

**UJI EFEKTIFITAS BIOPESTISIDA *Beauveria bassiana*
DAN *Metarrhizium* sp TERHADAP HAMA ULAT
TANAH (*Agrotis ipsilon* sp) PADA TANAMAN
KENTANG (*Solanum tuberosum*)**

SKRIPSI

**OLEH :
YOGA ANANDA TARIGAN
188210061**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 4/9/25

Access From (repository.uma.ac.id)4/9/25

**UJI EFEKTIFITAS BIOPESTISIDA *Beauveria bassiana*
DAN *Metarrhizium* sp TERHADAP HAMA ULAT TANAH
(*Agrotis ipsilon* sp) PADA TANAMAN KENTANG
(*Solanum tuberosum*)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Medan Area*

OLEH:

YOGA ANANDA TARIGAN
188210061

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

.....
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
.....

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 4/9/25

Access From (repository.uma.ac.id)4/9/25

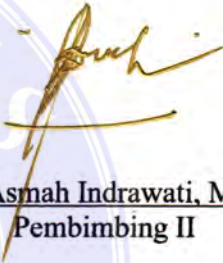
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Uji Efektifitas Biopestisida *Beauveria bassiana* Dan
Metarrhizium sp Terhadap Hama Ulat Tanah (*Agrotis
ippsilon* sp) Pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*)
Nama : Yoga Ananda Tarigan
NPM : 188210061
Prodi/Fakultas : Agroteknologi/Pertanian

Disetujui oleh:

Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Retna Astuti Kuswardani, M.S
Pembimbing I


Ir. Asmah Indrawati, M.P
Pembimbing II

Diketahui oleh :


Dr. Siswa Panjang Hernosa, SP., M.Si
Dekan Fakultas


Angga Ade Sahfitra, SP., M.Sc
Kepala Program Studi

Tanggal Lulus: 02 April 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 10 Agustus 2025



Yoga Ananda Tarigan

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yoga Ananda Tarigan
NIM : 188210061
Program Studi : Agroteknologi
Fakultas : Pertanian
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Uji Efektifitas Biopestisida *Beauveria bassiana* Dan *Metarrhizium* sp Terhadap Hama Ulat Tanah (*Agrotis ipsilon* sp) Pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*). Dengan hak bebas royalti noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media atau formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*) merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Medan
Pada tanggal : 10 Agustus 2025
Yang menyatakan



(Yoga Ananda Tarigan)

ABSTRAK

Agrotis ipsilon sp merupakan salah satu hama yang menyerang tanaman kentang. Ulat tanah (*Agrotis* sp) merupakan salah satu jenis hama ulat perusak tanaman yang banyak dikeluhkan para petani, hama ulat tanah seringkali menyerang batang tanaman muda, dan daun tanaman muda, baik dipersemaian maupun setelah pindah tanam. Umumnya pengendalian yang dilakukan untuk yaitu dengan menggunakan pestisida kimia, namun penggunaan pestisida kimia secara terus menerus dapat menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan maupun tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan biopestisida *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp terhadap mortalitas hama *Agrotis ipsilon* sp. Metode rancangan penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode rancangan Acak Lengkap (RAL) non Faktorial, yang terdiri atas non faktorial dengan perlakuan : K0=tanpa perlakuan; K1 = *Beauveria bassiana* 1 gr; K2 = *Beauveria bassiana* 2 gr; K3 = *Beauveria bassiana* 3 gr; K4 = *Metarrhizium* 3 gr; K5 = *Metarrhizium* 6 gr; dan K6 = *Metarrhizium* 9 gr. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa pemberian biopestisida jamur *B. bassiana* dan *Metarrhizium* sp menunjukkan pengaruh nyata terhadap mortalitas dengan perlakuan rata-rata tertinggi yaitu K3, K5, dan K6 (93,33%). Pada pengamatan LT50 perlakuan dengan kematian 50% tercepat yaitu K3 (5,77 hari). Pada pengamatan LD50 dosis yang sesuai dengan kematian 50% serangga uji pada perlakuan jamur *B. bassiana* (1,9 gram) dan *Metarrhizium* sp. (4,12 gram). Pada pengamatan hari tumbuh jamur, perlakuan jamur *B. bassiana* lebih cepat tumbuh yaitu 1,33 hari.

Kata Kunci: Tanaman kentang, *Agrotis ipsilon*, *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium*, Mortalitas

ABSTRACT

Agrotis ipsilon sp is one of the pests that attacks potato plants. Earthworms (*Agrotis* sp) are one type of plant-destroying caterpillar pest that many farmers complain about. Earthworm pests often attack young plant stems and young plant leaves, both in the nursery and after transplanting. Generally, control is carried out by using chemical pesticides, but continuous use of chemical pesticides can cause negative impacts on the environment and plants. This study aims to determine the effectiveness of using the biopesticide *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium* sp on the mortality of the pest *Agrotis ipsilon* sp. This research design method was carried out using a non-factorial Completely Randomized (CRD) design method, which consists of non-factorial with treatment: K0=no treatment; K1 = *Beauveria bassiana* 1 gr; K2 = *Beauveria bassiana* 2 gr; K3 = *Beauveria bassiana* 3 gr; K4 = *Metarrhizium* 3 gr; K5 = *Metarrhizium* 6 gr; and K6 = *Metarrhizium* 9 gr. Based on the results of research conducted, the administration of the fungal biopesticide *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium* sp showed a real effect on mortality with the highest average treatment, namely K3, K5 and K6 (93.33%). In the LT50 observation, the treatment with the fastest 50% mortality was K3 (5.77 days). In observing the LD50, the dose corresponded to the death of 50% of the test insects in the treatment of *Beauveria bassiana* (1.9 grams) and *Metarrhizium* sp. (4.12 grams). When observing mushroom growth days, the *Beauveria bassiana* mushroom treatment grew faster, namely 1.33 days.

Keywords: Potato plant, *Agrotis ipsilon*, *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium*, mortality

RIWAYAT HIDUP

Yoga Ananda Tarigan adalah nama penulis dalam penelitian ini. Dilahirkan pada 29 Agustus 2000 di Tongkoh, Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. Anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Imanuel Tarigan dan Ibu Evelida br Barus..

Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SDS Advent Barusjulu, Kec. Barusjahe, Kabupaten Karo , Provinsi Sumatera Utara, pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama sampai pada tahun 2015 di SMP Negeri 1 Kec. Berastagi, Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. Setelah itu melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Atas sampai pada tahun 2018 di SMA Negeri 1 Kec. Berastagi, Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. Pada bulan September 2018 penulis melanjutkan Pendidikan Sarjana di Universitas Medan Area pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian.

Penulis menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT Karya Hevea Indonesia Palm Oil Mill, Kec. Dolok Masihul, Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara selama satu bulan pada Tahun 2021. Penulis juga mengikuti kegiatan MBKM Kampus Merdeka dengan mengikuti Magang selama 3 bulan di Pusat Penelitian Kelapa Sawit dari Bulan Oktober 2021 – Januari 2022.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya ucapkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan anugrah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Skripsi penelitian ini.

Skripsi ini berjudul **“Uji Efektifitas Biopestisida *Beauveria bassiana* Dan *Metarrhizium* sp Terhadap Hama Ulat Tanah (*Agrotis ipsilon* sp) Pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*)”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk melaksanakan penelitian di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Penyusunan proposal ini tidak lepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

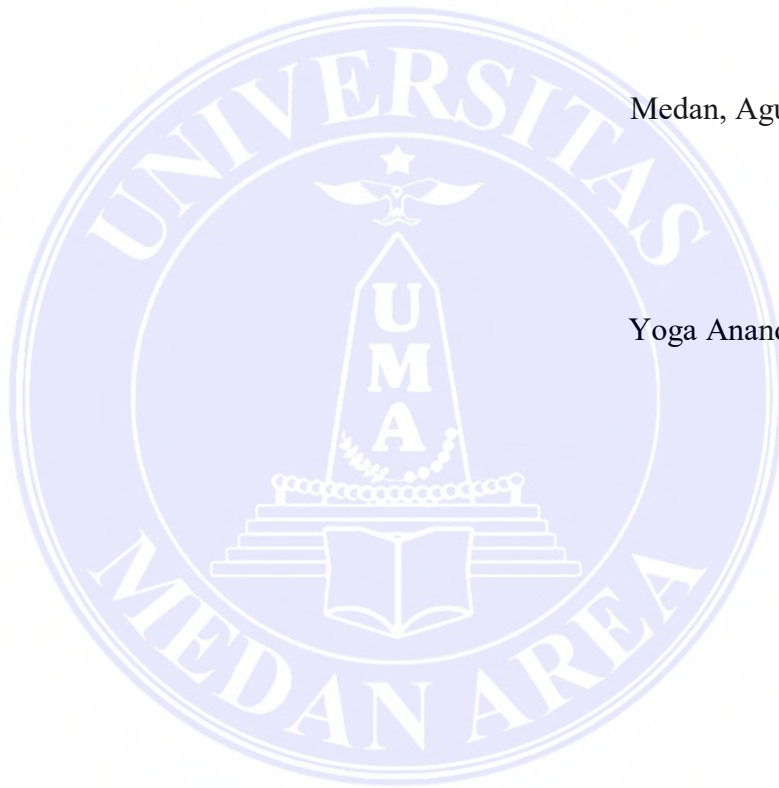
1. Bapak Dr. Siswa Panjang Hernosa, S.P., M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area
2. Bapak Angga Ade Sahfitra, SP,M.Sc Selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Retna Astuti K, MS Selaku Pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan yang membangun kepada penulis.
4. Ibu Ir. Asmah Indrawati, MP Selaku Pembimbing II, yang telah banyak memberikan bimbingan dan saran yang membangun kepada penulis.
5. Teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungannya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah banyak memberikan dorongan moral maupun material kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, baik dalam penyajian maupun tata bahasa, untuk itu penulis memohon maaf dan menerima kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan Skripsi ini. Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, Agustus 2025

Yoga Ananda Tarigan



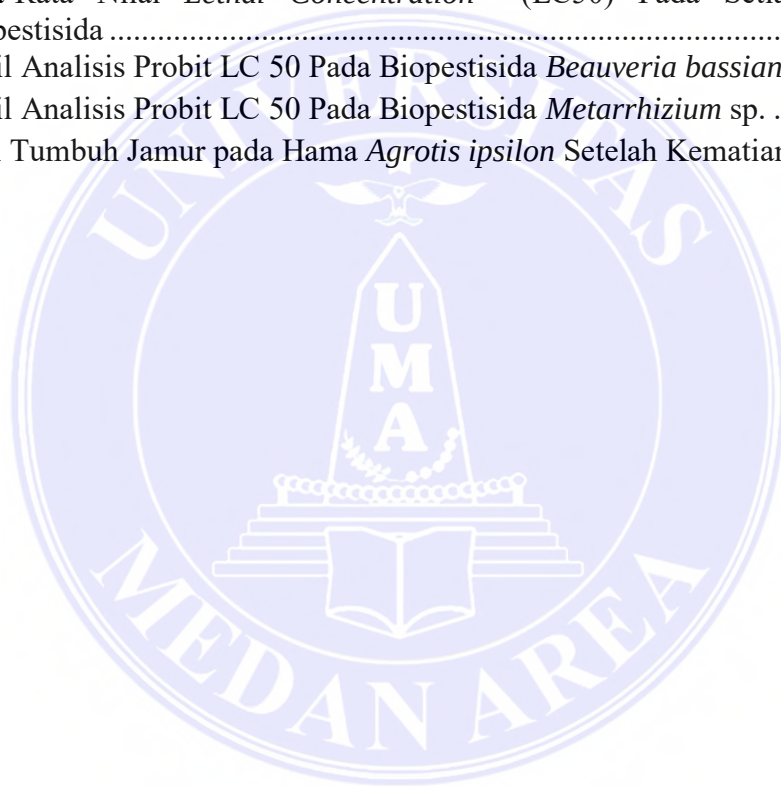
DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Hipotesis	7
1.5 Kegunaan Penelitian	7
 II. TINJAUAN PUSTAKA	 8
2.1 Tanaman Kentang.....	8
2.1.1 Botani Tanaman.....	9
2.1.2 Syarat Tumbuh	12
2.1.3 Budidaya Tanaman Kentang	14
2.2 Hama dan Penyakit Pada Tanaman Kentang	16
2.3 <i>Agrotis ipsilon</i>	28
2.3.1 Morfologi <i>Agrotis ipsilon</i>	29
2.3.2 Gejala serangan.....	32
2.3.3 Pengendalian Serangan <i>Agrotis ipsilon</i> sp.....	32
2.4 Pengendalian Hayati.....	34
2.5 Jamur Entomopatogen <i>Metarrhizium</i> sp.....	36
2.5.1 Morfologi <i>Metarrhizium</i> sp.	36
2.5.2 Mekanisme Infeksi <i>Metarrhizium</i> sp.	38
2.5.3 Aplikasi dan cara perbanyakkan <i>Metarrhizium</i> sp.	39
2.6 Cendawan Entomopatogen <i>Beauveria bassiana</i>	40
 III. METODOLOGI PENELITIAN.....	 42
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	42
3.2 Bahan dan Alat	42
3.3 Metode Penelitian	42
3.4 Metode Analisis	43
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	43

3.5.1 Persiapan Tanaman Pakan	43
3.5.2 Persiapan Bahan Biopestisida.....	44
3.5.3 Aplikasi biopestisida <i>Beauveria bassiana</i> dan <i>Metarrhizium</i> sp.....	44
3.6 Parameter Pengamatan.....	44
3.6.1 Gejala Kematian Hama.....	44
3.6.2 Pengamatan Mortalitas Hama.....	44
3.6.3 Hari dan Waktu Kematian (LT50).....	45
3.6.4 Analisis Probit LC50	45
3.6.5 Masa Pertumbuhan Jamur <i>Metarrhizium</i> sp dan <i>Beauveria bassiana</i>	45
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Gejala Kematian <i>Agrotis ipsilon</i> sp.....	47
4.2 Presentase Mortalitas (100%).....	49
4.3 Hari dan Waktu Kematian LT50	52
4.4 <i>Lethal Concentration</i> (LC50)	54
4.5 Hari Tumbuh Jamur.....	56
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR TABEL

No.	Keterangan	Halaman
1.	Data kabupaten yang memproduksi kentang di Sumatera Utara.....	2
2.	Hasil Sidik Ragam Persentase Mortalitas Hama <i>Agrotis ipsilon</i> dengan Aplikasi Biopestisida.....	50
3.	Rataan Persentase Mortalitas Hama <i>Agrotis ipsilon</i> dengan Aplikasi Biopestisida	50
4.	Rataan Persentase Mortalitas Hama <i>Agrotis ipsilon</i> pada Pengamatan 1-14 HAS	51
5.	Rata-Rata Hari Kematian <i>Lethal Time</i> (LT 50) Hama <i>Agrotis ipsilon</i> Setelah Pengaplikasian Biopestisida.....	53
6.	Rata-Rata Nilai <i>Lethal Concentration</i> (LC50) Pada Setiap Jenis Biopestisida	54
7.	Hasil Analisis Probit LC 50 Pada Biopestisida <i>Beauveria bassiana</i>	55
8.	Hasil Analisis Probit LC 50 Pada Biopestisida <i>Metarrhizium</i> sp.	55
9.	Hari Tumbuh Jamur pada Hama <i>Agrotis ipsilon</i> Setelah Kematian	56



DAFTAR GAMBAR

No.	Keterangan	Halaman
1.	Botani Tanaman Kentang.....	10
2.	Tanaman Monokultur (a) & Polikultur (b).....	14
3.	<i>Agrotis ipsilon</i> sp.....	29
4.	Siklus Hidup <i>Agrotis ipsilon</i> sp.....	29
5.	Gejala serangan <i>Agrotis ipsilon</i> sp.....	32
6.	Jamur <i>Beauveria bassiana</i> (a) dan <i>Metarrhizium</i> sp. (b) yang menyerang hama.....	46
7.	Gejala kematian yang disebabkan oleh <i>Beauveria bassiana</i>	48
8.	Gejala kematian yang disebabkan oleh <i>Metarrhizium</i> sp.....	49
9.	Grafik Mortalitas Hama <i>Agrotis ipsilon</i> pada pengamatan 1-14 HAS.....	51
10.	Grafik Hari Kematian dan LT50.....	53



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Keterangan	Halaman
1.	Denah penelitian.....	66
2.	Jadwal Kegiatan Penelitian	67
3.	Tabel Pengamatan Mortalitas Ulangan I.....	68
4.	Tabel Pengamatan Mortalitas Ulangan II.....	68
5.	Tabel Pengamatan Mortalitas Ulangan III	68
6.	Tabel Pengamatan Rataan Mortalitas.....	68
7.	Tabel Hari Kematian	69
8.	Dokumentasi Penelitian.....	70



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) adalah tanaman sayuran perdu semusim dan berumbi. Tanaman kentang berkembang biak melalui umbi. Tanaman kentang akan tumbuh subur di dataran tinggi yang beriklim dingin. Sedangkan pada dataran rendah dengan suhu udara tinggi, tanaman kentang akan kesulitan membentuk umbi. Daerah yang ideal untuk budidaya kentang adalah dataran tinggi yang memiliki ketinggian antara 1000-2000 mdpl (Rahmawanto, 2008). Suhu udara yang dingin antara 14-22°C. Curah hujan yang dibutuhkan selama masa pertumbuhan tanaman antara 1000-1500 mm pertahun. Teknik budidaya kentang dimulai dengan pengolahan lahan, pemberian pupuk dasar, persiapan bibit dan cara menanam bibit, pemeliharaan tanaman, pengendalian hama penyakit, dan pemanenan (Purwanti, 2010). Teknik ini wajib diterapkan agar menghasilkan kentang dengan kualitas baik.

Produksi kentang di Sumatera Utara menjadi penyumbang produksi kentang terbesar kelima di Indonesia selain provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Sumatera Selatan. Di Provinsi Sumatera Utara menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) terdapat 10 kabupaten yang memberikan kontribusi terhadap komoditas kentang. Meskipun hanya terdapat 10 kabupaten namun produksi kentang dari kabupaten ini menjadi suplay permintaan kentang di seluruh provinsi Sumatera Utara dan juga dikirim ke provinsi lain sampai di ekspor ke luar negeri. Berikut merupakan data produksi 5 kabupaten sebagai sentra produksi kentang terbesar di Sumatera Utara pada tahun 2020-2021.

Tabel 1. Produksi Kentang Menurut Kabupaten di Provinsi Sumatera Utara

Kabupaten	Tahun		
	2020	2021	2022
Simalungun	229 798	268 348	152 189
Karo	703 675	966 907	973 851
Dairi	105 110	56 989	973 851
Samosir	112 808	161 466	173 551
Humbang Hasundutan	59 750	90 231	94 205
Sumatera Utara	1 243 255	1 588 371	1 484 319

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS Sumatera Utara, 2023)

Salah Kabupaten yang menjadi sentra komoditas kentang terbesar di Sumatera Utara adalah kabupaten Karo pada tahun 2020 sebanyak 703.675 ton/ha, kemudian mengalami peningkatan produksi yaitu pada tahun 2021 sebanyak 966.907 ton/ha dan pada tahun 2022 sebanyak 973.851 ton/ha (2022) (BPS Sumatera Utara, 2023). Peningkatan produksi kentang diduga adanya upaya perluasan areal.

Upaya perluasan areal tanaman kentang di dataran medium dihadapkan oleh banyak kendala, misalnya suhu tinggi, kelembaban, dan intensitas sinar matahari yang menjadi faktor penghambat pembentukan umbi. Selain itu, gangguan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) di dataran medium juga tinggi yang dapat menyebabkan kehilangan hasil sekitar 25-90% (Setiawati et al., 2009).

Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan produksi kentang yaitu dengan penanaman kentang di dataran medium. Budidaya kentang di dataran medium dengan berbagai permasalahan iklim seperti; suhu, kelembaban dan curah hujan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kentang serta dapat merangsang perkembangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang dapat menyebabkan penurunan hasil mencapai 40% bahkan gagal

panen (Nuraeni *et al.*,2013). Dengan penurunan hasil tersebut, maka perlu dilakukan upaya pengendalian OPT.

Selama ini pengendalian hama dan penyakit pada pertanaman kentang petani menggunakan pestisida sintesis. Umumnya untuk pengendalian hama *Agrotis ipsilon*, kutu kebul menggunakan pestisida bahan aktif imidacloprid 25% dan abemektin 18g/l, sedangkan pengendalian penyakit phytophthora menggunakan fungisida Sandofan MZ 10/56 WP, Benlate, dan Kocide 54 (Purwantisari, dkk., 2008). Namun, penggunaan pestisida dapat menimbulkan dampak negatif baik untuk manusia maupun lingkungan seperti keracunan, hilangnya keragaman hayati, menurunnya populasi musuh alami dan predator dan terjadinya pencemaran lingkungan (Isenring, 2010).

Sehingga perlu adanya perbaikan untuk pertanian berkelanjutan yaitu dengan menggunakan pestisida yang aman bagi manusia dan lingkungannya.

Salah satu upaya pengendalian OPT yang aman bagi lingkungan, efektif serta efisien dalam penggunaannya yaitu dengan pengendalian hayati menggunakan insektisida hayati. yaitu insektisida yang mengandung mikroorganisme seperti bakteri, virus dan jamur. Mikroorganisme patogen dari golongan bakteri dan jamur yang telah sukses dan berpotensi sebagai insektisida biologi antara lain cendawan *Metarrhizium* sp. dan *Beauveria bassiana* (Untung, 2001).

Salah satu hama yang menyerang tanaman kentang adalah Ulat tanah *Agrotis ipsilon* (Setiawati *et al.* 2001) Hama ini disebut juga hileud tegel, hileud orok, uler lutung, uler bumi atau *black cutworm*. Hama dewasa berupa ngengat berwarna gelap dengan beberapa titik putih bergaris-garis aktif pada malam hari.

Telur berbentuk bulat dengan ukuran kecil ($\varnothing$ 0,5 mm) diletakkan pada daun muda secara tunggal atau berkelompok. Larva atau ulat yang baru menetas hidup pada daun tanaman muda, membuat lubang-lubang kecil dengan jalan memakan jaringan daun. Selanjutnya jika ulat bertambah besar (2,5 – 3,5 cm) akan pindah ke tanah, bersembunyi selama siang hari dan akan aktif mencari makan pada malam hari. Pada waktu istirahat posisi ulat melingkar. Pupa terbentuk dalam tanah, berwarna coklat terang berkilauan atau coklat gelap. Ulat menyerang tanaman dengan cara memotong batang muda atau tangkai daun, lalu bagian tanaman ini sering ditarik ke tempat persembunyiannya. Ulat akan mudah dijumpai dalam tanah di sekitar tanaman yang diserangnya.

Ulat tanah (*Agrotis ipsilon* sp) merupakan salah satu jenis hama ulat perusak tanaman yang banyak dikeluhkan para petani, hama ulat tanah seringkali menyerang batang tanaman muda, dan daun tanaman muda, baik dipersemaian maupun setelah pindah tanam (Sastrosiswojo et al., 2005). Ulat tanah adalah ulat yang hidup di tanah biasa sebagai hama yang serangannya menyebabkan pangkal batang patah. Hama tersebut akan menyerang dengan cara memotong batang tanaman sehingga tanaman tersebut mati. (Setyawati et al., 2016)

B. bassiana adalah jenis jamur (fungi) yang tergolong dalam kelas: *Ascomycota*, ordo: *Hypocreales*, famili *Clavicipitaceae* (Hughes, 1971 dalam Nathalia, 2011). Konidiofor yang fertil bercabang-cabang secara zig-zag. Konidia bersel satu, berbentuk bulat sampai oval berukuran 2-3 mikron. Hifa *B. bassiana* hialin dalam koloni berwarna putih seperti kapas. *B. bassiana* masuk ke tubuh serangga melalui kulit di antara ruas-ruas tubuh. Penetrasinya dimulai dengan pertumbuhan spora pada kutikula. Hifa fungi mengeluarkan enzim kitinase, lipase

dan protease yang mampu menguraikan komponen penyusun kutikula serangga. Di dalam tubuh serangga hifa berkembang dan masuk ke dalam pembuluh darah.

Di samping itu *B. bassiana* juga menghasilkan toksin seperti beauvericin, bassianin, bassianolide, beauverolides, tenellin, oosporein, dan asam oksalat. Toksin-toksin tersebut yang mengakibatkan *B. bassiana* memarasit dan membunuh inangnya (Wang et al., 2021). Menurut Arianti et al., (2013) serangga yang terinfeksi *B. bassiana* akan menimbulkan gejala lewih karena berhenti melakukan aktivitas makan sehingga kematian akan lebih cepat.

Penggunaan jamur entomopatogen saat ini telah diaplikasikan baik di luar negeri maupun di dalam negeri sebagai salah satu alternatif pengendalian hama ramah lingkungan guna mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida kimia. Kebanyakan jamur entomopatogen terutama *Metarrhizium* sp. telah banyak digunakan untuk mengendalikan serangga hama. Jamur entomopatogen *Metarrhizium* sp. dapat diisolasi dari tanah dan serangga yang terinfeksi serta dapat persisten di dalam tanah terutama jika propagulnya kontak dengan inang yang rentan. Di dalam tanah jamur ini bersifat sebagai saprofit. Jamur *Metarrhizium* sp. dapat melakukan penetrasi ke dalam tubuh inang dengan adanya tekanan mekanik dan bantuan toksin yang dikeluarkan oleh jamur (Hasyim et al., 2016).

Metarrhizium sp. adalah salah satu jamur patogen serangga yang dikenal sebagai jamur green muscardine karena mempunyai konidia (spora) berwarna hijau. Jamur *Metarrhizium* sp. pertama kali diisolasi oleh Metschnikoff dari serangga hama yang menyerang tanaman gandum *Anisoplia austriaca* pada tahun 1879 dan diidentifikasi sebagai *Entomophthora anisopliae*, dan pada tahun 1888

jamur ini digunakan pertama kali dalam pengendalian hama secara hayati. Sejak saat itu eksplorasi isolat jamur *Metarrhizium* sp. semakin berkembang ke kelompok serangga lainnya, seperti Lepidoptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera, dan Coleoptera. Beberapa spesies *Metarrhizium* sp. berhasil diidentifikasi dari berbagai hama kumbang Coleoptera, tetapi hanya spesies jamur *Metarrhizium* sp. yang dilaporkan efektif menginfeksi kelompok Scarabaeidae (Coleoptera) (Indrayani, 2017).

Metarrhizium sp dan *Beauveria bassiana* adalah jenis patogen yang dapat menyerang serangga dari ordo Lepidoptera Hama ulat tanah (*Agrotis ipsilon* sp) merupakan salah satu spesies dari ordo Lepidoptera. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang Uji Efektifitas Biopestisida *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp Terhadap Hama Ulat Tanah *Agrotis ipsilon* sp) pada Tanaman kentang (*Solanum tuberosum*).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh penggunaan biopestisida *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp terhadap mortalitas hama *Agrotis ipsilon* pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan biopestisida *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp terhadap mortalitas hama *Agrotis ipsilon* pada tanaman kentang *solanum tuberosum*.
2. Untuk mengetahui efektifitas berbagai dosis *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp terhadap mortalitas *Agrotis ipsilon*.

1.4 Hipotesis

1. Penggunaan biopestisida *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp menunjukkan pengaruh nyata terhadap mortalitas hama *Agrotis ipsilon* pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum*).
2. Pemberian biopestisida *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp berbagai dosis berpengaruh terhadap mortalitas *Agrotis ipsilon*.

1.5 Kegunaan Penelitian

1. Sebagai gambaran dan informasi bagi petani kentang tentang pemanfaatan biopestisida *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* dalam budidaya tanaman kentang
2. Mengkaji secara mendalam tentang pemanfaatan biopestisida *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* dalam budidaya tanaman kentang
3. Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kentang

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) adalah salah satu komoditas hortikultura penting di Indonesia yang banyak dibudidayakan di dataran tinggi dan menjadi bahan pangan alternatif karena selain mempunyai nilai ekonomi yang tinggi juga sebagai sumber karbohidrat yang kaya protein. Tanaman kentang berasal dari Amerika Selatan lalu dibawa dan dikembangkan di Eropa kemudian dijadikan makanan pokok bagi bangsa-bangsa Eropa. Masuknya ke Indonesia tidak diketahui dengan pasti, tetapi pada tahun 1794 kentang ditemukan ditanam di Cisarua (Cimahi, Bandung). Pada tahun 1811 kentang telah tersebar luas di Indonesia terutama di daerah-daerah pegunungan di Aceh, Tanah Karo, Padang, Bengkulu, Sumatera Selatan, Minahasa, Bali dan Flores (Zauhari, dkk., 1994).

Kentang merupakan komoditas yang terbilang memiliki kebutuhan pasar yang tinggi dan salah satu jenis tanaman sayuran yang dikembangkan di beberapa daerah di Indonesia (Prang et al., 2023). Menurut Direktorat Jendral Hortikultura (2022) pada tahun 2021 kebutuhan kentang di Indonesia yaitu 143.740 ton. Dan luas panen kentang di Indonesia adalah 71,87 ribu hektar, luas panen tersebut mampu menghasilkan umbi kentang sebanyak 1.361,07 ribu ton dengan produktivitas rata-rata panen kentang di Indonesia adalah 18,95 ton per hektar. Sehingga Indonesia masih melakukan impor dari negara lain setiap tahunnya untuk memenuhi kebutuhan kentang tersebut.

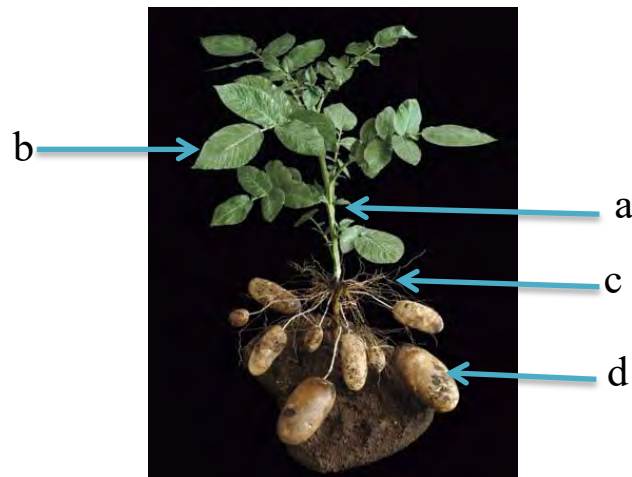
Kentang merupakan tanaman dikotil yang bersifat semusim, termasuk famili *Solanaceae*, berbentuk semak, berumur pendek, memiliki umbi batang yang dapat

dimakan dan hanya sekali berproduksi (Yahya, 2015). Menurut Sharma (2002), tanaman kentang ini digolongkan ke dalam klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Subdivisi : *Angiospermae*
Kelas : *Dicotyledonae*
Ordo : *Solanales*
Famili : *Solanaceae*
Genus : *Solanum*
Spesies : *Solanum tuberosum* L.

2.1.1 Botani Tanaman

Kentang terdiri dari beberapa jenis dan beragam varietas. Jenis-jenis tersebut memiliki perbedaan bentuk, ukuran, warna kulit, daya simpan, komposisi kimia, sifat pengolahan dan umur panen. Berdasarkan warna kulit dan daging umbi, kentang terdiri dari tiga golongan yaitu kentang kuning, kentang putih, dan kentang merah. Kentang kuning memiliki beberapa varietas yaitu varietas *Patrones*, *Katella*, *Cosima*, *Cipanas*, dan *Granola*. Kentang putih memiliki varietas *Donata*, *Radosa*, dan *Sebago*. Varietas kentang merah yaitu *Red Pontiac*, *Arka* dan *Desiree*. Jenis kentang yang paling digemari adalah kentang kuning yang memiliki rasa yang enak, gurih, empuk, dan sedikit berair (Aini, 2012).



Gambar 1. Botani Tanaman Kentang
Sumber : Yuwono, 2015

a. Batang

Batang tanaman kentang kecil, lunak, bagian dalamnya berlubang dan bergabus. Bentuknya persegi tertutup dan dilapisi bulu – bulu halus. Batang berbentuk segi empat atau segi lima, tergantung varietasnya, tidak berkayu, dan bertekstur agak keras. Permukaan batang halus. Diameter batang kecil dengan panjang mencapai 1,2 meter. Batang yang muncul dari mata umbi berwarna hijau kemerahan dan bercabang samping. Pada dasar batang utama akan tumbuh akar dan stolon. Stolon yang beruas akan membentuk umbi, tetapi ada pula yang tumbuh menjadi tanaman baru. Dengan demikian, stolon merupakan perpanjangan dari batang. Dengan kata lain umbi kentang merupakan batang yang membesar (Wattimena et al., 1992).

b. Daun

Daun merupakan organ tanaman kentang yang paling aktif dan terlihat. Fungsi terpenting daun adalah menyerap sinar matahari untuk proses fotosintesis. Daun tanaman kentang terletak berselang seling pada batang tanaman. Bentuk daun oval sampai oval agak bulat dengan ujung meruncing dan tulang - tulang

daun menyirip. Jumlah helai daun umumnya ganjil, saling berhadapan dan diantara pasang daun terdapat pasangan daun kecil seperti telinga, yang disebut daun sela. Pada pangkal tangkai daun majemuk terdapat sepang daun kecil yang disebut daun penumpu (*sripulae*). Tangkai lembar daun (*petiolus*) sangat pendek dan seolah – olah duduk. Warna daun hijau muda sampai hijau gelap dan tertutup oleh bulu – bulu halus (Burke, 2012).

c. Akar

Tanaman kentang memiliki perakaran tunggang dan serabut. Akar tunggang menembus tanah sampai kedalaman 45 cm, sedangkan akar serabut tumbuh menyebar ke arah samping dan menembus tanah datar. Akar tanaman berwarna keputih – putihan dan berukuran sangat kecil. Akar tanaman menjalar dan berukuran sangat kecil bahkan sangat halus. Kedalaman daya tembusnya bisa mencapai 45 cm. Namun, biasanya akar ini banyak yang mengumpul di kedalaman 20 cm. Tanaman kentang yang berasal dari umbi tidak memiliki akar utama, tetapi hanya memiliki akar serabut berukuran kecil dan berwarna putih yang panjangnya bisa mencapai 60 cm (Haryono dan Kurniati, 2013).

d. Umbi

Umbinya berbentuk buni, buah yang kulit/ dindingnya berdaging, dan mempunyai dua ruang. Di dalam buah berisi banyak calon biji yang jumlahnya bisa mencapai 500 biji. Akan tetapi, dari jumlah tersebut yang berhasil menjadi biji hanya sekitar 100 biji saja, bahkan ada yang cuma puluhan biji, jumlah ini tergantung dari varietas kentangnya. Menurut Zulkarnain, (2013) berdasarkan warna umbinya, kentang digolongkan atas kentang kuning, kentang putih, dan kentang merah. Kentang kuning memiliki kulit dan daging umbi berwarna kuning.

Beberapa kultivar yang termasuk kentang kuning adalah Eigenheimer, Patrones, Rapan-106 dan Thung 151-C. Sementara itu, kentang putih memiliki kulit dan daging umbi berwarna putih. Beberapa kultivar kentang putih adalah Donata, Radosa, dan Sebago. Kentang merah adalah kentang yang kulit umbinya berwarna merah, sedangkan dagingnya berwarna kuning. Contoh varietas yang termasuk kentang merah adalah Dasire, Arka, dan Red Pontiac.

2.1.2 Syarat Tumbuh

Iklim

Tanaman kentang tumbuh baik di daerah dataran tinggi atau pegunungan dengan ketinggian 800 sampai 1800 meter di atas permukaan laut (dpl). Bila tumbuh di dataran rendah (di bawah 500 m dpl), tanaman kentang sulit membentuk umbi atau hanya terbentuk umbi yang berukuran kecil, kecuali di daerah yang mempunyai suhu malam hari dingin (200°C). Sementara itu, jika ditanam di atas ketinggian 2.000 m dpl, pembentukan umbinya menjadi lambat (Kementan, 2013).

Tanaman kentang dapat tumbuh pada suhu udara antara 15°C sampai 22°C . Suhu optimum pertumbuhan kentang yakni 18°C sampai 20°C dengan kelembaban udara 80 sampai 90%. Proses pembentukan umbi sangat dipengaruhi oleh suhu tanah yang rendah pada malam hari, yang akan merangsang timbulnya hormon pembentukan umbi pada tanaman. Hormon ini akan diteruskan ke ujung stolon atau bakal umbi. Suhu tanah optimal bagi pembentukan umbi yang normal berkisar $15-18^{\circ}\text{C}$. Pertumbuhan umbi akan sangat terhambat apabila suhu tanah kurang dari 10°C dan lebih dari 30°C (Kementan, 2013).

Curah hujan yang baik untuk pertumbuhan tanaman kentang adalah 1000 sampai 2000 mm/tahun. Derajat keasaman atau pH yang cocok untuk tanaman kentang berkisar antara 5,0–7,0. Keadaan iklim dan tanah merupakan dua faktor yang harus diperhatikan selain faktor penunjang lainnya (Wattimena et al., 1992).

Tanah

Tanaman kentang dapat tumbuh baik pada tanah yang mempunyai struktur cukup halus atau gembur, drainase baik, tanpa lapisan kedap air, debu atau debu berpasir dan sedikit kering. Lapisan keras akan menyebabkan genangan air dan perakaran kentang tidak dapat menembus lapisan kedap air. Lebih suka tanah vulkanis (andosol). Tanah lempung berpasir dan subur, rasa umbi lebih enak dan kandungan karbohidratnya lebih tinggi. Kentang dapat tumbuh pada berbagai macam tanah mulai dari tanah yang bertekstur berpasir, lempung berliat pada tanah bergembur. Tanah bertekstur ringan dan tanah bergambut sangat cocok untuk tanaman kentang (Wattimena et al., 1992).

Pada tanah asam (pH kurang dari 5), tanaman sering mengalami gejala kekurangan Mg dan keracunan Mn. Selain itu tanaman menjadi mudah terserang nematoda. Sementara itu pada tanah basa (pH lebih dari 7), sering timbul gejala keracunan unsur K dan umbinya mudah terserang penyakit kudis, sehingga tidak laku dijual. Tanaman kentang toleran terhadap selang pH yang cukup luas yaitu 4,5 – 8,0, tetapi untuk pertumbuhan optimal dan ketersediaan unsur hara pH yang baik adalah 5,0 – 6,5 (Wattimena et al., 1992).

2.1.3 Budidaya Tanaman Kentang

Jarak tanam

Jarak tanam yang ditetapkan harus sesuai dengan ukuran benih, tipe tanah, kemiringan lahan, kemampuan tanah menyimpan air dan arah datangnya sinar. Alat penentu jarak tanam dapat menggunakan belahan bambu yang ditandai atau menggunakan roda berjari dengan jarak 30 – 40 cm.

Penanaman kentang dapat dilakukan dengan sistem baris ganda (*double row*) yang ditanam pada bedengan atau baris tunggal (*single row*). Sistem tanam tanaman kentang dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu monokultur dan tumpangsari. Pada sistem tanam monokultur, kentang ditanam tidak berbarengan dengan tanaman lainnya. Sedangkan pada sistem tanam tumpangsari, tanaman kentang ditanam berselang dengan tanaman lainnya. Adapun tanaman lain yang biasa ditanam dengan sistem tumpangsari pada tanaman kentang adalah tanaman seledri dan bawang daun. Tumpangsari tanaman kentang dilakukan dalam upaya menekan infestasi hama *Myzus* dalam pertanian organik (Sidauruk, 2016).



Gambar 2. Tanaman Monokultur (a) & Polikultur (b)
Sumber : Ardian, dkk., 2023 & Karo, dkk., 2018

Pemupukan

Dosis pupuk yang digunakan sangat beragam dan belum menunjukkan dosis pemupukan berimbang dimana Penggunaan Pupuk N rata-rata sebesar 191,44 Kg

N/ha sementara dosis anjuran 350 Kg N/ha, P sebesar 293,11 Kg P₂O₅/ha dosis anjuran sebesar 500 kg P₂O₅/ha dan K sebesar 210,93 Kg K₂O/ha dosis anjuran sebesar 200 K₂O/ha (Sukendar, 2011).

Pemupukan susulan adalah memberikan pupuk sebagai nutrisi tambahan sesuai kondisi pertumbuhan tanaman dengan tujuan menambah kebutuhan hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sedangkan pembumbunan adalah meninggikan guludan di lokasi pertanaman dengan tujuan supaya perakaran dan umbi kentang dapat tumbuh optimal. Standar pemupukan susulan harus mengacu pada empat tepat, yaitu tepat dosis, tepat cara, tepat waktu, dan tepat jenis dan sesuai kebutuhan hara tanaman. Pembumbunan dilakukan untuk menjaga agar umbi tetap tertutup tanah sehingga ruang pertumbuhan dan perkembangan umbi tidak terbatas. Pada pemupukan susulan, pupuk yang digunakan terdiri dari campuran pupuk NPK dengan kebutuhan sebagai berikut (Yusdian, 2022) : Urea 12 g, Za 8 g, TSP 15 g, KCL 5 g.

Adapun tahapan kerja pada pemupukan susulan dan pembumbunan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penyiangan pertanaman kentang.
2. Pupuk susulan ditaburkan disekitar tanaman kentang pada umur 20-35 HST dengan dosis 5-10 gr pupuk susulan (pupuk campuran) per tanaman kentang.
3. Mencangkul tanah diantara guludan (parit) kemudian dinaikan ke atas guludan sebelah kanan dan kiri parit (pembumbunan I).
4. Pembumbunan II dilakukan pada tanaman kentang umur 35-40 HST.

Panen

Berdasarkan kriteria dan kualitas hasil panen tanaman kentang yang harus sesuai dengan permintaan pasar, serta memperoleh produktivitas yang optimal dengan menentukan waktu panen yang tepat. Menurut Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) (2015) adapun standar penentuan waktu panen dan penanganan panen adalah sebagai berikut:

1. Secara visual waktu panen (untuk tujuan konsumsi) dapat dilihat dari perkembangan fisik tanaman kentang, yaitu dari daun dan batang yang berubah dari warna hijau segar menjadi kekuningan dan mengering lebih dari 75 %. Bila tanda-tanda visual tersebut sudah tampak, daun kemudian dipangkas dan dibiarkan minimal tujuh hari, lalu gali dengan hati-hati agar kulit ubi kentang tidak mudah lecet (terkelupas).
2. Secara perhitungan umur tanaman (untuk tujuan konsumsi), penentuan umur panen varietas granola (100-120 hari), tergantung cuaca, dan pemeliharaan tanaman. Panen dilakukan pada saat cuaca cerah dan tidak saat hujan atau menjelang hujan.
3. Cara panen dilakukan dengan menggali ubi kentang secara hati-hati dengan cara manual menggunakan cangkul atau alat sejenisnya.
4. Panen sebaiknya dilakukan pada petak umur tanaman yang sama secara serentak.

2.2 Hama dan Penyakit Pada Tanaman Kentang

Tanaman kentang merupakan tanaman yang memiliki banyak hama dan penyakit. Tanaman kentang memiliki 266 hama dan penyakit yang terdiri dari 23 virus, 38 cendawan, 6 bakteri, 2 mikoplasma, 1 viroid, 68 nematoda dan 128

insekta (Sastrahidayat, 2011). Beberapa hama dan penyakit yang umum ditemukan pada tanaman kentang yaitu; penggerek umbi, ulat tanah *Agrotis*, thrips, penyakit phytopthera, penyakit sista kentang dan sebagainya. Berikut hama dan penyakit yang penting dan umum ditemukan di lahan pertanaman kentang.

2.2.1 Hama Tanaman Kentang

Menurut Setiawan (2016) Hama yang menyerang tanaman kentang umumnya sebagai berikut:

1. Penggerek umbi/ daun *Phthorimaea operculella*

Ulat penggerek daun atau umbi, taromi, salisip, atau ngengat umbi kentang (PTM) adalah nama lain dari hama. Larvanya mempunyai tubuh coklat tua dan warnanya putih kelabu. Pupa, atau kepompong, terdapat dalam butiran tanah berwarna coklat dalam kokon yang tertutup. Pupa menempel pada rak penyimpanan kentang atau di atas umbi, biasanya di dekat mata batang. Serangga dewasa adalah kupu-kupu kecil berwarna coklat kelabu yang berhibernasi di siang hari dan aktif di malam hari.

Jaringan epidermis daun terlipat menjadi gulungan dengan warna merah kecoklatan atau bening transparan. Saat lipatan ini terbuka, Anda dapat melihat jalinan dan larva di dalamnya. Gulungan daun jenis ini juga dapat ditemukan di dekat titik tumbuh. Jika tidak ditangani, tingkat keparahan kerusakan bisa mencapai hampir seratus persen, terutama saat musim dingin. Terdapatnya tandan kotoran berwarna putih hingga hitam hingga coklat tua pada kulit umbi merupakan tanda serangan pada umbi. Saat bawang bombay dipotong, terlihat larva dan lubangnya, disebut juga "lubang korok", yang dibuat larva saat memakan bawang tersebut.

2. Pengorok daun *Liriomyza huidobrensis*

Serangga dewasa mempunyai fase imago 10 hari dan fase imago 6 hari. Lalat dari spesies ini memiliki ukuran kurang lebih 2 mm. Pada epidermis daun, ditemukan telur berbentuk ginjal berukuran 0,1-0,2 mm. Larva atau belatung berbentuk silinder dengan diameter 2,5 mm dan tidak mempunyai badan maupun kaki. Pupa ditemukan di dalam tanah dan berwarna kecoklatan.

Larva merusak tanaman dengan cara memotong daunnya sehingga hanya menyisakan bagian epidermisnya saja. Serangga dewasa menyerang tanaman dengan tusukan ovipositor, yaitu lubang pada daun dan cairan pada daun. Jika serangannya kuat, daunnya berubah warna menjadi coklat tua. Hal ini menyebabkan kehancuran seluruh tanaman. (Setiawati dan Muharam, 2003).

3. Ulat tanah *Agrotis ipsilon*

Hama dewasa berwarna hitam dengan beberapa garis putih. Mereka aktif di malam hari. Telur bulat ($\varnothing$ 0,5 mm) disusun sendiri-sendiri atau berkelompok pada daun muda. Larva atau ulat muda berkembang di daun tanaman, menggali lubang kecil untuk memakan jaringan daun. Ketika ulat sudah lebih besar (2,5 hingga 3,5 cm), mereka turun ke tanah, bersembunyi di siang hari dan mulai mencari makan di malam hari. Posisi ulat diputar pada saat istirahat. Semua pupa yang ditemukan di dalam tanah berwarna coklat muda atau coklat tua.

Ulat menyerang tanaman dengan cara memotong batang muda atau tangkai daun, lalu bagian tanaman ini sering ditarik ke tempat

persembunyiannya. Ulat akan mudah dijumpai dalam tanah di sekitar tanaman yang diserangnya (Setiawati et al. 2001).

4. Kutu daun *Myzus persicae*

Myzus persicae berarti "kutu daun persik". Serangga berukuran berkisar antara 0,6 hingga 3 mm ini hidup berkelompok dalam beberapa instar, mulai dari yang kecil hingga dewasa. Serangga ini melakukan partenogenesis di daerah tropis. Warna kulit individu adalah biru muda atau biru pucat, dengan episode warna jingga atau warna kuning. Panjang badan sama dengan panjang antena. Serangga dewasa dapat berupa hashtag, atau alatae, atau non-bersayap, atau apterae. Punggung serangga pengganti a bercak coklat kehitaman. Bagian bawah daun, batang bunga, bakal bunga dan lipatan daun yang keriting berisi kutu. Nimfa dan imago memakan cairan dari daun, yang menyebabkan kerusakan. Kutu daun bukanlah serangga hama melainkan virus pada tanaman kentang. (Noordam, 2004).

5. Hama trips

Thrips palmi Nama lain hama ini adalah kemereki (bahasa Jawa). Trips menyerang tanaman sepanjang tahun, dan serangan berat terjadi pada musim kemarau. Serangga dewasa bersayap seperti jumbai sisir bersisi dua, sedangkan nimfa tidak bersayap. Warna tubuh nimfa kuning pucat sedangkan serangga dewasa berwarna kuning sampai coklat kehitaman. Panjang badannya sekitar 0,8 – 0,9 mm.

Gejala kerusakan secara langsung terjadi karena trips mengisap cairan daun. Daun yang terserang berwarna keperak-perakan atau kuning merah

seperti perunggu pada permukaan bawah daun. Daun berkerut/ keriting karena cairan tanaman dihisap (Setiawati et al. 2001).

6. Kutu kebul

Bemisia tabaci Beberapa spesies famili *Alerodidae* umumnya dikenal sebagai kutu kebul dan menyerang sejumlah tanaman (dilaporkan terdapat sekitar 105 jenis). Serangga ini disebut juga sebagai lalat putih. Serangga dewasa berukuran kecil (1- 1,5 mm), berkoloni atau tunggal, mudah diamati karena warnanya putih mencolok. Bila tanaman tersentuh, koloni serangga akan beterbangan seperti kabut atau kebul putih. Telur serangga ini lonjong agak melengkung seperti buah pisang (0,2-0,3 mm) dan diletakkan di bawah permukaan bawah daun. Nimfa terdiri atas 3 instar. Instar ke-1 pipih, berbentuk bulat telur, dan bertungkai. Instar ke-2 dan 3 tidak bertungkai. Pupa terdapat pada permukaan bawah daun, berbentuk oval agak pipih, berwarna hijau keputih-putihan sampai kekuningan. Gejala serangannya berupa bercak nekrotik pada daun yang disebabkan oleh rusaknya sel-sel dan jaringan daun akibat serangan nimfa dan dewasa. (Setiawati dan Muharam, 2003).

7. Hama pemakan daun ulat grayak *Spodoptera* sp., ulat jengkal *Chrysodeixis* sp., dan ulat buah tomat *Helicoverpa* sp. Ngengat *Spodoptera* berwarna gelap dengan garis putih pada sayap depannya. Telur berwarna putih mutiara, berkelompok, ditutupi oleh rambut-rambut sutra berwarna putih kecoklatan. Larva instar ke-1, 2 dan 3 (panjang 2-15 mm) mempunyai kalung berwarna hitam pada abdomen ruas ketiga. Warna larva bervariasi dari hijau kehitaman, coklat kehitaman dan putih

kehitaman. Pada instar selanjutnya kalung berubah menjadi bercak hitam. Larva instar ke-3 dan 4 sangat merusak. Pupa berwarna coklat gelap, terbentuk dalam tanah. Pada sayap depan *Chrysodeixis* sp. terdapat huruf Y. Larva berwarna hijau dengan garis-garis putih pada sisi tubuhnya. Larva berjalan seperti menjengkal karena hanya memiliki pasangan tungkai pada ujung abdomennya, sedangkan proleg tidak bertungkai. Imago ulat buah tomat berupa ngengat berwarna sawo dengan bintik dan garis hitam. Ngengat jantan mudah dibedakan dari yang betina karena yang betina memiliki bercak berwarna pirang tua. Telur bulat, berwarna putih kekuningan, yang berangsur menjadi kuning tua dan pada waktu akan menetas telur berbintik hitam. Larva muda berwarna kuning yang kemudian berubah warna dan terdapat variasi warna dan pola pola corak antara sesama larva. Pupa mula-mula berwarna kuning, kemudian berubah kehijauan dan akhirnya kuning kecoklatan.

Gejala serangan ketiga ulat pemakan daun ini pada masa instar muda berupa epidermis yang putih menerawang, sedangkan gejala serangan oleh larva instar lanjut adalah daun berlubang bahkan sampai tinggal tulang daunnya saja. (Setiawati et al. 2001).

2.2.2 Penyakit

Penyakit berikut ini adalah penyakit yang umum ditemukan pada pertanaman kentang di Indonesia, dan sebagian penyakit yang terdapat pada tanaman kentang disebabkan oleh organisme yang mampu hidup, berkembang biak, menular dan menyebar (Setiawan, 2016).

1. Penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum*

Nama lain untuk penyakit ini adalah rayud dan bacterial wilt. Bakteri layu berbentuk batang dengan ukuran 0,5 x 1,5 mikron (1 mikron = 0,001 mm), tidak membentuk kapsul, bergerak dengan satu bulu cambuk, bersifat aerob dan gram negatif. Koloni di medium agar berwarna keruh, kecoklatan, kecil, halus, mengkilat dan basah. Gejala serangan dapat muncul sejak umur tanaman lebih dari satu bulan. Daun-daun menjadi layu yang dimulai dari daun muda atau pucuk. Berkas pembuluh pada pangkal batang berwarna coklat, dan bila ditekan keluar lendir yang berwarna abu-abu keruh.

Penyakit sampai ke umbi dengan gejala bercak yang berwarna coklat sampai hitam pada bagian ujung umbi. Jika umbi dibelah akan tampak adanya jaringan busuk berwarna coklat, sedangkan dari lingkaran bekas pembuluhnya keluar eksudat bakteri berwarna krem sampai kelabu. Penyakit layu berkembang cepat pada suhu tinggi. (Suwandi et al. 2001)

2. Penyakit busuk daun cendawan *Phytophthora infestans*

Penyakit busuk daun disebut juga penyakit lodoh, hawar daun, lompong hideung atau late blight. Penyebabnya adalah cendawan *Phytophthora infestans* yang menimbulkan bercak luka pada daun. Jamur putih di atas luka adalah konidiofor yang sporanya akan menyebar dibawa angin. Spora akan bertunas bila udara lembab dan berembun. Pada suhu 18-21°C penyakit berkembang dengan cepat, terutama dengan dukungan lingkungan yang lembab.

Gejala awal berupa bercak basah pada bagian tepi daun atau tengah daun. Bercak melebar sehingga membentuk daerah berwarna coklat. Bercak aktif diliputi oleh masa sporangium seperti tepung putih dengan latar belakang hijau kelabu. Serangan dapat menyebar ke tangkai, batang dan umbi. Serangan berat dapat menghancurkan pertanaman. (Setiawati et al. 2001).

3. Penyakit bercak kering cendawan *Alternaria solani*

Nama lain penyakit bercak kering adalah bercak *alternaria*, cacar dan early blight. Spora cendawan ini berwarna kecoklatan, memanjang seperti gada pemukul bola kasti dan bersekat-sekat. Biasanya serangan baru muncul setelah tanaman berumur lebih dari enam minggu. Gejala serangan awal adalah bercak-bercak kecil agak membulat, berbatas jelas, dengan lingkaran-lingkaran konsentrik. Bercak dilatarbelakangi warna daun yang agak menguning. Bercak yang membesar jarang membentuk bulatan karena dibatasi oleh urat-urat daun yang besar. Daun yang telah ditumbuhi banyak bercak akan menguning sebelum waktunya, kering dan mudah rontok. Kadang-kadang bercak menyebar pada tangkai daun, batang, cabang dan umbi. (CIP dan Balitsa, 1999)

4. Penyakit layu dan busuk kering umbi cendawan *Fusarium oxysporum*

Cendawan penyebab penyakit mempunyai spora berbentuk sabit berwarna keabu-abuan, bersekat-sekat, membentuk masa yang berwarna putih atau merah jambu. Cendawan ini umum terdapat dalam tanah. Infeksi terjadi melalui luka yang disebabkan kerusakan mekanis atau gangguan organisme lain. Tanaman yang terserang tumbuhnya terhambat, daun bagian bawah klorosis, menguning kemudian tanaman layu dan daun

mengering. Gejala awal pada umbi berupa bercak-bercak berlekuk berwarna tua/hitam. Makin lama lekukan meluas menjadi bagian umbi dengan garis keriput yang konsentris, mengering dan keras. Bagian tengah bertepung putih kelabu dari kumpulan konidium. Pada keadaan lembab sering diikuti infeksi sekunder (bakteri), akibatnya umbi menjadi busuk basah (Stevenson et al. 2001).

5. Penyakit daun menggulung virus PLRV

Bentuk partikel virus ini seperti bola dengan ukuran sangat kecil (± 23 nm). Penyebaran dan penularannya melalui umbi yang berasal dari tanaman sakit dan vektor terutama *Myzus persicae*. Kutu daun yang mengandung virus ini dapat menulari tanaman sehat berturut-turut sampai hari kelima. Gejala serangannya adalah anak daun dari tanaman yang terserang menggulung ke atas atau cekung ke arah tulang daun utama dan kedudukan tangkai daun lebih tegak. Jika diraba daun terasa lebih kaku daripada daun tanaman sehat. Ada dua macam gejala yang dapat dibedakan.

Pertama infeksi primer yaitu gejala yang terjadi setelah tanaman berada di lapangan. Umumnya gejala infeksi primer lebih ringan dan berada pada daun muda atau pucuk. Kedua infeksi sekunder, yaitu gejala yang terjadi karena umbi yang ditanam sudah mengandung virus. Gejalanya lebih parah, daun menggulung, sudah terjadi sejak daun paling bawah sampai ke pucuk. Secara keseluruhan warna daun tanaman sakit lebih pucat atau kekuningan, kerdil, kurus dan umbi-umbi yang dihasilkan berukuran lebih kecil. (Stevenson et al. 2001).

6. Penyakit mosaik virus

Penyebab penyakit mosaik adalah salah satu atau kombinasi dari virus PVY, PVX, PVM dan PVS. Wujud virus-virus ini baru dapat dilihat secara mikroskopis, dengan ukuran berturut-turut 685, 515, 650 dan 620 nm. Di lapangan penyakit ini ditularkan oleh sejumlah vektor terutama *M. persicae* dan *Aphis gossypii*. PVS dilaporkan menular secara kontak. Gejala yang ditimbulkan adalah variasi mosaik. Pada strain tertentu urat daun transparan dan permukaan daun tidak rata atau rugose. Kadang terjadi kematian urat daun atau bercak mati dengan daun kekuningan. (Stevenson et al. 2001).

7. Nematoda bengkak akar (NBA) (*Meloidogyne* spp.)

Nama lain penyakit ini adalah puru akar, bintil akar, jerawat kentang, rootknot nematodes, root-knot eelworms. Gejala yang tampak pada bagian tanaman di atas tanah tidak khusus. Gejala biasanya diawali dari pertumbuhan pucuk tanaman yang kerdil dan lemah, daun-daun klorosis dan layu secara cepat. Akar yang terserang akan membengkak benjol-benjol dengan ukuran yang bervariasi tergantung pada tingkat serangan. Gejala pada umbi tampak seperti jerawat atau puru. Jika umbi dibelah, pada bagian puru akan tampak nematoda betina seperti buah pir (0,3-0,6mm x 0,5-1,2 mm), berwarna putih transparan, dan mudah dilepaskan dari daging umbi. (Stevenson et al. 2001).

8. Penyakit sista kuning nematoda *Globodera rostochiensis*

Nematoda ini mudah dikenal dari bentuk nematoda betina yang hampir bulat (0,5-1,0 mm) berwarna kuning keemasan atau agak putih. Warnanya

secara berangsur-angsur berubah menjadi coklat dan menjadi sista. Nematoda jantan berbentuk cacing seperti pada umumnya nematoda lain. Kalau nematoda betina mati, di dalam sista yang dilindungi oleh lapisan kutikula terkandung 200-500 telur. Pertambahan populasi cukup cepat sekitar 12-35 kali lipat. Jika nematoda ini berkembang dalam tanah akan sulit sekali mengeradikasinya. Pada waktu terakhir ini nematoda sista kuning sudah menyebar di daerah kentang di P. Jawa (Jawa Timur, Tengah dan Barat). Gejala serangan yang spesifik pada tanaman tidak begitu jelas jika populasi masih rendah. Secara umum pertumbuhan tanaman akan terganggu, kerdil, berwarna kuning dan cepat mati. Nematoda betina yang menempel pada akar atau umbi akan mengakibatkan kerusakan jaringan. (Mulyadi et al. 2003).

9. Penyakit kaki hitam dan Busuk lunak bakteri *Erwinia* spp.

Erwinia adalah bakteri gram negatif, berbentuk batang dan berflagela serta dapat hidup pada kondisi aerob dan anaerob. Kemampuan bakteri ini dalam merusak pektin adalah tipikal spesies *carotovora* dan *chrysanthemi*. Biasanya *E. carotovora* spp. *carotovora* hanya ada di iklim hangat, *E.c.spp atroseptica* di iklim sejuk (dingin) dan *E.c. ssp chrysanthemi* di iklim panas. Penyakit ini menyerang pada setiap fase pertumbuhan jika kelembaban udara tinggi. Batang yang terserang menjadi hitam dan terdapat luka berlendir dan menjadi lunak secara cepat. Umbi muda memperlihatkan busuk pada ujung stolon. Tanaman muda yang terserang umumnya kerdil dan tegak. Daun-daun menguning dan menggulung ke

atas, yang seringkali diikuti layu dan matinya tanaman (Stevenson et al. 2001)

10. Penyakit busuk cincin bakteri *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicum*

Clavibacter michiganensis ssp. *sepedonicum*, yang nama sebelumnya adalah *Corynebacterium sepedonicum* adalah bakteri gram positif yang berbentuk batang. Selnya tidak motil, tidak membentuk spora, berbentuk pleomorfik batang dengan ukuran 0,4-0,6 μm x 0,8-1,2 μm . Penyakit busuk cincin merupakan penyakit yang serius di daerah temperate, namun penyakit ini dapat beradaptasi juga di daerah tropik karena terbawa umbi bibit. Penyakit ini menyebabkan kelayuan daun dan batang (seringkali hanya beberapa batang saja). Daun bagian bawah melemah dengan warna pucat di antara tulang daun. Ujung daun menggulung ke atas, diikuti matinya tanaman secara cepat. Pada kultivar kentang tertentu (seperti Russet Burbank) menyebabkan gejala kerdil roset. Jika pangkal batang dipotong dan diperas akan keluar eksudat seperti susu. Gejala pada umbi dapat dilihat dengan membelah umbi melalui ujung stolon. Pada bagian vaskular umbi yang berbentuk cincin akan terlihat masa seperti keju berbau busuk dengan warna kuning pucat sampai coklat muda. Umbi yang terserang busuk cincin mata tunasnya tidak mengeluarkan lendir. (Stevenson et al. 2001).

11. Penyakit kudis bakteri *Streptomyces scabies*

Streptomyces scabies adalah bakteri yang mirip fungi berbentuk filamentous (benang) dan morfologinya sangat berbeda dengan fungi.

Filamentous secara bertahap akan menginduksi spora melalui fragmen. Diameter vegetatif filamentous bakteri ini lebih kecil dibandingkan fungi $\pm$ 1 mm dan tidak mempunyai nucleus, menghasilkan thaxtomins (phytotoxins) yang berhubungan dengan perkembangan penyakit yaitu menginduksi gejala penyakit yang namanya *hypertrophysel* dan kematian sel. Penyebab penyakit bertahan dalam tanah dan menyerang pertanaman selanjutnya. Penyebaran jarak jauh dilakukan oleh umbi-umbi sakit. Infeksi terjadi melalui lentisel, stomata atau luka. Umbi-umbi muda lebih peka terkena infeksi. Suhu tanah di bawah 20 °C, kelembaban tanah rendah dan pH lebih besar dari 5,2 akan mengurangi serangan penyakit. Penyakit hanya menyerang umbi, dengan gejala awal berupa bercak yang kecil berwarna kemerah-merahan sampai kecoklat-coklatan. Bercak makin lama makin luas serta bergabung dan sedikit menonjol. Luka berkembang dengan beberapa tipe, baik di permukaan atau di dalam umbi, serta pembengkakan. Luka – luka tersebut memiliki bentuk dan ukuran yang berlainan, tetapi biasanya bundar dan berdiameter tidak lebih dari 10 mm. Luka-luka ini dapat bergabung satu sama lain sehingga seluruh permukaan umbi retak-retak. Akar-akar serabut dapat juga terserang. (Stevenson et al. 2001).

2.3 *Agrotis ipsilon*

Agrotis sp merupakan salah satu jenis hama ulat perusak tanaman kentang yang banyak di keluhkan para petani, hama ulat tanah seringkali menyerang batang tanaman muda, baik di persemaian maupun setelah pindah tanam. Tanaman inang

dari hama *A. ipsilon* adalah tanaman kentang, ulat tanah juga menyerang tanaman bawang merah jagung, padi, tembakau, tebu, bawang, kubis, tomat dan sebagainya (Ditlin, 2013).

Menurut Hufnagel (1766) dalam Supharta dkk., (2018) hama ulat tanah *Agrotis ipsilon* sp dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*
 Filum : *Arthropoda*
 Kelas : *Insecta*
 Ordo : *Lepidoptera*
 Famili : *Noctuidae*
 Genus : *Agrotis*
 Spesies : *Agrotis ipsilon*



Gambar 3. *Agrotis ipsilon*
 Sumber : Joshi, dkk. (2020)

2.3.1 Morfologi *Agrotis ipsilon*



Gambar 4. Siklus Hidup *Agrotis ipsilon* sp. Telur (a), Larva (b), Pupa (c), & Imago (d)
 Sumber : Joshi, dkk., 2020

Perkembangan ulat tanah bersifat metamorfosis sempurna, terdiri atas stadia telur, larva, kepompong, dan ngengat. Setelah telur menetas, ulat tinggal untuk

sementara waktu di tempat telur diletakkan. Beberapa hari kemudian, ulat tersebut berpencaran. Kupu-kupunya meletakkan telur diatas daun, ulat-ulat nya memakan daun dan tunas daun, ulat tanah berwarna hitam dengan imago berwarna abu-abu dengan sayap berwarna coklat, imago betina mampu bertelur hingga 1800 butir (Djauhariya, 2006).

a. Stadia Telur

Ngengat meletakkan telur pada umur 2-6 hari. Telur diletakkan berkelompok dan ditutupi oleh bulu-bulu halus berwarna coklat-kemerahan. Produksi telur mencapai 3.000 butir per induk betina, tersusun atas 11 kelompok dengan rata-rata 200 butir per kelompok. Stadium telur berlangsung selam 3 hari. Telur diletakkan satu-satu atau dalam kelompok. Bentuk telur seperti kerucut terpancung dengan garis tengah pada bagian dasarnya 0,5 mm. Seekor betina dapat meletakkan 1.430 - 2.775 butir telur. Warna telur mula-mula putih lalu berubah menjadi kuning, kemudian merah disertai titik coklat kehitam-hitaman pada puncaknya. Titik hitam tersebut adalah kepala larva yang sedang berkembang di dalam telur. Menjelang menetas, warna telur berubah menjadi gelap agak kebiru-biruan. Stadium telur berlangsung 4 hari.

b. Stadia Larva

Larva ini berwarna kehitaman, berbintik-bintik atau bergaris. Ulat tanah ini memiliki pupa kepompong berwarna coklat, badannya lunak liat, panjangnya sekitar 3-5 cm, pada siang hari ulat ini hidup didalam tanah sekitar tanaman, sedangkan pada malam hari ulat memakan bagian leher batang atau bagian batang bawah tanah, larva menghindari cahaya matahari dan bersembunyi di permukaan tanah kira-kira sedalam 5 - 10 cm atau dalam gumpalan tanah. Larva aktif pada

malam hari untuk menggigit pangkal batang. Larva yang baru keluar dari telur berwarna kuning kecoklat-coklatan dengan ukuran panjang berkisar antara 1 - 2 mm. Sehari kemudian larva mulai makan dengan menggigit permukaan daun. Larva mengalami 5 kali ganti kulit. Larva instar terakhir berwarna coklat kehitam-hitaman. Panjang larva instar terakhir berkisar antara 25 - 50 mm. Bila larva diganggu akan melingkarkan tubuhnya dan tidak bergerak seolah-olah mati. Stadium larva berlangsung sekitar 36 hari. Larva tanah tersebut hidup dilapisan tanah atas dan sangat rakus memakan batang pokok tanaman yang diserang. Ketika siang hari, ulat tanah bersembunyi didalam tanah tersebut, dan ketika malam hari ulat ini baru mulai menyerang tanaman yang dibudidayakan. Karena sasaran sarangnya adalah batang pokok tanaman.

c. Stadia Pupa

Larva tua bersembunyi di dalam tanah pada siang hari dan giat menyerang tanaman pada malam hari. Stadium larva terdiri atas 6 instar yang berlangsung selama 14 hari. Ulat instar I, II dan III, masing-masing berlangsung sekitar 2 hari. Stadia kepompong dan ngengat, masing-masing berlangsung selama 8 dan 9 hari. Pembentukan pupa terjadi di permukaan tanah.

d. Stadia Imago

Umumnya ngengat Famili Noctuidae menghindari cahaya matahari dan bersembunyi pada permukaan bawah daun. Sayap depan berwarna dasar coklat keabu-abuan dengan bercak-bercak hitam. Pinggiran sayap depan berwarna putih. Warna dasar sayap belakang putih keemasan dengan pinggiran berenda putih. Panjang sayap depan berkisar 16 -19 mm dan lebar 6-8 mm. Ngengat dapat hidup paling lama 20 hari. Apabila diganggu atau disentuh, ngengat menjatuhkan diri

pura-pura mati. Perkembangan dari telur hingga serangga dewasa rata-rata berlangsung 51 hari.

2.3.2 Gejala serangan

Ulat tanah (*Agrotis ipsilon* sp) menyerang tanaman budidaya dengan cara memotong batang, sehingga hama ulat tanah juga di kenal dengan nama ulat pemotong (*cut worm*). Selain menyerang batang muda, ulat tanah juga menyerang bagian tanaman lain, seperti bagian akar, dan daun tanaman. (Kalshoven, 2004).

Ulat menyerang tanaman dengan cara memotong batang muda atau tangkai daun, lalu bagian tanaman ini sering ditarik ke tempat persembunyiannya. Ulat akan mudah dijumpai dalam tanah di sekitar tanaman yang diserangnya (Setiawati et al. 2001).



Gambar 5. Gejala serangan *Agrotis ipsilon* sp
Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023

2.3.3 Pengendalian Serangan *Agrotis ipsilon* sp

Menurut Joshi, dkk. (2020) pengendalian hama tersebut telah dilakukan, di antaranya pengendalian secara kimiawi, kultur teknis, mekanis, dan hayati sebagai berikut:

1. Pengendalian Budaya

- a. Pembajakan musim panas yang dalam.
- b. Gunakan pupuk organik yang sudah terurai dengan baik.
- c. Sesuaikan rotasi tanaman.
- d. Penaburan awal pada minggu terakhir bulan Oktober.
- b. Tumpang sari dengan gandum atau Biji Rami atau Mustard mengurangi serangan.
- c. Pada tahap awal petik serangga dan musnahkan.
- d. Jangan menanam Tomat atau Lady Finger di lahan terdekat.
- e. Tumbuhkan Marigold di pematang.

2. Kontrol Mekanis

- a. Serangga dewasa dapat dikendalikan dengan perangkap ringan.
- b. Kumpulkan dan musnahkan ulat secara mekanis karena ulat tersebut mungkin menggulung di dekat pangkal tanaman muda atau hanya beberapa inci jauh di dalam tanah

3. Pengendalian Hayati

- a. Melestarikan *Braconids*, *Microgaster* sp., *Bracon kitcheneri*, *Fileanta ruficanda* (parasitods) dan *Broscus punctatus*, *Liogryllus bimaculatus* (predator).
- b. Dorong burung pemangsa untuk mengunjungi lahan dengan menempatkan tempat mandi burung dan tempat makan di dekat bedengan tanam

4. Pengendalian Kimia

- a. Semprotkan insektisida seperti endosulfan 35 EC @ 1000 ml/ha atau Deltametrin 2,8 EC @ 750 ml/ha atau Quinalphos 25 EC @ 1000 ml/ha

- b. Jika terjadi infestasi parah semprotkan insektisida seperti polytrin C-44 EC @ 1000 ml/ha atau Profenofos 50 EC @ 1500 ml/ha.

Pengendalian secara kimiawi menggunakan bioinsektisida sintetik merupakan cara yang umum diterapkan petani. Penggunaan bioinsektisida sintetik lebih disukai oleh petani dengan alasan mudah didapat, praktis dalam aplikasi, petani tidak perlu membuat sediaan sendiri, tersedia dalam jumlah yang banyak, dan hasil relatif cepat terlihat (Kardinan, 2005). Namun, penggunaan pestisida sintetik menimbulkan banyak dampak negatif terhadap manusia dan lingkungan sekitar sehingga sebaiknya dikurangi penggunaannya. Oleh karena itu, pengendalian alternatif yang dapat dilakukan yaitu menggunakan pestisida nabati dan pengendalian hayati. Pengendalian dengan pestisida nabati merupakan pengendalian yang menggunakan bahan dari tumbuhan-tumbuhan yang bisa menekan pertumbuhan populasi hama, sedangkan pengendalian hayati yaitu menggunakan mikroorganisme baik yang dapat mengurangi dan membunuh hama dan penyakit tanaman.

2.4 Pengendalian Hayati

Pengendalian Hayati (Biological Control) adalah pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT) oleh musuh alami atau agensia pengendali hayati. Namun dapat juga disebut mengendalikan penyakit dan hama tanaman dengan secara biologi, yaitu dengan memanfaatkan musuh-musuh alami (Sopialena, 2018).

Saat ini pengendalian hayati telah dilakukan terhadap binatang hama, penyakit tumbuhan, dan gulma sehingga tiga unsur tersebut harus diperluas dengan

ditambahkan antagonis dan pemakan gulma (weed feeder). Menurut Sopialena (2018) dengan pengendalian hayati yang kini mencakup : pengendalian hama, penyakit tumbuhan, dan gulma, maka agen pengendali hayati terdiri atas unsur-unsur sebagai berikut:

1. Predator, yaitu makhluk hidup yang memangsa makhluk hidup lain yang lebih kecil atau lebih lemah dari dirinya. Makhluk hidup lain yang dimangsa oleh predator disebut mangsa (prey) dan proses pemakanannya disebut predasi. Contoh: Burung Hantu, Anjing, ular; dan sebagainya Sebagai predator/pemangsa hama tikus.
2. Parasitoid, yaitu makhluk hidup yang hidup secara parasit di dalam atau di permukaan tubuh dan pada akhirnya menyebabkan kematian makhluk lain yang ditumpanginya. Makhluk lain yang ditumpanginya parasitoid tersebut disebut inang (host) dan proses interaksinya disebut parasitasi. Contoh ektoparasit adalah *Campsomoris* sp. yang menyerang uret sedangkan *Trichogramma* sp. yang memarasit telur penggerek batang tebu dan padi merupakan jenis endoparasit. Fase inang yang diserang pada umumnya adalah telur dan larva, beberapa parasitoid menyerang pupa dan sangat jarang yang menyerang imago.
3. Patogen, yaitu makhluk hidup mikroskopik yang hidup secara parasit di dalam atau di permukaan tubuh dan pada akhirnya menyebabkan kematian makhluk hidup lain yang diserangnya. Makhluk lain yang diserang patogen disebut inang (host). Patogen adalah jasad renik (mikroorganisme : Cendawan bakteri, virus, Nematoda) yang menyebabkan infeksi dan menimbulkan penyakit pada Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).

Apabila individu yang terserang adalah serangga hama disebut entomopatogen; *Beauveria bassiana*, adalah cendawan entomopatogen untuk wereng batang coklat, Walang sangit, Ulat Grayak, kutu kebul, Aphis, dsb.; *Metarizium* sp. adalah cendawan entomopatogen untuk mengendalikan hama wereng batang coklat, kutu kebul Uret, Kumbang Kelapa, Kutu Bubuk Kopi dsb.

4. Antagonis, yaitu makhluk hidup mikroskopik yang dapat menimbulkan pengaruh yang tidak menguntungkan bagi makhluk hidup lain melalui parasitasi, sekresi antibiotik, kerusakan fisik, dan bentuk-bentuk penghambatan lain seperti persaingan untuk memperoleh hara dan ruang tumbuh. Contoh antagonis; *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. adalah cendawan antagonis untuk penyakit tular tanah (*Fusarium oxisporum*, *Pythium* sp., *Sclerotium* sp., *Antraknosa* sp.); *Pseudomomas flourocens* adalah Bakteri antagonis untuk penyakit layu (*Pseudomonas solanacearum*).

2.5 Jamur Entomopatogen *Metarrhizium* sp.

2.5.1 Morfologi *Metarrhizium* sp.

Hifa somatik jamur *Metarrhizium* sp. kelihatan putih, namun bila spora sudah matang berwarna hijau zaitun. Konidiofor tumbuh tegak, hialin dan bercabang. Konidia diproduksi dalam bentuk rantai, berbentuk silinder atau lonjong, hialin dan bersel satu. Kumpulan kondia ditopang oleh tangkai konidiofor yang membentuk phialid. Konidiofor dapat mencapai panjang 75 µm, bertumpuk – tumpuk diselubungi oleh konidia yang berbentuk apikal berukuran

6-9,50 rim x 1,50-3,90 rim, bercabang-cabang, berkelompok membentuk massa yang padat dan longgar (Yanti, 2013).

Klasifikasi *Metarrhizium* sp. menurut Barnet 1960 dalam Prasasya, 2008 adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
Kelas : *Hyphomycetes*
Divisi : *Deuteromycotina*
Ordo : *Moniliales*
Family : *Moniliaceae*
Genus : *Metarrhizium*
Spesies : *Metarrhizium* sp.

Secara alami jamur *Metarrhizium* sp. menghasilkan dua jenis spora. Aerial conidia yang dihasilkan pada phialid-phialid selama fase saprofitik atau pada inang yang telah mati, dan difenisikan sebagai spora-spora aseksual yang dihasilkan pada sporogenous dan hifa khusus yang dikenal sebagai phialid. Tipe spora yang kedua adalah spora yang dihasilkan di hemolymph serangga yang biasanya disebut “blastospora”. Jamur *Metarrhizium* sp. memiliki aktifitas larvasidal karena menghasilkan cyclopeptida, destruxin, yaitu A, B, C, D, E dan desmethydestruxin B9. Destruksin telah dipertimbangkan sebagai bahan insektisida generasi baru. Efek destruxin berpengaruh pada organella sel target (mitokondria, retikulum endoplasma dan membran nukleus), menyebabkan paralisa sel kelainan fungsi pencernaan bagian mesenteron (lambung tengah), fungsi ekskresi pada tubulus malphigi, dan berpengaruh pada kandungan hemosit dan struktur jaringan otot serangga (Darwis dan Wahyunita 2015).

2.5.2 Mekanisme Infeksi *Metarrhizium* sp.

Cendawan *Metarrhizium* sp. masuk ke dalam tubuh serangga tidak melalui saluran makanan, tetapi melalui kulit. Setelah konidia cendawan masuk ke dalam tubuh serangga, cendawan memperbanyak diri melalui pembentukan hifa dalam jaringan epidermis dan jaringan lainnya sampai dipenuhi miselia cendawan. Perkembangan cendawan dalam tubuh inang sampai inang mati berjalan sekitar 7 hari dan setelah inang terbunuh, jaringan membentuk konidia primer dan sekunder yang dalam kondisi cuaca yang sesuai muncul dari kutikula serangga. Penyebaran dan infeksi cendawan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain padatan inang kesediaan spora, angin dan kelembaban. Kelembaban tinggi dan angin yang kencang sangat membantu penyebaran konidia dan pemerataan infeksi patogen pada seluruh individu pada populasi inang (Mulyono, 2007).

Cendawan *Metarrhizium* sp. menginfeksi inang melalui empat tahap yaitu inokulasi, penempelan, penetrasi, dan destruksi. Tahap pertama yaitu inokulasi kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga. Tahap kedua adalah proses penempelan dan perkecambahan propagul cendawan pada integumen serangga. Tahap ketiga yaitu penetrasi dan invasi. Cendawan dalam melakukan penetrasi menembus integumen dapat membentuk tabung kecambah (*appresorium*). Titik penetrasi sangat dipengaruhi oleh konfigurasi morfologi integumen. Penembusan dilakukan secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim dan toksin. Tahap keempat yaitu destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar ke dalam aemolymph dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya. Sehingga pada umumnya semua jaringan dan cairan tubuh serangga habis

digunakan oleh cendawan, sehingga serangga mati dengan tubuh yang mengeras (Setiawan, 2012).

2.5.3 Aplikasi dan cara perbanyakan *Metarrhizium* sp.

Aplikasi jamur *Metarrhizium* sp. dalam media jagung di semi lapangan menunjukkan bahwa jamur *Metarrhizium* sp. dapat menginfeksi serangga hama. Aplikasi jamur *Metarrhizium* sp. dalam media kaolin semi lapangan belum diperoleh informasi dosis serta belum ada informasi mengenai kerapatan dan viabilitas konidia jamur *Metarrhizium* sp. dalam media kaolin. Efektivitas jamur *Metarrhizium* sp. sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu suhu, kelembaban, sinar matahari dan pH untuk pertumbuhan dan perkecambahan konidia. (Putri, 2016).

Saat ini yang paling umum metode untuk produksi massal cendawan adalah melibatkan media cair dan padat (dua fase) atau berbasis teknik perbanyakan massal yang menghasilkan kerapatan spora yang lebih baik dan yang nantinya virulensinya juga akan tinggi, teknik perbanyakan ini diciptakan untuk menyelesaikan persoalan kebutuhan *Metarrhizium* sp. dilapangan dalam jumlah yang banyak namun tidak memerlukan biaya yang mahal, serta memiliki kerapatan spora yang tinggi pula, oleh karena itu pengembangan teknik ini menggunakan media tumbuh yang mudah ditemukan dan harga yang ekonomis, seperti beras, biji-bijian, gandum dedak, dan beras dedak. Pada awal pertumbuhan, koloni cendawan berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur. Koloni dapat tumbuh dengan cepat pada beberapa media seperti potato dextrose agar (PDA), jagung dan beras (Raharjo, 2016).

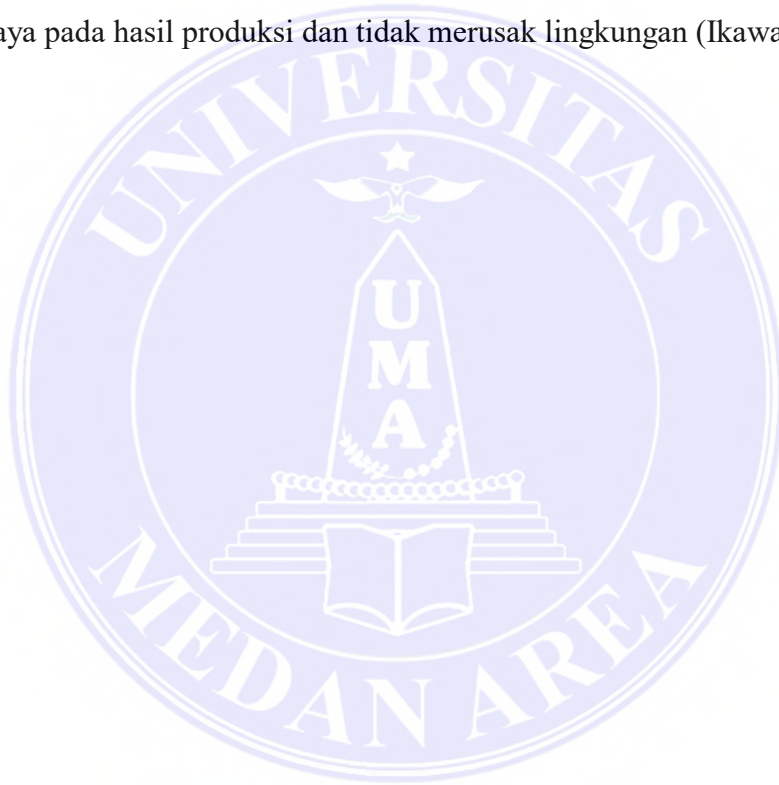
2.6 Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana*

Cendawan *B.bassiana* adalah jamur mikroskopik dengan tubuh berbentuk benang – benang halus (hifa), kemudian hifa – hifa tadi membentuk koloni yang disebut miselia, jamur ini tidak dapat memproduksi makanan sendiri, olehkarena itu ia bersifat parasit terhadap serangga inangnya. Jamur entomopatogen *B.bassiana* dapat diperoleh dari tanah terutama pada bagian atas (topsoil) 5-15cm dari permukaan tanah, karena pada horizon ini diperkirakan banyak terdapat inokulum *B. bassiana*. *B.bassiana* berasal dari: kingdom: Fungi; filum: Ascomycota; kelas: *Sordariomycetes*; ordo: *Hypocreales*; famili: *clavicipitaceae*; genus: *beauveria*; spesies: *Beauvaria bassiana*.

Cendawan ini memiliki kisaran inang serangga yang sangat luas, meliputi ordo Lepidoptera, Coleoptera, dan Hemiptera. Selain itu, infeksiya juga sering ditemukan pada serangga-serangga Diptera maupun Hymenoptera, Sedangkan habitat tanaman nya antarlain: kedelai, sayursayuran, kapas, jeruk, buah buahan, tanaman hias ,hingga tanaman tanaman hutan.

B.bassiana memproduksi toksin yang disebut beauvericin (Kučera dan Samšínáková , 1968). Antibiotik ini dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hemolimfa dan nukleus serangga, sehingga mengakibatkan pembengkakan yang disertai pengerasan pada serangga yang terin feksi. Selain secara kontak, *B.bassiana* juga dapat menginfeksi serangga melalui inokulasi atau kontaminasi pakan. Nathalia (2011) menyatakan bahwa 37% dari konidia *B.bassiana* yang dicampurkan ke dalam pakan semut api, *Solenopsis richteri*, berkecambah didalam saluran pencernaan inangnya dalam waktu 72 jam, sedangkan hifanya mampu menembus dinding usus antara 60-72 jam. Didalam tubuh inangnya

cendawan ini dengan cepat memperbanyak diri hingga seluruh jaringan serangga terinfeksi. Serangga yang telah terinfeksi *B.bassiana* biasanya akan berhenti makan, sehingga menjadi lemah, dan kematiannya bisa lebih cepat. Serangga yang terinfeksi *B.bassiana* hanya mengalami pembengkakan tanpa terjadi perubahan warna. Selain itu *B. bassiana* juga memiliki manfaat lainnya, sebagai pengendali serangga hama ramah lingkungan dan selektif, tidak meninggalkan residu berbahaya pada hasil produksi dan tidak merusak lingkungan (Ikawati, 2016)



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai Juli sampai Agustus 2023. Tempat penelitian di Desa Barusjulu, Kecamatan Barusjahe, Kabupaten Karo, dengan ketinggian tempat ± 1200 mdpl dengan suhu 17-29°C.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit kentang (*Solanum tuberosum* L.), varietas granola, Biopestisida *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium* sp (asal), dan hama ulat tanah (*Agrotis ipsilon* sp). timer, tinggi dan diameter cup,

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cup, pengaduk, sendok, Kamera, dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Metode rancangan penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode rancangan Acak Lengkap (RAL) non Faktorial, yang terdiri atas non faktorial dengan perlakuan :

K0 = tanpa perlakuan

K1 = *Beauveria bassiana* 1 gr/L air

K2 = *Beauveria bassiana* 2 gr

K3 = *Beauveria bassiana* 3 gr

K4 = *Metarrhizium* 3 gr

K5 = *Metarrhizium* 6 gr

K6 = *Metarrhizium* 9 gr

Satuan penelitian :

Jumlah Ulangan = 3 Ulangan

Jumlah Toples	= 105 Buah
Jumlah Larva Per Pelakuan	= 5 Ekor
Jumlah Larva Keseluruhan	= 105 Ekor
Jumlah Larva per Toples	= 1 Ekor

3.4 Metode Analisis

Metode linier yang diasumsikan untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktor adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu_0 + \sigma_j + \sum ij$$

Dimana:

Y_{ij}	=	hasil pengamatan <i>Beauveria bassiana</i> -j dan <i>Metarrhizium</i> sp taraf ke-k pada ulangan taraf ke-i
μ_0	=	Pengaruh nilai tengah (NT)
σ_j	=	pengaruh perlakuan faktor <i>Beauveria bassiana</i> ke-j
$\sum ij$	=	pengaruh perlakuan faktor pemberian <i>Metarrhizium</i> taraf ke-k

Apabila hasil perlakuan pada penelitian ini berpengaruh nyata, maka akan dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji jarak Duncan (Montgomery, 2009).

3.5 Pelaksanaan Penelitian.

3.5.1 Persiapan Tanaman Pakan

Pakan yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan pakan yang berasal dari daun tanaman kentang yang ditanam. Penanaman dilakukan dengan cara melubangi bedengan sedalam 5cm dan memasukkan umbi kentang yang sudah bertunas kedalam lubang tersebut, peletakan umbi kentang harus

mengarahkan tunas ke arah atas, setelah itu lakukan penutupan lubang, dengan jarak tanam 40 – 40 cm.

3.5.2 Persiapan Bahan Biopestisida

Biopestisida jamur *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp masing-masing dilarutkan ke dalam air 1 liter dengan konsentrasi yang sesuai perlakuan kemudian di aduk agar larutan homogen.

3.5.3 Aplikasi biopestisida *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp

Pengaplikasian biopestisida pada larva ulat tanah (*Agrotis ipsilon* sp) dilakukan dengan mencelupkan larva ke dalam masing-masing larutan perlakuan jamur *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp.

3.6 Parameter Pengamatan

3.6.1 Gejala Kematian Hama

Gejala kematian merupakan pengamatan gejala awal kematian yang diamati dari mulai 1 sampai 14 hari setelah aplikasi. Pengamatan ini dilakukan untuk mengamati gejala awal kematian seperti pergerakan yang melambat, nafsu makan yang berkurang dan sebagainya terjadi terhadap serangga uji.

3.6.2 Pengamatan Mortalitas Hama

Pengamatan mortalitas hama *Agrotis ipsilon* dilakukan setelah pengaplikasian *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp. Pengamatan dilakukan dengan menghitung hama *Agrotis ipsilon* yang mati maupun jumlah larva yang hidup setelah aplikasi setiap hari selama 14 hari. Pengamatan mortalitas di hitung dengan rumus :

$$M = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan :

M : Mortalitas Hama

a : Jumlah larva yang mati

b : Jumlah larva yang hidup

3.6.3 Hari dan Waktu Kematian (LT50)

Pengamatan hari kematian dilakukan dengan mengamati hari keberapa pertama kali hama *Agrotis ipsilon* mati setelah diaplikasikan dengan biopestisida.

Pengamatan waktu kematian (LT50) dilakukan dengan mengamati hari keberapa hama *Agrotis ipsion* mati sebanyak 50% setelah diaplikasikan dengan biopestisida.

3.6.4 Analisis Probit LC50

Pengamatan dilakukan mulai dari satu hari setelah aplikasi biopestisida sampai 14 hari. Pengaruh daya bunuh masing-masing jamur yang diaplikasikan terhadap hama *Agrotis ipsilon* tersebut dapat dihitng dengan cara menetapkan nilai LC50. Nilai LC50 dihitng berdasarkan data yang diperoleh dengan menggunakan analisis probit. Nilai LC50 untuk mengetahui konsentrasi yang dibutuhkan dalam mematikan 50% dari serangga uji (Santi et al., 2022).

3.6.5 Masa Pertumbuhan Jamur *Metarrhizium* sp dan *Beauveria bassiana*

Pengamatan masa/lama tumbuh jamur dilakukan dengan mengamati hama *Agrotis ipsilon* yang sudah mati dengan melihat miselium jamur yang tumbuh menyelimuti tubuh hama. Hari tumbuh jamur diamati setelah hari kematian hama *Agrotis ipsilon*.



Gambar 6. Jamur *Beauveria bassiana* (a) dan *Metarrhizium* sp. (b) yang menyerang hama

Sumber : Magfira, dkk., 2022



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa

1. Pemberian Biopestisida jamur *Beauveria bassiana* dan *Metarrhizium* sp menunjukkan pengaruh nyata terhadap mortalitas dengan perlakuan rata-rata tertinggi yaitu K3 (*Beauveria bassiana* 3 gr), K5 (*Metarrhizium* 6 gr), dan K6 (*Metarrhizium* 6 gr) sebanyak 93,33%.
2. Pada pengamatan LT50 perlakuan dengan kematian 50% tercepat yaitu K3 (*Beauveria bassiana* 3 gr) selama 5,77 hari.
3. Pada pengamatan LD50 dosis yang sesuai dengan kematian 50% serangga uji pada perlakuan jamur *Beauveria bassiana* (1,9 gram) dan *Metarrhizium* sp. (4,12 gram). Pada pengamatan hari tumbuh jamur, perlakuan jamur *Beauveria bassiana* lebih cepat tumbuh yaitu 1,33 hari.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai cara pengaplikasian seperti celup pakan maupun semprot, dan bisa juga dilakukan penelitian lanjutan dengan pengaplikasian dilapangan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, K.H., 2012. Produksi kentang. Skripsi. UPI- Jakarta.
- Ardian, Kukuh S., Muhammad K., Muhammad S. H., Erwin Y., Fitri Y., Purba S., dan Wawan A. S. 2023. Penerapan Pemupukan Berimbang Untuk Peningkatan Produksi Kentang Di Desa Tambak Jaya, Kecamatan Way Tenong Lampung Barat. *Jurnal Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Lampung*. Vol. 02, No. 01, Maret, 2023, pp. 171 – 182.
- Ardiyati, A. T., G. Mudjiono., dan T. Himawan. 2015. Uji Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Jangkrik (*Gryllus* sp.) (Orthoptera: Gryllidae). *Jurnal HPT*. 3(3): 43- 51.
- Aror, APF. 2017. Pemanfaatan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (balsamo) vuillemin terhadap larva *Plutella xylostella* (L.) di laboratorium. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi.
- Badan Pusat Statistik Propinsi Sumatera Utara, 2021. Sumatera Utara Dalam Angka Tahun 2021. Sumatera utara : Badan Pusat Statistik.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). 2015. Petunjuk Teknis Budidaya Kentang. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian: Jawa Barat
- Burke, J. J. (2012). Growing the potato crop, Teagasc Crop Research Centre, Oak Park, Carlow: Ireland.
- CIP dan Balitsa.1999. Penyakit, hama dan nematoda utama tanaman kentang. 124 hal.
- Darwis, H.S dan Wahyunita. 2015. Isolasi dan Identifikasi beberapa Jamur Entomopatogen Hama *Brontispa longissima* Gestro (Coleoptera: Chrysomelidae) pada Tanaman Kelapa. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Medan.
- Djauhariya E, 2006. Karakterisasi morfologi dan mutu buah mengkudu. Buletin Plasma Nutfah 12(1): 1-8.
- Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian. 2022. Statistik Hortikultura. Luas Panen dan Produktivitas Tanaman Kentang. (online). <https://hortikultura.pertanian.go.id/statistik/produksi/agri/horti/kentang/tabelle7/.html> diakses pada 25 April 2023.
- Direktorat Perlindungan Hortikultura (Ditlin). 2013. OPT Sayur-Tomat. Kementerian Pertanian. Teknologi Pengendalian OPT Ramah Lingkungan. <http://ditlin.hortikultura.deptan.go.id>.

- Isenring, R. 2010. Pesticides and the loss off biodiversity. How intensive pesticide use affects wildlife population and species diversity. Pesticide Action Network, Europe. 26 pp. Development House 56-64 Leonard Street, London EC2A 4LT. www.pan-europe.info
- Haryono, B dan Kurniati. 2013. Seri Tanaman Bahan Baku Industri Kentang. PT Tris Adisakti. Jakarta
- Hasanah, Susannah, S. & Husin. 2012. Kefektifan Cendawan *Beauveria bassiana* Vulli Terhadap Mortalitas Kepik Hijau *Nezara viridula* L. pada Stadia Nimpa dan Imago. *J. Floratek*. 7. 13-24.
- Hasyim, A. dan Azwana. 2003. Patogenisitas *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dalam Mengendalikan Hama Penggerek Bonggol Pisang (*Cosmopolites sordidus*) Germar. *J. Hort*. 19(2):120-130.
- Hasyim, A., Wiwin, S., Abdi, H dan Luthfy. 2016. Sinergisme Jamur Entomopatogen *Metarrhizium anisopliae* dengan Insektisida Kimia untuk Meningkatkan Mortalitas Ulat Bawang *Spodoptera exigua*. *Jurnal Hortikultura*. 26 (2): 257-266
- Herlinda, S., Era, M. S., Yulia, P., Suwandi., Elisa, N., dan Anung, R. 2005. Variasi Virulensi Strain-strain *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Terhadap Larva *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: *Plutelliade*). *Agrotrop*. 2:52-57.
- Ikawati, B. (2016). *Beauveria bassiana* sebagai alternatif hayati dalam Pengendalian nyamuk. *Jurnal Vektor Penyakit*, 10(1), 19–24.
- Indrayani, I. 2017. Potensi Jamur *Metarrhizium anisopliae* (metsch.) Sorokin untuk Pengendalian secara Hayati Hama Uret Tebu *Lepidiota stigm* (Coleoptera: *Scarabaeidae*). *Jurnal Perspektif*. 16 (1): 24 – 32. ISSN: 1412-8004
- Joshi, Manishkumar J., Prithiv Raj V., Chandresh B. S., & Birari V. V. 2020. Potato Cutworm, *Agrotis ipsilon*: An Overview and their Management. *Agriculture & Food: e-Newsletter*. Volume 2 - Issue 5: 188-191
- Kapriyanto, Nanang TH., dan Saifuddin H. 2013. Patogenesitas isolat cendawan *Metarrhizium anisopliae* entomopatogen terhadap larva uret famili *Scarabaieda*. *Berkala Ilmiah Pertanian*.
- Kapriyanto, Haryadi NT, Hasjim S. 2014. Patogenesitas isolat cendawan *Metarrhizium anisopliae* entomopatogen terhadap larva uret famil *Scarabaiedae*. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 1(1):xx-xx.
- Kardinan, A. 2005. Pestisida Nabati dan Teknik Aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta. Hlm 87

- Karo, Bina B., Agustina E. M. dan Darkam M. 2018. Sistem Tanam Tumpang Sari Cabai Merah dengan Kentang, Bawang Merah, dan Buncis Tegak. *Jurnal Hortikultura*. Vol. 28 No. 2,; 219-228
- Karolina E; Mahfud MC; Rachmawati D; Sarwono & Fatimah S. 2008. Pengkajian efektifitas Cendawan *Beauveria bassiana* terhadap Perkembangan Hama dan Penyakit Tanaman Krisan. Prosiding Seminar Pemberdayaan Petani Melalui Informasi dan Teknologi Pertanian. KP. Mojosari 16 Juli 2008. Kerjasama BPTP Jatim Jatim, Faperta Unbra, Diperta Prov, Bappeda.
- Kalshoven LGE. 2004. The Pests of Crops in indonesia. PA van der laan, penerjemah. Jakarta: PT. Ichtiar Baru Van Hoeve
- [KEMENTAN] Kementerian Pertanian. 2013. Pedoman Teknis Pembangunan Kebun Induk . Jakarta: Peraturan Kementerian Pertanian.
- Kuswardani, R. A. & Azwana. 2021. Buku Ajar : Pestisida dan Teknik Aplikasinya. Medan. Area University Press, Medan
- Magfira, A., A. Himawan & S. Tarmadja. 2022. Aplikasi Jamur *Beauveria bassiana* Dan *Metarrhizium anisopliae* Untuk Pengendalian Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*). *Agroista: Jurnal Agroteknologi* 6 (1): 61-69.
- Manurung, A. 2020. Uji Efektivitas Jamur Entomopatogen *Metarrhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* Untuk Mengendalikan Hama *Crocidolomia binotalis* Pada Tanaman Kubis. *Jurnal Agrotek*, 1(1), 1–10.
- Mardiana, Y., D. Salbiah, dan L.J. Hennie. 2015. Penggunaan beberapa konsentrasi *Beauveria bassiana* Vuillemin lokal untuk mengendalikan *Maruca testulalis* Geyer pada tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *JOM Faperta Universitas Riau* 2(1): 1-11.
- Masyitah, I, Suzanna FS. dan Irda S. 2016. Potensi Jamur Entomopatogen Untuk Mengendalikan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) (Lepidoptera : *Noctuidae*) Pada Tanaman Tembakau Di Rumah Kasa. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Mulyadi, Rahayu BTP, Trimman B, Indarti S. 2003. Identifikasi nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*) pada kentang di Batu, Jawa Timur. *JPTI*. 9(1):46–53.
- Mulyono. 2007. Kajian Patogenisitas Cendawan *Metarrhizium anisopliae* terhadap Hama *Oryctes rhinoceros* L. Tanaman Kelapa pada berbagai Teknik Aplikasi. *Tesis*. Program Studi Agronomi. Universitas Sebelas Maret Surakarta.

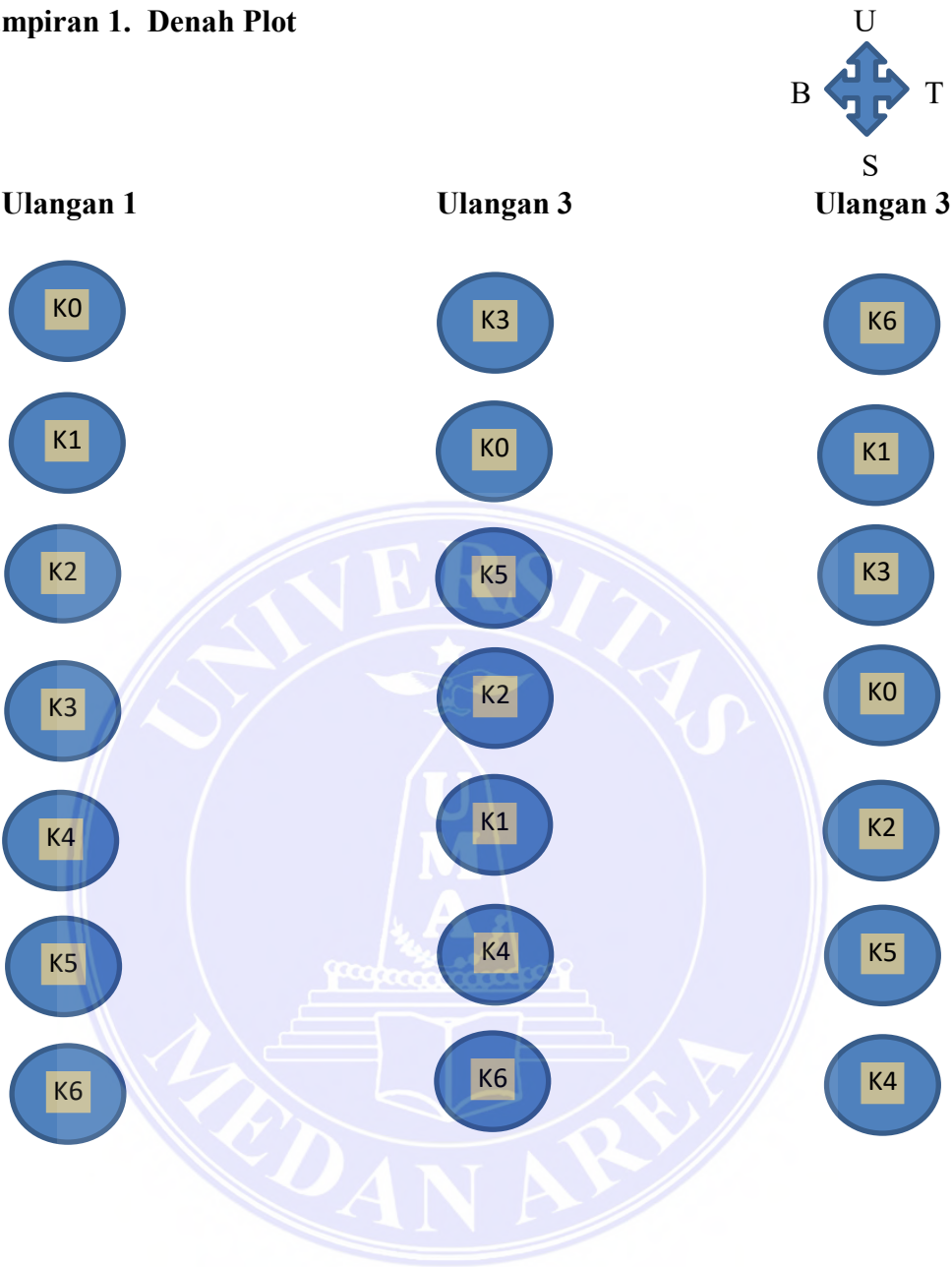
- Moslim RK; Norman BN Ang & Bw Mohd. 2007. Alplication of Powder Formulation of *M. anisopliae* to Control *Orytes rhinoceros* in Rotting Oil Palm Residues Under Leguminous Cover Crop. 19: 332
- Montgomery, D.C. (2009) Introduction to Statistical Quality Control. 6th Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Nathalia, V. 2011. Uji Patogenisitas Jamur *Beauveria bassiana* Vuill. Bals. Terhadap Kutu Gajah, *Orchidophilus atterimus* Wat., (Curculionidae, Coleoptera). Skripsi. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Noordam D. 2004. Aphids of Java. Part V: Aphidini (Homoptera: *Aphididae*). Zoologische Verhandelingen Leiden. 346:7-83.
- Nuraeni., Sugianto., Zaenal. 2013. Usahatani Konservasi di Hulu DAS Jeneberang (Studi Kasus Petani Sayuran di Hulu DAS Jeneberang Sulawesi Selatan). *J. Manusia dan Lingkungan*. 20 (2): 173-183.
- Nurhidayah, abd.razak, dkk, 2016, Efektifitas *Beauveria bassiana* Vull Terhadap Pengendalian *Spodoptera exigua* Huber (Lepidoptera : *Noctuidae*) Pada Tanaman Bawang Merah Lokal Palu (*Allium wakegi*). Jurnal. Universitas Tadulako Palu
- Prang, R. E., Tulusan., & Londa, V. 2023. Implementasi Program Sentra Hortikultura di Desa Wulurmaatut Kecamatan Modinding Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Administrasi Publik*, 9 (127), 80-88.
- Prasasya AA. 2008. Uji Efikasi jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) dan *Metarrhizium anisopliae* (Metch) Sorokin Terhadap Mortalitas Larva *Pragmatocaea castanae* Hubner di Laboratorium. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Purwanti.2010. Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Berbagai Jenis dan Kombinasi Tanaman Sela di Bawah Tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.)Nielson) di Resort Polisi Hutan (RPH) Jatirejo Kediri Jawa Timur. Skripsi.Jurusan Biologi FMIPA UNS. Surakarta.
- Putri, R.I.P. 2016. Uji Patogenitas Jamur *Metarrhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* L. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Radji, M. & Harmita. 2008. Buku Ajar Analisis Hayati Edisi 3. Departemen Farmasi FFMIPA UI: Depok.
- Raharjo, R.I. 2016. Perbanyakkan *Metarrhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin Menggunakan Teknik Dua fase. Skripsi. Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Jember.

- Rahmawanto, 2008. Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Lahan Perkebunan kentang di Kawasan Lereng Gunung Merapi. *Skripsi*. Jurusan Biologi FMIPA UNS. Surakarta.
- Rahmawati, R. I. S., Setiawati, R. Agus, & Pancaningwardoyo, E. R. (2020). Pertumbuhan isolat jamur pascapanen penyebab busuk buah pisang ambon (*Musa paradisiaca* L.) secara in vivo. *BIOMA : Jurnal Biologi Makassar*, 5(2), 210–217. <https://doi.org/10.20956/bioma.v5i2.11083> .
- Salbiah, D., J. H. Laoh., dan Nurmayani., 2013. Uji Beberapa Dosis *Beauveria bassiana* Vuillemin terhadap Larva Hama Kumbang Tanduk *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera; *Scarabidae*) pada Kelapa Sawit. *Jurnal Teknobiologi*, 4(2): 137 - 142.
- Santi, L. R. W., Toto H., Silvi I. 2022. Uji Daya Racun Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn.) Terhadap Mortalitas Kutudaun (*Aphis gossypii* Glover) (Hemiptera: Aphididae) Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal HPT* Vol. 10 No. 1: 39-45
- Sastrahidayat., I. R. 2011. *Fitopatologi: (Ilmu. Penyakit. Tumbuhan)*. Malang: UB Press.
- Sastrosiswojo, S., Uhan, T. S., & Sutarya, R. (2005). Penerapan teknologi PHT pada tanaman kubis. Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang. Monografi, 21, 57.
- Setiadi. (2009). *Budidaya Kentang (Pilihan Berbagai Varietas dan Pengadaan Benih)*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Setiawan, A. 2012. Selektivitas Infeksi Cendawan *Metarrhizium* sp. terhadap Hama Wereng Batang Cokelat *Nilaparvata lugens* Stål (hemiptera: delphacidae) dan Predator *Paederus fuscipes* Curtis (coleoptera: Staphylinidae). Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan, F. 2016. Inventarisasi Hama dan Penyakit Pada Berbagai Kultivar Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Di Dataran Medium Dengan dan Tanpa Naungan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Medan Area.
- Setiawati, W., Ineu, S. & Neni, G. 2001. Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Tomat. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Setiawati & Muharam, 2003. Buku panduan teknis pengelolaan tanaman terpadu cabai merah (pengenalan dan pengendalian hama-hama penting pada tanaman cabai merah). Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Lembang-Bandung.

- Setiawati W., Murtiningsih R., Karyadi A.K. 2009. Meneropong Perkembangan OPT Kentang dalam Kurun waktu 10 tahun (1999 – 2008) dan Prediksi di masadepan, *Prosiding Seminar Pekan Kentang Nasional Tahun 2008, tanggal 20 s.d.21 Agustus 2008 di Lembang* Vol. 1. Puslitbang Hortikultura, Jakarta. Hlm. 316-332.
- Setyawati, W., Hudayya, A., & Jayanti, H. (2016). Distribusi dan Kelimpahan Populasi Orong-orong (*Grylotalpa hirsuta* Burmeister.), Uret (*Phyllophaga javana* Brenske.), dan Ulat Tanah (*Agrotis ipsilon* Hufnagel.) di Sentra Produksi Kentang di Jawa Barat dan Jawa Tengah. *Jurnal Hortikultura*, 24(1), 65–75.
- Sidauruk, Lamria. 2016. Desain Tumpangsari Kentang dalam Upaya Menekan Infestasi Hama *Myzus persicae* Sulzer Pada Sistem Pertanian Organik. [Disertasi]. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sihombing, R., Oemry . S dan Lubis L. 2014. Uji Efektivitas Beberapa entomopatogen pada larva *Oryctes rhinoceros* L. (coleoptera Scarabaeadae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroteknologi*, Vol 2,No,4, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Soetopo, D. dan Igaa I. 2007. Status teknologi dan prospek *Beauveria bassiana* untuk pengendalian serangga hama tanaman perkebunan yang ramah lingkungan. *Perspektif* 6(1): 29-46.
- Sopialena. 2018. Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Stevenson, W.R., R. Loria, G.D. Franc, D.P. Weingartner. 2001. Compendium of potato diseases. Second Edition. The American Phytopathological Society. 106 pp.
- Sukendar, 2011. Budidaya tanaman kentang varietas granola. *Kabar Petani, Artikel Petani Sejahtera Bangsa Berjaya*.
- Supartha, I Wayan, A.A. Istri Kesumadewi, I Wayan S., I Dewa Gede Raka S., Ni Wayan Suniti. 2018. Teknologi Pengelolaan Terpadu Hama Dan Penyakit Penting: Tanaman Bawang Merah Di Kabupaten Gianyar. Fakultas Pertanian. Universitas Udayana
- Suwandi, W., M. Pradjadinata, D. Ruswandi, P. Leksono dan M. Nobuo. 2001. Visualisasi gejala infeksi penyakit dan hama pada tanaman dan ubi kentang Varietas Granola. Edisi Kedua . BPSB-TPH-1 Jawa Barat. JICA. 19 hal.
- Suwarno, Willy Bayuardi. 2008. Sistem Pembenihan Kentang di Indonesia. Jakarta: Penebar Swadaya.

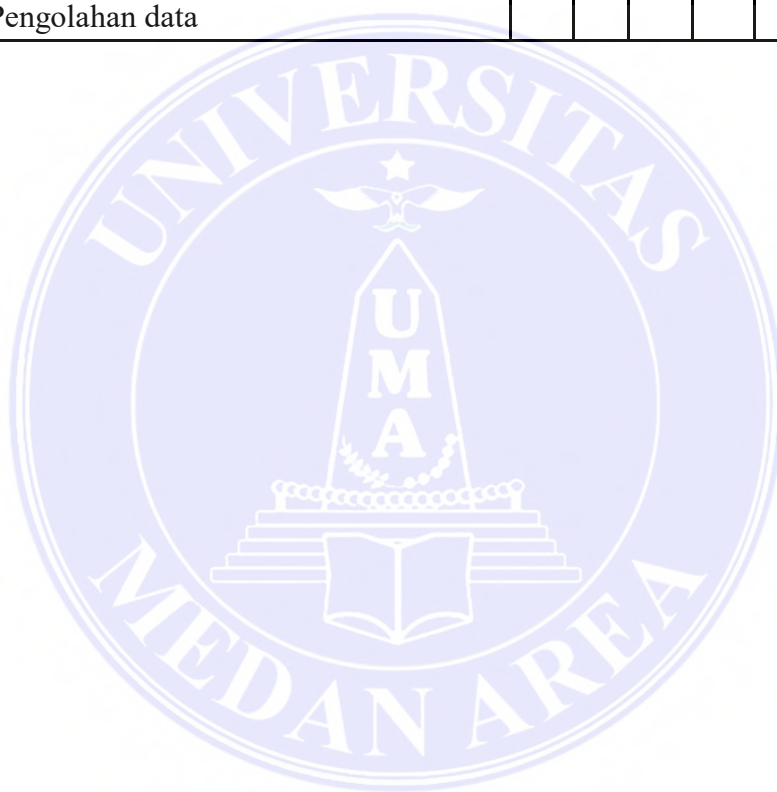
- Trizelia, T. Santoso, S. Sosromarsono, A. Rauf, dan L. Sudirman. 2007. Patogenitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina; *Hyphomycetes*) Terhadap Telur *Crociodomia pavonana* (Lepidoptera : *Pyrilidae*). Jurnal Agrin, 11 (1), 52-59.
- Untung, K. 2001. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wahyudi P. 2002. Uji Patogenitas kapang Entomopatogen *Beauveria bassiana* Vuill. terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). Biosfera 19:1-5.
- Wattimena GA, Gunawan LW, Mattjik NA, Syamsudin E, Armini NM, Ernawati A. 1992. Perbanyak Tanaman dalam Bioteknologi Tanaman. PAU Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Dirjen Dikti Dept. P&K.
- Yahya. 2015. Perbedaan Tingkat Laju Osmosis Antara Umbi *Solanum tuberosum* Dan *Daucus carota*. Jurnal Biology Education, 4(1): 196-206
- Yanti, I. 2013. *Metarrhizium anisopliae* terhadap Mortalitas Serangga Penyerbuk *Trigona* sp. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati.
- Yang, H., Qin, C., Chen, Y., Zhang, G., Dong, L., & Wan, S. (2019). Persistence of *Metarrhizium* (Hypocreales: *Clavicipitaceae*) and *Beauveria bassiana* (Hypocreales: *Clavicipitaceae*) in tobacco soils and potential as biocontrol agents of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: noctuidae). Environmental Entomology, 48(1), 147-155.
- Yusdian, Y., Santoso, J., & Dasimah, I. 2022. Keragaan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola Akibat Perlakuan Pupuk Anorganik. Jurnal Ilmiah Pertanian Agro Tatanen. 4 (1). 8-11.
- Yuwono, S. Setyo. 2015. Kentang (*Solanum tuberosum* L.). Artikel Dosen. Universitas Brawijaya. <http://darsatop.lecture.ub.ac.id/2015/0/page/9/> (diakses pada tanggal 20 Januari 2024)
- Zauhari, M. R, S. W. G Subroto, M. Amman, U. Andayani, T. Sagala dan E. S. Sukar Wijaya. 1994. Pedoman Perlindungan Tanaman Kentang. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman. Jakarta
- Zulkarnain. 2013. Budidaya Tanaman Tropis. Bumi Aksara, Jakarta.

Lampiran 1. Denah Plot



Lampiran 2. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Juli				Agustus			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pembelian jamur <i>Beauveria bassiana</i>								
2	Pembelian jamur <i>Metarrhizium sp</i>								
3	Penanaman Bahan Pakan								
4	Pengumpulan hama <i>Agrotis ipsilon sp</i>								
6	Persiapan Biopestisida								
7	Pengaplikasian Biopestisida								
8	Pengamatan parameter penelitian								
9	Pengolahan data								



Lampiran 3. Tabel pengamatan mortalitas ulangan I

Perlakuan	Hari Setelah Aplikasi Ke-													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K1	0	0	0	20	40	80	0	0	0	0	0	0	0	0
K2	0	0	0	20	60	0	80	0	0	0	0	0	0	0
K3	0	0	20	40	0	80	100	0	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	80
K5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	60	80	100
K6	0	0	0	0	0	0	0	0	20	60	80	100	0	0

Lampiran 4. Tabel pengamatan mortalitas ulangan II

	Hari Setelah Aplikasi Ke-													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K1	0	0	0	0	20	40	0	80	0	0	0	0	0	0
K2	0	0	40	60	80	100	0	0	0	0	0	0	0	0
K3	0	0	20	80	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
K5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	60	80
K6	0	0	0	0	0	0	0	0	20	60	80	0	0	0

Lampiran 5. Tabel pengamatan mortalitas ulangan III

	Hari Setelah Aplikasi Ke-													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K1	0	0	0	20	60	80	100	0	0	0	0	0	0	0
K2	0	0	0	40	60	80	0	0	0	0	0	0	0	0
K3	0	0	40	60	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	80
K5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	80	100	0
K6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	40	60	80	0

Lampiran 6. Tabel pengamatan rata-rata mortalitas (%)

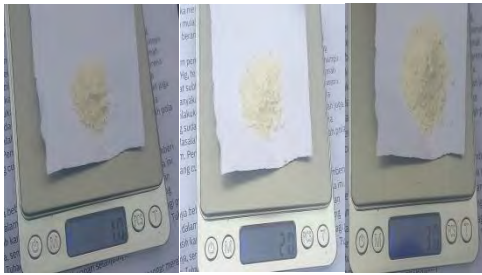
Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
K0	0	0	0	0	0
K1	80	80	100	260	86,66667
K2	80	100	80	260	86,66667
K3	100	80	100	280	93,33333
K4	80	60	80	220	73,33333
K5	100	80	100	280	93,33333
K6	100	80	100	280	93,33333
Total	540	480	560	1580	
Rataan	77,14286	68,57143	80	-	75,2381

Lampiran 7. Tabel pengamatan hari kematian

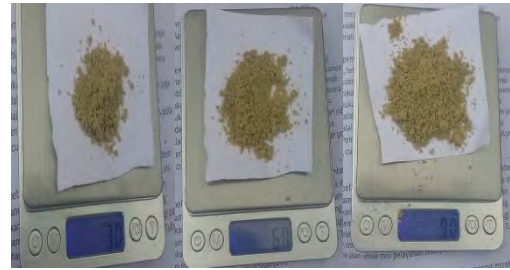
perl	Hari kematian			Total	Rataan
	U1	U2	U3		
K0	0	0	0	0	0
K1	4	5	4	13	4,333333
K2	4	3	4	11	3,666667
K3	3	3	3	9	3
K4	13	14	13	40	13,333333
K5	11	12	11	34	11,333333
K6	9	9	10	28	9,333333



Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian



Penimbangan *B. bassiana*



Penimbangan *Metarrhizium* sp



Serangga uji



Tanaman Pakan



Cup Perlakuan



Hama yang belum terinfeksi



Setelah terinfeksi *Beauveria bassiana*



Setelah terinfeksi *Metarrhizium* sp.



Supervisi Dosen Pembimbing