

**SKRIPSI**

**PENGGUNAAN BIOURINE SAPI DAN KELINCI SEBAGAI  
MEDIA PERBANYAKAN *Bacillus thuringiensis* DAN  
TOKSISITASNYA TERHADAP LARVA *Oryctes rhinoceros* DI  
LABORATORIUM**

*The Use of Cow and Rabbit Biourine as Propagation Media of  
*Bacillus thuringiensis* and Its Toxicity On *Oryctes rhinoceros* Larvae  
On Laboratorium*



**Farid Algifani  
05081281924033**

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

## SUMMARY

**FARID ALGIFANI.** The use of Cow and Rabbit Biourine as Propagation media of *Bacillus thuringiensis* and its toxicity on *Oryctes rhinoceros* larvae in laboratory. (Supervised by **YULIA PUJIASTUTI**).

*Oryctes rhinoceros* is one of the main pest of oil palm in Indonesia, especially on the immature plants. *O. rhinoceros* beetle are infesting the growing point and causing hampered growth of the plants and causing death to the host plants. The objectives of this research were to determine the effect usage of various kinds of liquid waste on *B. thuringiensis* growth and *O. rhinoceros* larval mortality effect on that bioinsecticide. The study was arranged using completely randomized design (CRD) with 4 treatments with media used i.e. rice washing water, old coconut water, cows biourine, and rabbits biourine. *B. thuringiensis* isolates were obtained from Laboratory of Phytopathology, Department of Plant Pest and Disease, Sriwijaya University. Spore density on rice washing water + rabbit biourine treatment were the highest ( $11.69 \times 10^{13}$  spores/ml) and lowest spore density on old coconut water + cow biourine ( $7.33 \times 10^{13}$  spores/ml). The larva infected by *B. thuringiensis* would show symptoms of reduced larva activity starting from moving activity and eating activity, then the larval body would shrunked and finally larval will died. The highest mortality was found on rice washing water + rabbit biourine treatment that is 91.67%, while the lowest mortality was on old coconut water + cow biourine treatment that is 58.33%. The average body length showed highest was on old coconut water + cow biourine that is 6.60 cm and average lowest body length was on old coconut water + rabbit biourine treatment that is 4.69 cm. The highest body weight was on old coconut water + cow biourine treatment that is 5.63 g and the lowest was on old coconut water + rabbit biourine treatment that is 4.14 g. The highest larval excrement weight was on old coconut water + rabbit biourine treatment that is 1.33 g and the lowest was on rice washing water + rabbit biourine that is 0.83 g. The highest  $LT_{50}$  value was on old coconut water + rabbit biourine that is 41.41 days and the lowest was on rice washing water + rabbit biourine treatment that is 29,51 days, highest  $LT_{95}$  value was on old coconut water + rabbit biourine treatment that is 77,19 days and the lowes was on rice washing water + rabbit biourine treatment that is 65.30 days.

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

## RINGKASAN

**FARID ALGIFANI.** Penggunaan biourine sapi dan kelinci sebagai media perbanyakkan *Bacillus thuringiensis* dan toksisitasnya terhadap larva *Oryctes rhinoceros* di laboratorium. (Dibimbing oleh **YULIA PUJIASTUTI**).

*Oryctes rhinoceros* merupakan salah satu hama utama pada tanaman kelapa sawit di Indonesia, khususnya pada tanaman kelapa sawit yang belum menghasilkan (TBM). Kumbang *O. rhinoceros* merusak titik tumbuh sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman dan dapat menyebabkan kematian pada tanaman inangnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan berbagai macam limbah cair terhadap pertumbuhan *B. thuringiensis* dan dampak mortalitas larva *O. rhinoceros* pada bioinsektisida yang digunakan. Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dengan media yang digunakan yaitu: air cucian beras, air kelapa tua, biourine sapi, dan biourine kelinci dan isolat bakteri *B. thuringiensis* didapatkan dari koleksi Laboratorium Fitopatologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Sriwijaya. Kerapatan spora pada perlakuan air cucian beras + biourine kelinci merupakan perlakuan dengan nilai tertinggi yaitu  $11,69 \times 10^{13}$  spora/ml dan kerapatan spora terendah ada pada perlakuan air kelapa tua + biourine sapi yaitu  $7,33 \times 10^{13}$  spora/ml. Larva yang terinfeksi oleh bakteri *B. thuringiensis* akan menunjukkan gejala berkurangnya aktivitas larva mulai dari aktivitas bergerak dan kegiatan makan, kemudian tubuh larva menyusut dan akhirnya larva akan mati. Mortalitas tertinggi ada pada perlakuan air cucian beras + biourine kelinci yaitu 91,67%, sedangkan mortalitas terendah ada pada perlakuan air kelapa tua + biourine sapi 58,33%. Rerata panjang tubuh tertinggi ada pada perlakuan air kelapa tua + biourine sapi yaitu 6,60 cm dan rerata panjang tubuh terendah ada pada perlakuan air kelapa tua + biourine kelinci yaitu 4,69 cm. Berat tubuh larva tertinggi ada pada perlakuan air kelapa tua + biourine sapi yaitu 5,63 g dan terendah ada pada perlakuan air kelapa tua + biourine kelinci yaitu 4,14 g. Berat kotoran larva tertinggi ada pada perlakuan air kelapa tua + biourine kelinci yaitu 1,33 g dan terendah ada pada perlakuan air cucian beras + biourine kelinci yaitu 0,83 g. Nilai  $LT_{50}$  tertinggi ada pada perlakuan air kelapa tua + biourine kelinci yaitu 41,41 hari dan terendah ada pada perlakuan air cucian beras + biourine kelinci yaitu 29,51 hari, nilai  $LT_{95}$  tertinggi ada pada perlakuan air kelapa tua + biourine kelinci yaitu 77,19 hari dan terendah ada pada perlakuan air cucian beras + biourine kelinci yaitu 65,30 hari.

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

**SKRIPSI**

**PENGGUNAAN BIOURINE SAPI DAN KELINCI SEBAGAI  
MEDIA PERBANYAKAN *Bacillus thuringiensis* DAN  
TOKSISITASNYA TERHADAP LARVA *Oryctes rhinoceros* DI  
LABORATORIUM**

*The Use of Cow and Rabbit Biourine as Propagation Media of  
Bacillus thuringiensis and Its Toxicity On Oryctes rhinoceros Larvae  
On Laboratorium*

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



**Farid Algifani  
05081281924033**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGGUNAAN BIOURINE SAPI DAN KELINCI SEBAGAI  
MEDIA PERBANYAKAN *Bacillus thuringiensis* DAN  
TOKSISITASNYA TERHADAP LARVA *Oryctes rhinoceros* DI  
LABORATORIUM**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Farid Algifani**  
**05081281924033**

Indralaya, Desember 2022  
Pembimbing

*Lasty*

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

Mengetahui.

Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya



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

Skripsi dengan judul "Penggunaan Biourine Sapi dan Kelinci Sebagai Media Perbanyakkan *Bacillus thuringiensis* dan toksisitasnya terhadap Larva *Oryctes rhinoceros*" oleh Farid Algifani telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 9 Desember 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

- |   |            |   |
|---|------------|---|
| 1. Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti<br>NIP 196205181987032002 | Ketua      | (  )   |
| 2. Dr. Rahmat Pratama, S.Si<br>NIDN 0026119205              | Sekretaris | (  )  |
| 3. Dr. Ir. Harman Hamidson, M.P<br>NIP 196207101988111001   | Anggota    | (  ) |

Indralaya, Desember 2022

Ketua Jurusan  
Hama dan Penyakit Tumbuhan



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

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Farid Algifani

Nim : 05081281924033

Judul : Penggunaan biourine sapi dan kelinci sebagai media perbanyakan *Bacillus thuringiensis* dan toksisitasnya terhadap larva *Oryctes rhinoceros* di laboratorium

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

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



Indralaya, Desember 2022



Farid Algifani  
05081281924033

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis lahir di Kota Tanjung Enim, Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 9 Februari 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis beragama Islam dan terlahir dari orang tua yang bernama Bapak Sudiarjo dan Ibu Sunarsih.

Penulis memulai pendidikan taman kanak-kanak (TK) di TK Laa Tansa Tanjung Enim dan melanjutkan pendidikan di sekolah dasar (SD) SDN 15 Lawang Kidul. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan ke tingkat sekolah menengah pertama (SMP) di SMP Muhammadiyah 1 Tanjung Enim dan sekolah menengah atas (SMA) di SMA Bukit Asam Kota Tanjung Enim. Penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri (PTN) Universitas Sriwijaya Fakultas Pertanian Program studi Proteksi Tanaman melalui jalur SBMPTN pada tahun 2019.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam berbagai kegiatan sosial dan tertarik dalam bidang keilmiahan yaitu Karya Tulis Ilmiah dan pernah menjadi Pemakalah di Seminar Nasional Lahan Sub Optimal tahun 2021. Dalam kegiatan keorganisasian, penulis tercatat pernah menjadi Staff Ahli Design Media dan Informasi di Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) pada tahun 2020/2021, Asisten Praktikum Virologi 2021/2022, Asisten Praktikum Hama Penting Tanaman Tahunan 2022/2023, dan Asisten Ilmu Hama Tumbuhan 2022/2023. Demikian Daftar Riwayat hidup yang saya buat dengan sebenar-benarnya, sehingga bisa digunakan sebagaimana mestinya.



## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmanirrohim. Alhamdulillah* puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: “Penggunaan biourine sapi dan kelinci sebagai media perbanyakan *Bacillus thuringiensis* dan toksisitasnya terhadap larva *Oryctes rhinoceros* di laboratorium” dapat diselesaikan dengan baik.

Terima kasih sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada Allah SWT dan Ibu Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S. selaku pembimbing atas kesabaran dan perhatian yang telah memberikan bimbingan dan arahan mulai dari rencana awal sampai dengan selesai penyusunan dan penulisannya dalam pembuatan hasil skripsi.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Sudiarjo dan Ibu Sunarsih selaku orangtua yang selalu mendoakan, membantu dan memberi semangat kepada penulis. Keluarga besar Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yaitu dosen-dosen terutama kepada Bapak Arsi, S.P, M.Si dan Pak Dr. Rahmat Pratama, S.Si yang telah banyak membantu dalam pengerjaan skripsi ini. Terima kasih juga kepada diri sendiri yang selalu kuat, tanpa menyerah serta selalu semangat dalam setiap proses pengerjaan skripsi ini untuk lebih baik kedepannya, teman satu bimbingan (Karina Ayuningtias, Helmi Syaputra, Della Aprilia, Agung Prayogo, Messa Syahputri, Husaini Purnama Aji, Irfan Mohandis Haraki, Lutfiah Putri Azzahra, Pendi Lukito), saudara Rian Adrian, Erdi Mefiyanto, Ardhansyah Pradana Maulana Latif, Mukri Purnama Nasution, Dhanillo Djulian, M. Wildan Al-ghifary, saudari Nurlaila Midriyah, teman-teman Kost Mbob koplo dan seluruh teman HPT angkatan 2019.

Penulis menyadari dalam melakukan penelitian hingga penyusunan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu masukan yang baik sangat penulis harapkan. Mudah-mudahan penelitian ini dapat memberikan manfaat untuk sekitar.

## DAFTAR ISI

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| KATA PENGANTAR .....   | viii           |
| DAFTAR ISI .....   | ix             |
| DAFTAR TABEL .....   | xii            |
| DAFTAR GAMBAR.....   | xiii           |
| DAFTAR LAMPIRAN .....  | xiv            |
| BAB 1. PENDAHULUAN.....  | 1              |
| 1.1. Latar Belakang.....   | 1              |
| 1.2. Rumusan Masalah .....   | 4              |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....  | 4              |
| 1.4. Hipotesis .....   | 4              |
| 1.5. Manfaat Penelitian.....   | 4              |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....   | 5              |
| 2.1. Kumbang Tanduk ( <i>Oryctes rhinoceros</i> ).....                   | 5              |
| 2.1.1. Klasifikasi Kumbang Tanduk ( <i>Oryctes rhinoceros</i> ) .....    | 5              |
| 2.1.2. Siklus Hidup Kumbang Tanduk ( <i>Oryctes rhinoceros</i> ).....    | 6              |
| 2.1.2.1. Telur .....   | 7              |
| 2.1.2.2. Larva.....  | 7              |
| 2.1.2.3. Pupa .....  | 8              |
| 2.1.2.4. Imago .....   | 9              |
| 2.1.3. Gejala serangan Kumbang Tanduk ( <i>Oryctes rhinoceros</i> )..... | 9              |
| 2.2. Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> .....                         | 10             |
| 2.2.1. Klasifikasi <i>Bacillus thuringiensis</i> .....                   | 10             |
| 2.2.2. Morfologi <i>Bacillus thuringiensis</i> .....                     | 11             |
| 2.2.3. Bioekologi <i>Bacillus thuringiensis</i> .....                    | 11             |
| 2.2.4. Mekanisme kerja <i>Bacillus thuringiensis</i> .....               | 12             |
| 2.3. Air Cucian Beras .....  | 13             |

|  |    |
|--|----|
| 2.4. Air Kelapa Tua .....  | 13 |
| 2.5. Biourine Sapi .....   | 14 |
| 2.6. Biourine Kelinci .....  | 14 |
| 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 |
| 3.4.1. Persiapan Serangga Uji.....   | 16 |
| 3.4.2. Persiapan Isolat <i>Bacillus thuringiensis</i> .....                          | 17 |
| 3.4.3. Persiapan Media Limbah Cair .....   | 17 |
| 3.4.4. Pembuatan <i>Seed Culture</i> .....   | 18 |
| 3.4.5 Pembuatan Bioinsektisida Limbah Cair <i>B. thuringiensis</i> .....             | 18 |
| 3.4.6. Perhitungan Kerapatan Spora Bakteri .....                                     | 19 |
| 3.4.7. Bioassay Bioinsektisida Terhadap Serangga Uji <i>Oryctes rhinoceros</i> ..... | 20 |
| 3.4.8. Pengamatan Serangga Uji.....  | 20 |
| 3.4.9. Parameter Pengamatan .....  | 20 |
| a. Kerapatan spora .....   | 20 |
| b. Gejala infeksi larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....                              | 20 |
| c. Morfologi larva sehat.....  | 20 |
| d. Mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (%).....                               | 20 |
| e. Panjang tubuh (cm), berat tubuh dan kotoran (g) larva <i>O. rhinoceros</i> .....  | 21 |
| f. Perhitungan suhu dan kelembaban ruang.....  | 21 |
| g. Perhitungan $LT_{50}$ dan $LT_{95}$ .....   | 22 |
| 3.5. Analisis Data .....   | 22 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....  | 23 |
| 4.1 Hasil.....   | 23 |
| 4.1.1. Kerapatan Spora <i>Bacillus thuringiensis</i> .....                           | 23 |
| 4.1.2 Gejala infeksi larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....                           | 24 |
| 4.1.3. Morfologi larva sehat <i>Oryctes rhinoceros</i> .....                         | 24 |

|  |    |
|--|----|
| 4.1.4. Mortalitas Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....                        | 25 |
| 4.1.5. Panjang Tubuh Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....                     | 26 |
| 4.1.6. Berat Tubuh Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....                       | 27 |
| 4.1.7. Berat Kotoran Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....                     | 28 |
| 4.1.8. Nilai <i>Lethal Time</i> (LT <sub>50</sub> dan LT <sub>95</sub> ) ..... | 29 |
| 4.1.9. Suhu dan Kelembaban ruang.....  | 30 |
| 4.2. Pembahasan .....  | 30 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....   | 34 |
| 5.1. Kesimpulan.....   | 34 |
| 5.2. Saran .....   | 34 |
| DAFTAR PUSTAKA.....  | 35 |
| LAMPIRAN .....   | 42 |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b>  | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| 4.1. Kerapatan spora <i>B. thuringiensis</i> yang diperbanyak pada berbagai media limbah cair .....                             | 24             |
| 4.2. Mortalitas larva <i>O. rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan setelah aplikasi ...   | 25             |
| 4.2. Mortalitas larva <i>O. rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan setelah aplikasi (lanjutan) .....                            | 26             |
| 4.3. Panjang tubuh larva <i>O. rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan .....   | 26             |
| 4.3. Panjang tubuh larva <i>O. rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan (lanjutan) .....  | 27             |
| 4.4. Berat tubuh larva <i>O. rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan.....  | 27             |
| 4.4. Berat tubuh larva <i>O. rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan (lanjutan) .....  | 28             |
| 4.5. Berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan.....  | 28             |
| 4.5. Berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan (lanjutan) .....  | 29             |
| 4.6. Nilai <i>Lethal Time</i> (LT <sub>50</sub> dan LT <sub>95</sub> ) larva <i>O. rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan ..... | 29             |
| 4.7. Rata-rata suhu dan kelembaban ruang .....  | 30             |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar  | Halaman |
|---|---------|
| 2.1. Siklus hidup <i>O. rhinoceros</i> .....  | 6       |
| 2.2. Telur <i>O. rhinoceros</i> .....   | 7       |
| 2.3. Larva <i>O. rhinoceros</i> .....   | 8       |
| 2.4. Pupa <i>O. rhinoceros</i> .....  | 8       |
| 2.5. Imago <i>O. rhinoceros</i> .....   | 9       |
| 2.6. Gejala serangan <i>O. rhinoceros</i> .....   | 10      |
| 2.7. <i>B. thuringiensis</i> pada cawan petri dan secara mikroskopis .....  | 11      |
| 2.8. Larva <i>O. rhinoceros</i> yang mati menghitam .....   | 13      |
| 3.1. Denah Penelitian .....   | 16      |
| 3.2. Pemeliharaan larva <i>O. rhinoceros</i> di laboratorium .....  | 16      |
| 3.3. Persiapan media limbah cair .....  | 17      |
| 3.4. Media NB, proses pemindahan isolat bakteri secara aseptik, proses<br>shaker selama 12 jam .....                                | 18      |
| 3.5. Media limbah cair yang sudah dicampurkan, proses pemindahan isolat<br>bakteri ke media limbah cair, shaker selama 72 jam ..... | 19      |
| 3.6. Pengukuran panjang tubuh larva, penimbangan berat tubuh larva,<br>penimbangan berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> .....   | 21      |
| 3.7. Suhu dan kelembaban ruang pada alat <i>Thermo Hygrometer</i> .....   | 21      |
| 4.1. Larva <i>O. rhinoceros</i> yang terinfeksi <i>B. thuringiensis</i> pada hari ke-6, dan<br>hari ke-14 .....                     | 24      |
| 4.2. Morfologi Larva sehat <i>O. rhinoceros</i> .....   | 25      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran  | Halaman |
|---|---------|
| 1a. Bagan Penelitian.....   | 42      |
| 1b. Perlakuan yang digunakan .....  | 42      |
| 2a. Data Kerapatan Spora bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media limbah<br>cair (Pengamatan 24 jam) .....              | 43      |
| 2b. Data Kerapatan spora bakteri <i>B. thuringiensis</i> (transformasi log) pada<br>media limbah cair (Pengamatan 24 jam) ..... | 43      |
| 3a. Data Kerapatan Spora bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media limbah<br>cair (Pengamatan 48 jam) .....              | 43      |
| 3b. Data Kerapatan spora bakteri <i>B. thuringiensis</i> (transformasi log) pada<br>media limbah cair (Pengamatan 48 jam) ..... | 43      |
| 4a. Data Kerapatan Spora bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media limbah<br>cair (Pengamatan 72 jam) .....              | 43      |
| 4b. Data Kerapatan spora bakteri <i>B. thuringiensis</i> (transformasi log) pada<br>media limbah cair (Pengamatan 72 jam) ..... | 44      |
| 5a. Rerata mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-6 .....  | 44      |
| 5b. Transformasi arcsin mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-6 .....   | 44      |
| 6a. Rerata mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-12 .....   | 44      |
| 6b. Transformasi arcsin mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-12 .....  | 44      |
| 7a. Rerata mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-18 .....   | 45      |
| 7b. Transformasi arcsin mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-18 .....  | 45      |
| 8a. Rerata mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-24 .....   | 45      |
| 8b. Transformasi arcsin mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-24 .....  | 45      |
| 9a. Rerata mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-30 .....   | 45      |
| 9b. Transformasi arcsin mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-30 .....  | 46      |
| 10a. Rerata mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-36 .....  | 46      |
| 10b. Transformasi arcsin mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-36 .....   | 46      |

|   |    |
|---|----|
| 11a. Rerata mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-42 .....                      | 46 |
| 11b. Transformasi arcsin mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-42 .....         | 46 |
| 12a. Rerata mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-48 .....                      | 47 |
| 12b. Transformasi arcsin mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-48 .....         | 47 |
| 13a. Rerata mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-54 .....                      | 47 |
| 13b. Transformasi arcsin mortalitas <i>O. rhinoceros</i> (%) hari ke-54 .....         | 47 |
| 14a. Rerata panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-0.....                    | 47 |
| 15a. Rerata panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-6.....                    | 48 |
| 16a. Rerata panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-12.....                   | 48 |
| 17a. Rerata panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-18.....                   | 48 |
| 18a. Rerata panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-24.....                   | 48 |
| 19a. Rerata panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-30.....                   | 48 |
| 20a. Rerata panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-36.....                   | 49 |
| 20b. Data transformasi arcsin panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-36..... | 49 |
| 21a. Rerata panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-42.....                   | 49 |
| 21b. Data transformasi arcsin panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-42..... | 49 |
| 22a. Rerata panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-48.....                   | 49 |
| 22b. Data transformasi arcsin panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-48..... | 50 |
| 23a. Rerata panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-54.....                   | 50 |
| 23b. Data transformasi arcsin panjang larva <i>O. rhinoceros</i> (cm) hari ke-54..... | 50 |
| 24a. Rerata berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-0 .....                      | 50 |
| 25a. Rerata berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-6 .....                      | 50 |
| 26a. Rerata berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-12 .....                     | 51 |
| 27a. Rerata berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-18 .....                     | 51 |
| 28a. Rerata berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-24 .....                     | 51 |
| 29a. Rerata berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-30 .....                     | 51 |



|   |    |
|---|----|
| 30a. Rerata berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-36 .....                     | 51 |
| 30b. Transformasi arcsin berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-36.....         | 52 |
| 31a. Rerata berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-42 .....                     | 52 |
| 31b. Transformasi arcsin berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-42.....         | 52 |
| 32a. Rerata berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-48 .....                     | 52 |
| 32b. Transformasi arcsin berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-48.....         | 52 |
| 33a. Rerata berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-54 .....                     | 53 |
| 33b. Transformasi arcsin berat larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-54.....         | 53 |
| 34a. Rerata berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-6 .....              | 53 |
| 35a. Rerata berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-12 .....             | 53 |
| 36a. Rerata berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-18 .....             | 53 |
| 37a. Rerata berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-24 .....             | 54 |
| 38a. Rerata berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-30 .....             | 54 |
| 39a. Rerata berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-36 .....             | 54 |
| 39b. Data transformasi arcsin berat kotoran <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-36 ..... | 54 |
| 40a. Rerata berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-42 .....             | 54 |
| 40b. Data transformasi arcsin berat kotoran <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-42 ..... | 55 |
| 41a. Rerata berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-48 .....             | 55 |
| 41b. Data transformasi arcsin berat kotoran <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-48 ..... | 55 |
| 42a. Rerata berat kotoran larva <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-54 .....             | 55 |
| 42b. Data transformasi arcsin berat kotoran <i>O. rhinoceros</i> (g) hari ke-54 ..... | 55 |
| 43a. Data rerata suhu dan kelembaban.....   | 56 |
| 44a. Aplikasi Bioinsektisida <i>B. thuringiensis</i> .....                            | 56 |
| 45a. Gejala infeksi larva <i>O. rhinoceros</i> .....                                  | 56 |
| 46a. Dokumentasi larva sehat <i>O. rhinoceros</i> .....                               | 56 |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang memiliki nilai industri yang tinggi. Produk utama sektor tanaman ini berupa produk bahan bakar CPO (*Crude Palm Oil*) yang meningkat tajam seiring dengan kebutuhan penduduk dunia. Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki peluang tinggi dalam budidaya tanaman kelapa sawit (Wahyuni *et al.*, 2017). Potensi tanah yang cocok ditanami kelapa sawit yaitu tanah mineral dan tanah gambut yang melimpah tersedia di berbagai daerah di Indonesia. Perkembangan budidaya tanaman kelapa sawit di Indonesia terus dikembangkan baik di daerah sentra seperti Sumatera dan Kalimantan hingga daerah potensial yaitu Irian Jaya dan Sulawesi (Widiarti & Nurlina, 2012).

Permasalahan pada pembudidayaan kelapa sawit yaitu serangan hama tanaman. Serangan hama pada tanaman kelapa sawit dapat merusak, mengurangi, serta menghambat pertumbuhan tanaman yang akan merugikan secara ekonomis. Hama merupakan suatu organisme pengganggu tanaman yang merugikan. Hama dapat menyebabkan dampak serangan pada tanaman secara langsung seperti rusaknya bagian tanaman (Widians & Rizkyani, 2020). Untuk meminimalisir serangan hama dan penyakit pada tanaman kelapa sawit dilakukan pemeliharaan tanaman. Selain itu, pemeliharaan tanaman dapat membantu meningkatkan produktivitas tanaman. Pemeliharaan tanaman kelapa sawit dapat dilakukan pada semua fase tanaman (Widiyastuti & Khadafi, 2017).

Beberapa jenis hama utama yang merusak tanaman kelapa sawit dilapangan adalah ulat api (*Setora nitens*), ulat kantong (*Metisa plana*), tikus pohon (*Rattus tiomanicus*), dan kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) (Efendi *et al.*, 2020). Kumbang tanduk (*O. rhinoceros*) merupakan salah satu hama utama pada tanaman kelapa sawit yang bersifat merugikan. Kelapa sawit paling rentan terserang hama ini pada saat fase tanaman muda atau *replanting*, dengan penggunaan pupuk organik berupa tandan yang

kosong sebagai mulsa organik yang menurut Haneda *et al.*, (2017), dapat memberikan dampak negatif yaitu sebagai tempat berkembang biaknya kumbang tanduk dan populasinya akan meningkat. Kumbang tanduk dapat menyerang tanaman kelapa sawit pada seluruh fase dan umumnya kerusakan paling serius terjadi pada bagian titik tumbuh tanaman. Menurut Efendi *et al.*, (2020), kumbang tanduk menyerang dengan cara melubangi, dan menghisap bagian titik tumbuh yang mengakibatkan patahnya daun muda atau daun tombak serta terjadinya pembusukan. Ciri khusus tanaman kelapa sawit yang terserang oleh kumbang tanduk pada umumnya adalah berlubangnya bagian buah dan terdapat bagian pelepah daun terpotong membentuk huruf “V” (Lukmana & Alamudi, 2017).

Kerusakan pada tanaman kelapa sawit akibat dari serangan kumbang tanduk cukup tinggi dan dapat menurunkan nilai produksi tandan buah segar sampai dengan 60%, dan merusak tanaman muda hingga 25%. Akibat dari serangan kumbang tanduk ini diperlukan perlakuan tambahan seperti penyisipan tanaman baru dan pengendalian tambahan (Haneda *et al.*, 2017). Pengendalian tanaman harus dilakukan dengan tepat untuk mendapatkan hasil yang baik dan mengembalikan nilai ekonomi lahan. Menurut Santi *et al.*, (2021), pengendalian yang umum dilakukan oleh petani tanaman kelapa sawit adalah dengan menggunakan insektisida, penggunaan perangkap kimia feromon, dan pengurangan tempat perkembang biakan kumbang atau *breeding site* dengan mengutip larva dan imago. Dampak penggunaan insektisida memang secara relatif membantu mengurangi populasi hama, akan tetapi penggunaannya bersifat tidak berkelanjutan dan dapat memberikan dampak negatif pada lingkungan sekitar. Selain meningkatkan biaya, penggunaan insektisida sintetis secara terus menerus dapat menyebabkan kumbang tanduk menjadi resisten (Prok *et al.*, 2020).

Pengendalian secara hayati merupakan salah satu metode alternatif dalam pengendalian hama kumbang tanduk. Selain dapat mengurangi pemakaian insektisida sintetis, pengendalian secara hayati juga bersifat lebih ramah lingkungan. Salah satu Pengendalian alternatif yang cukup potensial yaitu pada tanaman kelapa sawit yaitu menggunakan patogen spesifik (Ginting *et al.*, 2020). Menurut Susanto *et al.*, (2020),

pengendalian dapat dilakukan dengan penggunaan agensia hayati seperti mikroorganisme bakteri *Bacillus thuringiensis*. Pengendalian hayati menggunakan agensia hayati bersifat lebih murah dibandingkan dengan penggunaan insektisida sintesis dikarenakan lebih praktis dan mudah diolah. *B. thuringiensis* merupakan salah satu bakteri gram positif yang dapat mengendalikan beberapa hama serangga salah satunya *O. rhinoceros*. *B. thuringiensis* dapat menginfeksi melalui saluran pencernaan *midgut* serangga yang kemudian mengeluarkan kristal protein yang bersifat toksik (Rashid *et al.*, 2012). *B. thuringiensis* memiliki beberapa inang spesifik yang bersifat toksik pada beberapa serangga yang termasuk dalam ordo Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, dan Hymenoptera (Sukmawati, 2014).

Pemanfaatan *B. thuringiensis* berpeluang sebagai bioinsektisida dalam pengendalian *O. rhinoceros* dikarenakan kecocokan inang dan bakteri. Dalam penggunaannya, *B. thuringiensis* dapat diperbanyak dengan beberapa metode, salah satu metode perbanyakan *B. thuringiensis* dapat dilakukan dengan penggunaan limbah pertanian, peternakan, dan industri yang dapat menjadi sumber media perbanyakan bakteri (Pujiastuti *et al.*, 2020). Penggunaan berbagai macam limbah organik dalam pembuatan bioinsektisida bersifat lebih murah jika dibandingkan dengan pestisida kimiawi dan lebih ramah lingkungan tanpa memberikan dampak negatif (Yusuf *et al.*, 2020).

## 1.2. Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh penggunaan dari beberapa jenis limbah cair terhadap pertumbuhan *B. thuringiensis* ?
2. Bagaimana dampak penambahan berbagai macam limbah biourine pada bioinsektisida berbahan aktif *B. thuringiensis* terhadap mortalitas serangga uji *O. rhinoceros* ?

## 1.3. Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan dari beberapa jenis limbah cair terhadap pertumbuhan *B. thuringiensis*.
2. Untuk mengetahui dampak penambahan berbagai macam limbah biourine pada bioinsektisida berbahan aktif *B. thuringiensis* terhadap mortalitas serangga uji *O. rhinoceros*.

## 1.4. Hipotesis

1. Diduga perlakuan menggunakan limbah biourine kelinci lebih efektif dibandingkan dengan perlakuan menggunakan limbah biourine sapi terhadap mortalitas serangga uji.
2. Diduga perlakuan air cucian beras (sumber karbon) dan biourine kelinci (sumber nitrogen) yang memiliki tingkat mortalitas tertinggi pada larva uji *Oryctes rhinoceros*.

## 1.5. Manfaat penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang pemanfaatan berbagai macam limbah cair dan limbah biourine yang ramah lingkungan serta keefektifannya dalam pengendalian hama *O. rhinoceros* pada tanaman kelapa sawit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aad, A., & Novra, A. (2018). The Increase of Biourine Quality From Cow Treated With *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 20(2), 77–84.
- 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).
- Argôlo-Filho, R. C., & Loguercio, L. L. (2014). *Bacillus thuringiensis* is an Environmental Pathogen and Host-Specificity has Developed as an Adaptation to Human-Generated Ecological Niches. *Insects Journal*, 5(1), 62–91.
- 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.
- Devidas, P. C., Pandit, B. H., & Vitthalrao, P. S. (2014). Evaluation of Different Culture Media for Improvement in Bioinsecticides Production by Indigenous *Bacillus thuringiensis* and Their Application Against Larvae of *Aedes aegypti*. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Efendi, S., Febriani, F., & Yusniwati, Y. (2020). Inventarisasi Hama Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) Pada Daerah Endemik Serangan di Kabupaten Dharmasraya. *Jurnal Agrifor*, 19(1), 1.
- Fauzana, H., Sutikno, A., & Salbiah, D. (2019). Population Fluctuations *Oryctes rhinoceros* L. Beetle in Plant Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Given Mulching Oil Palm Empty Bunch. *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 1(1), 42.
- Fitriasari, C., & Rahmayani, E. (2017). Efektivitas Pemberian Urin Kelinci Untuk Mengurangi Dosis Pupuk Anorganik Pada Budidaya Putren Jagung Manis. *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 2, 5–9.
- G.M, C. W., Muhartini, S., & Trisnowati, S. (2017). Pengaruh Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada. *Jurnal Vegetalika*, 1(2), 1–12.
- Ginting, S., Zarkani, A., & Sipriyadi. (2020). New Invasive Pest, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) Attacking Corn in Bengkulu, Indonesia. *Jurnal Serangga*, 148(1), 105–117.
- González, E., Garcia, M., & Ibarra, E. J. (2020). Insecticidal Activity of a Cry1Ca Toxin of *Bacillus thuringiensis* Berliner (Firmicutes: Bacillaceae) and its

- Synergism With The Cyt1Aa Toxin Against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 57(6), 1852–1856.
- Hadi Wibowo, R., Sipriyadi, Darwis, W., & Pertiwi, R. (2020). Potensi Isolat *Bacillus* sp. Eng-4 Yang Berasosiasi Dengan Spons *Aplysina* sp. Penghasil Senyawa Antimikrob Asal Pulau Enggano. *Jurnal Enggano*, 5(1), 1–10.
- Halim, A., Anam, C., & Istiqomah. (2020). Pengaruh Macam Pupuk Kandang dan Metode Pemberian Biourin Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Agrodadix*, 4(1), 35–47.
- Handoko, J., Fauzana, H., & Sutikno, A. (2017). Population and Intensity Attack of Pest *Oryctes rhinoceros* Linn. in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Immature. *Jurnal Online Mahasiswa Faperta UNRI*, 4(1), 944.
- Haneda, N. F., Wibowo, C., & Hasbi, M. (2017). Peranan Arthropoda di Ekosistem Ekoton dan Kelapa Sawit. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 08(2), 116–122.
- Hawkeswood, T. J., & Sommung, B. (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.
- Hinckley, A. D. (2014). Ecology of the Coconut Rhinoceros Beetle, *Oryctes rhinoceros* (L.) (Coleoptera: Dynastidae). *Biotropica Journal*, 5(2), 111.
- 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.
- Kumashiro, B., Hauff, R., Hara, A., & Kishimoto, C. (2014). Coconut Rhinoceros Beetle. *New Pest Advisory*, 1(14).
- Lukmana, M., & Alamudi, F. (2017). Monitoring Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) Pada Tanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan di PT Barito Putera Plantation. *Jurnal Agrisains*, 3(2), 59–63.

- Manjeri, G., Muhamad, R., & Guan Tan, S. (2014). *Oryctes rhinoceros* Beetles, an Oil Palm Pest in Malaysia. *Annual Research & Review in Biology*, 4(22), 3429–3439.
- Marshall, S. D. G., Moore, A., Vaqalo, M., Noble, A., & Jackson, T. A. (2017). A New Haplotype of The Coconut Rhinoceros Beetle, *Oryctes rhinoceros*, Has Escaped Biological Control by *Oryctes rhinoceros* Nudivirus and is Invading Pacific Islands. *Journal of Invertebrate Pathology*, 149, 127–134.
- Mayaserli, D. P., & Renowati. (2015). Pemanfaatan Air Kelapa Sebagai Sebagai Media Pertumbuhan *Pseudomonas fluorescens* dan Aplikasinya Sebagai Pupuk Cair Tanaman. *Journal Kesehatan Perintis*, 2(2), 19–22.
- Moeksin, R., Sari, W., & Eni. (2015). Pembuatan Bioetanol Dari Air Limbah Cucian Beras Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatik Dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(1), 14–21.
- Moore, A., Barahona, D. C., Lehman, K. A., Skabeikis, D. D., Iriarte, I. R., Jang, E. B., & Siderhurst, M. S. (2017). Judas Beetles: Discovering Cryptic Breeding Sites by Radio-Tracking Coconut Rhinoceros Beetles, *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Environmental Entomology*, 46(1), 92–99.
- 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.
- Nabayi, A., Sung, C. T. B., Zuan, A. T. K., Paing, T. N., & Akhir, N. I. M. (2021). Chemical and Microbial Characterization of Washed Rice Water Waste to Assess its Potential as Plant Fertilizer and For Increasing Soil Health. *Agronomy*, 11(12).
- Nayar, A. M., & Evans, D. A. (2019). Modulation of Carbohydrate Metabolism in Asiatic Rhinoceros Beetle (*Oryctes rhinoceros* L.) Grubs in Response to Various Stressors. *Proceedings of the National Academy of Sciences India Section B - Biological Sciences*, 89(2), 703–713.
- Novianti, R., Fauzana, H., & Rustam, R. (2021). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* Vuill in Compost Media for *Oryctes rhinoceros* L. Oil Palm Pest Control. *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 4(1), 1.
- Nurfatimah, & Hasanah, U. (2019). Pengaruh Biourine Sapi Terhadap Serapan Kalium dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) pada Entisols Sidera. *Jurnal Agrotekbis*, 7(5), 566–575.
- 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.



- Omotoso, O. T. (2018). The Nutrient Profile of The Developmental Stages of Palm Beetle, *Oryctes rhinoceros* L. *British Journal of Environmental Sciences*, 6(1).
- Osman, G. E. H., Already, R., Assaeedi, A. S. A., Organji, S. R., El-Ghareeb, D., Abulreesh, H. H., & Althubiani, A. S. (2015). Bioinsecticide *Bacillus thuringiensis* a Comprehensive Review. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25(1), 271–288.
- Park, S., Kim, C., Lee, D., & Song, H. (2017). Construction of *Bacillus thuringiensis* Simulant Strains Suitable for Environmental Release. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(9), 1–16.
- Pasaribu, R., Wicaksono, P., & Setyono, Y. T. (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), 108–115.
- 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*, 6, 194–200.
- Pinos, D., Andrés-Garrido, A., Ferré, J., & Hernández-Martínez, P. (2021). Response Mechanisms of Invertebrates to *Bacillus thuringiensis* and Its Pesticidal Proteins. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 85(1).
- Pradeep Kumar, R., John, A., Kumar, P., Dinesh Babu, K. V., & Evans, D. A. (2018). Larvicidal Efficacy of Adiantobischrysenone from *Adiantum latifolium* against *Oryctes rhinoceros* Through Disrupting Metamorphosis and Impeding Microbial Mediated Digestion. *Pest Management Science*, 74(8), 1821–1828.
- Prok, T. P., Tairas, R. W., Kaligis, J. B., & Lengkong, E. F. (2020). Monitoring Hama Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros* L.) pada Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Menggunakan Feromon di Kecamatan Mapanget Kota Manado. *Cocos*, 3(3), 1–8.
- Pujiastuti, Y., Gunawan, B., Sulistyani, D. P., & Sandi, S. (2021). Pemanfaatan Limbah Urin Sapi sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioinsektisida Berbasis *Bacillus thuringiensis* di Desa Sejaro Sakti Kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Puruhita*, 3(1), 17–21.
- Pujiastuti, Y., Kartika Sari, J., Arsi, A., & Gunawan, B. (2020). Dampak Cahaya Matahari Terhadap Toksisitas Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Pada Mortalitas Larva *Spodoptera litura* (Lepidoptera:Noctuidae). *Prosiding Plant Protection Day Dan Seminar Nasional 4*, 1(1).
- 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.
- Purnawati, R., Sunarti, T. C., Syamsu, K., & Rahayuningsih, M. (2015). Produksi Bioinsektisida oleh *Bacillus thuringiensis* Menggunakan Kultivasi Media Padat. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 25(3), 205–214.
- Quitugua, R. J., Jackson, T. A., & Marshall, S. D. G. (2016). The Coconut Rhinoceros Beetle Invasion of Guam: An Unprecedented Disaster. *International Congress of Entomology*, 1(1).
- Rafdinal, Agil, S. H., & Riza, L. (2019). Pengaruh Konsentrasi Biourin Kelinci Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Bayam Batik (*Amaranthus tricolor* L. var. Giti Merah). *Jurnal Protobiont*, 8(2), 17–23.
- Rahayu, E., Rizal, S., & Marmaini, M. (2021). Karakteristik Morfologi Serangga yang Berpotensi Sebagai Hama pada Perkebunan Kelapa (*Cocos nucifera* L.) di Desa Tirta Kencana Kecamatan Makarti Jaya Kabupaten Banyuwasin. *Indobiosains*, 3(2), 39.
- Ramesh, D., Vinuthan, D., Chandrashekara, D., & Chandramohan, D. (2020). Morphometric Analysis of *Oryctes rhinoceros* and *Onthophagus Bonasus* Fabricius in Hassan District of Karnataka. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(4), 78–81.
- Rashid, Y., Hisham, N., & Suhaidi, H. (2012). In Vivo and In Vitro Study of *Bacillus thuringiensis* Ssp. Kurstaki in Controlling *Metisa plana* (Lepidoptera : Psychidae ) in Oil Palm Plantation by Using Air Blast Spraying Technique. *Forth IOPRI-MPOB International*, 1(1), 86–97.
- Riono, Y., Apriyanto, M., Marlina, Sari, I., & Nursida. (2021). Pengenalan Hama Dominan Pada Kelapa Sawit Pada Kebun Masyarakat di Kecamatan Kuantan Hilir Seberang Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Agro Dedikasi Masyarakat*, 2(2), 19–24.
- Royals, H. R., Gilligan, T. M., & Brodel, C. F. (2019). Coconut Rhinoceros Beetles (*Oryctes* spp.). *Screening Aid*, 1(1), 1–6.
- Sanahuja, G., Banakar, R., Twyman, R. M., Capell, T., & Christou, P. (2012). *Bacillus thuringiensis*: A Century of Research, Development and Commercial Applications. *Plant Biotechnology Journal*, 9(3), 283–300.
- Santi, I. S., Kristalisasi, E. N., & Singh, K. R. (2021). Efektifitas Orynet Trap Terhadap Hasil Tangkapan Kumbang Tanduk Pada Tanaman Kelapa Sawit Belum

- Menghasilkan. *AGROISTA : Journal Agrotechnology*, 5(2), 9–18.
- Sasauw, A., Manueke, J., & Tarore, D. (2017). Populasi Larva *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera : Scarabaeidae) pada beberapa Jenis Media Peneluran di Perkebunan Kelapa Kecamatan Mapanget Kota Manado. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi*, 1(1), 3.
- 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.
- Shiddiqi, M. H., Hermanto, S., & Jusuf, E. (2013). Eksplorasi Protein Toksin *Bacillus thuringiensis* dari Tanah di Kabupaten Tangerang. *Jurnal Kimia VALENSI*, 3(1).
- Singh, S., Sithole, B., Lekha, P., Permaul, K., & Govinden, R. (2021). Optimization of Cultivation Medium and Cyclic Fed-Batch Fermentation Strategy for Enhanced Polyhydroxyalkanoate Production by *Bacillus thuringiensis* Using a Glucose-Rich Hydrolyzate. *Bioresources and Bioprocessing*, 8(1).
- Sukmawati, E. (2014). Efektivitas Campuran Protoksin *Bacillus thuringiensis* Subsp . Aizawai dan *Konidia Beauveria bassiana* terhadap Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. *Teknosains*, 8(1), 19–30.
- Suryawan, I. B. ., & Astika, I. . (2018). Efikasi Kombinasi Ekstrak Daun Babandotan (*Ageratum conyzoides*) Dengan Biourin Sapi Terhadap Hama Penggerek Tongkol (*Helicoperva armigera*) Pada Jagung Manis. *Jurnal Buletin Teknologi Dan Informasi Pertanian*, 16(49), 5–24.
- Susanto, A., Prasetyo, A. E., Priwiratama, H., Loren, Y., & Rozziasha, T. A. P. (2020). Sistem Android Monitoring Hama dan Penyakit Pada Perkebunan Kelapa Sawit. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 25(1), 17–22.
- Wahyuni, M., Arifin Sinaga, M., & Restua S, S. (2017). Efektivitas Pengendalian Hama Ulat Kantung (*Metisa plana*) Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan Sistem Injeksi Batang di Kebun Tanjung Garbus Pt. Perkebunan Nusantara II. *Jurnal Agro Estate*, 1(2), 104–110.
- Wardati, I., Erawati, D. N., Triwidiarto, C., & Fesdiana, U. (2016). Patogenisitas Bakteri, Jamur dan Nematoda Entomopatogen Terhadap Hama Penggerek Buah Kapas (*Gossypium hirsutum* L.). *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 13(1).
- Wibowo, C. I. (2017). Efektivitas *Bacillus thuringiensis* dalam Pengendalian Larva Nyamuk *Anopheles* sp. *Biosfera*, 34(1), 39–46.
- Widians, J. A., & Rizkyani, F. N. (2020). Identifikasi Hama Kelapa Sawit

- Menggunakan Metode Certainty Factor. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 12(1), 58–63.
- Widiarti, & Nurlina. (2012). Analisa Kesesuaian Lahan dan Potensi Perkebunan Kelapa Sawit di Kabupaten Tanah Laut Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Fisika FLUX*, 9(1), 21–29.
- Widihastuty, Tobing, M. C., Marheni, Kuswardani, R. A., & Fudholi, A. (2020). Biological Aspects of *Myopopone castanea* on it's Prey *Oryctes rhinoceros* Larvae. *Journal of Insect Physiology*, 125(July), 104089.
- Widiyastuti, D. A., & Khadafi, M. (2017). Teknik Pemeliharaan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan Utama PT. Barito Putera Plantation. *Jurnal Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Hasnur*, 3(1), 23–27.
- Wong, A. J., Hamid, H., Ikhsan, Z., & Oktavia, A. (2022). Populasi Dan Tingkat Serangan Kumbang Tanduk (*Oryctes Sejati*), Provinsi Riau. *Jurnal Riset Perkebunan*, 3(1), 1–11.
- Yusuf, C., A Gemaputri, A., Sundari, S., & A A Pongoh, I. (2020). Kreatif Mengantisipasi Gagal Panen Di Tengah Pandemi Covid-19 dengan Pemanfaatan Limbah Organik Hasil Pertanian Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pestisida Organik. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 46–49.

