

SKRIPSI

**PATOGENISITAS *Metarhizium majus* (Jonhst.)
TERHADAP LARVA *Oryctes rhinoceros* (Linn.)
(COLEOPTERA : SCARABAEIDAE) PADA TANAMAN
KELAPA SAWIT DI PT GUNUNG SEJAHTERA IBU
PERTIWI, KALIMANTAN TENGAH**

***PATHOGENICITY OF Metarhizium majus (Jonhst.)
ON LARVAE OF Oryctes rhinoceros (Linn.) (COLEOPTERA :
SCARABAEIDAE) ON OIL PALM AT PT GUNUNG
SEJAHTERA IBU PERTIWI, KALIMANTAN TENGAH***



**Iqbal Sarwan Alif
05071181419015**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

SUMMARY

IQBAL SARWAN ALIF. Pathogenicity of *Metarhizium majus* (Jonhst.) On Larvae of *Oryctes rhinoceros* (Linn.) (Coleoptera : Scarabaeidae) On Oil Palm at PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Kalimantan Tengah. (Supervised by **SITI HERLINDA and BANDUNG SAHARI**)

The horn beetle (*Oryctes rhinoceros*) is one of the important pests of oil palm plants that attack the growing point. These pests attack at the top of the canopy by boring into the stem of the oil palm plant by using a hard and strong mandible. Horn beetle is an insect with a type of tool mouth biting and chewing. This pest is an important pest in oil palm crops because it can cause stunted growth of oil palm plants to cause death in severe attacks because pests attack the growing point. One of the control techniques that can be used is by utilizing entomopathogenic fungi. In this research, entomopathogen fungi isolate *Metarhizium majus* with SO2 isolate codes from lowland area of Riau Province which subsequently become the basic material of isolate which grow on corn substance given time treatment and application dose. *Metarhizium majus* isolate test was done by mixing dose isolate with empty palm oil bunches medium with conidia density 1×10^7 / mL into research plot. The purpose of this study was to determine the effect of the use of active isolates of *Metarhizium majus* on the mortality of *Oryctes rhinoceros* larvae.

The research was conducted in two experimental sites, namely experimental field and Entomology laboratory (Experiment 1) Research Center PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Tbk. Central Kalimantan from August 2017 to January 2018. Laboratory studies using a completely randomized design with 5 treatments, 5 replications, and observed every 3 days. The morning application field research (Experiment 2) used a complete randomized design with 5 treatments, 6 replications in the morning and afternoon observed every 7 days. The afternoon app field study (Experiment 3) used a complete randomized design with 5 treatments, 6 replications in the morning and afternoon observed every 7 days.

Based on the results of research that has been done in the field of morning application (Experiment 2) showed that the percentage mortality of *O. rhinoceros* larvae due to application of *M. majus* isolate no significant effect on larval mortality. The highest mortality rate occurred in the treatment of dose of 200 g of morning isolate (100.00%) and the lowest was dose isolate 50 g morning (74.44%). The lowest LT50 value is on the 50 g morning isolate that is 28.63 days and the highest LT50 in the field is the isolate dose 200 that is 19.99 days.

While the results of research that has been done in the field of application of the afternoon (Experiment 3) shows that the percentage mortality of *O. rhinoceros* larvae due to application of *M. majus* isolate has no significant effect on larval mortality. the highest mortality occurred in the treatment of dose isolate 200 g afternoon (98.89%) and the lowest dose of isolate 50 g morning (84.44%). The lowest value of LT50 is on isolate 100 g of morning that is 23.92 day and LT50 highest in field that is dose isolat 200 g morning that is 19.65 days.

The results showed that from the 3 experiments it was seen that the percentage mortality of *O. rhinoceros* larvae due to application of *M. majus* isolate had no significant effect on larval mortality. The results showed that the treatment of *M. majus* isolate was effective in suppressing the population of beetle horn larvae.

Keywords : *Oryctes rhinoceros*, *Metarhizium majus*, Isolat

RINGKASAN

IQBAL SARWAN ALIF. Patogenisitas *Metarhizium majus* (Jonhst.) terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* (Linn.) (Coleoptera : Scarabaeidae) pada Tanaman Kelapa Sawit di PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Kalimantan Tengah. (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA dan BANDUNG SAHARI**)

Kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) merupakan salah satu hama penting tanaman kelapa sawit yang menyerang titik tumbuh. Hama ini menyerang pada bagian atas tajuk dengan cara mengerek kedalam batang tanaman kelapa sawit dengan menggunakan mandibel yang keras dan kuat. Kumbang tanduk merupakan serangga dengan tipe alat mulut menggigit dan mengunyah. Hama ini merupakan hama penting pada tanaman kelapa sawit karena dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman kelapa sawit hingga menyebabkan kematian pada serangan berat karena hama menyerang titik tumbuh. Salah satu teknik pengendalian yang dapat digunakan yaitu dengan memanfaatkan cendawan entomopatogen. Pada penelitian ini digunakan isolat cendawan entomopatogen *Metarhizium majus* dengan kode isolat SO2 yang berasal dari daerah dataran rendah Provinsi Riau yang selanjutnya dijadikan bahan dasar pembuatan isolat yang tumbuhkan pada substansi jagung diberikan perlakuan waktu dan dosis aplikasi. Uji isolat *Metarhizium majus* dilakukan dengan cara mencampurkan dosis isolat dengan media tandan kosong kelapa sawit dengan kerapatan konidia $1 \times 10^7 / \text{mL}$ ke dalam petakan penelitian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan isolat berbahan aktif *Metarhizium majus* terhadap mortalitas larva *Oryctes rhinoceros*.

Penelitian ini dilakukan di dua lokasi percobaan, yaitu lahan percobaan dan laboratorium Entomologi (Percobaan 1) Research Center PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Tbk. Kalimantan Tengah dari bulan Agustus 2017 sampai Januari 2018. Penelitian laboratorium menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan, 5 ulangan, dan diamati setiap 3 hari sekali. Penelitian lapangan aplikasi pagi (Percobaan 2) menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan, 6 ulangan pada pagi dan sore hari yang diamati setiap 7 hari sekali. Penelitian lapangan aplikasi sore (Percobaan 3) menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan, 6 ulangan pada pagi dan sore hari yang diamati setiap 7 hari sekali.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium (Percobaan 1) menunjukkan bahwa persentase mortalitas larva *O. rhinoceros* akibat aplikasi isolat *M. majus* tidak berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva. Tingkat mortalitas tertinggi terjadi pada perlakuan dosis isolat 50 g, 100 g, 150 g (98.67%) dan yang terendah yaitu dosis isolat 200 (96.00%). Nilai LT₅₀ terendah yaitu pada isolat 100 g sore yaitu 14.04 hari dan LT₅₀ tertinggi di laboratorium yaitu dosis isolat 150 yaitu 12.58 hari.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di lapangan aplikasi pagi (Percobaan 2) menunjukkan bahwa persentase mortalitas larva *O. rhinoceros* akibat aplikasi isolat *M. majus* tidak berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva. Tingkat mortalitas tertinggi terjadi pada perlakuan dosis isolat 200 g pagi

(100.00%) dan yang terendah yaitu dosis isolat 50 g pagi (74.44%). Nilai LT₅₀ terendah yaitu pada isolat 50 g pagi yaitu 28.63 hari dan LT₅₀ tertinggi di lapangan yaitu dosis isolat 200 yaitu 19.99 hari.

Sedangkan hasil penelitian yang telah dilakukan di lapangan aplikasi sore (Percobaan 3) menunjukkan bahwa persentase mortalitas larva *O. rhinoceros* akibat aplikasi isolat *M. majus* tidak berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva. mortalitas tertinggi terjadi pada perlakuan dosis isolat 200 g sore (98.89%) dan yang terendah yaitu dosis isolat 50 g pagi (84.44%). Nilai LT₅₀ terendah yaitu pada isolat 100 g pagi yaitu 23.92 hari dan LT₅₀ tertinggi di lapangan yaitu dosis isolat 200 g pagi yaitu 19.65 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ke-3 percobaan yang telah dilakukan terlihat bahwa persentase mortalitas larva *O. rhinoceros* akibat aplikasi isolat *M. majus* tidak berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan isolat *M. majus* efektif dalam menekan populasi larva kumbang tanduk.

Kata Kunci : *Oryctes rhinoceros*, *Metarhizium majus*, Isolat

SKRIPSI

**PATOGENISITAS *Metarhizium majus* (Jonhst.)
TERHADAP LARVA *Oryctes rhinoceros* (Linn.)
(COLEOPTERA : SCARABAEIDAE) PADA TANAMAN
KELAPA SAWIT DI PT GUNUNG SEJAHTERA IBU
PERTIWI, KALIMANTAN TENGAH**

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



**Iqbal Sarwan Alif
05071181419015**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PATOGENISITAS *Metarhizium majus* (Jonhst.)
TERHADAP LARVA *Oryctes rhinoceros* (Linn.)
(COLEOPTERA : SCARABAEIDAE) PADA TANAMAN
KELAPA SAWIT DI PT. GUNUNG SEJAHTERA IBU
PERTIWI, KALIMANTAN TENGAH

SKRIPSI

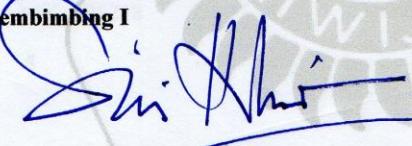
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Iqbal Sarwan Alif
05071181419015

Indralaya, Maret 2018
Pembimbing II

Pembimbing I


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


Dr. Bandung Sahari
NIK 095218

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul "Patogenisitas *Metarhizium majus* (Jonhst.) terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* (Linn.) (Coleoptera : Scarabaeidae) pada Tanaman Kelapa Sawit di PT. Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Kalimantan Tengah" oleh Iqbal Sarwan Alif telah dipertahankan di hadapan Komisi Pengaji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Maret 2018 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim pengaji.

Komisi Pengaji

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

Ketua (.....)

2. Dr. Ir. Suwandi, M. Agr.
NIP. 196801111993021001

Sekretaris (.....)

3. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M. S.
NIP. 196205181987032002

Anggota (.....)

4. Dr. Bandung Sahari
NIK. 095218

Anggota (.....)

ILMU ALAT PENGABDIAN

Indralaya, Maret 2018
Ketua Program Studi
Agroekoteknologi



Dr. Ir. Munandar, M.Agr.
NIP 196012071985031005

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Iqbal Sarwan Alif

NIM : 05071181419015

Judul : Patogenisitas *Metarhizium majus* (Jonhst.) terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* (Linn.) (Coleoptera : Scarabaeidae) pada Tanaman Kelapa Sawit di PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Kalimantan Tengah.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam laporan praktik lapangan ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksinya.

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



Indralaya, Maret 2018



RIWAYAT HIDUP

Penulis atas nama Iqbal Sarwan Alif dan biasa di panggil Iqbal. Penulis dilahirkan pada tanggal 08 Oktober 1996 di Desa Kemang. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Ali Umar dan Ibu Netty Rahmadiyah. Adik laki-laki penulis bernama Mullah Akbar dan adik perempuan penulis bernama Rahma Diva Anissa.

Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2007 di MIN Desa Kemang, Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2011 di MTSN 1 Prabumulih, dan Sekolah Menengah Atas pada tahun 2014 di MAN 1 Prabumulih. Sejak Agustus 2014 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa program studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan tinggi di Universitas Sriwijaya jurusan Agroekoteknologi peminatan Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Pengalaman penulis banyak diperoleh akibat terlibat aktif dalam organisasi internal maupun eksternal kampus. Penulis tercatat sebagai anggota aktif Keluarga Mahasiswa Prabumulih (KMP UNSRI) 2014-2015, Anggota aktif Himpunan Mahasiswa Agroekoteknologi (HIMAGROTEK UNSRI) 2015-2016, Anggota aktif BEM KM FP Universitas Sriwijaya 2014-2015, Wakil Ketua Bidang Internal Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman Indonesia (HMPTI) periode 2016-2017, Wakil Ketua 1 DPM KM FP Universitas Sriwijaya 2016-2017.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yang berjudul Patogenisitas *Metarhizium majus* (Jonhst.) terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* (Linn.) pada Tanaman Kelapa Sawit PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Kalimantan Tengah. Shalawat beserta salam penulis panjatkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat beserta pengikut yang tetap dijalanan-Nya.

Pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si selaku pembimbing skripsi, Bapak Dr. Ir. Suwandi, M. Agr selaku pembimbing praktek lapangan, Bapak Dr. Bandung Sahari dan Bapak Ardha Apriyanto, M. Si serta Bapak Radhian Ardy Prabowo, S.P selaku pembimbing skripsi dan praktek lapangan dari PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Tbk. Ibu Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M. S. dan Bapak Dr. Ir. Suwandi, M.Agr. selaku penguji, atas kesabaran dan keikhlasan membimbing penulis dalam menyusun dan menyelesaikan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen dan staf Hama dan Penyakit Tumbuhan dan Agroekoteknologi yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penelitian untuk skripsi ini sepenuhnya didanai oleh PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Kalimantan Tengah tahun anggaran 2017-2018.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Arsi, S.P., M.Si dan Ibu Erise Anggraini, S.P., M.Si. yang telah bersedia menyediakan banyak waktu untuk membantu penulis dalam semua tahap penyelesaian skripsi ini, ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman penelitian.

Indralaya, Februari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Hipotesis.....	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tanaman Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.).....	5
2.1.1 Sistematika Tanaman Kelapa Sawit	5
2.1.2. Syarat Tumbuh Tanaman Kelapa Sawit.....	5
2.1.3. Botani Tanaman Kelapa Sawit.....	6
2.2. Kumbang Tanduk (<i>Oryctes rhinoceros</i>).....	7
2.2.1. Sistematika Kumbang Tanduk	7
2.2.2. Morfologi Kumbang Tanduk	7
2.2.3. Biologi Kumbang Tanduk	8
2.2.4. Gejala Kerusakan dan Serangan Kumbang Tanduk	9
2.3. Cendawan Entomopatogen <i>Metarhizium majus</i>	10
2.3.1. Sistematika <i>Metarhizium majus</i>	10
2.3.2. Morfologi <i>Metarhizium majus</i>	11
2.3.3. Siklus Hidup <i>Metarhizium majus</i>	12
2.3.4. Mekanisme Infeksi Cendawan dan Pertahanan Tubuh Serangga..	13
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	15
3.1. Tempat dan Waktu.....	15
3.2. Alat dan Bahan.....	15

3.3. Metode Penelitian.....	15
3.4. Cara Kerja.....	16
3.5. Peubah yang Diamati.....	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1. Morfologi <i>Metarhizium majus</i>	24
4.2. Gejala <i>Oryctes rhinoceros</i> yang terinfeksi <i>Metarhizium majus</i>	26
4.3. Mortalitas Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> Akibat Aplikasi <i>Metarhizium majus</i>	29
4.4. LT ₅₀ Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> Akibat Aplikasi <i>Metarhizium majus</i>	31
4.5. Kerapatan awal spora <i>Metarhizium majus</i>	33
4.6. Viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i>	34
4.7. Kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> pada Tubuh Larva <i>Oryctes rhinoceros</i>	36
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1. Kesimpulan.....	42
5.2. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1.Tanaman kelapa sawit PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Kalimantan Tengah (a).....	6
2.2. Siklus hidup kumbang Tanduk, telur kumbang tanduk (a), larva kumbang tanduk (b), pupa kumbang tanduk (c), imago kumbang tanduk (d).....	8
2.3. Gejala serangan kumbang tanduk, Imago kumbang tanduk (a), Kumbang tanduk pada tanaman kelapa sawit (b), dan gejala serangan pada pelepasan kelapa sawit.....	9
2.4. Gejala serangan kumbang tanduk pada tanaman belum menghasilkan (a), tanaman menghasilkan (b),(c).....	10
2.5. <i>Metarhizium anisopliae</i> di media PDA (a), pengamatan mikroskopis (Pembesaran 400 x) dengan pewarnaan laktofenol biru (b); konidia (B1); dan hifa (B2) (Ahmad, 2008).....	12
2.6. Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> sehat (a), gejala serangan <i>Metarhizium anisopliae</i> pada larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (b) (Bintang <i>et al.</i> ,2015).....	14
3.1. Kotak pemeliharaan larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (a), sorting larva sehat (b), larva uji <i>Oryctes rhinoceros</i> sehat (c).....	17
3.2. <i>Metarhizium majus</i> Isolat SO2 Riau pada media jagung (a).....	19
3.3. Uji isolat <i>Metarhizium majus</i> substrat jagung terhadap larva <i>Oryctes rhinoceros</i> di lapangan (a).....	21
3.4. Uji isolat <i>Metarhizium majus</i> substrat jagung terhadap larva <i>Oryctes rhinoceros</i> di laboratorium (a).....	21
3.5. Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> yang terinfeksi <i>Metarhizium majus</i> (a), Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> yang terinfeksi <i>Metarhizium majus</i> yang di potong menjadi lima bagian (b).....	23
4.1. Koloni <i>Metarhizium majus</i> pada media PDA (a).....	24
4.2. Spora <i>Metarhizium majus</i> 0 jam (a), Spora <i>Metarhizium majus</i> 24 jam (b), Spora <i>Metarhizium majus</i> 48 jam (c), Spora <i>Metarhizium majus</i> 72 jam (d), Blastospora <i>Metarhizium majus</i> pada media cair (e), Blastospora <i>Metarhizium majus</i> pada media padat (f) (Pembesaran 100 x 10).....	25
4.3. Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> sehat (a), Mumifikasi larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (b), dan Sporulasi <i>Metarhizium majus</i> pada Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> di lapangan.....	26
4.4. Gejala Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> terinfeksi <i>Metarhizium majus</i> 21 hari setelah aplikasi di laboratorium pada dosis 50 g <i>Metarhizium majus</i> / 5 Kg media tankos (a), dosis 100 g <i>Metarhizium majus</i> / 5 Kg media tankos (b), dosis 150 g <i>Metarhizium majus</i> / 5 Kg media tankos (c), dosis 200 g <i>Metarhizium majus</i> / 5 Kg media tankos (d).....	27

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1. Mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi pagi <i>Metarhizium majus</i> di lapangan pada 42 hsa.....	30
4.2. Mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi sore <i>Metarhizium majus</i> di lapangan pada 42 hsa.....	31
4.3. Mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi <i>Metarhizium majus</i> di laboratorium 21 hsa.....	32
4.4. LT ₅₀ larva <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi pagi <i>Metarhizium majus</i> di lapangan pada 42 hsa.....	33
4.5. LT ₅₀ larva <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi sore <i>Metarhizium majus</i> di lapangan pada 42 hsa.....	33
4.6. LT ₅₀ larva <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi <i>Metarhizium majus</i> di laboratorium.....	34
4.7. Kerapatan spora awal akibat aplikasi pagi <i>Metarhizium majus</i>	34
4.8. Kerapatan spora akibat aplikasi sore <i>Metarhizium majus</i>	35
4.9. Viabilitas spora awal akibat aplikasi pagi <i>Metarhizium majus</i> umur suspensi 24 jam.....	36
4.10. Viabilitas spora awal akibat aplikasi pagi <i>Metarhizium majus</i> umur suspensi 24 jam.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Jumlah larva <i>Oryctes rhinoceros</i> mati (ekor) akibat aplikasi pagi isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di lapangan.....	45
2. Mortalitas <i>Oryctes rhinoceros</i> (%) akibat aplikasi pagi isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di lapangan.....	45
3. Transformasi arc sin mortalitas <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi pagi isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di lapangan.....	45
4. Sidik ragam mortalitas <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi pagi isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di lapangan.....	45
5. Jumlah larva <i>Oryctes rhinoceros</i> mati (ekor) akibat aplikasi sore isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di lapangan.....	46
6. Mortalitas <i>Oryctes rhinoceros</i> (%) akibat aplikasi sore isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di lapangan.....	46
7. Transformasi arc sin mortalitas <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi sore isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di lapangan.....	46
8. Sidik ragam mortalitas <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi sore isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di lapangan.....	46
9. Jumlah larva <i>Oryctes rhinoceros</i> mati (ekor) akibat aplikasi isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di laboratorium.....	47
10. Mortalitas <i>Oryctes rhinoceros</i> (%) akibat aplikasi isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di laboratorium.....	47
11. Transformasi arc sin mortalitas <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi sore isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di laboratorium.....	47
12. Sidik ragam mortalitas <i>Oryctes rhinoceros</i> akibat aplikasi sore isolat berbahan aktif <i>Metarhizium majus</i> di lapangan.....	47
13. LT ₅₀ Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> yang diaplikasikan jamur entomopatogen <i>Metarhizium majus</i> di lapangan pagi.....	48
14. Analisis sidik ragam LT ₅₀ Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> yang diaplikasikan jamur entomopatogen <i>Metarhizium majus</i> di lapangan pagi.....	48
15. LT ₅₀ Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> yang diaplikasikan jamur entomopatogen <i>Metarhizium majus</i> di lapangan sore.....	48
16. Analisis sidik ragam LT ₅₀ Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> yang diaplikasikan jamur entomopatogen <i>Metarhizium majus</i> di lapangan sore.....	48
17. LT ₅₀ Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> yang diaplikasikan jamur entomopatogen <i>Metarhizium majus</i> di laboratorium.....	49
18. Analisis sidik ragam LT ₅₀ Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> yang diaplikasikan jamur entomopatogen <i>Metarhizium majus</i> di laboratorium.....	49
19. Kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pagi (1×10^7 spora/mL/g)	49
20. Transformasi log y kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> dalam	49

bentuk isolat pagi (1×10^7 spora/mL/g)	49
21. Sidik ragam kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pagi.....	49
22. Kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat sore (1×10^7 spora/mL/g)	50
23. Transformasi log y kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat sore(1×10^7 spora/mL/g)	50
24. Sidik ragam kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat sore.....	50
25. Viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pagi 24 jam (%).	50
26. Transformasi arc sin viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pagi 24 jam (%).	51
27. Sidik ragam viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pagi 24 jam.....	51
28. Viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat sore 24 jam (%).	51
29. Transformasi arc sin viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat sore 24 jam (%).	51
30. Sidik ragam viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat sore 24 jam.....	51
31. Viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pagi 48 jam (%).	52
32. Transformasi arc sin viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pagi 48 jam (%).	52
33. Sidik ragam viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pagi 48 jam.....	52
34. Viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat sore 48 jam (%).	52
35. Transformasi arc sin viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat sore 48 jam (%).	53
36. Sidik ragam viabilitas spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat sore 48 jam.....	53
37. Kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pada tubuh larva (1×10^6 spora/mL/g) (dosis 50 g).....	53
38. Transformasi log y kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> pada tubuh larva (1×10^7 spora/mL/g) (dosis 50 g)	53
39. Sidik ragam kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> pada tubuh larva (dosis 50 g)	54
40. Kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pada tubuh larva (1×10^6 spora/mL/g) (dosis 100 g)	54
41. Transformasi log y kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> pada tubuh larva (1×10^7 spora/mL/g) (dosis 100 g)	54
42. Sidik ragam kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> pada tubuh larva	54

(dosis 100 g)	
43. Kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pada tubuh larva (1×10^6 spora/mL/g) (dosis 150 g)	55
44. Transformasi log y kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> pada tubuh larva (1×10^7 spora/mL/g) (dosis 150 g)	55
45. Sidik ragam kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> pada tubuh larva (dosis 150 g)	55
46. Kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> dalam bentuk isolat pada tubuh larva (1×10^6 spora/mL/g) (dosis 200 g)	55
47. Transformasi log y kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> pada tubuh larva (1×10^7 spora/mL/g) (dosis 200 g)	56
48. Sidik ragam kerapatan spora <i>Metarhizium majus</i> pada tubuh larva (dosis 200 g)	56
49. Suhu dan Kelembaban Laboratorium Entomologi PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Tbk. Kalimantan Tengah.	56
50. Suhu dan Kelembaban Lahan Percobaan Entomologi PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, Tbk. Kalimantan Tengah.....	
	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, perkembangan usaha kelapa sawit terdiri dari perkebunan rakyat, swasta, dan perkebunan milik negara (Pertanian, 2008). Kalimantan Tengah adalah salah satu sentra produksi kelapa sawit, setelah Riau dan Sumatera Utara yang ada di Indonesia. Tahun 2015, Badan Pusat Statistik mencatat luas areal perkebunan kelapa sawit di Kalimantan Tengah dengan luas 1,2 juta ha dengan volume produksi mencapai 3,4 juta ton atau 10,9% dari total produksi nasional (Lubis dan Dono, 2017).

Kegagalan dalam peningkatan produktivitas kelapa sawit sering terjadi akibat gangguan penyakit dan hama. Salah satu kendala yang pasti dihadapi dalam semua budidaya tanaman guna untuk meningkatkan produktivitas adalah serangan hama. Menurut Effendy *et al.* (2010), bahwa produktivitas tanaman menurun disebabkan serangan berat dari hama. Upaya pengendalian hama tanaman yang sering dilakukan adalah dengan aplikasi insektisida yang berdampak resistensi hama dan dampak negatif bagi lingkungan. Solusi dari permasalahan tersebut, perlu suatu pengendalian alternatif dan aman bagi lingkungan, kesehatan, dan keselamatan seperti agen pengendali hidup.

Dewasa ini, peningkatan monokultur perkebunan kelapa sawit secara luas berdampak dalam penurunan produktivitas dan buruk pada ekosistem merupakan dampak dari serangan hama (Defitri *et al.*, 2017). Beberapa hama tanaman kelapa sawit yang menyerang diantaranya: tungau merah (*Oligonychus* sp.) (Pertanian, 2008), ulat api (*Setothosea asigna*), ulat kantong (*Mahasena corbatti*), ulat bulu (*Dasychira inclusa*) (Sinaga *et al.*, 2015), kumbang kelapa (*Promecotheca cumingii* Baly.) (Hosang *et al.*, 2015), rayap (*Coptotermes curvignathus*) (Sintawati *et al.*, 2016), dan kumbang tanduk kelapa sawit (*Oryctes rhinoceros*) (Nuning dan Wardati, 2016). *O. rhinoceros* termasuk kedalam kumbang kelapa family Scarabaeidae dan subfamily Dinastinae (Kalshoven, 1981).

O. rhinoceros merupakan hama utama tanaman kelapa sawit yang masuk ke dalam batang atas dan menembus pangkal pelepas daun muda menyerang pucuk

pohon (Siregar, 2016). Kerusakan dari serangan kumbang tanduk bisa terjadi pada tanaman muda kelapa sawit yang belum menghasilkan (TBM) (Witjaksono *et al.*, 2015), maupun tanaman menghasilkan (TM). Dampak dari serangan hama berupa penurunan produktivitas hasil perkebunan kelapa sawit mengalami banyak kerugian (Yuningsih dan Widyaningrum, 2014 ; Defitri *et al.*, 2017). Kerugian yang ditimbulkan akibat serangan hama ini cukup besar karena perilaku imago yang selalu berpindah-pindah setelah menggerek dan menyerang dari pohon satu ke pohon lainnya (Khairunnisa *et al.*, 2014) sehingga hama ini sangat merugikan. Serangan hama kumbang tanduk di PTPN V Sei Galuh produksi tandan buah segar menurunkan hingga 69% di tahun pertama serta menyebabkan kematian tanaman muda hingga 20% dari luas lahan (Lukmana dan Alamudi, 2017).

Akibat besarnya kerugian yang ditimbulkan, maka perlu upaya pengendalian yang efisien, efektif, dan aman terhadap lingkungan dan alam (Witjaksono *et al.*, 2015). Penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) perlu dilakukan untuk membatasi kerugian akibat serangan hama (Hosang *et al.*, 2015). Pengendalian hama alternatif yang aman bagi lingkungan dan dapat menekan residu kimia pada produk pertanian salah satunya dengan pengendalian hayati (Nuning dan Wardati, 2016). Upaya pengendalian secara biologi terhadap *O. rhinoceros* dengan agensia hayati, diantaranya *Metarhizium anisopliae* (Siregar, 2016), *Beauveria bassiana*, *Baculovirus oryctes* (Patma *et al.*, 2013).

M. anisopliae diketahui memiliki kemampuan infeksi yang sangat luas pada berbagai jenis serangga (Witjaksono *et al.*, 2015), dan memiliki toksin destruxin yang bersifat toksik pada serangga khususnya *O. rhinoceros*. Destruksin adalah metabolit sekunder utama yang dihasilkan secara in vitro oleh spesies-spesies yang berasal dari genus *Metarhizium*. Destruksin merupakan bahan insektisida generasi baru, mempengaruhi organela sel target, yaitu seperti dan membran nukleus, mitokondria, dan retikulum endoplasma, sehingga terjadi kelumpuhan pada jaringan otot, paralisa sel, kelainan fungsi lambung tengah, tubulus malpighi, serta hemosit (Yuningsih dan Widyaningrum, 2014).

Metarhizium majus sebelumnya dikenal sebagai varian dari jenis *M. anisopliae* (Metch.) Sorokin, yaitu varian *majus* atau *major* (Bischoff, Rehner and Humber, 2011). *M. majus* (Johnst.) Bisch., Rehner dan Humber merupakan satu

diantara jenis cendawan entomopatogen. *M. anisopliae* var. *majus* merupakan bentuk anamorfik, sedangkan *Cordyceps brittlebanksiodes* Liu, Liang, Whalley, Yao, dan Liu, merupakan bentuk teleomorfik dari *M. anisopliae* var. *majus* (Yi Liu *et al.*, 2001).

Berdasarkan perbedaan karakter morfologi dan filogeni *M. majus* menjadi spesies yang terpisah dari *M. anisopliae*. Perbedaan morfologi antara *M. majus* dengan *M. anisopliae* terletak pada ukuran konidia yang berbeda. *M. majus* memiliki ukuran konidia yang lebih besar dibandingkan ukuran konidia *M. anisopliae* yaitu 8,5-14,5 x 2,5-5,0 μm . *M. anisopliae* memiliki ukuran konidia yaitu, 5,0-7,0 x 2,0-3,5 μm (Krutmuang dan Mekchay, 2005). Hasil analisis filogenetik pada sekuens gen elongation factor 1 alpha (EF-1 α) dari *M. majus* dan *M. anisopliae*, memperlihatkan bahwa pada pohon filogeni *M. majus* terpisah pada clade yang berbeda dengan *M. anisopliae* (Bischoff, Rehner and Humber, 2011).

Berdasarkan patogenisitas, *M. anisopliae* var. *majus* memiliki spektrum inang yang lebih sempit dibandingkan *M. anisopliae* var. *anisopliae*. *M. anisopliae* var. *majus* diketahui hanya dapat menginfeksi serangga dari ordo Coleoptera (Driver *et al.*, 2000), sedangkan *M. anisopliae* var. *anisopliae* menginfeksi serangga dari ordo Coleoptera, Hemiptera, Homoptera, Isoptera, dan Lepidoptera (Prayogo, 2005).

Hasil penelitian Putra (2009) melaporkan bahwa koloni *M. majus* UICC 295 yang berumur 22 hari pada medium *Saboraud Dextrose Yeast Extract Agar* (SDYA) menunjukkan massa spora berwarna hijau olive dengan miselium berwarna putih, sebalik koloni berwarna hialin, dan tetes eksudat berwarna kuning serta spora *M. majus* UICC 295 berbentuk silindris (Gusmara, 2011).

Research Center PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi, memiliki isolat *M. majus* yang diisolasi dari larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi *Metarrhizium* di lapangan. Sejauh ini, belum ada laporan mengenai metode dan teknik aplikasi serta kemampuan *M. majus* dalam membunuh larva *O. rhinoceros* yang diujikan di lapangan dengan metode menebar media hidup (*breeding site*) menggunakan media padat berupa jagung yang telah ditumbuhi cendawan dalam membunuh

larva *O. rhinoceros* belum diketahui. Selain itu, belum diketahui viabilitas *M. majus* dengan substrat berupa jagung.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh waktu aplikasi terhadap efektivitas dan patogenisitas *M. majus* di lapangan ?
2. Bagaimana pengaruh dosis aplikasi terhadap efektivitas dan patogenisitas *M. majus* terhadap waktu kematian larva *O. rhinoceros* di lapangan ?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk menghitung mortalitas *O. rhinoceros* yang diaplikasikan isolat *M. majus* pada media jagung.
2. Untuk menghitung waktu kematian *O. rhinoceros* yang diaplikasikan isolat *M. majus* pada media jagung.

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah :

1. Diduga isolat *M. majus* pada media jagung dapat menekan mortalitas *O. rhinoceros*.
2. Diduga isolat *M. majus* pada media jagung berpengaruh terhadap waktu kematian *O. rhinoceros*

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat mengetahui dosis dan waktu aplikasi *M. majus* yang baik dalam mengendalikan *O. rhinoceros*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. Z. 2008. Pemanfaatan cendawan untuk meningkatkan produktivitas dan kesehatan ternak. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(3), pp. 84–92.
- Amiruddin, M., Umrah and Alwi, M. 2012. Keefektivan *Metarhizium anisopliae* sebagai Agen Pengendali Hayati terhadap larva Lalat *Musca domestica* L ., *Biocelebes*, 6(1), pp. 48–55.
- Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Medan. 1997. Modul Quality Control (QC) APH Golongan Jamur. Tim QC APH
- Baehaki, S.E. dan Noviyanti. 1993. Pengaruh umur biakan *Metarhizium anisopliae* strain lokal Sukamandi terhadap perkembangan wereng coklat. hlm. 113–124. Dalam E. Martono, E. Mahrub, N.S. Putra, dan Y. Trisetyawati (Ed.). *Prosiding Simposium Patologi Serangga I*. Yogyakarta, 12–13 Oktober 1993. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Baringbing, W. A. 1991. Hama kumbang kelapa *Oryctes rhinoceros* Linnaeus dan cara pengendaliannya.Dalam: Sriwulan, I., W. Rumini & W. A. Barimbing (eds.). 1991. Kumpulan makalah seminar tahun 1990/1991. Departemen Pertanian, (?): 55--62.
- Bintang, A. surya, Wibowo, A. and Harjaka, T. 2015. Keragaman genetik *Metharizium anisopliae* dan virulensnya pada larva kumbang badak (*Oryctes rhinoceros*). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 19(1), pp. 12–18.
- Bischoff, J. F., S.A. Rehner, & R. A. Humber 2009. A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. *Mycologia* 101: 512—530.
- Chandrika, M, 2005. *Oryctes rhinoceros* (insect). Available at F:/issg Database Ecologi of *Oryctes rhinoceros*.hmt. Diakses 19 November 2011.
- Chenon, R. D. Dan H. Pasaribu. 2005. Strategi Pengendalian Hama *O. rhinoceros* di PT Tolan Tiga Indonesia (SIPEF Group). Dalam Pertemuan Teknis Kelapa Sawit 2005. Yogyakarta. 13-14 September 2005
- Darwis, M, 1989, Pengaruh Jenis Media Organik dan Kedalaman Inokulum *Metarhizium anisopliae* terhadap Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros*. Balai Penelitian Kelapa. Manado
- Defitri, Y., Nengsih, Y. and Saputra, H. 2017. Intensitas serangan hama ulat api (Setothosa asigna) pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di kecamatan tebo tengah kabupaten tebo. *Jurnal Media Pertanian*, 2(1), pp. 16–23.

- Driver, F., R. J. Milner & W. H. Trueman. 2000. A taxonomic revision of *Metahizium* based on a phylogenetic analysis of rDNA sequence data. *Mycology* 104(2): 134--150.
- Erawati, D.N. 2006. Patogenisitas Nematoda dan Jamur Entomopatogen Terhadap Hama Tanaman Tomat (*Spodoptera litura* F.). Inovasi. 6 (3) : 228 – 235.
- Fauzi, Y., S. Widayastuti., Y.E. Imam., dan H. Rudi. 2008. Budidaya Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Federici, B. A. & J. V. Maddox. 1996. Host specificity in microbe-insect interactions: Insect control by bacterial, fungal, and viral pathogens. *Bio Sci.* 46(6): 410—421
- Gabriel B, Riyatnoo P. 1989. *Metharizium anisopliae* (Meetsch) Sor. Taksonomi, patologi, produksi dan aplikasinya. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian, Jakarta. Hasyim
- Gusmara, B. H. 2011. Pembuatan dan pengujian formula metarhizium majus uicc 295 dengan media pembawa substrat beras (*Oryza sativa*) terhadap larva *Oryctes rhinoceros*.
- Hartanto. T,. 2008. Pengendalian Terpadu Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) di Perkebunan Kelapa Sawit. PT Antakowisena.
- Hartono, B., Adiwirman and Manurung, G. M. 2014. Teknik budidaya tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) belum menghasilkan dilahan pasang surut yang dilakukan petani dikecamatan bangko pusako kabupaten rokan hilir. *Faperta*, 1(2), pp. 1–15.
- Hosang, M. L. A. 2015. Serangan Hama Kelapa *Promecotheca cumingii* Baly (Coleoptera : Chrysomelidae) di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur , Provinsi Sulawesi Utara Attack of Coconut Pest *Promecotheca cumingii* Baly in East Bolaang Mongondow Regency , North Sulawesi Province' , *B. Palma*, 16(2), pp. 155–165.
- Hosang, M. L. A. and Salim. 2013. Penekanan populasi *Oryctes rhinoceros* dan *Rhynchophorus ferrugineus* dengan perangkap feromon', *Balai Penelitian tanaman Palma*, 1(1), pp. 65–72.
- Hsinchi, 1997. Probit Analysis. Computer software programme. Copyright 1997.
- Indriyanti, D. rini, Susanti, D. and Widyaningrum, P. 2015. Aplikasi nematoda entomopatogen dan jamur *Metharizium anisopliae* pada larva *Oryctes rhinoceros'*, *hilirisasi biologi*, 14(2), pp. 2–9.

- ITIS. 2010. *Integrated Taxonomic Information System. Elaeis guineensis* Jacq. Itis.gov, (Diakses pada 25 Januari. 2018).
- Kalshoven, V. D. Laan.1981. The Pest of Crops in Indonesia. PT Ichtiar Baru, Van Hoeve, Jakarta.
- Khairunnisa, S., Pinem, M. I. and Zahara, F. 2014. Uji efektivitas nematoda entomopatogen sebagai pengendali penggerek pucuk kelapa sawit (*Oryctes rhinoceros* L.) (coleoptera: scarabaeidae) in the laboratory', *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(2337), pp. 607–620.
- Klowden, M.J. 2002. Physiological System in Insects. Acad. Press. London. 413 pp.
- Krutmuang, P. and Mekchay, S. 2005. Pathogenicity of Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* Against Termites. in *Conference on International Agricultural Research for Development Pathogenicity*, pp. 1–4.
- Lekahena, R. 2011. Pengenalan Dan Pengendalian Hama *Oryctes* sp. Dengan Jamur *Metharizium anisopliae*. <http://ditjenbun.deptan.go.id>. (Diakses 3 April 2012).
- Liu,Z. Y., Z. Q. Liang, A. J. S. Whalley, Y. J. Yao, & A. Y. Liu. 2001.Cordyceps brittlebankisoides, a new pathogen of grubs and its anamorph, *Metarhizium anisopliae* var. majus. *Journal of invertebrate pathology* 78(?): 178—182.
- Lubis AU. 1992. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat Bandar Kuala: Pematang Siantar.
- Lukmana, M. and Alamudi, F. 2017. Monitoring hama kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* l.) pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan di pt barito putera plantation. *Jurnal Agrisains*, 3(November), pp. 59–63.
- Mangoensoekarjo S, Semangun H. 2005. Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit. Yogyakarta: Gadjah Mada Univ Pr.
- Marheni *et al.* 2014. Uji Patogenesis Jamur *Metarhizium anisopliae* dan Jamur *Cordyceps militaris* Terhadap Larva Penggerek Pucuk Kelapa Sawit (*Oryctes rhinoceros*) (Coleoptera : Scarabaeidae) di Laboratorium Test of Pathogenical *Metarhizium anisopliae* Fungus and Cordyceps mi. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 4(2), pp. 32–41.
- Maryani, A. T. 2012. Pengaruh volume pemberian air terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pembibitan utama', *Faperta Unja*, 1(2), pp. 64–74.
- Masykur. 2013. Pengembangan industri kelapa sawit sebagai penghasil energi

bahan bakar alternatif danmengurangi pemanasan global (Studi di Riau Sebagai Penghasil Kelapa Sawit Terbesar di Indonesia). *jurnal reformasi*, 3(2), pp. 96–107.

McCoy C, Quintela ED, De-Fria M (2003). Environmental persistence of entomopathogenic fungi. In: Factors affecting the survival of entomopathogens, Baur ME, Fuxa JR (eds.) p. 8.

Mohan, C. 2005. Global Invasive Species Database, *Oryctes rhinoceros*. Accessed May 17, 2012 from: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=173>.

Mulyono (2007) Kajian patogenisitas cendawan Metarhizium anisopliae terhadap hama *Oryctes rhinoceros* L . tanaman kelapa pada berbagai waktu aplikasi.

Nasution, S. H., Hanum, C. and Ginting, J. 2014. Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Pada Berbagai Perbandingan Media Tanam Solid Decanter dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Sistem Single Stage. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(2), pp. 691–701.

Nation, L. N. 2002. Insect Physiology and Biochemistry. CRC Press. New York. 485p.

Nayar, K.K., T.N. Ananthakrishnan & B.V. David. 1976. General and applied entomology. Tata McGraw-Hill, New Delhi: xii + 589 hlm.

Nuning, D. and Wardati, I. 2016. Teknologi pengendalian hayati *Metarhizium anisopliae* dan Beauveria bassiana terhadap hama kumbang kelapa sawit (*Oryctes rhinoceros*). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 12(2), pp. 1–5.

Onofre, S.B., M.M. Cindia, M. Neiveia, and L.A. Joao. 2001. Pathogenicity of four strains entomopathogenic fungi against the bovine tick *Boophilus microplus*. Am. J. Vet. Res. 62: 1.478–1.480.

Pahan I. 2008.Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Jakarta: Penebar Swadaya

Pasaribu, R., Wicaksono, K. P. and Tyasmoro, S. Y. 2017. Uji lapang efikasi herbisida berbahan aktif ipa glifosat 250 g,l-1 terhadap gulma pada budidaya kelapa sawit belum menghasilkan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(1), pp. 108–115.

Patma, U. et al. 2013. Penggunaan suspensi Baculovirus terhadap *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera : Scarabaeidae) di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(4), pp. 1018–1028.

Pertanian, B. B. P. dan P. T. P. B. P. dan P. (2008) *Teknologi Budidaya Kelapa*

Sawit, seri buku inovasi: BUN/11/2008.

- Putra, R. P. 2009. Isolasi dan pengujian kemampuan *Metarizhium majus* (Johnst.) Bisch., Rehner & Humber sebagai kapang entomopatogen dengan metode kontak langsung pada larva *Oryctes rhinoceros* Linn. Skripsi Sarjana Departemen Biologi FMIPA UI Universitas Indonesia: xii + 125 hlm. Rey,
- Putri, R. I. P. (2016) Uji Patogenitas Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* L.
- Purba, R.Y, 2006, Sistem dan Aplikasi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan. 17 hal.
- Prawirosukarto, S., A. Susanto & R.Y. Purba. 2002. Teknologi pengendalian hama dan penyakit pada kelapa sawit. PPKS Medan. 34 hal.
- Prayogo, Y., W. Tengkano & Marwoto. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura* pada kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian* 24(1): 19--26.
- Rachmawati, R., Mayang, D. M. and Himawan, T. 2016. Virulensi jamur *Beauveria bassiana* (Bals.) vuill. (hypocreales: cordycipitaceae) dengan pemurnian kembali pada serangga (passage insect) terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). *Jurnal HPT*, 4(1), pp. 45–53.
- Romoser, W.S. & J.G. Stoffolano. 1998. The science of entomology. McGraw-Hill, Boston: xiv + 605 hlm
- Rumini, W. 1992. Pengendalian hama tanaman kelapa. Dalam: Rumini, W. & H. T. Luntungan (eds.). 1992. Kumpulan makalah temu lapang di Sub Balitka Pakuwon. Departemen Pertanian. (?): 36--43.
- Ruskandi & O. Setiawan. 2004. Teknik pengendalian hama pemakan daun kelapa. *Buletin Teknik Pertanian* 9(2): 70--72.
- Rosmayuningih, A., Rahardjo, B. T. and Rachmawati, R. 2014. Patogenisitas jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap hama kepingding tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera : Cydnidae) dari beberapa formulasi. *Jurnal HPT*, 2(2), pp. 28–37.
- Sahari, B. 2012. Struktur Komunitas Parasitoid Hymenoptera Di Perkebunan Kelapa Sawit, Desa Pandu Senjaya, Kecamatan Pangkalan Lada Kalimantan Tengah.
- Salbiah, D., Laoh, J. H. and Nurmayani (2013) 'Uji Beberapa Dosis Beauveria bassiana vuillemin terhadap Larva Hama Kumbang Tanduk *Oryctes*

- rhinoceros* (Coleoptera; Scarabaeidae) pada Kelapa Sawit', *Teknolbiologi*, 4(2), pp. 137–142.
- Sasongko, P. E. (2010) 'Studi kesesuaian lahan potensial untuk tanaman kelapa sawit di kabupaten blitar', *Jurnal Pertanian Mapeta*, 12(2), pp. 137–144.
- Sastrosayono, S. 2003. Budidaya Kelapa Sawit. Agromedia Pustaka, Jakarta Selatan
- Setyamidjadja, D., 2006. Kelapa Sawit. Kanisius. Yogyakarta.
- Soebandrijo & E.A. Wikardi. 1988. Pengelolaan serangga hama *Oryctes rhinoceros* L. Dalam: Soehardjan, M., D. Sitepu & Darwis. 1988. Prosiding Seminar Proteksi Tanaman Kelapa. Seminar Proteksi Tanaman Kelapa, Bogor, Mei 8--10, 1985. Departemen Pertanian, (?): 43--55.
- Sihombing, R. H., Oemry, S. and Lubis, L. (2014) 'Uji efektifitas beberapa entomopatogen pada larva *Oryctes rhinoceros* L . (Coleoptera : Scarabaeidae) di laboratorium', *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(2337), pp. 1300–1309.
- Sinaga, M., Oemry, S. and Lisnawita (2015) 'Efektivitas beberapa pengendalian Setothosea asigna pada fase vegetatif kelapa sawit di rumah kaca', *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(2), pp. 634–641.
- Sintawati, R., Martina, A. and Linda, T. M. (2016) 'Uji Patogenisitas Fungi Entomopatogen Lokal Riau sebagai Agen Biokontrol Hama Rayap (*Coptotermes curvignathus* Holmgren)', *Jurnal Riau Biologia*, 1(12), pp. 73–79.
- Siregar, A. Z. (2016) 'Inventarisasi serangga penyebuk, hama dan penyakit dominan pada aren', *Jurnal Pertanian Tropik*, 3(2), pp. 170–176.
- Suhardiyono L. 1995. Tanaman Kelapa Budidaya Produksi Kelapa. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal : 4-6.
- Ta, E. et al. (2010) 'Jamur Entomophatogen Asal Tanah Lebak di sumatera selatan dan potensinya sebagai agensia hayati walang sangit (leptocoris oratorius (f .))', *HPT Tropika*, 10(2), pp. 154–161.
- Thomas B Matthew. 2007. Infection by fungal entomopathogens. Available at:http://www.nature.com/info/copyright_statement.html. di akses tanggal 09 Januari 2009.
- Tyas, D. and Hermawan, B. (2010) 'Hubungan antara Beberapa Karakteristik Fisik Lahan dan Produksi Kelapa Sawit Relations between Physical Characteristics of Land and Palm Oil Production', *Akta Agrosia*, 13(1), pp. 35–39.

- Ulya, L. N., Himawan, T. and Mudjiono, G. (2016) ‘Uji patogenisitas jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* (Moniliales: Moniliaceae) terhadap hama uret *Lepidiota stigma* F. (Coleoptera: Scarabaeidae)’, *Jurnal HPT*, 4(1), pp. 24–31.
- Utari, N. made winda, Sudiarta, I. putu and Bagus, I. gusti ngurah (2015) ‘Pengaruh media dan umur biakan jamur *Metarhizium anisopliae* M . terhadap tingkat kematian larva *Oryctes rhinoceros* L . (Scarabaeidae ; Coleoptera)’, *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4(2), pp. 160–169.
- Utomo, C. Herawan T. dan Susato A., 2007. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, Feromon : Era baru pengendalian hama Ramah Lingkungan di Perkebunan Kelapa Sawit, PPKS Medan .
- Vega FE & Kaya HK, 2012. Insect Pathology–Second Edition. London: Academic Press Inc.
- Witjaksono *et al.* (2015) ‘Tekanan Metharizium anisopliae dan feromon terhadap populasi dan tingkat kerusakan oleh *Oryctes rhinoceros*’, *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 19(2), pp. 73–79.
- Yuningsih and Widyaningrum, T. (2014) ‘Uji patogenitas spora jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas larva *Oryctes rhinoceros* sebagai bahan ajar biologi SMA kelas x’ , *Jupemasi-Pbio*, 1(1), pp. 53–59.