

SKRIPSI

**MORTALITAS LARVA *Oryctes rhinoceros* SETELAH
APLIKASI BIOINSEKTISIDA BERBAHAN AKTIF
Bacillus thuringiensis DIPERBANYAK DALAM
MEDIA LIMBAH CAIR**

***MORTALITY OF *Oryctes rhinoceros* LARVAE AFTER
BIOINSECTICIDE APPLICATION WITH *Bacillus thuringiensis*
PROPAGATED IN LIQUID WASTE MEDIA***



**Helmi Syaputra
05081281924038**

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

SUMMARY

HELMI SYAPUTRA. Mortality of *Oryctes rhinoceros* Larvae After Bioinsecticide Application with *Bacillus thuringiensis* Propagated in Liquid Waste Media (Supervised by **YULIA PUJIASTUTI**).

The rhinoceros beetle *Oryctes rhinoceros* is one of the important pests in oil palm cultivation, attacking the growing points of the plants resulting in death. The objectives of the research were to obtain the best formulation for the propagation of bioinsecticides with the active ingredient *Bacillus thuringiensis* in several different combinations of liquid wastes and the mortality of *O. rhinoceros*. This research was arranged using a completely randomized design (CRD) with 6 treatments, the media used i.e. cow bio-urine, coconut water, rice washing water, tofu wastewater, molasses. Bacterial isolates of *B. thuringiensis* were obtained from the collection of the Phytopathology Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Sriwijaya University. The highest spore density was in the coconut water + molasses treatment of 9.33×10^{13} spores/ml and the treatment with the lowest spore density was in the treatment of rice washing water + tofu wastewater of 3.46×10^{13} spores/ml. Larvae infected with *B. thuringiensis* will experience symptoms of discoloration to brownish black, their bodies shrink, secrete mucus from the mouth and abdomen, and have a foul odor. Observations were made for 8 weeks, the results showed the highest mortality was in the treatment of coconut water + molasses reaching 100 %. The lowest mortality was in the treatment of coconut water + cow biourine and rice washing water + molasses, namely 70.83 %. The highest LT_{50} and LT_{95} values were in the water control treatment, namely 67.65 days and 104.64 days, while the lowest LT_{50} and LT_{95} were in the coconut water + molasses treatment, namely 5.22 days and 42.22 days.

Keywords : *Bacillus thuringiensis*, Bioinsecticide, *Oryctes rhinoceros*,

RINGKASAN

HELMI SYAPUTRA. Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* Setelah Aplikasi Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Diperbanyak dalam Media Limbah Cair. (Dibimbing oleh **YULIA PUJIASTUTI**).

Kumbang badak *Oryctes rhinoceros* merupakan salah satu hama penting dalam budidaya kelapa sawit, menyerang titik tumbuh pada tanaman yang mengakibatkan kematian. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi terbaik dalam perbanyak bioinsektisida berbahan aktif *Bacillus thuringiensis* pada beberapa kombinasi limbah cair yang berbeda dan tingkat mortalitasnya terhadap larva *O. rhinoceros*. Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan, media yang digunakan yaitu: air cucian beras, air kelapa tua, biourine sapi, limbah cair tahu, molase. Isolat bakteri *B. thuringiensis* didapat dari koleksi Laboratorium Fitopatologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Sriwijaya. Kerapatan spora tertinggi pada perlakuan air kelapa tua + molase sebesar $9,33 \times 10^{13}$ spora/ml dan perlakuan dengan kerapatan spora terendah yaitu pada perlakuan air cucian beras + limbah cair tahu sebesar $3,46 \times 10^{13}$ spora/ml. Larva yang terinfeksi *B. thuringiensis* akan mengalami gejala perubahan warna menjadi hitam kecoklatan, tubuhnya mengecil, mengeluarkan lendir dari mulut dan bagian abdomen, serta berbau busuk. Pengamatan dilakukan selama 8 minggu, mortalitas tertinggi pada perlakuan air kelapa tua + molase mencapai 100 %, mortalitas terendah pada perlakuan air kelapa tua + biourine sapi dan air cucian beras + molase yaitu 70,83 %. Nilai LT_{50} dan LT_{95} tertinggi pada perlakuan kontrol air yaitu 67,65 hari dan 104,64 hari, sedangkan nilai LT_{95} terendah pada perlakuan air kelapa tua + molase yaitu 5,22 hari dan 42,22 hari.

Kata Kunci : *Bacillus thuringiensis*, Bioinsektisida, *Oryctes rhinoceros*,

SKRIPSI

MORTALITAS LARVA *Oryctes rhinoceros* SETELAH APLIKASI BIOINSEKTISIDA BERBAHAN AKTIF *Bacillus thuringiensis* DIPERBANYAK DALAM MEDIA LIMBAH CAIR

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



Helmi Syaputra
05081281924038

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

LEMBAR PENGESAHAN

MORTALITAS LARVA *Oryctes rhinoceros* SETELAH APLIKASI BIOINSEKTISIDA BERBAHAN AKTIF *Bacillus thuringiensis* DIPERBANYAK DALAM MEDIA LIMBAH CAIR

SKRIPSI

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

Oleh :

HELMI SYAPUTRA

05081281924038

Indralaya, Desember 2022

Pembimbing:

Lastz

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

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



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

Skripsi dengan judul “Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* Setelah Aplikasi Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Diperbanyak dalam Media Limbah Cair” oleh Helmi Syaputra telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 8 Desember 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

- 1. Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S Ketua (.....*last*.....)
NIP 196205181987032002

- 2. Dr. Rahmat Pratama, S.Si Sekretaris (.....*[Signature]*.....)
NIDN 0026119205

- 3. Weri Herlin, S.P., M.Si. Ph.D. Anggota (.....*[Signature]*.....)
NIP 198312192012122004

Indralaya, Desember 2022
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan



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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Helmi Syaputra

Nim : 05081281924038

Judul : Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* Setelah Aplikasi Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Diperbanyak dalam Media Limbah Cair

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat didalam laporan skripsi ini merupakan hasil pengamatan saya sendiri dibawah surpervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya akan bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

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



Indralaya, Desember 2022



Helmi Syaputra

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Bogor, Provinsi Jawa Barat pada tanggal 8 Juli 2000. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis beragama islam dan terlahir dari orang tua yang bernama Bapak Abu Syafari dan Ibu Novianty.

Penulis memulai pendidikan taman kanak-kanak (TK) di Al Hidayah Bogor dan melanjutkan pendidikan di sekolah dasar (SD) SDN 02 Bojonggede, Kabupaten Bogor dan pindah pada kelas 3 ke SDN 02 Kebagusan, Jakarta Selatan. Pada tahun 2012 penulis melanjutkan ke tingkat sekolah menengah pertama (SMP) di SMPN 175 Jakarta Selatan dan sekolah menengah atas (SMA) di SMA 1 Bojonggede, Kabupaten Bogor. Penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri (PTN) Universitas Sriwijaya Fakultas Pertanian Program studi Proteksi Tanaman melalui jalur SBMPTN pada tahun 2019.

Selama menjadi mahasiswa di Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penulis aktif dalam bidang akademik seperti, menjadi asisten Praktikum Mikrobiologi Pertanian dan asisten Praktikum Vertebrata Hama. Demikian Daftar Riwayat hidup yang saya buat dengan sebenar-benarnya, sehingga bisa digunakan sebagaimana mestinya.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* Setelah Aplikasi Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Diperbanyak dalam Media Limbah Cair. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S sebagai dosen pembimbing atas segala bimbingan, arahan, kritik dan saran yang telah diberikan selama penelitian. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak dan Ibu dosen penguji yang telah ikut membantu dalam memperbaiki penulisan laporan skripsi.

Ucapan banyak terima kasih penulis sampaikan kepada ibu Novianty dan bapak Abu Syafari selaku orang tua penulis yang telah memberikan doa, membimbing dan memberi semangat kepada penulis. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga besar Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, dosen-dosen terutama kepada Bapak Arsi, S.P, M.Si yang telah mengarahkan dan membantu dalam menyelesaikan laporan skripsi. Terimakasih kepada teman-teman satu bimbingan yang sudah membantu dan selalu memberikan semangat serta dukungan (Karina Ayuningtias, Farid Algifari, Della Aprilia, Agung Prayogo, Messa Syahputri, Husaini Purnama Aji, Irfan Mohandis Hiraki, Lutfiah Putri Azzahra, Pendi Lukito), serta seluruh angkatan HPT 2019.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai evaluasi bagi penulis. Penulis berharap laporan skripsi ini dapat memberi manfaat bagi yang membutuhkan.

Indralaya, November 2022

Helmi Syaputra

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| KATA PENGANTAR..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan penelitian | 3 |
| 1.4. Hipotesis | 3 |
| 1.5. Manfaat penelitian | 3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Kumbang Badak (<i>Oryctes rhinoceros</i>)..... | 4 |
| 2.1.1. Klasifikasi Kumbang Badak (<i>Oryctes rhinoceros</i>)..... | 4 |
| 2.1.2. Morfologi dan Bioekologi Kumbang Badak (<i>Oryctes rhinoceros</i>) | 4 |
| 2.1.3. Gejala serangan Kumbang Badak (<i>Oryctes rhinoceros</i>)..... | 7 |
| 2.2. Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> | 8 |
| 2.2.1. Klasifikasi <i>Bacillus thuringiensis</i> | 8 |
| 2.2.2. Morfologi <i>Bacillus thuringiensis</i> | 8 |
| 2.2.4. Bioekologi <i>Bacillus thuringiensis</i> | 9 |
| 2.2.3. Mekanisme infeksi | 9 |
| 2.3. Media Limbah Cair..... | 10 |
| 2.3.1. Air Cucian Beras | 10 |
| 2.3.2. Air Kelapa Tua..... | 10 |
| 2.3.3. Biourine Sapi..... | 10 |
| 2.3.4. Limbah Cair Tahu..... | 11 |
| 2.3.5. Molase..... | 11 |
| BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN..... | 12 |
| 3.1. Tempat dan Waktu..... | 12 |
| 3.2. Alat dan Bahan..... | 12 |
| 3.3. Metode Penelitian | 12 |
| 3.4. Cara Kerja | 13 |
| 3.4.1. Persiapan Serangga Uji..... | 13 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.2. Persiapan Isolat <i>Bacillus thuringiensis</i> | 13 |
| 3.4.3. Persiapan Media Limbah Cair | 14 |
| 3.4.4. Pembuatan <i>Seed Culture</i> | 14 |
| 3.4.5. Pembuatan Bioinsektisida Limbah Cair <i>Bacillus thuringiensis</i> | 15 |
| 3.4.6. Perhitungan Kerapatan Spora Bakteri | 16 |
| 3.4.7. Bioassay Bioinsektisida Terhadap Serangga Uji <i>Oryctes rhinoceros</i> | 16 |
| 3.4.8. Pengamatan Serangga Uji | 17 |
| 3.4.9. Parameter Pengamatan..... | 17 |
| 3.5. Analisis Data | 19 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 20 |
| 4.1. Hasil | 20 |
| 4.1.1. Kerapatan spora <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media limbah cair | 20 |
| 4.1.2. Gejala infeksi larva <i>Oryctes rhinoceros</i> | 21 |
| 4.1.3. Morfologi larva sehat <i>Oryctes rhinoceros</i> | 21 |
| 4.1.4. Mortalitas Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> yang diaplikasikan bioinsektisida | 22 |
| 4.1.5. Panjang Tubuh Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> setelah aplikasi bioinsektisida .. | 23 |
| 4.1.6. Berat Tubuh Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> | 24 |
| 4.1.7. Berat Kotoran Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> setelah aplikasi bioinsektisida | 25 |
| 4.1.8. Nilai <i>Lethal Time</i> (LT ₅₀ dan LT ₉₅)..... | 25 |
| 4.2. Pembahasan..... | 26 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 30 |
| 5.1. Kesimpulan | 30 |
| 5.2. Saran..... | 30 |
| DAFTAR PUSTAKA | 31 |
| LAMPIRAN..... | 37 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1. Siklus Hidup <i>Oryctes rhinoceros</i> | 5 |
| 2.2. Telur <i>Oryctes rhinoceros</i> | 5 |
| 2.3. <i>Oryctes rhinoceros</i> fase larva dan fase pupa | 6 |
| 2.4. Imago <i>Oryctes rhinoceros</i> | 7 |
| 2.5. Gejala serangan <i>Oryctes rhinoceros</i> | 7 |
| 2.6. Morfologi <i>Bacillus thuringiensis</i> | 9 |
| 2.7. Mekanisme infeksi <i>Bacillus thuringiensis</i> | 10 |
| 3.1. Denah penelitian | 13 |
| 3.2. Persiapan serangga uji..... | 13 |
| 3.3. Isolat <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media agar miring | 14 |
| 3.4. Persiapan media limbah cair | 14 |
| 3.5. Pembuatan <i>seed culture</i> | 15 |
| 3.6. Pembuatan bioinsektisida..... | 16 |
| 3.7. Bioassay bioinsektisida..... | 17 |
| 3.8. Pengukuran panjang tubuh berat tubuh dan kotoran larva..... | 18 |
| 3.9. Suhu dan kelembaban ruang pada alat <i>Thermo Hygrometer</i> | 19 |
| 4.1. Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> yang terinfeksi <i>Bacillus thuringiensis</i> | 21 |
| 4.2. Morfologi Larva sehat <i>Oryctes rhinoceros</i> | 22 |
| 4.3. Berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan | 24 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| 4.1. Kerapatan spora <i>Bacillus thuringiensis</i> | 21 |
| 4.2. Mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> | 22 |
| 4.3. Panjang tubuh <i>Oryctes rhinoceros</i> | 23 |
| 4.5. Berat kotoran <i>Oryctes rhinoceros</i> | 25 |
| 4.6. Nilai <i>Lethal Time</i> | 26 |
| 4.7. Suhu dan kelembaban ruang | 26 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| 1. Bagan penelitian..... | 37 |
| 2. Rerata kerapatan spora bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media limbah cair (Pengamatan ke-24 jam)..... | 38 |
| 3. Rerata kerapatan spora bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media limbah cair (Pengamatan ke-48 jam)..... | 38 |
| 4. Rerata kerapatan spora bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media limbah cair (Pengamatan ke-72 jam)..... | 39 |
| 5. Rerata data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (%) pengamatan minggu ke-1 | 39 |
| 6. Rerata data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (%) pengamatan minggu ke-2 | 40 |
| 7. Rerata data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (%) pengamatan minggu ke-3 | 40 |
| 8. Rerata data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (%) pengamatan minggu ke-4 | 41 |
| 9. Rerata data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (%) pengamatan minggu ke-5 | 41 |
| 10. Rerata data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (%) pengamatan minggu ke-6 | 42 |
| 11. Rerata data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (%) pengamatan minggu ke-7 | 42 |
| 12. Rerata data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (%) pengamatan minggu ke-8 | 43 |
| 13. Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan sebelum aplikasi..... | 43 |
| 14. Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-1 | 43 |
| 15. Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-2 | 44 |

| | |
|---|----|
| 16. Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-3 | 44 |
| 17. Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-4 | 45 |
| 18. Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-5 | 45 |
| 19. Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-6 | 46 |
| 20. Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-7 | 47 |
| 21. Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-8 | 47 |
| 22. Rerata data berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan sebelum aplikasi | 48 |
| 23. Rerata data berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-1 | 48 |
| 24. Rerata data berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-2 | 49 |
| 25. Rerata data berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-3 | 49 |
| 26. Rerata data berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-4 | 50 |
| 27. Rerata data berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-5 | 50 |
| 28. Rerata data berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-6 | 51 |
| 29. Rerata data berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-7 | 51 |
| 30. Rerata data berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-8 | 52 |
| 31. Rerata data berat kotoran larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-1 | 52 |

| | |
|---|----|
| 32. Rerata data berat kotoran larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-2 | 52 |
| 33. Rerata data berat kotoran larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-3 | 53 |
| 34. Rerata data berat kotoran larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-4 | 53 |
| 35. Rerata data berat kotoran larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-5 | 54 |
| 36. Rerata data berat kotoran larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-6 | 54 |
| 37. Rerata data berat kotoran larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-7 | 55 |
| 38. Rerata data berat kotoran larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-8 | 55 |
| 39. Berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan | 56 |
| 40. Suhu dan kelembaban | 57 |
| 41. Mortalitas komulatif harian larva <i>Oryctes rhinoceros</i> | 57 |
| 42. Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada pengamatan minggu ke-8 dan larva yang telah terinfeksi | 58 |
| 43. Larva berbagai fase yang ditemukan di lapangan | 58 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman perkebunan penghasil minyak nabati yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Tanaman dari famili Palmae ini berasal dari Afrika Tengah dan membutuhkan sekitar 3,5 tahun bagi pohon untuk menghasilkan buah yang siap untuk dipanen. Indonesia diketahui sebagai penghasil kelapa sawit yang merupakan komoditi andalan dan potensinya akan terus meningkat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2021, dilaporkan kelapa sawit di Indonesia mempunyai jumlah lahan seluas 14,60 juta hektar (ha) dengan hasil produksi mencapai 46,22 juta ton. Permasalahan yang dihadapi dalam produksi kelapa sawit yaitu adanya serangan hama, seperti kumbang badak (*Oryctes rhinoceros*), ulat api (*Setora nitens*), dan tikus semak (*Rattus tiomanicus*). Hama tersebut menyerang pada tanaman yang belum menghasilkan sampai tanaman yang sudah menghasilkan (Muliani *et al.*, 2017).

Kumbang badak (*O. rhinoceros*) merupakan salah satu hama utama dalam budidaya kelapa sawit. Hama ini berkembang biak dan mencari makanan pada tumpukan bahan organik yang sudah mengalami pembusukan. Menurut Nuriyanti *et al* (2017) larva kumbang badak banyak ditemukan pada limbah sersah daun karena mengandung zat yang diperlukan larva untuk berkembang. Kumbang badak menyerang pangkal pelepah muda yang menyebabkan terganggunya proses fotosintesis dan dapat menyebabkan kematian bagi tanaman (Hayata *et al.*, 2021). Tanaman kelapa sawit yang terserang kumbang badak dapat menurunkan persentase hasil buah panen tahun pertama sebesar 60% dan kematian 25% pada tanaman sawit muda (Handoko *et al.*, 2017).

Penggunaan pestisida kimia masih menjadi pengendalian yang lazim atau sering digunakan para petani kelapa sawit dalam mengendalikan hama. Petani menganggap penggunaan pestisida kimia sangat efektif, mudah digunakan dan ekonomis, tetapi tidak menyadari banyaknya dampak negatif yang ditimbulkan, dampak negatif tersebut antara lain resistensi, resurgensi hama, serta tertinggalnya

residu kimia yang dapat membahayakan ekosistem (Fitriadi & Putri, 2016). Bagi manusia, keracunan pestisida kimia dapat mengakibatkan pusing, sakit perut, otot tegang, penglihatan kabur, diare dan iritasi pada kulit (Ibrahim & Sillehu, 2022). Dampak negatif penggunaan pestisida dapat dikurangi dengan cara penggunaan pengendalian hayati yang lebih ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan.

Dalam beberapa penelitian menunjukkan penggunaan *Bacillus thuringiensis* sebagai agensia hayati dinilai cukup efektif dalam menekan populasi hama. Bakteri ini telah berhasil digunakan sebagai bioinsektisida dalam mengendalikan serangga ordo Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera dan Homoptera (Palma *et al.*, 2014). *B. thuringiensis* menghasilkan racun *Cry* dan *Cyt* yang berbeda untuk membunuh inangnya, bila termakan oleh serangga sasaran akan menghasilkan kristal protein yang dapat merusak saluran pencernaan (Pardo-López *et al.*, 2013). Menurut Lestari & Suryanto (2012) ulat daun (*Heortia vitessoides*) yang termakan bakteri bt akan mengalami gejala tubuh melunak, berwarna hitam, berbau busuk dan tubuhnya mengeluarkan cairan berwarna hitam.

Air cucian beras, air kelapa tua, biourine, limbah cair tahu, dan molase termasuk kedalam limbah cair yang sudah tidak terpakai lagi. *B. thuringiensis* membutuhkan sumber karbon, nitrogen dan mineral untuk dapat tumbuh dan memproduksi kristal protein (Purnawati *et al.*, 2014). Air cucian beras mengandung karbohidrat (41,3%), protein (26,6%), lemak (18,3%) (Eni *et al.*, 2015) dan dapat dijadikan sebagai media pertumbuhan *B. thuringiensis* (Yunus & Satoto, 2017). Berdasarkan hasil penelitian (Astuti *et al.*, 2019) formulasi air kelapa dan limbah cair tahu sebagai media perbanyakan *B. thuringiensis* mampu menekan kerusakan hama hingga 61%.

1.2. Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh *Bacillus thuringiensis* terhadap mortalitas larva *Oryctes rhinoceros* pada beberapa kombinasi limbah cair?
2. Bagaimana efektifitas perbanyakan *B. thuringiensis* pada beberapa kombinasi formulasi limbah cair yang berbeda?

1.3. Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh mortalitas larva *O. rhinoceros* akibat *B. thuringiensis* pada beberapa kombinasi limbah cair.
2. Untuk mengetahui efektifitas perbanyakan *B. thuringiensis* pada beberapa kombinasi limbah cair yang berbeda.

1.4. Hipotesis

1. Diduga kombinasi limbah cair yang berbeda berpengaruh terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*
2. Diduga kombinasi limbah cair yang berbeda efektif sebagai media perbanyakan *B. thuringiensis*.

1.5. Manfaat penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan serta informasi mengenai perbanyakan bioinsektisida *B. thuringiensis* menggunakan bahan alternatif limbah cair dan tingkat mortalitas larva *O. rhinoceros*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, S. R., Pujiastuti, Y., Irsan, C., Damiri, N., Nugraha, S., & Sembiring, E. R. 2018. Isolation and toxicity test of *Bacillus thuringiensis* from Sekayu region soil, South Sumatra on Spodoptera litura. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 102(1).
- Anggraeni, I., Lelana, N. E., & Ismanto, A. 2019. Serangga Hama Terkini yang Menyerang Tanaman Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Berneby & J.W Grimes) dan Jabon (*Neolamarckia cadamba* (Roxb.) Bosser). *Jurnal Sains Natural*, 9(2), 47. <https://doi.org/10.31938/jsn.v9i2.223>
- Astuti, D. T., Damiri, N., Pujiastuti, Y., & Afriani, S. R. 2019. Pemanfaatan Limbah Organik dalam Pembuatan Bioinsektisida berbasis *Bacillus thuringiensis* sebagai Agens Pengendalian Hama Tanaman Caisim *Brassica juncea*. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 7(2), 136–143. <https://doi.org/10.33230/jlso.7.2.2018.350>
- Badan Pusat Statistik Indonesia , 2022. Produksi Tanaman Sawit pada Tahun 2021. Diakses pada tanggal 23 Juli 2022.
- Bahri, S., Zulkifli, L., Citra Rasmi, D. A., & Sedijani, P. 2022. Isolation, Purification, and Toxicity Test of *Bacillus thuringiensis* from Cows Cage Soil Against *Drosophila melanogaster*. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3), 1106–1114. <https://doi.org/10.29303/jbt.v21i3.3221>
- Bedford, G. O. 2014. Advances in the Control of Rhinoceros Beetle, *Oryctes rhinoceros* in Oil Palm. *Journal of Oil Palm Research*, 26(3), 183–194.
- Bedford, G. O., Al-deeb, M. A., Khalaf, M. Z., Mohammadpour, K., & Soltani, R. 2015. Sustainable Pest Management in Date Palm: Current Status and Emerging Challenges. In *Sustainable Pest Management in Date Palm: Current Status and Emerging Challenges*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24397-9>
- CABI. 2018. Invasive Species Compendium, *Oryctes rhinoceros*. CAB International. https://www.invasivespeciesinfo.gov/profile/coconut_rhinoceros-beetle. Accessed May 5, 2019.
- Chakravarthy, A. K., Chandrashekharaiyah, M., Kandakoor, S. B., & Nagaraj, D. N. 2014. Efficacy of Aggregation Pheromone in Trapping Red Palm Weevil (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) and Rhinoceros Beetle (*Oryctes rhinoceros* Linn.) from Infested Coconut Palms. *Journal of Environmental Biology*, 35(3), 479–484.
- Dechambre, R.-P., & Lachaume, G. 2001. Les Coléoptères du monde [Beetles of the world] –Dynastidae – Volume 27, *Oryctes* (72 pp) . Canterbury: Hillside Books

- Eni, R., Sari, W., & Moeksin, R. 2015. Pembuatan Bioetanol dari Air Limbah Cucian Enzimatik dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(1), 14–22.
- Fajar, J., Tarmadja, S., & Santi, idum satya. 2017. Pengaruh Ferotrap terhadap Tangkapan Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) pada Kelapa Sawit di Sekitar Ferotrap. *Jurnal Agromast*, 2(1), 9–25.
- Fauzana, H., & Ustadi, U. 2020. Pertumbuhan Larva Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) pada Berbagai Media Tumbuh Tanaman Famili Arecaceae. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 17(2), 89. <https://doi.org/10.5994/jei.17.2.89>
- Fitriadi, B. R., & Putri, A. C. 2016. Metode-Metode Pengurangan Residu Pestisida pada Hasil Pertanian. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 11(2), 61. <https://doi.org/10.23955/rkl.v11i2.4950>
- Graf, J. 2011. Shifting Paradigm on *Bacillus thuringiensis* Toxin and a Natural Model for *Enterococcus faecalis* Septicemia. *MBio*, 2(4), 4–5. <https://doi.org/10.1128/mBio.00161-11>
- Handoko, J., Fauzana, H., & Sutikno, A. 2017. Populasi dan Intensitas Serangan Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* Linn.) pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Belum Menghasilkan. *Jom Faperta Unri*, 4(1), 27.
- Hawkeswood, T. J., and B. S. 2016. The Coconut Rhinoceros Beetle, *Oryctes rhinoceros* (L., 1758)(Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) in Lat Krabang Park, Bangkok, Thailand with notes on its biology and a new larval host plant. *Calodema*, 422(0), 1–5.
- Hayata, H., Nasamsir, N., & Afriansyah, B. 2021. Populasi Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) pada Kebun Kelapa Sawit Peremajaan Sistem Sisipan dan Tumbang Serempak di Kecamatan Bahar Utara Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Media Pertanian*, 6(1), 52. <https://doi.org/10.33087/jagro.v6i1.115>
- Ibrahim, I., & Sillehu, S. 2022. Identifikasi Aktivitas Penggunaan Pestisida kimia yang Berisiko pada Kesehatan Petani Hortikultura. *JUMANTIK (Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan)*, 7(1), 7–12.
- Ibrahim, S. 2020. Potensi Air Kelapa Muda Dalam Meningkatkan Kadar Kalium. *Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*, 1(1), 37–48.
- Indiyanti, D. R., Anggraeni, S. D., & Slamet, M. 2017. Density and Composition of *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) Stadia In Field. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(22), 6364–6369.
- Indriyanti, D. R., Wijayanti, D., & Setiati, N. 2021. *Oryctes rhinoceros* Attraction to Pheromone Traps Placed Near the Light Source at Night. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(5), 1–4.

- Khaeruni, A., Asrianti, & Rahman, A. 2013. Efektivitas Limbah Cair Pertanian sebagai Media Perbanyakan dan Formulasi *Bacillus subtilis* sebagai Agen Hayati Patogen Tanaman. *Jurnal Agroteknos*, 3(3), 144–151.
- Lestari, F., & Suryanto, E. 2012. Efikasi *Bacillus thuringiensis* Terhadap Hama Ulat Daun Gaharu *Heortia vitessoides* (Efficacy of *Bacillus thuringiensis* againsts Worm Leaf Pest on Tree Gaharu Producer). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 9(4), 227–232.
- Lingga, Winda A., & Safni, I. 2019. Uji Efektivitas Pengendalian Kimiawi dan Biologi terhadap Hama Penggerek Polong (*Maruca testulalis* Geyer.) pada Tanaman Kacang Hijau. *Jurnal Agroekoteknologi*, 7(1), 87–93.
- Lukmana, M., & Alamudi, F. 2017. Monitoring Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) pada Tanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan di Pt Barito Putera Plantation. *AGRISAINS*, 30(2), 59–63.
- Mafazah, A., & Zulaika, E. 2017. Potensi *Bacillus thuringiensis* dari Tanah Perkebunan Batu Malang sebagai Bioinsektisida terhadap Larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 6(2), 4–8.
- Majdoub, Nabrouk, Mejri, Saidi, & Belhadj. 2016. Screening and Identification of *Bacillus thuringiensis* Strains in Tunisia with High Larvicidal Toxicity Against *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). *Transylvania*, XXIV(6), 614–628.
- Manjeri, G. 2014. *Oryctes rhinoceros* Beetles, an Oil Palm Pest in Malaysia. *Annual Research & Review in Biology*, 4(22), 3429–3439.
- Manley, M., Melzer, M. J., & Spafford, H. 2018. Oviposition Preferences and Behavior of Wild-Caught and Laboratory-Reared Coconut Rhinoceros Beetle, *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae), in Relation to Substrate Particle Size. *Insects*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/insects9040141>
- Marzban, R. 2012. Investigation on the Suitable Isolate and Medium for Production of *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Biopesticides*, 5(2), 144–147.
- Mukhija, B., & Khanna, V. 2018. Isolation, Characterization and Crystal Morphology Study of *Bacillus thuringiensis* Isolates from Soils of Punjab. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 12(2), 189–193. <https://doi.org/10.22207/JPAM.12.1.24>
- Muliani, S., Ridwan, A. dan, & Saputra, H. J. 2017. Tingkat Serangan Beberapa Jenis Hama pada Pertanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di PT Widya Unggul Lestari, Kabupaten Mamuju. *AgroPlantae*, 6(1), 29–33.
- Nuriyanti, D. D., Widhiono, I., & Suyanto, A. 2017. Faktor-Faktor Ekologis yang

- Berpengaruh terhadap Struktur Populasi Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros* L.). *Biosfera*, 33(1), 13. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2016.33.1.310>
- Oktrisna, D., Puspita, F., & Zuhry, E. 2017. Uji Bakteri *Bacillus* sp. Endofit Diformulasi dengan Beberapa Limbah terhadap Tanaman padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurusan Agroteknologi*, 32(6), 514–520.
- Pagoray, H., Sulistyawati, S., & Fitriyani, F. 2021. Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1), 53–65. <https://doi.org/10.36084/jpt..v9i1.312>
- Palma, L., Muñoz, D., Berry, C., Murillo, J., & Caballero, P. 2014. *Bacillus thuringiensis* Toxins: an Overview of Their Biocidal Activity. *Toxins*, 6(12), 3296–3325. <https://doi.org/10.3390/toxins6123296>
- Palupi, H. T., & Laily, M. faiz al. 2019. Mempelajari Pemanfaatan Air Cucian Beras (Leri) pada Proses Pembuatan Nata De Leri. *Jurnal Teknologi Pangan*, 10(1), 59–66.
- Pandawani, N. P. 2020. Pengaruh Pemberian Biourine Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam (*Amaranthus* spp.) Sistem Hidroponik. *Agrimeta*, 10(20), 18–23.
- Pardo-López, L., Soberón, M., & Bravo, A. 2013. *Bacillus thuringiensis* Insecticidal Three-Domain Cry Toxins: Mode of Action, Insect Resistance and Consequences for Crop Protection. *FEMS Microbiology Reviews*, 37(1), 3–22. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2012.00341.x>
- Pille, R., & Ceniza, M. J. 2018. Potential of Organic Waste Substrates as Attractants in Log Traps for Coconut Rhinoceros Beetle (*Oryctes rhinoceros* L.). *Journal of Science, Engineering and Technology*, 200(6), 194–200. <http://www.ijterm.org/index.php/jset/article/view/49>
- Pujiastuti, Y., Rohwati, R., Suwandi, S., Probowati, D., Suparman, S., & Arsy, A. 2018. Toxicity of *Bacillus thuringiensis*-based Bio-insecticide on *Coptotermes curvinagthus* (Isoptera: Rhinotermitidae) in Laboratory. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 5(1), 41–45. <https://doi.org/10.18178/joaat.5.1.41-45>
- Pujiastuti, Y., Sandi, S., Arsi, A., & Sulistyani, D. P. 2021. Insecticidal Activity of Supernatant and Crude Extract of *Bacillus thuringiensis*-Based Bio-Insecticide Towards Oil Palm Pests *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 709(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/709/1/012070>
- Purnawati, R., Sunarti, T. C., Syamsu, K., & Rahayuningsih, M. 2014. Produksi Bioinsektisida oleh *Bacillus thuringiensis* Menggunakan Kultivasi Media Padat. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 25(3), 205–214.

- Putra, M. H., & Effendi, I. 2021. Optimization of *Bacillus cereus* Growth in Media. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 4(June), 208–214.
- Sahetapy, B., & Masauna, E. D. 2018. Uji Efektivitas Perangkap Feromon Terhadap Hama *Oryctes rhinoceros* L . dan Intensitas Kerusakan pada Tanaman Kelapa di Desa Latuhalat , Kecamatan Nusaniwe , Pulau Ambon. *Jurnal Agrikultura*, 29(1), 19–25.
- Schünemann, R., Knaak, N., & Fiuza, L. M. 2014. Mode of Action and Specificity of *Bacillus thuringiensis* Toxins in the Control of Caterpillars and Stink Bugs in Soybean Culture. *ISRN Microbiology*, 2014, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2014/135675>
- Siahaya, V. G. 2014. Tingkat Kerusakan Tanaman Kelapa oleh Serangan *Sexava nubila* dan *Oryctes rhinoceros* di Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 10(2), 93–99.
- Silva, A. C. L., Silva, G. A., Abib, P. H. N., Carolino, A. T., & Samuels, R. I. 2020. Endophytic Colonization of Tomato Plants by the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* for Controlling the South American Tomato Pinworm, Tuta Absoluta. *CABI Agriculture and Bioscience*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s43170-020-00002-x>
- Soltani, R. 2010. The Rhinoceros Beetle *Oryctes agamemnon arabicus* in Tunisia: Current Challenge and Future Management Perspectives. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 5(2), 179–193.
- Suwarno, Maridi, & Sari, dewi puspita. 2015. Uji Toksisitas Isolat Kristal Protein *Bacillus thuringiensis* (Bt) sebagai Agen Pengendali Hama Terpadu Wereng Hijau (*Nepotettix virescens*) Vektor Penyakit Tungro sebagai Upaya Peningkatan Ketahanan Pangan Nasional. *Bioedukasi*, 8(1), 16–19.
- Ulpah, S., Sutrisna, N., Saputra, S., & Swastika, S. 2019. Incidence of Coconut Beetle Population Explosion in Public Plantation in Sungai Nyiur Village , Tanah Merah Sub-District , Indragiri Hilir Regency, in Riau Province. *Dinamika Pertanian*, 2019, 81–88.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2015. *Oryctes rhinoceros* (L.) Coleoptera: Scarabidae Coconut Rhinoceros Beetle. Environmental Assessment. 1-180.
- 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. <https://doi.org/10.18196/pt.2015.036.24-30>
- Wardati, I., Erawati, D. N., Triwidiarto, C., & Fesdiana, U. 2016. Patogenesis Bakteri, Jamur dan Nematoda Entomopatogen terhadap Hama Penggerek

Buah Kapas (*Gossypium hirsutum* L.). *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 13(1).
<https://doi.org/10.25047/jii.v13i1.57>

Wibowo, C. I. 2017. Efektivitas *Bacillus thuringiensis* dalam Pengendalian Larva Nyamuk Anopheles sp. *Biosfera*, 34(1), 39–46.

Widyaswari, E., & Herlina, N. 2017. Pengaruh Biourin Sapi dan Pupuk Anorganik pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(10), 1700–1707.

Wrasiati, L. P., Arnata, I. W., Yoga, I. W., & Wijaya, I. M. 2013. Pemanfaatan Limbah Air Kelapa Menjadi Produk Cider : Kajian Penambahan Gula dan Waktu Fermentasi. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 13(1), 13–21.

Yanti, N. A. 2020. Potensi Limbah Cair Tahu sebagai Sumber Nitrogen pada Produksi Selulosa Bakteri Thebioma : *Jurnal Biologi Makassar Bioma* , Volume 5 (1) : 9-17

Yunus, R.-, & Satoto, T. B. T. 2017. Efikasi *Bacillus thuringiensis* Israelensis yang Ditumbuhkan pada Media Air Cucian Beras Mekongga terhadap larva *Aedes aegypti* Strain Kendari. *Vektora : Jurnal Vektor Dan Reservoir Penyakit*, 9(1).
<https://doi.org/10.22435/vk.v9i1.4849.9-16>