

**KEMAMPUAN ANTAGONIS JAMUR *Aspergillus oryzae* DAN *Talaromyces
sayulitensis* TERHADAP BEBERAPA JENIS JAMUR PATOGEN
TUMBUHAN**

(Skripsi)

Oleh

**INDAH DEWI SAPUTRI
NPM 1414121109**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

KEMAMPUAN ANTAGONIS JAMUR *Aspergillus oryzae* DAN *Talaromyces sayulitensis* TERHADAP BEBERAPA JENIS JAMUR PATOGEN TUMBUHAN

Oleh

INDAH DEWI SAPUTRI

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari kemampuan *Aspergillus oryzae* dan *Talaromyces sayulitensis* dalam menghambat pertumbuhan *Pythophthora nicotianae*, *Ganoderma boninense* dan *Rigidoporus microporus*. Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober 2018 sampai September 2019 di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Metode yang digunakan adalah metode kultur ganda menggunakan 4 isolat jamur antagonis *A. oryzae* dan 6 isolat jamur *T. sayulitensis*. Jamur patogen yang digunakan adalah jamur penyebab penyakit pada komoditas unggulan Provinsi Lampung, yaitu: *R. microporus* pada tanaman karet, *G. boninense* pada tanaman kelapa sawit, dan *P. nicotianae* pada tanaman nanas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *A.oryzae* dan *T. sayulitensis* dapat menekan pertumbuhan semua jamur jamur patogen tanaman yang diuji dengan daya hambat yang berbeda-beda. Isolat A5 (*A. oryzae*) paling baik dalam menekan jamur *P. nicotianae*, isolat A1 (*T. sayulitensis*) memiliki daya hambat tertinggi dalam menekan *R. microporus*, dan isolat A9 (*A. oryzae*) memiliki daya hambat tertinggi dalam menghambat *G. boninense*.

Kata kunci:. Antagonis, *A. oryzae*, daya hambat, dan *T. Sayulitensis*.

KEMAMPUAN ANTAGONIS JAMUR *Aspergillus oryzae* DAN *Talaromyces sayulitensis* TERHADAP PERTUMBUHAN BEBERAPA JAMUR PATOGEN TUMBUHAN

Oleh

INDAH DEWI SAPUTRI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **KEMAMPUAN ANTAGONIS JAMUR
Aspergillus oryzae DAN *Talaromyces
sayulitensis* TERHADAP BEBERAPA
JENIS JAMUR PATOGEN TUMBUHAN**

Nama Mahasiswa : **Indah Dewi Saputri**

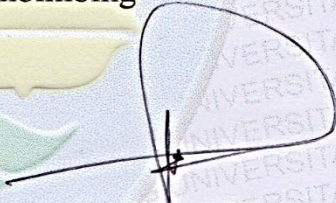
Nomor Pokok Mahasiswa : **1414121109**

Jurusan : **Agroteknologi**

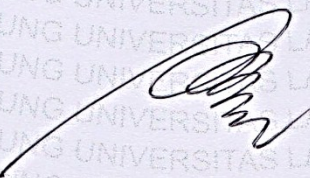
Fakultas : **Pertanian**




Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.
NIP 198106212005011003


Ir. Efri, M.S.
NIP 196009291987031002

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

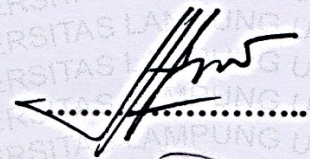


Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

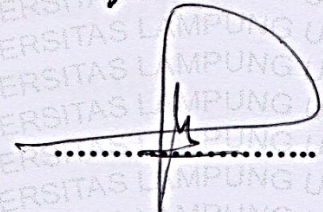
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

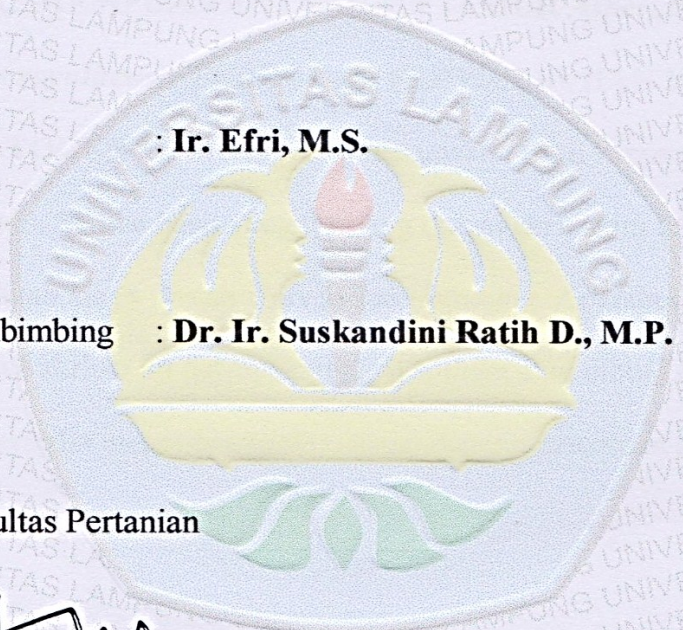
Ketua : Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.



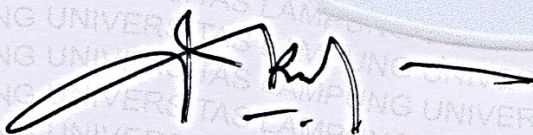
Sekretaris : Ir. Efri, M.S.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 Juni 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : **“KEMAMPUAN ANTAGONIS JAMUR *Aspergillus oryzae* DAN *Talaromyces sayulitensis* TERHADAP PERTUMBUHAN BEBERAPA JAMUR PATOGEN TUMBUHAN”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 21 Juni 2021

Penulis,



Indah Dewi Saputri
NPM 1414121109

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Perkampungan Mahasiswa, Kampung Baru, Kecamatan Kedaton, Bandar Lampung, Lampung pada 13 November 1996. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Andi dan Ibu Suhenah. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Dharma Wanita Unila pada tahun 2002, SD Negeri 1 Kampung Baru pada tahun 2008, SMP Negeri 3 Natar pada tahun 2011, dan SMA Negeri 13 Bandar Lampung tahun 2014. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung tahun 2014, melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Pada bulan Januari-Maret 2017 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Lampung di Kecamatan Selagai Lingga, Kabupaten Lampung Tengah. Pada bulan Juli-Agustus tahun 2017, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum di PT. Sayuran Siap Saji, Mega Mendung, Bogor. Penulis pernah menjadi asisten dosen Fisiologi Tanaman (2015-2016) dan Bioekologi Hama Tanaman (2016-2017). Penulis pernah aktif sebagai bendahara umum Forum Komunikasi Bidikmisi Universitas Lampung, sekretaris umum Beasiswa Perintis Nusantara, Koordinator media masa Earth Hour Lampung, Sekretaris Departemen Dana dan Usaha serta aktif di Pusat Informasi dan Konseling Mahasiswa (*Respect and Advocation Youth Assosiation*). Sebagai peserta terbaik Latihan Kepemimpinan Manajemen Islam Tingkat Dasar (LKMI-TD) tahun 2015, penulis masih terus mengembangkan dirinya dan berkontribusi dalam kegiatan sosial di Bandar Lampung.

Alhamdulillahirobbilalamin,

Kupersembahkan hasil karya yang diiringi rasa syukur ini sebagai ungkapan kasih sayang dan terimakasihku kepada:

Kedua orangtuaku

Bapak Andi dan Ibu Suhenah

yang selalu mendidik, pemberi motivasi, serta do'a yang selalu dipanjatkan sehingga aku bisa menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih, Ayah, Mama.

Adikku tersayang, M. Rifki Ferdian

Yang senantiasa selalu memberikan do'a dan dukungan. Semoga karya ini memotivasinya untuk lebih semangat meraih mimpi,

Sesosok ikan paus tsundere,

Seato, Terimakasih sudah menggeretku kembali menulis, bahkan berolahraga.

Kehidupan Hiki-NEET sama sekali tidak enak.

Keluarga besarku, sahabatku (Dina, Fauzan, Maya, Sutra, Mput, Luvita, Luthfah, Neti, Agung, Novri, Lulu), dan teman-teman yang banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini,

Serta Almamater Tercinta

Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan “

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

“Maka apabila engkau telah selesai (dalam suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).”

(Q.S Al-Insyirah [94]:5-7)

“Shoot for the moon. Even if you miss, you’ll land among the stars”

(Norman Vincent Peale)

“Kemalangan datang lewat celah yang kita biarkan terbuka”

(Peribahasa Ceko)

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan limpahan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“KEMAMPUAN ANTAGONIS JAMUR *Aspergillus oryzae* DAN *Talaromyces sayulitensis* TERHADAP BEBERAPA JENIS JAMUR PATOGEN TUMBUHAN”**.

Skripsi ini telah penulis susun secara maksimal dengan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P. selaku Ketua bidang Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing utama skripsi, yang telah memberikan ilmu, bimbingan, motivasi, nasihat, saran, masukan serta perhatian selama proses penelitian dan penyusunan skripsi. Terimakasih banyak atas kesabaran dan kebijakan Bapak selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Ir. Efri, M.S., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, nasihat, masukan, dan saran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
6. Prof. Dr. Ir. Suskandini Ratih Dirmawati., M.S., selaku pembahas yang telah memberikan motivasi, nasihat, masukan, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Orangtua penulis, Ibu Suhenah dan Bapak Andi yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, motivasi dan kasih sayang yang tak terhingga kepada penulis.
10. Nenek, Kakek, Tante, Paman, Sepupu dan keluarga besar penulis atas doa, perhatian dan dukungannya selama ini

11. Teman seperjuangan dalam menjalankan penelitian: Lita, Lily, Hani anggraini, Hani Listyani, Febe, Devita, Mei Sri, Diah, Maya, dan Ma'ruf serta sahabat kelasku: Azizah, dan Dwi Cici, terimakasih atas segala kebersamaannya dan kekhawatiran kalian terhadap penulis.
12. Untuk Sahabat-Sahabat penulis : Dina, fauzan, Maya, Sutra, Mput, Luvita (Willy), Lulu, Neti, Agung, Novri, Mayu Oneechan, Rana, dan keluarga Beasiswa Perintis Nusantara, terimakasih atas tahun- tahun yang membahagiakan, dan terimakasih karena tidak pernah menyerah mendukungku.
13. Nixon (twin terbaik sepanjang masa) Sintia, serta Imouto-ku: Hauna.
14. Senior penulis: Ika Rachma Pangesti, Eryka Merdiana, Bihikmi Semenguk, Yeyen Ilmiah Sari, Siti Jarlina, dan Rulli Yosita, terimakasih atas bimbingan dan arahan selama melakukan penelitian ini.
15. Adik-adik lab-ku: Myranda, Shakila, Javin, Lutfi, Bella, Habib, Uni, Ayu, Safira, Tari, Syifa, Selvi, Nenek, Cindy, Rahmi, Santi, dan Anggi, Terimakasih banyak atas semangat yang kalian tularkan pada penulis..
16. Firnando, terimakasih. Dengan kebaikanmu telah banyak membantu penulis.
17. Keluarga Agroteknologi 2014 yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
18. Dan yang terakhir, Seato Graha Putra Bakti, Terimakasih telah mengisi hidup penulis, bukan hanya dengan tawa, tapi juga cambukan yang merubah penulis menjadi orang yang lebih baik hari demi hari. Desember-ku akan jadi lebih baik.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, 21 Juni 2021

Penulis

Indah Dewi Saputri

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR..... | xxii |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Kerangka Pemikiran | 3 |
| 1.5 Hipotesis..... | 4 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Pengendalian Hayati..... | 5 |
| 2.2 Keuntungan Pengendalian Hayati | 6 |
| 2.2.1 Agensia Pengendali Hayati Tidak Beracun..... | 6 |
| 2.2.2 Tidak Sebagai Kontaminan | 6 |
| 2.2.3 Biaya Rendah | 6 |
| 2.3 <i>Aspergillus oryzae</i> | 7 |
| 2.4 <i>Talaromyces sayulitensis</i> | 7 |
| 2.5 Busuk Hati pada Tanaman Nanas | 8 |
| 2.6 Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Kelapa Sawit..... | 10 |
| 2.7 Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet | 12 |
| 2.8 Mikroba Antagonis..... | 13 |
| 2.9 Mekanisme Penghambatan Mikroba antagonis..... | 14 |
| 2.9.1 Kompetisi Sumberdaya | 15 |
| 2.9.2 Parasitisme | 16 |
| 2.9.3 Antibiosis | 16 |
| III. BAHAN DAN METODE | 18 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 18 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 18 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 19 |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian | 19 |
| 3.4.1. Isolat Jamur yang digunakan..... | 19 |
| 3.4.2 Peremajaan Jamur | 20 |
| 3.4.3 Pembuatan Media | 20 |
| 3.4.3.1 Potato Dextrose Agar (PDA)..... | 20 |
| 3.4.3.2 Media V-8 | 20 |
| 3.5 Variabel Pengamatan..... | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.1 Uji Antagonisme | 21 |
| 3.6 Analisis Data | 22 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 23 |
| 4.1 Hasil Penelitian..... | 23 |
| 4.1.1 Uji kemampuan antagonisme <i>A. oryzae</i> dan <i>T. sayulitensis</i> terhadap jamur <i>R. Microporus</i> | 24 |
| 4.1.2 Uji kemampuan antagonisme <i>A. oryzae</i> dan <i>T. sayulitensis</i> terhadap jamur <i>P. Nicotianae</i> | 26 |
| 4.1.3 Uji kemampuan antagonisme <i>A. oryzae</i> dan <i>T. sayulitensis</i> terhadap jamur <i>G. Boninense</i> | 28 |
| 4.2 Pembahasan | 30 |
| V. SIMPULAN DAN SARAN | 33 |
| 5.1 Simpulan..... | 33 |
| 5.2 Saran..... | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA | 34 |
| LAMPIRAN..... | 37 |
| Tabel 5-144 37-71 | |
| Gambar 5-16 72-74 | |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|----------------|
| 1. Isolat jamur antagonis yang digunakan..... | 19 |
| 2. Persentase penghambatan <i>A. oryzae</i> dan <i>T. sayulitensis</i> terhadap <i>R. microporus</i> | 25 |
| 3. Persentase penghambatan <i>A. oryzae</i> dan <i>T. sayulitensis</i> terhadap <i>P. nicotianae</i> | 27 |
| 4. Persentase penghambatan <i>A. oryzae</i> dan <i>T. sayulitensis</i> terhadap <i>G. Boninense</i> | 29 |
| 5. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 1 HSI..... | 38 |
| 6. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 1 HSI..... | 38 |
| 7. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 2 HSI | 38 |
| 8. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 2 HSI..... | 38 |
| 9. pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 3 HSI..... | 39 |
| 10. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 3 HSI..... | 39 |
| 11. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 4 HSI..... | 39 |
| 12. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 4 HSI | 39 |
| 13. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 5 HSI..... | 40 |
| 14. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 5 HSI..... | 40 |
| 15. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 6 HSI..... | 40 |
| 16. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 6 HSI..... | 40 |

| | |
|---|----|
| 17. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 7 HSI | 41 |
| 18. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 7 HSI | 41 |
| 19. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 1 HSI | 41 |
| 20. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 1 HSI | 41 |
| 21. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 2 HSI | 42 |
| 22. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 2 HSI | 42 |
| 23. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 3 HSI | 42 |
| 24. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 3 HSI | 42 |
| 25. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap Pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 4 HSI | 43 |
| 26. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 4 HSI | 43 |
| 27. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 5 HSI | 43 |
| 28. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 5 HSI | 43 |
| 29. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 6 HSI | 44 |
| 30. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 6 HSI | 44 |
| 31. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 7 HSI..... | 44 |
| 32. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 7 HSI | 44 |
| 33. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 8 HSI..... | 45 |
| 34. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 8 HSI | 45 |
| 35. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 9 HSI | 45 |

| | |
|--|----|
| 36. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 9 HSI | 44 |
| 37. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 10 HSI..... | 45 |
| 38. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 10 HSI | 45 |
| 39. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 11 HSI..... | 45 |
| 40. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 11 HSI | 45 |
| 41. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 12 HSI..... | 46 |
| 42. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 12 HSI | 46 |
| 43. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 13 HSI..... | 46 |
| 44. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 13 HSI | 46 |
| 45. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 14 HSI | 47 |
| 46. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 14 HSI | 47 |
| 47. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 1 HSI | 47 |
| 48. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 1 HSI | 47 |
| 49. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 2 HSI..... | 48 |
| 50. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 2 HSI | 48 |
| 51. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 3 HSI | 48 |
| 52. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 3 HSI | 48 |
| 53. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 4 HSI..... | 49 |
| 54. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 4 HSI | 49 |

| | |
|---|----|
| 55. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 5 HSI..... | 49 |
| 56. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 5 HSI | 49 |
| 57. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 6 HSI | 50 |
| 58. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 6 HSI | 50 |
| 59. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 7 HSI..... | 50 |
| 60. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 7 HSI | 50 |
| 61. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 8 HSI..... | 51 |
| 62. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 8 HSI | 51 |
| 63. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 9 HSI..... | 51 |
| 64. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 9 HSI..... | 51 |
| 65. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 10 HSI..... | 52 |
| 66. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 10 HSI | 52 |
| 67. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 11 HSI | 52 |
| 68. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 11 HSI | 52 |
| 69. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 12 HSI..... | 53 |
| 70. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 12 HSI | 53 |
| 71. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 13 HSI | 53 |
| 72. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 13 HSI | 53 |
| 73. Hasil pengamatan penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 14 HSI | 54 |

| | |
|---|----|
| 74. Anara penghambatan <i>A. oryzae</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 14 HSI | 54 |
| 75. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R.microporus</i> pada 1 HSI | 54 |
| 76. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 1 HSI | 54 |
| 77. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R.microporus</i> pada 2 HSI | 55 |
| 78. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 2 HSI | 55 |
| 79. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R.microporus</i> pada 3 HSI | 55 |
| 80. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 3 HSI | 55 |
| 81. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R.microporus</i> pada 4 HSI | 56 |
| 82. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 4 HSI | 56 |
| 83. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R.microporus</i> pada 5 HSI..... | 56 |
| 84. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 5 HSI..... | 56 |
| 85. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R.microporus</i> pada 6 HSI..... | 57 |
| 86. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 6 HSI | 57 |
| 87. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R.microporus</i> pada 7 HSI..... | 57 |
| 88. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>R. microporus</i> pada 7 HSI..... | 57 |
| 89. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 1 HSI..... | 58 |
| 90. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 1 HSI | 58 |
| 91. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 2 HSI | 58 |
| 92. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 2 HSI | 58 |

| | |
|--|----|
| 93. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 3 HSI | 59 |
| 94. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 3 HSI | 59 |
| 95. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 4 HSI | 59 |
| 96. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 4 HSI | 59 |
| 97. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 5 HSI | 60 |
| 98. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 5 HSI | 60 |
| 99. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 6 HSI | 60 |
| 100. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 6 HSI..... | 60 |
| 101. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 7 HSI | 61 |
| 102. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 7 HSI | 61 |
| 103. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 8 HSI | 61 |
| 104. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 8 HSI | 61 |
| 105. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 9 HSI | 62 |
| 106. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 9 HSI | 62 |
| 107. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 10 HSI | 62 |
| 108. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 10 HSI | 62 |
| 109. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 11 HSI | 63 |
| 110. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 11 HSI | 63 |
| 111. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 12 HSI | 63 |

| | |
|--|----|
| 112. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 12 HSI | 63 |
| 113. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 13 HSI | 64 |
| 114. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 13 HSI | 64 |
| 115. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 14 HSI | 64 |
| 116. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>G. boninense</i> pada 14 HSI | 64 |
| 117. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 1 HSI | 65 |
| 118. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 1 HSI | 65 |
| 119. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 2 HSI | 65 |
| 120. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 2 HSI | 65 |
| 121. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 3 HSI | 66 |
| 122. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 3 HSI | 66 |
| 123. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 4 HSI | 66 |
| 124. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 4 HSI | 66 |
| 125. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 5 HSI..... | 67 |
| 126. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 5 HSI | 67 |
| 127. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 6 HSI | 67 |
| 128. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 6 HSI | 67 |
| 129. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 7 HSI | 68 |
| 130. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 7 HSI | 68 |

| | |
|---|----|
| 131. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 8 HSI | 68 |
| 132. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 8 HSI | 68 |
| 133. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 9 HSI | 69 |
| 134. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 9 HSI | 69 |
| 135. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 10 HSI | 69 |
| 136. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 10 HSI | 69 |
| 137. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 11 HSI | 70 |
| 138. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 11 HSI | 70 |
| 139. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 12 HSI | 70 |
| 140. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 12 HSI | 70 |
| 141. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 13 HSI | 71 |
| 142. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 13 HSI | 71 |
| 143. Hasil pengamatan penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 14 HSI | 71 |
| 144. Anara penghambatan <i>T. sayulitensis</i> terhadap pertumbuhan <i>P. nicotianae</i> pada 14 HSI | 71 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1. Tata letak jamur antagonis dan jamur patogen pada uji antagonis..... | 21 |
| 2. Uji antagonis terhadap jamur <i>R. microporus</i> | 23 |
| 3. Uji antagonis terhadap jamur <i>G. boninense</i> | 24 |
| 4. Uji antagonis terhadap jamur <i>P. nicotianae</i> | 24 |
| 5. Jamur <i>R. microporus</i> pada media PDA | 72 |
| 6. Jamur <i>G. boninense</i> pada media PDA | 72 |
| 7. Jamur <i>P. nicotianae</i> pada media PDA..... | 72 |
| 8. Uji antagonis <i>T. sayulitensis</i> (U3) terhadap jamur <i>R. microporus</i> | 72 |
| 9. Uji antagonis <i>A. oryzae</i> (A1) terhadap jamur <i>G. boninense</i> | 72 |
| 10. Uji antagonis <i>A. oryzae</i> (A9) terhadap jamur <i>P. nicotianae</i> | 72 |
| 11. Uji antagonis <i>T. sayulitensis</i> (A8) terhadap <i>R. microporus</i> | 73 |
| 12. Uji antagonis <i>A. oryzae</i> (A9) terhadap <i>G. boninense</i> | 73 |
| 13. Uji antagonis <i>T. sayulitensis</i> (A5) terhadap <i>R. microporus</i> | 73 |
| 14. Uji antagonis <i>T. sayulitensis</i> (A8) terhadap <i>P. nicotianae</i> | 73 |
| 15. Uji antagonis <i>A. oryzae</i> (A1) terhadap <i>P. nicotianae</i> | 73 |
| 16. Uji antagonis <i>T. sayulitensis</i> (A5) terhadap <i>R. microporus</i> | 73 |
| 17. Uji antagonis <i>Aspergillus</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp | 74 |
| 18. Uji antagonis <i>T. sayulitensis</i> (A11) terhadap <i>G. boninense</i> | 74 |

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pengendalian hayati merupakan pengendalian yang dilakukan dengan cara memanipulasi musuh alami atau agensia hayati dalam upaya menekan pertumbuhan organisme pengganggu tanaman. Agensia pengendali hayati sendiri dapat diartikan sebagai organisme yang dalam tahap-tahap perkembangannya dapat dipergunakan dalam pengendalian OPT. Beberapa jenis jamur telah dilaporkan berperan sebagai agensia pengendali hayati yang umum digunakan dalam menghambat pertumbuhan patogen tanaman (Sopialena, 2018).

Jamur *Aspergillus* spp. merupakan jamur yang spesiesnya banyak dilaporkan bersifat merugikan dan beberapa diantaranya bersifat patogen bagi tanaman. *Aspergillus flavus* merupakan salah satu contoh spesies yang merugikan. Jamur ini dilaporkan memproduksi aflatoksin, bersifat karsinogenik dan juga dilaporkan sebagai patogen penting pada tanaman jagung (Pakki dan Jaenuddin, 2013).

Selain sebagai patogen tanaman, terdapat spesies *Aspergillus* yang menguntungkan dan tidak berbahaya (tidak memproduksi aflatoksin) bagi manusia dan hewan. Jamur *Aspergillus oryzae* merupakan jamur yang berasal dari kelompok *A. flavus*, namun spesies ini tidak memproduksi aflatoksin (Sewalt *et al.*, 2016). *A. oryzae* juga ternyata dapat berperan sebagai agensia pengendali hayati. Jamur ini dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan beberapa jenis patogen tanaman, seperti *Phytophthora palmivora* (Putri, 2018), *Fusarium* sp. (Yulianto, 2014), dan *Macrophomia phaseolina* (Dolar, 2001). Selain *A. oryzae*, *Talaromyces sayulitensis* merupakan kelompok jamur yang juga dilaporkan mampu berperan sebagai agensia hayati pengendali hama dan patogen tanaman. Jamur *T. sayulitensis* telah dilaporkan mampu berperan sebagai agensia pengendali *Fusarium* sp. (Supriadi dkk, 2017).

Provinsi Lampung mempunyai 7 jenis komoditas utama, antara lain kopi, lada, kakao, kelapa sawit, karet, nanas dan pisang. Nanas, kelapa sawit dan karet merupakan 3 komoditas yang diunggulkan di Provinsi Lampung. Permasalahan hama dan penyakit tanaman menjadi salah satu faktor penghambat peningkatan produksi tanaman, termasuk nanas, kelapa sawit dan karet. *Phytophthora nicotianae* (penyebab busuk hati tanaman nanas), *Ganoderma boninense* (penyebab penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit) dan *Rigidoporus microporus* (penyebab penyakit akar putih karet) merupakan patogen utama yang sangat berpengaruh terhadap penurunan produksi ketiga komoditas tersebut (Semangun, 2008).

Penggunaan fungisida anorganik dilaporkan mampu mengurangi kehilangan hasil, namun aplikasi yang terus menerus akan berdampak negatif bagi lingkungan, pengguna dan konsumen (Untung, 2001). Pencarian alternatif pengendalian yang ramah lingkungan perlu dilakukan untuk mengurangi dampak negatif penggunaan fungisida anorganik. Salah satunya adalah dengan pengendalian hayati menggunakan jamur antagonis. Jamur antagonis akan terus memberikan perlindungan ke tanaman selama jamur tersebut hidup (Scheepmaker and Butt, 2010).

Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Universitas Lampung memiliki 4 isolat *Aspergillus oryzae* dan 6 isolat *Talaromyces sayulitensis* yang dilaporkan mampu berperan sebagai jamur entomopatogen (Fitriana *et al.*, 2018; Putri, 2018) dan antagonis berbagai patogen tumbuhan (Putri, 2018; Pangesti, 2019). Namun hingga saat ini belum dilakukan pengujian lebih lanjut tentang kemampuan jamur *Aspergillus oryzae* dan *Talaromyces sayulitensis* tersebut sebagai antagonis jamur *P. nicotianae*, *G. boninense* dan *R. microporus*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mempelajari kemampuan *Aspergillus oryzae* dan *Talaromyces sayulitensis* dalam menghambat pertumbuhan *P. nicotianae*, *G. boninense* dan *R. microporus*, serta mendapatkan isolat yang memiliki penghambatan terbaik bagi masing-masing jamur patogen.

1.3 Kerangka Pemikiran

Jamur antagonis telah banyak digunakan sebagai agensia pengendali hayati, penggunaan jamur antagonis ini diharapkan dapat lebih efektif. Penggunaan jamur antagonis memiliki beberapa kelebihan, antara lain: mudah beradaptasi karena secara alami jamur antagonis telah hidup di dalam tanah, umumnya berfungsi sebagai decomposer bahan organik, dan ramah lingkungan. *Aspergillus* sp. telah diketahui dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen, salah satu diantaranya adalah *R. microporus* (Amaria *et al.*, 2015).

Aspergillus spp. banyak dilaporkan sebagai patogen bagi tanaman. *A. flavus* (Pakki dan Jaenuddin, 2013) dan *A. niger* merupakan dua spesies jamur yang berasal dari genus *Aspergillus* yang dilaporkan sebagai patogen biji di penyimpanan (Sobianti dkk., 2020). Sebagian besar jamur yang berada dalam kelompok *Aspergillus* menghasilkan mikotoksin (aflatoksin) yang berbahaya bagi manusia dan hewan (Syahruramadhan dkk., 2016). Diantara spesies *Aspergillus*, *A. oryzae* merupakan salah satu spesies yang tidak memproduksi aflatoksin dan aman bagi hewan, maupun manusia (Pitt and Taylor, 2014).

Beberapa anggota *Aspergillus* spp. dilaporkan berperan sebagai jamur entomopatogen yang juga berpotensi dalam menghambat pertumbuhan patogen tanaman (Fitriana *et al.*, 2018; Bahramian *et al.*, 2016) Jamur ini disebut sebagai jamur entomopatogen karena sifatnya yang memparasit serangga (Shahid *et al.*, 2012). Jamur *Aspergillus* spp. dapat mensekresikan enzim selulase, kitinase, α -amylase, glukoamilase, katalase, pektinase, lipase, laktase, invertase dan asam

protease yang berpengaruh terhadap kemampuannya sebagai entomopatogen dan antagonis patogen tanaman (Purkan *et al.*, 2016).

Jamur *A. oryzae* merupakan salah satu jamur yang termasuk dalam kelompok *A. flavus* yang telah dilaporkan dapat mengendalikan berbagai jenis hama tanaman seperti *Tribolium molitor*, *Hyalomma anatolicum*, *Olygonychus coffea*, *Bactrocera cucurbitae*, *Fusarium* sp, dan *Macrophomia phaseolina* (Bahramian *dkk.*, 2016). Jamur *A. oryzae* juga dilaporkan sebagai antagonis berbagai jenis patogen tanaman (Bahramian *dkk.*, 2016). *A. oryzae* bahkan dilaporkan dapat mengendalikan *P. palmivora* lebih baik dibandingkan *Trichoderma* sp. (Dolar, 2001).

Talaromyces sayulitensis merupakan jamur yang berpotensi sebagai agensia pengendali hayati (Pangesti, 2019). Hasil eksplorasi Nicolotti and Varese (1996) menemukan bahwa salah satu jamur dari genus *Talaromyces* yaitu *T. pinophilus* dapat menghambat pertumbuhan radial koloni patogen dengan melepaskan senyawa yang bersifat anti jamur yang dilepaskan ke dalam media. *T. pinophilus* menunjukkan penghambatan patogen dengan mekanisme antibiosis. Selain *T. pinophilus*, *T. sayulitensis* juga dilaporkan dapat tumbuh cepat dan mampu berperan sebagai agensia pengendali patogen tanaman (Suciatmih *et al.*, 2014).

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* dapat menghambat pertumbuhan *P. nicotianae*, *G. boninense* dan *R. microporus*. Terdapat isolat *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* yang mempunyai kemampuan penghambatan yang terbaik untuk setiap jenis patogen tanaman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengendalian Hayati

Pengendalian hayati adalah upaya untuk menekan kepadatan populasi dengan menggunakan organisme yang kemudian dapat memberikan pengaruh berupa penurunan populasi terhadap suatu organisme pengganggu tanaman (OPT). Hal ini erat kaitannya dengan keberadaan musuh alami yang dimanipulasi sedemikian hingga menghasilkan suatu kondisi yang diinginkan. Pengendalian hayati juga didefinisikan sebagai penggunaan agensia hayati, diantaranya parasitoid, predator, patogen, antagonis, atau kompetitor lainnya yang dapat menekan populasi OPT baik itu hama ataupun penyebab penyakit, sehingga dapat menurunkan populasi OPT jika dibandingkan dengan jika tidak terdapat musuh alami pada daerah pertanaman (Purnomo, 2010).

Pengendalian hayati adalah aksi dari parasitoid, predator, patogen serangga ataupun antagonis dalam upaya untuk memelihara kepadatan populasi organisme lain pada tingkat terendah bila dibandingkan dengan jika mereka tidak ada. Pengendalian hayati adalah manipulasi musuh alami oleh manusia untuk mengendalikan hama, sedangkan pengendalian alami adalah pengendalian hama tanpa campur tangan manusia (Purnomo, 2010).

Pengendalian hayati kemudian dapat diartikan sebagai semua kondisi atau praktik yang berpengaruh terhadap penurunan daya tahan atau kegiatan patogen tanaman melalui interaksi dengan agensia organisme hidup lainnya yang menghasilkan penurunan keberadaan penyakit yang disebabkan oleh patogen (Soesanto, 2008).

Agensia hayati dapat diaplikasikan dengan berbagai metode termasuk penyemprotan dedaunan, perlakuan tanah atau media tanam selain tanah, perlakuan benih, pencelupan akar, dan aplikasi pascapanen terhadap buah-buahan berupa pencelupan, penetasan, atau penyemprotan. Formulasi produk agensia hayati berupa debu (*dust*), cair (*liquids*), tepung (*dry and wettable powders*), dan butiran (*dry and water-dispersible granulers*) (Ginting, 2013).

2.2 Keuntungan Pengendalian Hayati

Beberapa keuntungan penggunaan agensia pengendali hayati untuk mengatasi masalah penyakit tanaman adalah sebagai berikut:

2.2.1 Agensia Pengendali Hayati tidak Beracun

Apabila dibandingkan dengan penggunaan bahan kimia sintetis, agensia pengendali hayati jelas tidak beracun terhadap manusia, khususnya apabila diterapkan pada saat panen atau pascapanen. Disamping itu, penerapan agensia pengendali hayati di tanamanan tidak menyebabkan keracunan bagi pekerja, meskipun tidak dilengkapi dengan peralatan penyemprotan yang lengkap (Soesanto, 2008).

2.2.2 Tidak sebagai kontaminan

Agensia pengendali hayati yang diterapkan kepada bukan sasaran tidak akan menjadi kontaminan bagi organisme bukan sasaran.

2.2.3 Biaya rendah

Biaya untuk mendapatkan satu agensia pengendali hayati atau proses sejak isolasi sampai ke formula agensia pengendali hayati sangat rendah. Hal ini terjadi bila dibandingkan dengan biaya yang sama yang diperlukan untuk mendapatkan satu senyawa kimia sintetis. Penelitian yang dilakukan terhadap agensia pengendali hayati tidak memerlukan biaya tinggi, jika dibandingkan dengan kimia sintetis. Begitu pula dalam penerapannya di lapang tidak memerlukan perizinan yang ketat, yang membutuhkan biaya banyak (Soesanto, 2008).

Ada kalanya pengendalian dengan bahan kimia sintetis tidak mampu menjangkau keberadaan patogen tanaman, misalnya untuk patogen tular tanah yang keberadaannya di dalam tanah. Bahkan penggunaan agensia pengendali lainnya tidak mampu mengendalikan patogen tanaman. Penggunaan agensia pengendali hayati diharapkan dapat mengendalikan patogen tanaman tersebut (Soesanto, 2008).

2.3 *Aspergillus oryzae*

Aspergillus spp. merupakan salah satu jenis mikroorganisme eukariotik. *Aspergillus* spp. secara mikroskopis memiliki ciri-ciri hifa yang bercabang, konidiofora yang muncul dari foot cell, membawa stigmata dan tumbuh konidia membentuk rantai berwarna hijau atau hitam. Sedangkan secara makroskopis *Aspergillus* spp. mempunyai hifa fertil yang muncul di permukaan dan hifa vegetatif. Jamur ini memiliki kologi berwarna hijau kelabu, hijau coklat, hitam dan putih (Srikandi, 1992).

Aspergillus oryzae merupakan salah satu spesies jamur yang berasal dari genus *Aspergillus* yang tidak memproduksi racun (aflatoksin) sehingga aman bagi manusia, hewan dan lingkungan. *A. oryzae* telah digunakan selama berabad-abad dalam industri fermentasi makanan (Payne *et al.*, 2006) *A. oryzae* juga ternyata dapat berperan sebagai agensia pengendali hayati. Jamur ini dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan beberapa jenis patogen tanaman, seperti *Phytophthora palmivora* (Putri, 2018), *Fusarium* sp. (Yulianto, 2014), dan *Macrophomia phaseolina* (Dolar, 2001). Selain *A. oryzae*, *Talaromyces sayulitensis* merupakan kelompok jamur yang juga dilaporkan mampu berperan sebagai agensia hayati pengendali hama dan patogen tanaman. Jamur *T. sayulitensis* telah dilaporkan mampu berperan sebagai agensia pengendali *Fusarium* sp. (Supriadi *et al.*, 2017).

2.4 *Talaromyces Sayulitensis*

Genus *Talaromyces* spp. pada awalnya digambarkan sebagai *Penicillium* spp. yang menghasilkan ascomata berdinding lunak yang ditutupi dengan jalinan hifa. Informasi filogenetik mengungkapkan bahwa *Penicillium* subgenus *Biverticillium*

dan *Talaromyces* membentuk *clade monophyletic* yang berbeda dari *Penicillium* lainnya. Selanjutnya, *Penicillium* subgenus *Biverticillium* dipindahkan ke *Talaromyces*. Genus ini memiliki ciri-ciri askokarp lunak dengan dinding *cleistothecial* dari hifa terjalin dan biasanya kuning. Meskipun *Talaromyces* identik dengan *Hamigera*, kedua jamur ini merupakan genus berbeda. *Talaromyces* dulu dikaitkan dengan *Geosmithia*, *Merimbla*, *Paecilomyces* dan *Penicillium* (Yilmaz *et al.*, 2014).

Aspergillus spp. dan *Talaromyces* spp. mudah ditemukan pada habitat tanah dan kompos. Hasil penelitian dengan kedua jamur ini menunjukkan bahwa *Aspergillus* spp. dan *Talaromyces* spp. dapat mengendalikan hama dan penyakit serta meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Aspergillus* spp. dan *Talaromyces* spp. dilaporkan berperan juga sebagai pelarut fosfat, mampu melarutkan senyawa-senyawa yang sukar larut sehingga dapat diserap oleh tanaman (Pangesti, 2019).

2.5 Busuk Hati Pada Tanaman Nanas

Berdasarkan klasifikasi menurut Semangun (2008), yaitu:

| | |
|---------|----------------------------------|
| Kingdom | : Chromista |
| Filum | : Oomycota |
| Kelas | : Oomycetes |
| Ordo | : Peronosporales |
| Familia | : Peronosporaceae |
| Genus | : <i>Phytophthora</i> |
| Spesies | : <i>Phytophthora nicotianae</i> |

Busuk hati (*heart rot*) dan busuk akar (*root rot*) merupakan penyakit yang umum terdapat di berbagai negara penanam nanas, termasuk di Filipina, Thailand, Fiji, dan India. Di Indonesia penyakit ini pernah dilaporkan di Sumatera. Meskipun penyakit ini menimbulkan kerugian yang besar di perkebunan nanas di Thailand, namun sampai sekarang belum terdapat laporan mengenai adanya penyakit ini di Malaysia (Semangun, 2008).

Penyakit rebah kecambah jamur *Phytophthora* sp. telah dilaporkan dapat menyebabkan penyakit rebah kecambah. Jamur membentuk massa miselium

berwarna putih dan sering dijumpai dengan haustorium di dalam tanaman inang. Hifanya berukuran 3-8 μm sampai 12 μm , membengkak tak-beraturan.

Phytophthora sp. pada mulanya membentuk percabangan di dekat sudut kanan kearah hifa asal dan sering membengkak pada jarak yang pendek. Klamidospora biasanya berbentuk bulat, interkalar kadang-kadang terminal, berdinding halus, tebal sampai 2 μm . Sporangiofor membentuk percabangan simpodial (ganda) atau tidak teratur dari bawah sporangium. Sporangium biasanya di ujung, tunggal pada hifa yang panjang, berbentuk bulat panjang atau bak-pir, dan berdinding halus dengan ketebalan sampai 2 μm (Soesanto, 2013).

Tanaman muda yang terjangkit busuk hati pada nanas mempunyai daun yang klorotis dengan ujung nekrosis. Daun-daun muda (pupus) mudah dicabut, dan ternyata pangkalnya busuk. Bagian daun yang busuk mempunyai batas berwarna coklat. Pembusukan dapat meluas ke batang tanaman. Bagian yang busuk berbau tidak enak. Tanaman yang tua jarang terinfeksi, jika hal ini terjadi, umumnya hanya terbatas pada jaringan sukulen pada bagian atas batang, dan terbatas pada petak kecil lapang. Tanaman yang terjangkit busuk hati tidak selalu mati. Disamping ada yang segera rebah, daun-daunnya dan tanaman mati, ada pula yang membentuk tunas-tunas baru dan secara perlahan-lahan melanjutkan pertumbuhannya (Semangun, 2008).

P. nicotianae juga menyebabkan pembusukan pada bagian besar sistem perakaran. Tanaman yang sakit pertumbuhannya terhambat, sehingga pematangan buah juga sangat tertunda. Penyakit busuk hati pada nanas di Lampung disebabkan oleh *P. nicotianae* var. *parasitica* yang saat ini dikenal dengan nama *P. nicotianae*. *Phytophthora* sp. adalah jamur tanah yang dapat bertahan cukup lama dalam tanah yang mengandung bahan organik. Selain *Phytophthora* sp. adalah jamur-jamur polifag, yang dapat menyerang bermacam-macam tumbuhan. Fungsi oospore untuk mempertahankan diri kurang diketahui dengan pasti, lebih lebih karena oospore jarang dibentuk (Semangun, 2008).

Jamur ini terutama dipencarkan dalam bentuk miselium bersama sama dengan tanah atau bahan organik yang mengandungnya, misalnya oleh air yang mengalir

di permukaan tanah kebun, air pengairan, alat-alat pertanian, dan sebagainya. Jamur ini juga terbawa bersama-sama tanah oleh air hujan yang memercik. Meskipun jamur membentuk sporangium dan zoospore, diperkirakan bahwa keduanya kurang mempunyai fungsi yang penting dalam penyebaran penyakit di areal pertanaman (Semangun, 2008).

Jamur memasuki tanaman melalui ujung akar dan menyebabkan gejala busuk berwarna coklat sampai hitam dan kebasahan, yang mirip dengan gejala rebah kecambah karena jamur *Phytium*. Gejala rebah kecambah karena jamur *Phytium* lebih Nampak atau merusak pada tanah yang dingin, sedangkan karena *Phytophthora* sp. pada tanah yang agak hangat. Gejala tanaman di permukaan tanah yang akarnya busuk termasuk kerdil, bantut, kegigasan rendah, atau kelayuan pada hari panas. Jamur ini selain menyerang tanaman kacang tanah, juga menyebabkan penyakit pada beberapa tanaman lain, seperti kacang koro, mentimun, tomat, cabai, dan lainnya (Soesanto, 2013).

Tingkat keparahan penyakit rebah kecambah dan infeksi karena jamur *Phytophthora* sp. lebih tinggi pada suhu hangat, yaitu pada suhu 18-20°C. Perkembangan penyakit juga didukung oleh kondisi tanah yang lembab, lahan dengan tidak adanya pengairan juga pada lahan dengan pengairan yang baik dan yang dikeringkan selama 7-14 hari karena hujan yang deras atau air irigasi yang banyak (Soesanto, 2013).

2.6. Busuk Pangkal Batang Pada Tanaman Kelapa Sawit

Busuk pangkal batang (*basal stem rot*) adalah penyakit terpenting dalam perkebunan kelapa sawit. Hal ini disebabkan karena adanya usaha besar-besaran untuk memperluas kebun kelapa sawit di Indonesia. Selain itu dari generasi ke generasi persentase tanaman sakit makin meningkat. Di Sumatera Utara, kebun kelapa sawit yang setengah umur, kadang-kadang separuh dari pohonnya mati. Meskipun tidak seberat di Indonesia dan Malaysia, busuk pangkal batang juga

terdapat di Thailand, Ghana, Nigeria, Kamerun, San Tome, dan Principe, Zaire, Angola, Zimbabwe Utara, serta Tanzania (Semangun, 2008).

Penyakit busuk pangkal batang dapat diketahui dari mahkota pohon. Pohon sakit mempunyai janur lebih banyak daripada biasanya. Daun-daun berwarna hijau pucat. Daun-daun tua layu, patah pada pelepahnya, dan menggantung di sekitar batang. Meskipun gejala tersebut di atas mudah dilihat, namun sebenarnya bukan gejala yang khas dari penyakit busuk pangkal batang, karena gejala seperti ini dapat disebabkan oleh gangguan-gangguan lain yang menyebabkan terhambatnya pengangkutan air dan hara tanaman. Gejala yang khas, sebelum terbentuknya badan buah jamur, adalah adanya pembusukan pada pangkal batang. Penyakit ini menyebabkan busuk kering pada jaringan dalam. Pada penampangnya bagian batang yang terserang ini berwarna coklat muda dengan jalur jalur yang tidak teratur yang berwarna lebih gelap. Pada waktu gejala daun mulai tampak, biasanya lebih dari separuh penampang pangkal telah membusuk. Dalam keadaan demikian, tanaman sudah tidak dapat ditolong lagi (Semangun, 2008).

Badan buah *G. boninense* di Sumatera Utara mempunyai lapisan kutis (lapisan atas) yang tebalnya sampai 0,1 mm, terdiri dari benang-benang rapat yang sel-selnya berukuran 20-30 x 4-10 μm . Pori bergaris tengah 150-400 μm , dengan disepimen (jaringan antara) 30-60 μm . Basidiospora berbentuk bulat panjang berwarna keemasan, bagian atasnya agak rata, berduri jelas. Kadang kadang mempunyai vakuola yang jelas (Semangun, 2008).

Daur penyakit Ganoderma menular ke tanaman sehat bila akar tanaman ini bersinggungan dengan tunggul-tunggul pohon yang sakit. Akar-akar tanaman kelapa sawit mudah tertarik kepada tunggul yang membusuk karena kaya akan hara dan mempunyai kelembaban tinggi. Akar kelapa sawit banyak yang ditemukan di dalam jaringan tunggul dan akar-akar kelapa yang mengalami dekomposisi. Spesies Ganoderma yang menyebabkan busuk pangkal batang kelapa sawit dapat menyerang 44 spesies tanaman yang termasuk ke dalam 34 genus, antara lain: kelapa, pinang, dan albizia (sengon). Meskipun demikian yang memegang peranan paling penting sebagai sumber infeksi bagi tanaman kelapa

sawit adalah tunggul-tunggul kelapa dan kelapa sawit sendiri. Penyakit busuk pangkal batang lebih banyak terdapat di dekat pantai. Hal ini bukan disebabkan oleh faktor lingkungan alamiah, tetapi karena kebun-kebun kelapa sawit di dekat pantai banyak yang dibuat di bekas bekas pertanaman kelapa (Semangun, 2008).

2.7. Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet

Alexopoulos *et al.*, (1996) mengklasifikasikan *R. microporus* sebagai berikut:

| | |
|---------|------------------------|
| Kingdom | : Fungi |
| Filum | : Basidiomycota |
| Kelas | : Basidiomycetes |
| Ordo | : Aphylloporales |
| Famili | : Polyporaceae |
| Genus | : <i>Rigidoporus</i> |
| Spesies | : <i>R. microporus</i> |

Di dalam budidaya karet, penyakit akar putih adalah penyakit yang paling merugikan di antara penyakit-penyakit akar yang dikenal. Bahkan bagi daerah karet tertentu, seperti Jawa Timur dan Sumatera Utara, akar putih merupakan penyakit yang terpenting di antara penyakit-penyakit yang ada. Di Malaysia 75% kematian karet disebabkan oleh penyakit akar putih, 20 persen disebabkan oleh penyakit akar merah dan 5% disebabkan oleh penyakit akar coklat (Semangun, 2008).

Meskipun dapat timbul pada semua umur tanaman, namun penyakit akar putih lebih banyak ditemukan di kebun muda. Tanaman yang sakit, daun-daunnya menguning dan rontok. Pada pohon dewasa gugurnya daun-daun, yang disertai dengan matinya ranting-ranting, menyebabkan pohon mempunyai mahkota yang jarang. Pohon yang sakit kadang kadang membentuk bunga dan buah sebelum masanya. Akar-akar busuk, sehingga pohon mudah rebah. Gejala pada bagian-bagian di atas tanah mirip dengan gejala yang disebabkan oleh penyakit-penyakit akar pada umumnya (Semangun, 2008)

Jamur akar putih sering membentuk badan buah pada leher akar tanaman sakit, pada tunggul, atau pada akar sakit yang terbuka. Badan buah mirip dengan kipas tebal, permukaan atasnya jingga kuning dan permukaan bawahnya jingga, merah, atau kecoklatan. Jika dipotong akan tampak lapisan atas yang berwarna muda dan lapisan bawah berwarna coklat kemerahan. Kadang-kadang jamur membentuk banyak badan buah yang tersusun bertingkat. Selain mengadakan infeksi yang akut, yang menyebabkan timbulnya gejala yang jelas, jamur akar putih dapat mengadakan infeksi kronis (Semangun, 2008).

Warna permukaan atas bakal buah dapat berubah tergantung dari umur dan kandungan airnya. Pada waktu masih muda berwarna jingga jernih sampai merah kecoklatan dengan garis garis gelap yang agak menonjol. Permukaan bawah berwarna jingga, tepinya berwarna kuning jernih atau putih kekuningan. Badan buah yang tua umumnya ditumbuhi ganggang sehingga warnanya kehijauan. Jika menjadi tua atau kering, badan buah menjadi suram, permukaan atasnya coklat kekuningan pucat, permukaan bawahnya coklat kemerahan. Tepinya menggulung ke bawah dan warnanya tidak kuning lagi (Semangun, 2008).

Lapisan atas badan buah yang berwarna muda itu terdiri dari benang benang jamur yang terjalin rapat. Di bawahnya terdapat lapisan pori kemerahan atau kecoklatan. Pori bergaris tengah 45-80 μm , panjangnya berbeda-beda, umumnya 0,7-1,0 mm, meskipun kadang-kadang sampai 15mm. Basidiospora bulat, tidak berwarna, dengan garis tengah 2,8-5,0 μm , banyak dibentuk pada badan buah yang masih muda. Basidium pendek, tidak berwarna, mempunyai 4 tangkai basidiospora. Di antara basidium-basidium terdapat banyak sistidium yang berbentuk gada, berdinding tipis dan tidak berwarna (Semangun, 2008).

2.8 Mikroba Antagonis

Antagonisme adalah mekanisme yang mengurangi sintas (*survival*) atau aktivitas patogen. Antagonisme hanya aktif jika pertumbuhan dan reproduksi didukung

lingkungan. Antagonis termasuk antibiosis, parasitisme, dan kompetisi (Ginting, 2013).

Mikroba antagonis berinteraksi dengan patogen melalui berbagai cara. Beberapa interaksi antara dua mikroba menyebabkan yang satu tertekan aktivitasnya oleh yang lain. Jenis antagonis dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu: 1) menekan patogen melalui kompetisi sumberdaya 2) memproduksi senyawa antibiotik untuk membunuh kompetitor, dan 3) parasitasi antagonis yang akan merusak secara langsung patogen tanaman. Interaksi keduanya dapat juga bersifat tidak langsung, di mana kehadiran suatu mikroba dapat merangsang ketahanan tanaman terhadap patogen. Bisa juga karena manipulasi lingkungan menyebabkan kelimpahan mikroba antagonis meningkat sehingga dapat menekan atau menurunkan kepadatan populasi patogen tanaman (Purnomo, 2010).

Metode penggunaan antagonis untuk pengendalian patogen tanaman sangat tergantung pada jenis tanaman dan patogen. Tidak seperti pengendalian serangga hama, pengendalian hayati dengan strategi introduksi patogen atau pengendalian hayati klasik sangat jarang dilakukan. Namun begitu, telah dilaporkan bahwa dua jamur parasitik, yaitu jamur *Dicyma pulvita* dan *Cylindrosporium concentricum*, telah sukses dan mapan dalam kurun waktu yang panjang dalam mengendalikan penyakit daun karet yang disebabkan oleh *Phyllachora huberi* di Amazon, Brasilia. Kedua jamur tersebut adalah parasit obligat pada patogen hidup sebagai hiperparasit, dan populasinya meningkat seiring meningkatnya populasi patogen. Pendekatan pengendalian hayati klasik pada patogen sering banyak menemui kendala, seperti ketersediaan antagonis di area terjadinya penyakit tanaman (Purnomo, 2010).

2.9 Mekanisme Penghambatan Mikroba Antagonis

Agensia pengendali hayati ditemukan memiliki mekanisme yang berbeda dalam menghambat pertumbuhan patogen. Bahkan seringkali ditemukan terdapat agensia pengendali hayati yang mempunyai lebih dari satu mekanisme penghambatan

yang sangat berpengaruh baik pada pertumbuhan maupun daya hidup masing-masing patogen tanaman, yang berkemungkinan melibatkan organisme lain dalam mekanismenya (Soesanto, 2008). Mekanisme pengendalian dengan agensia hayati terhadap jamur patogen tumbuhan secara umum dibagi atas tiga macam, yaitu kompetisi terhadap tempat tumbuh dan nutrisi, antibiosis, dan parasitisme (Baker and Cook, 1982).

Keberhasilan dan kegagalan pengendalian hayati di dalam mengendalikan patogen tanaman sangat tergantung kepada mekanisme yang dimiliki agensia pengendali hayati. Setiap mikroba antagonis mempunyai lebih dari satu mekanisme penghambatan. Mekanisme penghambatan suatu agensia pengendali hayati untuk jamur antagonis berbeda dengan bakteri antagonis, juga dengan lainnya. Mekanisme utama dapat berupa parasitisme langsung (misalnya mikoparasitisme, infeksi bakterifag) dan persaingan nutrisi atau antibiosis. Persaingan akan nutrisi memegang peran utama pada hampir semua agensia pengendali hayati. Di samping persaingan akan nutrisi, juga persaingan ruang hidup. Nutrisi dapat memengaruhi produksi antibiotik, dan nutrisi itu sendiri dipengaruhi oleh ketersediaan air. Antar-jamur antagonis dapat menunjukkan mekanisme penghambatan yang berbeda (Soesanto, 2008).

2.9.1 Kompetisi Sumberdaya

Kompetisi terjadi ketika dua mikroba membutuhkan sumberdaya yang jumlahnya terbatas. Ketika suatu mikroba dapat menguasai sumberdaya tersebut, maka sumberdaya tersebut tidak akan tersedia bagi mikroba yang lain. Kompetisi sumberdaya umumnya berupa kompetisi dalam mendapatkan nutrisi seperti karbon dan nitrogen. Kompetisi lingkungan dapat saja terjadi antarmikroba ketika kondisi lingkungan terbatas, seperti persediaan air pada microhabitat seperti daun (Purnomo, 2010).

Kompetisi diantara patogen tanaman dan antagonisnya telah digunakan untuk studi pengendalian hayati pada beberapa kasus pelukaan selama pemotongan, atau

pada saat penanaman kembali. Untuk kasus ini mikroba non-patogenik sebagai kompetitor dapat diaplikasikan secara langsung pada tempat luka sehingga segera berkolonisasi dan mencegah patogen tanaman melakukan kolonisasi.

Pengendalian hayati patogen pertama dilakukan dengan menggunakan antagonis komersial dengan maksud untuk mencegah penyebaran patogen yang menyerang akar pohon di hutan (Purnomo, 2010).

2.9.2 Parasitisme

Beberapa mikroba menyerang secara langsung mikroba lain dan menjadikannya sebagai sumber nutrisi. Interaksi ini membutuhkan kontak langsung antarmikroba. Interaksi ini juga sering dikenal sebagai hiperparasitisme. Jika hiperparasitisme ini melibatkan jamur maka pada umumnya jamur akan menembus secara langsung jika patogen tanaman untuk mengambil isi dari hifa tersebut (Purnomo, 2010).

2.9.3 Antibiosis

Terminologi antibiosis identik dengan pengertian antibiotik, yaitu senyawa organik yang diproduksi oleh mikroorganisme, yang meskipun dalam konsentrasi rendah tetap dapat mengganggu pertumbuhan dan aktivitas metabolisme mikroorganisme lain. Dengan demikian, pengertian antibiosis dalam pengendalian hayati patogen tumbuhan adalah mikroba yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba lain dengan antibiotik yang diproduksinya, yang mengakibatkan mikroba lain itu akan mati karena selnya mengalami lisis dan sel sitoplasmanya menjadi hancur. Salah satu contoh antibiosis adalah pengendalian hayati penyakit akar gada yang disebabkan oleh *Agrobacterium tumefaciens* yang dikendalikan oleh *A. radiobacter* (Purnomo, 2010).

Banyak keuntungan pada penggunaan antibiosis dalam pengendalian hayati. Antibiotik yang dihasilkan oleh antagonis dapat didifusikan pada *water film* atau tanah lembab sehingga kontak secara langsung antara antagonis dengan patogen tumbuhan tidak terjadi. Percobaan untuk mengukur antibiosis pada cawan petri menunjukkan bahwa jika dua spesies patogen diinokulasikan bersama dengan

antagonis akan terbentuk zona kosong diantara keduanya, dimana zona tersebut adalah zona yang mengandung difusi antibiosis dari antagonis. Meskipun aplikasi antagonis mempunyai *mode of action*, antibiosis juga mempunyai beberapa kekurangan, seperti hanya efektif ketika nutrisi melimpah dalam mikrohabitat. Antagonis hanya akan memproduksi antibiotik jika nutrisi dalam mikrohabitatnya melimpah (Purnomo, 2010).

Antibiosis adalah kerusakan atau penghambatan suatu organisme akibat senyawa metabolit yang dikeluarkan oleh organisme lain. Senyawa metabolit tersebut dapat berspektrum luas atau spesifik untuk menghambat satu kelompok mikroorganisme. Contoh metabolit berspektrum sempit ialah bakteriosin yang disebut agrocin 84 (Ginting, 2013).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 sampai September 2019. Jamur antagonis diambil dari koleksi jamur Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Peremajaan jamur patogen, dan uji antagonisme dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf, cawan petri, *Laminar Air Flow*, jarum ose, bor gabus, mikropipet, erlenmeyer, timbangan, *microwave*, penggaris, plastik tahan panas, pisau, dan nampan.

Bahan-bahan yang digunakan adalah isolat jamur *Aspergillus oryzae*, *Talaromyces sayulitensis*, *Phytophthora nicotianae*, *Ganoderma boninense*, *Rigidoporus microporus*, alkohol, aquades, agar, asam laktat, kertas label, aluminium foil, plastik *wrap*, karet gelang, tisu, media V-8 dan media *Potato Dextrose Agar* (PDA).

3.3 Metode Penelitian

Uji antagonis ini menggunakan jamur *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* yang berumur 7 HSI. Media yang digunakan adalah *potato dextrose agar* (PDA). Uji antagonisme dilakukan dengan metode kultur ganda. Perlakuan percobaan antagonis yaitu dengan menumbuhkan jamur antagonis dan jamur patogen secara berlawanan di media PDA, jamur diletakan 3 cm dari tepi cawan petri. Sedangkan perlakuan kontrol hanya menumbuhkan jamur patogen di media PDA. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali, dengan rancangan acak lengkap (RAL), dan variabel pengamatan diameter jamur patogen yang diamati selama 7 HSI untuk jamur *R. microporus*, sedangkan *P. nicotianae* dan *G. boninense* diamati selama 14 HSI.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Isolat Jamur yang Digunakan

Jamur patogen *P. nicotianae*, *G. boninense*, *R. microporus*, dan jamur antagonis yang digunakan merupakan isolat koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Tabel 1. Isolat jamur antagonis yang digunakan

| Isolat | Kode Isolat |
|---------------------------------|-------------|
| <i>Aspergillus oryzae</i> | A1 |
| | A6 |
| | A7 |
| | A9 |
| <i>Talaromyces sayulitensis</i> | A2 |
| | A3 |
| | A4 |
| | A5 |
| | A8 |
| | A11 |

3.4.2 Peremajaan Jamur

Peremajaan masing-masing isolat dilakukan secara aseptik di *Laminar Air Flow*. Satu bor gabus biakan murni (diameter 0,5 cm) dipindahkan ke cawan petri berisi media PDA. Setelah itu cawan petri dibungkus dengan plastik *wrap* dan disimpan. Peremajaan dilakukan setiap satu minggu sekali ketika cawan terlihat sudah penuh.

3.4.3 Pembuatan Media

3.4.3.1 *Potato Dextrose Agar (PDA)*

Sebanyak 200 g kentang ditimbang, dipotong-potong dadu, lalu direbus dalam 1000 ml air aquades sampai mendidih. Sebanyak 20 g dekstrose dan 20 g agar dimasukkan ke dalam erlenmeyer 1.000 ml. Setelah kentang mendidih, ekstrak kentang ditambahkan ke dalam erlenmeyer, ditambahkan air destilasi hingga mencapai 1000 ml dan ditutup dengan *aluminium foil* serta diikat menggunakan karet. Kemudian media disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121°C (tekanan 1 atm). Sebelum dituang ke dalam cawan petri, media ditambahkan larutan asam laktat sebanyak 1,4 ml untuk mencegah kontaminasi oleh bakteri.

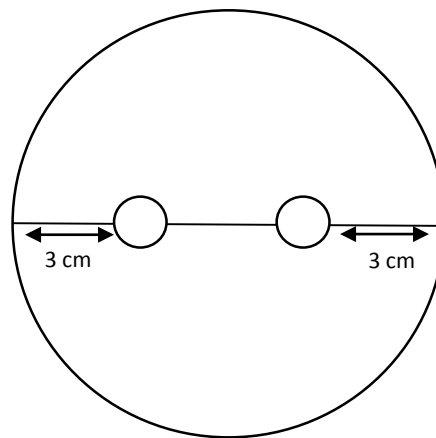
3.4.3.2 Pembuatan Media V-8

Sebanyak 200 ml V-8 disaring dan diambil sarinya dengan menggunakan kertas saring, kemudian ditambahkan CaCO₃ sebanyak 3 g, 20 g agar, dan dicampurkan dengan 800 ml aquades. Campuran bahan tersebut kemudian disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm. Kemudian media dituang pada cawan petri.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Uji Antagonisme

Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter koloni jamur patogen yang ditumbuhkan selama 7 hari pengamatan untuk *R. microporus* dan 14 hari pengamatan untuk dua patogen lainnya. *R. microporus* hanya diamati selama 7 HSI karena pertumbuhannya yang cepat dan jamur telah memenuhi cawan petri pada 7 HSI. Diameter koloni yang didapatkan merupakan rerata dari 14 kali pengukuran koloni jamur.



Gambar 1. Tata letak jamur antagonis dan jamur patogen pada uji antagonisme

Persentase penghambatan pertumbuhan miselium jamur patogen dihitung dengan rumus (Thongkamngam and Jaenaksorn, 2017; Fitriana *et al.*, 2021):

$$P = \frac{D1 - D2}{D1} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase penghambatan

D1 = diameter koloni patogen jamur kontrol

D2 = diameter koloni patogen dengan jamur antagonis

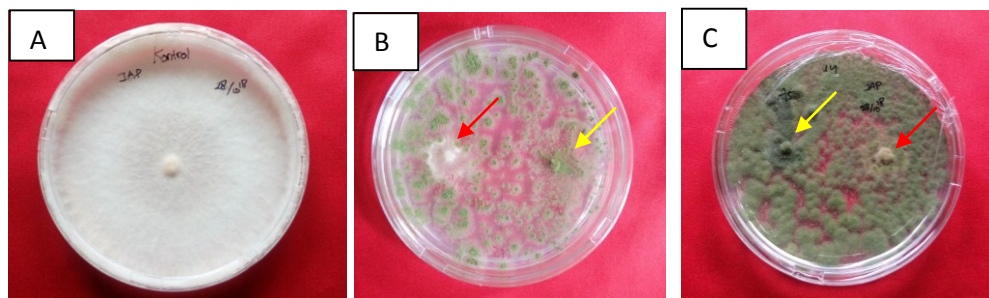
3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dihitung nilai persentasenya kemudian diuji homogenitas ragamnya dengan menggunakan uji Bartlett dan aditifitas dengan uji Tukey. Apabila asumsi terpenuhi, dilanjutkan dengan uji ANARA. Jika berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%.

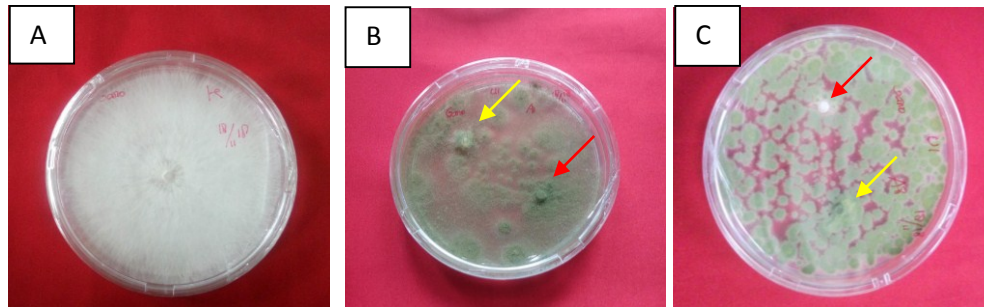
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

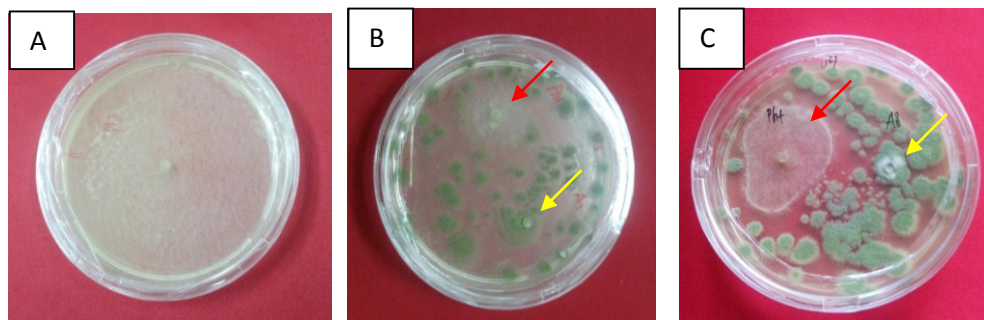
Pengujian antagonisme ini dilakukan dengan metode kultur ganda. *R. microporus* diamati selama 7 hari setelah inokulasi (HSI), sementara itu *P. nicotianae* dan *G. boninense* diamati selama 14 HSI. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* dapat menghambat pertumbuhan *R. microporus* (Gambar 2), *P. nicotianae* (Gambar 3), dan *G. boninense* (Gambar 4).



Gambar 2. Uji antagonis terhadap jamur *R. microporus* pada 7 HSI. A. kontrol; B uji antagonis dengan jamur *A. oryzae*; C. antagonis dengan *T. sayulitensis*. Tanda panah berwarna merah merupakan biakan jamur *R. microporus*, tanda panah berwarna kuning merupakan biakan isolat jamur yang diuji. HSI: hari setelah inokulasi.



Gambar 3. Uji antagonis terhadap jamur *G. boninense* pada 14 HSI. A. kontrol; B. uji antagonis dengan jamur *A. oryzae*; C. antagonis dengan *T. sayulitensis*. Tanda panah berwarna merah merupakan biakan jamur *G. boninense*, tanda panah berwarna kuning merupakan biakan isolate jamur yang diuji. HSI: hari setelah inokulasi.



Gambar 4. Uji antagonis terhadap jamur *P. nicotianae* pada 14 HSI. A. kontrol; B. uji antagonis dengan jamur *A. oryzae*; C. antagonis dengan *T. sayulitensis*. Tanda panah berwarna merah merupakan biakan jamur *P. nicotianae*, tanda panah berwarna kuning merupakan biakan isolat jamur yang diuji. HSI: hari setelah inokulasi.

4.1.1 Uji kemampuan antagonisme *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* terhadap jamur *R. microporus*

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa persentase penghambatan *A. oryzae* terhadap *R. microporus*, pada pengamatan 1, 2, 4, 5, 6, dan 7 HSI tidak berbeda nyata. Pada pengamatan 7 HSI, persentase penghambatan berkisar antara 48,89–61,94% dengan persentase tertinggi dihasilkan oleh isolat A7 (Tabel 2).

Hasil analisis statistik penghambatan *T. sayulitensis* terhadap *R. microporus* menunjukkan bahwa pada pengamatan 1 HSI, semua isolat memiliki penghambatan

yang tidak berbeda nyata. Pada 2 dan 3 HSI, isolat A5 secara nyata memiliki penghambatan lebih besar dibandingkan dengan isolat lainnya namun tidak berbeda nyata dengan isolat A4. Pada pengamatan 4, 5, dan 6 HSI, isolat A5 secara nyata memiliki penghambatan terhadap *R. microporus* lebih besar dibandingkan dengan isolat A2, A3, A4 dan A11, namun tidak berbeda nyata dengan isolat A8. Pada pengamatan 7 HSI, isolat A5 secara nyata memiliki persentase penghambatan lebih besar dibandingkan dengan isolat A2 dan A4 tetapi tidak berbeda nyata dengan isolat A3, A8 dan A11. Persentase penghambatan pada 7 HSI berkisar antara 53,61 – 69,58% dengan persentase penghambatan tertinggi dihasilkan oleh isolat A5 (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase penghambatan *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* terhadap *R. microporus*

| Kode Isolat | Pengamatan ke | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 1HSI | 2HSI | 3HSI | 4HSI | 5HSI | 6HSI | 7HSI |
| <i>A. oryzae</i> | | | | | | | |
| |%..... | | | | | | |
| Kontrol | 0,00 a | 0,00 b | 0,00 c | 0,00 b | 0,00 b | 0,00 b | 0,00 b |
| A1 | 33,93 a | 34,09 a | 38,50 ab | 52,67 a | 52,99 a | 56,53 a | 56,11 a |
| A6 | 44,64 a | 31,82 a | 38,00 ab | 52,17 a | 49,53 a | 50,69 a | 52,64 a |
| A7 | 3,57 a | 34,55 a | 50,25 a | 58,33 a | 57,23 a | 61,53 a | 61,94 a |
| A9 | 55,36 a | 27,73 a | 33,50 b | 45,17 a | 44,50 a | 49,31 a | 48,89 a |
| <i>T. sayulitensis</i> | | | | | | | |
| Kontrol | 0,00 b | 0,00 d | 0,00 d | 0,00 e | 0,00 d | 0,00 c | 0,00 c |
| A2 | 55,36 a | 33,18 bc | 24,75 bc | 39,83 cd | 40,88 c | 52,78 b | 53,75 b |
| A3 | 50,00 a | 32,27 bc | 32,00 bc | 56,17 cb | 54,56 bc | 58,19 b | 56,25 ab |
| A4 | 67,86 a | 39,55 ab | 28,75 bc | 39,00 d | 44,81 c | 53,89 b | 53,61 b |
| A5 | 62,50 a | 46,36 a | 53,50 a | 74,83 a | 69,65 a | 71,53 a | 69,58 a |
| A8 | 48,21 a | 24,55 c | 36,75 b | 62,00 ab | 63,52 ab | 64,86 ab | 65,56 ab |
| A11 | 60,71 a | 33,18 bc | 23,00 c | 45,17 cd | 48,74 c | 58,06 b | 57,78 ab |

Keterangan: Angka-angka sekolom diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT dengan taraf 5%.

4.1.2 Uji kemampuan antagonisme *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* terhadap jamur *P. nicotianae*

Hasil analisis statistik uji antagonis *A. oryzae* terhadap *P. nicotianae*, menunjukkan bahwa pada semua isolat memiliki penghambatan yang tidak berbeda nyata. Pada 1 HSI, isolat A9 memiliki persentase penghambatan tertinggi. Pada pengamatan 2 sampai 14 HSI, isolat A1 memiliki persentase penghambatan tertinggi dan berbeda nyata dengan isolat A9 (Tabel 3).

Hasil analisis statistik uji antagonis *T. sayulitensis* dengan *P. nicotianae* menunjukkan bahwa pada 2 HSI, semua isolat memiliki penghambatan yang tidak berbeda nyata. Pada pengamatan 9 dan 11 HSI, isolat A8 secara nyata memiliki penghambatan terhadap *P. nicotianae* lebih besar dibandingkan dengan isolat A2, A5, dan A11 tetapi tidak berbeda nyata dengan isolat A3 dan A4. Pada pengamatan 10 dan 12 HSI, isolat A8 secara nyata memiliki penghambatan terhadap *P. nicotianae* lebih besar dibandingkan dengan isolat A2, A3, A5, dan A11, namun tidak berbeda nyata dengan isolat A4. Pada pengamatan 1, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 HSI, isolat A8 secara nyata memiliki penghambatan terhadap *P. nicotianae* lebih besar dibandingkan dengan isolat A11, namun tidak berbeda nyata dengan isolat A2, A3, A4, dan A5. Sedangkan pada pengamatan 13 dan 14 HSI, isolat A4 secara nyata memiliki penghambatan terhadap *P. nicotianae* lebih besar dibandingkan dengan isolat A11, namun tidak berbeda nyata dengan isolat A2, A3, A5, dan A8 (Tabel 3).

Tabel 3. Persentase penghambatan *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* terhadap *P. nicotianae*

| Kode Isolat | Pengamatan ke | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------|---------|----------|------------------------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 1HSI | 2HSI | 3HSI | 4HSI | 5HSI | 6HSI | 7HSI | 8HSI | 9HSI | 10HSI | 11HSI | 12HSI | 13HSI | 14HSI |
| <i>A. oryzae</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| |%..... | | | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 0,00 b | 0,00 ab | 0,00c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c |
| A1 | 2,27 b | 0,00 a | 49,74 a | 59,55 a | 67,66 a | 70,14 a | 68,75 a | 68,61 a | 68,75 a | 68,61 a | 70,69 a | 69,72 a | 68,47 a | 68,06 a |
| A6 | 6,06 ab | 0,00 ab | 42,78 ab | 56,71 a | 63,44 a | 66,11 a | 67,78 a | 65,42 a | 65,14 a | 63,06 ab | 65,97 a | 65,00 ab | 63,06 ab | 64,86 ab |
| A7 | 0,00 b | 0,00 b | 42,78 ab | 51,22 ab | 61,72 ab | 65,97 a | 64,31 ab | 64,17 ab | 64,44 a | 64,03 ab | 65,42 a | 64,58 ab | 64,58 a | 64,31 ab |
| A9 | 10,61 a | 0,00 b | 34,28 b | 45,73 b | 55,47 b | 54,31 b | 59,31 b | 59,44 b | 58,61 b | 57,78 b | 58,19 b | 57,78 b | 56,53 b | 57,92 b |
| <i>T. sayulitensis</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 0,00 ab | 0,00 a | 0,00 ab | 0,00 c 31,25 abc | 0,00 b | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 d | 0,00 d | 0,00 d | 0,00 d | 0,00 c | 0,00 c |
| A2 | 9,62 ab | 0,81 a | 8,33 ab | 47,05 a | 59,50 a | 66,94 a | 65,97 a | 63,06 b | 65,69 b | 64,31 b | 64,44 b | 66,25 a | 65,56 a | |
| A3 | 11,54 ab | 6,45 a | 18,14 ab | 38,13 ab | 53,64 a | 65,17 a | 70,56 a | 70,83 a | 69,03 ab | 70,69 b | 70,83 ab | 70,42 b | 72,36 a | 69,86 a |
| A4 | 0,00 ab | 6,45 a | 14,71 ab | 46,56 a | 64,09 a | 73,50 a | 78,89 a | 77,22 a | 77,36 ab | 76,67 ab | 77,08 ab | 76,25 ab | 78,19 a | 77,64 a |
| A5 | 0,00 ab | 0,81a | 4,90 ab | 32,50 ab | 46,36 a | 59,67 a | 67,64 a | 68,06 a | 68,19 b | 67,92 b | 67,92 b | 67,64 b | 67,64 a | 68,06 a |
| A8 | 17,31 a | 8,87 a | 24,51 a | 46,88 a | 72,95 a | 78,83 a | 70,00 a | 72,78a | 87,92 a | 88,19 a | 86,81 a | 88,06 a | 70,42 a | 70,83 a |
| A11 | 0,00 b | 0,00 a | -7,35 b | 6,88 bc | 15,68 a | 27,33 b | 40,14 b | 40,56 b | 39,72 c | 39,72 c | 38,75 c | 38,75 c | 38,75 b | 38,75 b |

Keterangan: Angka-angka sekolom diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT dengan taraf 5%.

4.1.3 Uji kemampuan antagonisme *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* terhadap jamur *G. boninense*

Hasil analisis statistik penghambatan *A. oryzae* terhadap *G. boninense* menunjukkan bahwa pada pengamatan 4 sampai 14 HSI, isolat A6, A7, dan A9 memiliki penghambatan yang tidak berbeda nyata, namun isolat A1 berbeda nyata Pada 4 HSI. Pada pengamatan 3, 4, 5, 10, 11, dan 12 HSI isolat A6 memiliki penghambatan yang tertinggi. Pada 6, 9, dan 13 HSI, Isolat A7 memiliki penghambatan tertinggi. Pada 7, 8, dan 14 HSI, isolat A9 memiliki daya hambat yang tinggi (Tabel 4).

Hasil analisis statistik uji antagonis *T. sayulitensis* terhadap *G. boninense* menunjukkan bahwa pada pengamatan 4, 6, 10, 12 dan 14 HSI, semua isolat memiliki penghambatan yang tidak berbeda nyata. Pada pengamatan 1, 2, 3, dan 5 HSI, isolat A3 memiliki penghambatan tertinggi. Pada pengamatan 7, 8, 9, 11, dan 13 HSI, isolat A4 secara nyata memiliki penghambatan terhadap *G. boninense* lebih besar dibandingkan dengan isolat A5, namun tidak berbeda nyata dengan isolat A2, A3, A8, dan A11 (Tabel 4)

Tabel 4. Persentase penghambatan *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* terhadap *G. boninense*

| Kode Isolat | Pengamatan ke | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | 1HSI | 2HSI | 3HSI | 4HSI | 5HSI | 6HSI | 7HSI | 8HSI | 9HSI | 10HSI | 11HSI | 12HSI | 13HSI | 14HSI |
| <i>A. oryzae</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| |%..... | | | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 0,00 a | 0,00 b | 0,00 b | 0,00 c | 0,00 b | 0,00 b | 0,00 b | 0,00b | 0,00 b | 0,00 b | 0,00 b | 0,00 b | 0,00b | 0,00 b |
| A1 | 9,62 a | 9,68 ab | 30,39 a | 55,31 b | 65,00 a | 75,50 a | 80,14 a | 80,28 a | 80,14 a | 80,28 a | 80,42 a | 79,72 a | 80,42 a | 79,44 a |
| A6 | 0,00 a | 25,00 a | 54,41 a | 66,25 ab | 75,00 a | 80,83 a | 83,75 a | 83,89 a | 84,58 a | 84,72 a | 85,00 a | 85,00 a | 83,89 a | 85,00 a |
| A7 | 0,00 a | 17,74 ab | 46,57 a | 64,69 ab | 75,00 a | 81,50 a | 84,58 a | 84,56 a | 85,00 a | 84,44 a | 84,58 a | 83,47 a | 85,28 a | 84,17 a |
| A9 | 7,69 a | 29,03 a | 53,92 a | 73,44 a | 67,05 a | 70,67 a | 87,64 a | 87,64 a | 71,53 a | 70,69 a | 70,97 a | 70,97 a | 70,97 a | 88,75 a |
| <i>T. sayulitensis</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 0,00 cd | 0,00 a | 0,00 c | 0,00 b | 0,00 c | 0,00 b | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 b | 0,00 c | 0,00 b | 0,00 c | 0,00 b |
| A2 | 11,36 b | 0,00 b | 26,29 ab | 40,04 a | 48,28 ab | 53,33 a | 51,25 ab | 50,14 ab | 50,42 ab | 50,42 a | 49,44 ab | 48,89 a | 49,44 ab | 48,89 a |
| A3 | 22,73 a | 0,00 ab | 30,93 a | 43,29 a | 54,69 a | 58,33 a | 58,33 a | 57,64 a | 58,19 ab | 55,69 a | 57,50 ab | 57,22 a | 57,22 ab | 55,28 a |
| A4 | 8,33 bc | 0,00 ab | 26,29 ab | 35,98 a | 44,69 b | 49,31 a | 47,08 b | 45,83 b | 48,33 b | 46,67 a | 47,08 b | 49,44 a | 47,36 b | 48,19 a |
| A5 | 15,15 ab | 0,00 ab | 28,09 ab | 43,50 a | 53,28 ab | 59,03 a | 60,56 a | 58,33 a | 58,75 a | 58,47 a | 58,75 a | 58,47 a | 59,17 a | 59,03 a |
| A8 | 0,00 d | 0,00 c | 18,90 ab | 34,96 a | 47,08 ab | 56,11 a | 56,67 a | 56,30 a | 56,11 ab | 55,93 a | 52,96 ab | 55,93 a | 55,93 ab | 55,74 a |
| A11 | 0,00 d | 0,00 c | 18,81 b | 33,74 a | 48,44 ab | 57,92 a | 53,33 ab | 53,47 ab | 51,67 ab | 51,67a | 51,25 ab | 51,53 a | 49,72 ab | 54,03 a |

Keterangan: Angka-angka sekolom diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT dengan taraf 5%.

4.2 Pembahasan

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa semua isolat jamur yang diuji dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *R. microporus*, *P. nicotianae* dan *G. boninense* dengan daya hambat yang berbeda-beda. *R. microporus* merupakan jamur tular tanah yang sulit dikendalikan (Soesanto, 2008), namun pada hari pertama pengamatan, *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* telah mampu menekan *R. microporus* di atas 60%. Menurut Amaria *et al.* (2013), agensia pengendali hayati antagonis berpotensi dapat mengatasi jamur tular tanah dengan menekan inokulum, mencegah kolonisasi, serta melindungi perkecambahan biji dan akar dari infeksi patogen.

Pada hari pertama, jamur A4 memiliki daya hambat paling tinggi terhadap *R. microporus*, namun pada 2 HSI dan seterusnya, jamur antagonis A5 secara nyata menghambat pertumbuhan *R. microporus* lebih baik dibanding perlakuan lainnya. Penghambatan tertinggi dihasilkan oleh A5 pada 4 HSI sebesar 74,83 %. Selain itu, isolat A8 juga menunjukkan penghambatan yang baik pada *R. microporus*. Pada 7 HSI persentase penghambatan yang dihasilkan mencapai 65,56 %. Hal ini sejalan dengan Amaria *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. dapat menghambat pertumbuhan *R. microporus* bahkan dapat berperan sebagai *biofertilizer* dan *biopesticide* karena dapat memproduksi zat antibiotik tertentu, serta mekanisme pertahanan lainnya.

Pada uji antagonis *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* terhadap jamur *P. nicotianae*, isolat A1 secara nyata menekan pertumbuhan *P. nicotianae* lebih baik dibanding isolat jamur lainnya sejak 2 HSI hingga 14 HSI. Jamur A6 dan A7 juga menunjukkan penghambatan yang baik. Sedangkan pada *G. boninense*, isolat A9 memiliki kemampuan penghambatan lebih baik dibanding dengan isolat yang lain. Persentase penghambatan isolat A9 memiliki persentase penghambatan hingga 88,75%.

Kecepatan tumbuh jamur sangat berpengaruh terhadap daya hambat jamur antagonis. Baker and Cook (1982) menyatakan bahwa koloni jamur antagonis

yang tumbuh lebih cepat dibanding koloni jamur patogen, dapat menekan pertumbuhan patogen dengan lebih efektif. Berdasarkan pengamatan uji antagonis diduga terdapat dua mekanisme penghambatan, yaitu kompetisi sumberdaya, dan antibiosis. Isolat A11 diduga menghambat jamur patogen, memproduksi antibiosis dan muncul zona bening pada tepian koloni jamur A11 (Gambar 18). Sedangkan isolat lain diduga menghambat patogen dengan mekanisme penghambatan kompetisi ruang. Yulianto (2014) melaporkan bahwa pada hari ketiga jamur *A. oryzae* sudah mulai terlihat membentuk zona bening. Hal ini juga sejalan dengan kriteria yang dikemukakan oleh Trigiano *et al.* (2008), mengenai ciri dari masing-masing mekanisme penghambatan:

- a. Kompetisi ruang: pada mekanisme penghambatan ini koloni jamur antagonis dapat menutupi koloni patogen dan jamur antagonis memiliki pertumbuhan lebih cepat untuk dapat memenuhi cawan petri dan pada daerah kontak, hifa patogen mengalami lisis.
- b. Antibiosis: pada mekanisme ini zona kosong mulai terlihat di antara jamur patogen dan jamur antagonis, hifa patogen terlihat mulai berubah bentuk, dan terdapat pigmen di permukaan bawah koloni jamur antagonis.
- c. Parasitisme: Mekanisme ini terjadi apabila hifa jamur antagonis ditemukan melilit hifa jamur patogen, dan mengalami lisis

Laporan kemampuan isolat jamur *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* sebagai jamur antagonis patogen tanaman merupakan hal yang relatif baru. Kedua jamur ini mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai agensia hayati. Selain kedua jamur ini mudah ditemukan dan mempunyai kemampuan berkembang biak dan menyebar yang cepat (Samson *et al.*, 2006), jamur *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* relatif aman bagi lingkungan, pengguna, serta konsumen, karena tidak memproduksi senyawa racun, termasuk aflatoksin (Pitt and Taylor, 2014).

Aflatoksin adalah mikotoksin yang sangat berbahaya bagi manusia karena dapat menyerang sistem syaraf pusat, dan karena sifatnya yang karsinogenik, aflatoksin

bahkan dapat menyebabkan kanker hati, ginjal, dan perut (Syahruramadhan, 2016). Oleh sebab itu agensia hayati yang berasal dari genus *Aspergillus* harus diteliti sedemikian hingga dapat dipergunakan dengan aman. *A. flavus* dan *A. parasiticus* adalah contoh jamur yang dapat menghasilkan aflatoksin. Dalam hal ini, *A. oryzae*, isolat yang digunakan dalam penelitian ini telah diteliti sebelumnya dan dinyatakan bebas dari aflatoksin (Pangesti, 2019).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *A. oryzae* dan *T. sayulitensis* secara nyata dapat menekan pertumbuhan koloni patogen dengan daya hambat yang berbeda-beda.
2. Tiga isolat yang mempunyai kemampuan penghambatan terbaik dalam menghambat patogen antara lain: isolat A5 (*A. oryzae*) terhadap *R. microporus*, isolat A1 (*T. sayulitensis*) terhadap *P. nicotianae*, dan isolat A9 (*A. oryzae*) terhadap *G. boninense*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan bahwa perlu dilakukan uji lebih lanjut mengenai kompatibilitas jamur antagonis dengan sesamanya untuk melihat kemungkinan untuk diaplikasikan secara konsorsium.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W., and Blackwell, M. 1996. Introductory Micology. 4th The Edition John Wiley and Sons. New York 869.
- Amaria, W., Harni, dan R., Samsudin. 2015. Evaluasi jamur antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih pada tanaman karet. *J. TIDP* 2(1): 51–60.
- Amaria, W., Taufik, E., dan Harni, R. 2013. Seleksi dan identifikasi jamur antagonis sebagai agensia pengendali hayati jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman karet. *Buletin RISTRI* 4 (1): 55-64.
- Baker, K.F. and Cook, R.J. 1982. *Biological control of plant pathogens*. The American Phytopathology Society. Minnessota Fravel.
- Bahramian, D., Naraghi, L. and Heydari, A. 2016. Effectiveness of the chemical stabilizers of *Talaromyces flavus* in biological control of tomato and greenhouse cucumber vascular wilt disease. *Journal of Plant Protection Research*. 56(3): 291–297.
- Dolar, F.S. 2001. Antagonis effect of *Aspergillus yukawa* on soilborne pathogens of chickpea. *Tarim Bilimleri Dergisi*. 8(2): 167–170.
- Fitriana, Y., Suharjo, R., Swibawa, I.G., Purnomo, Lestari, P. and Merdiana, E. 2018. Influence of culture medium on the sporulation and viability of *Aspergillus* spp. and *Talaromyces* spp. entomopathogenic fungi. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 18(1): 12–22.
- Fitriana, Y., Aulia, J.R., Suharjo R., Purnomo., Banuwa I.S., Wahyuno D., Ningsih E.S., and Samilah. 2021. Potential of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* as biological control agent of *Phytophthora capsici*, the causal agent of pepper foot rot disease. *Biocontrol Science and Technology*. (submitted)
- Ginting, C. 2013. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Nicolotti, G. and Varese, G.C. 1996. Screening of antagonistic fungi against air-borne infection by *Heterobasidium annosum* on Norway spruce. *Forest Ecology Management* 88:249–257.

- Pakki, S. dan Jaenuddin, N. 2013. Dinamika Patogen Terbawa Benih *Aspergillus flavus* Pada Beberapa Varietas Jagung Komposit dan Hibrida. *Seminar Nasional Serealia*. 18 Juni 2013. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros, Sulawesi Selatan. pp. 403-410.
- Pangesti, I.R. 2019. Studi Komprehensif Jamur *Aspergillus* spp. dan *Talaromyces* spp. yang Diisolasi dari Rizosfer Tanaman Budidaya di Provinsi Lampung. *Tesis*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Payne, G.A., Nierman, W.C., Wortman, J.R., Pritchard, B.L., Brown, D., Dean, R.A., Bhatnagar, D., Cleveland, T.E., Masayuki, M., and Yu, J. 2006. Whole genome comparison of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus oryzae*. *Medical Mycology*. 1(44): 9–11.
- Pitt, J.I. and Taylor, J. 2014. *Aspergillus*, Its sexual state and the new international code of nomenclature. *Mycologia Journal*. 106(5): 1051-1062.
- Purkan, P., Baktir, A. dan Sayyidah, A.R. 2016. Produksi enzim kitinase dari *Aspergillus niger* menggunakan limbah cangkang rajungan sebagai induser. *Journal Kimia Riset*. 1(1): 34–41.
- Purnomo, H. 2010. *Pengantar Pengendalian Hayati*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Putri, S. 2018. Potensi jamur *Aspergillus* spp. sebagai Agenia Pengendali *Helopeltis* sp. (Hemiptera Miridae) dan *Phytophthora palmivora* (Peronosporales: Pythiaceae). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Samson, R.A., Iong, S. and Frisvad, C.J. 2006. Old and new concept of species differentiation in *aspergillus*. *Medical Micology journal*. 44: 33–48.
- Scheepmaker, J.W.A., and Butt T.M. 2010. Natural and released inoculum levels of entomopathogenic fungal biocontrol agents in soil in relation to risk assessment and in accordance with EU regulations. *Biocontrol Science and Technology*. 20: 503–552.
- Semangun, H. 2008. *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sewalt, V., Shanahan, D., Gregg, L., Marta, J.L., and Carrillo, R. 2016. The generally recognized as safe (GRAS) process for industrial microbial enzymes. *Indian Biotechnology*. 12 (5): 295–302.
- Shahid, AA., Rao A.Q., Bakhsh, A., and Husnain, T. 2012. Entomopathogenic fungi as biological controllers: new insights into their virulence and pathogenicity. *Archieve of Biological Sciences, Belgrade*. 64 (1): 21–42.
- Supriadi, D., Pasar, F. dan Lakani, I. 2017. Efikasi cendawan *Aspergillus* sp. terhadap hama penghisap buah kakao *Helopeltis* sp. (Hemiptera: Miridae) pada tanaman kakao. *e-J. Agrotekbis* 5(3): 300–307.

- Sobianti, S., Soesanto, L. dan Hadi, S. 2020. Inventarisasi jamur patogen tular-benih pada lima varietas padi. *Agro Bali : Agricultural Journal* 3(1): 1-15.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Sopialena. 2018. *Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba*. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Srikandi, F. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suciatmih, Antonius, S., Hidayat, I., dan Sulistiyani, T.R. 2014. Isolasi, identifikasi dan evaluasi antagonisme terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (foc) secara in vitro dari jamur endofit tanaman pisang. *Berita Biologi* 13(1): 71–83.
- Syahruramadhan, M., Yanti, N.A., dan Darlian, L. 2016. Aktivitas antijamur ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lamck.) dan daun kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) terhadap *Candida albicans* dan *Aspergillus flavus*. *Jurnal Ampibi*. 1(2): 7-12.
- Thongkamngam T., and Jaenaksorn T. 2017. *Fusarium oxysporum* (F221-B) as biocontrol agent against plant pathogenic fungi in vitro and in Hydroponics. *Plant Protection Science*. 53(2): 85–95.
- Trigiano, R. N., Windham, M. T., and Windham, A. S. 2008. *Plant pathology: Concepts and laboratory exercises* (p. 558). Second Edition. New York: CRC Press.
- Untung, K. 2001. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Yilmaz, N., Visagie, C. M., Houbraeken, J., Frisvad, J.C., and Samson. R.A. 2014. Polyphasic taxonomy of the genus *Talaromyces*. *Studies in Mycology*. 78: 175-341.
- Yulianto, E. 2014. Evaluasi potensi beberapa jamur agen antagonis dalam menghambat patogen *Fusarium* sp. pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.