

SKRIPSI

**EFIKASI PENEKANAN JAMUR *Ganoderma boninense*
DAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA
BIBIT KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN
FORMULASI YANG MENGANDUNG *Trichoderma*
spp., *Beauveria bassiana*, EKSTRAK JAHE,
TEMULAWAK, DAN KUNYIT**

***EFFICACY OF SUPPRESSING THE *Ganoderma*
boninense FUNGUS AND STEM ROT DISEASE IN OIL
PALM SEEDLINGS USING A FORMULATION
CONTAINING *Trichoderma spp.*, *Beauveria bassiana*,
GINGER, CUMERICA, AND TURMERIC EXTRACT***



**Loviga Br Bangun
05081281924080**

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

SUMMARY

LOVIGA BR BANGUN: Efficacy of Suppressing the *Ganoderma boninense* Fungus and Stem Rot Disease in Oil Palm Seedlings Using a Formulation Containing *Trichoderma* spp., *Beauveria bassiana*, Ginger, Cumerica, and Turmeric Extract (Supervised by **SUWANDI**)

Base stem rot (BSR) caused by *Ganoderma boninense* is an important disease that attacks oil palm. *G. boninense* does not only attack old plants, but also young plants or seedlings. BSR is a disease that is very difficult to control and causes enormous losses to plantations. The use of secondary metabolites of biological agents and natural ingredients such as *Trichoderma* spp., *Beauveria bassiana*, and rhizome plant extracts which have antifungal potential in controlling BSR disease. This study aims to determine the efficacy of suppressing the fungus *G. boninense* and basal stem rot disease in oil palm using a formulation containing *Trichoderma* spp., *B. bassiana*, extracts of ginger, temulawak, and turmeric as well as the interaction between the concentration of the formulation used and the time application.

This research was conducted from January to December 2022 at the Phytopathology and Greenhouse Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. This study consisted of 3 trials: the first experiment was in vitro, an experiment on early infected oil palm seedlings, and an experiment on late infected oil palm seedlings. The in vitro experiment used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 5 replications. Experiments on early infected oil palm seedlings used a 2×3 completely randomized factorial design (RALF) with separate control treatments, where the factors used were the concentration factor and the application time factor. Experiments on oil palm seedlings with advanced infection used a randomized block design (RBD) with 4 treatments and 5 replications.

The results of this study indicate that the TrBbJaTmKu formulation is antifungal which inhibits the growth of *G. boninense*. Administration of the TrBbJaTmKu formulation to oil palm seedlings with early infection or late infection did not significantly reduce the severity of the disease but increased the growth of the oil palm seedlings.

Key Words: Oil palm seeds, *Ganoderma boninense*, *Trichoderma* spp., *Beauveria bassiana*, Rhizome Extract

RINGKASAN

LOVIGA BR BANGUN: Efikasi Penekanan Jamur *Ganoderma Boninense* dan Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Bibit Kelapa Sawit Menggunakan Formulasi yang Mengandung *Trichoderma* spp., *Beauveria bassiana*, Ekstrak Jahe, Temulawak, dan Kunyit (Supervised by **SUWANDI**)

Penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *Ganoderma boninense* merupakan penyakit penting yang menyerang kelapa sawit. *G. boninense* tidak hanya menyerang tanaman tua, namun menyerang tanaman muda ataupun bibit. BPB adalah penyakit yang sangat sulit dikendalikan dan menyebabkan kerugian yang sangat besar bagi perkebunan. Penggunaan metabolit sekunder agen hayati dan bahan alami seperti *Trichoderma* spp., *Beauveria bassiana*, dan ekstrak tanaman rimpang yang memiliki antijamur berpotensi dalam pengendalian penyakit BPB. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efikasi penekanan jamur *G. boninense* dan penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit menggunakan formulasi yang mengandung *Trichoderma* spp., *B. bassiana*, ekstrak jahe, temulawak, dan kunyit (TrBbJaTmKu) serta interaksi antara konsentrasi formulasi yang digunakan dan waktu aplikasi.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Desember 2022 di Laboratorium Fitopatologi dan Rumah Kaca, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Penelitian ini terdiri dari 3 percobaan yaitu percobaan pertama secara *in vitro*, percobaan pada bibit kelapa sawit infeksi awal, dan percobaan pada bibit kelapa sawit infeksi lanjut. Percobaan *in vitro* menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Percobaan pada bibit kelapa sawit infeksi awal menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (RALF) 2×3 dengan perlakuan kontrol terpisah, dimana faktor yang digunakan adalah faktor konsentrasi dan faktor waktu aplikasi. Percobaan pada bibit kelapa sawit infeksi lanjut menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa formulasi TrBbJaTmKu bersifat antijamur yang menghambat pertumbuhan *G. boninense*. Pemberian formulasi TrBbJaTmKu pada bibit kelapa sawit infeksi awal ataupun infeksi lanjut tidak secara nyata menekan keparahan penyakit tetapi meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Kata Kunci: Bibit kelapa sawit, *Ganoderma boninense*, *Trichoderma* spp., *Beauveria bassiana*, Ekstrak Rimpang

SKRIPSI

EFIKASI PENEKANAN JAMUR *Ganoderma boninense* DAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA BIBIT KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN FORMULASI YANG MENGANDUNG *Trichoderma* *spp.*, *Beauveria bassiana*, EKSTRAK JAHE, TEMULAWAK, DAN KUNYIT

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



**Loviga Br Bangun
05081281924080**

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

LEMBAR PENGESAHAN

EFIKASI PENEKANAN JAMUR *Ganoderma boninense* DAN
PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA BIBIT
KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN FORMULASI YANG
MENGANDUNG *Trichoderma* spp., *Beauveria bassiana*,
EKSTRAK JAHE, TEMULAWAK, DAN KUNYIT

SKRIPSI

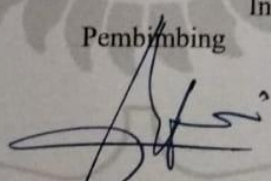
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

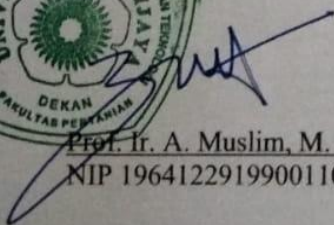
Loviga Br Bangun
05081281924080

Indralaya, Desember 2022

Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Suwandi, M. Agr
NIP 19680111993021001

Mengetahui,
Dekan Pertanian Unsri


Prof. Ir. A. Muslim, M. Agr
NIP 196412291990011001

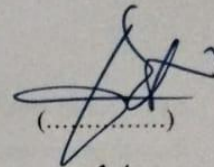


Skripsi dengan judul "Efikasi Penekanan Jamur *Ganoderma Boninense* dan Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Bibit Kelapa Sawit Menggunakan Formulasi yang Mengandung *Trichoderma spp.*, *Beauveria bassiana*, Ekstrak Jahe, Temulawak, dan Kunyit" oleh Loviga Br Bangun telah dipertahankan di hadapan komisi penguji skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada 26 Desember 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Peguji

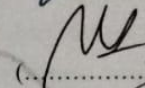
1. Prof. Dr. Ir. Suwandi, M. Agr
NIP 19680111993021001

Ketua

(.....)


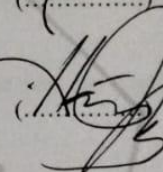
2. Arsi, S.P, M.si
NIPUS 198510172005105101

Sekretaris

(.....)


3. Dr. -phil. Ir. Arinafril
NIP 196504061990031003

Anggota

(.....)


Indralaya, Desember 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan



Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si
NIP 1965102019922032001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Loviga Br Bangun

NIM : 05081281924080

Judul : Efikasi Penekanan Jamur *Ganoderma Boninense* dan Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Bibit Kelapa Sawit Menggunakan Formulasi yang Mengandung *Trichoderma* spp., *Beauveria bassiana*, Ekstrak Jahe, Temulawak, dan Kunyit

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang di amati di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi 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, November 2022



Loviga Br Bangun
05081281924080

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Batukarang pada tanggal 26 Mei 2000. Penulis merupakan anak dari pasangan Alm. Nasipta Bangun dan Nora Br Sembiring yang beralamat di Desa Batukarang, Kecamatan Payung, Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-kanak di TK GBKP Batukarang, Sekolah Dasar di SD Negeri 040492, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Payung dan Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Negeri Binaan Provinsi Sumatera Utara. Penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri pada tahun 2019 sebagai mahasiswa Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan penerima BIDIKMISI.

Pada tahun 2021 penulis dipercaya sebagai Sekretaris Departemen Seni dan Olahraga Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO). Tahun 2021 dipercaya sebagai Koordinator Dana dan Usaha di acara Masa Perkenalan Mahasiswa Karo Sriwijaya (MAPER MAKASRI). Tahun 2021 dipercaya sebagai Bendahara muda-mudi Gereja GBKP Palembang Sektor Elshaday (PERMATA). Tahun 2022 dipercaya sebagai koordinator asisten praktikum vertebrata, koordinator asisten praktikum penyakit benih dan pascapanen, dan anggota asisten praktikum sistem pertanian lahan basah.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan kemurahan yang diberikan kepada penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Suwandi, M. Agr sebagai dosen pembimbing atas kesabaran dan perhatiannya dalam memberikan arahan kepada penulis sejak perencanaan, pelaksanaan, penyusunan, dan penulisan ke dalam bentuk skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah yang sudah memberikan kesempatan sebagai mahasiswi penerima BIDIKMISI dan membiayai penulis hingga menyelesaikan masa studi dan mendapat gelar sarjana.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan juga kepada bapak dan mamak serta keluarga yang tidak ada henti-hentinya memberikan doa dan dukungan sehingga penulis menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu. Keluarga besar Proteksi Tanaman mulai dari Bapak/Ibu dosen, Nurcahaya Purba teman seperjuangan dari Maba sampai lulus, seperjuangan (HPT 19), Tim Collega, kuaci squads, Keluarga Meha (Marlina, Gita, dan Laura), Keluarga Kost Vilcer, dan semua orang yang tidak bisa saya sebut satu-persatu yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini. Mudah-mudahan skripsi ini meberikan manfaat bagi para pembaca.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Hipotesis.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Bibit Kelapa Sawit.....	5
2.1.1. Klasifikasi Bibit Kelapa Sawit.....	5
2.1.2. Morfologi Bibit Kelapa Sawit.....	5
2.1.3. Syarat Tumbuh Bibit Kelapa Sawit.....	6
2.2. Penyakit Busuk Pangkal Batang.....	6
2.2.1. Klasifikasi Patogen.....	7
2.2.2. Morfologi Patogen.....	7
2.2.3. Gejala Penyakit.....	8
2.3. <i>Trichoderma</i> spp.....	8
2.3.1. Morfologi <i>Trichoderma</i> spp.....	9
2.3.2. Metabolit Sekunder <i>Trichoderma</i> spp.....	9
2.4. <i>Beauveria bassiana</i>	9
2.4.1. Morfologi <i>Beauveria bassiana</i>	10
2.4.2. Metabolit Sekunder <i>Beauveria bassiana</i>	10
2.5. Antifungi Ekstrak Jahe, Temulawak, dan Kunyit.....	11
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1. Tempat dan Waktu.....	12
3.2. Alat dan Bahan.....	12

3.3. Metode Penelitian	12
3.4. Cara Kerja	14
3.4.1. Persiapan Formulasi TrBbJaTmKu	14
3.4.2. Persiapan Isolat <i>Ganoderma boninense</i>	15
3.4.3. Uji Invitro.....	15
3.4.4. Percobaan di Rumah Kaca.....	16
3.5. Pengamatan	19
3.5.1. Pengamatan Uji <i>In vitro</i>	19
3.5.2. Pengamatan di Rumah Kaca.....	20
3.6. Analisis Data.....	21
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1. Hasil	22
4.1.1. Percobaan <i>in vitro</i>	22
4.1.2. Percobaan di Rumah Kaca	28
4.2. Pembahasan.....	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
4. 1. Kecepatan tumbuh <i>Ganoderma boninense</i> pada perlakuan yang berbeda	23
4. 2. Nilai pH dan EC koloni jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada perlakuan yang berbeda.....	24
4. 3. Kecepatan tumbuh <i>Ganoderma boninense</i> pada perlakuan yang berbeda	25
4. 4. Nilai pH dan EC koloni jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada perlakuan yang berbeda.....	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Busuk pangkal batang yang disebabkan oleh <i>Ganoderma boninense</i>	7
2.2. Tubuh buah <i>Ganoderma boninense</i>	8
3.1. Susunan rancangan penelitian percobaan <i>in vitro</i>	13
3.2. Susunan rancangan penelitian percobaan rumah kaca pertama	13
3.3. Susunan rancangan penelitian percobaan rumah kaca kedua	14
3.4. Isolat <i>Ganoderma boninense</i> yang digunakan pada penelitian	15
3.5. Proses persiapan inokulum <i>Ganoderma boninense</i> Potongan kayu karet (PKK) direndam selama 2 hari dan PKK yang sudah ditumbuhi miselium <i>Ganoderma boninense</i>	17
4.1. Pengaruh konsentrasi formulasi yang ditambahkan pada media MEA terhadap pertumbuhan koloni <i>Ganoderma boninense</i>	22
4.2. Pertumbuhan koloni <i>Ganoderma boninense</i> hari kelima pada media MEA yang ditambahkan formulasi konsentrasi 2,5%, konsentrasi 0,25%, kontrol, dan fungisida	23
4.3. Hifa jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA yang ditambahkan formulasi konsentrasi 2,5%, konsentrasi 0,25%, dan kontrol	24
4.4. Pengaruh konsentrasi formulasi yang ditambahkan pada media MEA terhadap pertumbuhan koloni <i>G. boninense</i>	25
4.5. Pertumbuhan koloni <i>Ganoderma boninense</i> hari kelima pada media MEA kontrol (a) dan media MEA yang ditambahkan formulasi konsentrasi 2,5%, konsentrasi 0,25%, dan fungisida.....	26
4.6. Hifa jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA yang ditambahkan formulasi konsentrasi 2,5%, konsentrasi 0,25%, dan kontrol.....	27
4.7. Pengaruh perlakuan konsentrasi dan waktu aplikasi selama 4 bulan terhadap tinggi tanaman bibit kelapa sawit.....	28

4.8. Pengaruh perlakuan konsentrasi dan waktu aplikasi selama 4 bulan terhadap keliling batang bibit kelapa sawit.....	29
4.9. Pengaruh perlakuan konsentrasi dan waktu aplikasi selama 4 bulan terhadap luas daun bibit kelapa sawit.....	29
4.10. Pengaruh perlakuan konsentrasi dan waktu aplikasi selama 4 bulan terhadap perkembangan penyakit dan luas kurva perkembangan penyakit pada bibit kelapa sawit.....	30
4.11. Sampel keparahan bibit kelapa sawit yang diinokulasikan <i>Ganoderma boninense</i> dan diaplikasikan formulasi.....	31
4.12. Pengaruh perlakuan konsentrasi dan waktu aplikasi selama 4 bulan terhadap tinggi tanaman bibit kelapa sawit.....	32
4.13. Pengaruh perlakuan konsentrasi dan waktu aplikasi selama 4 bulan terhadap lingkaran batang bibit kelapa sawit.....	32
4.14. Pengaruh perlakuan konsentrasi dan waktu aplikasi selama 4 bulan terhadap luas daun bibit kelapa sawit.....	33
4.15. Pengaruh perlakuan konsentrasi dan waktu aplikasi selama 4 bulan terhadap perkembangan penyakit dan luas kurva perkembangan penyakit pada bibit kelapa sawit.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 a. Diameter koloni (mm) jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada Perlakuan Kontrol percobaan pertama	45
1 b. Diameter koloni (mm) jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada perlakuan 0,25% percobaan pertama.....	45
1 c. Diameter koloni (mm) jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada Perlakuan 2,5% percobaan pertama	45
1 d. Pengukuran pH dengan <i>Ganoderma boninense</i> percobaan pertama	46
1 e. Uji EC dengan <i>Ganoderma boninense</i> percobaan pertama	46
2 a. Diameter koloni (mm) jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada perlakuan kontrol percobaan kedua.....	46
2 b. Diameter koloni (mm) jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada perlakuan 0,25% percobaan kedua.....	46
2 c. Diameter koloni (mm) jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada perlakuan 2,5% percobaan kedua.....	47
2 d. Pengukuran pH dengan <i>Ganoderma boninense</i> percobaan kedua....	47
2 e. Uji EC dengan <i>Ganoderma boninense</i> percobaan kedua.....	47
3 a. Tinggi bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan Pertama setelah aplikasi.....	47
3 b. Tinggi bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan kedua setelah aplikasi.....	48
3 c. Tinggi bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan ketiga setelah aplikasi.....	48
3 d. Tinggi bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan Keempat setelah aplikasi.....	48
4 a. Lingkar batang bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan pertama setelah aplikasi.....	49

4 b.	Lingkar batang bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan kedua setelah aplikasi.....	49
4 c.	Lingkar batang bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan ketiga setelah aplikasi.....	49
4 d.	Lingkar batang bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan keempat setelah aplikasi.....	50
5 a.	Skor penyakit bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan pertama setelah aplikasi.....	50
5 b.	Skor penyakit bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan kedua setelah aplikasi.....	50
5 c.	Skor penyakit bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan ketiga setelah aplikasi.....	51
5 d.	Skor penyakit bibit kelapa sawit pada infeksi awal pengamatan bulan keempat setelah aplikasi.....	51
6 a.	Tinggi bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan pertama setelah aplikasi.....	51
6 b.	Tinggi bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan Kedua setelah aplikasi	51
6 c.	Tinggi bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan ketiga setelah aplikasi.....	52
6 d.	Tinggi bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan keempat setelah aplikasi.....	52
7 a.	Lingkar batang bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan pertama setelah aplikasi	52
7 b.	Lingkar batang bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan kedua setelah aplikasi	52
7 c.	Lingkar batang bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan ketiga setelah aplikasi.....	53
7 d.	Lingkar batang bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan keempat setelah aplikasi	52
8 a.	Luas daun bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan pertama setelah aplikasi.....	53

8 b.	Luas daun bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan kedua setelah aplikasi	53
8 c.	Luas daun bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan ketiga setelah aplikasi	54
8 d.	Luas daun bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan keempat setelah aplikasi.....	53
9 a.	Skor penyakit bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan pertama setelah aplikasi	54
9 b.	Skor penyakit bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan kedua setelah aplikasi	54
9 c.	Skor penyakit bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan ketiga setelah aplikasi	55
9 d.	Skor penyakit bibit kelapa sawit pada infeksi lanjut pengamatan bulan keempat setelah aplikasi	54

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas perkebunan yang banyak dibudidayakan di beberapa negara tropis khususnya di Indonesia. Indonesia termasuk ke dalam produsen minyak sawit terbesar di dunia (Purba dan Ardiyanti, 2019). Kelapa sawit juga merupakan salah satu komoditas perkebunan utama dan unggulan sebagai penghasil minyak nabati serta memiliki peranan penting dalam perekonomian di Indonesia (Liew *et al.*, 2015). Namun, dalam budidaya kelapa sawit masih memiliki kendala yang dapat mempengaruhi hasil produksi karena adanya serangan penyakit seperti busuk akar sawit, layu fusarium, dan busuk pangkal batang. Penyakit busuk pangkal batang disebabkan oleh jamur *Ganoderma boninense*, yaitu penyakit yang paling merusak dan sulit dikendalikan sehingga menyebabkan kerugian yang cukup tinggi (Priwiratama *et al.*, 2014).

Jamur *G. boninense* adalah patogen jamur tular tanah yang menyebar melalui spora dan menyebabkan busuk pangkal batang pada kelapa sawit (Puspika dan Pinem, 2018). Selain menyerang tanaman tua, *G. boninense* juga menyerang tanaman muda atau bibit kelapa sawit. Jamur *G. boninense* dapat menginfeksi dan menembus akar dengan perkembangan yang cukup cepat di seluruh bagian akar hingga menyerang bagian pangkal batang (Susanto *et al.*, 2013). Jamur *G. boninense* berkembang dengan cara menghentikan pertumbuhan dan terdapat pembusukan pada pangkal batang kelapa sawit. Seperti patogen akar lainnya, infeksi awal dan perkembangan penyakit ini tidak begitu terlihat jelas karena tersembunyi di dalam tanah (Bharudin *et al.*, 2022).

Umumnya gejala yang timbul akibat serangan *G. boninense* adalah terhambatnya pertumbuhan serta daun berubah warna menjadi lebih pucat seperti kekurangan air dan unsur hara (Elfina *et al.*, 2015). Gejala awal pada tanaman muda ditandai dari tanaman bagian daun terbawah mengalami nekrosis dan lama kelamaan mengering. Sedangkan pada tanaman dewasa, semua pelepah dan daun berubah warna menjadi pucat yang lama kelamaan mengering serta suatu saat tanaman akan mati (Saragih *et al.*, 2021). Pengendalian penyakit BPB kelapa sawit

telah banyak dilakukan dengan menggunakan pestisida kimia. Pengendalian dengan pestisida kimia sebenarnya kurang efektif serta memiliki dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Alviodinasyari *et al.*, 2015).

Pengendalian penyakit BPB kelapa sawit diperlukan teknik yang tepat dan bersifat ramah lingkungan. Pengendalian hayati dengan memanfaatkan agens antagonis seperti *Trichoderma* sp. (Nurzannah *et al.*, 2022) dan tanaman rimpang berbahan aktif rempah-rempah asli Indonesia yang dapat bersifat antagonis terhadap penekanan *G. boninense* (Widiastuti *et al.*, 2016). Berdasarkan penelitian Mahmud *et al* (2020) menunjukkan bahwa uji antagonis *Trichoderma virens* dengan *G. boninense* secara *in vitro* memiliki daya hambat 73.5%. Keuntungan menggunakan *Trichoderma* spp. yaitu pertumbuhannya cepat dan mudah dibiakkan serta mampu berkompetisi dengan patogen. Jamur *Trichoderma* spp. menghasilkan metabolit sekunder yang mampu menekan pertumbuhan jamur patogen. *Alkyl pyrones* merupakan salah satu metabolit sekunder yang dihasilkan *Trichoderma* spp. (Berlian *et al.*, 2013). Selain *Trichoderma* spp., berdasarkan penelitian Barra-Bucarei *et al.*, (2020) *Beauveria bassiana* yang umumnya dijadikan sebagai entomopatogen juga memiliki kemampuan sebagai antijamur.

Jamur *B. bassiana* menghasilkan metabolit sekunder yang berperan sebagai antibakteri, antijamur, insektisida, dan meningkatkan ketahanan tanaman (Munawara dan Haryadi, 2020). Oosporein, beauvericin, bassianolide, bassianin, beauveriolide, bassiacridin, dan siklosporin adalah beberapa metabolit yang dihasilkan jamur *B. bassiana*, dan diantaranya oosporein dan beauvericin memiliki aktivitas antijamur (Barra-Bucarei *et al.*, 2020). Sebagai agen biokontrol, *B. bassiana* mempunyai beberapa mekanisme pertahanan terhadap pertumbuhan jamur patogen seperti antibiotik, parasitisme, persaingan nutrisi dan ruang (Ownley *et al.*, 2008). Berdasarkan penelitian (Culebro-Ricaldi *et al.*, 2017) membuktikan bahwa, selain berperan sebagai entomopatogen *B. bassiana* memiliki kemampuan yang cukup efisien dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* sebesar 72%.

Tanaman menghasilkan senyawa metabolit primer dan senyawa metabolit sekunder. Pengendalian dengan memanfaatkan senyawa metabolit sekunder dari tanaman rimpang-rimpangan juga berpotensi sebagai pertahanan terhadap patogen penyebab penyakit pada tanaman (Rachmawan dan Dalimunthe, 2017).

Berdasarkan penelitian Radwan *et al.*, (2014) menyatakan bahwa kunyit memiliki senyawa antijamur terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum fragariae*, *Colletotrichum gloesporioides*. Tanaman rimpang-rimpangan menghasilkan metabolit sekunder yang dapat menghambat pertumbuhan miselium jamur *Ganoderma* sp. (Rahmadhani *et al.*, 2018). Jamur akar putih *Ringidoporus microporus* dan *G. boninense* termasuk ke dalam ordo Polyporales dan sama-sama melapuk lignin (Suwandi, 2007). Yulianti *et al.*, (2017) melaporkan bahwa lengkuas dan temulawak dapat mengakibatkan penurunan viabilitas dan pertumbuhan rizomorf jamur akar putih. Selain itu, senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan lengkuas juga dapat menekan pertumbuhan miselium dari jamur akar putih (Silva *et al.*, 2017).

1.2. Rumusan Masalah

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

1. bagaimana efikasi penekanan jamur *G. boninense* dan penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit menggunakan formulasi yang mengandung *Trichoderma* spp., *B. bassiana*, ekstrak jahe, temulawak, dan kunyit?
2. apakah interaksi antara konsentrasi formulasi yang digunakan dan waktu aplikasi berpengaruh terhadap efikasi penekanan penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit?
3. apakah formulasi dengan konsentrasi 2,5% lebih efektif dalam menekan jamur *G. boninense* dibandingkan konsentrasi 0,25%?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. untuk mengetahui efikasi penekanan jamur *G. boninense* dan penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit menggunakan formulasi yang mengandung *Trichoderma* spp., *B. bassiana*, ekstrak jahe, temulawak, dan kunyit

2. untuk mengetahui interaksi antara konsentrasi formulasi yang digunakan dan waktu aplikasi berpengaruh terhadap efikasi penekanan penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit
3. untuk mengetahui konsentrasi mana yang paling efektif dalam menekan jamur *G. boninense*

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. diduga pemberian formulasi yang mengandung *Trichoderma* spp., *B. bassiana*, ekstrak jahe, temulawak, dan kunyit dapat menekan jamur *G. boninense* dan penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit
2. diduga interaksi antara konsentrasi formulasi dan waktu aplikasi yang paling efektif adalah konsentrasi 2,5% dan waktu aplikasi setiap bulan
3. diduga konsentrasi 2,5% lebih efektif dalam menekan jamur *G. boninense* dibandingkan 0,25%

DAFTAR PUSTAKA

- Akter, J., Hossain, M.A., Sano, A., Takara, K., Islam, M.Z. dan Hou, D.X., 2018. Antifungal activity of various species and strains of turmeric (*Curcuma* spp.) against *Fusarium solani* sensu lato. *Pharmaceutical Chemistry journal*, 52(4), 320-325.
- Alvi, B., Ariyanti, M. dan Maxiselly, Y., 2018. Pemanfaatan beberapa jenis urin ternak sebagai pupuk organik cair dengan konsentrasi yang berbeda pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan utama. *Jurnal Kultivasi*, 17(2), 622-627.
- Alviodynasari, 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), 10–14.
- Amutha, M., Banu, J.G., Surulivelu, T. dan Gopalakrishnan, N. 2010. Effect of commonly used insecticides on the growth of white Muscardine fungus, *Beauveria bassiana* under laboratory conditions. *Journal of Biopesticides*, 3(1), 143–146.
- Andini, P., Agustinur. dan Ritonga, N.C., 2022. Kajian insidensi penyakit bercak daun pada pembibitan kelapa sawit di main nursery PT. Socfindo Kebun Seunagan. *BIOFARM*, 18(2), 68-74.
- Ariyanti, M., Dewi, I.R., Maxiselly, Y. dan Chandra, Y.A., 2018. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan komposisi media tanam dan interval penyiraman yang berbeda. *Jurnal Pen. Kelapa Sawit*, 26(1), 11-22.
- Berlian, I., Setyawan, B. dan Hadi, H. 2013. Mekanisme antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap beberapa patogen tular tanah. *Warta Perkaretan*, 32(2), 74.
- Bharudin, I., Wahab, A.F.F.A., Samad, M.A.A., Yie, N.X., Zairun, M.A., Bakar, F.D.A. dan Murad, S.M.A., 2022. Review update on the life cycle, plant–microbe interaction, genomics, detection and control strategies of the oil palm pathogen *Ganoderma boninense*. *Biology*, 11, 251.
- Barra-Bucarei, L., Iglesias, A.F., Gonzalesz, M.G., Aguayo, G.S., Fernandez, J.C., Castro, J.F. dan Campos, J.O., 2019. Antifungal activity of *Beauveria bassiana* endophyte against botrytis cinerea in two solanaceae crops. *Microorganisms*, 8(65), 1-15.

- Chen, T., Lu, J., Kang, B., Lin, M., Ding, L., Zhang, L., Chen, G., Chen, S. dan Lin, H., 2018. Antifungal activity and action mechanism of ginger oeloresin against *Pestalotiopsis microspora* isolated from chinese olive fruits. *Front. Microbiol*, 9, 2583.
- Corley, R. H. V., Tinker, P. B. 2003. The Oil Palm. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Cornejo, H.A.C., Rodriguez, L.M., Val, E.D. dan Larsen, J., 2016. Ecological functions of *Trichoderma* spp. and their secondary metabolites in the rhizosphere: interactions with plants. *FEMS Microbiology Ecology*, 92, 1-17.
- Culebro-Ricaldi, J.M., Ruiz-Valdiviezo, V.M., Rodriguez-Mendiola, M.A., Aviula-Miranda, M.E., Gutierrez-Miceli, F.A., Cruz-Rodriguez, R.I., Dendooven, L. dan Montes-Molina, J. A., 2017. Antifungal properties of *Beauveria bassiana* strain against *Fusarium oxysporum* f. so. lycopersici race 3 in tomato crop. *Journal of Enviromental Biology*, 38, 821–827.
- Elfina, Y., Ali, M. dan Delfina., 2015. Penggunaan biofungisida pelet *Trichoderma harzianum* pada pembibitan awal kelapa sawit. *J. Agrotek. Trop*, 4(1), 30–37.
- Elfina, Y., Ali, M. dan Saputra, R., 2017. Penggunaan bahan organik dan kombinasinya dalam formulasi biofungisida berbahan aktif jamur *Trichoderma pseudokoningii* Rifai. untuk menghambat Jamur *Ganoderma boninense* Pat. secara *in vitro*. *Jurnal Natur Indonesia*, 16(2), 79-90.
- Evans, H. C., 2007. Cacao diseases: important threats to chocolate production worldwide. *Phytopathology*, 97(12), 1634–1639.
- Gao, Y., Lu, Y., Zhang, N., Udenigwe, C.C., Zhang, Y. dan Fu, Y., 2022. Preparation, pungency, and bioactivity of gingerols from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe.). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 22, 1-26.
- Hardon, J. J., Williams, C. N. dan Watson, I., 1969. Leaf area and yield in the oil palm in malaya. *Experimental Agriculture*, 5(1), 25–32.
- Hasan, A.E., Walker, F., Klaiber, I., Schone, J., Pfannstiel, J. dan Voegelé, R.T., 2022. New approaches to manage asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) using *Trichoderma* spp. or their antifungal secondary metabolites. *Metabolites*, 12, 507.
- Hernandez, J.G.A., Inungaray, M.L.C., Quiroz, R.D.I.C., Paz, J.E.W., Marquez, D.B.M., Parra, R., Aguila, C.N. dan Zarate, P.A., 2020. *Beauveria bassiana*

- secondary metabolites: a review inside their production system, biosynthesis, and bioactivities. *Mexican Journal of Biotechnology*, 5(4), 1-33.
- Hushiarian, R., Yusof, N.A. dan Dutse, S.W., 2013. Detection and control of *Ganoderma boninense*: strategies and perspectives. *Springer Plus*, 2, 1-12.
- Keswani, C., Mishra, S., Sarma, B.K., Singh, S.P. dan Singh, H.B., 2014. Unraveling the efficient applications of secondary metabolites of various *Trichoderma* spp.. *Appl Microbiol Biotechnol*, 98, 533-544.
- Khan, R.A.A., Najeeb, S., Hussain, S., Xie, B. dan Li, Y., 2020. Bioactive secondary metabolites from *Trichoderma* spp. against phytopathogenic fungi. *Microorganisms*, 8, 1-22.
- Liew, W.L., Kassim, M.A., Muda, K., Loh, S.K. dan Affam, A.C., 2015. Conventional methods and emerging wastewater polishing technologies for palm oil mill effluent treatment: A review. *Journal of Environmental Management*, 149(15), 222–235.
- Mahmud, Y., Romantis, C. dan Zam, S.I., 2020. Efektivitas *Trichoderma virens* dalam mengendalikan *Ganoderma boninense* di pre nursery kelapa sawit pada medium gambut. *Jurnal Agroteknologi*, 11(1), 11.
- Mukherjee, P.K., Horwitz, B.A. dan Kenerley, C.M., 2012. Secondary metabolism in *Trichoderma* – a genomic perspective. *Microbiology* [online], 158, 35-45.
- Mukhtaruddin., Sufardi. dan Anhar, A., 2015. Penggunaan guano dan pupuk NPK Mutiara untuk memperbaiki kualitas media subsoil dan pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Florateg*, 10(2), 19-33.
- Munawara, W. dan Haryadi, N.T., 2020. Induksi ketahanan tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan cendawan endofit *Trichoderma harzianum* dan *Beauveria bassiana* untuk menekan penyakit busuk pangkal batang (*Sclerotium rolfsii*). *Jurnal Pengendalian Hayati*, 3(1), 6-13.
- Muniroh, M.S., Nusaibah, S.A., Vadamalai, G. dan 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, 100116.
- Mustafa, I.F. dan Hussein, M.Z., 2020. Synthesis and technology of nanoemulsion-based pesticide formulation. *Nanomaterials*, 10, 1608.

- Najihan, N.I., Hanafi, M.M., Idris, A.S. dan Hakim, M.A., 2014. Silicon treatment in oil palms confers resistance to basal stem rot disease caused by *Ganoderma boninense*. *Crop Protection*, 67(2015), 151-159.
- Noshirvani, N., Ghanbarzadeh, B., Gardrat, C., Rezaei, M.R., Hashemi, M., Coz, C.L. dan Coma, V., 2017. Cinnamon and ginger essential oils to improve antifungal, physical and mechanical properties of chitosan-carboxymethyl cellulose films. *Food Hydrocolloids*, 70, 36-45.
- Novianti, D. dan Kartika, T., 2019. Fractionation of bioactive materials temulawak rhizome (*Curcuma xanthorrhiza*) on fungal *Candida albicans* in search of phytopharmaca. *Journal of Physics: Conference Series*, 1375, 1-6.
- Nurhayati, I., Syulasmi, A. dan Hamdiyanti, Y., 2016. Aktivitas antifungi ekstrak kunyit (*Curcuma domestica* Val) terhadap pertumbuhan jamur *Alternaria porri* Ellis. secara *in vitro*. *Biology*, 1-9.
- Nurnadiah, E., Aimrun, W., Amin, M.S.M. dan Idris, A.S., 2014. Preliminary study on detection of basal stem rot (BSR) disease at oil palm tree using electrical resistance. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 90-94
- Nurzannah, S.E., Purnamasari, I., Siagian, D.R. dan Ramija, K.E.L., 2022. Potential of *Trichoderma* and mycorrhizae as biological agents for controlling *Ganoderma boninense* in oil palm. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1).
- Ownley, B.H., Griffin, M.R., Klingeman, W.E., Gwinn, K.D., Moulton, J.K. dan Pereira, R.M., 2008. *Beauveria bassiana*: Endophytic colonization and plant disease control. *Journal of Invertebrate Pathology*, 98(3), 267–270.
- Priwiratama, H. dan Susanto, A., 2020. Kejadian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman belum menghasilkan varietas toleran *Ganoderma boninense* dengan sistem lubang tanaman standar. *Warta PPKS*, 25(3), 115-122.
- Priwiratama, H., Prasetyo, A.E. dan Susanto, A., 2014. Pengendalian penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit secara kultur teknis. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 10(1), 1–7.
- Purba, W. dan Ardiyanti, D., 2019. Dinamika kerjasama perdagangan Indonesia dalam ekspor kelapa sawit ke India tahun 2014-2019. *Jurnal FISK* 2(1), 133–140.
- Puspika, M.A. dan Pinem, M.I., 2018. Sifat fisika dan kimia tanah pada tanah

- supresif terhadap keberadaan *Ganoderma boninense* pada kelapa sawit. *Agroteknologi FP USU*, 6(2), 356–361.
- Rachmawan, A. dan Dalimunthe, C.I., 2017. Prospek pemanfaatan metabolit sekunder tumbuhan sebagai pestisida nabati untuk pengendalian patogen pada tanaman karet. *Warta Perkaratan*, 36(1), 15–28.
- Radwan, M.M., Tabanca, N., Wedge, D.E., Tarawneh, A.H. dan Cutler, S.J. 2014. Antifungal compounds from turmeric and nutmeg with activity against plant pathogens. *Fitoterapia*, 99(1), 341–346.
- Rahmadhani, T.P., Suwandi. dan Pujiastuti, Y., 2018. Growth respinse of *Ganoderma* sp. mycelium treated with root exudates of herbaceous plants. *BIOVALENTIA*, 4(1), 1–4.
- Rosa, R.N. dan Zaman, S., 2017. Pengelolaan pembibitan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Kebun Bangun Bandar, Sumatera Utara. *Bul Agrohoti*, 5(3), 325-333.
- Rosmiati, A., Hidayat, C., Firmansyah. dan Setiati, Y., 2018. Potensi *Beauveria bassiana* sebagai agens hayati *Spodoptera litura* Fabr. Pada tanaman kedelai. *Jurnal Agricultura*, 29(1), 43-47.
- Santoso, H., Tani, H. dan Wang, X., 2017. Random forest classification model of basal stem rot disease caused by *Ganoderma boninense* in oil palm plantations. *International Journal of Remote Sensing*, 38(16), 4683-4699.
- Saragih, W.S., Purba, E., Lisnawati, L. dan 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.
- Sari, E., Sari, Z.I., Flatian, A.N. dan Sulaeman, E., 2018. Solasi dan karakterisasi *Beauveria bassiana* sebagai fungi anti hama. *Jurnal Penelitian Biologi*, 3(1), 29-34.
- Silva, M.K.R., Jayasinghe, C.K. dan Tennakoon, B.I., 2017. Evaluation of the antagonistic effect of different plant species on white root disease causing fungus: *Rigidoporus microporus*. *Journal of the Rubber Research Institute of Sri Lanka*, 94(0), 25.

- Suanda, I.W., 2019. Karakterisasi morfologis *Trichoderma* sp. isolat Jb dan daya hambatnya terhadap jamur *Fusarium* sp. penyebab penyakit layu dan jamur akar putih pada beberapa tanaman. *Biology*, 10(2), 99-112.
- Suryanto, D., Wibowo, R.H., Siregar, E.B.M. dan Munir, E., 2012. A possibility of chitinolytic bacteria utilization to control basal stems disease caused by *Ganoderma boninense* in oil palm seeding. *African Journal of Microbiology Research*, 6(9), 2053-2059.
- Susanto, A., Prasetyo, A.E., Priwiratama, H., Wening, S. dan Suriyanto., 2013. *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk batang atas kelapa sawit. *Fitopatologi Indonesia*, 9(4), 123-126.
- Suwandi, S., Munandar, R.P., Suparman, S., Irsan, C. dan Muslim, A., 2022. Mixed planting with ehizomatous plants interferences with *Ganoderma* disease in oil palm. *Journal of Oil Palm Research*.
- Suwandi., 2007. Mode of dispersal and variation in population of white root fungus *Rigidoporus microporus* as revealed by mycelial incompatibility. *Biosantifikasi*, 5(1), 68-75.
- Syahputra, I. dan Purba, A., 2015. Benih Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) DXP Socifindo MT Gano Moderat Tahan *Ganoderma boninense*. *Jurnal Pertanian Tropika*, 2(3), 264-274.
- Tovar, M.D.L., Urquiza, A.O., Jurado, I.G., Casas, A.T. dan Moraga, E.Q., 2013. Assessment of entomopathogenic fungi and their extracts against a soil-dwelling pest and soil-borne pathogens of olive. *Biological Control*, 67, 409-420.
- Utami, R.S., Isnawati. Dan Ambarwati, R., 2014. Eksplorasi dan karakteristik cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dari Kabupaten Malang dan Magenta. *Lentera Bio*, 3(1), 59-66.
- Valencia, J.W.A., Bustamante, A.L.G., Jimenez, A.V. dan Grossi-de-Sa, M.F., 2011. Cytotoxic activity of fungal metabolites from the pathogenic fungus *Beauveria bassiana*: an intraspecific evaluation of beauvericin production. *Curr Microbiol*, 63, 306.
- Waghunde, R.R., Shelake, R.M. dan Ambalal, N.S., 2016. *Trichoderma*: a significant fungus for agriculture and environment. *Academic Journals*, 11(22), 1952-1965.

- Widiastuti, H., Eris, D.D. dan Santoso, D., 2016. Potensi fungisida organik untuk pengendalian *Ganoderma* pada tanaman kelapa sawit. *Menara Perkebunan*, 84(2), 98–105.
- Woo, S.L., Ruocco, M., Vinale, F., Nigro, M., Marra, R., Lombardi, N., Pascale, A., Lanzuise, S., Manganiello, G. dan Lorito, M., 2014. *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. *The Open Mycology Journal*, 8, 71-126.
- Xi, K.Y., Xiong, S.J., Li, G., Guo, C.Q., Zhou, J., Ma, J.W., Yin, J.L., Liu, Y.Q. dan Zhu, Y.X., 2022. Antifungal activity of ginger rhizome extract against *Fusarium solani*
- Xue, A.G., Guo, W., Yuanhong, C., Siddique, I., Marchand, G., Liu, J. dan Ren, C., 2017. Effect of seed treatment with novel strains of *Trichoderma* spp. on establishment and yield of spring wheat. *Crop Protection*, 96, 97-102.
- Yulianti, S., Suwandi, S. dan Nurhayati, N., 2017. Kemampuan tumbuhan terna dalam menekan potensi inokulum *Rigidoporus microporus*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13(3), 81–88.
- Zin, N.A. dan Badaluddin, N.A., 2020. Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annal of Agricultural Sciences*, 65, 168-178.