

**SKRIPSI**

**MORTALITAS LARVA *Oryctes rhinoceros* SETELAH  
APLIKASI BIO-INSEKTISIDA *Bacillus thuringiensis*  
FORMULASI PADAT LIMBAH AGROINDUSTRI DI  
LAPANGAN**

**MORTALITY OF *Oryctes rhinoceros* LARVAE AFTER  
APPLICATION OF *Bacillus thuringiensis* -Based BIO-  
INSECTICIDE SOLID FORMULATION AGROINDUSTRIAL  
WASTE IN THE FIELD**



**Yanse Masliana Pakpahan  
05081282025033**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

**SKRIPSI**

**MORTALITAS LARVA *Oryctes rhinoceros* SETELAH  
APLIKASI BIO-INSEKTISIDA *Bacillus thuringiensis*  
FORMULASI PADAT LIMBAH AGROINDUSTRI DI  
LAPANGAN**

**MORTALITY OF *Oryctes rhinoceros* LARVAE AFTER  
APPLICATION OF *Bacillus thuringiensis* -Based BIO-  
INSECTICIDE SOLID FORMULATION AGROINDUSTRIAL  
WASTE IN THE FIELD**



**Yanse Masliana Pakpahan  
05081282025033**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

## SUMMARY

**YANSE MASLIANA PAKPAHAN.** Mortality of *Oryctes rhinoceros* Larvae After Application of *Bacillus thuringiensis* -Based Bio-insecticide Solid Formulation Agroindustrial Waste in The Field (**Supervised by Yulia Pujiastuti**)

Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) is one of the plantation crop commodities that has a very important advantage in the industrial sector so that it has the potential to be cultivated. In oil palm cultivation, there is a decrease in production due to pests that attack oil palm plants, namely horn beetles (*Oryctes rhinoceros* Linn). The attack of horned beetle pests on oil palm plantations is one of the main problems that have an impact on the productivity of plant yields. This research aimed to determine the effectiveness of agroindustrial waste mixture on the growth of *Bacillus thuringiensis* and to determine its effect on mortality of *O. rhinoceros* larvae. This research was conducted in the agricultural research farm of Sriwijaya University with dynamic temperature and humidity conditions. The experiment was designed using a Randomized Complete Block Design (RCBD) consisting of six treatments and four replications. Examination were carried out on *O. rhinoceros* larvae in the field, each of which was given a treatment, namely P1: (cassava pomace + oil palm meal), P2: (cassava pomace + corn husk), P3 (cassava pomace + tofu dregs), P4 (cassava pomace + peanut meal), P5 (water control), P6 (insecticide control). Ten test insects were used in each replication. The results showed mortality of *O. rhinoceros* larvae applied with bio-insecticides had significantly different among treatments. The highest was found in treatment P1 which on day 28<sup>th</sup> reached 100%, followed P4 and P3 on day 32<sup>nd</sup> reached 100% and P2 on day 32<sup>nd</sup> reached 95.0%. Symptom of *O. rhinoceros* larvae infected with *B. thuringiensis* bacteria will be seen after 24 hours after application. The test insects will experienced morphological changes from white to blackish brown in color, followed by reduced appetite to slowly movement. Dead larvae showed symptoms of softened, rotten, slimy bodies and emit an pleasant odour.

**Key words:** Biological control, field observation, oil palm

## RINGKASAN

**YANSE MASLIANA PAKPAHAN.** Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* Setelah Aplikasi Bio-insektisida *Bacillus thuringiensis* Formulasi Padat Limbah Agroindustri di Lapangan (**Dibimbing oleh Yulia Pujiastuti**)

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditi tanaman perkebunan yang memiliki keunggulan yang sangat penting dalam sektor perindustrian sehingga berpotensi untuk dibudidayakan. Dalam budidaya kelapa sawit, memiliki penurunan produksi karena terdapat gangguan hama yang menyerang tanaman kelapa sawit, yaitu kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* Linn). Serangan hama kumbang tanduk pada perkebunan kelapa sawit menjadi salah satu permasalahan utama yang berdampak terhadap produktivitas hasil tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas campuran limbah agroindustri terhadap pertumbuhan *Bacillus thuringiensis* dan untuk mengetahui pengaruh *B. thuringiensis* terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*. Penelitian ini dilaksanakan di kebun riset pertanian Universitas Sriwijaya dengan keadaan suhu dan kelembaban yang dinamis. Penelitian dirancang dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri atas empat perlakuan dan empat ulangan, sebagai pembanding diberikan perlakuan air dan perlakuan insektisida sebagai kontrol. Pengujian dilakukan pada larva *O. rhinoceros* di lapangan masing-masing diberi perlakuan yaitu P1: (onggok + bungkil kelapa sawit), P2: (onggok + ampok jagung), P3 (onggok + ampas tahu), P4 (onggok + bungkil kacang tanah), P5 (kontrol air), P6 (kontrol insektisida). Serangga uji yang digunakan berjumlah sepuluh ekor setiap ulangan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa mortalitas larva *O. rhinoceros* yang diaplikasikan dengan bio-insektisida memiliki hasil yang berbeda nyata antar perlakuan dengan tingkat mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan P1 yaitu pada hari ke-28 mencapai 100%, kemudian P4 dan P3 pada hari ke 32 mencapai 100% dan P2 pada hari ke-32 mencapai 95,0%. Mortalitas larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi bakteri *B. thuringiensis* akan terlihat setelah 24 jam setelah aplikasi. Serangga uji akan mengalami perubahan morfologi dari warna putih menjadi coklat kehitaman, diikuti dengan nafsu makan yang berkurang hingga malas bergerak. Larva yang mati akan menunjukkan gejala tubuh yang melunak, busuk dan berlendir serta mengeluarkan aroma yang tidak sedap.

**Kata Kunci:** Pengendalian biologis, kebun penelitian, kelapa sawit

## **SKRIPSI**

# **MORTALITAS LARVA *Oryctes rhinoceros* SETELAH APLIKASI BIO-INSEKTISIDA *Bacillus thuringiensis* FORMULASI PADAT LIMBAH AGROINDUSTRI DI LAPANGAN**

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



**Yanse Masliana Pakpahan  
05081282025033**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN ILMU HAMA PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**MORTALITAS LARVA *Oryctes rhinoceros* SETELAH APLIKASI  
BIO-INSEKTISIDA *Bacillus thuringiensis* FORMULASI PADAT LIMBAH  
AGROINDUSTRI DI LAPANGAN**

**SKRIPSI**

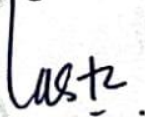
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya

Oleh

**Yanse Masliana Pakpahan**  
05081282025033

Indralaya, November 2023

Pembimbing 1



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

Pembimbing 2



Arsi, SP, M.Si  
NIP. 198510172005105101

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian Unsri



Prof. Dr. & Muslim. M.Agr  
NIP. 19641229199001111001



Skripsi dengan judul “Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* Setelah Aplikasi Bio-insektisida *Bacillus thuringiensis* Formulasi Padat Limbah Agroindustri di Lapangan” oleh Yanse Masliana Pakpahan telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 08 November 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S.  
NIP. 196205181987032002 Ketua (.....) *Last*
2. Arsi, S.P., M.Si.  
NIP. 198510172005105101 Sekretaris (.....) *[Signature]*
3. Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc  
NIP. 196709031993021001 Anggota (.....) *[Signature]*

Indralaya, Desember 2023

Ketua  
Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

*[Signature]*  
Prof. Dr. Sri Herlinda, M. Si  
NIP. 196510201992032001



## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yanse Masliana Pakpahan

NIM : 05081282025033

Judul : “Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* Setelah Aplikasi Bio-insektisida *Bacillus thuringiensis* Formulasi Padat Limbah Agroindustri di Lapangan”

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dibuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervise pembimbing, kecuali yang disebutkan sumbernya dan bukan hasil menjiplak atau plagiat. 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 mendapatkan paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, November 2023

Yang membuat pernyataan



Yanse Masliana Pakpahan



## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan pada tanggal 17 September 2002 di Desa Sibaruang, Kecamatan Siabu, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara. Penulis merupakan anak keempat dari enam bersaudara dari pasangan Bapak Henron Pakpahan dan Ibu Netti Simatupang. Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 005 Sibaruang pada tahun 2008-2014. Pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 2 Sihepeng selama 3 tahun dan dinyatakan lulus pada tahun 2017. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang selanjutnya di SMK Negeri Pertanian Pembangunan Tapanuli Selatan pada tahun 2017-2020. Setelah menyelesaikan pendidikan SMK pada tahun 2020, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi yaitu di Perguruan Tinggi Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian, Jurusan Hama Penyakit dan Tumbuhan Program Studi Proteksi Tanaman melalui Jalur (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN)).

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Sriwijaya, Penulis aktif mengikuti beberapa organisasi BO KURMA dan merupakan anggota Departemen Ristek (Riset dan Teknologi) FP UNSRI pada Tahun 2022, Anggota Departemen Kerohanian HIMAPRO 2021. Penulis juga merupakan koordinator asisten dari praktikum Ilmu Hama Tanaman 2022, Asisten praktikum Hama Penting Tanaman Tahunan 2023 dan Asisten praktikum Hama Penting Tanaman Utama 2023. Penulis juga pernah mengikuti program pertukaran pelajar APSITA di Universitas Syah Kuala 2022, Universitas Lampung 2022 dan Universitas Bengkulu 2022.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* Setelah Aplikasi Bio-insektisida *Bacillus thuringiensis* Formulasi Padat Limbah Agroindustri di Lapangan” yang telah dilaksanakan dengan baik dan tepat pada waktunya. Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dan telah memberikan dukungan pada penelitian kali ini.

Ucapan terimakasih ini penulis tujukan kepada: Ibu Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S. selalu dosen pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan dan saran kepada penulis selama pelaksanaan penelitian. Seluruh bapak/Ibu dosen tenaga pendidik yang ada di lingkungan program studi Proteksi Tanaman Universitas Sriwijaya atas segala ilmu yang telah diberikan. Bapak Henron Pakpahan dan Ibu Netti Simatupang selaku kedua orang tua penulis, kak Tati, kak Gadis, abang Raden, Sinda, dan Alonso yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis. Teman-teman satu tim pembimbing (Ryan, Faisal, Nabila, Nadia, Mita, Figo, Anisa, Mukri, Evi) dan seluruh teman-teman Proteksi Tanaman 2020 yang terlibat membantu penulis selama pelaksanaan penelitian berlangsung. Teman-teman the DUGONG (Desriza, Yuana, Nadia), CUTEHOUSE (Kak Priskila, Intan, Michelle, Gadis), YOBEL (Om Ernest dan Tante Dian selaku bapak dan ibu gembala) dan OASYS (Tok Alex, Jeje, July, Benyamin, Ira, Daniel, Herlina) yang selalu ada menjadi tempat penulis bertanya, berkeluh kesah, dan meminta saran.

Terlepas dari itu semua penulis menyadari masih banyak memiliki kekurangan. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan pihak lain yang berkepentingan.

Indralaya, November 2023

Yanse Masliana Pakpahan

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Hipotesis .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB 2 LATAR BELAKANG .....	5
2.1 Kumbang Badak <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	5
2.1.1 Klasifikasi <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	5
2.1.2 Morfologi dan Bioekologi Kumbang <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	6
2.2 Gejala Serangan Kumbang Badak <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	9
2.3 Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	10
2.3.1 Klasifikasi <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	11
2.3.2 Morfologi <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	11
2.3.3 Siklus Hidup <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	12
2.3.4 Patogenesis <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	13
2.4 Bio-insektisida .....	14
2.5 Limbah Hasil Produk Agroindustri .....	14
2.5.1 Onggok .....	15
2.5.2 Bungkil Kelapa Sawit .....	15
2.5.3 Ampok jagung .....	16
2.5.4 Ampas Tahu .....	16
2.5.5 Bungkil Kacang Tanah .....	16
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN .....	17
3.1 Tempat dan Waktu .....	17
3.2 Alat dan Bahan .....	17
3.3 Metode Penelitian .....	17

3.4 Cara Kerja.....	18
3.4.1 Observasi Kebun .....	18
3.4.2 Penentuan Lokasi .....	18
3.4.3 Pengolahan Lahan .....	19
3.4.4 Persiapan Serangga Uji larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	19
3.4.5 Persiapan Isolat Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	20
3.4.6 Persiapan media limbah padat .....	21
2.4.7 Persiapan <i>Seed Culture</i> .....	21
3.4.8. Pembuatan Bio-insektisida Padat <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	22
3.5 Parameter yang Diamati .....	26
3.5.1. Perubahan Sifat Morfologi <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	26
3.5.2. Gejala Infeksi dan Kematian <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	26
3.5.3. Mortalitas Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> dan <i>Lethal Time 50 (LT<sub>50</sub>)</i> ...	27
3.5.4. Perubahan Panjang Tubuh Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) .....	27
3.5.5. Perubahan Berat Tubuh Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) .....	27
3.5.6. Suhu dan Kelembaban Udara di lapangan.....	28
3.5.7. Suhu Tanah di lapangan .....	28
3.6 Analisis Data .....	28
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
4.2 Hasil.....	29
4.1.1 Perhitungan Koloni <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	29
4.1.2 Morfologi Sehat Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	30
4.1.3 Gejala Infeksi dan Kematian <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	30
4.1.4 Mortalitas Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	31
4.1.5 <i>Lethal Time 50 (LT<sub>50</sub>)</i> Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	33
4.1.6 Panjang Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	33
4.1.7 Berat Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	34
4.1.8 Suhu Udara, Suhu Tanah dan kelembaban di Lapangan.....	35
4.2 Pembahasan .....	35
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Kumbang <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	5
2. 2 Siklus hidup kumbang tanduk ( <i>Oryctes rhinoceros</i> ) .....	6
2. 3 Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	7
2. 4 Pupa <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	8
2. 5 Perbedaan imago <i>Oryctes rhinoceros</i> jantan dan betina.....	9
2. 6 Gejala serangan kumbang <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	10
2. 7 Morfologi bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> ).....	12
2. 8 Siklus hidup <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	12
2. 9 Cara kerja protein cry <i>Bacillus thuringiensis</i> terhadap larva usus tengah.. .....	14
3. 1 Tata letak Percobaan penelitian .....	18
3. 2 Pencarian serangga uji larva <i>Oryctes rhinoceros</i> di lapangan. ....	20
3. 3 Isolat <i>Bacillus thuringiensis</i> kode TPP .....	20
3. 4 Limbah Hasil Samping Agroindustri .....	21
3. 5 Pembuatan <i>Seed culture</i> .....	22
3. 6 Media kultivasi campuran hasil samping agroindustri padat.....	23
3. 7 Tahapan aplikasi bio-insektisida limbah padat, .....	25
4.1 Kurva pertumbuhan jumlah sel bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media limbah padat agroindustri .....	29
4.2 Morfologi sehat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	30
4.3 Gejala infeksi bakteri oleh <i>Bacillus thuringiensis</i> pada larva <i>Oryctes rhinoceros</i> . .....	31

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 kandungan C/N limbah agroindustri .....	15
4.1 Perhitungan koloni <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	30
4.3 Lethal time 50 (LT <sub>50</sub> ) Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> .....	33
4.4 Panjang Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan.....	34
4.5 Berat Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada berbagai perlakuan.....	34
4.6 Suhu Udara dan kelembaban di Lapangan.....	35



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-4.....	47
1b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-4.....	47
1c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-4 yang dianalisis sidik ragam.....	47
2a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-8.....	47
2b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-8.....	48
2c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-8 yang dianalisis sidik ragam.....	48
3a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-12.....	48
3b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke 12.....	48
3c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-12 yang dianalisis sidik ragam.....	49
4a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-16.....	49
4b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>O. rhinoceros</i> pada hari ke-16.....	49
4c. Data mortalitas larva <i>O. rhinoceros</i> pada hari ke-16 yang dianalisis sidik ragam.....	49
5a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-20.....	50
5b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-20.....	50
5c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-20 yang dianalisis sidik ragam.....	50
6a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-24.....	50
6b. Lampiran 6 b Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-24.....	51
6c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-24 yang dianalisis sidik ragam.....	51
7a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-28.....	51

7b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-28.....	51
7c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> hari ke-28 yang dianalisis sidik ragam.....	52
8a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-32.....	52
8b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> hari ke-32.....	52
8c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> hari ke-32 yang dianalisis sidik ragam.....	52
9a. Data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-1.....	53
9b. Data transformasi akar kuadrat panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-1.....	53
9c. Data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-1 yang dianalisis sidik ragam.....	53
10a. Data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-2 .....	53
10b. Data transformasi akar kuadrat panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-2.....	54
10c. Data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-2 yang dianalisis sidik ragam.....	54
11a. Data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-3.....	54
11b. Data transformasi akar kuadrat panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-3.....	54
11c. Data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-3 yang dianalisis sidik ragam.....	55
12a. Data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-4 .....	55
12b. Data transformasi akar kuadrat panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-4.....	55
12c. data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-4 yang dianalisis sidik ragam.....	55
13a. Data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-5.....	56
13b. Data transformasi akar kuadrat panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-5.....	56

13c. Data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-5 yang dianalisis sidik ragam.....	56
14a. Data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-6.....	56
14b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada minggu ke-1 .....	57
14c. Data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pada minggu ke-6 yang dianalisis sidik ragam.....	57
15a. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-1.....	57
15b. Data transformasi akar kuadrat berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-1 .....	57
15c. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-1 yang dianalisis sidik ragam.....	58
16a. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-2.....	58
16b. Data transformasi akar kuadrat berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-2. ....	58
16c. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-2 yang dianalisis sidik ragam.....	58
17a. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-3.....	59
17b. Data transformasi akar kuadrat berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-3 .....	59
17c. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-3 yang dianalisis sidik ragam.....	59
18a. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-4.....	59
18b. Data transformasi akar kuadrat berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-4 .....	60
18c. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-4 yang dianalisis sidik ragam.....	60
19a. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-5.....	60
19b. Data transformasi akar kuadrat berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-5 .....	60
19c. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-5 yang dianalisis sidik ragam.....	61
20a. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-6.....	61

20b. Data transformasi akar kuadrat berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-6 .....	61
20c. Data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pada minggu ke-6 yang dianalisis sidik ragam.....	61
21. Pengamatan suhu udara setiap hari (pagi, siang, sore).....	62
22. Pengamatan suhu tanah setiap hari (pagi, siang, sore).....	63
23. Pengamatan kelembaban setiap hari (pagi, siang, sore).....	64
24. Rerata Suhu tanah, suhu udara dan kelembaban setiap hari .....	65
25. Pengamatan suhu udara, suhu tanah dan kelembaban (hari ke-) .....	66
26. Gambar kerapatan koloni <i>Bacillus thuringiensis</i> cfu/g.....	67

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkebunan adalah salah satu sub-sektor penting dalam bidang pertanian yang dapat meningkatkan pembangunan ekonomi di Indonesia (Wahyuni & Rubiyah, 2021). Dalam UU RI No. 39 Tahun 2014 tentang perkebunan mencantumkan bahwa perkebunan berperan penting dan memiliki potensi besar dalam pembangunan perekonomian nasional dalam rangka mewujudkan kemakmuran dan kesejahteraan rakyat secara berkeadilan. Sebagaimana menurut Siregar & Dewi, (2019) mengatakan bahwa perkebunan merupakan sektor penting dalam meningkatkan perekonomian sebagaimana tercantum dalam renstra Kementerian Pertanian. Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditi tanaman perkebunan yang memiliki manfaat sangat penting dalam sektor perindustrian sehingga berpotensi untuk dikembangkan (Alawiyah & Imun, 2022). Seiring dengan berjalannya waktu, kebutuhan kelapa sawit semakin meningkat karena prospek industri kelapa sawit semakin gencar dan mendunia. Menurut BPS, (2021) tercatat bahwa luas lahan kelapa sawit di Indonesia mencapai 16.833.985 Ha dengan hasil produksi 54,1 juta ton. Dibalik hasil produksi itu, terdapat permasalahan yang dapat menyebabkan penurunan produktivitas kelapa sawit. Salah satu masalah yang sering dihadapi dalam budidaya tanaman kelapa sawit yaitu serangan hama *Oryctes rhinoceros* Linn. (Handoko *et al.*, 2017).

*O. rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) atau dikenal dengan nama lain yaitu kumbang tanduk maupun kumbang badak merupakan hama penting dalam budidaya tanaman kelapa sawit. Kumbang tersebut juga dapat menyerang kelapa sawit dari fase generatif hingga fase vegetatif. Serangga itu dapat merusak pelepah, daun tua hingga daun muda yang masih menggulung, sehingga menghambat proses fotosintesis. Gejala khas akibat serangan dari kumbang ini dapat menyebabkan bekas guntingan pada daun dengan bentuk V (Adkins *et al.*, 2020). Kerugian yang dapat diakibatkan oleh kumbang *O. rhinoceros* menurunkan hasil produksi hingga kematian tanaman yang mencapai 25% (Widodo *et al.*, 2018). Kumbang *O. rhinoceros* akan terus berkembangbiak jika kebutuhan pakan dan nutrisinya terus

terpenuhi. Jika populasi dari kumbang *O. rhinoceros* terus meningkat maka semakin tinggi kerugian yang diakibatkan.

Setelah diketahui dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar, para petani mencari solusi untuk mengendalikan populasi dari kumbang *O. rhinoceros*. Salah satu cara yang mudah untuk mengendalikan kumbang *O. rhinoceros* yaitu menggunakan pestisida kimia. Petani menganggap bahwa penggunaan pestisida kimia sangat efektif, cepat, praktis, ekonomis, dan mudah diaplikasikan (Ariati & Raka, 2019). Akan tetapi petani tidak menyadari bahwa adanya dampak negatif yang ditimbulkan. Beberapa contoh dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan pestisida secara terus menerus yaitu terjadinya kerusakan lingkungan, dapat membahayakan kesehatan, terjadinya resistensi dan resurgensi hama bahkan dapat membasmi musuh alami (Purwanti *et al.*, 2021). Untuk itu, perlu dilakukan pengurangan penggunaan pestisida kimia dengan cara beralih menggunakan bahan yang lebih alami.

Salah satu pengendalian menggunakan bahan alami yang sering dimanfaatkan untuk mengurangi populasi *O. rhinoceros* yaitu dengan menggunakan entomopatogen. Entomopatogen merupakan organisme heterotrof yang hidup sebagai parasit pada serangga. Entomopatogen yang digunakan yaitu berupa bio-insektisida *Bacillus thuringiensis*. *B. thuringiensis* pertama kali diisolasi pada tahun 1901 di Jepang dari larva ulat sutera (*Bombyx mori*) yang terinfeksi. *B. thuringiensis* merupakan salah satu agensia hayati yang berasal dari golongan bakteri. Bakteri *B. thuringiensis* dapat membunuh serangga (Saokani *et al.*, 2022). Hal ini diakibatkan karena *B. thuringiensis* bekerja seperti racun lambung, *B. thuringiensis* memiliki kristal protein dan dihasilkan selama proses sporulasi (Pujiastuti *et al.*, 2020). Kristal protein disebut juga endotoksin (*Protein Cry*) yang memiliki sifat letal jika dimakan serangga (Mafazah & Zulaika, 2017). Menurut Pujiastuti *et al.*, (2021) *B. thuringiensis* berpotensi untuk hama mengendalikan larva *O. rhinoceros* yang mampu menghilangkan nafsu makan pada larva karena memiliki kandungan kristal protein sehingga menyebabkan kematian. Ciri-ciri serangga yang terinfeksi oleh *B. thuringiensis* yaitu tubuhnya mengalami pembengkakan dan berubah warna menjadi hitam dan kaku (Mafazah & Zulaika, 2017).



Di Indonesia produksi *B. thuringiensis* masih sangat terbatas dan kebanyakan masih hasil dari impor, maka dari itu perlu dilakukan perbanyakan dengan cara produksi sendiri. Dalam produksi *B. thuringiensis* yang akan dijadikan sebagai bio-insektisida bisa dilakukan dengan perbanyakan dengan cara menggunakan media dari hasil limbah industri (Pujiastuti *et al.*, 2017). Hasil limbah industri dapat digunakan untuk memproduksi spora dan kristal protein karena memiliki kandungan karbon dan nitrogen yang untuk pertumbuhan *B. thuringiensis* (Purnawati *et al.*, 2015). Kultivasi dengan menggunakan media padat lebih unggul dibanding dengan media cair. Hal ini diakibatkan karena biaya yang digunakan lebih sedikit. Menurut Philippini *et al.*, (2020) *B. thuringiensis* memiliki kemampuan untuk tumbuh pada kultivasi media padat menggunakan berbagai macam media, baik media padat, limbah agroindustri, limbah industri dan limbah rumah tangga.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian kali ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas campuran media limbah agroindustri terhadap pertumbuhan *B. thuringiensis*.
2. Bagaimana pengaruh *B. thuringiensis* terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros* di lapangan atau kebun kelapa sawit.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui efektivitas campuran limbah agroindustri terhadap pertumbuhan *B. thuringiensis*.
2. Untuk mengetahui pengaruh *B. thuringiensis* terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros* di kebun kelapa sawit.

#### **1.4 Hipotesis**

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diduga limbah padat agroindustri memiliki efektivitas yang baik terhadap perkembangan *B. thuringiensis*.
2. Diduga persentase mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan onggok dan bungkil kelapa sawit.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi sekaligus pengetahuan mengenai bio-insektisida yang berbahan aktif *B. thuringiensis* dengan memanfaatkan limbah padat agroindustri untuk mengendalikan hama larva *O. rhinoceros* pada kelapa sawit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam J. W., Hidrayani, H. H., Zahlul, I., & Aulia O. 2022. Populasi dan tingkat serangan kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) Pada pertanaman kelapa sawit di PT. Cakra alam sejati, Provinsi Riau. *Jurnal Riset Perkebunan*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.25077/jrp.3.1.1-11.2022>
- Adkins, S., Foale, M., Bourdeix, R., Nguyen, Q., & Biddle, J. 2020. Coconut biotechnology: Towards the sustainability of the ‘Tree of life.’ In *Coconut Biotechnology: Towards the Sustainability of the “Tree of Life.”* <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44988-9>
- Afrianti, U. 2021. Pengendalian hama kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) dengan menggunakan karbofuran di PTPN xiv-unit usaha PKS luwu. *Skripsi Jurusan Bididaya Tanaman Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Pangkep*. 3(1). <http://journal.unilak.ac.id/index.php/JIEB/article/view/3845%0Ahttp://dspace.uc.ac.id/handle/123456789/1288>
- Aguirre-zapata, E., Morales, G. H., di Sciascio, F., & Amicarelli, A. 2020. Optimal growth rate control strategy for  $\delta$ -endotoxins production. *27<sup>o</sup> Congreso Argentino De Control Automático - Aadeca, October*.
- Aidoo, O. F., Ding, F., Ma, T., Jiang, D., Wang, D., Hao, M., Tettey, E., Andoh-Mensah, S., Ninsin, K. D., & Borgemeister, C. 2022. Determining the potential distribution of *Oryctes monoceros* and *Oryctes rhinoceros* by combining machine-learning with high-dimensional multidisciplinary environmental variables. *Scientific Reports*, 12(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21367-1>
- Alawiyah, W., & Imun, H. 2022. Faktor-faktor yang mempengaruhi kesediaan petani meremajakan tanaman kelapa sawit di Desa Tebing Tinggi Kecamatan Tebing Tinggi Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Jurnal MeA (Media Agribisnis)*, 7(April), 62–70. <https://doi.org/10.33087/mea.v6i2.100>
- Andre, M., Efendi, S., & Yaherwanti. 2020. Biologi pradewasa *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera : Scarabidae) Pada dua jenis limbah organik kelapa sawit. *Seminar Nasional Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta*, 17, 117–132.
- Ariati, P. E. P., & Raka, I. D. N. 2019. Sosial hidroponik sebagai basis perekonomian masyarakat merupakan pendongkrak nilai tambah pendapatan keluarga. *Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem*, 09(17), 53–57.
- Azizah, A., & Soesetyaningsih, E. 2020. Akurasi perhitungan bakteri pada daging sapi menggunakan metode hitung cawan. *Berkala Sainstek*, 8(3), 75. <https://doi.org/10.19184/bst.v8i3.16828>
- Candra S, T., Syamsu, K., & Rahayuningsih, M. 2015. Produksi bioinsektisida oleh *Bacillus thuringiensis* menggunakan kultivasi media padat (bioinsecticide)

production from *Bacillus thuringiensis* by using solid-state cultivation) environmental friendly pulp and paper view project bioprocess engineering for bi. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, January. <https://www.researchgate.net/publication/303017998>

- Celiandra, A. K., Rizali, A., & Nugraha, M. I. 2022. Agroekotek view uji toksisitas *bacillus thuringiensis* terhadap ulat kubis (*Plutella xylostella*) pada tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Agroekotek View*, 5(1), 7–15.
- Devi, S. A., Devaki, K., Rajasri, M., & Jyothsna, M. K. 2022. Collection and isolation of *Bacillus thuringiensis* Berliner from the soils of cruciferous vegetable growing areas in Andhra Pradesh. *The Pharma Innovation*, 11(2), 1–5.
- Ehling-Schulz, M., Lereclus, D., & Koehler, T. M. 2023. The *Bacillus cereus* group: *Bacillus* species with pathogenic potential. *MicrobiolSpectrum*, 2, 875–902. <https://doi.org/10.1128/9781683670131.ch55>
- Fauzana, H., & Ustadi, U. 2020. Pertumbuhan larva kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) pada berbagai media tumbuh tanaman Famili Areaceae. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 17(2), 89. <https://doi.org/10.5994/jei.17.2.89>
- Fauzana, H., Wardati, W., & Amri, A. I. 2019. Ketebalan Mulsa tandan kosong kelapa sawit pengaruhnya terhadap *Oryctes rhinoceros* dan peningkatan hara tanah pada ekosistem kelapa sawit. *Unri Conference Series: Agriculture and Food Security*, 1, 78–83. <https://doi.org/10.31258/unricsagr.1a10>
- Fitriani, A. N., & Purwani, K. I. 2022. uji bioinsektisida formulasi granula dari ekstrak daun keben (*Barringtonia asiatica*) terhadap mortalitas larva *Spodoptera litura* F. dan kerusakan daun pakcoy. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 11(5), 7–13.
- GBIF. 2023. *Oryctes rhinoceros* in National Center for Biotechnology Information (NCBI). NCBI Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/rhydar> accessed via GBIF.org on 2023-10-27.
- H.A.F.El-Shafie. 2016. Research articles the date palm borers of the genus *Oryctes* (Coleoptera: Scarabaeidae): bionomics, economic impact and possible management measures. *The Routledge Handbook of English for Academic Purposes*, 24(April), 403–415. <https://doi.org/10.4324/9781315657455-44>
- 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 Pertanian UNSRI*, 4(1), 6–10.
- Hao, M., Aidoo, O. F., Qian, Y., Wang, D., Ding, F., Ma, T., Tettey, E., Ninsin, K. D., Osabutey, A. F., & Borgemeister, C. 2022. Global potential distribution of *Oryctes rhinoceros*, as predicted by boosted regression tree model. *Global Ecology and Conservation*, 37(June), e02175. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02175>

- 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.
- Heriyanto, S. S. 2013. Kajian komposisi tempat berbiak kumbang kelapa (*Oryctes rhinoceros* L.) terhadap larva. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 17, 43–47.
- Hernández-Fernández, J., & López-Pazos, S. A. 2011. *Bacillus thuringiensis*: Soil microbial insecticide, diversity and their relationship with the entomopathogenic activity. *Soil Microbes and Environmental Health*, May, 59–80.
- Hernawati, D., & Meylani, V. 2019. Variasi inokulum *Rhizopus* sp. Pada pembuatan tempe berbahan dasar kedelai dan bungkil kacang tanah. *Bioma : Jurnal Biologi Makasar*, 4(1), 58–67.
- Indriyanti, D. R., Anggraini, D. S., & Setiati, N. 2017. Kepadatan dan komposisi stadia *Oryctes rhinoceros* di Desa Jerukwangi Kecamatan Bangsri Kabupaten Jepara. *J. Life Science*, 6(2), 55–61.
- Indriyanti, D. R., Anggraeni, S. D., & Slamet, M. 2017. Density and composition of *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) stadia in field. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(22), 6364–6371.
- Indriyanti, D. R., Lutfiana, J. E., Widiyaningrum, P., Susilowati, E., & Slamet, M. 2018. Aggregation pheromones for monitoring the coconut rhinoceros beetle (*Oryctes rhinoceros*) in Jerukwangi Village, Jepara, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 983(1), 12–16. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/983/1/012177>
- 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). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/5/052001>
- Iriani, E. S., Sunarti, T. C., Richana, N., Mangunwidjaja, D., & Hadiyoso, A. 2012. Utilization of corn hominy as a new source material for thermoplastic starch production. 4, 245–253. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2012.06.034>.
- [ITIS] Integrated Taxonomic Information System. 2012. Taxonomic hierarchy: *Bacillus thuringiensis*, Database (Version 2012). <https://www.itis.gov> [25 Juli 2023].
- Khoiriyah, H., & Ardiningsih, P. 2014. Penentuan waktu inkubasi optimum terhadap aktivitas bakteriosin *Lactobacillus* sp. RED. *JKK*, 3(4), 52–56.
- Kurniawan, C. A., Afriani, M., & Maulana, A. 2021. Studi literatur: uji kemampuan konsorsium isolat bakteri selulolitik dalam mempercepat dekomposisi tanda kosong kelapa sawit. *Jurnal Tan. Lingk*, April, 28–32.
- Liang, Z., Ali, Q., Wang, Y., Mu, G., Kan, X., Ren, Y., Manghwar, H., Gu, Q., Wu, H., & Gao, X. 2022. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* strains derived from

- the novel crystal protein cry31aa with high nematocidal activity against rice parasitic nematode *aphelenchoides besseyi*. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/ijms23158189>
- 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. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v6i2.27447>
- Mawardani, s. 2019. Uji efektivitas beberapa metabolit sekunder jamur entomopatogen untuk mengendalikan hama *Oryctes rhinoceros* di laboratorium. *Skripsi Jurusan Agroteknologi UMSU*, 1–59.
- Molina-Peñate, E., Arends, N., Sánchez, A., & Artola, A. 2023. *Bacillus thuringiensis* Production through solid-state fermentation using organic fraction of municipal solid waste (OFMSW) enzymatic hydrolysate. *Waste and Biomass Valorization*, 14(5), 1433–1445. <https://doi.org/10.1007/s12649-022-01978-5>
- Muhazilin, N., Hidayati, L., & Soekopitojo, S. 2015. Evaluasi mutu dan kandungan serat nuggets berbahan dasar ampok jagung. *Teknologi dan Kejuruan*, 38(2), 157–166.
- Murdiani, M., Kalsum, N., & Saron, S. 2022. Formulation of onggok composite flour snack bar (*Manihot esculenta*) as emergency food source of protein. *Journal of The Community Development in Asia*, 5(2), 90–101. <https://doi.org/10.32535/jcda.v5i2.1499>
- Neoman, D., Santi, I. S., & Kristalisasi, E. N. 2018. Penggunaan kapur barus dan pestisida polydor untuk mengendalikan hama kumbang tanduk pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan. *Jurnal Agromast*, 3(1), 58–66. <http://www.tjyybjb.ac.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=9987>
- Nikhilani, A. 2022. Bungkil kelapa sawit sebagai bahan baku alternatif pakan buatan untuk pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 6(2). <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2022.006.02.4>
- Pasaribu, T. 2018. Efforts to improve the quality of palm kernel cake through fermentation technology and enzyme addition for poultry. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 28(3), 119. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v28i3.1820>
- Philippini, R. R., Martiniano, S. E., Ingle, A. P., Franco Marcelino, P. R., Silva, G. M., Barbosa, F. G., dos Santos, J. C., & da Silva, S. S. 2020. Agroindustrial byproducts for the generation of biobased products: alternatives for sustainable biorefineries. *Frontiers in Energy Research*, 8(July), 1–23. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2020.00152>
- Prawira, M. Y., Syach, A. M., Annisa, I. M., & Rifqialdi, G. 2020. Pemanfaatan ekstrak macam bawang sebagai bioinsektisida untuk pengendalian hama pada



- tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*). *Journal of Biological Science, Technology and Management*, May.
- Pujiastuti, Y., Arsi, A., & Sandi, S. 2020. Characteristics of *Bacillus thuringiensis* isolates indigenous soil of South Sumatra (Indonesia) and their pathogenicity against oil palm pests *Oryctes rhinoceros* (coleoptera: Scarabaeidae). *Biodiversitas*, 21(4), 1287–1294. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210403>
- 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>
- Pujiastuti, Y., Triyansyah, T., Hamidson, H., Effendy, & Suparman, S. 2017. Produksi spora *Bacillus Thuringiensis* ada media limbah dengan penambahan tepung cangkang keong mas dan toksisitasnya terhadap *Spodoptera litura* Fabr. (Lepidoptera : Noctuidae ). *Jurnal Lahan Suboptimal*, 6(2), 150–157.
- 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.
- Purwanti, P. P., Sasongko, H., Salamah, Z., & Utami, N. P. 2021. Peningkatan kesadaran lingkungan dan kesehatan masyarakat Desa Somongari melalui edukasi dampak pupuk dan pestisida anorganik. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 7(2), 131–137. <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.7.2.131-137>
- Puspita, F., Ali, M., & Pratama, R. 2017. Isolasi dan karakterisasi morfologi dan fisiologi bakteri *Bacillus* sp. endofitik dari tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrotek. Trop*, 6(2), 44–49.
- Putri, B., Hudaidah, S., & Kesum, W. I. 2018. Pemanfaatan bungkil inti sawit sebagai media pertumbuhan cacing sutra (*Tubifex* sp.). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, VI(2).
- Putriawati, I., N., & Agrijanti. 2018. Inventarisasi *Bacillus thuringiensis* dengan metode cawan sebar pada habitat hidup larva *Anopheles* sp. pada tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) di Kabupaten. *Jurnal Analis Medika Bio Sain*, 1–13.
- Ragil, L., Putri, K., Arbianti, R., Utami, T. S., & Hermansyah, H. 2016. TBP 06 Produksi PUFA dari *Aspergillus oryzae* berbasis onggok dan ampas tahu dengan variasi konsentrasi karbon dan rasio karbon-nitrogen. *Seminar Nasional Teknik Kimia*, 1–2.
- Rahayuwati, S., Kusumah, R. Y. M., Prawirosukanto, S., Dadang, & Santoso, T. 2020. The status of *Oryctes rhinoceros* nudivirus infection in *Oryctes rhinoceros* in Indonesia. *Journal of Oil Palm Research Vol.*, 32(4), 582–589.
- Rahmatunisa, R., Iriani, E. S., Suyatma, N. E., & Syarief, R. 2015. Pengaruh nanopartikel zinc oxide dan etilen glikol terhadap sifat fisik dan antimikroba

- biodegradable foam. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian* /, 12(12), 51–59.
- Rustam, R., & Sriwahyuni, N. 2018. Uji Efikasi Beberapa Insektisida Nabati Terhadap Ulat Penggerek Tongkol Jagung (*Helicoverpa armigera* Hubner) *Some*. 7(May 2016), 101–107.
- Sadewa, G. K., & Murtini, E. S. 2020. Studi pembuatan naget dari campuran nangka muda dan tempe bungkil kacang tanah dengan penambahan tapioka Making nugget from young jackfruit and peanut press cake tempeh with addition of tapioca. *Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol.8*, 8(4), 197–207.
- Santi, I. S., Kristalisasi, E. N., & Singh, K. R. 2021. Efektifitas oryнет trap terhadap hasil tangkapan kumbang tanduk pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan. *AGROISTA: Journal Agrotechnology*, 5(2), 9–18. <https://doi.org/10.55180/agi.v5i2.120>
- Saokani, A., Risfianty, D. K., Husain, P., Naili, B., Atika, D., & Ihwan, K. 2022. Daya toksisitas *Bacillus thuringiensis* serovar israelensis terhadap larva *Bactrocera papayae*. *Journal of Mathematics and Sciences*, 6(April), 6–9.
- Sasmitaloka, K. S. 2014. Produksi bionsektisida oleh *Bacillus thuringiensis* Menggunakan hasil samping agroindustri pada kultivasi media padat. *Tesis (Institut Pertanian Bogor)*, 171(6), 727–735. <https://ejournal.bioscientifica.com/view/journals/eje/171/6/727.xml>
- Seni, A. 2019. Arthropod pests of Coconut, *Cocos nucifera* L. and their management. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 4(4), 1018–1024. <https://doi.org/10.22161/ijeab.4419>
- Shelomi, M., Lin, S. S., & Liu, L. Y. 2019. Transcriptome and microbiome of coconut rhinoceros beetle (*Oryctes rhinoceros*) larvae. *BMC Genomics*, 20(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12864-019-6352-3>
- Sihombing, R., Oemry, S., & Lubis, L. 2014. Uji efektifitas beberapa entomopatogen pada larva *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera: Scarabaeidae) di laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(4), 100698.
- Siregar, R., & Dewi, A. 2019. Analysis the effect of fundamental financial ratio of return on assets, debt to equity ratio, current ratio, total assets turnover and price book to valued on stock return of plantation sub sector industry at IDX 2014 – 2017. *International Journal of Innovate Science and Research Technology*, 4(7), 405–414.
- Sitinjak, E. S. 2018. Uji efektifitas jamur entomopatogenik *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* terhadap mortalitas larva kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) pada chipping batang kelapa sawit. *Skripsi Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas medan Area, Medan*.
- Suharno, H. 2008. Studi patogenitas *Metarhizium anisopliae* (metch.) Sor hasil perbanyakakan medium cair alami terhadap larva *Oryctes rhinoceros*. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian. Volume*, 4, 47–54.

- Susanto, A., Sudharto, & Prasetyo, A. E. 2011. Organisme pengganggu tanaman kumbang tanduk *Oryctes rhinoceros* Linn. *Pusat Penelitian Kelapa Sawit, H-0003*, 1–3.
- Tetty, E., Billah, M. K., Fordjour, O., Steve, A., Fred, B. S. B., Ablormeti, K., Afram, Y., Dampare, F., Arhin, L., & Yankey, N. 2022. Morphometric characterization and comparison of the African rhinoceros beetle (AfRB) *Oryctes monoceros* Olivier (Coleoptera: Dynastidae) populations from different agro-ecological zones in Ghana. *International Journal of Tropical Insect Science*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s42690-022-00915-2>
- Valicente, F. H., Tuelher, E. D. S., Maria, Leite, I. S., Freire, F. L., & Macedo, C. 2009. Production of *Bacillus thuringiensis* biopesticide using commercial lab medium and agricultural by-products as nutrient sources. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 5(September), 1–12.
- Valtierra-De-luis, D., Villanueva, M., Berry, C., & Caballero, P. (2020). Potential for *Bacillus thuringiensis* and other bacterial toxins as biological control agents to combat dipteran pests of medical and agronomic importance. *Toxins*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/toxins12120773>
- Vidyana, I. N. A., Tantalo, S., & Liman. 2014. Survei Sifat fisik dan kandungan nutrisi onggok terhadap metode pengeringan yang berbeda di dua Kabupaten Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 2(2), 58–62.
- Wahyudi, P. 2008. Enkapsulasi propagul jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* menggunakan alginat dan pati jagung sebagai produk mikoinsektisida. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 6(2), 51–56.
- Wahyuni, S. F., & Rubiyah. 2021. Analisis financial distress menggunakan metode altman z-score, springate, zmijeski dan grover pada perusahaan sektor perkebunan yang terdaftar di bursa efek Indonesia. *MANIEGGIO: Jurnal Ilmiah Magister Manajemen*, 4(1), 62–72.
- Widodo, A., Saleh, A., Parinduri, S., Perkebunan, B., & Perkebunan, S.-A. 2018. Pengaruh ketinggian ferotrap terhadap jumlah kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* Linneus.) yang tertangkap di perkebunan kelapa sawit. *Hasil Penelitian Jurnal Agro Estate*, II(2), 0–4.
- Yuhanna, W. L., & Yulistiana, Y. G. 2017. Pemberdayaan masyarakat Desa Wakah, Kecamatan Ngrambe melalui Pembuatan pakan lele alternatif dari ampas tahu dan probiotik. *Agrokreatif Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(2), 108. <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.3.2.108-114>
- Yuningsih. 2016. Bio-insektisida sebagai upaya re-harmonism ekosistem. *Prosiding Symbion (Symposium on Biology Education)*, 521–532.
- Yusuf, M. 2018. Agro-industrial waste materials and their recycled value-added applications. *Handbook of Ecomaterials, August*. <https://doi.org/10.1007>