

SKRIPSI

**UJI EFEKTIVITAS FORMULASI PADAT *Bacillus thuringiensis*
SEBAGAI BIO-INSEKTISIDA TERHADAP
KEANEKARAGAMAN MUSUH ALAMI DAN POLINATOR
PADA TANAMAN CABAI (*Capsicum annum L.*)**

***EFFECTIVENESS TEST OF SOLID FORMULATION WITH
ACTIVE *Bacillus thuringiensis* AS BIO-INSECTICIDE ON THE
DIVERSITY OF NATURAL ENEMIES AND POLLINATORS IN
CHILI PLANTS (*Capsicum annum L.*)***



**Devita Rachmatika
05081382126068**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SUMMARY

DEVITA RACHMATIKA. Effectiveness Test of Solid Formulation with Active *Bacillus thuringiensis* as Bio-Insecticide on the Diversity of Natural Enemies and Pollinators in Chili Plants (*Capsicum annum* L.) (Supervised by **YULIA PUJIASTUTI & WERI HERLIN**)

Red chili (*Capsicum annum* L.) is an important horticultural commodity in Indonesia due to its economic value and nutritional content. However, production is often disrupted by pest attacks that affect the quality and quantity of the crop. To overcome this problem, integrated pest management (IPM) is the main solution, including the use of *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) bacteria as a bioinsecticide. *B. thuringiensis* is effective against insect pests selectively, environmentally friendly, and leaves no harmful chemical residues. In the development of bioinsecticides, the utilization of natural materials such as onggok and oil palm cake has great potential. Onggok, the waste from making tapioca flour, is rich in carbohydrates (60-70%) that support bacterial growth in the fermentation process. Meanwhile, oil palm cake, a waste from the palm oil industry, has a high protein content (14-20%) which is an important nitrogen source for bacterial growth and sporulation. By utilizing agricultural waste, environmentally friendly bioinsecticides can be a safer and more economical alternative to chemical insecticides.

This research was conducted in the Phytopathology Laboratory, Plant Protection Study Program, Department of Plant Pests and Diseases and applied in the Agriculture Training Center (ATC) Garden, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The method used was Cluster Randomized Design (CRD) with six treatments including control. Observations were made weekly to assess arthropod populations. The results showed that *Bt* application effectively reduced pest attacks without damaging the diversity of natural enemies and pollinators. The results showed that *Bt* application of 5 isolates: MSP, SMR, DLKK1, C14 and KJ3R5 used as bioinsecticide active ingredients had no significant effect on the diversity of natural enemies and pollinators.

For the sustainability of this technology, it is recommended to conduct further research on the impact of *Bt* application on the overall ecosystem, including analysis of insect species after application and testing on other pest-susceptible crops. Socialization to farmers is also needed to increase the adoption of this environmentally friendly technology. In addition, research on possible pest resistance to *Bacillus thuringiensis* should be considered to ensure its long-term effectiveness.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, Bio-insecticide, Natural enemy diversity, Pollinator insects.

RINGKASAN

DEVITA RACHMATIKA. Uji Efektifitas Formulasi Padat *Bacillus thuringiensis* sebagai Bio-Insektisida terhadap Keanekaragaman Musuh Alami dan Polinator pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) (Dibimbing oleh **YULIA PUJIASTUTI & WERI HERLIN**).

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan komoditas hortikultura penting di Indonesia karena nilai ekonomi dan kandungan gizinya. Namun, produksi sering terganggu oleh serangan hama yang memengaruhi kualitas dan kuantitas hasil panen. Untuk mengatasi masalah ini, pengendalian hama terpadu (PHT) menjadi solusi utama, termasuk penggunaan bakteri *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) sebagai bioinsektisida. *B. thuringiensis* efektif melawan serangga hama secara selektif, ramah lingkungan, dan tidak meninggalkan residu kimia berbahaya. Dalam pengembangan bioinsektisida, pemanfaatan bahan alami seperti onggok dan bungkil kelapa sawit memiliki potensi besar. Onggok, limbah dari pembuatan tepung tapioka, kaya karbohidrat (60-70%) yang mendukung pertumbuhan bakteri dalam proses fermentasi. Sementara itu, bungkil kelapa sawit, limbah dari industri kelapa sawit, memiliki kandungan protein tinggi (14-20%) yang menjadi sumber nitrogen penting untuk pertumbuhan bakteri dan sporulasi. Dengan memanfaatkan limbah pertanian, bioinsektisida ramah lingkungan dapat menjadi alternatif yang lebih aman dan ekonomis dibandingkan insektisida kimia.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi, Program Studi Proteksi Tanaman, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan diaplikasikan di Kebun *Agriculture Training Center* (ATC) Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan enam perlakuan termasuk kontrol. Pengamatan dilakukan setiap minggu untuk menilai populasi arthropoda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Bt* efektif mengurangi serangan hama tanpa merusak keanekaragaman musuh alami dan polinator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Bt* dari 5 isolat: MSP, SMR, DLKK1, C14 dan KJ3R5 yang digunakan sebagai bahan aktif bioinsektisida tidak memiliki pengaruh nyata terhadap keanekaragaman musuh alami dan polinator.

Untuk keberlanjutan teknologi ini, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai dampak aplikasi *Bt* terhadap ekosistem secara keseluruhan, termasuk analisis spesies serangga setelah aplikasi dan pengujian pada tanaman lain yang rentan terhadap hama. Sosialisasi kepada petani juga diperlukan untuk meningkatkan adopsi teknologi ramah lingkungan ini. Selain itu, perlu dipertimbangkan penelitian tentang kemungkinan resistensi hama terhadap *Bacillus thuringiensis* guna memastikan efektivitas jangka panjangnya.

Kata Kunci : *Bacillus thuringiensis*, Bio-insektisida, Keanekaragaman musuh alami, serangga polinator.

SKRIPSI

UJI EFEKTIVITAS FORMULASI PADAT *Bacillus thuringiensis* SEBAGAI BIO-INSEKTISIDA TERHADAP KEANEKARAGAMAN MUSUH ALAMI DAN POLINATOR PADA TANAMAN CABAI (*Capsicum annum* L.)

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



Devita Rachmatika
05081382126068

PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024

LEMBAR PENGESAHAN

UJI EFEKTIVITAS FORMULASI PADAT *Bacillus thuringiensis*
SEBAGAI BIO-INSEKTISIDA TERHADAP
KEANEKARAGAMAN MUSUH ALAMI DAN POLINATOR
PADA TANAMAN CABAI (*Capsicum annum L.*)

SKRIPSI

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

Oleh:

Devita Rachmatika
05081382126068

Indralaya, Desember 2024

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Weri Herlin, S.P., M.Si., Ph.D.
NIP 198312192012122004

Mengetahui
Wakil Dekan I Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya



Prof. Ir. Fidi Pratama, M.Sc., (Hons), Ph.D.
NIP 196606301992032002

Skripsi dengan judul "Uji Efektifitas Formulasi Padat *Bacillus thuringiensis* sebagai Bio-Insektisida terhadap Keanekaragaman Musuh Alami dan Polinator pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum L.*)" oleh Devita Rachmatika telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Universitas Sriwijaya pada Tanggal 19 Desember 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S.
NIP 196205181987032002 | Ketua Panitia (.....) |
| 2. Weri Herlin, S.P., M.Si., Ph.D.
NIP 198312192012122004 | Sekretaris (.....) |
| 3. Dr. Ir. Chandra Irsan, M.Si.
NIP 196510201992032001 | Ketua Penguji (.....) |
| 4. Dr. Rahmat Pratama, S.Si.
NIP 199211262023211018 | Anggota (.....) |

Indralaya, Desember 2024
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan



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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Devita Rachmatika

Nim : 05081382126068

Judul : Uji Efektifitas Formulasi Padat *Bacillus thuringiensis* sebagai Bio-Insektisida terhadap Keanekaragaman Musuh Alami dan Polinator pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum L.*)

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

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



Indralaya, Desember 2024

Devita Rachmatika

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir tanggal 17 Juli 2004 di Kota Pangkal Pinang yang merupakan anak ke 2 dari 3 bersaudara dari pasangan ayah Drs. Junaidi, M.Si dan ibu Dra Elvida Taviana. Penulis memulai pendidikan di TK Darussalam OKU Selatan. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Dasar Negeri 03 Muaradua. Madrasah Tsanawiyah Negeri 01 OKU Selatan. Dan menempuh Madrasah Aliyah Negeri 01 OKU Selatan.

Pada tahun 2021 melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian, Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Program Studi Proteksi Tanaman dengan melalui jalur USMB. Selama masa perkuliahan penulis pernah menjadi sekretaris di Departemen Media dan Informasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) pada tahun 2023-2024. Penulis juga aktif dalam bidang akademik yakni menjadi coordinator asisten dosen di beberapa mata kuliah yakni menjadi koordinator asisten praktikum di mata kuliah Entomologi pada tahun 2023 dan asisten praktikum Ilmu Penyakit Tumbuhan dan Klinik Tanaman pada tahun 2024.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, alhamdulillah atas rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Uji Efektifitas Formulasi Padat *Bacillus thuringiensis* sebagai Bio-Insektisida terhadap Keanekaragaman Musuh Alami dan Polinator pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.)”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini terwujud berkat bantuan, arahan, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir Yulia Pujiastuti, M.S. selaku pembimbing utama penelitian yang senantiasa sabar membimbing, memberikan arahan dan dorongan serta memberikan wawasan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Ibu Weri Herlin, S.P., M.Si., Ph.D. selaku pembimbing kedua penelitian yang selalu memberikan dukungan dan saran dalam penelitian ini sehingga penelitian ini terselesaikan.
3. Bapak Arsi, S.P., M.Si. selaku dosen wali yang selalu memberikan, arahan, saran, bimbingan serta motivasi untuk penyusunan usulan penelitian hingga skripsi ini terselesaikan.
4. Yang paling pertama yaitu cinta pertama saya bapak Drs. Junaidi, M.Si. dan surga saya ibu Dra. Elvida Taviana, yang selalu dan tak hentinya memberikan dukungan dan doa-doa kepada saya yang membuat skripsi ini terselesaikan dengan baik.
5. Keluarga, termasuk Nenek Nurlily, Bibi Heni, Kakak perempuan saya Dhea Vieka Rizkyka, Adik laki-laki saya Devri Eldiansyah Putra dan kucing kesayangan saya Mimo, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan yang menjadikan saya semangat dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Kak Messa Syahputri selaku mentor saya yang selalu membimbing, memberikan dukungan dan motivasi yang sangat berharga selama perjalanan penelitian ini.

7. Teman kuliah dari awal perkuliahan Aaliyah Keshya Azriella yang selalu membantu, dan memberikan dukungan selama penelitian berlangsung. Kepada teman saya Manila Wati yang selalu membantu dan menemani saya dari awal hingga akhir penelitian serta selalu mendukung, mendoakan saya.
8. Teman-teman penulis seperjuangan Proteksi Tanaman Angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan moral dan kebersamaan selama masa studi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Indralaya, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Cabai (<i>Capsicum annum</i> L.).....	5
2.2 Morfologi Tanaman Cabai Merah	6
2.2.1 Akar	6
2.2.2 Batang	7
2.2.3 Daun	7
2.2.4 Bunga	8
2.2.5 Biji	9
2.3 Serangga yang Menguntungkan	9
2.3.1 <i>Trigona itama</i>	9
2.3.2 <i>Pseudoparonella</i> sp.....	10
2.3.2 <i>Coccinella transversalis</i>	11
2.4 Bakteri Entomopatogen <i>Bacillus thuringiensis</i>	12
2.5 Morfologi <i>Bacillus thuringiensis</i>	13
2.6 Siklus Hidup <i>Bacillus thuringiensis</i>	14
2.7 Onggok	14
2.8 Bungkil Kelapa Sawit.....	15
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN.....	17

	Halaman
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 Persiapan Lahan	18
3.4.2 Persiapan Isolat <i>Bacillus thuringiensis</i>	19
3.4.3 Persiapan <i>Seed Culture</i>	19
3.4.4 Pembuatan Bio-insektisida Media Padat.....	20
3.4.5 Kalkulasi Jumlah Sel Hidup yang ada dalam sediaan Bubuk Bio- insektisida	20
3.4.6 Perhitungan Kerapatan Koloni Spora Bakteri (cfu/g).....	21
3.4.7 Penanaman Bibit Cabai Merah.....	21
3.4.8 Pemeliharaan Tanaman Cabai Merah.....	21
3.4.9 Pengamatan Langsung.....	21
3.4.10 Pemasangan <i>Yellow Pan Traps</i>	21
3.4.11 Pengaplikasian Bio-insektisida	22
3.4.12 Parameter Pengamatan	22
3.4.13 Analisis Data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil.....	25
4.1.1 Suhu dan Kelembapan.....	30
4.1.2 Kerapatan Koloni <i>Bacillus thuringiensis</i>	34
4.1.3 Serangga yang Ditemukan pada Perlakuan <i>Bt</i> dan Tanpa <i>Bt</i> pada Pengamatan Langsung	26
4.1.4 Serangga yang Ditemukan pada Perlakuan <i>Bt</i> dan Tanpa <i>Bt</i> pada Pengamatan <i>Yellow Pan Trap</i>	27
4.1.5 Peran Serangga yang Ditemukan pada Perlakuan <i>Bt</i> dan tanpa <i>Bt</i> pada Pengamatan Langsung dan <i>Yellow Pan Trap</i>	28
4.1.6 Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominasi (D), Indeks Kemerataan (€) pada Pengamatan Langsung.....	28
4.1.7 Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominasi (D), Indeks Kemerataan (€) pada <i>Yellow Pan trap</i>	29

	Halaman
4.1.8 Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominasi (D), Indeks Kemerataan (€) pada Pengamatan Langsung dan <i>Yellow Pan trap</i>	30
4.1.9 Total Buah & Bobot Buah.....	29
4.1.10 Populasi Arthropoda pada Pengamatan Langsung.....	29
4.1.10.1 Populasi Serangga Polinator.....	29
4.1.10.2 Populasi Serangga Predator.....	29
4.1.11 Populasi Arthropoda yang dilakukan dengan Pengamatan <i>Yellow Pan Trap</i>	29
4.1.11.1 Populasi Serangga Dekomposer.....	29
4.1.11.2 Populasi Serangga Predator.....	29
4.1.11.3 Populasi Serangga Polinator.....	29
4.2 Pembahasan.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Suhu dan Kelembapan.....	26
4.2 Perhitungan jumlah koloni <i>Bacillus thuringiensis</i>	26
4.3 Serangga yang ditemukan berasosiasi dengan tanaman cabai pada perlakuan <i>Bt</i> dan tanpa <i>Bt</i> pada pengamatan langsung	27
4.4 Serangga yang ditemukan berasosiasi dengan tanaman cabai pada perlakuan <i>Bt</i> dan tanpa <i>Bt</i> pada Pengamatan <i>Yellow Pan Trap</i>	27
4.5 Peran serangga yang ditemukan pada perlakuan <i>Bt</i> dan tanpa <i>Bt</i> (pengamatan langsung dan <i>yellow pan trap</i>)	28
4.6 Indeks Keanekaragaman (H') Indeks Dominasi (D) Indeks Kemerataan (ϵ) populasi Musuh alami dan Polinator pada pengamatan langsung	29
4.7 Indeks Keanekaragaman (H') Indeks Dominasi (D) Indeks Kemerataan (ϵ) populasi dekomposer, musuh alami dan polinator pada pengamatan <i>yellow pan trap</i>	29
4.8 Indeks Keanekaragaman (H') Indeks Dominasi (D) Indeks Kemerataan (ϵ) populasi predator, dekomposer dan polinator pada pengamatan langsung dan <i>yellow pan trap</i>	30
4.2 Rata-rata jumlah akhir dari total buah dan bobot buah sampai panen ke-7	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tanaman cabai merah	6
2.2 Morfologi akar tanaman cabai merah	7
2.3 Morfologi batang tanaman cabai merah.....	7
2.4 Morfologi daun tanaman cabai merah.....	8
2.5 Morfologi bunga tanaman cabai merah.....	8
2.6 Morfologi biji tanaman cabai merah	9
2.7 <i>Trigona itama</i>	9
2.8 <i>Pseudoparonella</i> sp.....	10
2.9 <i>Coccinella transversalis</i>	11
2.10 Sel <i>B. thuringiensis</i>	13
2.11 Onggok Tapioka.....	15
2.12 Bungkil Kelapa Sawit	16
3.1. Tata letak rancangan percobaan	18
3.2 Persiapan Lahan	18
3.3 Isolat Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i>	19
3.4 Pesiapan <i>Seed culture</i>	19
3.5 <i>Freeze drying</i>	20
3.6 Pemasangan <i>Yellow Pan trap</i>	22
3.7 Aplikasi Bio-insektisida	22
4.1 Spesies arthropoda predator dan polinator pada pengamatan langsung.....	32
4.2 Grafik jumlah populasi serangga polinator setiap spesies pada pengamatan langsung.....	33
4.3 Grafik jumlah populasi serangga predator setiap spesies pada pengamatan langsung.....	34
4.4. Spesies arthropoda dekomposer, predator dan polinator pada pengamatan <i>yellow pan trap</i>	35
4.5 Grafik jumlah populasi serangga dekomposer setiap spesies pada pengamatan <i>yellow pan trap</i>	36

	Halaman
4.6 Grafik jumlah populasi serangga predator setiap spesies pada pengamatan <i>yellow pan trap</i>	37
4.7 Grafik jumlah populasi serangga polinator setiap spesies pada pengamatan <i>yellow pan trap</i>	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Populasi Pengamatan Langsung.....	51
1.1 Populasi <i>Trigona itama</i> (ekor)	51
1.2 Populasi <i>Apis cerana</i>	53
1.3 Populasi <i>Sphaerophoria philanthus</i> (ekor)	55
1.4 Populasi <i>Oxyopes salticus</i> (ekor)	57
1.5 Populasi <i>Micraspis discolor</i> (ekor)	59
1.6 Populasi <i>Coccinella transversalis</i> (ekor)	61
1.8 Populasi <i>Cheilomenes sexmaculatus</i> (ekor).....	65
2. Populasi <i>Yellow pan trap</i>	67
2.1 Populasi <i>Pseudoparonella</i> sp. (ekor)	67
2.2 Populasi <i>Pycnoscelus indicus</i> (ekor).....	69
2.3 Populasi <i>Gryllodes sigillatus</i> (ekor).....	71
2.4 Populasi <i>Menemerus bivittatus</i> (ekor).....	73
2.5 Populasi <i>Odontoponera denticulata</i> (ekor).....	75
2.6 Populasi <i>Oxyopes salticus</i>	77
2.7 Populasi <i>Condylostylus patibulatus</i> (ekor).....	79
2.8 Populasi <i>Menochilus sexmaculatus</i> (ekor).....	81
2.9 Populasi <i>Noctua comes</i> (ekor).....	83
2.10 Populasi <i>Micraspis discolor</i> (ekor)	85
2.11 Populasi <i>Ancistrocerus campestris</i> (ekor).....	87
2.12 Populasi <i>Herpetogramma licarcicalis</i> (ekor).....	89
3. Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominasi (D), Indeks Kemerataan (ϵ') pada Pengamatan Langsung	91
3.1 Indeks Keanekaragaman (H')	91
3.2 Indeks Keanekaragaman Dominasi (D)	92
3.3 Indeks Kemerataan Kelompok (ϵ')	92
4. Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominasi (D), Indeks Kemerataan (ϵ') pada Pengamatan <i>Yellow Pan Trap</i>	92
4.1 Indeks Keanekaragaman (H')	92

	Halaman
4.2 Keanekaragaman Dominasi (D).....	93
4.3 Indeks Kemerataan Kelompok (€)	93
5. Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominasi (D), Indeks Kemerataan (€) pada Pengamatan Langsung dan <i>Yellow Pan Trap</i>	94
5.1 Indeks Keanekaragaman (H')	94
5.2 Indeks Keanekaragaman Dominasi (D)	94
5.3 Indeks Kemerataan Kelompok (€)	95
6. Kerapatan Koloni Bakteri	95
6.1 Sebelum <i>Freeze drying</i>	95
6.2 Sesudah <i>Freeze drying</i>	95
7. Total buah dan Bobot Buah.....	96
7.1 Total Buah Cabai.....	96
7.2 Bobot Buah Cabai	96

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan tanaman hortikultura yang sangat penting di Indonesia, baik dari segi ekonomi maupun gizi (Polii *et al.*, 2019). Sebagai bumbu masakan yang banyak digunakan dalam berbagai hidangan, cabai merah memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Kandungan gizi yang meliputi protein, lemak, karbohidrat, kalsium, serta vitamin A dan C menjadikannya komoditas yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat (Sari *et al.*, 2024). Rasa pedas yang khas juga menjadi daya tarik tersendiri bagi konsumen di Indonesia. Namun, produksi cabai sering mengalami penurunan kualitas dan nilai ekonomi akibat serangan hama. Oleh karena itu, budidaya tanaman cabai merah memerlukan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) untuk menghindari kegagalan panen akibat serangan hama (Hidayat *et al.*, 2022).

Salah satu alternatif dalam pengendalian hama adalah penggunaan bakteri *Bacillus thuringiensis* (Bt), yang merupakan bakteri gram positif yang secara alami menghasilkan kristal toksik bagi beberapa jenis serangga hama (Vajri, 2022). *Bacillus thuringiensis* dapat menginfeksi hama melalui racun pencernaan yang menyebabkan kerusakan sel dan kematian hama. Dibandingkan dengan insektisida kimia, penggunaan bioinsektisida Bt relatif lebih aman karena bersifat spesifik pada serangga tertentu, sehingga tidak membahayakan lingkungan (Pujiastuti, *et al.*, 2023). *Bacillus thuringiensis* juga memiliki potensi sebagai pupuk organik yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Pujiastuti *et al.*, 2023). Bt efektif melawan serangga hama secara selektif, ramah lingkungan, dan tidak meninggalkan residu kimia berbahaya.

Dalam pengembangan bioinsektisida, pemanfaatan bahan alami seperti onggok dan bungkil kelapa sawit memiliki potensi besar. Onggok, limbah dari pembuatan tepung tapioka, kaya karbohidrat (60-70%) yang mendukung pertumbuhan bakteri dalam proses fermentasi. Sementara itu, bungkil kelapa sawit, limbah dari industri kelapa sawit, memiliki kandungan protein tinggi (14-20%) yang menjadi sumber nitrogen penting untuk pertumbuhan bakteri dan

sporulasi. Dengan memanfaatkan limbah pertanian, bioinsektisida ramah lingkungan dapat menjadi alternatif yang lebih aman dan ekonomis dibandingkan insektisida kimia. Bioinsektisida ini memiliki beberapa kelebihan, seperti masa simpan yang lebih pendek dan kebutuhan dosis yang lebih sedikit untuk hasil yang efektif (Sunarsih *et al.*, 2020).

Keuntungan lainnya adalah tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan residu kimia (Candra *et al.*, 2018). Dalam penerapannya, *B. thuringiensis* berbasis bioinsektisida memiliki cara khusus dalam mengendalikan serangga hama dengan target selektif sehingga tidak menyebabkan kematian pada serangga non-target (Pujiastuti, 2019). Perannya sebagai pengganti insektisida kimia membuat insektisida mikroba harus memiliki sifat seperti pestisida kimiawi yang dapat berdaya bunuh tinggi terhadap serangga sasaran, dapat juga digunakan dalam jumlah besar dan dalam waktu yang relative singkat serta mudah ditransportasikan (Dwisatria *et al.*, 2024).

Dalam upaya meningkatkan hasil panen tanaman cabai, pengendalian hayati yang ramah lingkungan dapat dilakukan dengan pemberian bioinsektisida di lahan cabai. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan keanekaragaman musuh alami dan polinator serta produktivitas tanaman cabai (Sanjaya & Dibiyantoro, 2015). Namun, teknik budidaya yang tidak tepat dapat mempengaruhi populasi serangga predator dan pollinator. Penggunaan pestisida kimia dapat menyebabkan penurunan populasi serangga bermanfaat seperti predator dan pollinator (Hendrival *et al.*, 2017).

Penggunaan insektisida kimia selain dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, mengganggu Kesehatan juga dapat menyebabkan kematian pada serangga non-target seperti kematian serangga yang menguntungkan seperti serangga predator dan pollinator (Sunarsih *et al.*, 2020). Serangga polinator memiliki peran penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman karena dapat membantu penyerbukan. Salah satu serangga polinator yaitu lebah madu (*Apis dorsata*) dapat meningkatkan produktivitas tanaman hingga 50% (Herlinda & Milinia, 2022). Musuh alami termasuk ke dalam organisme pengganggu yang dapat menyebabkan serangga hama menjadi sakit hingga mati (Sulandjari & Purnama, 2023).

Penggunaan bioinsektisida berbasis *Bacillus thuringiensis* terbukti efektif dalam mengendalikan hama tanpa memberikan dampak negatif yang signifikan terhadap musuh alami dan polinator (Pujiastuti *et al.*, 2021). Hal ini penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem pertanian, terutama dalam konteks pengendalian hama yang ramah lingkungan. Bioinsektisida seperti *Bacillus thuringiensis* dianggap aman untuk digunakan dalam produksi pangan karena toksin yang dihasilkan spesifik terhadap serangga target dan tidak meninggalkan residu berbahaya pada tanaman yang dikonsumsi oleh manusia (Handayani *et al.*, 2024). Penelitian ini berpotensi memberikan solusi untuk mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, yang sering kali memiliki efek samping yang merugikan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah aplikasi formulasi *B. thuringiensis* berpengaruh terhadap keanekaragaman musuh alami pada tanaman cabai?
2. Bagaimana dampak formulasi *B. thuringiensis* terhadap keanekaragaman serangga pollinator pada tanaman cabai?
3. Isolat *Bacillus thuringiensis* manakah yang paling efektif tanpa mengganggu musuh alami dan pollinator pada tanaman cabai?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang diatas, tujuan penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh formulasi padat *Bacillus thuringiensis* terhadap keanekaragaman musuh alami tanaman cabai (*Capsicum annum L.*).
2. Mengetahui dampak formulasi padat *Bacillus thuringiensis* terhadap keanekaragaman serangga pollinator pada tanaman cabai (*Capsicum annum L.*).
3. Mengidentifikasi isolat *Bacillus thuringiensis* yang paling efektif tanpa mengganggu musuh alami dan pollinator pada tanaman cabai (*Capsicum annum L.*).

1.4 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang diatas, hipotesis penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi formulasi *Bacillus thuringiensis* tidak akan mengurangi keanekaragaman musuh alami pada tanaman cabai, atau bahkan dapat meningkatkan keberadaan musuh alami.
2. Aplikasi formulasi *Bacillus thuringiensis* tidak akan mengurangi keanekaragaman serangga pollinator pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.).
3. Salah satu isolate *Bacillus thuringiensis* akan menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dalam mengendalikan hama tanpa mengganggu musuh alami dan pollinator dibandingkan isolate lainnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai dampak aplikasi formulasi *Bacillus thuringiensis* terhadap keanekaragaman musuh alami dan pollinator pada tanaman cabai.
2. Mengembangkan pengetahuan tentang potensi isolat-isolat *Bacillus thuringiensis* sebagai bio-insektisida yang efektif dan ramah lingkungan dalam pengendalian hama tanaman cabai.
3. Menyediakan alternatif pengendalian hama yang efektif, ramah lingkungan, dan berkelanjutan bagi budidaya cabai melalui pemanfaatan bio-insektisida berbasis *Bacillus thuringiensis*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, Y. N. (2022). Pengaruh Kombinasi Media Tanam Organik terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Bioma*, 4(1), 1–12.
- Arsi (2020). Inventarisasi Serangga pada Pertanaman Cabai Merah di Kecamatan Air Salek Kabupaten Banyuasin, *Prosiding Seminar*. 1–12.
- Azizah, A., & Soesetyaningsih, E. (2020). Akurasi Perhitungan Bakteri pada Daging Sapi Menggunakan Metode Hitung Cawan. *Berkala Sainstek*, 8(3), 75.
- Bahri, S., Zulkifli, L., Ayu, D., Rasmi, C., & Sedijani, P. (2021). Isolation, Purification, and Toxicity Test of *Bacillus thuringiensis* from Cows Cage Soil Against *Drosophila melanogaster*. *Jurnal Biologi Tropis*. 21, 1106–1114.
- Bakhtiar, A. ., Sutrisno, & Sunarso. (2013). Pengaruh Proteksi Protein Bungkil Kelapa Sawit dengan Tanin terhadap Fermentabilitasnya Secara In Vitro. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 232–239.
- Candra, E., Santi, I. S., & Kristalisasi, E. N. (2018). Efektifitas Penggunaan *Bacillus thuringiensis* dan Landa Sihalotrin pada Ulat Api. *Jurnal Agromast*, 3(1), 1–9.
- Cipola, N. G., da Silva, D. D., & Bellini, B. C. (2018). Class Collembola. In *Thorpe and Covich's Freshwater Invertebrates*. Elsevier Inc.
- Dewanto, F. G., Londok, J. J. M. R., Tuturoong, R. A. V., & Kaunang, W. B. (2017). Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik terhadap Produksi Tanaman Jagung sebagai Sumber Pakan. *Zootec*, 32(5), 1–8.
- Dwisatria, N., Pujiastuti, Y., Irsan, C., & Ramadhani, F. (2024). Evaluation Of *Bacillus Thuringiensis*-Based Bioinsecticide On The Presence Of Arthropods In Vegetative Phase Of Carrot. *BIOVALENTIA: Biological Research Journal*, 9(2), 137–147.
- Efendi, S., Yaherwandi, Y., & Nelly, N. (2018). Biologi dan Statistik Demografi *Coccinella transversalis* T. (Coleoptera: Coccinellidae), Predator *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 22(1), 91.
- Elleuch, J., Ginibre, C., Chandre, F., & Tounsi, S. (2018). Laboratory of Biopesticides, Centre of Biotechnology of Sfax, University of Sfax, Po Box Laboratory of Molecular and Cellular Screening Processes, Center of Biotechnology of Sfax, High School of Agriculture of Kef, University of Jendouba, 7100 Kef. *Biological Control*, 21(19), 21–23.
- Ginting, S., & Fauzi, A. (2023). Budidaya Lebah *Heterotrigona Itama* di Kelurahan Kemumu Kecamatan Arma Jaya Kabupaten Bengkulu Utara. *21(02)*, 161–173.
- Hakim, M. A. L. (2021). Pengendalian Hayati sebagai Salah Satu Komponen Pengendalian Hama Terpadu (PHT). *Jurnal Perlindungan Tanaman*

Indonesia, 8(1), 11–12.

- Handayani, K., Dania, G., Agustrina, R., Salsabila, D., & Zahara, A. (2024). Pengenalan *Bacillus Thuringiensis* sebagai Alternatif Bioinsektisida Pengendali Larva *Spodoptera Frugiperda* pada Tanaman Jagung. 3(1), 1–6.
- Hendrival, Hakim .L, dan H. (2017). Composition And Diversity Of Predatory Arthropods On Agroecosystems. *J. Floratek*, 12(1), 21–33.
- Herlin, W., Bintang, G. P. (2023). Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle*) sebagai Pestisida Nabati pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) dan Rampai (*Lycopersicon pimpinellifollum*). *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 5, 542–557.
- Herlinda, S., & Milinia Puspita Sari, J. (2022). Revitalisasi Sumber Pangan Nabati dan Hewani Pascapandemi dalam Mendukung Pertanian Lahan Suboptimal secara Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 40–60.
- Heryani, N., Kartiwa, B., Sugiarto, Y. (2013). Pemberian Mulsa dalam Budidaya Cabai Rawit di Lahan Kering: Dampaknya terhadap Hasil Tanaman dan Aliran Permukaan. *Indonesian Journal of Agrifor*, 41(2), 147–153.
- Hidayat, T., Dinata, K., Ishak, A., & Ramon, E. (2022). Identifikasi Hama Tanaman Cabai Merah dan Teknis Pengendaliannya di Kelompok Tani Sari Mulyo Desa Sukasari Kecamatan Air Periukan Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu. *Agrica Ekstensia*, 16(1).
- [ITIS] Integrated Taxonomis Information System. 2012. Taxonomic hierarchy *Bacillus thuringiensis*, database (Version 2012). <https://www.itis.gov> [25 November 2024]
- Jayanti, N., Yuliadhi, K. A., & Wijaya, I. N. (2018). Potensi Predator *Coccinella transversalis* F. (Coleoptera: Coccinellidae) sebagai Agen Hayati Pengendali Hama Thrips *Parvispinus karny* (Thysanoptera: Thripidae) pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annuum* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 7(3), 335–342.
- Marpaung, A. E., & Barus, S. (2019). Characterization and Growth Performance of Three Clone of Local Hot Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Hortikultura*, 29(1), 33–44.
- Mubarrak, J., Lestari, R., & Brahmana, E. M. (2024). Identification of stinging bees (*Apis*) and stingless bees (*Meliponini*) in The Air Panas Hapanasan Springs Tourism Area , *Rokan Hulu Regency*. 7(1), 46–55.
- Musita, N. (2018). Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Onggok Industri Besar dan Industri Kecil. *Majalah TEGI*, 10(1), 19–24.
- PBima R. R., Rangkuti, M., Safitri S., Apriani V., Raharjo A., Titisgati E., Afifah D. (2019). Pengaruh Penggunaan Jenis Sumber Gula dan Urea terhadap Hasil Fermentasi Nata De Pina. *Journal of Neuroscience Methods*, 8, 1–4.
- Polii, M. G. M., Sondakh, T. D., Raintung, J. S. M., Doodoh, B., & Titah, T. (2019). Kajian Teknik Budidaya Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) Kabupaten

Minahasa Tenggara. *Eugenia*, 25(3), 73–77.

- Pujiastuti, Y. (2019). Evaluation of *Bacillus thuringiensis*-based bioinsecticide impacts on arthropod biodiversity in the intercropping system. *Berkala Penelitian Hayati*, 25(1), 1–6.
- 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.
- Pujiastuti, Y., Arsi, A., Suparman, S., Umayah, A., Gunawan, B., & Herlin, W. (2023). Pemanfaatan Limbah Ternak sebagai Media Pembuatan Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* dalam Mendukung Pengendalian Hama Terpadu. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(5), 802–808.
- Pujiastuti, Y., Gunawan, B., Sulistyani, D. P., Sandi, S., & Sasanti, A. D. (2021). Pemanfaatan Limbah Urin Sapi sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioinsektisida Berbasis *Bacillus thuringiensis* di Desa Sejaro Sakti Kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Puruhita*, 3(1), 17–21.
- Pujiastuti, Y., Hakari, I. M., SHK, S., Umayah, A., Gunawan, B., & Herlin, W. (2023). Kajian *Bacillus thuringiensis* diperbanyak pada Media Padat Hasil Samping Agroindustri terhadap Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* di Rumah Bayang. *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(4), 651.
- Ratih, D., Damaiyanti, R., & Aini, N. (2013). The Study Of Organic Mulch Application On The Growth And Yield Of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(2), 25–32.
- S.D. Grischechkina, V.P. Ermolova, T.A. Romanova, A. A. N. (2018). Search For Natural Isolates Of *Bacillus thuringiensis* For Development Of Ecologically Friendly Biologicals (Vol. 53, Issue 5).
- Sanjaya, Y., & Dibiyantoro, A. L. H. (2012). Keragaman Serangga pada Tanaman Cabai (*Capsicum Annuum*) yang diberi Pestisida Sintetis Versus Biopestisida Racun Laba-Laba (*Nephila* Sp.). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 12(2), 192–199.
- Saptiningsih, E., & Haryanti, S. (2021). Respon Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Varietas Pelita F1 terhadap Penggenangan Response of Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens* L.) Pelita F1 Varieties to flooding. *Agroekoteknologi Tropika*, 6(1), 61–62.
- Sari, D. M., Siaga, E., Aisah, S., Lovita, D., Alfarizi, M. H., Hidayat, T., Hawari, A., Safi, I., & Saputra, I. (2024). Efektivitas Metode Hydropriming terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) pada Fase Vegetatif Awal. *Agroekoteknologi Tropika*, 1523–1528.
- Suhendro, S., Hidayat, H., & Akbarillah, T. (2018). Pengaruh Penggunaan Bungkil Inti Sawit, Minyak Sawit, dan Bungkil Inti Sawit Fermentasi Pengganti Ampas Tahu dalam Ransum terhadap Pertumbuhan Kambing Nubian Dara. *Jurnal*

Sain Peternakan Indonesia, 13(1), 55–62.

- Sulandjari, K., & Purnama, R. W. (2023). Penyuluhan Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) secara Terpadu pada Kelompok Tani Mukti di Desa Cibuntu Kecamatan Wanayasa Kabupaten Purwakarta . *Jurnal Budiman*, 01(01), 43–53.
- Sunarsih, F., Pujiastuti, Y., Mulawarman, M., Nurhayati, N., & Panandi, A. (2020). Diversity of Soil Inhabiting Arthropods in Intercropping of Chili and Chinese Mustard Green Applied With *Bacillus thuringiensis* Based Bio-Insecticides and Synthetic Insecticides Treatment. *Sriwijaya Journal of Environment*, 5(2), 76–81.
- Susi Agustina, Pudji Widodo, H. A. H. (2014). Analisis Fenetik Kultivar Cabai Besar *Capsicum annum* L. dan Cabai Kecil *Capsicum frutescens* L. *BIOLOGI*, 1, 117–125.
- Tairas, R. W., & Mamahit, J. M. E. (2016). Serangga-serangga yang Berasosiasi pada Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.) di Kelurahan Kakaskasen Ii Kecamatan Utara. *Agroekoteknologi Tropika*, 12(1), 12–13.
- Ummi, N., Aviantara, D. B., & Banten, P. (2019). Waste Exchange Limbah Onggok Tapioka dengan Proses Biologik untuk Periptaan Biological Process For. 12(2), 136–154.
- Vajri, I. Y. (2022). Efektivitas Beberapa Bakteri Rizosfer Penghasil Kristal Protein Dari Beberapa Jenis Tanaman terhadap Hama *Spodoptera Litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal SOMASI (Sosial Humaniora Komunikasi)*, 3(2), 47–62.
- Vanderi, A. R., Arsi, A., Utami, M., Bintang, A., Salsabila, D., Sakinah, A. N., Malini, R. (2021). Peranan Serangga untuk Mendukung Sistem Pertanian Berkelanjutan. 249–259.
- Wahyuni, D., & Anggraini, R. (2018). Uji Efektifitas Ekstrak Daun Srikaya (*Annona squamosa*) terhadap Kematian Kecoa Amerika (*Periplaneta americana*). *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 8(2), 143–151.
- Widiyastuti, D. A., & Salsabila, N. (2021). Potensi Bungkil Inti Sawit Sebagai Campuran Media Tanam pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum Escalantum* Mill). *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 8(1), 1–10.
- Yatno, Pasaru, F., & Abd.Wahid. (2013). Keanekaragaman Arthropoda pada Pertanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Kecamatan Palolo. *E-J. Agrotekbis*, 1(5), 421–428.