

SKRIPSI

**UJI EFIKASI BIO-INSEKTISIDA *Bacillus thuringiensis*
DENGAN PERLAKUAN PEMISAHAN PROTEIN,
SUPERNATAN (SPORA) DAN LARUTAN CAMPURAN
TERHADAP RAYAP *Macrotermes gilvus* (ISOPTERA:
TERMITIDAE)**

***EFFICACY TEST OF Bacillus thuringiensis BIO-
INSECTICIDES WITH SEPARATION OF PROTEIN,
SUPERNANTANT (SPORE) AND MIXED SOLUTION
TREATMENT ON TERMITE Macrotermes gilvus (ISOPTERA:
TERMITIDAE)***



**Ahmad Riskal
05081381621042**

**PROGRAM STUDI PROTEKSIN TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

SUMMARY

AHMAD RISKAL. Efficacy Test of *Bacillus thuringiensis* Bio-Insecticides with Separation of Protein, Supernatant (Spore) and Mixed Solution Treatment on Termite *Macrotermes gilvus* (Isoptera: Termitidae). (Supervised by **YULIA PUJIASTUTI**).

Soil termites (*Macrotermes gilvus*) are one of the destructive insect pests that cause huge losses. These termites are the main pests on perennial plantation crops, therefore control must be carried out. One of the effective controls and also does not pollute nature is *Bacillus thuringiensis* bioinsecticide. In the stage of making bioinsecticide based on *B. thuringiensis*, the separation of supernatant and protein is carried out, the supernatant contains spores from bacteria and protein contains protein crystals from bacteria. The aim of this study was to determine the efficacy of protein, supernatant (spore), and mixed solution of *B. thuringiensis* bioinsecticide in controlling *M. gilvus* termites. This research was arranged in an experiment that was designed with a factorial randomized design (FRD), with 2 factors. The first factor's ten isolates and second factor's bioinsecticide treatment factors. Bioinsecticide treatment was separation of protein and supernatant. The isolates used were isolate collections from the Entomology Laboratory of Plant Pests and Diseases, and were redistributed on NGKG media. In making bioinsecticide *B. thuringiensis* prepared media is bio urine, molasses, and nutrient broth media (NB). Before the application is carried out the separation of protein and supernatant by centrifugation. Bioinsecticide was applied to termite feed with a concentration of 0,2 ml of bioinsecticide solution and 20 ml of aquades. The highest spore density was highest in the manufacture of 72 hour pesticides that was on the SMR4 isolate with an average of $11,23 \times 10^{12}$ spores / ml. The mean spore density in the supernatant treatment was MSP isolate with an average of $6,00 \times 10^{12}$ spores / ml and the highest spore density of the mixed solution was $11,24 \times 10^{12}$ spores / ml isolates. The highest average mortality occurred in isolates KJ3P1 and the highest average mortality in the treatment occurred in the application of supernatant. The highest LT₅₀ for protein application is SMR4 isolate with the time needed to kill 50% of test insects is 1s,025 days, for the highest LT₅₀ supernatant application is KJ3P1 isolate with the time needed to kill 50% of test insects that is 0,947 days and the highest application of mixed solution, LT₅₀ is highest that is KJ3P1 isolate with the time needed to kill 50% of the test insects which is 0,921 days. For weight reduction, the percentage of depreciation was calculated, the highest depreciation (other than control) occurred in the treatment of SASU isolates applying protein with a shrinkage of 4,2%.

Keywords: *M. gilvus*, *B. thuringiensis*, Mortality, bioinsecticide, LT₅₀, supernatant, protein, mixed solution

RINGKASAN

AHMAD RISKAL. Uji Efikasi Bio-Insektisida *Bacillus thuringiensis* dengan Perlakuan Pemisahan Protein, Supernatan (Spora) dan Larutan Campuran Terhadap Rayap *Macrotermes gilvus* (Isoptera: Termitidae). (Dibimbing oleh **YULIA PUJIASTUTI**).

Rayap tanah (*Macrotermes gilvus*) salah satu serangga hama perusak yang menimbulkan kerugian besar. Rayap ini menjadi hama utama pada tanaman perkebunan, oleh sebab itu harus dilakukan pengendalian. Salah satu pengendalian yang efektif dan juga tidak mencemari alam adalah bioinsektisida berbasis *Bacillus thuringiensis*. Dalam tahap Pembuatan bioinsektisida berbasis *B. thuringiensis* dilakukan pemisahan supernatan dan protein, supernatan mengandung spora dari bakteri dan protein mengandung kristal protein dari bakteri. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efikasi protein, supernatan (spora), dan larutan campuran dari bioinsektisida *B. thuringiensis* dalam mengendalikan rayap *M. gilvus*. Penelitian disusun dalam suatu percobaan yang dirancang dengan rancangan acak faktorial (RALF), dengan 2 faktor. Faktor pertama sepuluh isolat dan faktor kedua perlakuan bioinsektisida. Perlakuan bioinsektisida yaitu pemisahan protein dan supernatan. Isolat yang digunakan adalah isolat koleksi dari Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan dibugarkan kembali pada media NGKG. Dalam pembuatan bioinsektisida *B. thuringiensis* media yang disiapkan adalah biourine, molase, dan media *nutrient broth* (NB). Sebelum pengaplikasian dilakukan pemisahan protein dan supernatan dengan sentrifugasi. Bioinsektisida diaplikasikan pada pakan rayap dengan konsentrasi 0,2 ml larutan bioinsektisida dan 20 ml aquades. Rerata kerapatan spora paling tinggi pada pembuatan pestisida 72 jam yaitu pada isolat SMR4 dengan rerata $11,23 \times 10^{12}$ spora/ml. Rerata kerapatan spora pada perlakuan supernatan yaitu pada isolat MSP dengan rerata $6,00 \times 10^{12}$ spora/ml dan rerata kerapatan spora larutan campuran tertinggi yaitu pada isolat $11,24 \times 10^{12}$ spora/ml. Rerata mortalitas tertinggi terjadi pada isolat KJ3P1 dan rerata mortalitas tertinggi pada perlakuan terjadi pada pengaplikasian supernatan. LT_{50} tertinggi untuk pengaplikasian protein yaitu isolat SMR4 dengan waktu yang dibutuhkan untuk membunuh 50% serangga uji adalah 1,025 hari, untuk pengaplikasian supernatan LT_{50} tertinggi yaitu isolat KJ3P1 dengan waktu yang dibutuhkan untuk membunuh 50% serangga uji yaitu 0,947 hari dan pengaplikasian larutan campuran, LT_{50} tertinggi yaitu isolat KJ3P1 dengan waktu yang dibutuhkan untuk membunuh 50% serangga uji yaitu 0,921 hari. Untuk pengurangan berat pakan dihitung presentase penyusutannya, penyusutan tertinggi (selain kontrol) terjadi pada perlakuan isolat SASU pengaplikasian protein dengan penyusutan 4,2%.

Kata Kunci : *M. gilvus*, *B. thuringiensis*, Mortalitas, bioinsektisida. LT_{50} , supernatan, protein, larutan campuran

SKRIPSI

**UJI EFIKASI BIO-INSEKTISIDA *Bacillus thuringiensis* DENGAN
PERLAKUAN PEMISAHAN PROTEIN, SUPERNATAN (SPORA) DAN
LARUTAN CAMPURAN TERHADAP RAYAP *Macrotermes gilvus*
(ISOPTERA: TERMITIDAE)**

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



**Ahmad Riskal
05081381621042**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBARAN PENGESAHAN

Uji Efikasi Bio-Insektisida *Bacillus thuringiensis* dengan Perlakuan
Pemisahan Protein, Supernatant (Spora) dan Larutan Campuran Terhadap
Rayap *Macrotermes gilvus* (Isoptera: Termitidae)

Skripsi

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

Oleh:
Ahmad Riskal
05081381621042

Pembimbing

Indralaya, Januari 2020

ahm

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

ILMU ALAT PENGABDIAN

Mengetahui,

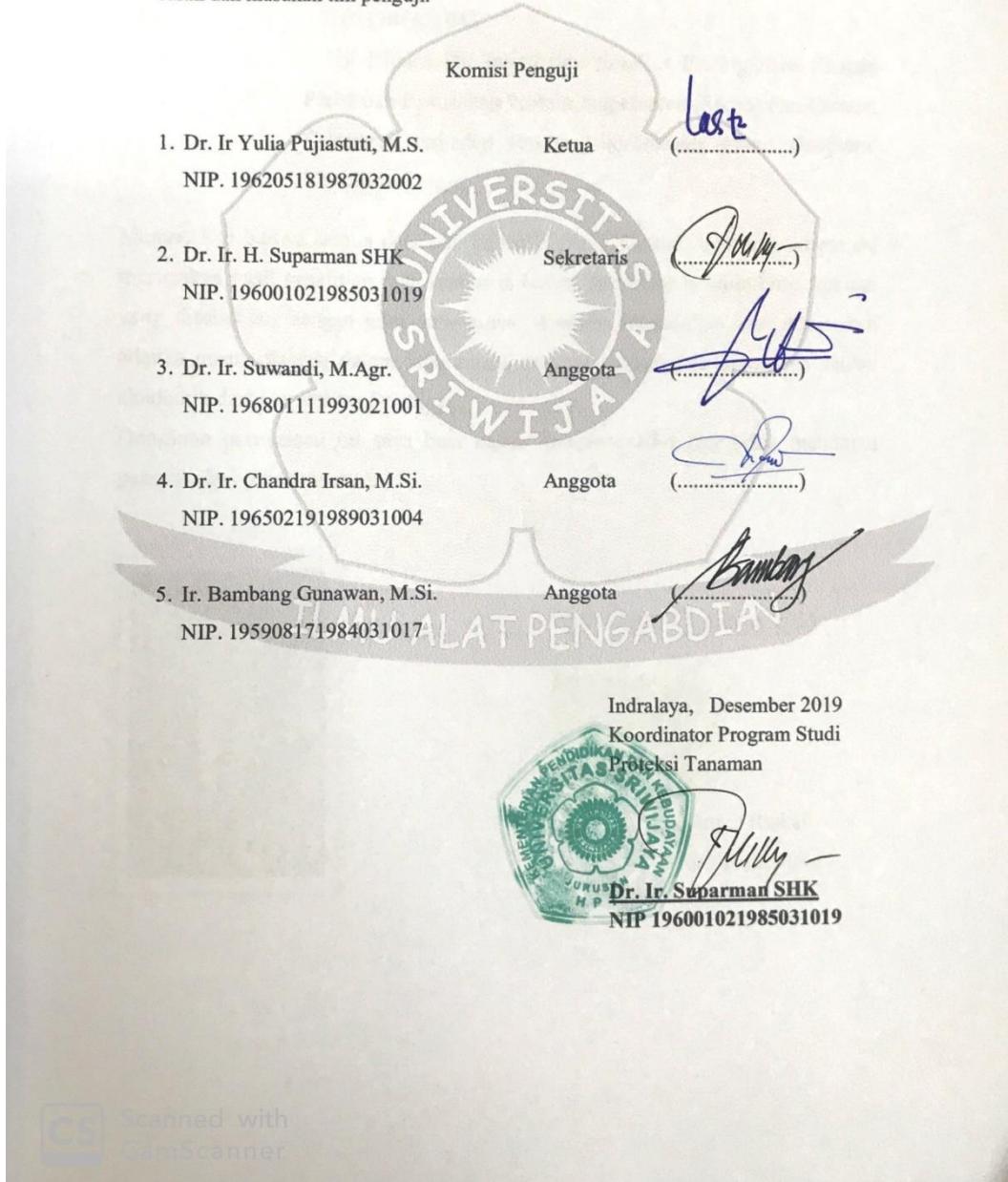
Dekan Fakultas Pertanian Unsri



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

NIP. 1960120221986031003

Skripsi dengan judul "Uji Efikasi Bio-Insektisida *Bacillus thuringiensis* dengan Perlakuan Pemisahan Protein, Supernatan (Spora) dan Larutan Campuran Terhadap Rayap *Macrotermes gilvus* (Isoptera: Termitidae)" oleh Ahmad Riskal telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Desember 2019 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.



Scanned with
CamScanner

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tanagan di bawah ini:

Nama : Ahmad Riskal

Nim : 05081381621042

Judul : Uji Efikasi Bio-Insektisida *Bacillus thuringiensis* dengan Perlakuan Pemisahan Protein, Supernatan (Spora) dan Larutan Campuran terhadap Rayap *Macrotermes gilvus* (Isoptera: Termitidae)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervise pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas 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 2019



Ahmad Riskal

05081381621042



RIWAYAT HIDUP

Ahmad Riskal dilahirkan sebagai muslim pada tanggal 1 Februari 1998 di Tanjung Sakti, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan merupakan anak sulung dari tiga saudara, dilahirkan oleh Ibu Ismi Nurhidayati dan bapak Rudiansyah. Memulai pendidikan di taman kanak kanak Xaverius, Tanjung Sakti dan selesai pada tahun 2004. Kemudian melanjutkan pendidikan di SD Xaverius Tanjung Sakti dan menyelesaikan pendidikan SD pada tahun 2010. Penulis melanjutkan sekolah menengah pertama di SMP Xaverius Tanjung Sakti. Dan kemudian melanjutkan pendidikan di sekolah menengah atas di SMA Santo Yosef Lahat dan menyelesaikan pendidikan SMA pada tahun 2016.

Setelah lulus SMA penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi. Dinyatakan diterima di Universitas Sriwijaya pada program studi Proteksi Tanaman pada Agustus 2016. Penulis aktif di berbagai organisasi kampus seperti staff khusus dewan perwakilan mahasiswa dan organisasi kedaerahan serta sempat menjabat sebagai Ketua Umum di Himpunan Mahasiswa Tanjung Sakti (HIMASTI) pada tahun 2017.

KATA PENGANTAR

Assalammualaikum warrahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur saya haturkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga terselesaikannya penelitian yang berjudul “Proposal Penelitian Uji Efikasi Bio-Insektisida *Bacillus thuringiensis* Dengan Pemisahan Protein, Supernatan (Spora) Dan Larutan Campuran Terhadap Rayap *Macrotermes gilvus* (Isoptera: Termitidae)”. Shalawat beriring salam saya sampaikan pada Suri Tauladan Nabi Besar Muhammad ﷺ yang telah membuka gerbang kemuliaan dan membawa kita dari zaman kegelapan hingga zaman terang benderang seperti ini, dari zaman kebodohan hingga zaman yang penuh akan ilmu dan teknologi seperti saat ini.

Saat ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya Allah Swt atas ribuan nikmat yang tidak terhingga selama hidup penulis. Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada kedua orang tua penulis, mamak Ismi Nurhidayati dan bapak Rudiansyah, terimakasih pula kepada saudara kandung penulis adek Ahmad Rivaldi dan adek Raisyah Nurhanafah atas dukungannya yang tiada hentinya untuk penulis.

Terimakasih banyak kepada Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.Si selaku pembimbing skripsi. Terimakasih kepada bapak Dr. Ir. Suparman SHK, dan Bapak Arsy, SP.M.Si atas arahan dan bimbingannya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih pula kepada dosen-dosen pengaji. Terimakasih kepada teman-teman penulis, Annisa Dwi Larasati, dan HPT 16.

Penulis berharap penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber pengembangan ilmu dan pengetahuan untuk kita semua. Penulis menyadari bahwa masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam pembuatan skripsi penelitian ini. Untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata penulis ucapkan banyak terima kasih.

Wasalammualaikum warrahmatullahi wabarakatuh.

Indralaya, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Hipotesis	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Rayap Tanah <i>Macrotermes gilvus</i>	4
2.1.1. Biologi dan Morfologi Rayap	4
2.1.2. Gejala Serangan	6
2.2. Pengendalian Rayap <i>Macrotermes gilvus</i>	6
2.3. Bakteri Entomopatogen <i>Bacillus thuringiensis</i>	6
2.3.1. Biologi dan Morfologi <i>Bacillus thuringiensis</i>	6
2.3.2. Kristal Protein	8
2.3.4. Mekanisme Patogenesitas <i>Bacillus thuringiensis</i>	10
2.4. Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i>	10
2.5. Bio Urine.....	11
2.6. Molase	12
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu	14
3.2. Alat dan Bahan.....	14
3.3. Metode Penelitian	14
3.3.1. Persiapan Isolat Bakteri.....	15
3.3.2. Persiapan Bioinsektisida Berbasis <i>Bacillus thuringiensis</i>	15
3.3.2.1. Pembuatan <i>seed culture</i>	16
3.3.2.2. Pembuatan Bioinsektisida	16
3.3.2.3. Perhitungan Kerapatan Spora.....	16
3.3.2.4. Persiapan Pengaplikasian	17
3.3.3. Persiapan Serangga Uji Rayap <i>Macrotermes gilvus</i>	17
3.3.4. Pengaplikasian <i>Bacillus thuringiensis</i>	18
3.4. Parameter yang Diamati	18
3.5. Analisis Data	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil	19
4.1.1. Kerapatan Spora.....	19
4.1.1.1. Kerapatan Spora Pembuatan Bioinsektisida	19
4.1.1.2. Kerapatan Spora Perlakuan Supernatan Dan Larutan Campuran.....	19

4.1.2.	Gejala Kematian Rayap Setelah Aplikasi Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i>	20
4.1.3.	Mortalitas Rayap.....	21
4.1.3.1.	Mortalitas Rayap Dengan Bioinsektisida Isolat Berbeda.....	21
4.1.3.2.	Mortalitas Rayap Dengan Perlakuan Pada Bioinsektisida.....	22
4.1.4.	LT ₅₀ Kematian Rayap Setelah Aplikasi Perlakuan.....	23
4.1.4.1.	LT ₅₀ Kematian Rayap Setelah Aplikasi Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> Protein	23
4.1.4.2.	LTime ₅₀ Kematian Rayap Setelah Aplikasi Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> Supernatan	23
4.1.4.3.	LT ₅₀ Kematian Rayap Setelah Aplikasi Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> Larutan Campuran.....	24
4.1.5.	Data Pakan	24
4.2.	Pembahasan.....	26
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1.	Kesimpulan	30
5.2.	Saran	30
	DAFTAR PUSTAKA	31
	LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Kandungan nutrisi pada molase	12
3.1. Pengkodean isolat bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i>	15
3.2. Pengkodean perlakuan bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> <i>Bacillus thuringiensis</i>	15
4.1. Rerata kerapatan spora bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> selama di fermentor.....	19
4.2. Rerata kerapatan spora setelah di-shaker di sentrifugasi (setelah perlakuan).....	20
4.3. Rerata mortalitas rayap <i>Macrotermes gilvus</i> setelah aplikasi bioinsektisida berbasis <i>Bacillus thuringiensis</i> dengan 10 isolat berbeda.....	22
4.4. Rerata mortalitas rayap <i>Macrotermes gilvus</i> setelah aplikasi bioinsektisida berbasis <i>Bacillus thuringiensis</i> dengan perlakuan protein, supernatan dan larutan campuran.....	22
4.5. LT 50% pada rayap <i>Macrotermes gilvus</i> kasta pekerja pada perlakuan protein.....	23
4.6. LT 50% pada rayap <i>Macrotermes gilvus</i> kasta pekerja pada perlakuan supernatan	23
4.7. LT 50% pada rayap <i>Macrotermes gilvus</i> kasta pekerja pada perlakuan larutan campuran	24
4.5. Tabel presentase pengurangan pakan.....	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Rayap tanah <i>Macrotermes gilvus</i>	4
2.2. Siklus metamorfosis rayap serta pembagian kasta.....	5
2.3. Bentuk sel <i>Bacillus thuringiensis</i> pada perbesaran 1000 kali..	7
2.4. Hasil Scanning kristal protein <i>Bacillus thuringiensis</i> . S: spora, C: protein kristal, rc: sel rod.....	8
2.5. Bagian ultrastruktur pada sporulasi sel <i>Bacillus thuringiensis</i> (A) dan badan paraspora <i>Bacillus thuringiensis</i> (B). Sp: spora; E: <i>exosporium</i> ; PB: <i>parasporal body</i> . Skala pengamatan: 1 μm	11
3.1. Pengambilan rayap <i>Macrotermes gilvus</i> di lahan sawit Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya	18
4.1. Bioinsektisida berbasis <i>Bacillus thuringiensis</i> Setelah disentrifugasi	20
4.2. Gejala kematian rayap pada hari pertama (a), hari kedua (b), hari ketiga (c), hari keempat (d), hari kelima (e), hari keenam (f), dan hari ketujuh (f).....	21

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1a. Data perhitungan mortalitas rayap hari pertama	36
1b. Transformasi arscin dari data perhitungan mortalitas rayap hari pertama.....	37
1c. Hasil transformasi arscin dari data perhitungan mortalitas rayap hari pertama.....	38
1d. Analisis sidik ragam mortalitas rayap pada maising-masing perlakuan pada hari pertama.....	39
2a. Data perhitungan mortalitas rayap hari kedua.....	39
2b. Transformasi arscin data perhitungan mortalitas rayap hari kedua	40
2c. Hasil transformasi arscin data perhitungan mortalitas rayap hari kedua	41
2d. Analisis sidik ragam mortalitas rayap pada maising-masing perlakuan pada hari kedua	42
3a. Data perhitungan mortalitas rayap hari pertama	42
3b. Transformasi arscin dari data perhitungan mortalitas rayap hari ketiga.....	43
3c. Hasil transformasi arscin dari data perhitungan mortalitas rayap hari ketiga.....	44
3d. Analisis sidik ragam mortalitas rayap pada maising-masing perlakuan pada hari ketiga.....	45
4a. Data perhitungan mortalitas rayap hari keempat.....	45
4b. Transformasi arscin data perhitungan mortalitas rayap hari keempat	46
4c. Hasil transformasi arscin data perhitungan mortalitas rayap hari kedua	47
4d. Analisis sidik ragam mortalitas rayap pada maising-masing perlakuan pada hari kedua	48
5. Foto pembuatan bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> menggunakan <i>Biofermentor</i>	48
6. Foto sentrifugator yang berguna untuk memisahkan larutan...	48
7. Foto rayap <i>Macrotermes gilvus</i> kasta pekerja sehat (a) dan kasta pekerja yang mati akibat <i>Bacillus thuringiensis</i> (b).	49

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara subur dengan hasil alam yang cukup tinggi dan beranekaragam, salah satunya dalam bidang pertanian. Pertanian merupakan salah satu sistem pengelolaan hasil alam yang berperan penting untuk berbagai lapisan masyarakat. Dalam pengelolaan hasil pertanian tersebut tentunya tidak luput dari penurunan produksi dan kualitas hasil yang disebabkan oleh hama. Salah satu hama penting pada lahan perkebunan adalah rayap (Nandika *et al.*, 2003).

Rayap merupakan salah satu serangga hama perusak yang menimbulkan kerugian besar. Pada umumnya rayap merusak segala bahan yang terbuat dari kayu atau bahan yang mengandung selulosa seperti *furniture*, bangunan maupun tanaman perkebunan (pertanian), dan lain-lain (Kurniawan *et al.*, 2015). Sarang rayap dapat ditemui pada batang pohon yang sudah mati, dan di dalam tanah dekat perakaran tumbuhan (Kahono *et al.*, 2003). Di dalam sarangnya, rayap membuat terowongan dengan panjang 6 mm – 90 mm dengan kedalaman 30-60 cm (Hill, 2008). Dilihat dari segi hama, genus *Macrotermes* merupakan genus yang paling banyak menarik perhatian para peneliti (Arifin *et al.*, 2014).

Genus *Macrotermes* merupakan hama utama di perkebunan benua Amerika, Asia, dan Australia (Lo *et al.*, 2006; Takematsu *et al.*, 2006). Genus ini dilaporkan menjadi hama Isoptera yang paling merusak dalam menyerang bahan berkayu di dunia (Takematsu, *et al.*, 2000) dan berbagai spesies rayap ini ditemukan di Pulau Jawa (Subekti, 2010; Lestari dan Savante Arreneuz, 2014), Sulawesi (Takematsu *et al.*, 2000), Kalimantan (Arief *et al.*, 2017) dan Sumatera (Herlinda *et al.*, 2010). Rayap ini mengakibatkan kerugian besar secara ekonomi di Indonesia (Lee *et al.*, 2012).

Dalam penelitian Herlinda *et al.* (2010) dilaporkan bahwa 63 ekor rayap dapat menyerang 1 pohon karet. Hal itu juga dikemukakan oleh Kalshoven (1981) dalam bukunya yakni rayap dapat menggerek tanaman karet hingga menembus mata okulasi dan dapat menyebabkan kematian pada tanaman karet. Pada tahun 2000 data menunjukkan bahwa kerusakan yang diakibatkan rayap mengakibatkan

kerugian mencapai Rp. 3,73 triliun (Nandika *et al.*, 2003). Pada tahun 2015 kerugian yang diakibatkan oleh rayap meningkat mencapai Rp. 18,68 triliun (Lesmana, 2015). Dalam penelitian Erlan *et al.* (2018) terhitung sejak pertengahan tahun 2017 muncul permasalahan serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang menyebabkan tanaman sawit di kebun mengalami kematian. Hasil sensus diperoleh pada periode November 2017 sampai Maret 2018 telah ditemukan 2.121 tanaman sawit mengalami kematian, diduga disebabkan oleh rayap. Kerugian yang disebabkan oleh rayap ini tentu saja tidak sedikit dan sangat perlu untuk dilakukan upaya-upaya pengendalian.

Dalam upaya pengendalian OPT pada tanaman, petani kerap kali menggunakan pestisida sintetik. Padahal seperti yang kita ketahui penggunaan pestisida sintetik secara terus-menerus dapat menyebabkan dampak buruk yang sangat merugikan diantaranya terjadi resurgensi hama, resistensi hama, serta musnahnya serangga bukan sasaran (Indiati dan Marwoto, 2017). Pengendalian menggunakan pestisida sintetik harus diikuti dengan penggunaan sesuai dengan aturan pakai, baik waktu maupun dosis penggunaan harus diperhatikan. Karena kekhawatiran akan terjadinya dampak buruk tersebut maka pengendalian menggunakan pestisida kimia dijadikan sebagai cara terakhir dalam pengendalian hama terpadu (PHT). Oleh karena itu perlu dicari alternatif lain yang lebih aman untuk lingkungan, organisme non target serta manusia. Salah satu alternatif dengan menggunakan bakteri yang bersifat entomopatogenik yaitu *B. thuringiensis* (Bahagiawati, 2013).

B. thuringiensis adalah bakteri yang hidup di tanah dan bersifat toksik bagi serangga hama. Spora dan protein yang dihasilkan *B. thuringiensis* pada tahap sporulasi bersifat toksik dan mematikan bagi serangga target secara selektif. Dikatakan selektif karena serangga yang akan mati adalah serangga yang mempunyai pH tinggi pada sistem pencernaannya, jika serangga tidak memiliki pH tinggi pada sistem pencernaan maka tidak akan berpengaruh (sensitif) (Palma *et al.*, 2014). Jadi untuk penggunaan *B. thuringiensis* sebagai bioinsektisida untuk pengendalian rayap, dapat dikatakan aman dan dianjurkan untuk digunakan untuk menggantikan pestisida sintetik yang berbahaya.

Dalam penelitian Anggraeni *et al.* (2015), menyatakan bahwa protein yang mengendap saat proses pemusingan pada 4000 rpm selama 15 menit menggunakan sentrifugator memiliki toksitas yang lebih besar daripada supernatan. Tetapi pada penelitian Gama *et al.* (2013), menyatakan bahwa kematian yang besar dalam uji kematian serangga uji yang lebih mematikan adalah supernatan yang mengandung banyak spora.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana efikasi protein, supernatan (spora) dan larutan campuran bioinsektisida berbasis *B. thuringiensis* dalam mengendalikan rayap *M. gilvus*.

1.3. Tujuan

Untuk mengetahui efikasi protein, supernatan (spora), dan larutan campuran dari bioinsektisida *B. thuringiensis* dalam mengendalikan rayap *M. gilvus*.

1.4. Hipotesis

Diduga pengaplikasian protein, supernatan (spora), dan larutan campuran bioinsektisida berbasis *B. thuringiensis* mampu mematikan hama rayap *M. gilvus*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian dapat memberikan informasi dan pengetahuan untuk mengendalikan rayap serta dapat direkomendasikan pada petani pada umumnya guna mengendalikan rayap yang menjadi hama pada pertanian, serta dapat diharapkan untuk menjadi solusi dalam maraknya penggunaan pestisida kimia yang berbahaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam Triani, Rina Juliana, Nurhayati, Rosdah Thalib. 2014. Bioesai Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Asal Tanah Lebak terhadap Larva *Spodoptera litura*. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014*. ISBN: 979-587-529-9. 828-834.
- Anggraeni, Y.M. Esti R., Rendro W. 2015 Efikasi *Bacillus thuringiensis* H-14 Isolat Salatiga Sediaan Bubuk dan Cair Terhadap Jentik *Culex quinquefasciatus*. *Jurnal Balai Besar Litbang Vektor dan Reservoir Penyakit*. Vol. (7) hal. 51-56.
- Arief, C. A., Rudiyan Syah, dan Indrayani, Y. 2017. Toksisitas Fraksi Aceteugenol Dari Ekstrak Metanol Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Terhadap Rayap Tanah *Coptotermes* Sp. JKK. ISSN 2303-107 Vol 6(3): 92-101.
- Arief, Z., Zulkifli Dahlan, Sabaruddin, Chandra Irsan., dan Yusuf Hartono. Characteristics, Morphometry and Spatial Distribution of Population of Subterranean Termites *Macrotermes gilvus*. Hagen (Isoptera : Termitidae) in the Rubber Plantation Land Habitat Which Managed Without Pesticides and Chemical Fertilizers. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. ISSN (Online): 2319-7064 Vol 3 (4): 102-106.
- Arindhani, S. 2015. *Produksi Bioetanol Menggunakan Ragi Instan Dengan dan Tanpa Pemberian Aerasi Pada Media Molases*. [Skripsi] Universitas Jember
- Astuti, D. T., Pujiastuti, Y., Suparman, S. H. K., Damiri, N., Nugraha, S., Sembiring, E. R., dan Mulawarman. 2018. Exploration of *Bacillus thuringiensis* Berl. from soil and screening test its toxicity on insects of Lepidoptera order. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 102(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/102/1/012063>
- Astuti, D. 2015. Keanekaragaman Arthropoda Pada Tanaman Caisim *Brassica juncea* (Linn) yang Diaplikasikan Dengan Perlakuan Bioinsektisida Bebas *Bacillus thuringiensis*. http://perpustakaan.unsri.ac.id/opac/index.php?p=show_detail&id=7987&keywords=Dessy+Tri+Astuti. Fakultas Pertanian : Inderalaya. XVI, 48 hlm.
- Bahagiawati. 2013. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* sebagai Bioinsektisida. *Buletin AgroBio*, Vol 5(1): 21–28.
- Berry, C., O'Neil, S., Ben-Dov, E., Jones, A.F., Murphy, L., Quail, M.A., Holden, T.G., Harris, D., Zaritsky, A., dan Parkhill, J. 2002. Complete sequence and organization of pBtoxis, the toxin-coding plasmid of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*. *Appl. Environ. Microbiol.*, Vol 68: 5082-5095

- Broderick NA, Raffa KF, dan Handelsman J. 2006. Midgut bacteria required for *Bacillus thuringiensis* insecticidal activity. PNAS 103: 15196-15199
- Erlan AR, Hamdani, Hitman.S, dan Sigit. 2018. Laporan Perjalanan Dinas dalam Rangka Identifikasi OPT Penting pada Tanaman Kelapa Sawit di Wilayah UPPT Sintang Kabupaten Sintang. Balai Proteksi Tanaman Perkebunan (BPTP) Pontianak.
- Federici, B.A., Park, H.W., Bideshi, D.K., Wirth, M.C., dan Johnson, J.J. 2003. Recombinant bacteria for mosquito control. *J. Exp. Biol.*, 206, 3877-3885.
- Fitria, A. 2017. *Pengaruh Suhu dan Lama Fermentasi Terhadap Produksi Ekspolisakarida dari Tetes Tebu Oleh Lactobacillus plantarum dan Identifikasi Senyawa Gula Penyusunnya*. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. 12–14
- Gabriel B.P. dan Riyatno. 1989. *Metharizium anisopliae* (Metch) Sor : Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Gama, Z.P. Nobukazu Nakagoshi, dan Faridah Setyowati. 2013. Toxicity studies for indigenous *Bacillus thuringiensis* isolates from Malang city, East Java on *Aedes aegypti* larvae. *Asian Pac J Trop Biomed*, 3(2), pp.111.-117.
- Glazer, A. N dan Nikaido, H. 2007. *Microbial Biotechnology : Fundamentals of Applied Microbiology*. New York : Cimbridge University Press
- Hadiuwito S. 2007. Membuat Pupuk Kompos Cair. Jakarta. Agromedia Pustaka.
- Herlinda, S., Septiana, R., Irsan, C., Adam, dan T., Thalib. 2010. Populasi Dan Serangan Rayap (*Coptotermes curvignathus*) Pada Pertanaman Karet Di Sumatera Selatan. Prosiding Seminar Nasional, ISBN 978-602-98295-0-1, 13–14.
- Indriati, S. W., dan Marwoto. 2017. Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kedelai. Buletin Palawija. Vol 15(2): 87–100.
- Indriani., F., Sutrisno, E. dan Sumiyati, S. 2013. Studi Pengaruh Penambahan Limbah Ikan Pada Proses Pembuatan Pupuk Cair Dari Urin Sapi Terhadap Kandungan Unsur Hara Makro (CNPK). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2(2):1–8
- Jumar. 2000. Entomologi Pertanian. PT Rineka Cipta. Jakarta. hal. 237
- Kahono, Sih ; Amir, Mohammad. 2003. Serangga taman nasional Gunung Halimun Jawa Bagian Barat. 209 Hlm. Bogor: BCP-JICA.
- Khaerunnisa, Rizkia. 2018. Perbanyak Bakteri *Bacillus thuringiensis* pada

- Berbagai Media dan Toksisitasnya Terhadap Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus* Holmigren (ISOPTERA : RHINOTERMITIDAE).(SKRIPSI). Universitas Sriwijaya : 1-43.
- Kurniawan, R., Sulaeman, R., dan Mardhiansyah, M. 2015. Identifikasi Dampak Dan Tingkat Serangan Rayap Terhadap Bangunan Di Kabupaten Kuantan Singingi. JOM Faperta, Vol 2(2).
- Lacey LA. 2007. *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* and *Bacillus sphaericus* for mosquito control. J. Am. Mosq. Asso., Vol 23(2): 133–163
- Lantang, D dan Runtuboi, D.Y. 2012. Karakterisasi Bakteri *Bacillus thuringiensis* Asal Hutan Lindung Kampus Uncen Jayapura, serta Deteksi Toksisitasnya terhadap Larva Nyamuk Anopheles. J. Biol. Papua., Vol 4 (1): 19-24
- Lee, C.C., Neoh, K.B., Chow-Yang dan Lee (2012) Caste Composition and Mound size of Subterranean Termite *Macrotermes gilvus* (Isoptera: Termitidae: Macrotermitinae). *Ann. Entomol. Socie. of America.* 105(3): 427 - 433
- Lesmana, S. 2015. Kerugian akibat serangan rayap capai Rp. 18,68 triliun. Diakses pada 10 Juli 2019 dari <http://www.sainsindonesia.co.id/index.php/en/kabar-terkini/1528-kerugian-akibat-serangan-rayap-capai-rp-1868-triliun-10-Mei>
- Lestari, A., dan Savante Arreneuz. 2014. Uji Bioaktivitas Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* Lour) Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus*). JKK. ISSN 2303-1077, Vol 3(2): 38–43.
- Lo N, Eldridge RH, Lenz M. 2006. Phylogeny of Australian *Coptotermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) species inferred from mitochondrial COII sequences. *Bulletin of Entomological Research* Vol 96: 433-437.
- Mardliyah Robitul, N. dan Suryo, Y. 2012. Pemanfaatan Unsur Makro (NPK) Limbah Cair Tahu Untuk Pembuatan Pupuk Cair Secara Aerobik. *Jurnal Teknik Lingkungan.* (2):9.
- Mulyaningsih, L. 2010. Aplikasi Agensi Hayati Atau Insektisida dalam Pengendalian Hama *Plutella xylostella* dan *Cocidolomia binotalis* Untuk Peningkatan Produksi Kubis. *Media Soerja.* 7(2):91-113.
- Nandika, D., Rismayadi, Y., dan Diba, F. 2003. Rayap: *Biologi dan pengendaliannya*. Surakarta : Muhammadiyah University Press. XIV, 216 hlm. : il.; 23 cm eks.
- Nururrozi, A., Indarjulianto, S. dan Purnamaningsih, H. 2017. Molasses: Dampak Negatif Pada Ruminansia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 27(2):25–34. Available online at <http://jiip.ub.ac.id/>
- Pakpahan. M, 2013. Karakterisasi Fisiologi dan Pertumbuhan Isolat Bakteri *Bacillus thuringiensis* dari Tanah Naungan di Lingkungan Universitas

- Lampung (Skripsi). Jurusan Biologi.Fakultas MIPA. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Palma, L., Munoz, D., Berry, C., Murillo, J., dan Caballero, P. 2014. *Bacillus thuringiensis* Toxins: An Overview of Their Biocidal Activity. *Toxins*, Vol 6: 3296–3325. <https://doi.org/10.3390/toxins6123296>
- Priandika, Arga. Istirokhatun, T. P. 2017. Pengaruh Urin Sapi dan Molase Terhadap Kandungan C Organik dan Nitrogen Total dalam Pengolahan Limbah Padat Isi Remen RPH dengan Pengomposan Aerobik. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(1):1-9.
- Pujiastuti, Y. 2018. Toxicity of *Bacillus thuringiensis*- based Bio- insecticide on *Coptotermes curvinagthus* (Isoptera : Rhinotermitidae) in Laboratory. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, Vol 5(1) : 41–45. <https://doi.org/10.18178/joaat.5.1.41-45>
- Salaki, C.L dan Sembiring, L. 2009. Eksplorasi Bakteri *Bacillus thuringiensis* dari berbagai Habitat Alami yang Berpotensi sebagai Agensi Pengendali Hayati Nyamuk *Aedes Aegypti* Linnaeus. Seminar Nasional Biologi XX dan Kongres PBI XIV UIN Maliki. Malang, 24-25 Juli 2009. Hal. 156-161.
- Sansinenea, E. 2012. *Bacillus thuringiensis* Biotechnology. New York. Springer Dordrecht Heidelberg. ISBN 978-94-007-3020-5, Hal. 392.
- Sarfati, Muhammad Syukur. 2010. Produksi Bioinsektisida Dari *Bacillus thuringiensis* subsp. Aizawai Menggunakan Limbah Industri Tahu Sebagai Substrat (Skripsi). Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Savitri, A., Martini, dan Yuliawati, S. 2016. Keanekaragaman Jenis Rayap Tanah dan Dampak Serangan Pada Bangunan Rumah di Perumahan Kawasan Mijen Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, ISSN: 2356-3346, Vol 4(1): 100-105.
- Subekti, N. 2010. Karakteristik Populasi Rayap Tanah *Coptotermes* spp (Blattodea : Rhinotermitidae) dan Dampak Serangannya. Biosaintifika, Vol 2(2): 110–114.
- Sudana, I. M. dan Susanta, A. 2014. *Pemanfaatan Bio Urine Sapi Sebagai Bioestisida dan Pupuk Organik Dalam Usaha Budidaya Tanaman Sawi Hijau.*[Skripsi].Universitas Udayana : 1–32.
- Syazwanee, M. F., Noormasshela, U., Azwady, N., Rusea, G., dan Muskhazli, M. 2016. *Bacillus thuringiensis* entomotoxicity activity in wastewater sludge-Culture Medium towards *Bactrocera dorsalis* and their histopathological assessment. *Sains Malaysiana*, Vol 45(4) : 589–594.

- Takematsu Y, Yoshimura T, Takahashi M, Yusuf S, dan Sukartana P. 2000. *Present Status of an Important Pest Termite Genus, coptotermes, in Indonesia. Sustainable Utilization of Forest Products: Sosio-Economical and Ecological Management of Tropical Forest. Proceeding on the Third International Wood Sciense Symposium.* JSPS-LIPI Core University Program in Field of Wood Science 1995-2006, Kyoto, Japan, pp. 161-166.
- Takematsu Y, Yoshimura T, Yusuf S, Yanase Y, Kambara K, Tashiro A, Doi S, Takeshi M, Sukartana P, Inoue T, Yuzawa H, Kudo T, Sornnuwat Y, dan Vongkaluang C. 2006. Termite Assemblages in Urban Areas of South East Asia: Diversity and Economic Impacts. In: Imamura Y. (Ed.) Sustainable Development and utilization of Tropical Forest Resources. Report of JSPS LIPI Core University Program in Field of Wood Science 1995-2006, Kyoto, Japan, pp. 84-91.
- Tripsila, L. F, Suharjono, dan Gama, Z. P. 2013. Studi Toksisitas *Bacillus thuringiensis* Isolat Lokal Jawa Timur Berdasarkan Ketinggian Tempat Terhadap Larva *Aedes aegypti*. *J.Biotrop.*, Vol 1 (3), 90-94.
- Wahyuono, D. 2015. Kajian Formulasi *Bacillus thuringiensis* Dengan Carrier Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit untuk Pengendalian Ulat Api (*Setora nitens*). *Planta Tropika Journal of Agro Science*. 3(1):24–30. doi: 10.18196/pt.2015.036.24-30
- Wick, C.H. 2016. Identifying Microbes by Mass Spectrometry Proteomics. New York : Taylor and Francis Group. CRC Press. ISBN 9781138199866, Hal 289.