembangkan, karena mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dan berpotensi sebagai produk ekspor (Suzanna *et al.*, 2010). Produksi tomat di Indonesia mulai berkembang, tercatat tahun 2000 hingga 2014 produksinya relatif mengalami kenaikan dari 891,616 ton menjadi 915,987 ton karena jumlah permintaan yang naik (BPS, 2014). Produksi tomat yang terus meningkat, belum diimbangi dengan penanganan pascapanen yang sesuai serta metode penyimpanan yang baik, oleh karena itu buah tomat mudah busuk bila tidak segera dikonsumsi ataupun diolah. Kurang baiknya dalam penanganan pasca panen buah tomat dapat menyebabkan buah tomat membusuk di berbagai pasar tradisional yang akhirnya menjadi bagian dari limbah pasar.

Buah tomat yang telah busuk sebenarnya dapat digunakan sebagai media yang baik bagi pertumbuhan bakteri pengurai. Limbah tomat merupakan limbah organik yang dapat digunakan sebagai media biakan (inokulan) bagi mikroorganisme lokal (MOL) tertentu yang mampu mendegradasi bahan-bahan organik. Mikroorganisme lokal (MOL) merupakan salah satu bioaktivator yang dapat mempercepat dan dapat meningkatkan mutu kompos (Pratiwi, 2013). Apabila MOL dari limbah tomat dapat dimanfaatkan sebagai bioaktivator pada

proses pengomposan, maka dapat memangkas pengeluaran karena limbah tomat mudah diperoleh dengan harga murah dan dapat diproduksi sendiri sebagai MOL.

b. Rimpang Jahe

Menurut Kardinan (2002), pestisida nabati memiliki senyawa kimia yang dapat menghambat pertumbuhan jamur yang ingin dikendalikan. Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai fungisida nabati yaitu tanaman jahe.

Hal ini dikarenakan rimpang jahe mengandung 2-3 % minyak astiri, 20-60 % pati, damar, asam organik, asam malat, asam oksalat serta gingerin (Mursito, 2003).

Sehingga, rimpang jahe dapat digunakan sebagai bahan media tanam karena dapat menghambat perkembangan jamur maupun patogen penyebab penyakit (Paimin dan Murhananto, 2002).

c. Rumput Gajah

Rumput gajah (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) merupakan tanaman yang dapat tumbuh pada daerah yang minim nutrisi dan merumpun dengan perakaran serabut yang kompak, serta terus menghasilkan anakan apabila dipangkas secara teratur (Syarifuddin, 2006). Akar rumput gajah mengandung bakteri *Pseudomonas flourensensis* dan *Bacillus polymixa* yang dapat menghasilkan enzim selulose, protease dan memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfat agar rumput gajah dapat dimanfaatkan sebagai PGPR yang dapat bermanfaat bagi kesehatan tanaman. PGPR juga mempengaruhi tanaman secara langsung melalui kemampuannya menyediakan dan memobilisasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah, serta mensintesis dan mengubah konsentrasi fitohormon pemacu tumbuh tanaman sehingga memiliki ketahanan terhadap serangan penyakit (Eliza *et al.*, 2007).

Rumput gajah memiliki kualitas yang tinggi. Satu rumpun tanaman dapat mencapai 40-60 anakan apabila dipotong secara teratur. Kadar nitrogen dari hasil panen yang diadakan secara teratur berkisar antara 2 – 4 %. Protein Kasar (PK) selalu diatas 7% dan menurun dengan naiknya umur tanaman. Pada daun muda nilai ketercernaan (TDN) diperkirakan mencapai 70 % tetapi angka ini menurun cukup drastis pada usia tua mencapai 55% (Budiman *et al.*, 2012).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan *Green House*, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 sampai September 2019.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *box*, kamera, *polybag* ukuran 5kg, termometer, meteran, baki, *autoclave*, tabung reaksi, sprayer, jarum Ose, gelang ukur, tabung erlenmeyer, kertas label, timbangan digital, cawan Petri (diameter 9 cm), mikroskop binokuler, pinset, bunsen, *haemocytometer*, *beaker glass*, gelas ukur, pipet, mikro pipet, *aluminium foil*, *plastic wrapping*, kompor, panci, spatula, *orbital shaker*, dan *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir silika, kompos daun, benih padi varietas IR64, limbah buah tomat, rimpang jahe, rumput gajah, cairan EM4, pupuk mikoriza, tanah, daun padi yang terserang penyakit, aquades steril, media PDA, *tissue* steril, klorox (NaOCl 10%), spirtus, *chlorompenicol*, dan alkohol 70%.

3.3. Rancangan Percobaan

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan yaitu K1 (kontrol 1), K2 (kontrol 2), P1 (10 g/polybag), P2 (20 g/polybag), P3 (30 g/polybag) dan P4 (40 g/polybag) dengan masing-masing perlakuan terdiri dari 4 ulangan. Data yang diperoleh pada pengamatan diolah dengan sidik ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5%. Penjelasan perlakuan dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Perlakuan yang digunakan dalam Penelitian

| Kode | Keterangan |
|------|---------------------------|
| K1 | Tanpa Mikoriza |
| K2 | Pupuk NPK, Tanpa Mikoriza |
| P1 | Mikoriza 10 g |
| P2 | Mikoriza 20 g |
| P3 | Mikoriza 30 g |
| P4 | Mikoriza 40 g |

3.4. Persiapan Penelitian

Sterilisasi Alat. Alat-alat yang disterilkan adalah alat berupa gelas, cawan Petri dan tabung reaksi. Sterilisasi dilakukan dengan menggunakan *autoclave* pada temperatur 121°C dengan tekanan 1,5 atm selama 120 menit. Alat-alat yang akan disterilisasi sebelumnya dimasukkan ke dalam plastik tahan panas dan diikat.

Pembuatan Media Pertumbuhan Jamur. Media isolasi patogen menggunakan media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Bahan untuk membuat 1 l PDA yaitu kentang 250 g, *dextrose* 20 g, agar 20 g, *chloramphenicol* 2 kapsul 0,25 g, aquades 1 l. Kentang yang sudah dikupas dan dicuci bersih kemudian dipotong berbentuk dadu. Kentang yang sudah dipotong kemudian direbus dalam 1 l aquades hingga mendidih, lalu disaring hingga diperoleh sari kentang. Sari kentang selanjutnya ditambah aquades hingga mencapai volume 1 l dan dimasak hingga mendidih. *Dextrose* dan agar ditambahkan ke dalam sari kentang, lalu diaduk hingga mendidih. Media yang sudah homogen didinginkan, ditambah *chloramphenicol*, diaduk dan selanjutnya dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Erlenmeyer kemudian ditutup dengan aluminium foil dan *plastic wrapping*, lalu disterilkan dengan *autoclave* selama 120 menit dengan suhu 121 °C.

Isolasi dan Identifikasi Jamur Patogen. Jamur *Bipolaris oryzae* diisolasi dari daun tanaman padi yang terserang penyakit bercak daun coklat. Contoh tanaman bergejala bercak daun coklat diambil dari lahan sawah di Kelurahan Jatimulyo, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Metode isolasi jamur *B. oryzae* yaitu daun yang bergejala dipotong berukuran 1 cm yang terdiri dari daun setengah sakit dan setengah sehat, kemudian disterilkan permukaannya dengan

merendamnya ke dalam *klorox* 1 menit, alkohol 1 menit, dan dibilas menggunakan aquades steril 1 menit sebanyak 2 kali, lalu ditiriskan pada tisu steril. Tanaman contoh yang sudah steril selanjutnya ditanam pada media PDA dan diinkubasi selama 7 hari.

Miselial yang muncul dari permukaan jaringan tanaman kemudian diambil dengan jarum Ose lalu diletakkan pada *object glass* yang telah ditetesi dengan menggunakan aquades steril, lalu ditutup dengan *cover glass* dan diamati dengan mikroskop binokuler. Ciri-ciri morfologi jamur dicocokkan dengan ciri-ciri jamur *B. oryzae* pada literatur. Konidia yang memiliki ciri-ciri sesuai dengan morfologi konidia jamur *B. oryzae* ditanam pada media PDA sebagai biakan murni. Biakan yang sudah tumbuh selanjutnya dilakukan identifikasi ulang untuk memastikan bahwa jamur yang telah diisolasi pada media PDA tersebut adalah jamur *B. oryzae* yaitu dengan mengambil sedikit jamur kemudian diletakkan di atas *object glass* yang telah diberi media PDA baru dan ditutup dengan menggunakan *cover glass*, lalu diinkubasi pada *box* berisi tisu steril selama 3 hari. Preparat yang sudah diinkubasi kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop. Apabila ciri morfologi menunjukkan ciri yang sama dengan ciri morfologi jamur *B. oryzae*, maka jamur biakan murni yang telah ditanam pada media PDA tersebut adalah jamur *B. oryzae*. Pengamatan juga dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Uji Postulat Koch. Isolat *B. oryzae* yang telah diremajakan kemudian diuji kemampuan dengan cara diinokulasi pada tanaman padi. Apabila tanaman padi yang telah diinokulasi menunjukkan gejala yang sama dengan literatur, kemudian bagian tanaman yang bergejala tersebut di isolasi kembali pada media PDA dan hasilnya dibandingkan kembali dengan isolat awal yang telah di remajakan.

Pembuatan Pupuk Organik AMB-P07. Pembuatan Pupuk Organik AMB – P07 membutuhkan bahan utama berupa limbah buah tomat, rimpang jahe, dan daun rumput gajah dengan perbandingan 2:1:1. Bahan dihancurkan dengan alat penghancur yang terdapat pada UPT Kompos Universitas Brawijaya. Bahan yang telah dihancurkan selanjutnya ditambahkan EM4 dan molase. Selanjutnya tutup campuran bahan lalu biarkan selama 14 hari. Kelembapan, suhu dan sirkulasi

udara pada proses pengomposan harus dijaga dengan menyemprotkan sedikit air setiap seminggu sekali dan mengaduk kompos (Muhibuddin, 2018).

Pembuatan Media Tanam. Media tanam yang digunakan yaitu pasir silika yang dicampur dengan pupuk organik AMB-P07 dan pupuk daun dengan komposisi perbandingan 6:3:1 pada polybag 5 kg.

Pembuatan Suspensi. Persiapan inokulum yaitu dengan menggunakan 10 ml aquades steril dituangkan pada media biakan jamur *B. oryzae* yang berumur 14 hari di cawan Petri dan diratakan menggunakan stik L dan kaca preparat untuk melepaskan konidia dari media tumbuh. Setelah itu hasil suspensi dimasukkan kedalam tabung reaksi dan dibuat pengenceran dengan perbandingan 1 ml suspensi jamur dan 9 ml aquades. Pengenceran dilakukan sebanyak 4 kali. Jumlah konidia per mililiter dihitung menggunakan *haemocytometer*.

3.5. Pelaksanaan Penelitian

Pemberian Mikoriza. Pemberian mikoriza dilakukan 1 minggu sebelum tanaman padi pindah tanam menggunakan jenis pupuk mikoriza yang diperoleh secara komersil. Pupuk mikoriza dicampurkan pada media tanam yang telah dibuat sebelumnya. Terdapat 6 perlakuan yaitu K1 (kontrol 1), K2 (kontrol 2), P1 (10 g/polybag), P2 (20 g/polybag), P3 (30 g/polybag) dan P4 (40 g/polybag). Pupuk mikoriza terdiri dari spora dorman dengan kerapatan 10/10 g.

Persemaian dan Penanaman. Bibit yang digunakan adalah benih padi yang sudah berkecambah. Langkah pembibitan yaitu merendam benih padi kemudian disemai di tempat persemaian. Tempat persemaian berupa baki dengan media kompos dan tanah. Lalu menanam benih padi pada umur 10-14 hari. Cara menanam dengan menarik benih menggunakan tangan, jaga agar butir padi (gabah) yang masih menempel tidak rusak (butir padi berfungsi sebagai ari-ari nutrisi akar dan daun benih muda). Kemudian, dorong pangkal benih secara horizontal dari pinggir hingga pangkal benih terbenam 1 cm dengan butir padi menancap ke dalam media tanam secara horizontal, biarkan akar tergerai di permukaan media tanam (jangan ditekan).

Perawatan Tanaman Padi. Setelah tanaman padi pindah tanam, penyiraman atau pengairan harus dilakukan agar kebutuhan air tanaman padi terpenuhi. Penyiraman diberikan secara macak-macak saat padi selesai ditanam sampai muncul malai. Selain penyiraman juga dilakukan penyiangan gulma, agar nutrisi dari media hanya diserap oleh tanaman padi.

Inokulasi Spora *Bipolaris oryzae* Teknik inokulasi dilakukan dengan cara menyuntikkan suspensi spora *B. oryzae* pada bagian daun tanaman padi sebanyak 10 ml dengan kerapatan $1,2 \times 10^6$. Inokulasi dilakukan pada saat tanaman padi berumur 30 HST (Hari Setelah Tanam).

3.6. Variabel Pengamatan

Masa Inkubasi Penyakit. Pengamatan masa inkubasi dilakukan dengan mengamati tanaman padi pada masing-masing perlakuan baik kontrol maupun yang diberi mikoriza. Pengamatan dilakukan hingga gejala awal serangan penyakit bercak daun coklat muncul pada tanaman padi. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama jamur *Bipolaris oryzae* dapat menyebabkan bercak daun coklat pada tanaman padi. Gejala penyakit *B. oryzae* dapat dilihat dari satu hari setelah inokulasi sampai awal munculnya gejala yang ditimbulkan pada tanaman padi di setiap perlakuan.

Perhitungan indeks penyakit dilakukan dengan cara metode *skoring* dengan rumus berikut ini :

$$IP = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100 \%$$

Keterangan: IP = Intensitas penyakit (%), n = Jumlah daun bergejala dalam setiap kategori, v = Nilai kategori serangan, Z = Nilai kategori serangan tertinggi, dan N = Jumlah daun yang diamati.

Pengamatan Tinggi Tanaman. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang sampai ujung daun.

Pengamatan Jumlah Daun. Penghitungan dilakukan berdasarkan jumlah daun yang dihasilkan sejak dari awal muncul daun hingga akhir pengamatan.

Pengamatan Anakan. Perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah anakan yang dihasilkan sejak awal muncul anakan hingga akhir pengamatan.

Uji Senyawa Flavonoid. Langkah-langkah dalam uji senyawa flavonoid adalah sebagai berikut:

1. Larutan uji untuk penentuan kandungan flavonoid total

Sebanyak 7,5 mg ekstrak ditimbang, lalu ditambahkan etanol p.a sampai diperoleh konsentrasi larutan uji sebesar 750,0 $\mu\text{g/ml}$.

2. Kurva baku kuersetin

Ditimbang sebanyak 25 mg baku standar kuersetin dan dilarutkan dalam 25 ml etanol. Larutan stok dipipet sebanyak 1 ml dan dicukupkan volumenya sampai 10 ml dengan etanol sehingga diperoleh konsentrasi 100 $\mu\text{g/ml}$. Dari larutan standar kuersetin 100 $\mu\text{g/ml}$, kemudian dibuat beberapa konsentrasi yaitu 15 $\mu\text{g/ml}$, 20 $\mu\text{g/ml}$, 25 $\mu\text{g/ml}$, 30 $\mu\text{g/ml}$ dan 35 $\mu\text{g/ml}$. Dari masing-masing konsentrasi larutan standar kuersetin dipipet 1 ml. Kemudian ditambahkan 1 ml AlCl_3 2% dan 1 ml kalium asetat 120 mM. Sampel diinkubasi selama satu jam pada suhu kamar. Absorbansi ditentukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 435 nm.

3. Estimasi kandungan flavonoid total larutan uji

Diambil 0,5 ml larutan uji 750 $\mu\text{g/ml}$, lalu masing-masing dimasukkan ke dalam labu takar 10,0 ml dan kemudian ditambahkan 1 ml larutan AlCl_3 2% dan 1 ml kalium asetat 120 mM. Sampel diinkubasi selama satu jam pada suhu kamar. Absorbansi ditentukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 435 nm. Kandungan flavonoid total dinyatakan sebagai gram ekuivalen kuersetin (mg ekuivalen kuersetin per g ekstrak).

3.7. Analisis Data

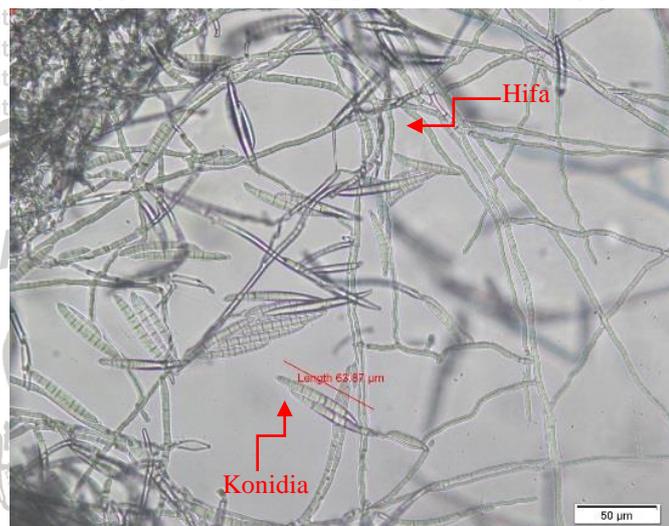
Data hasil penelitian dianalisis ragam (ANOVA) berdasarkan metode RAL untuk mengetahui pengaruh perlakuan parameter yang diukur dengan uji F taraf 5%. Jika diperoleh hasil yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5%. Analisis data diolah dengan menggunakan Microsoft Excel 2013.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Jamur *Bipolaris oryzae*

4.1.1. Morfologi *Bipolaris oryzae*

Kenampakan jamur *B. oryzae* ketika diamati menggunakan mikroskop memiliki hifa yang bersekat, konidia berbentuk memanjang agak runcing dengan bagian tengah agak melebar, dan konidianya memiliki sekat sebanyak 5 sampai 8, serta panjang konidianya 63,87 μm (Gambar 10). Hal ini sesuai dengan pernyataan Sobanbabu *et al.* (2018), bahwa isolat *B. oryzae* mengungkapkan adanya konidiofor tunggal, lurus hingga lentur dan berwarna pucat hingga coklat. Konidia sedikit melengkung dan terlebar di bagian tengah, dan bersekat antara 5-10 sekat. Berdasarkan karakter fenotipik ini, patogen diidentifikasi sebagai *B. oryzae*.



Gambar 10. Kenampakan Mikroskopis Jamur *Bipolaris oryzae*

Isolat *B. oryzae* yang tumbuh pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang diinkubasi selama 14 hari membentuk koloni yang berwarna putih agak abu-abu kecoklatan (Gambar 11). Hal ini sesuai dengan pernyataan Sobanbabu *et al.* (2018), bahwa secara makroskopis, isolat *B. oryzae* menunjukkan pertumbuhan cepat dengan pertumbuhan radial bebas dan halus. Miselium udara lembut, berpenampakan kapas, berwarna abu-abu zaitun dengan warna kecoklatan.

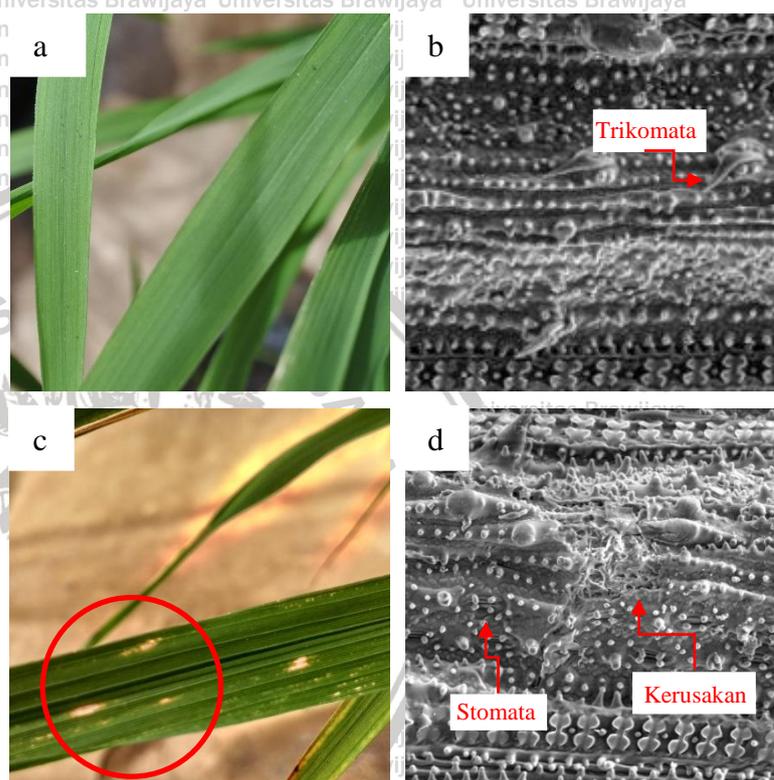


Gambar 11. Koloni Jamur *Bipolaris oryzae* (14 hari)

4.1.2. Gejala Serangan *Bipolaris oryzae*

Daun tanaman padi yang sehat terlihat berwarna hijau dan tidak terdapat bercak (Gambar 12a). Ketika diamati menggunakan mikroskop elektron bagian epidermis daun terlihat normal dan tidak ada kerusakan (Gambar 12b). Sedangkan daun tanaman padi bergejala bercak daun coklat yang disebabkan oleh jamur *B. oryzae* terdapat bercak berwarna coklat dengan bagian tengah berwarna agak keabu-abuan (Gambar 12c). Hal ini sesuai dengan pernyataan Defitri (2013), bahwa pada umumnya gejala penyakit bercak coklat adalah pada daun dan *glumae* (bagian bulir), meskipun dapat muncul pelepah daun, cabang-cabang malai bibit yang muda dan batang. Bercak pada daun yang khas berbentuk oval, berukuran variatif, bentuk gejala seragam seringkali tersebar di seluruh permukaan daun. Bercak berwarna coklat, dilingkari dengan warna abu bagian tengah bercak bulat berwarna putih. Gejala yang masih muda berupa bintik-bintik coklat atau coklat keabuan. Pada varietas rentan bercak akan lebih lebar, berukuran mencapai 1 cm atau lebih. Seringkali jumlah bercak memenuhi permukaan daun, yang dapat mengakibatkan daun layu. Kemudian menurut Semangun (1991), bahwa pada daun tanaman terjadi bercak-bercak coklat berbentuk oval sampai memanjang, berwarna coklat tua. Bagian tepi pada bercak yang besar berwarna coklat tua dengan bagian tengah berwarna putih kotor sampai kelabu. Tanaman yang sakit parah daunnya menjadi kering, sehingga malai tidak dapat keluar dari pelepah daun bendera, atau bahkan tidak dapat

membentuk malai. Ketika diamati menggunakan mikroskop elektron dengan sampel yang digunakan adalah bagian daun tanaman yang setengah sakit setengah sehat. Sedangkan bagian daun yang bergejala jika dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron terdapat kerusakan pada jaringan epidermis daun, dimana pada bagian tersebut terlihat rusak, keropos, dan patah (Gambar 12d). Hal ini sesuai dengan pernyataan Achmadi dan Fahmi (2012), bahwa penyakit dapat menyebabkan gejala yang merupakan kelainan atau penyimpangan dari keadaan normal tanaman. Menurut Chatri (2016), gejala yang disebabkan oleh penyakit bercak daun padi merupakan gejala nekrosis yaitu gejala yang terjadi akibat aktivitas fisiologi patogen yang merugikan sehingga menimbulkan kerusakan pada sel-sel tumbuhan, gejala ini ditandai dengan adanya bercak-bercak dan akhirnya diikuti oleh kematian sel-sel jaringan.



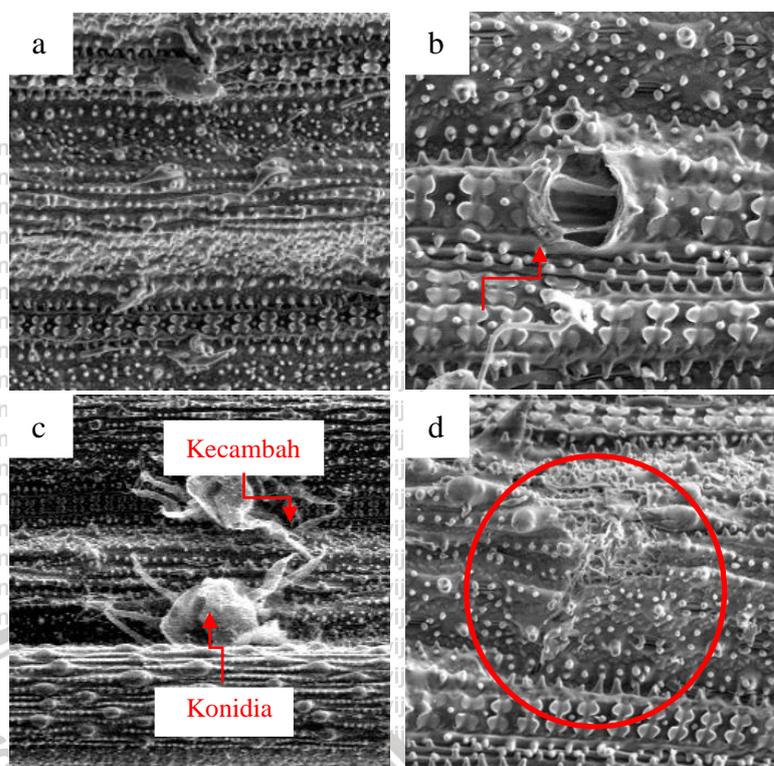
Gambar 12. Penampakan Daun Tanaman Padi yang Terserang *B. oryzae*, (a). Daun Tanaman Sehat; (b). Kenampakan Jaringan Epidermis Daun Sehat dengan SEM; (c). Daun Tanaman Bergejala Bercak Daun Coklat (*B. oryzae*) (dilingkari), (d). Kenampakan Kerusakan Jaringan Epidermis (panah) dengan SEM

4.1.3. Proses Infeksi

Dari hasil pengamatan menggunakan mikroskop elektron diketahui bahwa proses infeksi berawal dari daun tanaman padi sehat tanpa adanya kerusakan (Gambar 13a). Kemudian dilakukan inokulasi jamur *B. oryzae* dengan menyuntikkan suspensi spora jamur *B. oryzae* ke bagian daun tanaman. Inokulasi ini menyebabkan inokulum patogen sampai ke permukaan daun tanaman. Patogen mulai melakukan serangan pada tingkat pertumbuhan vegetatif. Sebelum menginfeksi, spora jamur harus berkecambah di permukaan daun terlebih dahulu. Perkecambahan ini memerlukan suhu yang sesuai yaitu 25 °C. Selanjutnya spora jamur yang berkecambah akan membentuk appressoria (ujung hifa/tabung kecambah) yang dapat digunakan untuk melakukan penetrasi, dalam hal ini penetrasi melalui lubang luka (Gambar 13b), agar mempermudah masuknya patogen (Gambar 13c). Setelah patogen masuk, patogen akan melakukan kontak dengan jaringan tanaman. Selama proses infeksi, patogen akan tumbuh dan menyebar di dalam jaringan tanaman. Jamur patogen melakukan perkembangbiakan dengan membentuk spora, baik spora seksual maupun aseksual. Setelah patogen berkembang biak, maka bagian tanaman akan kehilangan nutrisi dan sel-sel jaringan menjadi rusak (Gambar 13d), sehingga muncul gejala di permukaan daun berupa bercak. Kemudian jamur atau inokulum akan melakukan penyebaran dari tanaman sumber ke tanaman lain.

Menurut Sopialena dan Palupi (2017), proses terjadinya penyakit dimulai dari inokulasi, penetrasi, infeksi, invasi, pertumbuhan dan reproduksi, serta penyebaran. Proses inokulasi adalah proses dimana terjadi kontak antara patogen dengan tanaman, kemudian terjadi proses penetrasi yaitu masuknya patogen ke dalam tanaman melalui lubang-lubang alami maupun luka. Selanjutnya terjadi infeksi dimana patogen mulai memanfaatkan nutrisi dari tanaman inang. Proses ini terjadi setelah patogen melakukan kontak dengan sel-sel atau jaringan rentan dan mendapatkan nutrisi dari sel-sel atau jaringan tersebut. Selama proses infeksi, patogen akan tumbuh dan berkembang di dalam jaringan tanaman. Kemudian tahap yang terakhir adalah invasi, invasi merupakan tahap pertumbuhan dan perkembangan patogen setelah terjadi infeksi. Individu jamur dan tumbuhan

parasitik umumnya melakukan invasi pada tanaman dimulai sejak proses infeksi dengan cara tumbuh dalam jaringan tanaman inang, sehingga tanaman inang selain kehilangan nutrisi, dan sel-sel atau jaringannya menjadi rusak. Kemudian terjadi penyebaran dari sumbernya ke tempat lain.



Gambar 13. Proses Infeksi *B. oryzae* pada Tanaman Padi, (a). Jaringan Epidermis Terlihat Utuh; (b). Lubang Infeksi Buatan (panah); (c). Masuknya *B. oryzae* ke Jaringan Tanaman; (d). Kerusakan Jaringan Epidermis oleh *B. oryzae* (dilingkari)

4.2. Kandungan Senyawa Flavonoid

Pengamatan kandungan senyawa flavonoid tanaman padi dilakukan pada minggu terakhir setelah semua parameter selesai diamati yaitu pada minggu ke-9 setelah tanam, berdasarkan analisis data menunjukkan hasil yang sangat berbeda nyata. Rata-rata kandungan senyawa flavonoid tanaman padi pada keenam perlakuan disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Kandungan Senyawa Flavonoid Tanaman Padi

| Perlakuan | Senyawa Flavonoid (g/kg) |
|-----------|--------------------------|
| | $\bar{x} \pm SB$ |
| K1 | 3,171 \pm 0,167 a |
| K2 | 3,585 \pm 0,143 b |
| P1 | 3,741 \pm 0,016 b |
| P2 | 4,137 \pm 0,012 c |
| P3 | 4,23 \pm 0,015 c |
| P4 | 4,234 \pm 0,015 c |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%, \bar{x} = Rerata, SB= Simpangan Baku.

Berdasarkan tabel 2 diketahui kandungan senyawa flavonoid pada setiap perlakuan berbeda-beda. Pada perlakuan K1 tanpa mikoriza dihasilkan total senyawa flavonoid yang paling rendah yaitu 3,171 g/kg. Kemudian untuk perlakuan K2 dengan tambahan pupuk NPK tanpa mikoriza dihasilkan kandungan senyawa flavonoid sebesar 3,585 g/kg. Kandungan senyawa flavonoid pada kontrol 2 lebih besar daripada kontrol 1, karena pada kontrol 2, media tanam ditambahkan dengan pupuk NPK. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kurniawan *et al.* (2014), bahwa senyawa flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang mempunyai peranan untuk mempertahankan tanaman dari keadaan yang kurang menguntungkan misalnya faktor lingkungan seperti kekeringan, kekurangan N serta gangguan OPT. Nitrogen sendiri yang terkandung dalam pupuk NPK adalah salah satu penyusun senyawa fenolik dan flavonoid. Menurut Salim *et al.* (2016), bahwa metabolit sekunder dapat dihasilkan pada tumbuhan dengan stres tertentu. Kandungan metabolit sekunder dipengaruhi oleh cekaman lingkungan (Wardani dan Melati 2014). Menurut Gould (2004) metabolit sekunder pada tanaman dipengaruhi oleh berbagai cekaman biotik maupun abiotik. Salah satu cekaman abiotik adalah cekaman hara, misalnya dengan pemberian pupuk (Mualim *et al.*, 2009).

Selanjutnya untuk perlakuan P1, P2, P3, P4 dengan aplikasi dosis mikoriza 10-40 g diperoleh hasil lebih besar daripada perlakuan kontrol yaitu secara berurutan sebesar 3,741 g/kg, 4,137 g/kg, 4,23 g/kg, 4,234 g/kg. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi kandungan mikoriza maka semakin

tinggi pula kandungan senyawa flavonoid pada tanaman padi, dan karena kandungan senyawa flavonoid tinggi maka ketahanan tanaman terhadap penyakit juga semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Putri *et al.* (2016), bahwa mikoriza sendiri mampu meningkatkan kandungan senyawa fenol (zat antibiotik) pada tanaman seperti flavonoid, isoplavonoid, dan tanin. Menurut Shaul *et al.* (2001), bahwa meningkatnya kandungan flavonoid pada tanaman tidak secara langsung berperan dalam ketahanan, tetapi berfungsi untuk mensintesis kitinase dan enzim *Phenylalanine Ammonium Lyase* (PAL) yang berperan dalam menginduksi ketahanan terhadap serangan patogen.

Kandungan senyawa flavonoid pada tanaman padi dalam penelitian ini tergolong sangat tinggi, yaitu antara 3,171 hingga 4,234 g/kg. Hal ini ditinjau dari hasil penelitian Sumczynski *et al.* (2016), bahwa total flavonoid dalam ekstrak fenolik bebas dari beras hitam berkisar antara 0,65 hingga 3,080 g/kg, sedangkan nilai beras merah berkisar antara 0,82 hingga 2,057 g/kg. Total flavonoid tertinggi diamati pada sampel beras hitam dari Tiongkok (3,080 g/kg) dan pada sampel beras merah dari Thailand (2,057 g/kg).

4.3. Masa Inkubasi Penyakit Bercak Daun Coklat (*Bipolaris oryzae*)

Pengamatan masa inkubasi penyakit bercak coklat yang disebabkan oleh jamur *Bipolaris oryzae* pada daun tanaman padi berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Rata-rata waktu munculnya gejala disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Masa Inkubasi Gejala Penyakit *Bipolaris oryzae* pada Tanaman Padi

| Perlakuan | Masa Inkubasi Penyakit (HSI) |
|-----------|------------------------------|
| | $\bar{x} \pm SB$ |
| K1 | 4 ± 0 a |
| K2 | 5,5 ± 3 b |
| P1 | 7,5 ± 2,25 c |
| P2 | 8,5 ± 3 cd |
| P3 | 8,5 ± 3 cd |
| P4 | 9,3 ± 8,25 d |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%, \bar{x} = Rerata, SB= Simpangan Baku, HSI= Hari Setelah Inokulasi.

Berdasarkan tabel 3 diketahui bahwa mikoriza pada tanaman padi dapat menghambat penyakit *Bipolaris oryzae* dengan periode masuknya patogen ke dalam jaringan tanaman lebih lama dibandingkan tanaman tanpa mikoriza, karena mikoriza telah mempengaruhi media tanam menjadi lebih tahan terhadap perkembangan patogen yang mengakibatkan terhambatnya proses infeksi patogen ke dalam jaringan tanaman atau dapat memperpendek masa inkubasi penyakit. Selain itu, mikoriza juga dapat meningkatkan senyawa flavonoid tanaman padi yang menjadikan ketahanan tanaman terhadap penyakit semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Talanca (2010), bahwa ketahanan tanaman dapat meningkat karena mikoriza membentuk substansi yang bersifat antibiotik yang disekresikan untuk menghambat perkembangan patogen, namun patogen dapat ditekan jika mikoriza menginfeksi akar tanaman terlebih dahulu. Bagi tumbuhan, senyawa flavonoid berperan dalam pertahanan diri terhadap hama dan penyakit (Setyawan dan Darusman, 2008).

4.4. Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat (*Bipolaris oryzae*)

Pengamatan intensitas serangan penyakit bercak daun coklat hari ke-4 sampai hari ke-21 setelah inokulasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Rata-rata intensitas penyakit dari keenam perlakuan disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Intensitas Penyakit *Bipolaris oryzae* pada Tanaman Padi Setelah Inokulasi

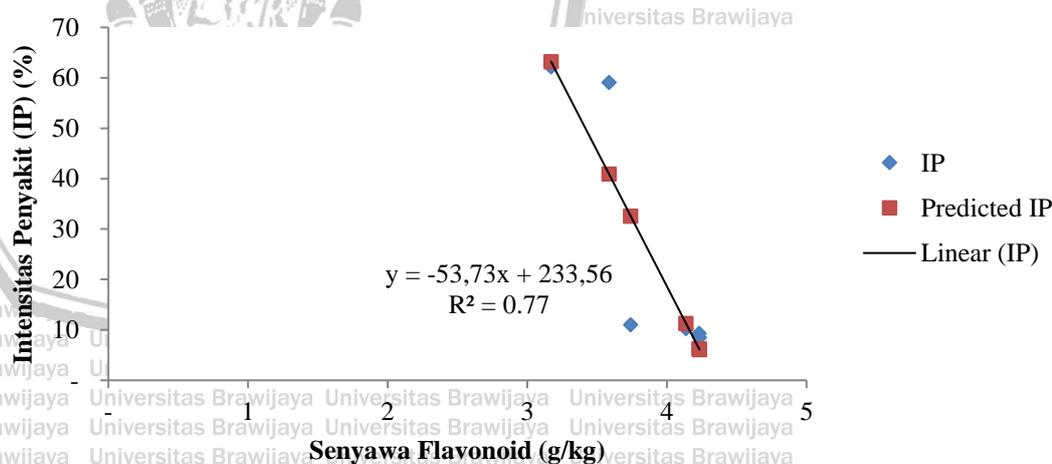
| Perlakuan | Intensitas Penyakit (%) pada ... HSI | | | | | | |
|-----------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 4 | 7 | 10 | 13 | 16 | 19 | 21 |
| K1 | 10,5 b | 17,2 c | 24,1 c | 46,8 c | 56,8 b | 59,7 c | 62,2 b |
| K2 | 0 a | 5,9 b | 12,9 b | 27,6 b | 48,9 b | 49,2 b | 59,1 b |
| P1 | 0 a | 0 a | 2,6 a | 9,9 a | 10 a | 10,3 a | 11 a |
| P2 | 0 a | 0 a | 3,5 a | 9,3 a | 10 a | 10,1 a | 10,3 a |
| P3 | 0 a | 0 a | 2,4 a | 7,4 a | 8,2 a | 9 a | 9,3 a |
| P4 | 0 a | 0 a | 1,5 a | 5,1 a | 6,2 a | 7,2 a | 8,5 a |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%, HSI= Hari Setelah Inokulasi.

Berdasarkan tabel 4 diketahui bahwa rata-rata intensitas penyakit bercak daun coklat (*Bipolaris oryzae*) tanaman padi pada setiap perlakuan dari hari ke-4 sampai hari ke-21 mengalami peningkatan. Rata-rata intensitas penyakit *B. oryzae* yang terparah terdapat pada perlakuan K1 tanpa mikoriza yaitu 62,2 %. Kemudian pada perlakuan P4 yaitu terdiri dari mikoriza 40 g diperoleh rata-rata intensitas penyakit sebesar 8,5 %, dikarenakan mikoriza dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen yang menginfeksi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Winata *et al.* (2014), bahwa hubungan simbiosis antara mikoriza dengan perakaran tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan tanaman akan lebih toleran dengan kondisi lahan kering yang kurang menguntungkan. Mikoriza adalah cendawan tanah yang dapat bersimbiosis dengan akar tanaman inang, dan mempunyai pengaruh yang luas terhadap mikroorganisme yang bersifat patogen. Akar tanaman inang yang terinfeksi dengan MVA eksudat akarnya berbeda dengan eksudat akar yang tidak terinfeksi dengan MVA. Perubahan eksudat akar tanaman inang mempengaruhi perubahan dalam rhizosfer yang mengakibatkan ketahanannya meningkat, sehingga terhindar dari serangan patogen (Talanca, 2015). Ketahanan penyakit juga dapat dipengaruhi oleh kandungan senyawa flavonoid pada tanaman padi, semakin tinggi kandungan flavonoid pada tanaman maka semakin rendah intensitas serangan penyakit bercak daun coklat pada tanaman padi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Andersen dan Markham (2006), bahwa senyawa flavonoid juga dipercaya memiliki kemampuan untuk pertahanan

tanaman dari herbivora dan penyebab penyakit, serta senyawa ini membentuk dasar untuk melakukan interaksi alelopati antar tanaman.

Berdasarkan hasil analisis regresi diperoleh *P-value* sebesar 0,02, hal ini berarti $P\text{-value} < \alpha$ yaitu $0,02 < 0,05$ sehingga senyawa flavonoid memiliki pengaruh yang erat terhadap intensitas penyakit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ghozali (2007), bahwa untuk menentukan apakah secara serentak semua variabel bebas mempunyai pengaruh yang erat terhadap variabel terikat dapat dilihat dari nilai *F*. Disimpulkan ada pengaruh apabila nilai *P-value* kurang dari batas kritis penelitian (α). Kemudian jika dilihat pada grafik, menunjukkan adanya hubungan yang erat antara senyawa flavonoid (*x*) dengan intensitas penyakit (*y*) yang disajikan melalui suatu persamaan: $y = -53,73x + 233,56$; $R^2 = 0,77$ (Gambar 14). Nilai koefisien senyawa flavonoid yang negatif tersebut menunjukkan bahwa dengan semakin banyak kandungan senyawa flavonoid, maka nilai intensitas penyakit akan semakin menurun. Hasil ini diperkuat dengan tingginya nilai koefisien determinasi ($R^2 = 0,77$), yang menjelaskan bahwa pengaruh kandungan senyawa flavonoid (*x*) terhadap intensitas penyakit (*y*) adalah sebesar 77 %, sedangkan 23 % intensitas penyakit dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diamati. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ndruru (2014), bahwa koefisien determinasi (R^2) memiliki nilai antara 0 sampai dengan 1. Besarnya nilai koefisien determinasi adalah berkisar $0 < R^2 < 1$. Artinya jika R^2 mendekati 1 maka dapat dikatakan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat adalah besar.



Gambar 14. Grafik Pengaruh Senyawa Flavonoid terhadap Intensitas Penyakit

4.5. Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Padi

4.5.1. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman padi pada 1-9 minggu setelah tanam (MST) berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Rata-rata tinggi tanaman pada keenam perlakuan disajikan pada tabel 5.

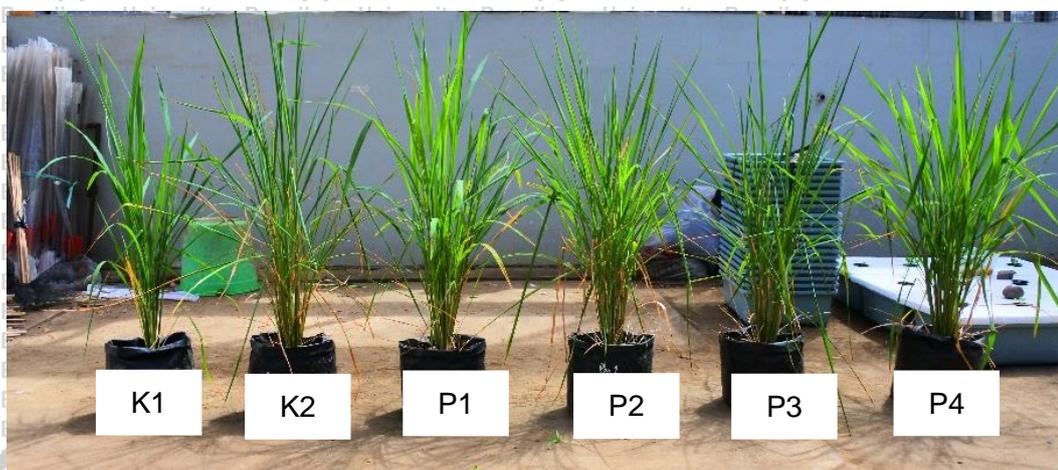
Tabel 5. Rata-Rata Tinggi Tanaman Padi Minggu ke 4-9

| Perlakuan | Tinggi Tanaman (cm) pada ... MST | | | | | |
|-----------|----------------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| K1 | 32,8 a | 39,4 a | 48,55 a | 59,25 a | 56,88 a | 71,05 a |
| K2 | 37,38 bc | 44,63 c | 53,45 b | 62,68 b | 64,15 c | 85,7 c |
| P1 | 36,8 bc | 44,7 c | 51,63 b | 61,4 ab | 63,03 b | 84,95 bc |
| P2 | 35,83 b | 42,85 b | 53,18 b | 62,5 b | 65,2 cd | 82,03 bc |
| P3 | 32,38 a | 44,83 c | 51,3 ab | 59,18 a | 64,85 cd | 80,4 b |
| P4 | 37,8 c | 44,9 c | 59,1 c | 68,6 c | 65,7 d | 85,9 c |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%, MST= Minggu Setelah Tanam.

Berdasarkan tabel 5 diketahui bahwa rata-rata tinggi tanaman padi pada setiap perlakuan dari minggu ke-4 sampai minggu ke-9 mengalami peningkatan. Rata-rata tinggi tanaman terendah terdapat pada perlakuan K1 yaitu tanpa mikoriza dengan rata-rata tinggi 71,05 cm. Kemudian untuk rata-rata tanaman yang paling tinggi pada perlakuan P4 dengan mikoriza 40 g yaitu 85,9 cm, dikarenakan pengaruh mikoriza yang berperan penting dalam proses pengambilan nutrisi oleh tanaman dari media. Semakin tinggi dosis mikoriza yang diberikan pada tanaman maka tanaman juga semakin tinggi (Gambar 15). Selain itu semakin tinggi dosis mikoriza yang diberikan juga dapat meningkatkan kandungan senyawa flavonoid, dimana senyawa ini juga dapat berfungsi sebagai pengatur tumbuh dan pengatur fotosintesis. Hal ini sesuai dengan pernyataan Smith dan Read (2008), bahwa tanaman yang bermikoriza dapat tumbuh lebih baik daripada tanaman tidak bermikoriza, karena mikoriza dapat menyediakan unsur hara pada tanaman, meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan, melindungi tanaman dari serangan jamur patogen maupun nematoda. Selain itu mikoriza juga dapat memperbaiki struktur tanah dengan membentuk agregat tanah stabil melalui jaringan hifa eksternal yang dihasilkan (Syamsiyah *et al.*, 2014). Kolonisasi

mikoriza pada akar tanaman dapat memperluas bidang penyerapan akar dengan adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang melalui bulu-bulu akar. Hifa yang mempenetrasi tanaman inang akan membantu mendekatkan unsur hara dari zona rhizosfer pada tanaman inang, sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi lebih cepat, sehingga semakin banyaknya perlakuan dosis mikoriza yang diberikan, maka pertumbuhan tinggi tanaman menjadi lebih cepat dan lebih besar (Prasasti *et al.*, 2013). Menurut Manurung *et al.* (2019), flavonoid memiliki fungsi lain yaitu sebagai pengatur tumbuh, pengatur fotosintesis, anti mikroba dan antivirus.



Gambar 15. Tinggi Tanaman Padi

4.5.2. Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun tanaman padi pada 1-9 minggu setelah tanam (MST) berdasarkan hasil analisis rama menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Rata-rata jumlah daun tanaman pada keenam perlakuan disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Padi Minggu ke 4-9

| Perlakuan | Jumlah Daun Tanaman (helai) pada ... MST | | | | | |
|-----------|--|---------|----------|----------|---------|---------|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| K1 | 27,75 a | 30 a | 34,25 a | 34,75 a | 50,75 a | 52 a |
| K2 | 33,5 bc | 46 b | 47,25 c | 54,5 bc | 63,5 bc | 86,5 c |
| P1 | 32,5 b | 45,75 b | 45,75 bc | 52,75 bc | 60,5 b | 76,5 b |
| P2 | 36,25 d | 45,5 b | 44,25 bc | 51,5 bc | 65,25 c | 70,25 b |
| P3 | 35,5 cd | 41,75 b | 41,5 b | 49,5 b | 55,25 a | 74 b |
| P4 | 36,3 d | 46,3 b | 47,8 c | 55,5 c | 65,8 c | 88 c |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%, MST= Minggu Setelah Tanam.

Berdasarkan tabel 6 diketahui bahwa rata-rata jumlah daun tanaman padi pada setiap perlakuan dari minggu ke-4 sampai minggu ke-9 mengalami peningkatan. Rata-rata jumlah daun tanaman yang paling sedikit terdapat pada perlakuan K1 tanpa mikoriza dengan rata-rata jumlah daun 52 helai. Kemudian untuk rata-rata jumlah daun tanaman yang paling banyak terdapat pada perlakuan P4 dengan mikoriza 40 g yaitu 88 helai, dikarenakan mikoriza sangat berperan penting dalam proses pengambilan nutrisi oleh tanaman dari media sehingga tanaman dapat mendapatkan nutrisi yang cukup untuk fisiologi tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Amina *et al.* (2014), bahwa asosiasi antara akar tanaman dengan mikoriza dapat memberikan manfaat yang sangat baik bagi tanah dan tanaman inang yang merupakan tempat jamur tersebut tumbuh dan berkembang biak. Prinsip kerja dari mikoriza ini adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang dan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitas dalam penyerapan unsur hara.

4.5.3. Jumlah Anakan

Pengamatan jumlah anakan tanaman padi pada 1-9 minggu setelah tanam (MST) berdasarkan analisis data menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Rata-rata jumlah anakan tanaman pada keenam perlakuan disajikan pada tabel 7.

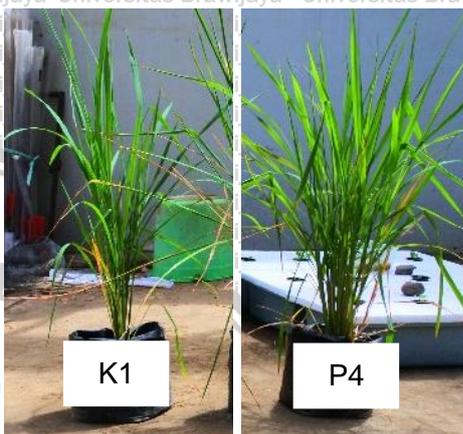
Tabel 7. Rata-Rata Jumlah Anakan Tanaman Padi Minggu ke 4-9

| Perlakuan | Jumlah Anakan (buah) pada ... MST | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| K1 | 5,25 a | 5,5 a | 6,25 a | 12 a | 11,75 a | 13,5 a |
| K2 | 6,75 b | 10,25 bc | 14,5 c | 16,25 b | 11,75 a | 13,75 a |
| P1 | 6,75 b | 8,75 b | 12,25 b | 12,25 a | 16,25 c | 18,25 b |
| P2 | 7 bc | 9,75 bc | 12 b | 15,5 b | 13,5 b | 18 b |
| P3 | 6,75 b | 9,75 bc | 11 b | 11,75 a | 16,75 c | 15,25 a |
| P4 | 7,5 c | 10,3 c | 14,8 c | 16,5 b | 16,8 c | 18,5 b |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%, MST= Minggu Setelah Tanam.

Berdasarkan tabel 7 diketahui bahwa rata-rata jumlah anakan tanaman padi pada setiap perlakuan dari minggu ke-4 sampai minggu ke-9 mengalami peningkatan. Rata-rata jumlah anakan paling sedikit terdapat pada perlakuan K1

tanpa mikoriza yaitu 13,5 buah. Kemudian untuk rata-rata jumlah anakan yang paling banyak pada perlakuan P4 dengan mikoriza 40 g yaitu 18.5 buah, dikarenakan mikoriza dapat membantu akar dalam proses penyerapan nutrisi sehingga tanaman dapat memperoleh nutrisi yang optimal. Jumlah anakan lebih banyak pada tanaman dengan aplikasi dosis mikoriza 40 g dibandingkan dengan tanpa mikoriza (Gambar 16). Hal ini sesuai dengan pernyataan Prasasti *et al.* (2013), bahwa mikoriza merupakan jenis mikroba tanah yang mempunyai kontribusi penting dalam kesuburan tanah dengan jalan meningkatkan kemampuan tanaman dalam penyerapan unsur hara, seperti fosfor (P), kalsium (Ca), natrium (N), mangan (Mn), kalium (K), magnesium (Mg), tembaga (Cu), dan air. Mikoriza dapat memperluas bidang penyerapan akar dengan adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang melalui bulu-bulu akar tanaman.



Gambar 16. Perbandingan Jumlah Anakan K1 (Kontrol 1) dan P4 (Mikoriza 40 g)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun dari penelitian disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi dosis mikoriza dapat meningkatkan jumlah senyawa flavonoid untuk menghambat serangan patogen *Bipolaris oryzae* penyebab penyakit bercak daun coklat.
2. Perlakuan pemberian mikoriza pada dosis tertentu dapat meningkatkan kandungan senyawa flavonoid pada tanaman padi. Perlakuan yang memberikan hasil tinggi yaitu perlakuan P4 (mikoriza 40 g) yakni sebesar 4,234 g/kg.
3. Perlakuan pemberian mikoriza pada dosis tertentu dapat menghambat intensitas serangan penyakit bercak daun coklat (*Bipolaris oryzae*) pada tanaman padi. Perlakuan yang memberikan hasil terendah yaitu perlakuan P4 (mikoriza 40 g) yakni rata-rata intensitas penyakitnya sebesar 8,5 %.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai senyawa flavonoid dan senyawa metabolit sekunder lainnya yang terdapat pada tanaman padi.



DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. 2005. Ilmu penyakit tumbuhan. Jakarta: Bayu Media.
- Achmadi, Fahmi, U. 2012. Dasar-dasar penyakit berbasis lingkungan. Jakarta: Rajawali Pers.
- Agrios, G. N. 2005. Fifth edition plant pathology. London: Dana Dreibelbis
- Amina, S., Yusran, dan Irmasari. 2014. Pengaruh dua spesies fungi mikoriza arbuscular terhadap pertumbuhan dan ketahanan semai kemiri (*Aleurites moluccana* Willd.) pada cekaman kekeringan. Warta Rimba 2(1): 96-104.
- Andersen, Q. M., Markham, K., R. 2006. Flavonoid: Chemistry, biochemistry, and application. CRC Press: USA 12(2): 2-11.
- Arshad, H. M. I., Hussain, N., Ali, S., Khan, J. A., Saleem, K., dan Babar, M. 2013. Behavior of *Bipolaris oryzae* at different temperatures, culture media, fungicides and rice germplasm for resistance. Journal Phytopathol 25(1): 84-90.
- Atmojo, S. W. 2003. Peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah dan upaya pengelolannya. Pidato Pengukuhan Guru Besar Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Badan Pusat Statistik. 2014. Produksi tomat di Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia. <http://www.bps.com>. Diakses pada 8 Desember 2018.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Produksi padi tahun 2015 naik 6,47 persen. Badan Pusat Statistik Indonesia. <http://www.bps.com>. Diakses pada 30 November 2018.
- Barker, A. V. 1999. Bahan anorganik. University of Massachusetts.
- Brundrett, M. C., Bougherr, N., Dells, B., Grove, T., dan Malajczuk, N. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. Prairie Printers. Canberra. Australia.
- Budiman, Soetrisno, S. P. S., Budhi, dan Indrianto A. 2012. Morphological characteristics, productivity and quality of three napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum) Cultivars Harvested At Different Age. University of Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Bui, F., Lelang, M. A., dan Taolin, R. I. C. O. 2015. Pengaruh komposisi media tanam dan ukuran polybag terhadap pertumbuhan dan hasil tomat (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Portal Jurnal Unimor 1(1): 1-7.

- Cahyani, N. K. M. D., Nurhatika, S., dan Muhibuddin, A. 2014. Eksplorasi mikoriza vesikular arbuskular (MVA) indigenous pada tanah alluvial di kabupaten Pamekasan Madura. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 3(1): 2337-3520.
- Chatri, M. 2016. Pengantar ilmu penyakit tumbuhan. Jakarta: Prenamedia Group.
- Defitri, Yuza. 2013. Identifikasi jamur patogen penyebab penyakit pada tanaman padi (*Oryza sativa*) di Lubuk Ruso kecamatan Pemayang kabupaten Batanghari Jambi. *Jurnal Imiah Universitas Batanghari Jambi* 13(4): 113-117.
- Departemen Pertanian. 1983. Pedoman bercocok tanam padi palawija sayur-sayuran. Jakarta: Departemen Pertanian Satuan Pengendali BIMAS.
- Eliza, Munif, A., Djatnika, I., dan Widodo. 2007. Karakter fisiologis dan peranan antibiosis bakteri perakaran gramineae terhadap *Fusarium* dan pemacu pertumbuhan tanaman pisang. *Jurnal Hortikultura* 17(2): 150-160.
- Gould, K. S. 2004. Nature's swiss army knife: the diverse protective roles of anthocyanins in leaves. *Journal Biomedic Biotechnol.* 2004: 314-320.
- Ghozali, I. 2007. Aplikasi analisis multivariate dengan program SPSS. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hanin, N. N. F., Pratiwi, R. 2017. Kandungan fenolik, flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak daun paku laut (*Acrostichum aureum* L.) fertile dan steril. *Jurnal Tropikal Biodiversitas Biotech.* 2: 51-56.
- Hanum, M., Adiwirman, dan Widodo, W. D. 2009. Pengaruh jenis media tanam terhadap pertumbuhan bibit tanaman asparagus (*Asparagus officinalis* L.). Makalah Seminar Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Hidayat, N., Wignnyanto, Sumarsih, S., dan Putri, A. I. 2016. Mikologi industri. Malang: UB Press.
- INVAM. 2013. International culture collection of (vesicular) arbuscular mycorrhizal fungi. <http://invam.caf.wvu.edu/Myco-info/Taxonomy/classification.htm>. Diakses pada 30 November 2018.
- Kardinan, A. 2002. Pestisida Nabati. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kumar, S., Pandey, A. K. 2013. Chemistry and biological activities of flavonoid: an overview. *Scientific World Journal*.
- Kurnia, U. 2001. Perkembangan dan penggunaan pupuk organik di Indonesia. Jakarta: Direktorat Pupuk dan Pestisida, Direktorat Bina Sarana Pertanian.

- Kurniawan, I. D., Soedradjad, R., dan Syamsunihar, A. 2014. Pengaruh dosis pupuk organik terhadap kandungan fenolik dan flavonoid biji tanaman kedelai yang berasosiasi dengan *Synechococcus sp.* Berkala Ilmiah Pertanian.
- Kusai, N. A., Azmi, M. M. Z., Zulkiffy, S., Yusof, M. T., dan Zainudin, N. A. I. M. 2015. Morphological and molecular characterization of *Curvularia* and related species associated with leaf spot disease of rice in Peninsular Malaysia. Rend. Fis. Acc. Lincei.
- Manurung, H., Kustiawan, W., Kusuma, I. W., dan Marjenah. 2019. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kadar flavonoid total tumbuhan tabat barito (*Ficus deltoidea* Jack). Jurnal Hortikultura Indonesia 10(1): 55-62.
- Mualim, L., Arifin, S., dan Melati, M. 2009. Kajian pemupukan NPK dan jarak tanam pada produksi antosianin daun kolesom. Jurnal Agronomi Indonesia. 37(1): 55-61.
- Mubaroq, I. A. 2013. Kajian potensi bionutrien caf dengan penambahan ion logam terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi. Skripsi Universitas Pendidikan Indonesia.
- Muhibuddin, A. 2018. Spesifikasi kandungan nutrisi kompos. Jombang: Unwaha Press, 112.
- Mursito, B. 2003. Sehat diusia lanjut dengan ramuan tradisional. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nurhandayani, R., Linda, R., dan Khotimah, S. 2013. Inventarisasi jamur mikoriza vesikular arbuskular dari rhizosfer tanah gambut tanaman nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr). Jurnal Protobiont 2(3): 146-151.
- Paimin, F. B., Murhananto. 2002. Budidaya, pengolahan, dan perdagangan jahe. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pakki, S. 2005. Epidemiologi dan pengendalian penyakit bercak daun (*Helminthosporium sp.*) pada tanaman jagung. Balai Penelitian Tanaman Seleria. Maros.
- Phillips, J. M., Hayman, D. S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transact British Mycology Social 55:158-160.
- Prasati, O. H., Purwani, K. I., dan Nurhatika, S. 2013. Pengaruh mikoriza glomus fasciculatum terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kacang tanah yang

terinfeksi patogen *Sclerotium rolfii*. Jurnal Sains dan Seni Pomits 2(2): 2337-3520.

Pratiwi, I. 2013. Analisis kulit kompos limbah persawahan dengan mol sebagai decomposer. Jurnal Online Agroekotekologi Tropika 2(4): 2301-6515.

Prihastuti. 2007. Isolasi dan karakterisasi mikoriza vesikular-arbuskular di lahan kering masam, Lampung Tengah. Berkas Penelitian Hayati 12: 99-106.

Pusat Kajian Rehabilitasi Lahan Tambang. 2006. Rehabilitasi lahan bekas tambang menuju pemanfaatan lahan yang berkelanjutan. Seminar Nasional Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Putri, A. O. T., Hadisutrisno, B., dan Wibowo, A. 2016. Pengaruh inokulasi mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan bibit dan intensitas penyakit bercak daun cengkeh. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan 10 (2): 145-154.

Rahadian, M., Saptono, R., dan Doewes, A. 2014. Deteksi dini hama dan penyakit tanaman padi memanfaatkan masukan tekstual dengan metode cosine similarity. Prosiding.

Rheda, Abdi. 2010. Flavonoid: struktur, sifat antioksidatif dan peranannya dalam sistem biologis. Jurnal Belian 9(2): 196-202.

Ruminta, Wahyudin, A., dan Sakinah, S. 2017. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman padi terhadap jarak tanam pada lahan tadah hujan dengan menggunakan pengairan intermitten. Agrin 21(1): 46-58.

Rusdi, Suharsono, S, dan Mustikarini, E. D. 2011. Pengaruh pemberian mikoriza terhadap pertumbuhan nenas Bogor (lokal Bangka) di PMK Bangka. Enviagro, Jurnal Pertanian 3(1): 1-43.

Salim, M., Yahya, Sitorus, H., Ni'mah, T., dan Marini. 2016. Hubungan kandungan hara tanah dengan produksi senyawa metabolit sekunder pada tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr var Duku) dan potensinya sebagai larvasida. Jurnal Vektor Penyakit 10(1): 11-18.

Samsi, N., Pata'dungan, Y. S., dan Thaha, A. R. 2017. Isolasi identifikasi morfologi spora fungi mikoriza arbuskula pada daerah perakaran beberapa tanaman hortikultura di lahan pertanian desa Sidera. E-Journal Agroekbis 5(2): 204-211.

Sangkyu, P., Da-Hye, K., Bo-Ra, P., Jong-Yeol, L., dan Sun-Hyung, L. 2019. Molecular and functional characterization of *Oryza sativa* flavonol synthase (osfls), a bifunctional dioxygenase. Journal of Agriculture and Food Chemistry 67: 7399-7409.

- Saptiningsih, E. 2007. Peningkatan produktivitas tanah pasir untuk pertumbuhan tanaman kedelai dengan inokulasi mikoriza dan *Rizhobium*. Bioma 9: 58-61.
- Sastrahidayat, I. R. 2011. Rekayasa pupuk hayati mikoriza dalam meningkatkan produksi pertanian. Malang: UB Press.
- Semangun, H. 1991. Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia. Yogyakarta: UGM Press.
- Semangun, H. 2001. Pengantar ilmu penyakit tumbuhan. Yogyakarta: UGM Press.
- Septiningsih, E. 2007. Peningkatan produktivitas tanah pasir untuk pertumbuhan tanaman kedelai dengan inokulasi mikorhiza dan rhizobium. BIOMA 2: 58-61.
- Setiawan, Rahardjo, M. 2014. respon pemupukan terhadap pertumbuhan, produksi dan mutu erba meniran (*Phyllanthus niruri*). Bul Littro 26(1): 25-34.
- Setyawan, A. D., Darusman, L. K. 2008. REVIEW: Senyawa biflavonoid pada *Selaginella* Pal. Beauv. dan pemanfaatannya. Biodiversitas 9(1): 64-81.
- Setyorini, D., Saraswati, R., dan Anwar, E.K. 2006. Kompos. Pupuk organik dan pupuk hayati.
- Shaul, O., David, R., Sinvani, G., Ginzberg, Ganon, D., Winger, S., dan Kapulnik, Y. (2001). Plant defence response during arbuscular mycorrhiza symbiosis. pp 61-68 pp. In G.K. Podila, & D.D. Douds (Eds.). Current advances in mycorrhizae research. St Paul, Minnesota, USA: The American Phytopathological Society.
- Smith, S. E., Read, D. J. 2008. Mycorrhizal symbiosis. 3rd ed. Academic Press Inc. San Diego, California, USA.
- Smith, S. E., Facelli, E., Pope, S., dan Smith, F. A., 2010. Plant performance in stressful environments: Interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. Plant Soil. 326: 3–20.
- Sobanbabu, G., Sabarinathan, K. G., Parthiban, V. K., dan Ramamoorthy, V. 2018. Isolation, screening and identification of virulent isolates of *Bipolaris oryzae* causing rice brown spot and *Sarocladium oryzae* causing sheath rot disease. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 7(9): 930-939.
- Sopialena, Palupi, P. J. 2017. Study of climatic factors on the population dynamics of *Pyricularia oryzae* on some varieties of paddy rice (*Oryza sativa*). Biodiversitas 18(2): 701-708.

- Subramanian, Jain, B. L. 1966. *Drechslera cynodontis*. <http://www.mycobank.org>
Diakses pada 27 September 2019.
- Sukmawaty, E., Hafsan, dan Asriani. 2016. Identifikasi cendawan mikoriza arbuscular dari perakaran tanaman pertanian. *Biogenesis* 4(1): 16-20.
- Sumczynski, D., Kotaskova, E., Druzvikova, H., dan Mlcek, J. 2016. Determination of contents and antioxidant activity of free and bound phenolics compounds and in vitro digestibility of commercial black and red rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *Food Chemistry* 211: 339-346.
- Sunder, S., Singh, R., dan Agarwal, R. 2014. Brown spot of rice: an overview. *Indian Phytopath* 67(3): 201-215.
- Susilawati, E. 2007. Pengaruh komposisi terhadap perkecambahan dan pertumbuhan tanaman *Helichrysum bracteatum* dan *Zinia elegans*. Skripsi. Departemen Agronomi Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Suzanna, Chamzuri, T. dan Pratama, A. 2010. Dosis dan frekuensi kascing untuk pengendalian penyakit layu fusarium pada tanaman tomat. *Jurnal Floratek* 5: 152-163.
- Syamsiyah, J., Sunarminto, B., H. Hanudin, E., dan Widada, J. 2014. Pengaruh inokulasi jamur mikoriza arbuskular terhadap glomalin, pertumbuhan dan hasil padi. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi* 11(1): 39-46.
- Syarifuddin, N. A. 2006. Nilai gizi rumput gajah sebelum dan setelah enzilase pada berbagai umur pemotongan. *Produksi Ternak Fakultas Pertanian UNLAM*. Lampung.
- Talanca, H. 2010. Status cendawan mikoriza vesikular-arbuskular (MVA) pada tanaman. *Prosiding*.
- Talanca, H. 2015. Manfaat mikoriza vesikular-arbuskular (MVA) terhadap pertumbuhan dan pengendalian penyakit tanaman. *Prosiding Seminar Nasional*.
- Talanca, H. Adnan, A. M. 2005. Mikoriza dan manfaatnya pada tanaman. *Prosiding Perhimpunan Entomologi dan Fitopatologi Indonesia*.
- Usyati, N., Kurniawati, N., Ruskandar, A., dan Rumasa, O. 2018. Populasi hama dan musuh alami pada tiga cara budidaya padi sawah di Sukamandi. *Jurnal Agrikultura* 29(1): 35-42.
- Utama, M. Z. H. 2015. *Budidaya padi pada lahan marginal*. Yogyakarta: Penerbit CV. Andi Offset.

- Valarmathi, P., Ladhakshmi, D. 2018. Morphological characterization of *Bipolaris oryzae* causing brown spot disease of rice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7(2): 161-170.
- Wardani, Y. E, Melati. 2014. Produksi simplisia dan kandungan bioaktif daun tempuyung (*Sonchus arvensis* L.) pada berbagai dosis pupuk kandang kambing. *Jurnal Hortikultura Indonesia* 5(3): 148-157.
- Warrier, R., Tripathu, K. K. 2011. *Biology of Oryza sativa* L. (Rice). India: Department of Biotechnology Ministry of Science and Technology Government of India.
- Winata, N. A. S. H., Lukiwati, D. R., dan Purbajanti, E. D. 2014. Kualitas biji sorgum manis varietas Numbu dengan pemberian sumber fosfat yang berbeda. *Agrovigor* 7:63-69.
- Winkel, S. B. 2002. Biosynthesis of flavonoids and effect of stress. *Curr. Opin. Biol.* 5: 218-223.
- Xu, H. H. 2001. *Insecticide plant and botanical insecticide*. Beijing: Chinese Agriculture Press.
- Yudha, B. P. K., Hermiyanto, B., dan Soedradjad, R. 2015. Pengaruh inokulasi jamur mikoriza arbuskular dan aplikasi batuan fosfat terhadap pertumbuhan padi gogo. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1).



Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam Kandungan Senyawa Flavonoid Padi Semua Perlakuan

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|------|-------|----------|-----------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 3,67 | 0,734 | 12,016** | 2,77 | 4,25 | 0,000 |
| Galat | 18 | 1,1 | 0,061 | | | | |
| Total | 23 | 4,77 | | | KK= 6,42% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda Nyata

Tabel Lampiran 2. Analisis Ragam Masa Inkubasi Penyakit Bercak Daun Coklat (*B. oryzae*)

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|-------|------|----------|-------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 84 | 16,8 | 5,169** | 2,77 | 4,25 | 0,004 |
| Galat | 18 | 58,5 | 3,25 | | | | |
| Total | 23 | 142,5 | | | KK= 24,866% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda Nyata

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 4 HSI

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 368,38 | 73,68 | 62,15** | 2,77 | 4,25 | 0,000 |
| Galat | 18 | 21,34 | 1,19 | | | | |
| Total | 23 | 389,71 | | | KK= 62,14% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda Nyata, HSI= Hari Setelah Inokulasi

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 7 HSI

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|---------|--------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 969,57 | 193,91 | 65,08** | 2,77 | 4,25 | 0,000 |
| Galat | 18 | 53,64 | 2,98 | | | | |
| Total | 23 | 1023,21 | | | KK= 44,78% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda Nyata, HSI= Hari Setelah Inokulasi

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 10 HSI

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|---------|--------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 1628,22 | 325,64 | 31,93** | 2,77 | 4,25 | 0,000 |
| Galat | 18 | 183,56 | 10,2 | | | | |
| Total | 23 | 1811,79 | | | KK= 40,54% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda Nyata, HSI= Hari Setelah Inokulasi

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 13 HSI

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|---------|---------|----------|-----------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 5374,74 | 1074,95 | 18,43** | 2,77 | 4,25 | 0,000 |
| Galat | 18 | 1049,6 | 58,31 | | | | |
| Total | 23 | 6424,34 | | | KK= 43,1% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda Nyata, HSI= Hari Setelah Inokulasi

Tabel Lampiran 7. Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 16 HSI

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|----------|---------|----------|-----------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 10607,06 | 2121,41 | 11,06** | 2,77 | 4,25 | 0,000 |
| Galat | 18 | 3445,43 | 191,41 | | | | |
| Total | 23 | 14052,5 | | | KK= 59,1% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda Nyata, HSI= Hari Setelah Inokulasi

Tabel Lampiran 8. Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 19 HSI

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|----------|---------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 11187,1 | 2237,42 | 12,4** | 2,77 | 4,25 | 0,000 |
| Galat | 18 | 3248,81 | 180,49 | | | | |
| Total | 23 | 14435,91 | | | KK= 55,31% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda Nyata, HSI= Hari Setelah Inokulasi

Tabel Lampiran 9. Analisis Ragam Intensitas Penyakit Bercak Daun Coklat pada Tanaman Padi 21 HSI

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|----------|---------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 13845,79 | 2769,16 | 29,25** | 2,77 | 4,25 | 0,000 |
| Galat | 18 | 1703,84 | 94,66 | | | | |
| Total | 23 | 15549,64 | | | KK= 36,32% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda Nyata, HSI= Hari Setelah Inokulasi

Tabel Lampiran 10. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 4 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|-----------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 110,17 | 22,03 | 3,6* | 2,77 | 4,25 | 0,015 |
| Galat | 18 | 110,27 | 6,13 | | | | |
| Total | 23 | 220,44 | | | KK= 6,97% | | |

Keterangan: *= Berbeda Nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 11. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 5 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|-----------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 94,29 | 18,86 | 3,66* | 2,77 | 4,25 | 0,014 |
| Galat | 18 | 92,73 | 5,15 | | | | |
| Total | 23 | 187,02 | | | KK= 5,21% | | |

Keterangan: *= Berbeda Nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 12. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 6 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|-----------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 246,43 | 49,29 | 2,95* | 2,77 | 4,25 | 0,034 |
| Galat | 18 | 301,10 | 16,73 | | | | |
| Total | 23 | 547,54 | | | KK= 7,74% | | |

Keterangan: *= Berbeda Nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 13. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 7 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|-----------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 237,70 | 47,54 | 3,32* | 2,77 | 4,25 | 0,021 |
| Galat | 18 | 257,49 | 14,31 | | | | |
| Total | 23 | 495,20 | | | KK= 6,07% | | |

Keterangan: *= Berbeda Nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 14. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 8 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|-----------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 215,40 | 43,08 | 18,4** | 2,77 | 4,25 | 0,000 |
| Galat | 18 | 42,14 | 2,34 | | | | |
| Total | 23 | 257,54 | | | KK= 2,42% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda Nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 15. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Padi 9 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|---------|--------|----------|-----------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 637,66 | 127,53 | 2,83* | 2,77 | 4,25 | 0,039 |
| Galat | 18 | 812,15 | 45,12 | | | | |
| Total | 23 | 1449,81 | | | KK= 8,22% | | |

Keterangan: *= Berbeda Nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 16. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 4 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 212,38 | 42,48 | 4,57** | 2,77 | 4,25 | 0,005 |
| Galat | 18 | 167,25 | 9,29 | | | | |
| Total | 23 | 379,63 | | | KK= 19,07% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 17. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 5 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|---------|--------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 810,71 | 162,14 | 3,19* | 2,77 | 4,25 | 0,025 |
| Galat | 18 | 915,25 | 50,85 | | | | |
| Total | 23 | 1725,96 | | | KK= 16,76% | | |

Keterangan: *= Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 18. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 6 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|---------|--------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 509,21 | 101,84 | 2,89* | 2,77 | 4,25 | 0,036 |
| Galat | 18 | 634,75 | 35,26 | | | | |
| Total | 23 | 1143,96 | | | KK= 13,66% | | |

Keterangan: *= Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 19. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 7 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|---------|--------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 1171,00 | 234,20 | 4,1* | 2,77 | 4,25 | 0,008 |
| Galat | 18 | 1027,50 | 57,08 | | | | |
| Total | 23 | 2198,50 | | | KK= 15,19% | | |

Keterangan: *= Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 20. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 8 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|---------|--------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 724,33 | 144,87 | 3,51* | 2,77 | 4,25 | 0,017 |
| Galat | 18 | 743,00 | 41,28 | | | | |
| Total | 23 | 1467,33 | | | KK= 10,68% | | |

Keterangan: *= Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 21. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Padi 9 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|---------|--------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 3419,21 | 683,84 | 4,33** | 2,77 | 4,25 | 0,006 |
| Galat | 18 | 2840,75 | 157,82 | | | | |
| Total | 23 | 6259,96 | | | KK= 16,85% | | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 22. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 4 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|-------|------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 11,33 | 2,27 | 4,08* | 2,77 | 4,25 | 0,008 |
| Galat | 18 | 10,00 | 0,56 | | | | |
| Total | 23 | 21,33 | | | KK= 11,18% | | |

Keterangan: *= Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 23. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 5 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|------------|------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Perlakuan | 5 | 66,21 | 13,24 | 3,19* | 2,77 | 4,25 | 0,025 |
| Galat | 18 | 74,75 | 4,15 | | | | |
| Total | 23 | 140,96 | | | KK= 22,54% | | |

Keterangan: *= Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 24. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 6 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|---------|---------|
| Perlakuan | 5 | 190,71 | 38,14 | 4,06* | 2,77 | 0,009 |
| Galat | 18 | 169,25 | 9,40 | | 1% | |
| Total | 23 | 359,96 | | | KK= 26% | |

Keterangan: *= Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 25. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 7 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|------------|---------|
| Perlakuan | 5 | 102,71 | 20,54 | 4,5** | 2,77 | 0,005 |
| Galat | 18 | 82,25 | 4,57 | | 1% | |
| Total | 23 | 184,96 | | | KK= 15,22% | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 26. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 8 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|------------|---------|
| Perlakuan | 5 | 117,21 | 23,44 | 6,14** | 2,77 | 0,001 |
| Galat | 18 | 68,75 | 3,82 | | 1% | |
| Total | 23 | 185,96 | | | KK= 13,52% | |

Keterangan: **= Sangat Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 27. Analisis Ragam Jumlah Anakan Tanaman Padi 9 MST

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-tabel | P-value |
|------------------|----|--------|-------|----------|------------|---------|
| Perlakuan | 5 | 107,71 | 21,54 | 3,12* | 2,77 | 0,027 |
| Galat | 18 | 124,25 | 6,90 | | 1% | |
| Total | 23 | 231,96 | | | KK= 16,21% | |

Keterangan: *= Berbeda nyata, MST= Minggu Setelah Tanam

Tabel Lampiran 28. Analisis Ragam Regresi

SUMMARY OUTPUT

| <i>Regression Statistics</i> | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------|----------------|------------------|------------------|
| Multiple R | 0.87 | | | | | |
| R Square | 0.77 | | | | | |
| Adjusted R Square | 0.71 | | | | | |
| Standard Error | 14.24 | | | | | |
| Observations | 6.00 | | | | | |
| ANOVA | | | | | | |
| | <i>df</i> | <i>SS</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-value</i> | |
| Regression | 1.00 | 2647.98 | 2647.98 | 13.05 | 0.02 | |
| Residual | 4.00 | 811.47 | 202.87 | | | |
| Total | 5.00 | 3459.45 | | | | |
| | <i>Coefficients</i> | <i>Standard Error</i> | <i>t Stat</i> | <i>P-value</i> | <i>Lower 95%</i> | <i>Upper 95%</i> |
| Intercept | 233.56 | 57.54 | 4.06 | 0.02 | 73.80 | 393.32 |
| Flavonoid | -53.73 | 14.87 | -3.61 | 0.02 | -95.01 | -12.44 |

RESIDUAL OUTPUT

PROBABILITY OUTPUT

| <i>Observation</i> | <i>Predicted IP</i> | <i>Residuals</i> | <i>Standard Residuals</i> | <i>Percentile</i> | <i>IP</i> |
|--------------------|---------------------|------------------|---------------------------|-------------------|-----------|
| 1.00 | 63.20 | -1.00 | -0.08 | 8.33 | 8.50 |
| 2.00 | 40.95 | 18.15 | 1.42 | 25.00 | 9.30 |
| 3.00 | 32.57 | -21.57 | -1.69 | 41.67 | 10.30 |
| 4.00 | 11.30 | -1.00 | -0.08 | 58.33 | 11.00 |
| 5.00 | 6.30 | 3.00 | 0.24 | 75.00 | 59.10 |
| 6.00 | 6.08 | 2.42 | 0.19 | 91.67 | 62.20 |

| Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 | Ulangan 4 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| K1 | P3 | P4 | P1 |
| P3 | P2 | P1 | K2 |
| P4 | K2 | P3 | P2 |
| K2 | P1 | K1 | P4 |
| P1 | P4 | P2 | K1 |
| P2 | K1 | K2 | P3 |

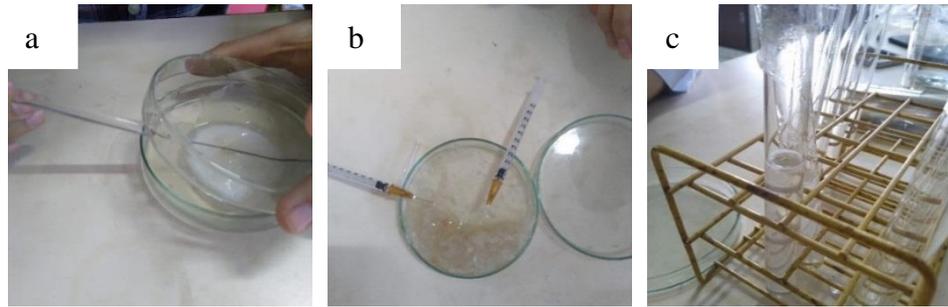
Gambar Lampiran 1. Plot Penelitian



Gambar Lampiran 2. Persemaian Tanaman Padi



Gambar Lampiran 3. Bahan Media AMB-P07, (a). Buah Tomat, (b). Rimpang Jahe, (c). Rumput Gajah



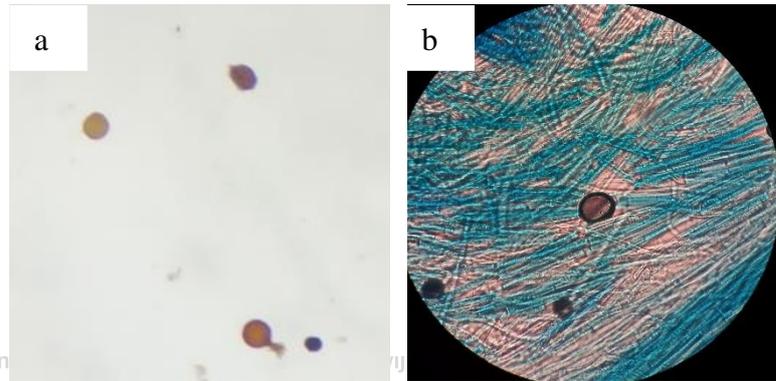
Gambar Lampiran 4. Pembuatan Suspensi dan Inokulasi Jamur *Bipolaris oryzae*, (a). Pelepasan Konidia, (b). Konidia yang Sudah Lepas, (c). Pengenceran dengan Aquades Steril



Gambar Lampiran 5. Isolasi *Bipolaris oryzae*



Gambar Lampiran 6. Inokulasi Suspensi Jamur *Bipolaris oryzae* ke Daun Tanaman Padi Sehat



Gambar Lampiran 7. Pengamatan Mikoriza, (a). Mikoriza *Glomus* sp. dengan Metode Pengenceran, (b). Mikoriza *Glomus* sp. dengan Metode Pewarnaan Akar

