

SKRIPSI

**TINGKAT KEEFEKTIFAN FORMULASI LIMBAH PADAT
BIO-INSEKTISIDA *Bacillus thuringiensis* TERHADAP LARVA
Oryctes rhinoceros PADA SUHU 25-30 °C DI LABORATORIUM**

**EFFECTIVENESS OF BIO-INSECTICIDE SOLID WASTE
FORMULATION *Bacillus thuringiensis* AGAINST LARVAE OF
Oryctes rhinoceros AT A TEMPERATURE OF 25-30 °C IN THE
LABORATORY**



**NADIA
05081282025032**

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

SUMMARY

NADIA. Effectiveness of Bio-Insecticide Solid Waste Formulation *Bacillus thuringiensis* Against Larvae of *Oryctes rhinoceros* at a Temperature of 25-30 °C in The Laboratory (Supervised by **YULIA PUJIASTUTI**)

The horn beetle (*Oryctes rhinoceros*) is one of the important pests on oil palm plantations, *O. rhinoceros* attacks on oil palm plantations can cause significant economic losses to oil palm plantations. *O. rhinoceros* can attack the growing point of oil palm plants causing death in oil palm plants. Losses due to *O. rhinoceros* attacks result in several problems such as decreased yields, damage to oil palm plants that have not yet produced and crops that have produced. This study aimed to determine effectiveness of bioinsecticides from solid waste on mortality of *O. rhinoceros* larvae at temperatures of 25-30 °C in laboratory. This study was carried out using an incubator with temperature has been set to 25-30 °C. This study was prepared using a complete randomized design (CRD) with six treatments and four replications as a comparison given water treatment and commercial *B.thuringiensis*. The media used were tofu dregs, corn pulp, oil palm meal and peanut meal as a source of nitrogen and onggok media as a source of carbon. Colony density in growth media as propagation media showed a different number of colony densities. The highest colony density was found in the treatment of tofu dregs + onggok with the number of colonies 3.07×10^{10} cfu / g. The mortality of *O. rhinoceros* larvae showed significantly different results after each waste bioinsecticide was applied at a temperature of 25-30 °C. The highest mortality was found in the treatment of onggok + tofu pulp with a mortality rate of 100% during 32 days of study. *O. rhinoceros* larvae infected with *Bacillus thuringiensis* showed early symptoms, in which larvae will go to the soil surface, lazy to move and have no appetite. Physically infected larvae showed changes in body color to black, brownish and swelling of the larval body and secrete foul-smelling fluid.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, bioinsecticide, solid waste, *Oryctes rhinoceros*, temperature

RINGKASAN

NADIA. Tingkat Keefektifan Formulasi Limbah Padat Bio-insektisida *Bacillus thuringiensis* Terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* pada Suhu 25-30 °C di Laboratorium (Dibimbing oleh YULIA PUJIASTUTI)

Kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) adalah salah satu hama penting pada pertanaman kelapa sawit, serangan *O. rhinoceros* pada perkebunan kelapa sawit dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan pada perkebunan kelapa sawit. *O. rhinoceros* dapat menyerang titik tumbuh dari tanaman kelapa sawit yang menyebabkan kematian pada tanaman kelapa sawit. Kerugian akibat serangan *O. rhinoceros* mengakibatkan beberapa masalah seperti penurunan hasil panen, kerusakan pada tanaman kelapa sawit yang belum menghasilkan (TBM) maupun tanaman yang sudah menghasilkan (TM). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan bio-insektisida dari limbah padat terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros* pada suhu 25-30 °C di Laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium dengan menggunakan inkubator yang suhunya telah diatur 25-30 °C. penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan empat ulangan sebagai pembanding diberi perlakuan air dan Bt komersil. Media yang digunakan ialah ampas tahu, ampok jagung, bungkil kelapa sawit dan bungkil kacang tanah sebagai sumber nitrogen dan media onggok sebagai sumber karbon. Kerapatan koloni pada media pertumbuhan sebagai media perbanyakan menunjukkan jumlah kerapatan koloni yang berbeda-beda, kerapatan koloni tertinggi terdapat pada perlakuan onggok+ampas tahu dengan jumlah koloni $3,07 \times 10^{10}$ cfu/g. Mortalitas larva *O. rhinoceros* menunjukkan hasil berbeda nyata setelah masing-masing bio-insektisida limbah pada diterapkan pada suhu 25-30 °C, mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan onggok + ampas tahu dengan tingkat kematian mencapai 100% selama 32 hari penelitian. Larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi *Bacillus thuringiensis* akan menunjukkan gejala awal larva akan menuju ke permukaan tanah, malas bergerak dan tidak nafsu makan, secara fisik larva yang terinfeksi akan menunjukkan perubahan warna tubuh menjadi hitam dan kecoklatan serta pembengkakan pada tubuh larva dan mengeluarkan cairan yang berbau busuk.

Kata kunci: *Bacillus thuringiensis*, bio-insektisida, limbah padat, *Oryctes rhinoceros*, suhu

SKRIPSI

TINGKAT KEEFEKTIFAN FORMULASI LIMBAH PADAT BIO-INSEKTISIDA *Bacillus thuringiensis* TERHADAP LARVA *Oryctes rhinoceros* PADA SUHU 25-30 °C DI LABORATORIUM

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



NADIA
05081282025032

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

LEMBAR PENGESAHAN

TINGKAT KEEFEKTIFAN FORMULASI LIMBAH PADAT BIO-INSEKTISIDA *Bacillus thuringiensis* TERHADAP LARVA *Oryctes rhinoceros* PADA SUHU 25-30 °C DI LABORATORIUM

SKRIPSI

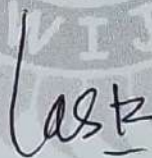
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

NADIA

05081282025032

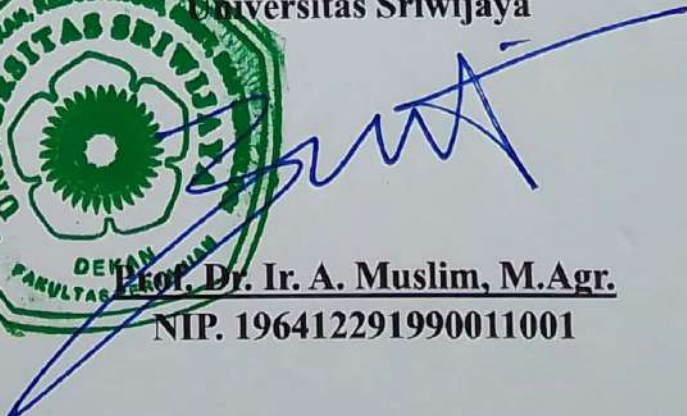
Indralaya, November 2023
Pembimbing



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 “Tingkat Keefektifan Formulasi Limbah Padat Bio-insektisida *Bacillus thuringiensis* Terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* pada Suhu 25-30 °C di Laboratorium” oleh Nadia, telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 8 November 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S. Ketua (.....) 
NIP. 196205181987032002
2. Arsi, S.P, M.Si. Sekretaris (.....) 
NIP. 198510172015105101
3. Prof. Dr. Ir. Nurhayati, M.Si. Ketua Penguji (.....) 
NIP. 1962020219991032001

Indralaya, 8 November 2023

Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan




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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nadia

NIM : 05081282025032

Judul : Tingkat Keefektifan Formulasi Limbah Padat Bio-insektisida *Bacillus thuringiensis* Terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* pada Suhu 25-30 °C di Laboratorium

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam laporan skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervise pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan 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, November 2023



Nadia

05081282025032

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Nadia dilahirkan pada tanggal 1 Mei 1999 di Desa Lingkis, Kecamatan Jejawi, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. Penulis adalah anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Mulyadi dan Ibu Surya. Penulis memiliki dua saudara perempuan dan satu saudara laki-laki. Orang tua dan saudara penulis tinggal di Desa Lingkis, Kecamatan Jejawi, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan.

Penulis memulai jenjang Pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 1 Lingkis pada tahun 2006 dan lulus pada tahun 2012. Kemudian penulis melanjutkan ke jenjang Pendidikan Madrasah Tsanawiyah Yapim Desa Lingkis pada tahun 2012 dan lulus pada tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan jenjang pendidikannya ke Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Jejawi pada tahun 2015 dan lulus pada tahun 2018. Setelah lulus SMA penulis sempat rehat dua tahun dan mendaftar SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri) pada tahun 2020 dan diterima sebagai mahasiswa di Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian, Program Studi Proteksi Tanaman.

Selama menjadi mahasiswi di Universitas Sriwijaya penulis bergabung di Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) sebagai anggota Departemen Akademik tahun 2020.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan serta melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “Tingkat Keefektifan Formulasi limbah Padat Bio-insektisida *Bacillus thuringiensis* Terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* pada Suhu 25-30 °C di Laboratorium” yang telah dilaksanakan dengan baik dan tepat waktu.

Ucapan terimakasih banyak penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S. selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan dan bimbingan sejak awal rencana skripsi hingga akhir penyusunan dan penulisan skripsi ini.
2. Ayahanda Mulyadi sebagai cinta pertama dan panutanku dan Ibunda Surya sebagai pintu surgaku, beliau memang tidak sempat merasakan Pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi, mendukung dan memberikan doa kepada penulis hingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
3. Seluruh bapak/i dosen tenaga pendidik di lingkungan program studi Proteksi Tanaman Universitas Sriwijaya atas segala ilmu yang telah diberikan.
4. Rekan-rekan sepembimbing yang telah membantu selama penelitian berlangsung dan teman-teman angkatan 2020 HPT terkhusus anggota cerybell (Pari, Melia, Fauziah, Mitak, Uus, J, Mega) dan the dugong (Yuana, Yanse, Desriza, Yunita) serta ketiga adikku Andini, Faiz Faadihilah, Nadhira Azzahra yang telah menjadi *mood booster* penulis.
5. Dan yang terakhir, kepada perempuan yang sederhana namun terkadang sangat sulit dimengerti isi kepalanya, sang penulis karya tulis ini, diri saya sendiri Nadia. Terimakasih telah bertahan sampai ke titik ini walau sering kali merasa putus asa atas apa yang telah diusahakan.

Indralaya. November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. 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. TINJUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kumbang Badak (<i>Oryctes rhinoceros</i> L.).....	5
2.1.1 Klasifikasi Kumbang Badak (<i>Oryctes rhinoceros</i> L.).....	5
2.1.2 Bioekologi dan Morfologi Kumbang Badak.....	6
2.1.3 Gejala Serangan Kumbang Badak (<i>Oryctes rhinoceros</i> L.).....	9
2.1.4 Faktor Suhu yang Mempengaruhi <i>Oryctes rhinoceros</i>	10
2.2 <i>Bacillus thuringiensis</i>	11
2.2.1 Klasifikasi <i>Bacillus thuringiensis</i>	11
2.2.2 Bioekologi dan Morfologi <i>Bacillus thuringiensis</i>	11
2.2.3 Mekanisme Infeksi <i>Bacillus thuringiensis</i>	12
2.2.4 Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan <i>Bacillus thuringiensis</i>	13
2.3 Bio-insektisida	14
2.4 Formulasi Limbah Padat	14
2.4.1 Limbah Padat Ampas Tahu	14
2.4.2 Limbah Ampok Jagung	15
2.4.3 Limbah Bungkil Kelapa Sawit.....	15
2.4.4 Limbah Bungkil Kacang Tanah	15
2.4.5 Limbah Onggok Tapioka	16

BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat.....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Cara Kerja	18
3.4.1 Persiapan Serangga Uji.....	18
3.4.2 Persiapan Isolat <i>Bacillus thuringiensis</i>	18
3.4.3 Persiapan Limbah Organik Padat.....	19
3.4.4 Pembuatan <i>Seed Culture</i>	20
3.4.5 Pembuatan Bio-insektisida Media Limbah Padat	20
3.4.5.1 Karakterisasi Bahan Baku.....	20
3.4.5.2 Kultivasi Media Padat.....	20
3.4.6 Perhitungan Jumlah Koloni.....	21
3.4.7 Aplikasi <i>Biossay</i>	22
3.4.8 Pengamatan Serangga Uji.....	22
3.5 Parameter yang Diamati.....	23
3.5.1 Mortalitas Serangga Uji	23
3.5.2 <i>Lethal Time</i> Larva	23
3.5.3 Gejala Infeksi pada Larva <i>Oryctes rhinoceros</i>	23
3.5.4 Panjang Tubuh Larva <i>Oryctes rhinoceros</i>	23
3.5.5 Berat Tubuh Larva <i>Oryctes rhinoceros</i>	24
3.5.6 Perhitungan Suhu dan Kelembaban Ruang.....	24
3.6 Analisa Data (ANOVA).....	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil	25
4.1.1 Perhitungan Kerapatan Koloni <i>Bacillus thuringiensis</i>	25
4.1.2 Morfologi Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> Sehat	25
4.1.3 Gejala Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> Terinfeksi <i>Bacillus thuringiensis</i> ..	26
4.1.4 Mortalitas Larva <i>Oryctes rhinoceros</i>	26
4.1.5 <i>Lethal Time</i> Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (LT ₅₀ dan LT ₉₅).....	28
4.1.6 Panjang Larva <i>Oryctes rhinoceros</i>	28
4.1.7 Berat Larva <i>Oryctes rhinoceros</i>	29

4.2	Pembahasan	30
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran	33
DAFTAR PUSTAKA		34
LAMPIRAN.....		42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Oryctes rhinoceros</i>	5
2.2 Siklus Hidup <i>Oryctes rhinoceros</i>	6
2.3 Telur <i>Oryctes rhinoceros</i>	7
2.4 Larva dan Pupa <i>Oryctes rhinoceros</i>	8
2.5 Imago <i>Oryctes rhinoceros</i>	8
2.6 Tanduk dan Bulu pada ujung abdomen imago <i>Oryctes rhinoceros</i> jantan dan betina	9
2.7 Tanda serangan <i>Oryctes rhinoceros</i>	10
2.8 Morfologi <i>Bacillus thuringiensis</i>	12
2.9 Mekanisme infeksi <i>Bacillus thuringiensis</i>	13
3.1 Denah penelitian	18
3.2 Persiapan serangga uji.....	18
3.3 Isolat <i>Bacillus thuringiensis</i>	19
3.4 Limbah agroindustry	19
3.5 Proses shaker <i>seed culture</i>	20
3.6 Media kultivasi limbah organik padat.....	21
3.7 Tahapan aplikasi bioassay	22
4.1 Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> sehat.....	25
4.2 Gejala infeksi <i>Bacillus thuringiensis</i> pada larva <i>Oryctes rhinoceros</i>	26

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Perhitungan koloni <i>Bacillus thuringiensis</i>	25
4.2 Mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> dengan berbagai perlakuan bio-insektisida pada suhu 25-30 °C	27
4.3 <i>Lethal time</i> (LT ₅₀ dan LT ₉₅) larva <i>Oryctes rhinoceros</i>	28
4.4 Panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> dengan berbagai perlakuan bio-insektisida	29
4.5 Berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> terhadap bio-insektisida limbah padat.....	29
4.6 Rata-rata suhu dan kelembaban ruangan	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (ekor) pada hari ke-4.....	42
1b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-4	42
1c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-4 yang dianalisis sidik ragam	42
2a. Data Mortalitas Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (ekor) pada hari ke-8.....	42
2b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-8	43
2c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-8 yang dianalisis sidik ragam	43
3a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (ekor) pada hari ke-12.....	43
3b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-12	43
3c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-12 yang dianalisis sidik ragam	44
4a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (ekor) pada hari ke-16.....	44
4b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-16	44
4c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-16 yang dianalisis sidik ragam	44
5a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (ekor) pada hari ke-20.....	45
5b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-20	45
5c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-20 yang dianalisis sidik ragam	45
6a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (ekor) pada hari ke-24.....	45
6b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-24	46
6c. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-24 yang dianalisis sidik ragam	46
7a. Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (ekor) pada hari ke-28.....	46
7b. Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-28	46

7c.	Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-28 yang dianalisis sidik ragam	47
8a.	Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (ekor) pada hari ke-32.....	47
8b.	Data transformasi arcsin mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-32	47
8c.	Data mortalitas larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pada hari ke-16 yang dianalisis sidik ragam	47
9a.	Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-0 (sebelum aplikasi).....	48
9b.	Data transformasi arcsin panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> minggu ke-0	48
10a.	Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-1	48
10b.	Data transformasi arcsin panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pengamatan minggu ke-1.....	48
11a.	Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-2	49
11b.	Data transformasi arcsin panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pengamatan minggu ke-2.....	49
12a.	Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-3	49
12b.	Data transformasi arcsin panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pengamatan minggu ke-3.....	49
13a.	Rerata data panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (cm) pengamatan minggu ke-4.....	50
13b.	Data transformasi arcsin panjang larva <i>Oryctes rhinoceros</i> pengamatan minggu ke-4.....	50
14a.	Data rerata berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-0 (sebelum aplikasi).....	50
14b.	Data transformasi arcsin data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> minggu ke-0 (sebelum aplikasi).....	50
15a.	Data rerata berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-1	51
15b.	Data transformasi arcsin data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> minggu ke-1	51
16a.	Data rerata berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-2	51

16b. Data transformasi archsin data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> minggu ke-2	51
17a. Data rerata berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-3	52
17b. Data transformasi archsin data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> minggu ke-3	52
18a. Data rerata berat tubuh larva <i>Oryctes rhinoceros</i> (g) pengamatan minggu ke-4.....	52
18b. Data transformasi archsin data berat larva <i>Oryctes rhinoceros</i> minggu ke-4	52
19. Rerata suhu dan kelembaban ruangan	53
20. Koloni <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media <i>nutrient agar</i> onggok + ampas tahu 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam	53
21. Koloni <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media <i>nutrient agar</i> onggok + ampok jagung 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam.....	53
22. Koloni <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media <i>nutrient agar</i> onggok + bungkil kelapa sawit 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam	53
23. Koloni <i>Bacillus thuringiensis</i> pada media <i>nutrient agar</i> onggok + bungkil kacang tanah 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam	54
24. Inkubator STC 1000 yang telah diatur suhu 25-30 °C di laboratorium.....	54

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan tanaman palma yang berasal dari daerah tropis dan awalnya tumbuh sebagai semak belukar. Kelapa sawit telah menjadi salah satu komoditas utama Indonesia karena menawarkan prospek pengembangan yang sangat menjanjikan (Nanda *et al.*, 2022). Kelapa sawit termasuk ke dalam komoditas pertanian yang mendapat peringkat nomor dua di dunia sebagai komoditas pertanian yang menepati pasar internasional cukup tinggi (Kusumaningrum, 2019). Produk olahan dari kelapa sawit adalah minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO), minyak kelapa sawit ini memiliki banyak manfaat sebagai bahan dasar minyak goreng dan bahan utama dalam industri makanan dan non-makanan. Produksi minyak kelapa sawit terus meningkat setiap tahunnya, ini terjadi ditengah penipisan pasokan minyak mentah dunia dan lonjakan harga minyak mentah yang semakin marak (Nurmalita & Wibowo, 2019).

Di dalam budidaya kelapa sawit, terdapat beberapa faktor penghambat yang dapat mempengaruhi produksinya, salah satunya adalah gangguan dari organisme pengganggu tanaman (OPT). OPT ini dapat berupa hama atau penyakit tanaman yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan dalam produksi kelapa sawit. *O. rhinoceros* atau yang biasa dikenal sebagai kumbang badak atau kumbang tanduk merupakan salah satu hama penting pada tanaman kelapa sawit. Hama ini dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan pada kelapa sawit, terutama pada tahap larva dan imago baik betina maupun jantan. Serangan kumbang badak pada kelapa sawit dapat mengakibatkan sejumlah masalah termasuk, penurunan hasil panen, kerusakan pada bibit muda maupun tanaman yang sudah tua (Bintang *et al.*, 2015).

Gejala khas serangan dari *O. rhinoceros* adalah adanya guntingan berbentuk segitiga pada daun yang baru terbuka. Sedangkan pada tandan kelapa sawit yang belum menghasilkan serangan *O. rhinoceros* dapat mengakibatkan kematian pada

tanaman jika menyerang titik tumbuh dari tanaman kelapa sawit (Prok *et al.*, 2020). Serangan *O. rhinoceros* pada areal *replanting* kelapa sawit di Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan, dengan luas lahan sekitar 522 hektar dapat menyebabkan kematian sebanyak 25% dan mengakibatkan penundaan dalam masa produksi kelapa sawit (Direktorat Jendral Perkebunan, 2020). Kerusakan parah akibat serangan *O. rhinoceros* dapat menyebabkan kematian pohon kelapa sawit mencapai 50-100% (Paudel *et al.*, 2021). Untuk menekan serangan hama ini petani biasanya menggunakan pestisida sintetis sebagai pengendaliannya (Susanti *et al.*, 2020).

Pestisida yang sering digunakan petani untuk mengendalikan *O. rhinoceros* salah satunya adalah pestisida dengan bahan aktif karbaril (Mustamu *et al.*, 2020). Namun, kelemahan dari pestisida sintetis yakni adanya residu pestisida yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan manusia (Flora *et al.*, 2019). Salah satu metode yang aman dan dapat dilakukan untuk mengurangi populasi *O. rhinoceros* adalah melalui penerapan pengendalian hama terpadu (PHT). Salah satunya mencakup penggunaan entomopatogen (Hendarjanti, 2021). Entomopatogen yang sering digunakan untuk mengurangi populasi hama ini adalah *B. thuringiensis* pengendalian hama dengan *B. thuringiensis* dianggap aman dan lebih spesifik dibandingkan dengan penggunaan pestisida. Bakteri ini merupakan mikroorganisme entomopatogen yang tersebar luas, *B. thuringiensis* menghasilkan kristal parasporal yang mengandung protein (Cry dan Cyt) yang bersifat toksik terhadap beberapa spesies serangga diantaranya ordo Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Hymenoptera dan Hemiptera (Dom *et al.*, 2020).

B. thuringiensis telah banyak digunakan sebagai bio-insektisida dan telah mendominasi pasar bio-insektisida mikroba sebanyak 75-95%. Banyak produk bio-insektisida yang berbahan aktif *B. thuringiensis* yang terdapat pada toko-toko pertanian (Jurat-fuentes *et al.*, 2021). Penggunaan agen biokontrol ini jarang digunakan oleh petani lokal karena harganya yang lebih mahal dibandingkan dengan pestisida sintetis. Oleh karenanya, banyak peneliti yang menggunakan limbah sebagai media perbanyakan *B. thuringiensis*. Pemanfaatan limbah industri sebagai kultur *B. thuringiensis* telah mengalami perkembangan yang signifikan di Indonesia. Hal ini, didukung oleh penggunaan galur lokal dan bahan media pertumbuhan dari agroindustri yang ekonomis (Purnawati *et al.*, 2015). Serta

terdapat beberapa hasil samping dari limbah industri mengandung unsur karbon dan mineral (Ca, K, Mg, Fe, Na, Cu, Mn, Zn) yang cocok sebagai tempat pertumbuhan dan sporulasi dari *B. thuringiensis* (Alain *et al.*, 2020) Tak hanya itu media limbah industri juga dapat mempertahankan toksinitas larvasida (Baharudin *et al.*, 2016).

Perkembangan dan pertumbuhan serangga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu suhu (Fauzana *et al.*, 2019). Menurut penelitian (Aidoo *et al.*, 2022) suhu sangat berkontribusi dalam menentukan distribusi *O. rhinoceros*. Suhu yang efektif untuk perkembangan dan kelangsungan hidup *O. rhinoceros* berkisar antara 27-29 °C dengan tingkat kelembaban berkisar antara 85-95%. Sedangkan, *B. thuringiensis* termasuk dalam kategori bakteri termofilik yang artinya bakteri ini mampu bertahan pada suhu yang tinggi. Secara umum, *B. thuringiensis* memiliki suhu pertumbuhan minimum 10-15°C, suhu maksimum 40-45°C dan suhu optimum 25-37°C (Manyu *et al.*, 2018). Oleh karenanya, suhu sangat mempengaruhi keberhasilan pengaplikasian bio-insektisida limbah pada *B. thuringiensis* dalam menekan populasi larva *O. rhinoceros*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan latar belakang di atas sebagai berikut:

1. Bagaimana keefektifan media limbah padat sebagai media perbanyak bio-insektisida *B. thuringiensis*?
2. Bagaimana tingkat mortalitas serangga uji *O. rhinoceros* setelah diaplikasikan berbagai macam perlakuan media padat pada suhu 25-30 °C?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian berdasarkan rumusan masalah diatas sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui keefektifan pemberian media padat sebagai media perbanyak *B. thuringiensis*.
2. Untuk mengetahui tingkat mortalitas serangga uji *O. rhinoceros* setelah diaplikasikan berbagai macam perlakuan media padat pada suhu rendah.

1.4 Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Di duga penggunaan limbah organik onggok dan ampas tahu memiliki tingkat mortalitas tertinggi diantara perlakuan lainnya
2. Di duga pada suhu 25-30°C dapat mempengaruhi pertumbuhan *B. thuringiensis* terhadap toksisitasnya dalam membunuh larva *O. rhinoceros*

1.5 Manfaat Penelitian

Keuntungan dalam menggunakan limbah samping agroindustri sebagai media perbanyakan *B. thuringiensis* yang digunakan sebagai bio-insektisida dalam mengendalikan hama ialah bahan yang mudah didapatkan dan harga yang terjangkau. Dalam penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan berupa informasi tentang pemanfaatan berbagai macam limbah samping industri padat yang dapat digunakan sebagai media perbanyakan *B. thuringiensis* dalam pengendalian *O. rhinoceros* pada suhu 25-30°C di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, K. R., & Supriyono. 2022. Pengaruh Tanaman Refugia dan Macam Varietas Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Serangga Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 7(2), 96–104.
- 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.
- Alain, Y. A., Akpo, A. S. M., Théodore, D. N., Gabaze, G. A. A., Julien, C. K., Bernard, Y. O., & Raheshwar, T. D. 2020. Use of Sugar Cane Molasses Enriched with Yeast Extract for the Production of Biopesticide from *Bacillus thuringiensis* var . kurstaki HD-1. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 9(11), 3590–3599.
- Alexandri, M., Schneider, R., Mehlmann, K., & Venus, J. 2019. Recent Advances in d -Lactic Acid Production from Renewable Resources : Case Studies on Agro-Industrial Waste Streams. *Food Technology & Biotechnology*, 57(3), 293–304.
- Aprilia, D. 2022. Aplikasi Bio-insektisida *Bacillus thuringiensis* pada Media Limbah Organik Padat Terhadap Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* di Laboratorium. *Skripsi : Universitas Sriwijaya*.
- Athifa, S., Anwar, S., & Kristanto, B. A. 2018. Pengaruh Keragaman Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas Larva Hama *Oryctes rhinoceros* dan *Lepidiota stigma*. *Jurnal Agro Kompleks*, 2(2), 120–127.
- Bahagawati, Rizjaani, H., & Sibuea, A. K. 2013. Toksisitas Isolat *Bacillus thuringiensis* yang Mengandung Gen Cry 1A Terhadap Hama Penggerek Batang Jagung, *Ostrinia furnacalis* Guenee. *Jurnal Biologi Indonesia*, 6(1), 97–105.
- Baharudin, M. R., Mustafa, A. R., Han, E. H., & Yuan, B. W. 2016. Production of *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* Toxin Using Agro-Industrial Waste-Based Media for Mosquito Larvicide. *Research Gate*, 1–5.
- Bahri, S., Zulkifli, L., Citra Rasmi, D. A., & Sedijani, P. 2022. Isolation, Purification, and Toxicity Test of *Bacillus thuringiensis* from Cows Cage Soil Against *Drosophila melanogaster*. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3), 1106–1114.
- Bakhtiar, A. Y., Sutrisno, & Sunarso. 2013. Pengaruh Proteksi Protein Bungkil Kelapa Sawit dengan Tanin Terhadap Fermentabilitasnya Secara In Vitro.

Animal Agriculture Journal, 2(1), 232–239.

- Bandu, M. L., Tarore, D., & Tairas, R. W. 2018. Serangan Hama Kumbang (*Oryctes rhinoceros* L.) pada Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera* L.) di Desa Mapanget Kecamatan Talawaan Kabupaten Minahasa Utara. *Cocos*, 1(2), 41–49.
- Bintang, A. S., Wibowo, A., & Harjaka, T. 2015. Keragaman Genetik *Metarhizium anisopliae* dan Virulensinya pada Larva Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros*). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 19(1), 12–18.
- Cassim, M., Zakeel, M., Scientific, T. C., & Weerasinghe, P. A. 2018. Molecular Characterization of *Bacillus thuringiensis* Strains Iso-Lated From A Selected Site In Nochchiyagama , Anuradhapura In Sri Lanka. *Research Gate*, 7, 32–36.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2020. Pengendalian Hama *Oryctes rhinoceros* pada Kegiatan Peremajaan Kelapa Sawit Rakyat di Kabupaten Ogan Komering Ilir.. <https://ditjenbun.pertanian.go.id> [27 Juli 2023].
- Dom, M., Villanueva, M., Escriche, B., Anc, C., & Caballero, P. 2020. Insecticidal Activity of *Bacillus thuringiensis* Proteins against Coleopteran Pests. *Toxins*, 12, 1–29.
- Erawati, D. N., Taufika, R., Fisdiana, U., Humaida, S., & Sasmito, T. H. 2022. Edukasi Monitoring Serangan Hama Kumbang Kwangwung pada Tanaman Kelapa di Kecamatan Gumukmas Kabupaten Jember. *Agrimas*, 1(2), 69–74.
- Fajri, W. N., Suminto, & Hutabarat, J. 2014. Pengaruh Penambahan Kotoran Ayam, Ampas Tahu dan Tepung Tapioka dalam Media Kultur Terhadap Biomassa, Populasi dan Kandungan Nutrisi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 101–108.
- Farda, F. T., Syahniar, T. M., Wijaya, A. K., & Ermawati, R. 2020. Phisycal Characteristic of Sifted Palm Kernel Meal. *Jurnal Pertenakan Sriwijaya*, 9(2), 21–26.
- 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.
- Fauzana, H., & Ustadi. 2020. Pertumbuhan Larva Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) pada Berbagai Media Tumbuh Tanaman Famili Arecaceae. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 17(2), 89–96.
- Fernandez, H., & López-Pazos, S. 2011. *Bacillus thuringiensis*: Soil Microbial Insecticide, Diversity and Their Relationship with the Entomopathogenic Activity. *Research Gate*, 1–22.

- Flora, M., Singkoh, O., & Katili, D. Y. 2019. Bahaya Pestisida Sintetik (Sosialisasi dan Pelatihan Bagi Wanita Kaum Ibu Desa Koka Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa). *Jurnal Perempuan Dan Anak Indonesia*, 1(1), 5–12.
- García-Suárez, R., Verduzco-Rosas, L. A., & Ibarra, J. E. 2021. Isolation and Characterization of Two Highly Insecticidal, Endophytic Strains of *Bacillus thuringiensis*. *FEMS Microbiology Ecology*, 97(7), 1–7.
- Gazali, A., Ilhamiyah, & Jaelani, A. 2017. *Bacillus thuringiensis Biologi, Isolasi, Perbanyakan dan Cara Aplikasinya*. 1–77.
- Hadijah, S., Jayadi, Harlina, & Nurkhaliza, I. 2019. Efektifitas Pakan dari Bungkil Kelapa Sawit Terhadap Sintasan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Indonesian Tropical Fisheries*, 2(1), 32–42.
- Hall, D. R., Harte, S. J., Farman, D. I., Ero, M., & Pokana, A. 2022. Identification of Components of the Aggregation Pheromone of the Guam Strain of Coconut Rhinoceros Beetle , *Oryctes rhinoceros* and Determination of Stereochemistry. *Journal of Chemical Ecology*, 48, 289–301.
- 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*, 5(10), 1–5.
- Heckel, D. G. 2020. How Do Toxins from *Bacillus thuringiensis* Kill Insects? An Evolutionary Perspective. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 104(2), 1–12.
- Hendarjanti, H. 2021. Potensi dan Upaya Mempertahankan Kefektifan Beberapa Entomopatogen dalam Mengendalikan Larva *Oryctes rhinoceros* Linn . di Perkebunan Kelapa Sawit. *Prossiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 411–425.
- Hitipeuw, D., Martini, M., Hestningsih, R., Udijono, A., & Yuliawati, S. 2020. Efikasi Larvasida *Bacillus thuringiensis* var. israelensis terhadap Larva *Aedes*, *Anopheles*, dan *Culex*. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*, 4(4), 610–620.
- Hosang, M. L. A., & Warokka, J. S. 2018. Survey of Pests and Diseases on Coconut in Berau District, East Kalimantan. *Buletin Palma*, 1(31), 54–70.
- Indriyanti, D. R., Anggraini, S. D., & Setiati, N. 2017. Kepadatan dan Komposisi Stadia *Oryctes rhinoceros* di Desa Jerukwangi Kecamatan Jepara. *Life Science*, 6(2), 55–61.
- Irviani, L. I., & Nisa, F. C. 2015. Pengaruh Penambahan Pektin dan Tepung Bungkil Kacang Tanah Terhadap Kualitas Fisik , Kimia Dan Organoleptik Mie Kering Tersubstitusi Mocaf. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), 215–225.

- Jani, R., Samharinto, & Liestiany, E. 2023. Kemampuan *Bacillus thuringiensis* untuk Mengendalikan *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith. *Proteksi Tanaman Tropika*, 6(02), 630–637.
- John, D. V, & Kenneth, A. 2020. A Report on The Coconut Rhinoceros Beetle and Its Menacing Life. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 41(17), 13–21.
- Junaedi, D., Bakti, D., & Zahara, F. 2015. Daya Predasi *Myopopone castaneae* (Hymenoptera :Formicidae) Terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera : Scarabidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(1), 112–117.
- Jurat-fuentes, J. L., Heckel, D. G., & Ferré, J. 2021. Mechanisms of Resistance to Insecticidal Proteins from *Bacillus thuringiensis*. *Annual Reviews*, 66, 121–140.
- Karunia, E., Kurniatuhadi, R., & Yanti, A. H. 2021. Karakterisasi Bakteri *Bacillus* sp. (Kode Nrltf 5) yang Diisolasi dari Usus Cacing Nipah (*Namalycastis rhodochorde*). *Jurnal Protobiont*, 10 (3), 69–73.
- Kojong, E. N., Montong, V. B., Kaligis, J. B., & Pioh, D. D. 2020. Persentase Serangan Hama Kumbang (*Oryctes rhinoceros* L .) pada Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera* L .) di Kecamatan. *Cocos*, 3(3), 1–10.
- Kusumaningrum, S. I. 2019. Pemanfaatan Sektor Pertanian sebagai Penunjang Pertumbuhan Perekonomian Indonesia. *Jurnal Transaksi*, 11(1), 80–89.
- Luhukay, R., Sahetapy, B., & Umasangadji, A. 2017. Uji Efektivitas Beberapa Jenis Perangkap Terhadap Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) (Coleoptera; Scarabaeidae). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 13(1), 30.
- Lukmana, M., & Alamudin, F. 2017. Monitoring Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) pada Tanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan di PT Barito Putera Plantation. *Agrisains*, 3(2), 59–63.
- Mafazah, A., & Zulaika, E. 2017. Potensi *Bacillus thuringiensis* dari Tanah Perkebunan Batu Malang sebagai Bio-insektisida terhadap Larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 6(2), 4–8.
- Manjeri, G., Muhamad, R., & Tan, S. G. 2014. *Oryctes rhinoceros* Beetles , an Oil Palm Pest in Malaysia. *Annual Research & Review in Biology*, 4(22), 3429–3439.
- Manyu, H., Gazali, A., & Jumar. 2018. Pengaruh Aplikasi *Bacillus thuringiensis* terhadap Populasi Predator dan Parasitoid pada Sawi. *Agroekotek View*, 1(1), 6–12.
- Muhazalin, N., Hidayati, L., & Soekopitojo, S. 2020. Evaluasi Mutu dan Kandungan Serat Nuggets Berbahan Dasar Ampok Jagung. *Jurnal Teknologi Dan Kejuruan*, 38(2), 157–166.

- Musita, N. 2018. Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Onggok Industri Besar dan Industri Kecil. *Majalah Teknologi Agro Industri (Tegi)*, 10(1), 19–24.
- Mustamu, N. E., Hartati, S., & Saragih, Y. 2020. Efek Pestisida Sevin 85 SP Terhadap Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) di Pembibitan Main Nursery Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Mahasiswa Agroteknologi*, 1(2), 61–65.
- Nanda, B. T., Lestari, W., & Sitanggang, K. D. 2022. Pengendalian Hama Ulat Api pada Tanaman Kelapa Sawit dengan Bahan Aktif Matador Dan Deterjen. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2), 559–566.
- Nuriyanti, D. D., Widhiona, I., & Suyanto, A. 2016. Faktor-Faktor Ekologis yang Berpengaruh terhadap Struktur Populasi Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros* L.). *Biosfera*, 33(1), 13–21.
- Nurmalita, V., & Wibowo, A. P. 2019. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekspor Minyak Kelapa Sawit Indonesia ke India. *Economic Education Analysis Journal.*, 8(2), 605–618.
- Pamungkas, M. R., & Ziqri, I. M. 2020. Faktor-Faktor Lingkungan yang Berpengaruh Terhadap Struktur Populasi Kumbang Badak untuk Meningkatkan Produksi Gula Merah di Kabupaten Cilacap. *MEKANIKA*, 2(1), 1–9.
- Pamungkas, S. A., Puspita, I. D., & UStadi. 2023. Pengaruh pH , Suhu dan Jenis Substrat Terhadap Aktivitas Kitinase *Bacillus* sp . RNT9. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 19(1), 29–39.
- Paudel, S., Mansfield, S., Villamizar, L. F., Jackson, T. A., & Marshall, S. D. G. 2021. Can Biological Control Overcome the Threat From Newly Invasive Coconut Rhinoceros Beetle Populations (Coleoptera: Scarabaeidae)? A Review. *Annals of the Entomological Society of America*, 114(2), 247–256.
- Pratama, F. F., Sugiarto, & Arfarita, N. 2022. Pengaruh Suhu Pengeringan pada Viabilitas Agen Hayati Pelet Bioferna Berbahan Dasar Limbah Ampas Tahu dan Pengaruhnya pada 2 Bibit Tanaman. *Jurnal Agronisma*, 10(2), 274–288.
- Prok, T. P., Tairas, R. W., Kaligis, J. B., & Lengkong, E. F. 2020. Monitoring Hama Kumbang Badak (*Oryctes Rhinoceros* L.) pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Menggunakan Feromon di Kecamatan Mapanget Kota Manado. *Jurnal Agrica*, 3(3), 1–8.
- Pulungan, D. R., Wardati, & Fauzana, H. 2018. Pemberian Kotoran Larva Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Pembibitan Utama. *Jurnal Photon*, 8(2), 45–51.
- Purnamasari, T., & Dini, N. 2022. Addition of Palm Oil Meal Flour to Fish Feed

- Using the Independent Feed Making Method in Sungai Undang Village , Seruya. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 8–14.
- Purnawati, R., Sunarti, T. C., Syamsu, K., & Rahayuningsih, M. 2015. Produksi Bio-insektisida oleh *Bacillus thuringiensis* Menggunakan Kultivasi Media Padat. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 25(3), 205–214.
- Puspitasari, D., & Ibrahim, M. 2020. Optimization of EExtracelluler Cellulase Activity of Isolate Bacterial EG 2 Isolated from Palm Oilcake (*Elaeisis guineensis* jacq). *Lentera Bio*, 9(1), 42–50.
- Putriawati, Inayati, N., & Agrijati. 2018. Inventarisasi *Bacillus thuringiensis* dengan Metode Cawan Sebar Pada Habitat Hidup Larva *Anopheles* sp pada Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) di Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Analis Medika Bio Sains*, 5(1), 91–95.
- 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*, 123–132.
- 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 Banyuasin. *Indobiosains*, 3(2), 39.
- Rahmatunisa, R., Irianai, 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(2), 51–59.
- Ramadhan, R. A. M., Mirantika, D., & Septria, D. 2020. Diversity of Nocturnal Insects and Its Role To Agroecosystems in Tasikmalaya. *Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2(2), 114–125.
- Rozi, Z. F., Febrianti, Y., & Telaumbanua, Y. 2018. Potensi Sari Pati Gadung (*Dioscorea hispida* L.) sebagai Bio-insektisida Hama Walang Sangit Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Ilmiah Biologi*, 6(1), 18–22.
- Safitri, R., & Umami, S. S. 2019. Isolasi dan Identifikasi Fungi pada Pasca Panen Bawang Merah *Allium ascalonicum* L. var. Super philip. *Jurnal Biologi Dan Pembelajaran*, 14(1), 1–6.
- Sahetapy, B., Masauna, E. D., & Luhukay, R. 2018. Uji Efektivitas Perangkap Feromon Terhadap Hama *Oryctes rhinoceros* L. dan Intensitas Kerusakan pada Tanaman Kelapa di Desa Lathualat , Kecamatan Nusaniwe , Pulau Ambon. *Jurnal Agrikultura*, 29(1), 19–25.
- Santos, E. N., Menezes, L. P., Dolabella, S. S., Santini, A., Severino, P., Capasso, R., Zielinska, A., Souto, E. B., & Jain, S. 2022. *Bacillus thuringiensis*: From

- Biopesticides to Anticancer Agents. *Biochimie*, 192, 83–90.
- Sari, Si. L. A., Pangastuti, A., Susilowati, A., Purwoko, T., Mahajoeno, E., Hidayat, W., Mardhena, I., Panuntun, D. F., Kurniawati, D., & Anitasari, R. (2016). Cellulolytic and hemicellulolytic bacteria from the gut of *Oryctes rhinoceros* larvae. *Biodiversitas*, 17(1), 78–83.
- Sasauw, A., Manueke, J., & Tarore, A. 2017. Populasi Larva *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera : Scarabaeidae) pada Beberapa Jenis Media Peneluran di Perkebunan Kelapa Kecamatan Mapanget Kota Manado. *Cocos*, 8(2), 1–13.
- Selpiana, Patricia, & Anggraeni, C. P. 2016. Pengaruh Penambahan Kitosan dan Gliserol pada Pembuatan Bioplastik dari Ampas Tebu dan Ampas Tahu. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(1), 18–24.
- Shelomi, M., & Chen, M. J. 2020. Culturing-Enriched Metabarcoding Analysis of the *Oryctes rhinoceros* Gut Microbiome. *Insect*, 11, 1–13.
- Siahaya, V. G. 2014. Tingkat Kerusakan Tanaman Kelapa Oleh Serangan *Sexava nubila* dan *Oryctes rhinoceros* di Kecamatan Kairatu , Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 10(2), 93–99.
- Silitonga, D. E., Bakti, D., & Marheni. 2013. Penggunaan Suspensi *Baculovirus* Terhadap *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera : Scarabaeidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(4), 1018–1028.
- 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 [Thesis]*. Medan (ID): Universitas Medan Area.
- Soesetyaningsih, E., & Azizah. 2020. Akurasi Perhitungan Bakteri pada Daging Sapi Menggunakan Metode Hitung Cawan. *Berkala Sainstek*, 8(3), 75–79.
- Sukmawati, E. 2014. Efektivitas Campuran Protoksin *Bacillus thuringiensis* Subsp . Aizawai dan Konidia *Beauveria bassiana* Terhadap Ulat Grayak *Spodoptera litura* f. *Jurnal Teknosains*, 8(1), 19–30.
- Sumekar, D. W., & Nurmaulina, W. 2016. Upaya Pengendalian Vektor Demam Berdarah Dengue , *Aedes aegypti* L. Menggunakan Bio-insektisida. *Majority*, 5(2), 131–135.
- Suryadi, B. F., Masyari, M., & Tresnani, G. 2019. Utilization of Lablab Bean (*Lablab purpureus*) and Palm Sugar (*arengapinnata*) as Natural Medium to Grow Mataram Indigenous Isolate of Entomopathogenic *Bacillus thuringiensis* for Controlling *Aedes aegypti* larvae. *Material Science and Engineering*, 4(6), 1–7.
- Susanti, R., Yusuf, M., & Kabeakan, N. T. M. B. 2020. Pengendalian Hama Penggerek Batang Sawit *Oryctes rhinoceros* dengan Menggunakan Buah

- Nanas yang Ekonomis dan Ramah Lingkungan di Desa Stabat Lama Barat Kecamatan Wampu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 262–269.
- Suyanto, A., Srimurni, E., & Djuharyanto, T. 2012. Perkembangan Larva Serangga Hama Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros* L.) pada Berbagai Konsentrasi Isolat Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* sp. *Prosiding Seminar Nasional*, 2(2), 978–979.
- Syarifa, N. A., Sulistyanto, B., & Utama, C. S. 2020. Pengaruh Penggunaan Carrier pada Penyimpanan Ekstrak Padat Limbah Sayur Fermentasi Terhadap Kandungan Total Bakteri dan Total Fungi. *Prosiding Seminar Teknologi Dan Agribisnis Peternakan*, 7, 776–782.
- Wahyuni, & Wirawan, H. P. 2021. Bio-insektisida Bakteri/ Mikroba dan Virus. *Dialog*, 44(1), 9–23.
- Wang, J., Ma, H., Zhao, S., Huang, J., Yang, Y., Tabashnik, B. E., & Wu, Y. 2020. Functional Redundancy of Two ABC Transporter Proteins in Mediating Toxicity of *Bacillus thuringiensis* to Cotton Bollworm. *PLoS Pathogens*, 16(3), 1–15.
- Wardani, A. T., Anggraeni, Y. M., Nugroho, A., Wianto, R., & Rahardianingtyas, E. 2019. Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Efektivitas *Bacillus thuringiensis* H-14 Isolat Salatiga Sediaan Serbuk untuk Pengendalian Jentik *Anopheles* spp di Kabupaten Kulon Progo. *Vektora*, 11(2), 103–110.
- Wibawa, I. P. A. H. 2018. Perbandingan Efektivitas Beberapa Pestisida Organik pada Buidaya Brokoli (*Brassica rapa* L.) di Bedugul, Bali. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 1(1), 1–9.
- Widiastuti, H., Panji, T.-, Yusup, C. A., Rusmana, I., & Wahyono, T. E. 2019. Formulasi Bio-insektisida *Bacillus thuringiensis* Isolat Indigenos untuk Pengendalian *Hyposidra talaca* pada Tanaman Teh. *E-Journal Menara Perkebunan*, 87(1), 60–67.
- Wong, A. J., Hamid, H., Ikhsan, Z., & Oktavia, A. 2022. Populasi dan Tingkat Serangan Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) Provinsi Riau. *Jurnal Riset Perke*, 3(1), 1–11.
- Zuhri, R., Agustien, A., & Rilda, Y. 2013. Pengaruh Konsentrasi Sumber Karbon dan Nitrogen Terhadap Produksi Protease Alkali dari *Bacillus* sp. M1.2.3 Termofilik. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 1(1), 273–277.