

SKRIPSI

**APLIKASI FORMULASI TRICHODERMA GRANULAR
BERBAHAN ABU BATU BARA DAN DOLOMIT DALAM
PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG
KELAPA SAWIT (*Ganoderma boninense*)**

***APPLICATION OF GRANULE TRICHODERMA
FORMULATIONS WITH COAL ASH AND DOLOMITE IN
CONTROLLING BASAL STEM ROT DISEASE IN PALM OIL
(*Ganoderma boninense*)***



**Muhammad Hasanul Ichsan
05081381924063**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

SUMMARY

Muhammad Hasanul Ichsan *Application Of Granule Trichoderma Formulations With Coal Ash And Dolomite In Controlling Basal Stem Rot Disease In Palm Oil (*Ganoderma boninense*)* (Supervised by: **Mulawarman**).

Palm Oil is plantation crop that is cultivated and has profitable productivity. Palm oil produce vegetable oil called Crued Palm Oil (CPO), but palm oil production has constrained by problems that affect palm oil production. One of the problem to palm oil is stem rot disease caused by *Ganoderma boninense*. Control of basal stem rot disease requires appropriate techniques, especially environmentally friendly controls, such as the use of biological agents for the antagonistic fungus *Trichoderma* sp. This study aims to determined the inhibition of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma koningii* in inhibiting the pathogenic fungus *G. boninense* and to suppress *G. boninense* infection in plants. This research was carried out in February 2019 - December 2019 at the Nematology Laboratory and in the Experimental Field. Methods This research was carried out in stages with an in vitro study using a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 5 replications, followed by an in plant study using a randomized block design (RBD). The results showed that *T. harzianum* and *T. konigii* were able to suppress *G. boninense* colonists with the highest inhibition, namely *T. koningii* reached 85.33% and *T. koningii* reached 84.47% in vitro and in the best treatment plants, namely treatment with two combinations of *T. harzianum* and *T. koningii* with a severity of 10.71% compared to the severity of the disease in controls which reached 53.37% and significantly the provision of *Trichoderma* formulations made from coal ash and dolomite was effective in suppressing *G. boninense* infection in palm oil

Keyword: *Biological agent, Basal Stem Rot Disease, Ganoderma boninense, Palm Oil, Trichoderma harzianum, Trichoderma koningii.*

RINGKASAN

Muhammad Hasanul Ichsan Aplikasi Formulasi *Trichoderma* Granular Berbahan Abu Batu Bara Dan Dolomit Dalam Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit (*Ganoderma boninense*) (dibimbing oleh: **Mulawarman**)

Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang dibudidayakan dan memiliki produktifitas yang menguntungkan. Tanaman sawit dapat menghasilkan minyak nabati atau *Crued Palm Oil* (CPO), Tetapi dalam budidaya kelapa sawit sering terkendala masalah yang mempengaruhi produksi kelapa sawit. Salah satu kendala kelapa sawit adalah penyakit busuk pangkal batang disebabkan oleh *Ganoderma boninense*. Pengendalian penyakit busuk pangkal batang diperlukan teknik yang tepat terutama pengendalian yang bersifat ramah lingkungan, seperti penggunaan agensia hayati jamur antagonis *Trichoderma* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya hambat *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma koningii* dalam menghambatan jamur patogen *Ganoderma boninense* dan untuk menekan infeksi *Ganoderma boninense* pada tanaman. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019 – Desember 2019 di Laboratorium Nematologi dan di Lahan Percobaan. Metode Penelitian ini dilakukan secara bertahap dengan penelitian secara *in vitro* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 5 ulangan, dilanjutkan dengan penelitian *in plant* menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Hasil Penelitian menunjukkan bahwa *T. harzianum* dan *T. koningii* mampu menekan kolonis jamur *Ganoderma boninense* dengan daya hambat tertinggi yaitu *T. koningii* mencapai 85.33% dan *T. koningii* mencapai 84.47% secara *in vitro* dan pada tanaman perlakuan terbaik yaitu perlakuan dengan dua kombinasi *T. harzianum* dan *T. koningii* dengan keparahan 10.71% dibandingkan keparahan penyakit pada kontrol yang mencapai 53.37% dan secara nyata pemberian formulasi *Trichoderma* berbahan abu batu bara dan kapur dolomit efektif dalam menekan infeksi *G. boninense* pada kelapa sawit

Kata kunci: Agensia Hayati, *Ganoderma boninense*, Kelapa Sawit, Penyakit Busuk Pangkal Batang, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*.

SKRIPSI

**APLIKASI FORMULASI TRICHODERMA GRANULAR
BERBAHAN ABU BATU BARA DAN DOLOMIT DALAM
PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG
KELAPA SAWIT (*Ganoderma boninense*)**

***APPLICATION OF GRANULE TRICHODERMA
FORMULATIONS WITH COAL ASH AND DOLOMITE IN
CONTROLLING (*Ganoderma boninense*) BASAL STEM ROT
DISEASE IN PALM OIL***

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Muhammad Hasanul Ichsan
05081381924063**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**APLIKASI FORMULASI TRICHODERMA GRANULAR
BERBAHAN ABU BATU BARA DAN DOLOMIT DALAM
PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG
KELAPA SAWIT (*Ganoderma boninense*)**

LAPORAN SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh :

Muhammad Hasanul Ichsan

05081381924063

Indralaya, Desember 2022

Pembimbing

Dr. Ir. Mulawarman M.Sc

NIP. 196709031993021001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian Unsri



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr

NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan judul “Aplikasi Formulasi *Trichoderma* Granular Berbahan Abu Batu Bara Dan Dolomit Dalam Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit (*Ganoderma boninense*)” oleh Muhammad Hasanul Ichsan telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Desember 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc
NIP 196709031993021001

Ketua

(.....)

2. Arsi, S.P, M.Si.
NIP 1671091710820007

Sekretaris

(.....)

3. Dr. Ir. Chandra Irsan, M.Si
NIP 196502191989031004

Anggota

(.....)



Indralaya, Desember 2022
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si
NIP 196510201992032001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Hasanul Ichsan

NIM : 05081381924063

Judul : Aplikasi Formulasi Trichoderma Granular Berbahan Abu Batu Bara Dan Dolomit Dalam Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit (*Ganoderma boninense*)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam laporan praktek lapangan ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah *supervise* pembimbing, kecuali yang disebutkan sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Desember 2022

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Hasanul Ichsan

RIWAYAT HIDUP

Penulis Muhammad Hasanul Ichsan, Dilahirkan di Kota Palembang, Sumatra Selatan pada tanggal 28 Maret 2001 dengan seorang ayah bernama Salman dan ibu bernama Yustini. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dan satu saudara merupakan adik yang bernama Muhammad Miftahul Akbar.

Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar di SDN 3 Surya Adi pada tahun 2013. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan Pendidikan di SMP Negeri 16 Palembang dan tamat pada tahun 2016 kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 8 Palembang pada tahun 2016 dan selesai pada tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri, tepatnya di Universitas Sriwijaya Fakultas Pertanian pada Program Studi Proteksi Tanaman, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam berbagai kegiatan ilmiah dan tertarik dalam bidang keilmiahan yaituseperti Karya Tulis Ilmiah dan pernah menjadi Pemakalah di Seminar Nasional Lahan Sub Optimal tahun 2021. Dalam kegiatan keorganisasian, penulis tercatat pernah menjadi Staff Ahli Departemen Media dan Informasi pada tahun 2020/2021, Penulis juga memiliki keahlian di bidang hama maupun penyakit tanaman, Penulis juga menjadi Koordinator Asisten Praktikum Nematologi Tumbuhan 2022, Asisten Praktikum Virologi Tumbuhan 2020/2021, Asisten Praktikum Pengantar Bioteknologi Perlindungan Tanaman 2022, Asisten Praktikum Penyakit Tanaman Tahunan 2022.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan praktek lapangan yang Persentase, Intensitas Serangan dan Identifikasi Hama Penggerek Batang Mangga Di Taman Firdaus Universitas Sriwijaya Indralaya Kabupaten Ogan Ilir. ini dengan lancar dan tepat pada waktunya.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc. selaku pembimbing atas segala ilmu, arahan, saran, kesabaran dan perhatiannya dari awal perencanaan hingga laporan praktek lapangan ini dapat diselesaikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua serta saudara yang terus memberikan doa, motivasi dan dukungan dari awal hingga saat ini. Ucapan terima kasih turut penulis sampaikan kepada keluarga besar program studi Proteksi Tanaman, dosen-dosen yang telah memberikan ilmu dan arahan selama menimba ilmu dalam beberapa tahun terakhir, staff, pegawai dan laboran yang telah banyak membantu dalam hal administrasi dan bantuan material serta teman-teman seperjuangan yang telah membantu. Harapannya semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk pembaca sebagai salah satu perwujudan Tri Dharma perguruan tinggi.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan praktek lapangan ini masih jauh dari kata sempurna. Semoga dengan adanya laporan praktek lapangan ini dapat membantu baik penulis maupun pembaca dalam bidang hama tanaman.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Hipotesis.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit	4
2.2. Taksonomi dan morfologi <i>Ganoderma boninense</i>	4
2.3. Ekologi dan Siklus Hidup <i>Ganoderma boninense</i>	6
2.4. Patogenisitas <i>Ganoderma boninense</i>	7
2.5. Tanaman Inang <i>Ganoderma boninense</i>	7
2.5.1. Tanaman Kelapa Sawit.....	8
2.5.2. Taksonomi Kelapa Sawit	8
2.5.3. Bioekologi Kelapa Sawit.....	8
2.6. Agensia Hayati Jamur Antagonis	10
2.6.1. <i>Trichoderma harzianum</i>	11
2.6.1.1. Morfologi <i>Trichoderma harzianum</i>	11
2.6.1.2. Taksonomi <i>Trichoderma harzianum</i>	11
2.6.2. <i>Trichoderma koningii</i>	12
2.6.1.1. Morfologi <i>Trichoderma koningii</i>	12
2.6.1.2. Taksonomi <i>Trichoderma koningii</i>	13
2.6.2. Ekologi <i>Trichoderma</i> spp.....	13

	Halaman
2.6.3. Mekanisme Antagonisme <i>Trichoderma</i> sp.....	14
BAB 3	15
PELAKSANAAN PENELITIAN	15
3.1. Tempat dan Waktu	15
3.2. Alat dan Bahan	15
3.3. Metode Penelitian.....	15
3.4. Cara Kerja <i>In Vitro</i>	16
3.4.1. Pembedakan isolat <i>Ganoderma boninense</i>	16
3.4.2. Pembedakan isolat <i>Trichoderma harzianum</i>	17
3.4.3. Pembedakan isolat <i>Trichoderma koningii</i>	17
3.4.4. Persiapan formulasi <i>Trichoderma</i>	17
3.4.5. Uji potensi antagonisme biakan ganda.....	17
3.4.6. Persiapan Inokulum <i>Ganoderma boninense</i>	18
3.5. Cara Kerja <i>In vivo</i>	19
3.5.1. Persiapan lahan.....	19
3.5.2. Perawatan bibit kelapa sawit	19
3.5.3. Aplikasi formulasi <i>Trichoderma</i>	19
3.6. Parameter Pengamatan	19
3.6.1. Diameter Koloni Dan Kecepatan Tumbuh.....	19
3.6.2. Morfologi Makroskopis.....	20
3.6.3. Morfologi Mikroskopis	20
3.6.4. Keperahan penyakit.....	20
3.6.5. Tinggi tanaman.....	21
3.6.6. Diameter batang	21
3.6.7. Analisis Data	21
BAB 4	22
HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Hasil	22
4.1.1. Morfologi Jamur <i>Trichoderma harzianum</i>	22
4.1.2. Morfologi Jamur <i>Trichoderma koningii</i>	23
4.1.3. Morfologi Jamur <i>Ganoderma boninense</i>	23
4.1.4. Diameter Koloni Jamur	24

	Halaman
4.1.5. Persentase Daya Hambat	25
4.1.6. Gejala Penyakit <i>Ganoderma boninense</i>	26
4.1.7. Kerapatan dan Viabilitas Spora	27
4.1.8. Tinggi Tanaman	28
4.1.9. Diameter Batang.....	29
4.1.10. Persentase Keparahan Penyakit.....	29
Tabel 4.6. Persentase keparahan penyakit kelapa sawit.....	30
4.1.11. Reisolasi Patogen Tanaman Uji	30
BAB 5	35
KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan.....	35
5.2. Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Morfologi tubuh buah <i>Ganoderma boninense</i> (A), Morfologi koloni <i>Ganoderma boninense</i> (B), Morfologi Basidiospora <i>Ganoderma</i> <i>boninense</i> (C),Hifa <i>Ganoderma boninense</i> (D)	5
2.2. Siklus hidup jamur <i>Ganoderma boninense</i>	6
2.3. Gejala serangan <i>Ganoderma boninense</i> daun tanaman sawit layu (A), Pembusukan pada bagian batang Kelapa sawit (B),..... Kehancuran bagian pangkal batang kelapa sawit (C)	7
2.4. Struktur bagian tanaman kelapa sawit.....	9
2.5. Struktur buah dan biji kelapa sawit.....	9
2.6. Mekanisme antagonis parasitisme (A), mekanisme antagonis mengeluarkan zat dengan metabolit yang dapat membuat sel patogen lisis (B)	10
2.7. Daun kelapa sawit (A), Bunga betina dan jantan kelapa sawit (B)	10
2.8. Morfologi konidiofor jamur <i>Trichoderma harzianum</i> (A-C), spora Jamur <i>T.harzianum</i> (D), Koloni <i>T. harzianum</i> (E).....	11
2.9. <i>Trichoderma koningii</i> (A) koloni pada media PDA, (B) konidiofor, (C) fialid, dan (D) konidia.....	13
2.10. Interaksi <i>Trichoderma</i> sp dengan tanaman	14
2.11. Mekanisme antagonis jamur <i>Trichoderma</i> sp enzimatik dan parasitisme terhadap patogen	15
3.1. Uji Antagonisme biakan ganda	18
4.1. Isolat murni <i>Trichoderma harzianum</i> (A), Konidiofor <i>T. harzianum</i> (B), Konidia/phialospore <i>T. harzianum</i> (C), Perbandingan literatur secara morfologi <i>T. harzianum</i> dengan merujuk. penelitian (Jang <i>et al.</i> , 2018)	22
4.2. Isolat murni <i>Trichoderma koningii</i> (A), Konidiofor <i>T. koningii</i> (B), Konidia/phialospore <i>T. harzianum</i> (C),..... Perbandingan literatur secara morfologi <i>T. harzianum</i> dengan merujuk penelitian (Samuels <i>et al.</i> , 2006)	23
4.3. Isolat murni <i>Ganoderma boninense</i> (A), hida dan Klamidospora <i>G. boninense</i> (B), <i>Clamp connection G. boninense</i> (C), Perbandingan... literatur secara morfologi <i>G. boninense</i> dengan merujuk penelitian (Muniroh <i>et al.</i> , 2019)	24

	Halaman
4.4. Daya hambat <i>in vitro</i>	25
4.5. Daya hambat <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap <i>Ganoderma</i> <i>boninense</i> (A), daya hambat <i>Trichoderma koningii</i> terhadap <i>G. Boninense</i> (B).....	26
4.6. Gejala busuk pangkal batang kelapa sawit dengan tumbuhnya..... miselium pada akar yang nekrotik (A), Nekrosis akar (B), Nekrosis pada daun tanaman kelapa sawit (C), Nekrosis keseluruhan daun tanaman	27
4.7. Reisolasi <i>Ganoderma boninense</i> pada akar kelapa sawit	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1. Skor Keparahan Penyakit	20
4.1. Diameter Pertumbuhan Jamur.....	25
4.2. Kerapatan spora tiap perlakuan	27
4.3. Daya hidup spora selama 7 hari setelah diformulasikan	28
4.4. Tinggi tanaman kelapa sawit	28
4.5. Diameter batang kelapa sawit	29
4.6. Persentase keparahan penyakit kelapa sawit	30
4.7. Reisolasi Patogen <i>Ganoderma boninense</i> Pada Tanaman Uji	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Denah percobaan	45
2a. Kerapatan spora	45
2b. Viabilitas spora.....	46
2c. Daya hambat In Vitro	46
2d. Daya hambat In Vitro Transformasi arcsin	47
2e. Diameter koloni	47
3. Tinggi Tanaman Minggu ke-1.....	48
3a. Tinggi Tanaman Minggu ke-1 Transformasi arcsin.....	48
3b. Anova dan BNJ 5% Tinggi Tanaman Minggu ke-1.....	48
4. Tinggi tanaman minggu ke-2	48
4b. Transformasi arcsin dan anova, tinggi tanaman minggu ke-2	48
5. Tinggi tanaman minggu ke-3	49
5a. Transformasi arcsin dan anova, bnj tinggi tanaman minggu ke-2.....	49
6. Tinggi tanaman minggu ke-4	50
6a. Transformasi arcsin dan anova, bnj tinggi tanaman minggu ke-4.....	50
7. Tinggi tanaman minggu ke-5	51
7a. Transformasi arcsin dan anova, bnj tinggi tanaman minggu ke-5.....	51
8. Tinggi tanaman minggu ke-6	52
8. Transformasi arcsin dan anova, bnj tinggi tanaman minggu ke-6	52
9. Diameter Batang Minggu ke-1	52
9a. Anova dan bnj 5% diameter batang tanaman minggu ke-1.....	52
10. Diameter Batang Minggu ke-2.....	53
10a. Anova & BNJ5% Diameter Batang Minggu ke-2.....	53
11. Diameter Batang Minggu ke-3.....	53
11a. Anova dan BNJ 5% Diameter Batang Minggu ke-3	54
12. Diameter Batang Minggu ke-4.....	54
12a. Anova dan BNJ 5% Diameter Batang Minggu ke-4	54
13. Diameter Batang Minggu ke-5.....	55
13a. Anova dan BNJ 5% Diameter Batang Minggu ke-5	55
14. Diameter Batang Minggu ke-6.....	56

	Halaman
14a. Anova dan BNJ 5% Diameter Batang Minggu ke-6	56
15. Keparahan Penyakit Minggu ke-4.....	56
16. Keparahan Penyakit Minggu ke-5.....	57
17. Keparahan Penyakit Minggu ke-6.....	57
18. Transformasi arcsin rerata keparahan penyakit.....	57
18a. Keparahan penyakit	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit yang merupakan tanaman perkebunan yang dibudidayakan dan memiliki produktifitas yang menguntungkan. Tanaman sawit dapat menghasilkan minyak nabati atau *Crued Palm Oil* (CPO) (Dewi *et al.*, 2022), juga terdapat banyak olahan yang dapat dihasilkan oleh hasil budidaya tanaman sawit seperti minyak goreng, lilin, sabun dan kosmetik dan berbagai macam produk industri lainnya (Siwi *et al.*, 2021) sehingga menjadi komoditas yang populer dalam kegiatan budidaya pertanian, tetapi dalam produksi kelapa sawit juga terdapat kendala dalam tingkat hasil produksi tanaman kelapa sawit yang dilakukan oleh pihak budidaya, Salah satu kendala yang sering terkendala dalam produksi kelapa sawit dan menjadi masalah yang sering muncul yaitu infeksi oleh patogen busuk pangkal batang kelapa sawit yang disebabkan oleh jamur akar merah (*Ganoderma boninense*) (Fadly *et al.*, 2021).

Penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit merupakan penyakit yang sering menginfeksi dan jamur tersebut menyebabkan terjadinya pembusukan pada pangkal batang tanaman kelapa sawit yang diinfeksi (Fadly *et al.*, 2021) dengan ciri terlihat tubuh buah jamur akar merah yang tumbuh tersebut pada tanaman kelapa sawit yang masih hidup. Tubuh buah ini juga ditemukan pada tanaman yang sudah menunjukkan gejala busuk batang (Susanto, Agus Eko Prasetyo, Priwiratama, *et al.*, 2013). Infeksti *Ganoderma* membuat bagian batang tanaman kelapa sawit terdegradasi ligninnya (Fernanda *et al.*, 2021) dan terjadi pembusukan berkelanjutan. Pada tanaman kelapa sawit yang terinfeksi juga dapat menyebabkan kerusakan yang sangat merugikan hingga 80% bahkan lebih (Elfina *et al.*, 2018). jadi dalam menanggulangi permasalahan yang disebabkan infeksi jamur akar merah (*Ganoderma* sp) tersebut perlu dilakukan tindakan pengendalian yang intensif.

Dalam pengendalian penyakit kelapa sawit penggunaan fungisida kimia hasilnya dapat menekan dan terbukti efektif (Saragih *et al.*, 2021), namun dapat menimbulkan terjadinya resistensi dan efikasi fungisida menurun serta dapat

mencemari lingkungan sehingga terjadinya masalah baru yang dapat ditimbulkan dengan adanya penggunaan fungisida kimia tersebut (Gikas *et al.*, 2022). Dalam meminimalisakan penggunaan zat kimia tersebut terdapat suatu teknik pengendalian yang memanfaatkan atau berbasis agensia hayati yaitu dengan pemanfaatan jamur antagonis seperti *Trichoderma* sp (Dubey *et al.*, 2021) dengan penggunaan agensia hayati ini dapat mengurangi dampak fungisida sintetik, Organisme yang bersifat antagonis merupakan suatu organisme yang dapat menekan perkembangan jamur patogen lainnya dengan mekanisme parasit, mengeluarkan enzim, antibiotik atau terjadinya kopetisi sehingga populasi patogen penyakit berkurang (Afriyie Boakye *et al.*, 2022), dengan penggunaan organisme antagonis dapat diterapkan dalam mengendalikan siklus infeksi patogen seperti penggunaan antagonisme terhadap infeksi patogen jamur akar merah (*Ganoderma* sp) penyebab busuk pangkal batang kelapa sawit dapat menggunakan aplikasi antagonis seperti *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viridae* dan agen antagonis lainnya (Mawar *et al.*, 2021).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma koningii* dapat menghambat *Ganoderma boninense*?
2. Apakah *T. harzianum* dan *T. koningii* yang diaplikasikan dengan bahan organik pembawa abu batu bara dan dolomit dapat meningkatkan daya hambat terhadap infeksi *G boninense* serta menyuburkan kelapa sawit?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui daya hambat *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma koningii* dalam menghambatan jamur patogen *Ganoderma boninense*.
2. Mengetahui efektivitas *T. harzianum* dan *T. koningii* dalam mengendalikan penyakit *Ganoderma boninense* di tanaman kelapa sawit.

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Diduga *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma koningii* dapat menghambat pertumbuhan *Ganoderma boninense*.
2. Diduga Aplikasi formulasi *T. harzianum* dan *T. koningii* dengan penambahan bahan organik abu batu bara dan dolomit dapat efektif dalam mengendalikan infeksi *Ganoderma boninense* dan menyuburkan tanaman kelapa sawit.
3. Diduga perlakuan *T. harzianum* dan *T. koningii* sangat efektif dalam mencegah infeksi *Ganoderma boninense*.

1.5. Manfaat Penelitian

manfaat penelitian ini dapat memberikan informasi dalam pengendalian *Ganoderma boninense* berbasis pengendalian hayati dengan memanfaatkan prinsip antagonisme suatu organisme seperti *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii* yang dapat menekan pertumbuhan organisme yang tidak menguntungkan seperti *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit ke taraf yang tidak merugikan serta ramah lingkungan dan juga bersifat hayati.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, A., Matrood, A., & Rhouma, A. 2022. Bioprotection of *Cucumis melo* from *Alternaria* leaf spot by *Glomus mosseae* and *Trichoderma harzianum*. *Tropicultura*, 40(1), 1–11.
- Abdullah, N. S., Doni, F., Mispan, M. S., Saiman, M. Z., Yusuf, Y. M., Oke, M. A., & Mohd Suhaimi, N. S. 2021. Harnessing *trichoderma* in agriculture for productivity and sustainability. *Agronomy*, 11(12), 1–17.
- Abror, M., & Harjo, R. P. 2018. Efektifitas pupuk organik cair limbah ikan dan *Trichoderma* sp terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* sp) pada sistem hidroponik substrat. *Jurnal AGROSAINS Dan TEKNOLOGI*, 3(1), 1.
- Adam, H., Collin, M., Richaud, F., Beulé, T., Cros, D., Omoré, A., Nodichao, L., Nouy, B., & Tregear, J. W. 2011. Environmental regulation of sex determination in oil palm: Current knowledge and insights from other species. *Annals of Botany*, 108(8), 1529–1537.
- Afriyie Boakye, T., Kwadwo Anning, D., Li, H., Osei, R., Boamah, S., & Anim, S. 2022. Mechanism of Antagonistic Bioagents in Controlling Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* sp.): A Review. *Asian Research Journal of Agriculture*, 15(2), 27–44.
- Alesia, M., Suwandi, S., & Suparman, S. 2021. Aktivitas Pelapukan Kayu Inokulum *Ganoderma boninense* pada Tumpangsari Bibit Kelapa Sawit dan Talas-Talasan. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(1), 108.
- Allaga, H., Zhumakayev, A., Büchner, R., Kocsubé, S., Szűcs, A., Vágvölgyi, C., Kredics, L., & Hatvani, L. 2021. Members of the *Trichoderma harzianum* species complex with mushroom pathogenic potential. *Agronomy*, 11(12), 1–14.
- Almaguer, M., Rojas-Flores, T. I., Rodríguez-Rajo, F. J., & Aira, M. J. (2014). Airborne basidiospores of *Coprinus* and *Ganoderma* in a Caribbean region. *Aerobiologia*, 30(2), 197–204.
- Amaria, W., Taufiq, E., Harni, & Rita. 2013. Seleksi Dan Identifikasi Jamur Antagonis Sebagai Agens Hayati Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) Pada Tanaman Karet. *Buletin RISTRI*, 4(1), 55–64.
- Anisa, D. N., & Ingesti, P. S. 2022. Infektivitas mikoriza tanaman kelapa sawit *Elaeis guineensis* Jack. yang terserang *Ganoderma*. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika*, 7(1), 1–8.

- Ariskun, Neni Marlina, S. 2017. Pengaruh jenis formula dan takaran pupuk organik plus terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Klorofil*, 12(2), 105–110.
- Ariyanti, A. E. L., Suriani, & Wahab, S. S. 2021. Potensi Mikroba Antagonis *Bacillus cereus* dan *Trichoderma* sp. Terhadap Patogen Penting Tanaman Jagung. *Agriculture System Journal*, 1(1), 23–29.
- Beck, T., Gáper, J., Šebesta, M., & Gáperová, S. 2018. Host preferences of wood-decaying fungi of the genus *Ganoderma* in the urban areas of Slovakia. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis Studia Naturae*, 22–37.
- Bélangier, Dufour, Caron, & Benhamou. 2012. Chronological Events Associated with the Antagonistic Properties of *Trichoderma harzianum* against *Botrytis cinerea*: Indirect Evidence for Sequential Role of Antibiosis and Parasitism. *Biocontrol Science and Technology*, 5(1), 41–54.
- Berlian, I., Setyawan, B., & Hadi, H. 2013. Mekanisme antagonisme trichoderma spp. Terhadap beberapa patogen tular tanah. *Warta Perkaretan*, 32(2), 74.
- Bhambri, A., Srivastava, M., Mahale, V. G., Mahale, S., & Karn, S. K. 2022. Mushrooms as Potential Sources of Active Metabolites and Medicines. *Frontiers in Microbiology*, 13(1), 1–29.
- Bharudin, I., Ab Wahab, A. F. F., Abd Samad, M. A., Xin Yie, N., Zairun, M. A., Abu Bakar, F. D., & Abdul Murad, A. M. 2022. Review Update on the Life Cycle, Plant–Microbe Interaction, Genomics, Detection and Control Strategies of the Oil Palm Pathogen *Ganoderma boninense*. *Biology*, 11(2), 1–18.
- Cesaria, R. Y., Wirosoedarmo, R., & Suharto, B. 2014. Pengaruh Penggunaan Starter Terhadap Kualitas Fermentasi Limbah Cair Tapioka Sebagai Alternatif Pupuk Cair. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1(2), 8–14.
- Chatri, M., Handayani, D., & Septiani, J. 2018. Pengaruh Media (Campuran Beras Dan Ampas Tebu) terhadap Pertumbuhan *Trichoderma harzianum* dan Daya Hambatnya terhadap *Fusarium oxysporum* secara In vitro. *Bioscience*, 2(1), 50–60.
- Chew, C. L., Ab Karim, N. A., Quek, W. P., Wong, S. K., Lee, Y. Y., & Chan, E. S. 2021. Aerobic-liquor treatment improves the quality and deep-frying performance of refined palm oil. *Food Control*, 126 (108072), 1–8.
- Chua, J., Min, K. Y., Othman, A., & Yun, W. M. 2022. Correlation between non-ribosomal peptide synthetase (NRPS) production and virulence OF *Ganoderma boninense* PER71 on oil palm (*Elaeis guineensis*). *Journal of Oil Palm Research*, 34(1), 46–55.
- Cikita, D., Khotimah, S., & Linda, R. 2016. Uji antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Phytophthora palmivora* Butl penyebab penyakit busuk buah Kakao

- (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Protobiont*, 5(3), 59–65.
- Craig, R. L., & Levetin, E. 2000. Multi-year study of *Ganoderma* aerobiology. *Aerobiologia*, 16(1), 75–81.
- Dahang, D, Nainggolan, L. P., Sembiring, R. 2021. Pengendalian Penyakit *Ganoderma* Pada Kelapa Sawit Dengan Menggunakan Jamur Endofitik *Hendersonia*. *JMM Jurnal Masyarakat Mandiri*, 5(2), 548–559.
- Dahang, Donatus, & Munthe, K. P. S. M. 2019. Jamur endofitik *Hendersonia* sp: agen biologi alternatif pengendali *Ganoderma* pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Pertanian Agros*, 21(2), 152–163.
- Dewi, R., Djufri, U., & Wijaya, H. 2022. Pemanfaatan Biomassa Padat Kelapa Sawit Sebagai Energi Baru Terbarukan DI PLTU Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara VI Unit Usaha Bunut. *Journal of Electrical Power Control and Automation*, 5(1), 17–23.
- Du, Z., Dong, C. H., Wang, K., & Yao, Y. J. 2019. Classification, Biological Characteristics and Cultivations of *Ganoderma*. In *Advances in Experimental Medicine and Biology* (Vol. 1181).
- Dubey, M., Jensen, D. F., & Karlsson, M. 2021. Functional characterization of the AGL1 aegerolysin in the mycoparasitic fungus *Trichoderma atroviride* reveals a role in conidiation and antagonism. *Molecular Genetics and Genomics*, 296(1), 131–140.
- Elfina, Y., Ali, M., & Munjayanah. 2018. Uji Biofungisida Tepung *Trichoderma harzianum* yang Mengandung Bahan Organik Berbeda terhadap Jamur *Ganoderma boninense* Pat. Secara In Vitro. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 7(1), 20–29.
- Embrandiri, A., Singh, R. P., Ibrahim, H. M., & Ramli, A. A. 2012. Land application of biomass residue generated from palm oil processing: Its potential benefits and threats. *Environmentalist*, 32(1), 111–117.
- Eris, Widiastuti, Suharyanto, Panjaitan, & Taniwiryono. 2022. *Ganoderma* stem rot disease mapping and the chemical and biological characters of endemic lands. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1), 1–10.
- Evizal, R., & Prasmatiwi, F. E. 2022. Penyakit busuk pangkal batang dan performa produktivitas kelapa sawit. *Jurnal Agrotropika*, 21(1), 47–54.
- Fadli, M. I., Lisnawita, L., & Sitepu, S. 2018. Uji Virulensi Dua Isolat *Ganoderma* sp. terhadap Bibit Kelapa Sawit Kultur Jaringan di Laboratorium. *Talenta Conference Series: Agricultural and Natural Resources (ANR)*, 1(1), 6–10.
- Fadly, F., Lisnawita, Safni, I., Lubis, K., & Nurliana. 2021. The potency of antagonistic microbes as plant growth-promoting on oil palm seedling infected with basal stem rot disease (*Ganoderma boninense*). *IOP Conference Series:*

Earth and Environmental Science, 782(4), 1–7.

- Fajarfika, R., Rafsanjani, A., & Nurdiana, D. 2020. eksplorasi jamur antagonis terhadap penyebab busuk pelepah padi (*Sarocladium oryzae*). *Jurnal Ilmiah Media Agrosains*, 6(2), 1–15.
- Fernanda, R., Siddiqui, Y., Ganapathy, D., Ahmad, K., & Surendran, A. 2021. Suppression of *Ganoderma boninense* using benzoic acid: Impact on cellular ultrastructure and anatomical changes in oil palm wood. *Forests*, 12(9), 1–18.
- Gikas, G. D., Parlakidis, P., Mavropoulos, T., & Vryzas, Z. 2022. Particularities of Fungicides and Factors Affecting Their Fate and Removal Efficacy: A Review. *Sustainability (Switzerland)*, 14(7), 1–23.
- Gusnawaty, H., Taufik, M., Triana, L., & Asniah. 2014. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* spp. Indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos*, 4(2), 88–94.
- Hadi Syahputra, M., & Anhar, A. 2017. Isolasi *Trichoderma* spp. dari beberapa rhizosfer tanaman padi asal Solok. *Berkala Ilmiah Bidang Biologi*, 1, 97–105.
- Havira, I., Suliansyah, I., & Sari, W. K. 2022. Fenologi pembungaan dua varietas kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di kebun Pabatu PT Perkebunan Nusantara IV. *Jurnal Agroteknologi Universitas Andalas*, 4(1), 36–43.
- Hushiarian, R., Yusof, N. A., & Dutse, S. W. 2013. Detection and control of *Ganoderma boninense*: Strategies and perspectives. *SpringerPlus*, 2(1), 1–12.
- Ibrahim, M. S., Seman, I. A., Rusli, M. H., Izzuddin, M. A. J., Kamarudin, N., Hashim, K., & Manaf, Z. A. 2020. Surveillance of *Ganoderma* disease in oil palm planted by participants of the smallholders replanting incentive scheme in malaysia. *Journal of Oil Palm Research*, 32(2), 237–244.
- Indrawan, A. D., Suryaminarsih, P., & Mujoko, T. 2021. Prospect of Utilization of Microorganisms *Streptomyces* sp. and *Trichoderma* sp. in Supporting Sustainable Agriculture in the Age of Modern Agriculture. *Sains Dan Teknologi Pertanian Modern*, 32–38.
- Jang, S., Kwon, S. L., Lee, H., Jang, Y., Park, M. S., Lim, Y. W., Kim, C., & Kim, J. J. 2018. New report of three unrecorded species in *Trichoderma harzianum* species complex in Korea. *Mycobiology*, 46(3), 177–184.
- Jankowski, K., & Mincel, M. 2021. Assessment of aggressiveness of *Ganoderma resinaceum* (Boud.) pathogenesis and influence on wood decomposition of pedunculate oak (*Quercus robur* L.). *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 22(4), 93–100.
- Jayengswasono, P., & Wicaksono, K. S. 2022. Utilization of Coal Fly Ash to Increase P Availability, and Its Effect on the Growth of Water Spinach (*Ipomoea reptans* Poir) on a Sandy Soil. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya*

Lahan, 9(2), 457–464.

- Jeyaseelan, Tharmila, & Niranjan. 2012. Antagonistic activity of *Trichoderma* spp. and *Bacillus* spp. against *Pythium aphanidermatum* isolated from tomato damping off. *Archives of Applied Science Research*, 4(4), 1623–1627.
- Johanna Maartje Paath, & Max Ratulangi. 2014. Aplikasi *Trichoderma koningii* dan *Pseudomonas* berfluoresensi untuk Pengendalian Penyakit Cabai di Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 10(4), 133–137.
- Khabita, N., Sulistiyawati, I., & Nurasih, A. D. 2022. Uji Sinergitas Rendaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) dengan Jamur *Trichoderma* spp. Secara In Vitro dan Potensinya Sebagai Gabungan Biopestisida Alami. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(2), 1045.
- Lewis, K., Rumpang, E., Kho, L. K., McCalmont, J., Teh, Y. A., Gallego-Sala, A., & Hill, T. C. 2020. An assessment of oil palm plantation aboveground biomass stocks on tropical peat using destructive and non-destructive methods. *Scientific Reports*, 10(1), 1–12.
- Listiyanti, R., Indriyani, S., Ilmiyah, N., & Kunci, K. 2022. Karakteristik Morfologi Jenis-Jenis Paku Epifit Pada Tanaman Kelapa Sawit di Desa Tegalrejo. *Al Kawnu: Science and Local Wisdom Journal*, 01(03), 99–106.
- Mahmud, Y., Romantis, C., & Zam, S. I. 2020. The Effectiveness of *Trichoderma virens* in Controlling *Ganoderma boninense* in Pre Nursery of *Elaeis guineensis* Jacq. in Peat Medium. *Jurnal Agroteknologi*, 11(1), 11.
- Mathias Mih, A., & Kinge, T. R. 2015. Ecology of Basal Stem Rot Disease of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Cameroon. *American Journal of Agriculture and Forestry*, 3(5), 208–215.
- Matondang, C. O., Muklasin, & Nurhayati. 2022. The effect of antagonist plants in supplying the progress of the event of *Ganoderma* sp root disease. *International Journal of Economic, Business, Accounting, Agriculture Management and Sharia Administration*, 2(2), 237–246.
- Mawar, R., Manjunatha, B. L., & Kumar, S. 2021. Commercialization, Diffusion and Adoption of Bioformulations for Sustainable Disease Management in Indian Arid Agriculture: Prospects and Challenges. *Circular Economy and Sustainability*, 1(4), 1367–1385.
- Momoh, E. O., & Osofero, A. I. 2020. Recent developments in the application of oil palm fibers in cement composites. *Frontiers of Structural and Civil Engineering*, 14(1), 94–108.
- Morcillo, F., Vaissayre, V., Serret, J., Avallone, S., Domonh edo, H., Jacob, F., & Dussert, S. 2021. Natural diversity in the carotene, tocopherol and fatty acid composition of crude palm oil. *Food Chemistry*, 365(1), 1–10.

- Munandar, R. P., Suwandi, S., & Suparman, S. 2021. Pengaruh Tumpangsari dengan Tanaman Rimpang Terhadap Infeksi Awal *Ganoderma boninense* pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*). *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(1), 34.
- Muniroh, M. S., Nusaibah, S. A., Vadamalai, G., & Siddique, Y. 2019. Proficiency of biocontrol agents as plant growth promoters and hydrolytic enzyme producers in *Ganoderma boninense* infected oil palm seedlings. *Current Plant Biology*, 20(2), 100116.
- Nafady, N. A., Sultan, R., El-Zawahry, A. M., Mostafa, Y. S., Alamri, S., Mostafa, R. G., Hashem, M., & Hassan, E. A. 2022. Effective and Promising Strategy in Management of Tomato Root-Knot Nematodes by *Trichoderma harzianum* and Arbuscular Mycorrhizae. *Agronomy*, 12(2), 1–20.
- Nwankwojike Bethrand Nduka, A O Odukwe, & Jonah Agunwamba. 2011. Modification of Sequence of Unit Operations in Mechanized Palm Fruit Processing. *Nigerian Journal of Technology*, 30(30).
- Oktarina, H., Mukhriza, T., Šiller, L., & Singleton, I. 2020. Differential tolerance of *Trichoderma harzianum* and *Rhizoctonia solani* towards silver nanoparticles: potential for agricultural applications. *Jurnal Natural*, 22(2), 73–77.
- Purba, A., Basyuni, M., Putri, L. A. P., Chalil, D., Hayati, R., Arifiyanto, D., & Syahputra, I. 2019. Sequence analysis of *Ganoderma boninense* isolates from oil palm. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 260(1).
- Puspitasari, D., Wibowo, A., Rahayu, S., Prihatini, I., Rimbawanto, A., & No, J. A. (2016). Morphological character of *Phlebiopsis* sp.1 isolates, a potential biological control for *Ganoderma philippii*. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 10(1), 51–61.
- Rahamah, B. M., D, S. N. F. M., A, K., Ahmed, I., R, Z., & M, S. 2012. In vitro effects of salicylic acid, calcium and copper ions on growth and sporulation of *Ganoderma boninense*. *African Journal of Biotechnology*, 17(40), 13477–13489.
- Rahmawati, A., & Susanto, A. 2022. Kajian Karakteristik Abnormalitas Tanaman Kelapa Sawit. *Jurnal Agroteknologi*, 1(1), 80–86.
- Ramesh, Joshi, & Ghanekar. 2009. Pseudomonads: Major antagonistic endophytic bacteria to suppress bacterial wilt pathogen, *Ralstonia solanacearum* in the eggplant (*Solanum melongena* L.). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(1), 47–55.
- Ramona, Y., Darmayasa, I. B. G., & Line, M. A. 2022. Biological control of *Sclerotinia minor* attack on pyrethrum plants by *Trichoderma harzianum* in glasshouse experiment. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(6),

- Rolim, J. M., Walker, C., Mezzomo, R., & Muniz, M. F. 2019. Antagonism and effect of volatile metabolites of *Trichoderma* spp. on *Cladosporium* spp. *Floresta e Ambiente*, 26(2), 1–9.
- Samuels, G. J., Dodd, S., Lu, B. S., Petrini, O., Schroers, H. J., & Druzhinina, I. S. 2006. The *Trichoderma koningii* aggregate species. *Studies in Mycology*, 56(1998), 67–133.
- Saputra, R., Elfina, Y., & Ali, M. 2019. Kemampuan Penghambatan Formulasi Biofungisida Tepung Berbahan Aktif *Trichoderma pseudokoningii* Rifai Setelah Penyimpanan Terhadap Jamur *Ganoderma boninense* Pat. secara in vitro. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 15(2), 106–110.
- Saputra, R., Puspita, F., Hamzah, A., Irfandri, & Suryani, E. 2022. Morphological characterization of *Trichoderma* spp. isolated from the oil palm rhizosphere in peat soils and its potential as a biological control for *Ganoderma boninense* in vitro. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(2), 1–13.
- Saragih, W. S., Purba, E., Lisnawita, L., & Basyuni, M. (2021). The Fourier transform infrared spectroscopy from *Diplazium esculentum* and *Rivina humilis* analysis to reveals the existence of necessary components in oil palm plantations of *Ganoderma boninense* control. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(9), 3645–3651.
- Sepwanti, C., Rahmawati, M., & Elly Kesumawati. 2016. Pengaruh varietas dan dosis kompos yang diperkaya *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Kawista*, 1(1), 68–74.
- Silgado, K. J., Marrugo, G. D., & Puello, J. 2014. Adsorption of chromium (VI) by activated carbon produced from oil palm endocarp. *Chemical Engineering Transactions*, 37(VI), 721–726.
- Simanjuntak, D., Fahrdayanti., dan A. S. 2013. Efikasi Mikoriza dan *Trichoderma* Sebagai Pengendali Penyakit Busuk Pangkal Batang (*Ganoderma*) dan Sebagai Pemacu Pertumbuhan di Pembibitan Kelapa Sawit. *Widyariset*, 16(2), 233–242.
- Singh, R. P., Ibrahim, M. H., Esa, N., & Iliyana, M. S. 2010. Composting of waste from palm oil mill: A sustainable waste management practice. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 9(4), 331–344.
- Siwi, S. H., Lianto, F., & Chin, J. 2021. Pemanfaatan Limbah Jelantah Sebagai Program Pengembangan Produk Umkm Di Wilayah Kampung Kota. *Jurnal Bakti Masyarakat Indonesia*, 4(2), 457–466.
- Sri Hastuti, U., & Rahmawati, I. 2016. The Antagonism Mechanism Of *Trichoderma* spp. Towards *Fusarium solani* Mold. *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 5(3), 178–181.

- Steyaert, Ridgway, Elad, & Stewart. 2003. Genetic basis of mycoparasitism: A mechanism of biological control by species of *Trichoderma*. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 31(4), 281–291.
- Suhartati, S., & Wahyudi, A. 2011. Pola Agroforestry Tanaman Penghasil Gaharu Dan Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 8(4), 363–371.
- Sukariawan, A., Febrianto, E. B., Sakiah, Ridho, M., & Karnando, D. 2021. *Ganoderma boninense* control in palm oil plantations using *Trichoderma harzianum* in various Media. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 819(1), 1–7.
- Sun, Y. F., Lebreton, A., Xing, J. H., Fang, Y. X., Si, J., Morin, E., Miyauchi, S., Drula, E., Ahrendt, S., Cobaugh, K., Lipzen, A., Koriabine, M., Riley, R., Kohler, A., Barry, K., Henrissat, B., Grigoriev, I. V., Martin, F. M., & Cui, B. K. 2022. Phylogenomics and Comparative Genomics Highlight Specific Genetic Features in *Ganoderma* Species. *Journal of Fungi*, 8(311), 1–23.
- Susanti, A., & Ma'rufah, S. 2021. Pengaruh *Trichoderma* sp dan EM4 Terhadap Kandungan Hara Kompos Biomasa Pertanian dan Gulma. *Agrosaintifika*, 3(2), 209–218.
- Susanto, A., Agus Eko Prasetyo, Hari Priwiratama, Wening, S., & Suriyanto. 2013. *Ganoderma boninense* Penyebab Penyakit Busuk Batang Atas Kelapa Sawit. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(4), 123–126.
- Susanto, A., Agus Eko Prasetyo, Priwiratama, H., Wening, S., & Yuriyanto. 2013. *Ganoderma boninense* Penyebab Penyakit Busuk Batang Atas Kelapa Sawit. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(4), 123–126.
- Sutarman, Eko Prihatiningrum, A., & Miftahurrohmat, A. 2021. Fungistatic Effect of *Ipomea Carnea* Extract and *Trichoderma Esperellum* Against Various Fungal Biological Agents. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1012(1).
- Suwandi, S., Rudi Putra, M., Suparman, S., Chandra, I., & Ahmad, M. 2022. Mixed Planting With Rhizomatous Plants Interferes With *Ganoderma* Disease In Oil Palm. *Journal Of Palm Oil Research*, 1(1).
- Teguh Budi Prasetyo, & Syafrimen Yasin, dan E. i Y. 2020. Pengaruh pemberian abu batubara sebagai sumber silika (SI) bagi pertumbuhan dan produksi tanaman padi (*Oryza sativa* L). *Suparyanto Dan Rosad (2015)*, 5(3), 248–253.
- Tsahouridou, & Thanassouloupoulos. 2002. Proliferation of *Trichoderma koningii* in the tomato rhizosphere and the suppression of damping-off by *Sclerotium rolfsii*. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(6), 767–776.
- Wirawan, A. E., Djauhari, S., & Sulistyowati, L. 2014. analisis perbedaan pengaruh penerapan sistem PHT dan konvensional terhadap keanekaragaman

- Trichoderma* sp. pada lahan padi. *J. Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 2(3), 66–73.
- Yang, X., Sun, S., Chen, Q., Zhang, Z., Wang, J., Liu, Y., & Wang, H. 2022. A Polysaccharide of *Ganoderma lucidum* Enhances Antifungal Activity of Chemical Fungicides against Soil-Borne Diseases of Wheat and Maize by Induced Resistance. *Agriculture (Switzerland)*, 12(1).
- Yanti, Y., Nurbailis, & Rifai, I. 2021. Identifikasi Isolat Rhizobakteria Indigenos Kandidat Agen Biokontrol *Ganoderma boninense* Berdasarkan Sekuen Gen 16S rRNA. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 9(1), 57–63.
- Zafra, G., & Cortés-Espinosa, D. V. 2015. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by *Trichoderma* species: a mini review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(24), 19426–19433.