

**UJI EFEKTIFITAS CENDAWAN *Trichoderma harzianum* DALAM  
MENGENDALIKAN *Ganoderma boninense* PADA MEDIA PDA  
CAMPURAN FILTRAT BIOCHAR CANGKANG KELAPA  
SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) SECARA *IN VITRO***

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**ANDYKA EKA SYAHPUTRA**

**178210128**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2021**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/6/21

Access From (repository.uma.ac.id)28/6/21

**UJI EFEKTIFITAS CENDAWAN *Trichoderma harzianum* DALAM  
MENGENDALIKAN *Ganoderma boninense* PADA MEDIA PDA  
CAMPURAN FILTRAT BIOCHAR CANGKANG KELAPA  
SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) SECARA *IN VITRO***

**SKRIPSI**

*Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk  
Menyelesaikan studi S1 di Fakultas Pertanian  
Universitas Medan Area*

**OLEH:**

**ANDYKA EKA SYAHPUTRA**

**178210128**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/6/21

Access From (repository.uma.ac.id)28/6/21


Judul Skripsi : Uji Efektifitas Cendawan *Trichoderma harzianum* Dalam Mengendalikan *Ganoderma boninense* Pada Media PDA Campuran Filrat Biochar Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Secara *In Vitro*


Nama : Andyka Eka Syahputra

NPM : 178210128

Fakultas : Pertanian


Disetujui Oleh :  
Komisi Pembimbing

  
Prof. Dr. Ir. A. Rafiqi Tantawi, MS.  
Pembimbing I

  
Dr. Ir. Sumihar Hutapea, MS.  
Pembimbing II

Diketahui :

  
Dr. Ir. Syahbudin Hasibuan, M.Si.  
Dekan

  
Ifan Aulia Candra, SP. M.Biotek  
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus: 8 Januari 2021

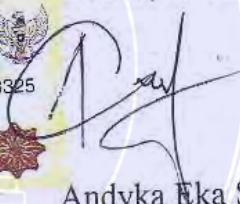
## Halaman Pernyataan

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan perturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 20 Januari 2021



  
Andyka Eka Syahputra  
178210128



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai civitas akademika, Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andyka Eka Syahputra  
NPM : 178210128  
Program Studi : Agroteknologi  
Fakultas : Pertanian  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul “Uji Efektifitas Cendawan *Trichoderma harzianum* Dalam Mengendalikan *Ganoderma boninense* Pada Media PDA Campuran Filrat Biochar Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Secara *In Vitro*” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 20 Januari 2021

Yang menyatakan



(Andyka Eka Syahputra)

## ABSTRACT

*Ganoderma boninense* was the main cause of the decline in national oil palm productivity in 2016 by 3.5% from the previous year, from 3.62 tonnes / ha to 3.5 tonnes / ha. As many as 35% - 65% of the incidence of stem rot disease is found in the oil palm plantation of Tanjung Slamet, Labuhan Batu, North Sumatra. The control of *G. boninense* using the biological agent *Trichoderma harzianum* with the addition of oil palm shell biochar filtrate has not been widely used. This research was aimed to determine the application of oil palm shell biochar filtrate on PDA media to stimulate the growth of *T. harzianum* and its effect on inhibiting *G. boninense* in vitro. The research method consisted of 5 levels and 4 replications, namely BK0 (control), BK1 (25% filtrate + PDA), BK2 (50% filtrate + PDA), BK3 (75% filtrate + PDA) and BK4 (100% filtrate + PDA). The results showed that giving biochar filtrate had no significant effect on the rate of increase in the diameter of *T. harzianum* and significantly affected the antagonistic test between *T. harzianum* and *G. boninense*. BK3 is the best treatment in inhibiting the growth of *G. boninense*, which is 56.62%.

**Keywords:** *Ganoderma boninense*, *Trichoderma harzianum*, filtrate, biochar

## ABSTRAK

*Ganoderma boninense* menjadi penyebab utama menurunnya produktivitas kelapa sawit Nasional pada tahun 2016 sebesar 3,5% dari tahun sebelumnya, yaitu dari 3,62 Ton/ Ha menjadi 3,5 Ton/Ha. Sebanyak 35% - 65% kejadian penyakit busuk pangkal batang ditemukan di kebun kelapa sawit Tanjung Slamet, Labuhan Batu Sumatera Utara. Pengendalian *G. boninense* menggunakan agen hayati *Trichoderma harzianum* dengan penambahan filtrat biochar cangkang kelapa sawit belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemberian filtrat biochar cangkang kelapa sawit pada media PDA dalam memacu pertumbuhan *T. harzianum* dan efikasinya menghambat *G. boninense* secara *in vitro*. Metode penelitian terdiri dari 5 taraf dan 4 ulangan, yaitu BK0 (kontrol), BK1 (25% filtrat + PDA), BK2 (50% filtrat + PDA), BK3 (75% filtrat + PDA) dan BK4 (100% filtrat + PDA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian filtrat biochar tidak berpengaruh nyata pada laju pertambahan diameter *T. harzianum* dan secara nyata berpengaruh terhadap uji antagonis antara *T. harzianum* dan *G. boninense*. BK3 merupakan perlakuan terbaik dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense*, yaitu sebesar 56,62%.

**Kata kunci:** *Ganoderma boninense*, *Trichoderma harzianum*, filtrat, biochar

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 25 Juli 1995 dari ayah yang bernama Haryanto dan ibu yang bernama Eny Yuni Rustini. Penulis merupakan putra pertama dari 3 bersaudara.

Tahun 2013 Penulis lulus dari SMA NEGERI 2 MEDAN dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis sempat menjadi asisten praktikum pada beberapa mata kuliah seperti Biologi pada T.A 2018/2019, Dasar Perlindungan Tanaman pada T.A 2019/2020, Budidaya Tanaman Perkebunan pada T.A 2019/2020 dan T.A 2020/2021, Perbanyak Tanaman pada T.A 2019/2020. Pada tahun 2017 Penulis tergabung dalam Unit Kegiatan Mahasiswa KARISMA (Kelompok Riset Mahasiswa) UMA dan HIMAGRO (Himpunan Mahasiswa Agroteknologi) UMA pada tahun 2018. Pada tahun 2019 Penulis melaksanakan praktek kerja lapang (PKL) di Balai Besar Karantina Pertanian (BBKP), Kementerian Pertanian di Belawan, Sumatera Utara.

Penulis juga aktif dalam beberapa kegiatan perlombaan tingkat mahasiswa, baik yang bersifat akademis maupun non akademis serta meraih penghargaan, diantaranya: Juara 1 karya tulis ilmiah (KTI) pada *event Youth Innovation Exhibition (YIE) UMA (2020)*, juara 1 lomba menulis Blog FP UMA (2020), finalis lomba ESSAI pada *event Gebyar Ilmiah Mahasiswa Tingkat Nasional GIMNAS oleh UINSU (2020)*, meraih 3 medali emas pada *event I+ACEH (International Art Creativity Engineering and Exhibition) di Aceh (2019)*, *Runner Up Karya Tulis Ilmiah pada event Lindungi Hutan SUMUT (2019)*, serta bersama HIMAGRO UMA meraih dana hibah Program Holistik Pembinaan dan Perberdayaan Desa (PHP2D) oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (KEMDIKBUD) di tahun 2020.



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kepada kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Uji Efektifitas Cendawan *Trichoderma harzianum* Dalam Mengendalikan *Ganoderma boninense* Pada Media PDA Campuran Filtrat Biochar Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Secara In Vitro”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk melaksanakan tugas akhir di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah banyak membantu dalam kesempurnaan penulisan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan saat pandemi COVID-19. Secara khusus penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Rafiqi T. M.S., sebagai ketua komisi pembimbing dan Ibu Dr. Ir. Sumihar Hutapea M.S., sebagai anggota komisi pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini
2. Bapak Dr. Ir. Syahbudin M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area
3. Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UMA, Bapak Ifan Aulia Chandra S.P., M.Biotek.,
4. Seluruh dosen dan pegawai Fakultas Pertanian UMA yang telah memberikan bimbingan dan layanan administrasi selama di UMA
5. Kedua orangtua Ayahanda Haryanto dan ibunda Eny Yuni Rustini yang telah memberikan dukungan, baik moril dan finansial sehingga penulis dapat melaksanakan penyusunan skripsi
6. Kedua adik laki-laki Bagoes Dwi Laksana dan Cahya Tri Haryanto yang telah memberikan semangat besar kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini
7. Kepada bapak Dr. Ir. Syahbudin M.Si., dan Ir. Guzmeizal M.P., serta Alm. Ibu Ir. Maimunah M.Si., yang telah memberikan kepercayaan, amanah dan tanggung jawab kepada penulis untuk menjadi Asisten pada beberapa mata kuliah praktikum seperti Biologi, Budidaya Tanaman Perkebunan, Perbanyak Tanaman serta Dasar Perlindungan Tanaman

8. Kepada laboran Muhammad Usman S.Si., sebagai guru dan penasehat yang telah memberikan banyak pelajaran selama menjadi asisten di laboratorium proteksi tanaman Universitas Medan Area
9. UKM Karisma UMA dan HIMAGRO UMA yang memberikan pengalaman berharga berorganisasi, mengikuti ajang kompetisi ilmiah dan pengabdian masyarakat.
10. Serta seluruh mahasiswa Fakultas Pertanian, terkhusus kelas agroteknologi genap stambuk 2016 dan 2017 yang telah memberikan berbagai pembelajaran selama kuliah di UMA

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dalam penyajian maupun tata bahasa. Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan menerima kritik maupun saran yang bersifat membangun, untuk kesempurnaan skripsi ini. penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya. Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 20 Januari 2021

Andyka Eka Syahputra

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Hipotesis Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Trichoderma</i> sp.....	5
2.2 <i>Ganoderma boninense</i> .....	8
2.3 Arang Aktif (Biochar) .....	10
2.3.1 Biochar Cangkang Kelapa Sawit .....	12
2.4 Kultur In Vitro .....	13
2.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan .....	14
2.4.2 Media Tumbuh PDA ( <i>Potato Dextrose Agar</i> ).....	15
2.4.3 Inokulasi (Kultur Murni) .....	16
<b>III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan .....	17
3.3 Metode Penelitian .....	17
3.3.1 Rancangan Penelitian .....	17
3.3.2 Metode Analisa .....	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	18
3.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan .....	18
3.4.2 Pembuatan Filtrat Biochar .....	19
3.4.3 Pembuatan PDA dan Media Perlakuan .....	20
3.4.4 Isolat <i>T. harzianum</i> dan <i>G. boninense</i> .....	20
3.5 Parameter Pengamatan .....	21
3.5.1 Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis <i>T. harzianum</i> .....	21
3.5.2 Laju Diameter <i>T. harzianum</i> .....	21
3.5.3 Uji Antagonis <i>T. harzianum</i> dengan <i>G. boninense</i> .....	23

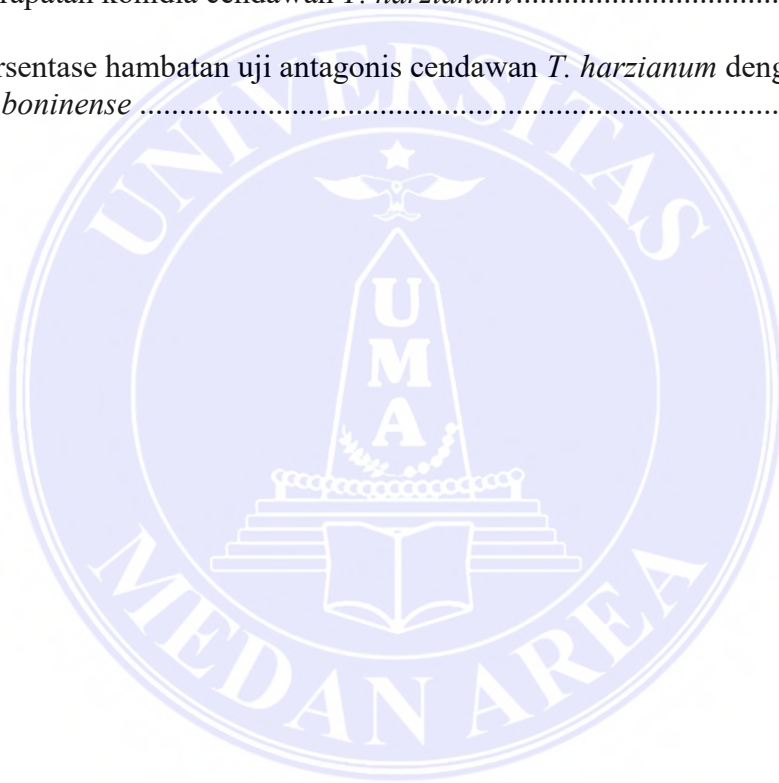
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis <i>T. harzianum</i> .....	25
4.2 Laju Diameter <i>T. harzianum</i> .....	26
4.3 Uji Antagonis <i>T. harzianum</i> dengan <i>G. boninense</i> .....	30
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>43</b>





## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Data Pengukuran Kadar Air dan Kadar Abu Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit .....	12
2. Uji Standar Mutu Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit .....	13
3. Rerata Laju Diameter Koloni Cendawan <i>T. harzianum</i> Pada Beberapa Medium PDA Campuran Filtrat Biochar Cangkang Kelapa Sawit .....	27
4. Kerapatan konidia cendawan <i>T. harzianum</i> .....	29
5. Persentase hambatan uji antagonis cendawan <i>T. harzianum</i> dengan <i>G. boninense</i> .....	30



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. <i>Trichoderma</i> sp. Pada Media PDA, Konidiofor dan Fialid .....	6
2. Morfologi Isolat <i>G. boninense</i> Pada Media PDA .....	9
3. Basidiospora <i>G. boninense</i> Pada Batang Kelapa Sawit .....	9
4. Skema Pengukuran Laju Diameter <i>T. harzianum</i> .....	22
5. Cendawan <i>G. boninense</i> Kontrol .....	24
6. Cendawan <i>G. boninense</i> Uji .....	24
7. Makroskopis A) Depan dan B) Belakang Pada 4 HSI.....	25
8. Mikroskopis <i>T. harzianum</i> dengan Perbesaran 400x; a) Struktur Fialid, b) Konidiofor dan c) Konidia .....	26
9. Grafik Laju Diameter Cendawan <i>T. harzianum</i> Selama 4 Hari.....	27
10. Grafik Uji Antagonis Cendawan <i>T. harzianum</i> dengan <i>G. boninense</i> Selama 14 Hari.....	31
11. Uji Antagonis <i>T. harzianum</i> dengan <i>G. boninense</i> Perlakuan BK 0 14 HSI .....	33
12. Uji Antagonis <i>T. harzianum</i> dengan <i>G. boninense</i> Perlakuan BK 1 14 HSI .....	33
13. Uji Antagonis <i>T. harzianum</i> dengan <i>G. boninense</i> Perlakuan BK 2 14 HSI .....	33
14. Uji Antagonis <i>T. harzianum</i> dengan <i>G. boninense</i> Perlakuan BK 3 14 HSI .....	34
15. Uji Antagonis <i>T. harzianum</i> dengan <i>G. boninense</i> Perlakuan BK 4 14 HSI .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Denah Plot Percobaan Uji Antagonis.....	43
2. Pabrik Pengolahan TBS PTPN IV Adolina .....	44
3. Pengambilan Cangkang Kelapa Sawit (CKS).....	44
4. Penjemuran CKS di Bawah Sinar Matahari.....	44
5. Pembersihan Tabung Pyrolisis.....	44
6. Proses Karbonasi arang aktif CKS.....	44
7. Arang Aktif Hasil Karbonasi .....	44
8. Arang Aktif Setelah Oven.....	44
9. Aktifasi Arang Aktif Menggunakan NaCl 1 M .....	44
10. Pengukuran Derajat Keasaman Menggunakan Kertas pH.....	45
11. Pengukuran Derajat Keasaman menggunakan pH Meter .....	45
12. Penyaringan Filtrat Biochar CKS .....	45
13. Filtrat Biochar CKS Dengan pH 6,2 .....	45
14. Sterilisasi Alat ( <i>Petridish</i> ).....	45
15. Proses Sterilisasi Kering .....	45
16. Pembuatan PDA.....	46
17. Aktifitas Penimbangan Komposisi PDA .....	46
18. Penimbangan Dextrose .....	46
19. Pembuatan Ekstrak Kentang .....	46
20. Pencampuran Media PDA Ditambah Filtrat CKS .....	46
21. Sterilisasi Media Tumbuh .....	46

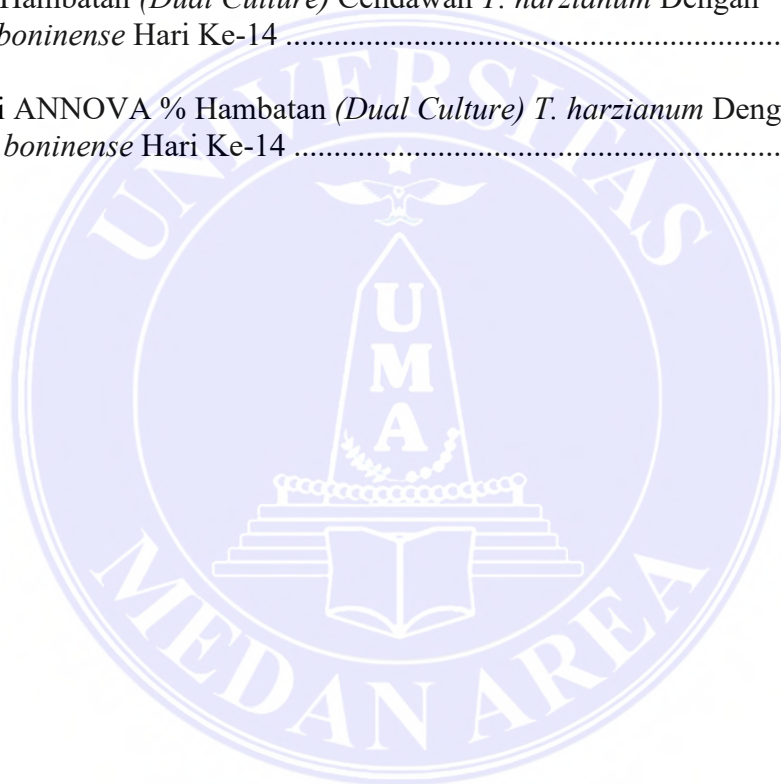
22. Medium Tumbuh PDA Ditambah Campuran Filtrat CKS dengan berbagai taraf.....	47
23. Kegiatan Isolasi (Sub Kultur) <i>T. harzianum</i> dan <i>G. boninense</i> .....	47
24. Morfologi <i>T. harzianum</i> (Depan) Pada Media PDA 4 HSI .....	47
25. Morfologi <i>T. harzianum</i> (Belakang) Pada Media PDA 4 HSI.....	47
26. Makroskopis <i>G. boninense</i> (Depan) Pada Media PDA 17 HSI .....	47
27. Makroskopis <i>G. boninense</i> (Belakang) Pada Media PDA 17 HSI .....	47
28. Laju Diameter <i>T. harzianum</i> 2 HSI Pada Seluruh Media Perlakuan ...	48
29. <i>T. harzianum</i> 7 HSI BK0 .....	48
30. <i>T. harzianum</i> 7 HSI BK1 .....	48
31. <i>T. harzianum</i> 7 HSI BK2 .....	48
32. <i>T. harzianum</i> 7 HSI BK3 .....	48
33. <i>T. harzianum</i> 7 HSI BK4 .....	48
34. Aktifitas Pengamatan Mikroskopis <i>T. harzianum</i> .....	48
35. Penanaman Isolat <i>T. harzianum</i> .....	49
36. Pengamatan Konidia Dengan Alat Bantu <i>Haemocytometer</i> .....	49
37. Konidiofor <i>T. harzianum</i> .....	49
38. Uji Laju Diameter Cendawan <i>T. harzianum</i> Hari Pertama.....	50
39. Uji ANNOVA Laju Diameter Cendawan <i>T. harzianum</i> Hari Pertama	50
40. Uji Laju Diameter Cendawan <i>T. harzianum</i> Hari Kedua .....	50
41. Uji ANNOVA Laju Diameter Cendawan <i>T. harzianum</i> Hari Kedua ..	51
42. Uji Laju Diameter Cendawan <i>T. harzianum</i> Hari Ketiga .....	51
43. Uji ANNOVA Laju Diameter Cendawan <i>T. harzianum</i> Hari Ketiga..	51
44. Uji Laju Diameter Cendawan <i>T. harzianum</i> Hari Keempat .....	52



45. Uji ANNOVA Laju Diameter Cendawan <i>T. harzianum</i> Hari Keempat	52
46. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-1	53
47. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-1 .....	53
48. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-1 .....	53
49. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-2	54
50. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-2 .....	54
51. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-2 .....	54
52. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-3	55
53. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-3 .....	55
54. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-3 .....	55
55. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-4	56
56. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-4 .....	56
57. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-4 .....	56
58. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-5	57
59. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-5 .....	57
60. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-5 .....	57
61. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-6	58
62. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-6 .....	58
63. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan	

<i>G. boninense</i> Hari Ke-6 .....	58
64. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-7	59
65. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-7 .....	59
66. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-7 .....	59
67. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-8	60
68. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-8 .....	60
69. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-8 .....	60
70. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-9	61
71. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-9 .....	61
72. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-9 .....	61
73. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-10	62
74. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-10 .....	62
75. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-10 .....	62
76. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-11	63
77. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-11 .....	63
78. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-11 .....	63
79. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-12	64
80. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-12 .....	64

81. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-12 .....	64
82. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-13	65
83. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-13 .....	65
84. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-13 .....	65
85. Pengamatan Laju Diameter <i>G. boninense</i> Pada <i>Dual Culture</i> Hari Ke-14	66
86. % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) Cendawan <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-14 .....	66
87. Uji ANNOVA % Hambatan ( <i>Dual Culture</i> ) <i>T. harzianum</i> Dengan <i>G. boninense</i> Hari Ke-14 .....	66



## BAB I. PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan produsen minyak kelapa sawit terbesar dunia dengan produksi mencapai 43,5 juta ton mengalahkan Malaysia dengan produksi 19,3 juta ton (USDA 2020). Kedua negara menyumbang sekitar 85 hingga 90 persen minyak sawit dunia. Nilai ekspor sawit Indonesia dalam bentuk CPO (*Crude Palm Oil*) dan turunannya mampu menghasilkan pendapatan sebesar USD 16,5 milyar dengan volume 27,9 juta ton pada tahun 2018 (Ditjenbun, 2019). Bersamaan dengan hal tersebut, kelapa sawit menjadi sumber devisa negara terbesar mengalahkan sektor migas. Selain sebagai sumber devisa, kelapa sawit merupakan salah satu komoditi perkebunan yang memiliki peran penting sebagai sumber pendapatan, ketersediaan lapangan kerja dan keberlanjutan lingkungan (Rahman *et al.*, 2011). Oleh sebab itu, ke depan peningkatan produksi minyak kelapa sawit menjadi fokus utama

Permasalahan yang sering terjadi pada budidaya tanaman kelapa sawit umumnya disebabkan oleh dua hal, yaitu lahan perkebunan semakin kritis dan serangan penyakit *Ganoderma boninense* yang terus meningkat (Lisnawita *et al.*, 2016). Kedua hal tersebut merupakan faktor utama menurunnya produktivitas tanaman kelapa sawit di beberapa wilayah Asia. Hal ini dibuktikan dengan menurunnya produktivitas sawit pada tahun 2016, yaitu 3,5 ton/ha dibandingkan tahun 2015, yaitu 3,62 ton/ha (Ditjenbun, 2019). Selain itu, di Labuhan Batu Sumatera Utara ditemukan kejadian penyakit oleh *G. boninense* mencapai lebih dari 35% dengan kejadian penyakit tertinggi sebesar 63% di kebun Tanjung Slamet (Afandi *et al.*, 2017).



*G. boninense* atau *Basal Stem Rot Disease* lebih dikenal sebagai cendawan penyakit busuk pangkal batang (BPB) pada pertanaman kelapa sawit. Selain fase dewasa, penyakit ini menyerang tanaman kelapa sawit pada fase kecambah dan bibit. Gejala terlihat secara visual pada 3 bulan pertama, yaitu ditandai dengan gejala nekrosis pada helai daun dan mengering, kemudian diikuti dengan kematian bibit (Susanto *et al.*, 2013). Hal ini disebabkan *G. boninense* dapat berada di tanah dan bagian tanaman, terutama jaringan pengangkut. Hal tersebut menyebabkan translokasi fotosintat dari akar ke bagian tanaman lain terhambat. Translokasi yang terhambat tersebut menyebabkan tanaman tidak bisa melakukan metabolisme untuk pertumbuhan dan perkembangannya (Lakitan, 2014).

Berdasarkan hal tersebut, salah satu cara yang dapat dilakukan dalam mengendalikan penyakit *G. boninense* adalah dengan menggunakan agen hayati seperti *Trichoderma harzianum*. Penelitian yang dilakukan oleh Alvinodinasyari *et al.* (2015) menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma* SBJ8 efektif dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* > 50%, yaitu 56,25% dan 65,25% pada hari ke 3 dan 4. Selain itu, Ibrahim *et al.* (2013) menyatakan bahwa *T. harzianum* dan *T. pseudokoningii* mampu memberikan daya hambat sebesar 58,84% dan 52,57% terhadap *G. boninense*. Prasetyo *et al.* (2008) melaporkan bahwa pembuatan lubang tanam besar dengan penambahan *Trichoderma* sp. pada tangkos mampu memperpanjang umur kelapa sawit selama 9 tahun. Meskipun demikian, perlu peningkatan efikasi *T. harzianum* dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* di lapangan salah satunya dengan menggunakan biochar cangkang kelapa sawit.

Biochar cangkang kelapa sawit merupakan bahan pembenah tanah berpori, dengan komponen penyusun seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Senyawa-senyawa ini merupakan komponen penyusun karbon tertinggi sehingga dapat menjadi sumber substrat bagi *T. harzianum*. Lebih dari 50% komponen penyusun *T. harzianum* adalah karbon. Selain itu, cangkang kelapa sawit merupakan limbah lokal yang ketersediaannya melimpah di alam. Setiap 1 Ha produksi kelapa sawit yang dihasilkan perusahaan menyisakan 2-5 ton cangkang kelapa sawit per tahun (Yulianti *et al.*, 2010). Keberadaan limbah yang bernilai ekonomis tersebut dapat dimanfaatkan dengan membuat biochar atau arang aktif sebagai sumber karbon yang diharapkan mampu memacu pertumbuhan cendawan *T. harzianum* sehingga efikasinya berdampak terhadap patogen *G. boninense*.

Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian dalam skala *in vitro* mengenai “Uji Efektifitas Cendawan *T. harzianum* dalam Mengendalikan *G. boninense* Pada Media PDA Campuran Filtrat Biochar Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Secara *In Vitro*.”

## 1.2 Rumusan Masalah

Penambahan filtrat biochar cangkang kelapa sawit pada media PDA mampu meningkatkan pertumbuhan *T. harzianum* dalam efikasinya menghambat pertumbuhan *G. boninense* secara *in vitro*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan mengetahui hasil pemberian filtrat biochar cangkang kelapa sawit sebagai formulasi dalam mendukung pertumbuhan *T. harzianum* dan efektifitasnya dalam menghambat cendawan patogen *G. boninense* secara *in vitro*

#### 1.4 Hipotesis

Pemberian filtrat biochar cangkang kelapa sawit nyata mampu meningkatkan laju pertumbuhan *T. harzianum* serta berperan dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen *G. boninense* secara *in vitro*

#### 1.5 Manfaat

1. Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertanian di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area
2. Sebagai informasi bagi peneliti dan mahasiswa pada khususnya dalam mengendalikan *G. boninense* menggunakan agen hayati *T. harzianum* dengan penambahan filtrat biochar cangkang kelapa sawit sebagai substrat.
3. Sebagai landasan penelitian lanjutan dalam melihat pengaruh biochar cangkang kelapa sawit dan *T. harzianum* dalam mengendalikan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *G. boninense* di lapangan (*in vivo*)

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

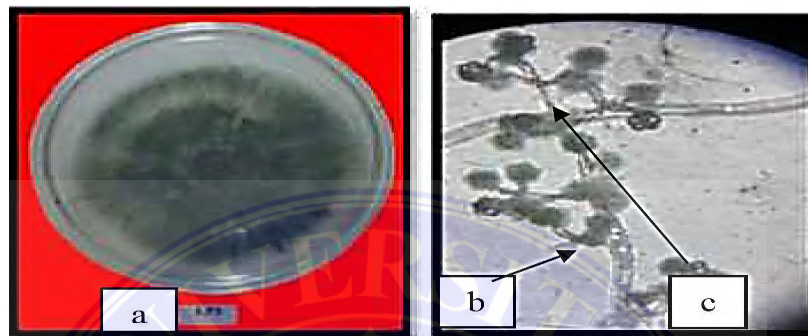
### 2.1 *Trichoderma* sp.

*Trichoderma* sp. termasuk salah satu agen hayati karena memiliki sifat antagonistik terhadap patogen sejenis (cendawan). *Trichoderma* sp. mudah ditemukan di penjuru dunia. *Trichoderma* sp. termasuk ke dalam kingdom fungi, phylum ascomycota, kelas sordariomycetes, ordo hypocreales, famili hypocreaceae, genus *Trichoderma* (CABI, 2017).

*Trichoderma* sp. merupakan salah satu cendawan saprofit yang hidup memanfaatkan sumber carbon sebagai subtrat makanan. Lebih dari 50% komponen berat kering penyusun *Trichoderma* sp. berupa karbon (C). Menurut Alviodinasyari *et al.* (2015) senyawa organik ini digunakan sebagai struktur utama dalam penyediaan energi untuk sel. Pada proses oksidasi beberapa senyawa organik yang digunakan oleh cendawan sebagai sumber karbon adalah karbohidrat (monosakarida, gula alkohol, polisakarida dan oligosakarida), asam organik dan karbon dioksida. Oleh sebab itu, cendawan ini mampu tumbuh di berbagai jenis tanah dan habitat yang terdapat sumber karbon di dalamnya. Agen hayati *Trichoderma* sp. akan lebih cepat tumbuh pada bagian perakaran tanaman yang digunakan untuk mengendalikan patogen tular tanah (Gusnawathy *et al.*, 2014).

Beberapa spesies *Trichoderma* sp. yang dapat ditemukan di Indonesia diantara lain seperti: *Trichoderma hamantum*, *Trichoderma coningii*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum*, *Trichoderma aureoviride* dan *Trichoderma polysporum*. Karakteristik dan morfologi yang berbeda tergantung

species *Trichoderma* sp. sendiri. Umumnya *Trichoderma* sp. memiliki bentuk morfologi seperti konidiofor berbentuk tegak, bercabang (tersusun vertikal), fialid (pendek dan tebal), konidia hijau muda, berdinding halus dan berbentuk oval dan koloni bewarna hijau serta berbentuk bulat (Gusnawathy *et al.*, 2014).



Gambar 1. *Trichoderma* sp. pada Media PDA (a), Konidiofor (b) dan fialid (c)  
(Sumber: Gusnawathy *et al.*, 2014)

Beberapa spesies *Trichoderma* sp. yang terdapat di Indonesia dapat dibedakan sebagai berikut:

#### A. Karakteristik *T. koningii*

Morfologi makroskopis dari *T. koningii* memiliki warna putih di awal pertumbuhan hingga hari ke-3. Pada hari ke-6 berubah menjadi hijau muda sebelum akhirnya menjadi hijau tua pada hari ke-9 dengan bentuk koloni bulat. Sementara morfologi mikroskopis dari *T. koningii* memiliki konidiofor tegak, bercabang dan tersusun secara vertikal. Fialid lancip ke arah puncak dan konidia bewarna halus dan kasar bewarna hijau berbentuk oval (Gusnawathy *et al.*, 2014)

#### B. Karakteristik *T. viride*

Cendawan *T. viride* tidak hanya ampuh dalam mengendalikan beberapa penyakit yang berasal dari biji atau bagian tanaman permukaan, namun juga penyakit tular tanah. *Rhizoctania solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* spp.



adalah patogen penting pada bibit, layu tanaman dan rebah kecambah yang dapat dikendalikan dengan *T. viride*. Ciri makroskopisnya dari koloni *T. viride* bewarna hijau tua pada media PDA dan berbentuk oval. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa struktur fialid panjang dan tipis serta setiap fialid ditumbuhi massa konidia (Sakthivel, 2016).

### C. Karakteristik *T. hamantum*

Kenampakan makroskopis dari *T. hamantum* pada media petri memiliki warna putih kehijauan pada media PDA (Okwusogu *et al.*, 2014). Secara mikroskopis memperlihatkan bahwa konidiofor berbentuk tegak dan bercabang serta pada struktur fialid memiliki bentuk yang pendek, tebal dan tipis. Warna kehijauan terlihat bagian konidia dan berbentuk oval.

Selain sebagai pengurai senyawa organik, cendawan *Trichoderma* sp. fungsi sebagai agen antagonis yang bersifat parasit terhadap cendawan lain. Mekanisme parasitisme yang dilakukan oleh cendawan *Trichoderma* sp. seperti kompetisi terhadap nutrisi dan media tumbuh, antibiosis dan parasitisme. Mekanisme antibiosis pada *Trichoderma* sp., yaitu dengan mengeluarkan senyawa toksin seperti gliotoksin dan viridan terhadap cendawan patogen (Berlian *et al.*, 2013).

Beberapa laporan telah memberikan informasi penanganan patogen tanaman dengan memanfaatkan *Trichoderma* sp. sebagai agen antagonis. *Rubber Research Institute of Nigeria* (RRIN) menyatakan bahwa penggunaan *Trichoderma* sp. memiliki keefektifan tertinggi sebesar 81,85% dalam mengendalikan *R. microporus* dibanding 2 cendawan antagonis lain, yaitu *Penicillium* dan *Aspergillus* (Omorusi *et al.*, 2011). *T. reesei* memiliki tingkat

hambatan tertinggi, yaitu 93,11% dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* pada konsentrasi 104 spora/ml dibandingkan *T. koniingi* dan *T. harzianum*, yaitu 91,86% dan 91,29% pada konsentrasi 105 spora/ml (Widyastuti *et al.*, 2001)

## 2.2 *Ganoderma boninense*

*G. boninense* merupakan cendawan dari phylum Basidiomycetes yang bersifat tular tanah. Cendawan ini merupakan salah satu cendawan berukuran makroskopis dengan bagian besar berupa basidiokarp (tubuh buah). beberapa jenis *G. boninense* bermanfaat sebagai obat-obatan, namun lebih banyak dari jenis ini merupakan cendawan patogen khususnya pada pertanaman kelapa sawit. Cendawan *G. boninense* termasuk ke dalam kingdom fungi, phylum basidiomycota, kelas agaricomycetes, Ordo polyporales, Famili Ganodermataceae dan Genus *Ganoderma* (CABI, 2019).

Cendawan *G. boninense* atau lebih dikenal sebagai *basal stem root* merupakan cendawan patogen penyebab busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Pada wilayah lahan gambut, tepatnya di Labuhan Batu Sumatera Utara kejadian penyakit busuk pangkal batang telah mencapai lebih dari 35% dengan kejadian penyakit tertinggi sebesar 63% di kebun Tanjung Slamet. Selain itu, kejadian ini diperparah dengan perkembangan penyakit dapat melalui jalur udara menggunakan basidiospora (Afandi *et al.*, 2017).

Morfologi tubuh buah *G. boninense* dapat mencapai diameter 30 cm, dengan warna permukaan atas tubuh buah kecoklatan dengan garis putih kekuningan. Pada saat matang, bagian atas tubuh buah mengkilat dan bagian bawah bewarna putih suram yang terdiri atas pori tempat terbentuknya basidium

berupa tabung hialin bulat dengan diameter 12  $\mu\text{m}$ , basidiospora berwarna kecoklatan dengan ukuran 11  $\mu\text{m}$ . x7  $\mu\text{m}$ . Sementara itu, isolat yang dikembangkan secara *in vitro* pada media PDA menunjukkan bahwa miselium berwarna putih kekuningan seperti beludru dan pertumbuhan cenderung lambat 10-12 hari memenuhi cawan berdiameter 9 cm (Susanto *et al.*, 2013).



Gambar 2. Morfologi Isolat *G. boninense* pada media PDA (Sumber: Susanto *et al.*, 2013)



Gambar 3. Basidiospora *G. boninense* pada batang kelapa sawit (Sumber: Ditjenbun, 2019)

Inang pada *G. boninense* terdapat pada kelompok tanaman palma lain seperti *Cocos nucifera*, *Livistona subglobosa*, *Casuarina toluosa* dan *Areca*. Laju perkembangan cendawan *G. boninense* dapat ditularkan melalui tiga cara, yaitu

kontak akar tanaman dengan sumber inokulum *G. boninense*, udara dengan basidiospora dan inokulum sekunder (Susanto *et al.*, 2013). Selain itu, laju pertumbuhan *G. boninense* juga dipengaruhi oleh habitat tinggal, salah satunya sifat tanah, suhu, pH dan ketersediaan makanan. *G. boninense* dapat tumbuh pada kisaran pH 3.0-8.5 dengan suhu optimal 30<sup>0</sup>C dan terganggu pertumbuhannya pada suhu 15<sup>0</sup>C dan 35<sup>0</sup>C dan tidak dapat tumbuh pada suhu 40<sup>0</sup>C (Elfina *et al.*, 2016)

Serangan *G. boninense* pada pertanaman kelapa sawit tidak hanya menyerang pada fase dewasa, namun pada fase kecambah dan bibit. Gejala oleh *G. boninense* dapat dilihat secara visual pertama kali pada bibit kelapa sawit *prenursery* saat berumur tiga bulan dengan jumlah 2-3 helai daun. Gejala awal tersebut berupa nekrosis pada helaian daun dan mengering yang diikuti dengan kematian bibit. Kematian ini diakibatkan oleh terhambatnya pasokan nutrisi (hara) di bagian akar akibat matinya jaringan pengangkut (xylem dan floem) sehingga menghambat pertumbuhan bagian atasnya. Pada tingkat lanjut, maka *G. boninense* akan membentuk tubuh buah (Susanto *et al.*, 2013).

### 2.3 Arang Aktif (Biochar)

Biochar merupakan singkatan dari *Biomassa Charcoal* yang artinya arang kayu berpori (porous) (Asai *et al.*, 2009). Bahan baku pembuatan biochar sangat banyak tersedia di Indonesia seperti kayu, tempurung kelapa, cangkang kelapa sawit, kendaga karet, tongkol jagung dan sekam padi. Bahan baku tersebut, umumnya tersusun dari senyawa seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Senyawa-senyawa ini merupakan senyawa dengan kandungan karbon tinggi sehingga dapat digunakan sebagai material awal arang aktif (Yulianti *et al.*, 2010).



Penggunaan biochar umumnya digunakan sebagai bahan pembenah tanah (Kurniawan *et al.*, 2016), rehabilitasi lahan kering (Nurida, 2014), absorben logam berat (Herlandien, 2013) dan pemucatan minyak goreng sisa pakai (Yuianti *et al.*, 2010). Pada bidang pertanian biochar digunakan sebagai bahan pembenah tanah, karena dapat memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia dan biologi tanah secara tidak langsung, terutama pada tanah yang berpasir. Penambahan biochar ke dalam tanah dapat meningkatkan ketersediaan kation utama P, dan konsentrasi N dalam tanah. Peningkatan KTK dan pH dalam tanah dapat meningkat hingga 40% (Kurniawan *et al.*, 2016). Kemampuan biochar dalam mengikat air dan unsur hara dalam tanah membantu mencegah terjadinya kehilangan pupuk akibat erosi permukaan (*runoff*) dan pencucian (*leaching*) sehingga dapat menghemat pemupukan di lingkungan sekitar. Oleh karena itu biochar memiliki peran dalam memperbaiki kondisi tanah dan meningkatkan produksi tanaman di daerah-daerah dengan kondisi tanah yang kurang subur (BPTP Aceh, 2011).

Pembuatan biochar dilakukan dengan 2 cara, yaitu karbonasi dan aktivasi. Karbonasi merupakan proses pembakaran minimal atau tanpa oksigen (TMO) menggunakan tabung *pyrolysis* dengan suhu 200<sup>0</sup>C-600<sup>0</sup>C (Nurida, 2014). Sementara aktivasi dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu aktivasi termal dan aktivasi kimia. Aktivasi termal menggunakan pemanasan dengan tungku pada suhu 700<sup>0</sup>C-1100<sup>0</sup>C, sementara aktivasi kimia menggunakan pelarut seperti HCl, NaOH, NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ZnCl<sub>2</sub> dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (Kurniati, 2008). Dalam prakteknya, aktivasi dilakukan guna memperluas permukaan ruang pori, menghilangkannya dari abu dan kotoran yang mengganggu sehingga daya serap (permeabilitas)



optimal. Dalam hal ini, aktivasi secara kimia lebih banyak digunakan sebab membutuhkan biaya yang lebih sedikit (Kurniawan *et al.*, 2016).

### 2.3.1 Biochar Cangkang Kelapa Sawit

Produksi kelapa sawit yang terus meningkat selalu diikuti dengan peningkatan limbah yang dihasilkan, salah satunya cangkang (kernel) kelapa sawit. Setiap 1 Ha produksi kelapa sawit yang dihasilkan perusahaan menyisakan 2-5 ton cangkang kelapa sawit per tahun. Keberadaan limbah yang bernilai ekonomis tersebut dapat dimanfaatkan dengan membuat biochar atau arang aktif sebagai sumber karbon yang diharapkan mampu memacu pertumbuhan cendawan *T. harzianum* sehingga efikasinya berdampak terhadap patogen *G. boninense*.

Cangkang kelapa sawit tersusun dari komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin dan komponen anorganik. Selulosa, hemiselulosa dan lignin merupakan senyawa dengan karbon (C) tinggi sehingga dapat digunakan sebagai material awal arang aktif (Tjutju, 2005). Semakin sedikit kadar air yang terdapat pada cangkang kelapa sawit, maka semakin besar kandungan karbon yang dapat digunakan sebagai sumber nutrisi bagi cendawan. Penelitian yang dilakukan oleh Yulianti *et al.* (2010) di dapati perhitungan kadar air dan kadar abu sebagai berikut:

Tabel 1. Data Kadar Air dan Kadar Abu Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit

Aktivator (IM)	Kadar Air (%)	Kadar Air (%) SNI	Kadar Abu (%)	Kadar Abu (%) SNI
Tanpa Aktivator	4,3137	Maksimum 15	3,2864	Maksimum 10
NaOH	3,1394		1,6476	
HCl	2,3577		1,3425	
ZnCl	2,6479		2,7792	

Penelitian lain yang dilakukan oleh Kurniati (2008) menyatakan bahwa pembakaran cangkang kelapa sawit pada suhu 400<sup>0</sup>C selama 30 menit dengan

waktu aktivasi perendaman 22 jam menggunakan  $H_3PO_4$  konsentrasi 9% menghasilkan kualitas arang aktif sebagai berikut:

Tabel 2. Uji Standar Mutu Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit

No	Kategori	Hasil (%)	Standar Baku SII 0258-88 (%)
1	Kadar Air	7,36	15
2	Kadar Abu	2,77	10
3	Volatile Matter	8,21	25
4	Daya Serap/Adsorpsi	19,8	20

Menurut Hutapea *et al.* (2015) uji standar mutu arang aktif diperlukan untuk mengetahui kemampuan arang aktif sebagai bahan amelioran seperti kadar air, kadar abu, kadar zat menguap dan daya serap. Kadar air bertujuan mengetahui sifat higroskopis arang aktif. Kadar abu bertujuan mengetahui kadar logam (anorganik) yang terdapat dalam arang aktif. Sementara kadar zat menguap dan daya serap bertujuan untuk mengetahui daya serap terhadap larutan dan gas.

#### 2.4 Kultur In Vitro

Kultur *in Vitro* merupakan sebutan untuk perbanyakan yang dilakukan dalam skala ruangan, khususnya laboratorium. Tidak hanya pada tumbuhan tingkat tinggi, kultur *in vitro* kini dilakukan oleh organisme tingkat rendah seperti mikroba, salah satunya cendawan dan bakteri. Perbanyakan secara *in vitro* banyak dilakukan sebab mudah dalam penanganan. Pemberian perlakuan yang homogen dan kontrol nutrisi memberikan dampak terhadap hasil kultur *in vitro*. Oleh karena itu, menjadi alasan tersendiri mengapa produk yang di dapatkan dari hasil kultur *in vitro* lebih unggul daripada yang dilakukan secara konvensional. Meskipun demikian banyak hal yang harus dipelajari dan dikuasai seperti mekanisme fisiologi, daya aktifitas, laju transportasi, sifat persistensi, daya

aktifitas dan berbagai komponen organik dan anorganik penyusun media tumbuh serta faktor lain yang berpengaruh terhadap keberhasilan kultur *in vitro* (Mariska, 2002).

#### 2.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi merupakan kegiatan yang dilakukan dengan tujuan membebaskan alat dan bahan dari segala bentuk kehidupan (mikroorganisme). Sterilisasi dalam perbanyakan cendawan secara *in vitro* dilakukan pada alat dan bahan seperti gelas piala, labu erlenmeyer, pipet volume dan media *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Nutrien Agar* (NA) dan *Nutrient Broth* (NB). Alat dan bahan yang telah bebas dari segala bentuk kehidupan disebut steril. Oleh karena cendawan berukuran mikroskopis, maka dibutuhkan penanganan khusus bagi alat dan media untuk mendapatkan kultur murni (Mariska, 2002)

Terdapat 2 cara dalam melakukan sterilisasi berdasarkan fisik, yaitu sterilisasi basah dan sterilisasi kering. Sterilisasi basah dilakukan menggunakan alat uap bertekanan tinggi atau perebusan/ pengukusan. Sterilisasi basah menggunakan panas uap bertekanan (*autoklaf*) dengan suhu 121<sup>0</sup>C pada tekanan 15 psi selama ± 30 menit (Alviodinasyari *et al.*, 2015). Sterilisasi kering umumnya dilakukan pada alat seperti spatula, gelas piala, petri dish dan objek glass. Sterilisasi kering dilakukan menggunakan oven pada suhu 180<sup>0</sup>C selama ± 2 jam. Terdapat sterilisasi lain yang dapat dilakukan seperti menggunakan desinfektan (alkohol 70%), pemanasan api langsung (bunsen) dan menggunakan lampu *ultraviolet* pada LAF (*Laminar Air Flow*) (Sulistyo *et al.*, 2018).

#### 2.4.2 Media Tumbuh PDA (*Potato Dextrose Agar*)

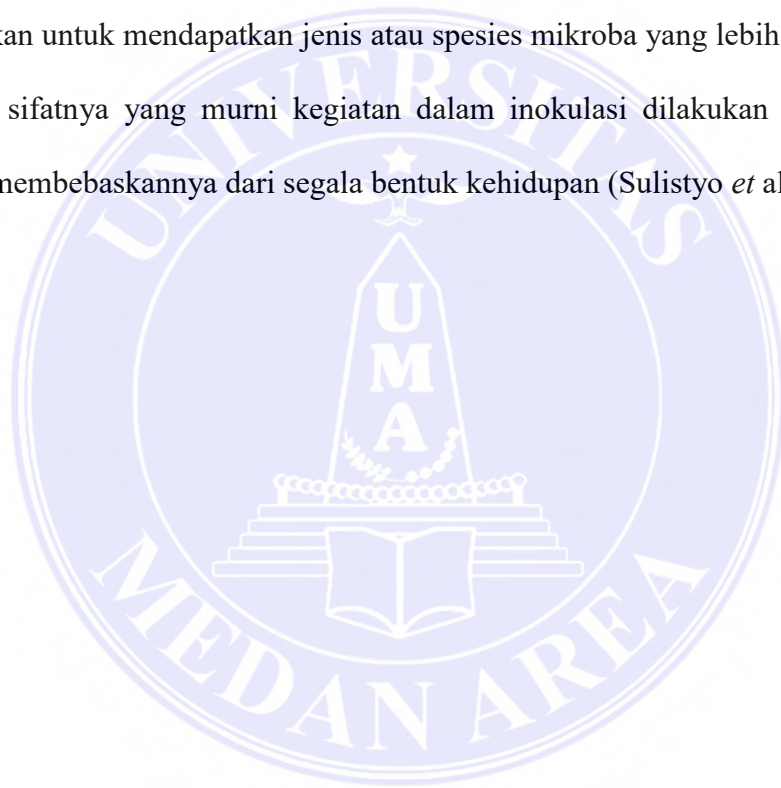
*Potato Dextrose Agar* (PDA) merupakan salah satu medium pertumbuhan cendawan. Medium merupakan suatu bahan yang terdiri atas campuran zat makanan (*nutrient*) yang berfungsi sebagai tempat pertumbuhan mikroba. Menurut Jutono (1980 dalam Octavia dan Wantini, 2017) menyatakan bahwa suatu media dapat menumbuhkan mikroorganisme dengan baik harus memenuhi persyaratan antara lain: pH yang sesuai, tidak memiliki zat penghambat, media steril dan mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme. Nutrisi-nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme untuk pertumbuhan meliputi karbon, nitrogen, unsur non logam seperti fosfor dan kalium serta logam seperti Ca, Zn, Na, K, Cu, Mn, Mg dan Fe, vitamin, air dan energi (Cappucino, 2014).

PDA merupakan media yang umum digunakan dalam perbanyakan cendawan skala laboratorium. Hal ini disebabkan PDA memiliki pH yang rendah, yaitu berkisar 4,5 – 5,6 sehingga menghambat pertumbuhan bakteri yang membutuhkan lingkungan yang netral dengan pH 7,0 dan suhu optimum pertumbuhan antara 25-30<sup>0</sup>C (Cappucino, 2014). Berdasarkan komposisinya media PDA termasuk ke dalam media semi sintetis yang tersusun dari berbagai komponen seperti kentang, *dextrose* dan agar. Kentang merupakan sumber karbon (karbohidrat), vitamin dan energi, *dextrose* merupakan sumber gula dan energi serta agar berfungsi sebagai media pemat. Ketiga komponen tersebut sangat diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme terutama jamur (Octavia dan Wantini 2017). Komposisi dalam pembuatan media PDA yang ideal terdiri dari 200 ml ekstrak kentang, 10 g *dextrose* dan 12 g agar (Alviodyasari *et al.*, 2015).

Beberapa cendawan yang telah ditumbuhkan melalui medium PDA antara lain *Trichoderma* sp. (Elfina *et al.*, 2010), *Aspergillus flavus* (Octavia dan Wantini 2017), *Aspergillus niger* (Aini dan Rahayu, 2015), *Ganoderma boninense* (Elfina *et al.*, 2016) dan *Sclerotium rolfsii* Sacc. (Suwanda, 2016).

#### **2.4.3 Inokulasi (Kultur Murni)**

Inokulasi atau reisolasi merupakan perbanyakan isolat dalam skala in vitro yang dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan kultur murni. Kultur ini dilakukan untuk mendapatkan jenis atau spesies mikroba yang lebih spesifik. Oleh karena sifatnya yang murni kegiatan dalam inokulasi dilakukan secara aseptis untuk membebaskannya dari segala bentuk kehidupan (Sulistyo *et al.*, 2018).





## BAB III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus – Oktober bertempat di Laboratorium *Growth Centre* Kopertis Wilayah I Jl. Peratun No.1, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam praktikum ini seperti tabung pyrolisis, oven, autoklaf, inkubator, timbangan analitik, *Laminar Air Flow* (LAF), mikroskop, bunsen, *petri dish* 9 cm, *object glass*, *cover glass*, sudip, *cook borer*, labu erlenmeyer, corong, tabung reaksi, gelas piala, mikropipet, kompor, dandang, kamera dan alat tulis..

Bahan yang digunakan dalam praktikum ini seperti filtrat biochar cangkang kelapa sawit, PDA, kertas saring, isolat *Ganoderma boninense*, isolat *Trichoderma harzianum*, *plastic wrap*, *aluminium foil*, alkohol 70%, NaCl 1M, akuades, spirtus, kapas dan kertas label.

### 3.3 Metode Penelitian

#### 3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) – Non Faktorial yang terdiri dari 1 faktor perlakuan dengan 5 taraf sebagai berikut:

BK0 = medium PDA (tanpa pemberian filtrat biochar)

BK1 = medium PDA + filtrat Biochar 25%

BK2 = medium PDA + filtrat Biochar 50%

BK3 = medium PDA + filtrat Biochar 75%

BK4 = medium PDA + filtrat Biochar 100%

Dengan demikian, diperoleh sebanyak 20 total perlakuan dimana setiap masing-masing taraf perlakuan terdiri dari 4 ulangan.

### 3.3.2 Metode Analisa

Setelah data hasil penelitian diperoleh, maka analisis data dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

$Y_{ijk}$  = nilai pengamatan pada perlakuan ke-i & ulangan ke-j

$\mu$  = nilai tengah umum

$\tau_i$  = pengaruh perlakuan ke-i

$\epsilon_{ij}$  = galat percobaan pada perlakuan ke-i & ulangan ke-j

Apabila hasil perlakuan pada penelitian ini berpengaruh nyata, maka akan dilakukan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan uji DN MRT (*Duncan's New Multiple Range Test*)

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi alat dan bahan menggunakan metode sterilisasi basah, yaitu menggunakan autoklaf. Sterilisasi basah dilakukan untuk menghindari dan membebaskan media PDA, biochar dan alat dari segala bentuk kehidupan. Sterilisasi basah dilakukan dengan menggunakan autoklaf pada dengan suhu  $121^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 15 psi selama 15 menit (Alviodynsyari *et al.*, 2015).

### 3.4.2 Pembuatan Filtrat Biochar

Cangkang kelapa sawit diperoleh dari pabrik pengolahan kelapa sawit Adolina milik PTPN-IV, Serdang Bedagai, Sumatera Utara. Terdapat dua tahapan utama dalam pembuatan biochar cangkang kelapa sawit sebelum sampai pada tahap pembuatan filtrat, yaitu karbonasi dan aktivasi.

Pada tahap karbonasi cangkang kelapa sawit dari sisa pembuangan limbah pabrik kelapa sawit dijemur selama 2-3 hari. Hal ini dilakukan guna memudahkan proses pembakaran dengan rendahnya kadar air yang terdapat pada kernel. Kemudian pada cangkang dilakukan pembakaran tanpa oksigen menggunakan tabung pyrolysis yang dimodifikasi dengan suhu 600-700<sup>0</sup>C (Hutapea *et al.*, 2015) sampai di dapat kondisi cangkang yang agak remah dan menghitam.

Kemudian lakukan tahap aktivasi dengan merendam cangkang ke dalam larutan NaCl 1 M (58,5 g dalam 1000 ml air) selama 24 jam (Herlandien, 2013). Aktivasi dilakukan guna memperluas ruang pori, menghindarkan kotoran di dalamnya dan membuat ruang pori-pori menjadi lebih aktif. Selanjutnya dilakukan pencucian sebanyak mungkin, yakni 8 kali pencucian guna menghindari adanya sisa garam yang terdapat dalam larutan. Kondisi yang baik pada biochar hasil aktivasi adalah dengan menunjukkan pH larutan menuju netral (6,7-7,2) pada air terakhir kali pencucian.

Kemudian dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan oven pada suhu 100<sup>0</sup>C selama 2 jam, untuk menurunkan kadar air. Selanjutnya biochar dihaluskan dan diambil serbuk halus yang lolos saringan untuk digunakan sebagai filtrat. Serbuk halus direndam ke dalam air dengan perbandingan 1:1, kemudian

diaduk dan didiamkan selama 30 menit. Setelah direndam tampung filtrat dengan menggunakan kertas saring Whatman nomor 40 (Alamsyah *et al.*, 2005) yang akan digunakan pada pembuatan media PDA.

### 3.4.3 Pembuatan PDA dan Media Perlakuan

Pembuatan media PDA mengacu pada Alviodinasyari *et al.* (2015), yaitu komposisi penyusun media PDA terdiri dari ekstrak kentang 200 g, dekstrosa 10 g dan agar 12 g. Semua bahan dilarutkan ke dalam 1000 ml aquades, kemudian dipanaskan di atas *hotplate* hingga mendidih sambil di homogenkan dengan *magnetik stirrer*, lalu disterilisasi dalam *autoklaf* pada suhu 121<sup>0</sup>C dan tekanan 15 psi selama 15 menit.

Komposisi pembuatan media PDA disesuaikan dengan taraf perlakuan yang digunakan. Komposisi media BK0 (kontrol) terdiri dari PDA 100 ml pada labu erlenmeyer. Komposisi media BK1, yaitu PDA dengan konsentrasi filtrat 25% (12,5 ml filtrat biochar + 37,5 ml aquades + 50 ml PDA). Komposisi media BK2, yaitu PDA dengan konsentrasi filtrat 50% (25 ml filtrat biochar + 25 ml aquades + 50 ml PDA). Komposisi media BK3, yaitu PDA dengan konsentrasi filtrat 75% (37,5 ml filtrat biochar + 12,5 ml aquades + 50 ml PDA). Komposisi media BK4, yaitu PDA dengan konsentrasi filtrat 100% (50 ml filtrat biochar + 50 ml PDA).

### 3.4.4 Isolat *Trichoderma harzianum* dan *Ganoderma boninense*

Isolat *T. harzianum* dan *G. boninense* didapatkan dari laboratorium penyakit tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Isolat yang di dapatkan telah di validasi hingga tingkat spesies dengan menggunakan metode *DNA sequencing* melalui test PCR (*Polymerase chain reaction*). Isolat yang di

dapatkan pada kedua cendawan kemudian dilakukan pemurnian kembali (inokulasi) pada cawan petri (*petridish*) kemudian diinkubasi dan diamati perkembangan selama satu bulan.

### 3.5 Parameter Pengamatan

#### 3.5.1 Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis Cendawan *Trichoderma harzianum*

Pengamatan morfologi dilakukan dengan mengambil sampel cendawan *T.harzianum* yang telah dimurnikan. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui bentuk makroskopis dan mikroskopis dari cendawan *T. harzianum*. Pengamatan morfologi secara makroskopis meliputi warna, bentuk, struktur dan kerapatan koloni. Sementara pengamatan secara mikroskopis menggunakan alat berupa mikroskop dengan perbesaran 40 x 10 dengan menggunakan pewarna *methylen blue* dan peubah yang diamati meliputi bentuk konidia, konidiofor dan hifa.

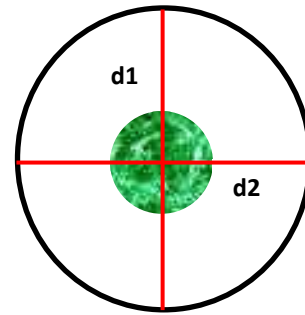
#### 3.5.2 Laju Diameter *T. harzianum*

Laju diameter koloni *T. harzianum* dilakukan dengan mengikuti kaidah Elfina *et al.* (2016), yaitu dengan mengukur diameter cendawan *T. harzianum* secara diagonal. Pengukuran dilakukan dengan menarik garis vertikal dan horizontal saling bersilangan pada bagian bawah permukaan cawan petri untuk memudahkan pengukuran.

Pengamatan laju diameter dilakukan pada cendawan *T. harzianum* setiap hari pada pukul 10.00 WIB hingga cendawan memenuhi *petridish*. Perhitungan laju diameter dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:



$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$



Keterangan :

D = Diameter Cendawan

d1 = Diameter Vertikal Koloni Jamur *T. harzianum*

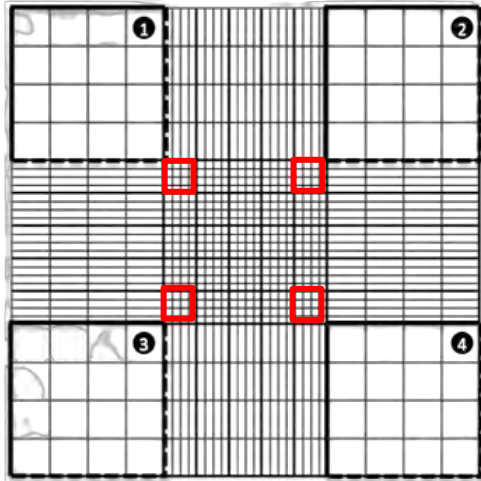
d2 = Diameter Horizontal Koloni Jamur *T. harzianum*



= Pertumbuhan cendawan *T. harzianum*

Gambar 4. Skema pengukuran laju diameter *T. harzianum*

Kerapatan konidia dihitung dengan menggunakan alat *Haemocytometer* untuk melihat pengaruh pemberian filtrat biochar cangkang kelapa sawit terhadap perkembangan *T. harzianum*. Ambil salah satu sampel *T. harzianum* pada cawan petri di masing-masing taraf perlakuan, kemudian teteskan 1 ml aquades pada cawan petri berisi *T. harzianum* dan lakukan teknik pengenceran hingga  $10^{-6}$ . Ambil 1 ml larutan pada tabung reaksi dengan tingkat pengenceran  $10^{-6}$ , kemudian teteskan pada bagian tengah alat *Haemocytometer* dan tutup dengan *cover glass*. Letakan *Haemocytometer* pada mikroskop cahaya, amati dan hitung jumlah konidia pada *T. harzianum* dengan rumus sebagai berikut:



$$S = \frac{\sum (X_1 + X_2 + \dots + X_n) \times D}{L}$$

Keterangan:

- : Jumlah konidia dalam kotak X
- : Konidia dalam kotak yang tidak dihitung
- S : Jumlah konidia
- X<sub>n</sub> : Jumlah seluruh konidia dalam kotak ke-n
- D : *Dillution* (tingkat pengenceran) 10<sup>-6</sup>
- L : Luas Kotak Hitung (0,4 μL)

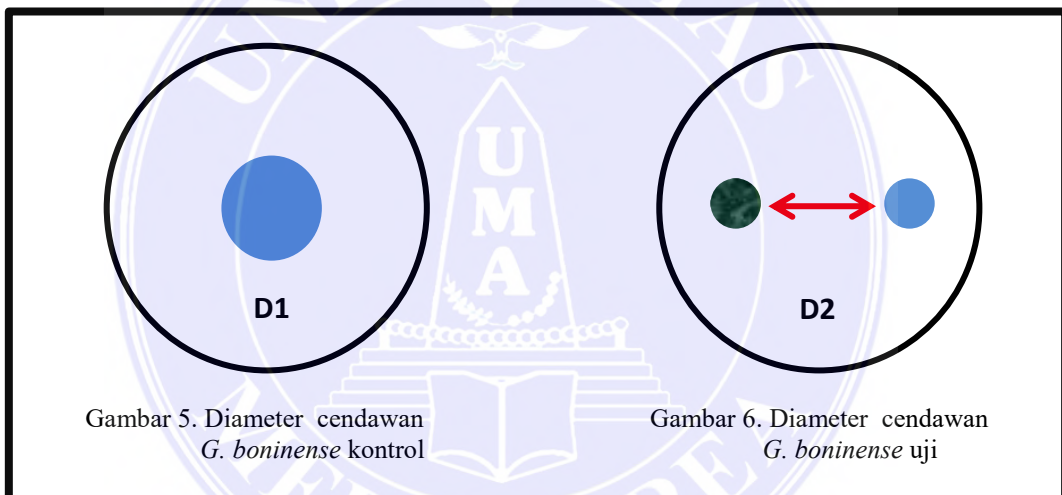
Hasil yang di dapat kemudian di ubah dalam bentuk total cel/mL. Agen hayati yang dapat diaplikasikan di lapangan memiliki nilai kerapatan spora minimum adalah 10<sup>-5</sup>.

### 3.5.3 Uji Antagonis cendawan *T. harzianum* dengan *G. boninense*

Uji antagonis dilakukan untuk melihat kemampuan cendawan *T.harzianum* dalam mengendalikan cendawan patogen tular tanah *G. boninense* yang dinyatakan dalam persen (%) hambatan. Uji antagonis dilakukan dengan memotong kultur *G.boninense* berdiameter 0,5 cm menggunakan *cook borer*, kemudian diinokulasikan pada medium dengan berbagai taraf perlakuan. Potongan diletakan disisi pingir cawan petri berjarak 2 cm dari pinggir cawan

kemudian kultur diinkubasi selama ± 7 Hari. Setiap taraf perlakuan media diberikan kontrol *G.boninense* yang diinokulasikan di tengah *petridish*.

Pada hari ke-8 kultur *T. harzianum* dipotong menggunakan *cook borer* berdiameter 0,5 cm. Potongan *T. harzianum* diletakan berhadapan dengan kultur *G. boninense* dengan jarak yang sama seperti saat melakukan kultur cendawan patogen *G.boninense*. Kemudian kedua kultur diinkubasi pada ruangan gelap dengan suhu 27<sup>0</sup>C. Pengamatan dilakukan setiap hari pada pukul 10.00 WIB selama ± 14 hari. Perhitungan daya hambat *T. harzianum* terhadap *G. boninense* mengacu pada Korsten *et al.* (1997 dalam Alviodinasyari *et al.*, 2015):



Gambar 5. Diameter cendawan *G. boninense* kontrol

Gambar 6. Diameter cendawan *G. boninense* uji


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

Keterangan :

D1 = Diameter *G. boninense* Kontrol

D2 = Diameter *G. boninense* Uji

 = *G. boninense*

 = *T. harzianum*

## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Pemberian filtrat biochar cangkang kelapa sawit mampu meningkatkan laju diameter *T. harzianum*. Perlakuan BK3 merupakan komposisi media terbaik bagi pertumbuhan *T. harzianum* dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* dengan persentase hambatan sebesar 56,62% pada 14 HSP. Terhambatnya pertumbuhan cendawan patogen *G. boninense* disebabkan oleh peristiwa lisis dan rusaknya dinding sel hifa inang serta adanya aktifitas enzimatis terutama kitinase, glukonase dan protease serta senyawa metabolit sekunder berupa *harzianolide* yang dihasilkan oleh cendawan antagonis *T. harzianum*.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, terkait aktifitas penghambatan cendawan *T. harzianum* terhadap *G. boninense* secara *in vitro* menggunakan biochar yang berasal dari bahan lain untuk melihat biochar berbahan dasar apa yang memberikan *suplly* sumber karbon terbesar sehingga mampu meningkatkan aktifitas *T. harzianum* sebelum di aplikasikan di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, M.M., Sitepu, S.F., dan Lisnawita. 2017. Potensi *Trichoderma* spp. Asal Rizosfer Tanaman Kelapa Sawit sebagai Agens Antagonis Terhadap *Ganoderma* sp. secara *in vitro*. J. Agroteknologi FP USU 5(2): 469-473.
- Aini., dan Rahayu. 2015. Media Alternatif untuk Pertumbuhan Jamur Menggunakan Sumber Karbohidrat yang Berbeda. Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS.
- Alamsyah, R., Isyanti, M., Yuniarti, Sudradjat, D., dan Fitriati V. 2005. Pengaruh Penggunaan Arang Aktif dan Bentinit Sebagai Bahan Pemucat dan Kerapatan Kertas Saring Terhadap Mutu Minyak Jarak Murni. J. of Agro-Based Industry 22 (2): 1-8.
- Alviodinasyari, R., Martina, A., dan Lestari, W. 2015. Pengendalian *Ganoderma boninense* Oleh *Trichoderma* sp SBJ8 Pada Kecambah dan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Tanah Gambut. JOM FMIPA 2(1): 99-107.
- Asai, H., Smason, B.K., Stephen, H.M., Songyikhangsuthor, K., Homma, K., Kiyono, Y., Inoue, Y., Shiraiwa, T., and Horie, T. 2009. *Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos: soil physical properties, leaf SPAD and grain yield*. *Field Crops Res* 111(1-2): 81-84.
- Berlian, I., Setyawan, B., dan Hadi, H. 2013. Mekanisme Antagonisme *Trichoderma* spp Terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. J. Warta Perkebunan 32(2): 74-82.
- BPTP Aceh. 2011. Arang Hayati (Biochar) sebagai Bahan Pembenh Tanah, Edisi Khusus Penas XIII. Aceh: Badan Litbang Pertanian, BPTP Nagroe Aceh Darussalan.
- CABI. 2017. *Trichoderma Paucisporum*. Dalam: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/119406#top-page>. [2 Maret 2020].
- CABI. 2019. *Ganoderma boninense (Basal Stem Rot of Oil Palm)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/24924>. [2 Maret 2020].
- Cappuccino, J.G., Sherman, N. 2014. *Manual Laboratorium Mikrobiologi*. Jakarta: EGC.
- Ditjenbun. 2019. Bahaya Penyakit Busuk Pangkal Batang (*Ganoderma boninense*) untuk Kelapa Sawit. <http://perlindungan.ditjenbun.pertanian.go.id/web/page/title/324394/bahaya-a-penyakit-busuk-pangkal-batang-ganoderma-untuk-kelapa-sawit>. [2 Maret 2020].
- Ditjenbun. 2019. Statistik Perkebunan Indonesia: kelapa sawit, Jakarta.

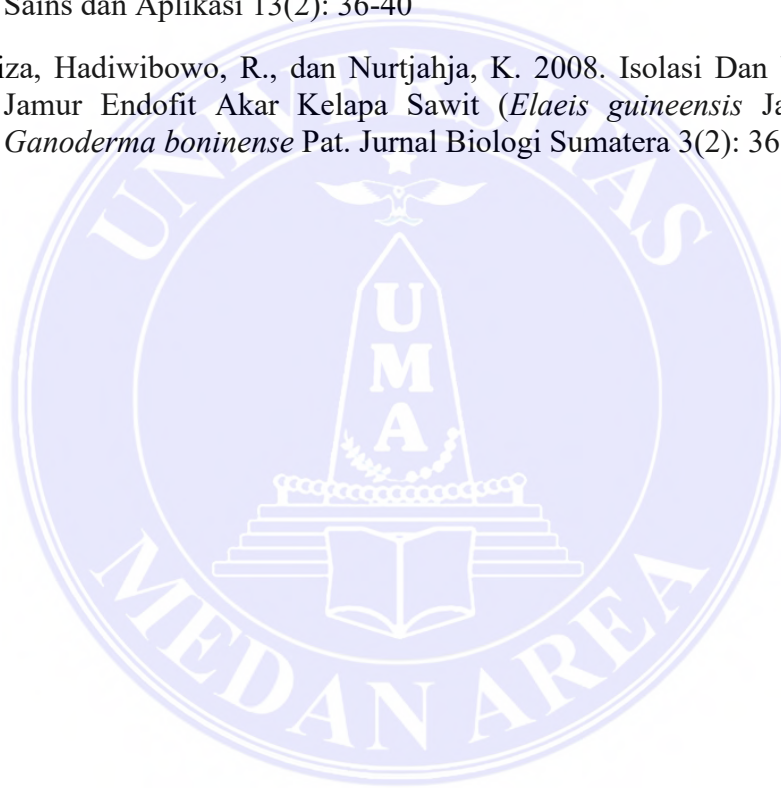


- Elfina, Y.F., dan Rianti. 2004. Penggunaan *Trichoderma harzianum* untuk pengomposan limbah pertanian. Laporan Penelitian: Pekanbaru: Lembaga Penelitian Universitas Riau.
- Elfina, Y.F., Puspita, dan FitriDayanti N A. 2010. Penggunaan *Trichoderma* spp. lokal Riau untuk mengendalikan *Ganoderma boninense* Pat. pada pembibitan awal kelapa sawit. *Prosodin*, Pekanbaru: Badan Kerja Sama Pusat Studi Lingkungan Hidup ke-XX.
- Elfina, Y.F., Ali, M., dan Saputra, R. 2016. Penggunaan Bahan Organik dan Kombinasinya dalam Formulasi Biofungisida Berbahan Aktif Jamur *Trichoderma pseudokoningi* Rifai Untuk Menghambat Jamur *Ganoderma boninense* Pat Secara In Vitro. *J. Natur Indonesia* 16(2): 79-90.
- Gusnawathy, H.S., Taufik, M., Triana, L., dan Asniah. 2014. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* spp. Indigenus Sulawaesi Tenggara. *JURNAL AGROTEKNOS* 4(2): 88-94.
- Herlandien, Y.L., 2013. Pemanfaatan Arang Aktif Sebagai Absorben Logam Berat Dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember. Universitas Negeri Jember, Jember.
- Howell, C.R. 2003. *Mechanisms employed by Trichoderma species in the biological control of plant disease: the history & evolution of current concepts*. *J. Plantdisease* 87(1) : 4-10.
- Hutapea, S., Panggabean, E.L, dan Wijaya, A. 2015. Karakteristik Biochar Teraktivasi dari Limbah Cangkang dan Kendaga Biji Karet. Dalam: [Prosiding Seminar Nasional: Peran Strategis Masyarakat, Dunia Usaha, Pemerintah dan Perguruan Tinggi dalam Mencapai Kedaulatan Pangan Nasional]. Fakultas Pertanian Universitas HKBP Nomensen.
- Ibrahim, R., Elfina, Y., dan Dewi, R. 2013. Uji Biofungisida Pelet Berbahan Dasar Pelepeh Kelapa Sawit Yang mengandung Isolat *Trichoderma* spp. Terhadap Jamur *Ganoderma boninense* Pat. Secara *In Vitro*. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian* 1(1).
- Juliana, Umrah, dan Asrul. 2017. Pertumbuhan Miselium *Trichoderma* sp. Pada Limbah Cair Tempe dan Limbah Air Kelapa. *Jurnal Biocelbes* 12 (2): 52-59.
- Kurnia, D.W, Yuliani, dan Budipramana, L.S. 2012. Pengaruh Pemberian Filtrat Daun Alang-Alang (*Imperata cylindrical* L.) Terhadap Pertumbuhan Miselium Jamur *Trichoderma* sp. Yang Hidup Pada Media Tanam Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *LenteraBio* 1(2) : 93-98.
- Kurniati, E. 2008. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik* 8(2): 96-103.

- Kurniawan, A., Haryono, B., Bskara, M., dan Tyasmoro, S.Y. 2016. Pengaruh Penggunaan Biochar Pada Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum L.*). Jurnal Produksi Tanaman 4(2):153-160.
- Lakitan B. 2014. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Rajawali Pers, Jakarta.
- Lisnawita, Hanum, H., and Tantawi, A.R. 2016. *Survey of Basal Stem Rot Disease on Oil Palms (Elaeis guineensis Jacq.) in Kebun Bukit Kijang, North Sumatera, Indonesia. In International Conference on Agricultural and Biological Sciences (ABS 2016), Earth and Environmental Science 012007.*
- Mariska, I. 2002. Perkembangan Penelitian Kultur *In Vitro* pada Tanaman Industri, Pangan dan Hortikultura. Buletin AgroBio 5(2): 45-50.
- Marthin, A., dan Talahaturuson, A. 2014, Perbanyakkan *Trichoderma harzianum* Pada Media Berbasis Ela Sagu. *J. Agroekotek* 6 (2) : 105 – 113.
- Novianti, D. 2018. Perbanyakkan Jamur *Trichoderma* sp pada beberapa media. *Jurnal Sainmatika* 15(1): 35-41
- Nurida, N.L. 2014. Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*: 57-68
- Octavia, A., dan Wantini, S. 2017. Perbandingan Pertumbuhan Jamur *Aspergillus flavus* Pada Media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan Media Alternatif dari Singkong (*Manihot esculenta Crantz*). *Jurnal Analis Kesehatan* 6(2): 625-631.
- Okroigwe, E.C., Saffran, C.M., dan Kamdem, P.D. 2014. Characterization of Palm Kernel Shells for Materials Reinforcement and Water Treatment. *Journal of Chemical Engineering and Material Science*.
- Okwusogu, V.O., Onilude, A.A., and Raji, O.H. 2014. Antifungal Activity of Purified Hydrolase Complex from *Trichoderma hamatum*. *J. Of Pharmacy and Biological Sciences* 9(2): 115-121.
- Omorusi, V., Omo-Ikerodah, and Mokwunye, M.U.B. 2011. *Evaluation of effect of antagonistic fungiarbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on incidences of some disease of Hevea brasiliensis (Muell. Arg)*. *Journal of Nature and Science* 9 (12):151-154.
- Prasetyo, A.E, Susanto, A., dan Utomo, C. 2008. Metode Penghindaran Penyakit Busuk Pengkal Batang Kelapa Sawit (*Ganoderma boninense*) Dengan Sistem Lubang Tanam Besar. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 16(2): 77-86.
- Rahman, R., Suratiyah, K., Dwidjono, dan Darwanto D.H. 2011. Permintaan Minyak Kelapa Sawit Indonesia Oleh Republik Rakyat China. *J. Agro-Ekonomi* 18(1): 61-68.

- Rihadini, R.A., Mukodiningsih, S., dan Sumarsih, S. 2017. Kualitas Fisik Organoleptik Limbah Tauge Kacang Hijau Yang Difermentasi Menggunakan *Trichoderma harzianum* Dengan Level Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 5(2): 28-32.
- Rupaedah, B., Amanda, D.V., Indrayanti, R., Asiani, N., Sukmadi, B., Ali, A., Wahid, A., Firmansyah, T., Sugianto, M. 2018. Aktivitas *Stenotrophomonas rhizophila* Dan *Trichoderma* sp. Dalam Menghambat Pertumbuhan *Ganoderma boninense*. *J. Bioteknologi dan Biosains Indonesia* 5(1): 53-63.
- Sakthivel, K., Gautam, R.K., Singh, P.K., Manigundan, K., and Roy S.D. 2016. *Trichoderma viridae* A Potential bio-control Agent For Soil Borne diseases In The Island. ICAR-Central Island Agricultural Research Institute
- Sharma, P. 2011. *Complexity of Trichodermafusarium interaction & manifestation of biological control*. *Journal Crop Science* 5 (8) : 1027-1038.
- Sulistyo, R.H., Luthfiyyah, Z., Susilo, B., Dalimartha, L.N., Wiguna, E.C., Yuliana, N., Prasetyo, E.N. 2018. Pengaruh Teknik Sterilisasi dan Komposisi Medium Terhadap Pertumbuhan Tunas Eksplan Sirsak Ratu. *Jurnal BIOEDUKASI* 11(1): 1-5.
- Susanto, A., Prasetyo, A.E, Priwiratama, A., Wening, S., dan Suriyanto. 2013. *Ganoderma boninense* Penyebab Penyakit Busuk Batang Atas Kelapa Sawit. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 9(4): 123-126.
- Susanto, A., Prasetyo, A.E., dan Wening, S. 2013. Laju Infeksi *Ganoderma* pada Empat Kelas Tekstur Tanah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 9(2): 39-46
- Suwanda, I.W. 2016. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* Sp Isolat JB dan Daya Antagonisme Terhadap Patogen Penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) Pada Tanaman Tomat. *Prosiding. Seminar Nasional Program Studi Pendidikan Biologi FMIPA, IKIP PGRI, Bali*.
- Tjutju, N. 2005. Tempurung Kelapa Sawit (TKS) sebagai Bahan Baku Alternatif untuk Produksi Arang Terpadu dengan Pyrolegneous/Asap Cair, Departemen Hasil Hutan IPB, Bogor.
- Trizelia, W. 2013. Aktivitas Antagonistik dan Karakterisasi Jamur yang Berasosiasi dengan Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanah dan Akar Tanaman Tomat. <http://repository.unand.ac.id/6460/1/artikel.pdf>. [17 Oktober 2020].
- Uruilal, C., Kalay, A.M., Kaya, E., dan Siregar, A. 2012. Pemanfaatan kompos ela sagu, sekam dan dedak sebagai media perbanyakan agens hayati *Trichoderma harzianum* Rifai. *Jurnal Agrologia* 1(1): 21–30.

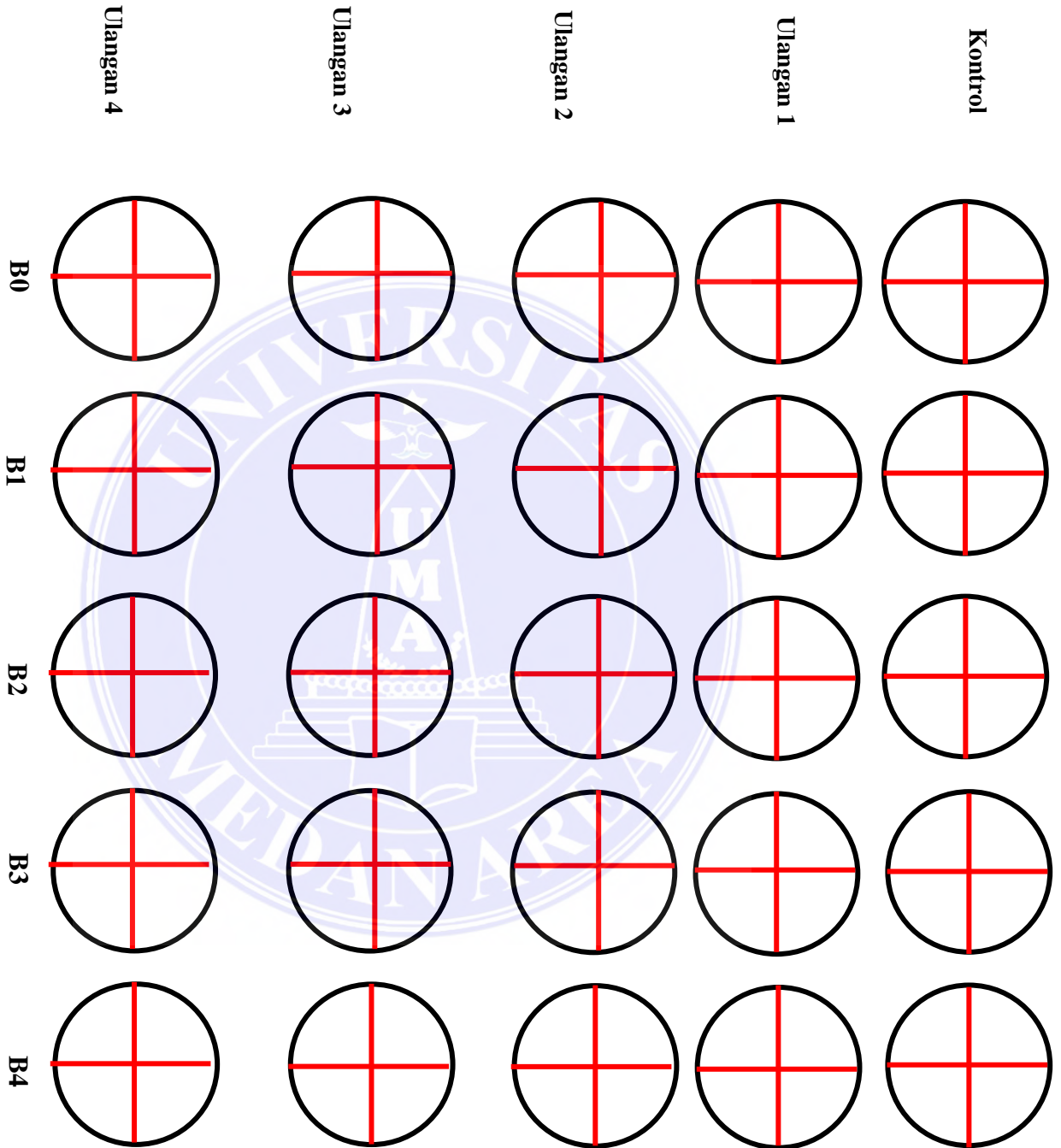
- USDA. 2020. Palm Oil Production by Country in 1000 MT. <https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=palm-oil>. Diakses [11 November 2020]
- Wahyudi, P., Suwahyono, U., Mulyati, S., 2010, Pertumbuhan *Trichoderma harzianum* Pada Medium Yang Mengandung Xilan. *Jurnal Ilmu kefarmasian* 1-7.
- Widyastuti, S.M. 2001. Efektivitas *Trichoderma* spp Sebagai Pengendali Hayato Terhadap Tiga Patogen Tular Tanah Pada Beberapa Jenis Tanaman Kehutanan. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 7(2): 98-107
- Yulianti, A., Taslimah, dan Sriatun. 2010. Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit Untuk Pemucatan Minyak Goreng Sisa Pakai. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* 13(2): 36-40
- Yurnaliza, Hadiwibowo, R., dan Nurtjahja, K. 2008. Isolasi Dan Uji Antagonis Jamur Endofit Akar Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap *Ganoderma boninense* Pat. *Jurnal Biologi Sumatera* 3(2): 36-41





## LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Plot Percobaan Uji Antagonis







Lampiran 2. Pabrik pengolahan TBS PTPN IV Adolina



Lampiran 3. Pengambilan cangkang kelapa sawit (CKS)



Lampiran 4. Penjemuran CKS di bawah sinar matahari



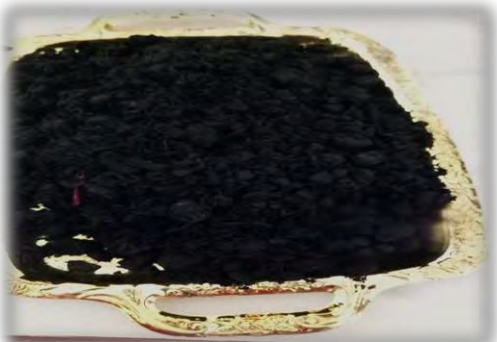
Lampiran 5. Pembersihan tabung pyrolisis modifikasi



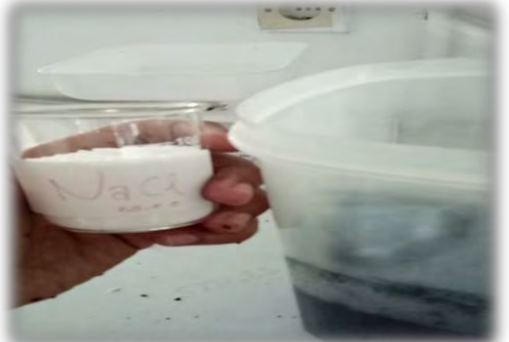
Lampiran 6. Proses karbonasi arang aktif CKS



Lampiran 7. Arang aktif hasil karbonasi



Lampiran 8. Arang aktif setelah oven



Lampiran 9. Aktivasi arang aktif menggunakan NaCl 1M



Lampiran 10. Pengukuran derajat keasaman menggunakan kertas pH



Lampiran 11. Pengukuran derajat keasaman menggunakan pH meter



Lampiran 12. Penyaringan filtrat biochar CKS



Lampiran 13. Filtrat biochar CKS dengan pH 6,2



Lampiran 14. Sterilisasi alat (*petridish*)



Lampiran 15. Proses sterilisasi kering





Lampiran 16. Pembuatan PDA



Lampiran 17. Aktifitas penimbangan komposisi PDA



Lampiran 18. Penimbangan Dextrose



Lampiran 19. Pembuatan ekstrak kentang



Lampiran 20. Pencampuran media PDA + filtrat CKS



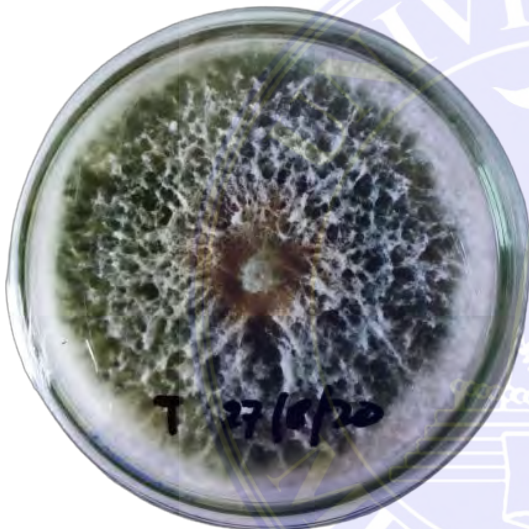
Lampiran 21. Sterilisasi media tumbuh



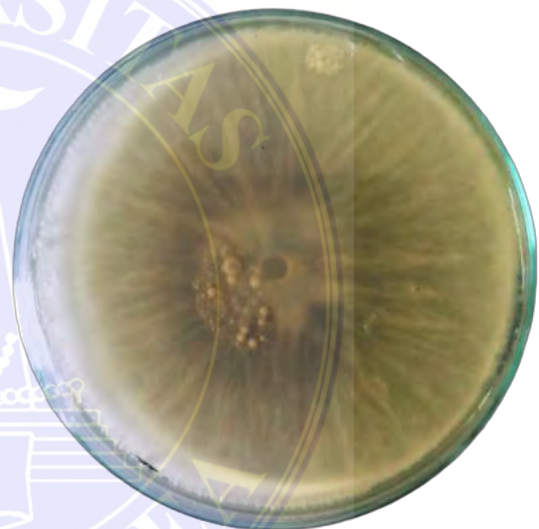
Lampiran 22. Medium tumbuh PDA + campuran filtrat  
CKS dengan berbagai taraf



Lampiran 23. Kegiatan Isolasi (sub kultur) *T. harzianum*  
dan *G. boninense*



Lampiran 24. Morfologi makroskopis *T. harzianum*  
(depan) pada media PDA 4 HSI



Lampiran 25. Morfologi makroskopis *T. harzianum*  
(belakang) pada media PDA 4 HSI

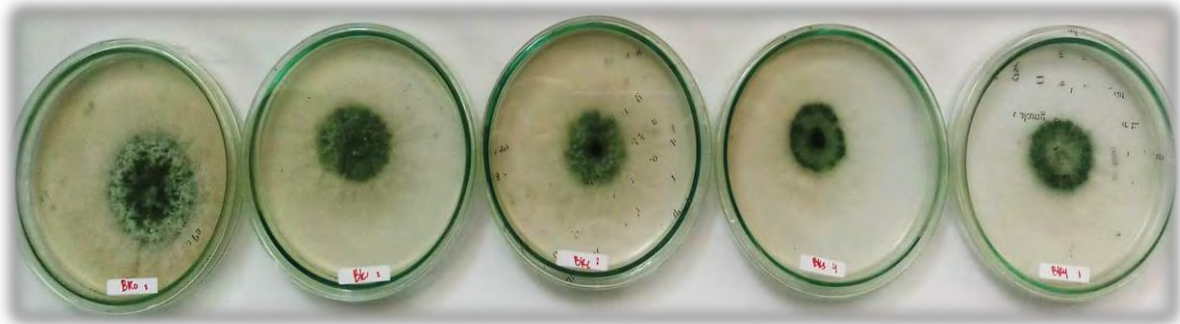


Lampiran 26. Morfologi makroskopis *G. boninense*  
(depan) pada media PDA 17 HSI



Lampiran 27. Morfologi makroskopis *G. boninense*  
(belakang) pada media PDA 17 HSI

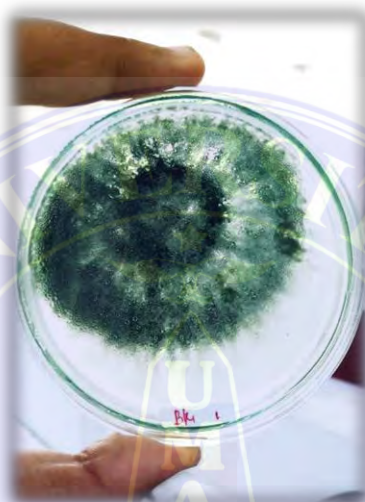




Lampiran 28. Laju Diameter *T. harzianum* 2 HSI pada seluruh media perlakuan



Lampiran 29. *T. harzianum* 7 hsi  
BK0



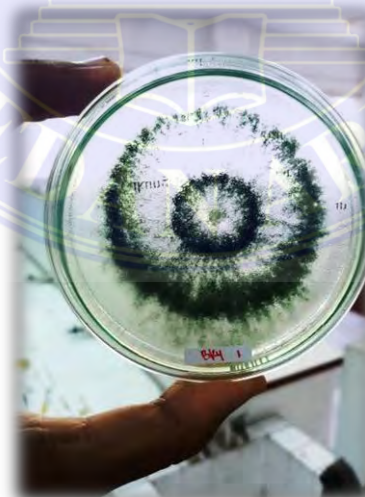
Lampiran 30. *T. harzianum* 7 hsi  
BK1



Lampiran 31. *T. harzianum* 7 hsi  
BK2



Lampiran 32. *T. harzianum* 7 hsi  
BK3

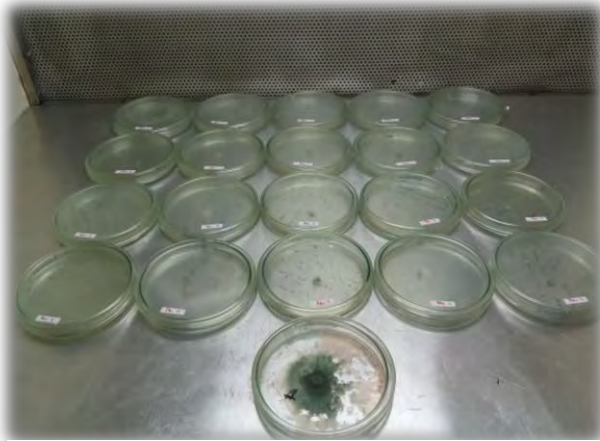


Lampiran 33. *T. harzianum* 7 hsi  
BK4

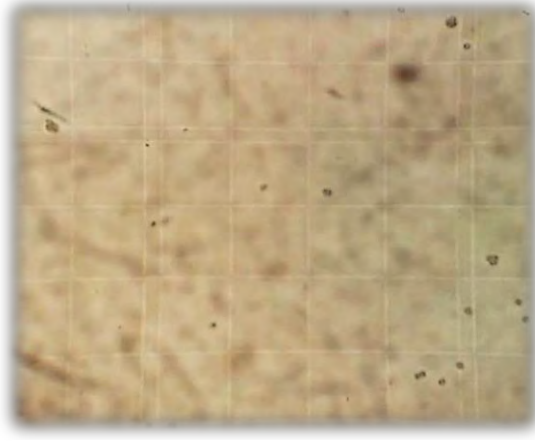


Lampiran 34. Aktifitas pengamatan  
Mikroskopis *T. harzianum*

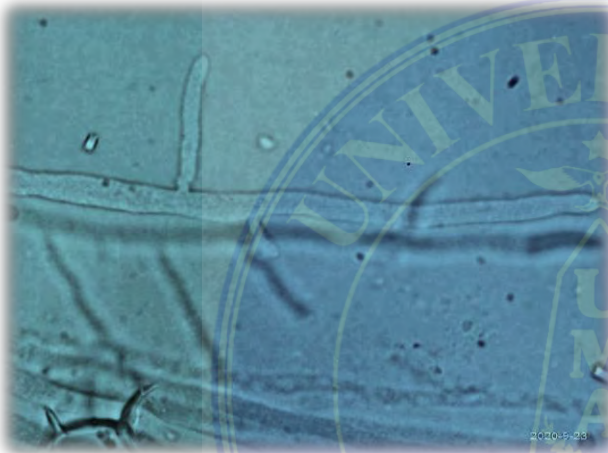




Lampiran 35. Penanaman Isolat *T. harzianum*



Lampiran 36. Pengamatan konidia dengan alat bantu *Haemocytometer*



Lampiran 37. Konidiofor *T. harzianum*



Lampiran 38. Uji Laju Diameter Cendawan *T. harzianum* Hari Pertama

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
BK0	2,55	3,15	2,40	2,85	10,95	2,7375
BK1	3,15	2,90	3,00	3,40	12,45	3,1125
BK2	3,10	2,15	2,15	2,65	10,05	2,5125
BK3	1,25	2,65	2,10	2,35	8,35	2,0875
BK4	2,60	2,40	1,30	0,95	7,25	1,8125
<b>Grand Total</b>					49,05	
<b>Rerata</b>						2,4525

Lampiran 39. Uji ANNOVA Laju Diameter Cendawan *T. harzianum* Hari Pertama

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilai Tengah	1	120,2951					
Perlakuan	4	4,253	1,06325	3,83441	3,055568	4,89321	*
Galat	15	4,159375	0,277292				
Total	20	128,7075					
<b>KK</b>	<b>21,47135206</b>						

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien

Lampiran 40. Uji Laju Diameter Cendawan *T. harzianum* Hari Kedua

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
BK0	6,6	7,35	6,35	7,05	27,35	6,8375
BK1	6,9	7	5,75	6,9	26,55	6,6375
BK2	6,95	6,8	4,75	6,85	25,35	6,3375
BK3	6	6,65	5,35	6,15	24,15	6,0375
BK4	6,5	5,55	5,2	4	21,25	5,3125
<b>Grand Total</b>					124,65	
<b>Rerata</b>						6,2325

Lampiran 41. Uji ANNOVA Laju Diameter Cendawan *T. harzianum* Hari Kedua

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	776,8811					
Perlakuan	4	5,702	1,4255	2,351179	3,055568	4,89321	tn
Galat	15	9,094375	0,606292				
Total	20	791,6775					
<b>KK</b>		<b>12,49333865</b>					

Keterangan :

- tn : tidak nyata  
 \* : nyata  
 \*\* : sangat nyata  
 KK : Keragaman koefisien

Lampiran 42. Uji Laju Diameter Cendawan *T. harzianum* Hari Ketiga

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
BK0	8,00	7,65	8,00	8,00	31,65	7,9125
BK1	8,00	7,00	7,25	7,10	29,35	7,3375
BK2	8,00	7,30	4,90	7,40	27,6	6,9
BK3	7,75	8,00	8,00	8,00	31,75	7,9375
BK4	8,00	7,50	7,75	7,00	30,25	7,5625
<b>Grand Total</b>					150,6	
<b>Rerata</b>						7,53

Lampiran 43. Uji ANNOVA Laju Diameter Cendawan *T. harzianum* Hari Ketiga

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	1134,018					
Perlakuan	4	2,9895	0,747375	1,619447	3,055568	4,89321	tn
Galat	15	6,9225	0,4615				
Total	20	1143,93					
<b>KK</b>		<b>9,021751832</b>					

Keterangan :

- tn : tidak nyata  
 \* : nyata  
 \*\* : sangat nyata  
 KK : Keragaman koefisien

Lampiran 44. Uji Laju Diameter Cendawan *T. harzianum* Hari Keempat

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
BK0	8	8	8	8	32	8
BK1	8	7,5	8	7,55	31,05	7,7625
BK2	8	8	5	8	29	7,25
BK3	8	8	8	8	32	8
BK4	8	8	8	8	32	8
<b>Grand Total</b>					156,05	
<b>Rerata</b>						7,8025

Lampiran 45. Uji ANNOVA Laju Diameter Cendawan *T. harzianum* Hari Keempat

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilai Tengah	1	1217,58					
Perlakuan	4	1,6955	0,423875	0,911314	3,055568	4,89321	tn
Galat	15	6,976875	0,465125				
Total	20	1226,253					
<b>KK</b>	<b>8,740797605</b>						

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien

Lampiran 46. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-1

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,65	2	2,75	2,4	2,3
BK1	1	2,5	1,9	1,4	2,9
BK2	1,5	1,6	2,5	2,7	1,85
BK3	0,9	2,3	1,85	1,65	1,55
BK4	2,55	2,2	1,6	1,55	2,5

Lampiran 47. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-1

Perlakuan Media	Hambatan (%)					TOTAL	RATA
	Ulangan						
	1	2	3	4			
BK0	28,26087	13,04348	-19,5652	-4,34783		17,391	4,348
BK1	65,51724	13,7931	34,48276	51,72414		165,52	41,38
BK2	18,91892	13,51351	-35,1351	-45,9459		-48,649	-12,2
BK3	41,93548	-48,3871	-19,3548	-6,45161		-32,258	-8,06
BK4	-2	12	36	38		84	21
Grand Total						186	
Rerata							9,3

Lampiran 48. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-1

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	1729,834086					
Perlakuan	4	6046,588015	1511,647	1,713695	3,055568	4,89321	tn
Galat	15	13231,47125	882,0981				
Total	20	21007,89335					
KK		319,3532					

Keterangan :

- tn : tidak nyata  
 \* : nyata  
 \*\* : sangat nyata  
 KK : Keragaman koefisien



Lampiran 49. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-2

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,8	2,25	3	2,65	2,6
BK1	1,05	2,7	2,1	1,9	3
BK2	1,8	1,8	2,5	3	2,2
BK3	0,9	2,6	2,1	1,95	1,85
BK4	2,75	2,4	1,9	1,85	2,7

Lampiran 50. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-2

Perlakuan Media	Hambatan (%)					
	Ulangan				TOTAL	RATA
	1	2	3	4		
BK0	30,76923	13,46154	-15,3846	-1,92308	26,9231	6,731
BK1	65	10	30	36,66667	141,667	35,42
BK2	18,18182	18,18182	-13,6364	-36,3636	-13,636	-3,41
BK3	51,35135	-40,5405	-13,5135	-5,40541	-8,1081	-2,03
BK4	-1,85185	11,11111	29,62963	31,48148	70,3704	17,59
Grand Total					54,3039	
Rerata						10,86

Lampiran 51. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-2

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	147,4457351					
Perlakuan	4	6352,048608	1588,012	2,359385	3,055568	4,89321	tn
Galat	15	10095,92973	673,062				
Total	20	16595,42407					
KK		238,8727					

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien

Lampiran 52. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-3

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,8	2,45	2,95	2,65	2,95
BK1	1,15	2,95	2,2	1,95	3,1
BK2	1,9	2	2,7	3	2,5
BK3	1	2,7	2,3	2	2,15
BK4	2,85	2,5	1,95	1,85	3

Lampiran 53. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-3

Perlakuan Media	Hambatan (%)					
	Ulangan				TOTAL	RATA
	1	2	3	4		
BK0	38,98305	16,94915	0	10,16949	66,1017	16,53
BK1	62,90323	4,83871	29,03226	37,09677	133,871	33,47
BK2	24	20	-8	-20	16	4
BK3	53,48837	-25,5814	-6,97674	6,976744	27,907	6,977
BK4	5	16,66667	35	38,33333	95	23,75
Grand Total					84,7199	
Rerata						16,94

Lampiran 54. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-3

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	358,8731563					
Perlakuan	4	7728,7942	1932,199	3,590575	3,055568	4,89321	*
Galat	15	8071,960697	538,1307				
Total	20	16159,62805					
KK		136,9079					

Keterangan :

- tn : tidak nyata  
 \* : nyata  
 \*\* : sangat nyata  
 KK : Keragaman koefisien

Lampiran 55. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-4

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,8	2,45	2,95	2,65	3,25
BK1	1,15	2,95	2,2	1,95	3,25
BK2	1,95	2	2,7	3	2,8
BK3	1	2,7	2,35	2	2,5
BK4	2,85	2,5	1,95	1,85	3,25

Lampiran 56. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-4

Perlakuan Media	Hambatan (%)					TOTAL	RATA
	Ulangan						
	1	2	3	4			
BK0	44,61538	24,61538	9,230769	18,46154	96,9231	24,2308	
BK1	64,61538	9,230769	32,30769	40	146,154	36,5385	
BK2	30,35714	28,57143	3,571429	-7,14286	55,3571	13,8393	
BK3	60	-8	6	20	78	19,5	
BK4	12,30769	23,07692	40	43,07692	118,462	29,6154	
Grand Total					123,724		
Rerata						24,7448	

Lampiran 57. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-4

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	765,3801852					
Perlakuan	4	12718,76455	3179,691	7,356099	3,055568	4,89321	**
Galat	15	6483,785616	432,2524				
Total	20	19967,93035					
KK		84,02047					

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien

Lampiran 58. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-5

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,8	2,5	2,95	2,65	3,55
BK1	1,15	3	2,25	1,95	3,35
BK2	2	2	2,75	3	3
BK3	1,1	2,7	2,4	2	2,8
BK4	2,85	2,5	1,95	1,85	3,55

Lampiran 59. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-5

Perlakuan Media	Hambatan (%)					TOTAL	RATA
	Ulangan						
	1	2	3	4			
BK0	49,29577	29,57746	16,90141	25,35211	121,127	30,2817	
BK1	65,67164	10,44776	32,83582	41,79104	150,746	37,6866	
BK2	33,33333	33,33333	8,333333	0	75	18,75	
BK3	60,71429	3,571429	14,28571	28,57143	107,143	26,7857	
BK4	19,71831	29,57746	45,07042	47,88732	142,254	35,5634	
Grand Total					149,067		
Rerata						29,8135	

Lampiran 60. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-5

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	1111,05377					
Perlakuan	4	17573,14267	4393,286	12,21505	3,055568	4,89321	**
Galat	15	5394,924787	359,6617				
Total	20	24079,12122					
KK		63,61134					

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien

Lampiran 61. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-6

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,8	2,5	3	2,65	3,65
BK1	1,15	3	2,3	1,95	3,45
BK2	2	2,05	2,75	3	3,15
BK3	1,1	2,75	2,4	2,05	2,8
BK4	2,85	2,55	2	1,85	3,65

Lampiran 62. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-6

Perlakuan Media	Hambatan (%)					TOTAL	RATA
	Ulangan						
	1	2	3	4			
BK0	50,68493	31,50685	17,80822	27,39726	127,397	31,8493	
BK1	66,66667	13,04348	33,33333	43,47826	156,522	39,1304	
BK2	36,50794	34,92063	12,69841	4,761905	88,8889	22,2222	
BK3	60,71429	1,785714	14,28571	26,78571	103,571	25,8929	
BK4	21,91781	30,13699	45,20548	49,31507	146,575	36,6438	
Grand Total					155,739		
Rerata						31,1477	

Lampiran 63. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-6

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilai Tengah	1	1212,726586					
Perlakuan	4	18997,7042	4749,426	13,57931	3,055568	4,89321	**
Galat	15	5246,317233	349,7545				
Total	20	25456,74802					
KK	60,04201						

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien



Lampiran 64. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-7

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,8	2,5	3,05	2,65	3,8
BK1	1,15	3,05	2,3	1,95	3,55
BK2	2	2,05	2,8	3	3,4
BK3	1,15	2,75	2,5	2,1	3,1
BK4	2,85	2,55	2	1,9	3,8

Lampiran 65. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-7

Perlakuan Media	Hambatan (%)					
	Ulangan				TOTAL	RATA
	1	2	3	4		
BK0	52,63158	34,21053	19,73684	30,26316	136,842	34,2105
BK1	67,60563	14,08451	35,21127	45,07042	161,972	40,493
BK2	41,17647	39,70588	17,64706	11,76471	110,294	27,5735
BK3	62,90323	11,29032	19,35484	32,25806	125,806	31,4516
BK4	25	32,89474	47,36842	50	155,263	38,8158
Grand Total					172,544	
Rerata						34,5089

Lampiran 66. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-7

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	1488,578772					
Perlakuan	4	22776,25614	5694,064	18,19857	3,055568	4,89321	**
Galat	15	4693,277921	312,8852				
Total	20	28958,11284					
KK		51,25799					

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien

Lampiran 67. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-8

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,85	2,5	3,05	2,7	4,1
BK1	1,2	3,1	2,35	1,95	3,75
BK2	2,05	2,05	2,85	3,1	3,65
BK3	1,15	2,8	2,55	2,15	3,4
BK4	2,95	2,65	2,05	1,95	4

Lampiran 68. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-8

Perlakuan Media	Hambatan (%)					
	Ulangan				TOTAL	RATA
	1	2	3	4		
BK0	54,87805	39,02439	25,60976	34,14634	153,659	38,4146
BK1	68	17,33333	37,33333	48	170,667	42,6667
BK2	43,83562	43,83562	21,91781	15,06849	124,658	31,1644
BK3	66,17647	17,64706	25	36,76471	145,588	36,3971
BK4	26,25	33,75	48,75	51,25	160	40
Grand Total					188,643	
Rerata						37,7285

Lampiran 69. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-8

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	1779,304228					
Perlakuan	4	26989,06879	6747,267	23,76136	3,055568	4,89321	**
Galat	15	4259,394601	283,9596				
Total	20	33027,76762					
KK		44,66406					

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien

Lampiran 70. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-9

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,85	2,5	3,05	2,7	4,4
BK1	1,2	3,25	2,4	1,95	4
BK2	2,05	2,05	2,85	3,1	3,95
BK3	1,15	2,8	2,55	2,15	3,7
BK4	2,95	2,65	2,05	1,95	4,2

Lampiran 71. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-9

Perlakuan Media	Hambatan (%)					
	Ulangan				TOTAL	RATA
	1	2	3	4		
BK0	57,95455	43,18182	30,68182	38,63636	170,455	42,6136
BK1	70	18,75	40	51,25	180	45
BK2	48,10127	48,10127	27,8481	21,51899	145,57	36,3924
BK3	68,91892	24,32432	31,08108	41,89189	166,216	41,5541
BK4	29,7619	36,90476	51,19048	53,57143	171,429	42,8571
Grand Total					208,417	
Rerata						41,6834

Lampiran 72. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-9

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	2171,887262					
Perlakuan	4	32743,32575	8185,831	31,58886	3,055568	4,89321	**
Galat	15	3887,050004	259,1367				
Total	20	38802,26301					
KK		38,61898					

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien

Lampiran 73. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-10

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,85	2,6	3,1	2,7	4,6
BK1	1,2	3,3	2,5	2	4,1
BK2	2,1	2,1	2,85	3,15	4,15
BK3	1,15	2,8	2,55	2,2	3,9
BK4	2,95	2,7	2,05	1,95	4,3

Lampiran 74. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-10

Perlakuan Media	Hambatan (%)					TOTAL	RATA
	Ulangan						
	1	2	3	4			
BK0	59,78261	43,47826	32,6087	41,30435	177,174	44,2935	
BK1	70,73171	19,5122	39,02439	51,21951	180,488	45,122	
BK2	49,39759	49,39759	31,3253	24,09639	154,217	38,5542	
BK3	70,51282	28,20513	34,61538	43,58974	176,923	44,2308	
BK4	31,39535	37,2093	52,32558	54,65116	175,581	43,8953	
Grand Total					216,096		
Rerata						43,2192	

Lampiran 75. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-10

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	2334,86897					
Perlakuan	4	35135,10276	8783,776	35,64156	3,055568	4,89321	**
Galat	15	3696,713604	246,4476				
Total	20	41166,68534					
KK		36,32336					

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien

Lampiran 76. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-11

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,85	2,6	3,1	2,7	4,9
BK1	1,2	3,4	2,55	2	4,2
BK2	2,1	2,1	2,9	3,15	4,45
BK3	1,15	2,8	2,55	2,2	4,25
BK4	3	2,7	2,05	1,95	4,55

Lampiran 77. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-11

Perlakuan Media	Hambatan (%)					TOTAL	RATA
	Ulangan						
	1	2	3	4			
BK0	62,2449	46,93878	36,73469	44,89796	190,816	47,7041	
BK1	71,42857	19,04762	39,28571	52,38095	182,143	45,5357	
BK2	52,80899	52,80899	34,83146	29,21348	169,663	42,4157	
BK3	72,94118	34,11765	40	48,23529	195,294	48,8235	
BK4	34,06593	40,65934	54,94505	57,14286	186,813	46,7033	
Grand Total					231,182		
Rerata						46,2365	

Lampiran 78. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-11

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	2672,264002					
Perlakuan	4	40180,57523	10045,14	43,10814	3,055568	4,89321	**
Galat	15	3495,329875	233,022				
Total	20	46348,1691					
KK		33,01519					

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien



Lampiran 79. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-12

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,9	2,6	3,1	2,7	5,1
BK1	1,2	3,5	2,65	2	4,35
BK2	2,1	2,1	3	3,2	4,75
BK3	1,15	2,85	2,55	2,2	4,5
BK4	3	2,7	2,05	1,95	4,75

Lampiran 80. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-12

Perlakuan Media	Hambatan (%)					TOTAL	RATA
	Ulangan						
	1	2	3	4			
BK0	62,7451	49,01961	39,21569	47,05882	198,039	49,5098	
BK1	72,41379	19,54023	39,08046	54,02299	185,057	46,2644	
BK2	55,78947	55,78947	36,84211	32,63158	181,053	45,2632	
BK3	74,44444	36,66667	43,33333	51,11111	205,556	51,3889	
BK4	36,84211	43,15789	56,84211	58,94737	195,789	48,9474	
Grand Total					241,374		
Rerata						48,2747	

Lampiran 81. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-12

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	2913,060424					
Perlakuan	4	43795,05419	10948,76	48,23389	3,055568	4,89321	**
Galat	15	3404,897625	226,9932				
Total	20	50113,01224					
KK		31,20949					

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien

Lampiran 82. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-13

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,9	2,6	3,1	2,7	5,35
BK1	1,25	3,6	2,65	2	4,45
BK2	2,1	2,1	3	3,2	5
BK3	1,15	2,85	2,6	2,2	4,8
BK4	3	2,7	2,1	1,95	4,95

Lampiran 83. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-13

Perlakuan Media	Hambatan (%)					
	Ulangan				TOTAL	RATA
	1	2	3	4		
BK0	64,48598	51,40187	42,05607	49,53271	207,477	51,8692
BK1	71,91011	19,10112	40,44944	55,05618	186,517	46,6292
BK2	58	58	40	36	192	48
BK3	76,04167	40,625	45,83333	54,16667	216,667	54,1667
BK4	39,39394	45,45455	57,57576	60,60606	203,03	50,7576
Grand Total					251,423	
Rerata						50,2845

Lampiran 84. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-13

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	3160,666561					
Perlakuan	4	47555,54331	11888,89	55,6014	3,055568	4,89321	**
Galat	15	3207,352568	213,8235				
Total	20	53923,56244					
KK		29,07993					

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien

Lampiran 85. Pengamatan Laju Diameter *G. boninense* Pada *Dual Culture* Hari Ke-14

Perlakuan Media	Ulangan				
	1	2	3	4	5 (kontrol)
BK0	1,9	2,6	3,1	2,7	5,65
BK1	1,25	3,8	2,7	2	4,5
BK2	2,1	2,1	3	3,3	5,3
BK3	1,15	2,9	2,6	2,2	5,1
BK4	3	2,7	2,1	1,95	5,1

Lampiran 86. % Hambatan (*Dual Culture*) Cendawan *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Pada Hari Ke-14

Perlakuan Media	Hambatan (%)					
	Ulangan				TOTAL	RATA
	1	2	3	4		
BK0	66,37168	53,9823	45,13274	52,21239	217,699	54,4248
BK1	72,22222	15,55556	40	55,55556	183,333	45,8333
BK2	60,37736	60,37736	43,39623	37,73585	201,887	50,4717
BK3	77,45098	43,13725	49,01961	56,86275	226,471	56,6176
BK4	41,17647	47,05882	58,82353	61,76471	208,824	52,2059
Grand Total					259,553	
Rerata						51,9107

Lampiran 87. Uji ANNOVA % Hambatan (*Dual Culture*) *T. harzianum* Dengan *G. boninense* Hari Ke-14

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel		Notasi
					F.05	F.01	
Nilat Tengah	1	3368,396805					
Perlakuan	4	50796,22483	12699,06	57,01156	3,055568	4,89321	**
Galat	15	3341,179413	222,7453				
Total	20	57505,80105					
KK	28,75065						

Keterangan :

- tn : tidak nyata
- \* : nyata
- \*\* : sangat nyata
- KK : Keragaman koefisien