

**PENGARUH PENERAPAN PENGENDALIAN HAMA
TERPADU (PHT) DAN KONVENSIONAL TERHADAP
POPULASI *Spodoptera exigua* Hubner (LEPIDOPTERA :
NOCTUIDAE) PADA LAHAN BAWANG MERAH DI DESA
AMPELDENTO KECAMATAN KARANGPLOSO
KABUPATEN MALANG**

Oleh

AGUNG PRASETIYO



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2019

**PENGARUH PENERAPAN PENGENDALIAN HAMA
TERPADU (PHT) DAN KONVENSIONAL TERHADAP
POPULASI *Spodoptera exigua* Hubner (LEPIDOPTERA :
NOCTUIDAE) PADA LAHAN BAWANG MERAH DI DESA
AMPELDENTO KECAMATAN KARANGPLOSO
KABUPATEN MALANG**

Oleh

AGUNG PRASETIYO

155040207111027

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2019

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2019

Agung Prasetyo



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dan Konvensional Terhadap Populasi *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) pada Lahan Bawang Merah di Desa Ampeldento Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang

Nama Mahasiswa : Agung Prasetyo

NIM : 155040207111027

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui
Pembimbing Utama



Dr. Ir. Gatot Mudjiono
NIDK. 8866680018

Diketahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I



Dr. Ir. Toto Himawan, SU
NIP. 19551119 198303 1 002

Penguji II



Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU
NIP. 19550403 198303 1 003

Penguji III



Dr. Ir. Gatot Mudjiono
NIDK. 8866680018

Penguji IV



Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Agung Prasetyo. 155040207111027. Pengaruh Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dan Konvensional Terhadap Populasi *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) pada Lahan Bawang Merah di Desa Ampeldento Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Gatot Mudjiono sebagai dosen pembimbing utama.

Ulat bawang *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman (OPT) utama pada tanaman bawang merah yang menyerang sepanjang tahun, baik musim kemarau maupun musim hujan. Di Indonesia, *S. exigua* merupakan salah satu hama yang sering menyebabkan kegagalan panen pada pertanaman bawang merah di dataran rendah di pulau Jawa, dan pada keadaan tertentu menyebabkan kerusakan pada bawang daun di dataran tinggi. Kehilangan hasil panen akibat serangan ulat bawang dapat mencapai 100% jika tidak dilakukan upaya pengendalian karena hama ini bersifat polifag. Upaya pengendalian ulat bawang *S. exigua* yang dilakukan oleh petani saat ini masih bergantung pada penggunaan insektisida. Namun mengakibatkan masalah baru seperti resistensi dan resurgensi hama. Upaya mengurangi dan membatasi penggunaan pestisida untuk meminimalkan dampak samping yang merugikan telah lama dibahas oleh para pakar hama tanaman di seluruh dunia termasuk di Indonesia dengan konsep pengendalian hama terpadu (PHT).

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga April 2019 di Desa Ampeldento Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang dan Laboratorium Hama Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Praktik budidaya bawang merah yang dilakukan yaitu pengolahan lahan, penanaman tanaman refugia, pembuatan bedengan, perlakuan bibit dan penanaman bibit bawang merah, pengairan atau penyiraman, pemupukan, aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), *S. litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV), dan Agens Hayati kompleks, pengendalian gulma, dan pengendalian ulat bawang. Parameter dalam penelitian ini yaitu pengamatan populasi larva *S. exigua*, intensitas serangan, imago *S. exigua*, keberadaan musuh alami dan pengamatan pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah umbi (anakan) dan bobot umbi. Analisis data menggunakan Uji T dengan tingkat ketelitian 5 %. Pengolahan data menggunakan bantuan aplikasi SPSS 22.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) dan konvensional terhadap rerata jumlah populasi larva, imago *S. exigua*, intensitas serangan dan musuh alami tidak berbeda nyata. Populasi larva dan serangan mulai ditemukan pada umur 14 hari setelah tanam. Rerata tinggi tanaman dan jumlah daun tidak berbeda nyata pada kedua lahan. Jumlah umbi (anakan) dan bobot umbi pada lahan PHT lebih rendah dari pada lahan konvensional. Rerata hasil produksi berat basah bawang merah pada lahan PHT seberat 101,7 g per 10 rumpun dan berat kering seberat 94,8 g per 10 rumpun, sedangkan pada lahan konvensional berat basah umbi bawang merah seberat 135,8 g per 10 rumpun dengan berat kering seberat 131,3 g per 10 rumpun.

SUMMARY

Agung Prasetyo. 155040207111027. The Influence of Integrated and Conventional Pests Management of *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) Population on Shallot at Ampeldento Village Karangploso Sub-District Malang Regency. Supervised Dr. Ir. Gatot Mudjiono as Main Supervisor.

Onion caterpillar *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) is one of the main pests in onion plants that attack around the year, in the dry and rainy season. In Indonesia, *S. exigua* is one of the pests that often causes crop failure in the lowlands of Java, and causes damage to the leek in the highlands. Caterpillar can cause crop losses until 100 % if no control efforts are made because these pests are polyphagous. Efforts to control *S. exigua* carried out by farmers are still dependent on the use of insecticides. But it causes new problems such as pest resistance and resurgence. Efforts to reduce and limit the use of pesticides to minimize adverse side effects have long been discussed by experts on plant pests around the world including in Indonesia with the *Integrated Pest Control* (IPM).

This study was conducted in February until April 2019 at Ampeldento Village, Karangploso Sub-District, Malang Regency and Pest Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University. The practice of shallots cultivation was by processing land, planting refugia plants, making beds, treating seeds and planting seedlings onion, irrigation or watering, fertilizing, applying *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), *S. litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV), and complex biological agents, weed control, and controlling onion worms. The parameters in this study were the observation of the population of larvae of *S. exigua*, the intensity of the attack, the image of *S. exigua*, the existence of natural enemies and observations of plant growth such as plant height, number of leaves, number of tubers and tillers. The datas were analyzed using T Test with a level of accuracy of 5% using the SPSS 22 application.

The results of the observation showed that the application of IPM and conventional to the average population of larvae, the image of *S. exigua*, the intensity of attacks and natural enemies were not significantly different. Larval populations and attacks began to be found at the age of 14 day after plant. The average of plant heights and number of leaves were not significantly different in the two fields. The number of tubers (tillers) and its weight on IPM land is lower than conventional land. The yield average of onion fresh weight on IPM land was 101.7 g per 10 clumps and dry weight was 94.8 g per 10 clumps, while in conventional land the wet weight of onion tuber was 135.8 g per 10 clumps with dry weight was 131.3 g per 10 clumps.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah kepada hamba-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dan Konvensional Terhadap Populasi *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) pada Lahan Bawang Merah di Desa Ampeldento Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Gatot Mudjiono, selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing penulis selama penelitian
2. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
3. Kedua Orangtua, kakak, dan adik-adikku serta keluarga lainnya yang selalu memberi dukungan dan doa.
4. Teman-teman jurusan HPT dan HIMAPTA 2018 yang selalu memberikan semangat dalam penyusunan skripsi dan penelitian ini.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif berupa informasi bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, Agustus 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Agung Prasetyo dilahirkan di Bangko Sempurna, Rokan Hilir, Riau 08 April 1996 sebagai putra kedua dari 4 bersaudara (Ardita Laksamana, M. Budi Santoso dan Aribah Nur Khalisa Putri) dari bapak H. Asmui S. Pd dan Hj. Suryani.

Penulis memulai pendidikan dasar di SDN 012 Bangko Lestari pada tahun 2001 sampai tahun 2007, kemudian penulis melanjutkan ke MTs Al-jauhar Duri pada tahun 2007 dan selesai pada tahun 2010. Pada tahun 2010 sampai tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan Madrasah Aliyah (MA) di Pondok Modern Darussalam Gontor (PMDG) Ponorogo, Jawa Timur melalui program intensif dan pengabdian mengajar di Gontor 14 Siak selama 1 tahun. Pada tahun 2015 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur Seleksi Penerimaan Minat dan Kemampuan (SPMK).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi kampus seperti Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) 2017 sebagai staff Kementerian Agama dan Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) 2018 sebagai anggota Pengembangan Sumber Daya Anggota (PSDA). Penulis juga memiliki pengalaman dalam kepanitiaan antara lain menjadi Koordinator Humas dalam Festival Tani Nasional 2017, anggota Transportasi, Akomodasi dan Perlengkapan (Transkoper) Ekspedisi 2018, Ketua Pelaksana Pendidikan Dasar dan Orientasi Terpadu Keprofesian (PROTEKSI) 2018, anggota Perlengkapan Arthropoda 2018, dan Panitia Pengarah Pendidikan Dasar dan Orientasi Terpadu Keprofesian (PROTEKSI) 2019. Pada tahun 2018 penulis melakukan magang kerja di PT. Kusuma Satria Dinasasri Wisata Jaya, Kota Batu Jawa Timur.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	iv
SUMMARY	i
KATA PENGANTAR	i
RIWAYAT HIDUP	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Hipotesis	2
1.5 Manfaat	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Bioekologi Hama <i>Spodoptera exigua</i>	3
2.2 Biologi Tanaman Bawang Merah	4
2.3 Budidaya Bawang Merah	5
2.4 Keanekaragaman Hayati Dalam Menstabilkan Ledakan Hama	9
2.5 Pengendalian Hama Terpadu (PHT)	10
2.6 Prinsip Dasar Pengendalian Hama Terpadu	11
2.7 Penerapan PHT dalam Pengendalian Hama	13
2.8 Pengendalian <i>Spodoptera exigua</i> Menggunakan Musuh Alami	16
III. METODOLOGI	18
3.1 Tempat dan Waktu	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Pelaksanaan Penelitian	18
3.4 Parameter Pengamatan	21
3.5 Analisa Data	24
VI. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Populasi <i>Spodoptera exigua</i> pada Tanaman Bawang Merah	25
4.2 Intensitas Serangan <i>Spodoptera exigua</i> pada Tanaman Bawang Merah	29

4.3 Populasi Musuh Alami	31
4.4 Pertumbuhan Tanaman dan Produksi Bawang Merah	33
4.5 Pembahasan Umum	37
V. PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	45



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Komposisi Jumlah Musuh Alami Pada Lahan PHT dan Konvensional	31
	Lampiran	
1.	Uji Normalitas Rerata Populasi Larva <i>S. exigua</i>	46
2.	Uji Normalitas Rerata Populasi Imago <i>S. exigua</i>	46
3.	Uji Normalitas Intensitas Serangan.....	46
4.	Uji Normalitas Populasi Musuh Alami.....	46
5.	Uji Normalitas Rerata Tinggi Tanaman.....	46
6.	Uji Normalitas Rerata Jumlah Daun.....	47
7.	Uji T Rerata Populasi Larva <i>S. exigua</i>	47
8.	Uji Mann Whitney Rerata Populasi Imago <i>S. exigua</i>	47
9.	Uji T Rerata Intensitas Serangan <i>S. exigua</i>	48
10.	Uji T Populasi Musuh Alami.....	48
11.	Uji T Rerata Tinggi Tanaman.....	48
12.	Uji T Rerata Jumlah Daun.....	49

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
	Teks	
1.	(a) Telur (b) Larva <i>Spodoptera exigua</i>	3
2.	Umbi Bawang Merah	5
3.	Denah lokasi lahan PHT dan Konvensional	19
4.	Penentuan tanaman sampel dalam bedengan	22
5.	Sketsa peletakan perangkat	23
6.	Populasi larva <i>S. exigua</i> pada Perlakuan PHT dan Konvensional ..	26
7.	Populasi Imago pada lahan bawang merah	29
8.	Intensitas serangan <i>S.exigua</i> pada tanaman bawang merah	30
9.	Pola Keberadaan Musuh Alami	33
10.	Pola Pertumbuhan Tinggi Tanaman Bawang Merah	34
11.	Pola Pertumbuhan Jumlah Daun Bawang Merah	35
12.	Jumlah Umbi (anakan) Bawang Merah Per Rumpun	36
13.	Bobot Umbi (g) Per 10 Rumpun	37
	Lampiran	
1.	Populasi <i>Spodoptera exigua</i> (a) Larva <i>S. exigua</i> (b) Imago <i>S.exigua</i>	49
2.	Gejala Serangan OPT (a) Gejala serangan <i>Spodoptera exigua</i> (b) Gejala Serangan <i>A. porri</i> (c) Gejala Serangan <i>C.</i> <i>gloeosporioides</i>	50
3.	Tanaman Border dan Refugia (a) Tanaman Jagung (b) Bunga Kertas dan Kenikir	50
4.	Pengendalian Hama dan Penyakit (a) Aplikasi PGPR (b) Aplikasi <i>SINPV</i> (c) Aplikasi Agens Hayati kompleks (d) Aplikasi Pestisida (e) Pengumpulan Larva <i>S. exigua</i> sebagai Pengendalian Mekanik.....	51
5.	Musuh Alami yang ditemukan pada lahan PHT dan konvensional (a) <i>Coccinelidae</i> (b) <i>Formicidae</i> (c) <i>Staphylinidae</i> (d) <i>Carabidae</i> (e) <i>Braconidae</i> (f) <i>Ichneumonidae</i> (g) <i>Sphecidae</i> ..	52
6.	Dokumentasi Kegiatan (a) Pengendalian gulma oleh petani (b) Pengapuran (c) Pengolahan dan penyebaran pupuk dasar (d) Aplikasi Mikoriza (e) Penyemprotan pestisida (f) Penyiraman (g) Pemanenan Bawang Merah (h) Proses identifikasi dan dokumentasi serangga (i) Proses pengeringan hasil panen (j) penimbangan bobot umbi (k) Hasil panen umbi lahan PHT (l) Hasil panen umbi lahan konvensional (m) Umbi bawang sentir (n) Umbi (anakan).....	54

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ulat bawang *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman (OPT) utama pada tanaman bawang merah yang menyerang sepanjang tahun, baik musim kemarau maupun musim hujan (Moekasan *et al*, 2013). Di Indonesia, *S. exigua* merupakan salah satu hama yang sering menyebabkan kegagalan panen pada pertanaman bawang merah di dataran rendah di pulau Jawa dan pada keadaan tertentu menyebabkan kerusakan pada bawang daun di dataran tinggi (Rauf, 1999), Moekasan *et al.*, (2005) menyatakan kehilangan hasil panen akibat serangan ulat bawang dapat mencapai 100% jika tidak dilakukan upaya pengendalian karena hama ini bersifat polifag.

Upaya pengendalian ulat bawang *S. exigua* yang dilakukan oleh petani saat ini masih bergantung pada penggunaan insektisida. Petani bawang merah seringkali menggunakan insektisida secara intensif, dosis tinggi, interval penyemprotan yang pendek, dan pencampuran lebih dari dua jenis pestisida (Moekasan dan Murtiningsih, 2010). Hal tersebut dapat mengakibatkan masalah baru seperti resistensi dan resurgensi hama. Di Kabupaten Brebes, Cirebon dan Tegal telah dilaporkan bahwa ulat bawang terindikasi resisten terhadap dosis anjuran insektisida seperti spinosad, klorpirifos, abamektin, karbosulfan dan siromazin (Moekasan dan Basuki, 2007). Stern *et al.*, (1959) dalam Mudjiono (2013) berpendapat bahwa pendekatan tunggal yaitu bergantung pada satu-satunya cara pengendalian ternyata tidak dapat memecahkan masalah.

Upaya mengurangi dan membatasi penggunaan pestisida untuk meminimalkan dampak samping yang merugikan telah lama dibahas oleh para pakar hama tanaman di seluruh dunia termasuk di Indonesia yaitu dengan menerapkan konsep pengendalian hama terpadu (PHT). Pengendalian Hama Terpadu (PHT) merupakan pendekatan ekologi yang bersifat multidisiplin untuk pengelolaan populasi hama dengan memanfaatkan beraneka ragam taktik pengendalian secara kompatibel dalam suatu kesatuan koordinasi pengelolaan (Untung, 2006).

Penerapan PHT yang dilakukan oleh Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) untuk pengendalian OPT pada tanaman bawang merah saat ini berupa penerapan budidaya tanaman sehat seperti pergiliran tanaman, penggunaan varietas yang tahan, pemilihan bibit bawang merah, pengolahan tanah, pemupukan berimbang, sanitasi, penyiraman, pengendalian secara mekanik dengan mengumpulkan kelompok telur dan larva *S. exigua* dan memusnahkannya, pemasangan perangkap seperti feromonoid seks untuk menangkap ngengat *S. exigua*, pemanfaatan musuh alami seperti predator, parasitoid dan *S. exigua* Nuclear Polyhedrosis Virus (SeNPV) sebagai teknologi PHT pada bawang merah, serta pengamatan ekosistem secara rutin (Udiarto *et al.*, 2005). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) dan konvensional terhadap populasi *S. exigua*.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) dapat mengurangi populasi hama *S. exigua* ?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan PHT dan konvensional terhadap populasi dan persentase serangan *S. exigua*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah terdapat perbedaan populasi dan persentase serangan hama *S. exigua* pada perlakuan PHT dan konvensional.

1.5 Manfaat

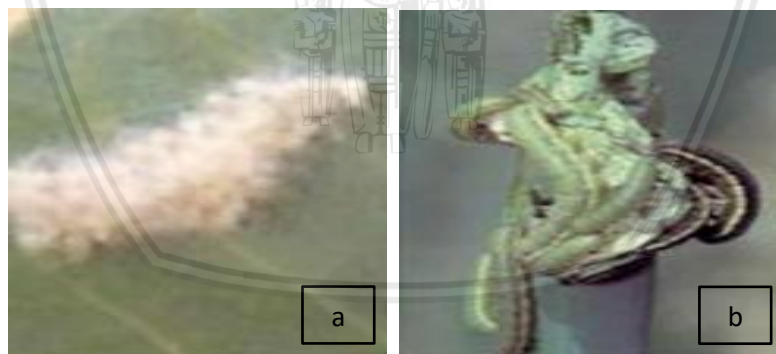
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) dan konvensional terhadap hama *S. exigua* sehingga menjadi pertimbangan bagi petani bawang merah dalam menentukan pengendalian hama *S. exigua*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bioekologi Hama *Spodoptera exigua*

Klasifikasi *S. exigua* kingdom animalia, filum arthropoda, kelas insekta, ordo lepidoptera, famili noctuidae, genus spodoptera, spesies *S. exigua* (Hubner). Di Indonesia dikenal sebagai ulat bawang (Kalshoven, 1981).

Telur diletakkan dalam bentuk kelompok pada ujung daun, setiap kelompok terdiri dari 50 hingga 150 butir. Telur dilapisi oleh bulu-bulu putih yang berasal dari sisik tubuh induknya. Telur berwarna putih, berbentuk bulat atau bulat telur (lonjong) dengan ukuran sekitar 0,5 mm. Telur menetas dalam waktu 3 hari (Udiarto *et al.*, 2005). Larva terdiri dari 5 instar, dengan seluruh stadium larva berlangsung 9-14 hari (Rauf, 1999). Terdapat variasi pada penampilan warna larva, pada awalnya larva berwarna hijau rumput kemudian menjadi hijau atau coklat gelap dengan strip kekuningan pada tubuhnya dengan panjang larva sampai 25 mm (Kalshoven, 1981) atau panjang larva 2,5 cm dengan warna yang bervariasi, ketika larva masih muda berwarna hijau muda dan jika sudah tua berwarna hijau kecoklatan gelap dengan garis kekuning-kuningan (Gambar 1) (Udiarto *et al.*, 2005).



Gambar 1. (a) Telur (b) Larva *S. exigua* (Udiarto *et al.*, 2005)

Ulat bawang *S. exigua* berkepompong dalam tanah, dengan stadium pupa berlangsung rata-rata 8 hari. Ngengat *S. exigua* berukuran kecil, berwarna keabu-abuan dengan bercak pucat pada bagian tepi sayap depan dan pada sayap belakang agak putih dengan tepi berwarna agak gelap (Hikmah, 1998). Imago betina meletakkan telur secara berkelompok pada ujung daun (Udiarto *et al.*, 2005). Ngengat betina hidup selama 3-10 hari dan mampu meletakkan telur sejumlah

300-1500 butir. Pada kondisi laboratorium di Bogor, siklus hidup ulat bawang dapat berlangsung rata-rata 23 hari (Rauf, 1999).

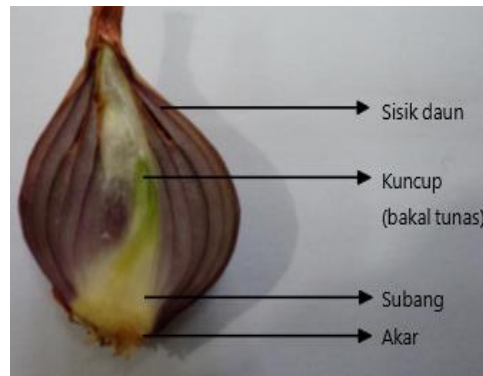
Di Indonesia *S. exigua* merupakan hama klasik yang sering menyebabkan kegagalan panen pada pertanaman bawang merah di dataran rendah di pulau Jawa dan pada keadaan tertentu di dataran tinggi (Rauf, 1999). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rauf (1999) kerusakan daun yang disebabkan oleh *S. exigua* sebesar 93,2 %. Pada tanaman bawang merah yang berumur 49 hari, serangan dapat mencapai 62,98 % dengan rata-rata populasi larva 11,52 ekor/rumpun dengan demikian kehilangan hasil berkisar antara 46,56-56,94 %. Apabila serangan berat terjadi pada awal fase pembentukan umbi, maka resiko kegagalan panen akan lebih besar dengan kehilangan hasil berkisar 45-47% (Paparang *et al*, 2016)

S. exigua merupakan hama yang bersifat polifag, serta hidup dan tersebar di daerah tropik dan sub-tropik. Bawang merah merupakan salah satu tanaman inang utama *S. exigua*, selain itu di India spesies ini di temukan menyerang tanaman tembakau, di Afrika menyerang tanaman kapas, di Hawaii menyerang tanaman kentang dan tanaman sayuran lainnya. Sedangkan di pulau Jawa biasanya menyerang tanaman bawang merah, bawang putih, daun bawang, kucai, jagung, cabai dan kacang polong (Kalshoven, 1981).

2.2 Biologi Tanaman Bawang Merah

Klasifikasi bawang merah sebagai kingdom plantae, divisi spermatophyta, kelas Monocotyledonae, ordo liliales, famili liliaceae, genus allium, spesies *Allium ascalonicum* L. (Tjitrosoepomo, 2013)

Bawang merah merupakan tanaman semusim dengan bentuk umbi berlapis, akar serabut dan halus, daun silindris yang memiliki subang (diskus) atau batang sejati tempat perakaran tanaman dan mata tunas atau titik tumbuh. Pangkal daun bersatu membentuk batang semu yang berada dalam tanah dan akar berubah bentuk dan fungsinya menjadi umbi. Jika dibelah secara membujur, umbi bawang merah terdiri dari sisik daun, kuncup yang menghasilkan titik tumbuh tanaman, subang yang merupakan batang rudimenter, dan akar adventif sebagai akar serabut yang terdapat pada bawang merah (Gambar 2) (Suwandi, 2014)



Gambar 2. Umbi Bawang Merah (Suwandi, 2014)

Tanaman bawang merah merupakan tanaman sayuran berumur pendek yang diperbanyak secara vegetatif menggunakan umbi, maupun secara generatif menggunakan biji (Setiawati *et al.*, 2007). Balitsa telah menghasilkan varietas unggul bawang merah yang dapat dibudidayakan di luar musim, antara lain varietas Sembrani, Maja, Trisula dan Pancasona. (Suwandi, 2014). Varietas yang banyak ditanam di sentra produksi Jawa Tengah dan Jawa Barat adalah Kuning, Bangkok Warso, Bima Timor, Bima Brebes, Bangkok, Filipina dan Thailand (Putrasamedja *et al.*, 2012)

Produktivitas bawang merah tidak hanya bergantung pada varietas yang ditanam, tetapi juga di pengaruhi oleh kondisi tanah, iklim, pemeliharaan tanaman, pemupukan, pengairan dan pengendalian hama dan penyakit (Suwandi, 2014).

Tanaman bawang merah menghendaki tanah bertekstur liat dengan drainase baik, untuk tumbuh dengan baik dan memberikan hasil yang tinggi (Suwandi, 2014), selain itu, iklim yang baik bagi pertumbuhan bawang merah adalah daerah yang beriklim kering. Tanaman bawang merah membutuhkan penyinaran cahaya matahari yang maksimal (minimal 70% penyinaran), suhu udara 25-32⁰C, dan kelembaban nisbi 50-70%. Tanaman bawang merah dapat membentuk umbi di daerah yang suhu udaranya rata-rata 22⁰C, tetapi hasil umbinya tidak sebaik di daerah yang suhu udara lebih panas (Sumarni dan Hidayat, 2005).

2.3 Budidaya Bawang Merah

Persiapan Lahan dan Pengolahan Tanah. Tanaman bawang merah memerlukan tanah yang gembur, sehingga tanah diolah secara intensif dengan

menggunakan cangkul atau traktor. Bedengan dibuat dengan lebar 1-1,2 m dan panjang disesuaikan dengan kondisi lahan. Lahan dibersihkan dari sisa tanaman atau rumput karena dapat menjadi media perkembangan patogen penyakit seperti *Fusarium* sp. (Suwandi, 2014)

Pada lahan kering atau tegalan, bedengan dibuat dengan lebar parit antar bedengan 20-30 cm. Di antara bedengan dibuat parit dengan kedalaman 20-30 cm dan tanahnya diletakkan di atas bedengan sehingga tinggi bedengan diupayakan 20-30 cm. Kedalaman parit dan tinggi bedengan disesuaikan dengan kedalaman perakaran bawang merah untuk menghindari drainase yang tidak baik pada musim hujan (Suwandi, 2014). Jika pH tanah kurang dari 5,6 maka perlu dilakukan pengapuran dengan menggunakan kapur pertanian atau dolomit minimal 2 minggu sebelum tanam dengan dosis 1-1,5 ton/ha (Susila, 2006)

Selanjutnya bedengan ditata dengan baik dan tanahnya diolah kembali (pengolahan tanah kedua) sampai rata, kemudian diistirahatkan beberapa hari sambil menunggu aplikasi pemupukan dasar dan penyiapan bibit untuk ditanam. Pupuk dasar yang diberikan meliputi pupuk organik matang asal kotoran ternak (kotoran ayam, domba, kuda atau sapi) dengan dosis 10-20 t/ha atau pupuk buatan (kompos bermutu) dengan dosis 3-5 t/ha yang dikombinasikan dengan pupuk majemuk NPK (15-15-15) atau NPK (16-16-16) dengan dosis 500 kg/ha, dan pupuk fosfat (SP-36) dengan dosis 100-150 kg/ha yang di aplikasikan 3-7 hari sebelum tanam (Suwandi, 2014)

Penanaman Bawang Merah. Seleksi umbi yang akan dijadikan bibit dilakukan agar pertumbuhan tanaman seragam. Ukuran umbi bibit digolongkan kedalam tiga kelas, yaitu (a) umbi bibit besar berdiameter > 1,8 cm atau > 10 g, (b) umbi bibit sedang berdiameter 1,5-1,8 cm atau 5-10 g, (c) umbi bibit kecil berdiameter <1,5 cm atau 5 g. Secara umum kualitas umbi yang baik untuk bibit adalah yang berukuran sedang, Umbi berukuran sedang merupakan umbi ganda, rata-rata terdiri dari 2 siung umbi, sedangkan umbi bibit berukuran besar rata-rata terdiri dari 3 siung umbi (Sumarni dan Hidayat, 2005)

Umbi bibit yang besar dapat menyediakan cadangan makanan yang banyak untuk pertumbuhan dan perkembangan selanjutnya di lapangan. Umbi bibit berukuran besar akan tumbuh lebih vigor, menghasilkan daun-daun lebih

panjang, luas daun lebih besar, sehingga dihasilkan jumlah umbi per tanaman dan total hasil yang tinggi (Sumarni dan Hidayat, 2005).

Sebelum ditanam, kulit luar umbi bibit yang mengering dibersihkan. Bibit bawang merah yang umur simpannya kurang dari 2 bulan dilakukan pemotongan ujung umbi kurang lebih 0,5 cm untuk memecahkan masa dormansi dan mempercepat pertumbuhan tanaman. Kemudian umbi ditanam dengan cara membenamkan seluruh bagian umbi (Susila, 2006)

Banyaknya umbi bibit yang diperlukan dapat diperhitungkan berdasarkan jarak tanam dan berat umbi bibit. Jarak tanam bawang merah yang dapat digunakan yaitu 15 x 20 cm atau 15 x 15 cm. Kebutuhan umbi bibit untuk setiap hektarnya berkisar antara 600-1200 kg (Sumarni dan Hidayat, 2005).

Pemeliharaan Tanaman Bawang Merah. Pemeliharaan tanaman bawang merah meliputi, pemupukan, penyiraman atau pengairan, dan penyiangan gulma. Pemupukan susulan pertama dilakukan saat tanaman berumur 10-15 hari setelah tanam dan pemupukan susulan kedua 30-35 hari setelah tanam, masing masing 100 kg Urea, 200 kg ZA dan 50-100 kg KCL/ha. Campuran pupuk N dan K tersebut diaplikasikan pada sore hari pada lubang tanam secara merata, kemudian disiram sampai pupuk larut dan masuk kedalam tanah, apabila tidak turun hujan. Kombinasi pupuk N berupa Urea dan ZA selain dapat meningkatkan produktivitas juga memperbaiki mutu umbi bawang merah, seperti warna umbi dan aroma lebih tajam (Suwandi, 2014)

Budidaya bawang merah pada musim hujan tidak memerlukan pengairan. Namun, penyemprotan air pada tanaman tetap diperlukan pada saat cuaca panas untuk membasuh percikan tanah akibat air hujan yang menempel pada daun setelah hujan pada malam hari. Pada prinsipnya, penyemprotan tanaman pada pagi hari bertujuan untuk mengantisipasi penularan penyakit tular tanah dan penyakit utama bawang merah seperti *Fusarium*, *Alternaria porrii*, dan *Colletotrichum* sp. (Suwandi, 2014). Penyiraman dilakukan sesuai dengan umur tanaman yaitu umur 0-10 HST sebanyak 2x per hari (pagi dan sore hari), umur 11-35 hari sebanyak 1x per hari (pagi hari) dan umur 36-50 hari sebanyak 1x per hari (pagi atau sore hari) (Susila, 2006)

Pemeliharaan tanaman lainnya adalah penyiangan atau pengendalian gulma. Penyiangan dilakukan sesuai dengan kondisi pertumbuhan gulma di lapangan berkisar antara 1-2 kali sebelum pemberian pupuk susulan, dengan cara manual yaitu dengan mencabut gulma sampai ke akarnya (Suwandi, 2014)

Pengendalian Hama dan Penyakit. Hama dan penyakit tanaman penting pada tanaman bawang merah antara lain adalah ulat bawang, trips, penggorok daun, ulat tanah, orong-orong, bercak ungu (trotol), antraknose, embun tepung, busuk umbi *Fusarium* dan mati pucuk (Udiarto, 2005).

Pengendalian hama dan penyakit pada tanaman bawang merah umumnya dilakukan secara preventif dengan menyemprotkan pestisida secara berkala, sesuai dengan kondisi pertanaman di lapangan. Penggunaan pestisida atau biopestisida dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman hendaknya mengutamakan efektivitas, efisiensi, dan tepat sasaran dengan dosis yang tepat, termasuk *hand sprayer* yang digunakan. Hal ini penting untuk menghindari pencemaran lingkungan, pemborosan, resistensi hama dan penyakit, dan residu pestisida pada tanaman yang akan menimbulkan masalah tersendiri (Suwandi, 2014)

Selain itu, pengendalian hama dan penyakit pada tanaman bawang merah dapat dilakukan dengan menerapkan sistem PHT. Sistem PHT menjadi salah satu cara untuk mengurangi dan mengatasi dampak samping dari penggunaan pestisida (Moekasan *et al.*, 2004). Pengendalian OPT dengan sistem PHT dilakukan melalui kegiatan pemantauan dan pengamatan yaitu dengan mengamati perkembangan OPT dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya, pengambilan keputusan yang didasari oleh hasil analisis data pemantauan dan pengamatan populasi OPT dan atau tingkat serangan, dan tindakan pengendalian jika populasi dan atau serangan OPT menimbulkan kerugian secara ekonomis dengan memperhatikan keamanan bagi manusia serta lingkungan hidup (Udiarto *et al.*, 2005). Salah satu komponen PHT dalam melakukan pengendalian hama adalah dengan melakukan pengendalian hayati (*biological control*). Pengendalian ini menjadi salah satu alternatif pengendalian hama dalam PHT yang dapat memelihara lingkungan secara alami (Hikmah, 1998)

Balitsa telah mengembangkan bioinsektisida untuk mengendalikan hama ulat bawang. Penggunaan insektisida dengan bahan aktif *S. exigua* Nuclear

Polyhedrosis Virus (SeNPV) relatif aman lingkungan, bersifat sangat selektif, dan berperan sebagai patogen bagi ulat bawang (Sumarni dan Hidayat, 2005).

Panen. Bawang merah dapat dipanen setelah tanaman cukup tua, biasanya pada umur 60-70 hari, atau 60% leher batang sudah lunak, tanaman rebah, dan daun menguning. Bawang merah sebaiknya dipanen saat kondisi tanah kering dan cuaca cerah untuk mendapatkan kualitas umbi yang baik dan menghindari kerusakan umbi serta mencegah serangan penyakit busuk umbi di gudang (Sumarni dan Hidayat, 2005).

Bawang merah yang telah dipanen kemudian diikat pada batangnya untuk memudahkan pengangkutan. Umbi untuk konsumsi, batang dan daunnya dijemur sampai kering (1-7 hari) dan diusahakan tidak terkena langsung sinar matahari. Umbi yang sudah cukup kering dipisahkan dari batang dan daunnya, lalu dikelompokkan berdasarkan ukuran dan kualitas umbi, kemudian dimasukkan kedalam karung jala dengan kapasitas 50-100 kg apabila akan dijual ke pasar (Suwandi, 2014)

2.4 Keanekaragaman Hayati Dalam Menstabilkan Ledakan Hama

Timbulnya masalah ledakan hama di sebuah wilayah dapat disebabkan oleh sistem pertanian monokultur. Strategi budidaya yang banyak diusulkan oleh para ahli yaitu dengan menerapkan budidaya yang berbasis keragaman hayati tinggi. Salah satu cara yang dapat dilakukan agar agroekosistem mendekati kondisi alami adalah dengan menerapkan sistem budidaya polikultur (Kurniawati dan Martono, 2015).

Selain mengefisienkan penggunaan lahan untuk meningkatkan hasil pertanian, sistem polikultur diharapkan dapat meningkatkan kehadiran parasitoid, predator dan kompetitor bagi hama sehingga dapat mengurangi kerusakan tanaman. Sistem ini dapat menurunkan potensi serangan hama pada tanaman melalui pembatasan fisis atau khemis bagi hama untuk menemukan inangnya serta meningkatkan aktivitas musuh alami pada agroekosistem (Kurniawati dan Martono, 2015).

Pada ekosistem pertanian dijumpai komunitas yang terdiri dari atas banyak serangga dan masing-masing jenis memperlihatkan sifat populasi yang khas. Tidak semua jenis serangga dalam ekosistem merupakan serangga hama, tetapi

sebagian besar jenis serangga juga merupakan musuh alami. Keanekaragaman serangga dapat digunakan sebagai indikator keseimbangan ekosistem yang berarti apabila dalam ekosistem keanekaragaman serangga tinggi maka dapat dikatakan lingkungan ekosistem stabil atau seimbang. Keanekaragaman serangga yang tinggi akan menyebabkan proses jaring-jaring makanan berjalan secara normal (Qomariyah, 2017).

Peningkatan keanekaragaman yang disebabkan oleh meningkatnya interaksi trofik dapat meningkatkan stabilitas unsur biologis di dalam suatu agroekosistem. Hal tersebut telah banyak dibuktikan oleh para pakar bahwa keanekaragaman tanaman dapat meningkatkan efisiensi di dalam agroekosistem, sehingga perubahan menuju ke keanekaragaman menjadi alat penting dari PHT (Mudjiono, 2013)

2.5 Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) atau di dunia internasional dikenal sebagai *The Integrated Pest Management* (IPM) merupakan suatu konsep pengelolaan ekosistem pertanian yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Di Indonesia PHT umum dikenal sebagai perpanjangan dari istilah Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Dilihat dari sejarah perkembangan konsep, *Integrated Pest Management* (IPM) atau Pengelolaan Hama Terpadu merupakan peningkatan konsep *Integrated Pest Control* (IPC) atau Pengendalian Hama Terpadu (Untung, 2006)

Batasan dalam strategi pengendalian terpadu yaitu sebagai sistem pengelolaan terhadap populasi organisme pengganggu tanaman yang menggunakan semua teknik yang cocok dan serasi baik untuk mengurangi populasi organisme pengganggu tanaman (OPT) maupun untuk mempertahankan populasi tersebut pada batas di bawah batas kerusakan ekonomi atau memanipulasi populasi OPT untuk mencegahnya mencapai kerusakan ekonomi (Mudjiono, 2013).

Pada dasarnya dalam batasan PHT terdapat dua unsur utama yaitu penggabungan (*integrated*) dan pengelolaan (*management*). Unsur pengelolaan (*management*) di dalam batasan PHT yaitu melibatkan berbagai disiplin, perhatian

dari aspek sosial, ekonomi dan ekologis. Dan PHT hanya merupakan salah satu unsur program pengelolaan agroekosistem secara keseluruhan (Mudjiono, 2013)

Pada tahun 2005 Altieri dan Nicholls dalam Mudjiono (2013) mengemukakan landasan ekologi bagi PHT berupa agroekologi dengan pengelolaan agroekosistem, sehingga penerapan PHT dapat menuju terciptanya pertanian berkelanjutan. Dalam pandangan beliau, solusi jangka panjang untuk masalah hama hanya dapat dicapai dengan penataan kembali dan pengelolaan agroekosistem dengan cara yang memaksimalkan kekuatan preventif dalam proses pengaturan secara alami (Mudjiono, 2013)

Tujuan umum dari PHT yaitu pengembangan sistem pengelolaan hama yang diperbaiki dan berwawasan lingkungan untuk mewujudkan pembangunan pertanian yang berkelanjutan (Setiawati *et al.*, 2004).

Sasaran penerapan PHT yaitu produktivitas pertanian yang tinggi, kesejahteraan petani meningkat, populasi hama dan kerusakan yang ditimbulkannya tetap berada pada tingkatan yang tidak merugikan secara ekonomi, kualitas dan keseimbangan lingkungan terjamin dalam upaya mewujudkan pembangunan pertanian yang berkelanjutan (Moekasan *et al.*, 2004).

2.6 Prinsip Dasar Pengendalian Hama Terpadu

Beberapa prinsip dasar pengendalian hama terpadu (PHT) menurut Untung (2006) sebagai berikut :

a. Budidaya Tanaman Sehat

Budidaya tanaman yang sehat menjadi bagian penting setiap program pengendalian hama. Tanaman yang sehat lebih tahan terhadap serangan hama dibandingkan dengan tanaman yang tidak sehat. Tanaman yang sehat lebih cepat mengatasi atau menyembuhkan dari kerusakan yang terjadi akibat serangan hama antara lain dengan mempercepat pembentukan anakan atau proses penyembuhan fisiologis lainnya.

Usaha budidaya tanaman dalam Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dimulai dari pemilihan varietas, pengolahan tanah, penyiapan bibit dan pembibitan, penanaman, pemeliharaan tanaman sampai ke penanganan pasca panen yang dikelola secara tepat sehingga diperoleh penanaman sehat dan produktif.

b. Pemanfaatan Musuh Alami

Agroekosistem perlu dikelola sedemikian rupa sehingga musuh alami dapat dilestarikan dan dimanfaatkan. Setiap jenis hama secara alami dikendalikan oleh kompleks musuh alami yang dapat meliputi predator (pemangsa), parasitoid, dan patogen hama. Dibandingkan dengan penggunaan pestisida, penggunaan musuh alami bersifat alami, efektif, murah, dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan hidup.

c. Pemantauan ekosistem secara teratur

Agroekosistem sangat beragam dan dinamis antara tempat dan waktu. Banyak faktor yang saling mempengaruhi. Terjadinya letusan hama pada suatu agroekosistem merupakan hasil interaksi berbagai komponen ekosistem. Komponen-komponen tersebut dapat berasal dari dalam ekosistem maupun yang dimasukkan manusia seperti pestisida dan pupuk. Sangat sulit meramalkan kapan terjadinya letusan hama secara tepat. Dinamika populasi hama akan berbeda untuk setiap lokasi dan pada waktu tertentu.

Petani harus mengadakan pemantauan ekosistem secara rutin untuk mengikuti perkembangan populasi hama dan musuh alaminya sehingga dapat menentukan tindakan pengendalian yang akan dilakukan.

d. Petani sebagai manager (ahli PHT)

Di Indonesia petani merupakan kelompok produsen pertanian yang terbesar. Kinerja sektor pertanian sangat ditentukan oleh kinerja petani yang umumnya masih rendah. Hal ini disebabkan petani memiliki lahan sempit, tidak memiliki modal cukup, serta tidak memiliki kemampuan sumberdaya manusia yang memadai. Agar prinsip dan teknologi PHT dapat efektif dan diterapkan oleh petani lebih dahulu dilakukan usaha memberdayakan petani untuk dapat menerapkan PHT. Tujuan utama kegiatan pelatihan PHT untuk petani dengan metode Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SLPHT) adalah untuk pemberdayaan petani dan kelompoknya agar dapat menerapkan konsep PHT.

Prinsip-prinsip PHT yang dihasilkan oleh Balitsa yaitu (1) budidaya tanaman sehat, (2) pelestarian dan pemanfaatan musuh alami (3) pemantauan ekosistem pertanian secara teratur atau rutin, dan (4) petani sebagai manager (ahli PHT) (Moekasan *et al.*, 2005).

2.7 Penerapan PHT dalam Pengendalian Hama

Di Indonesia sejak tahun 1977 kelompok pakar perlindungan tanaman mengusulkan agar Pemerintah menerapkan PHT untuk mengendalikan hama-hama tanaman pangan. Sejak tahun 1980 pemerintah melaksanakan proyek rintisan penerapan PHT pada tanaman padi di 6 propinsi yaitu Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa timur, Sulawesi Selatan dan Sumatera Utara. Dari kegiatan tersebut diketahui bahwa sawah yang menerapkan PHT produktivitasnya tidak berbeda dengan sawah non-PHT tetapi penggunaan pestisida kimia lebih sedikit. Dampak rintisan PHT terhadap kebijakan penggunaan pestisida belum nyata karena Pemerintah pada waktu itu masih sibuk dengan program swasembada beras yang memasukkan pestisida sebagai salah satu paket kredit yang harus diambil oleh petani peserta program (Untung, 2006).

Pada tahun 1978-1979 terjadi letusan hama wereng coklat padi yang meliputi ratusan ribu hektar sawah. Akibat letusan hama tersebut pencapaian sasaran produksi beras nasional terhambat. Hama wereng coklat menjadi hama padi “baru” karena sebelumnya tidak pernah tercatat sebagai hama padi penting di Indonesia. Tahun 1979, banyak pakar belum menyadari bahwa kemunculan dan letusan wereng coklat di Indonesia tidak dapat dilepaskan dari penggunaan pestisida kimia (Untung, 2006).

Pada tahun 1984 Indonesia berhasil mencapai swasembada beras. Pada tahun 1985/1986 status swasembada beras terancam karena terjadi lagi letusan lokal wereng coklat padi di pulau Jawa. Banyak hasil penelitian yang telah dipublikasikan menunjukkan bahwa sebagian insektisida padi yang direkomendasikan mendorong terjadinya resurgensi wereng coklat (Untung, 2006).

Pada tahun 1986 Pemerintah mengeluarkan Instruksi Presiden Nomor 3 Tahun 1986 yang menjadi tonggak sejarah PHT di Indonesia. Melalui Instruksi tersebut pemerintah melarang penggunaan 57 formulasi insektisida untuk pengendalian hama-hama padi. Presiden menginstruksikan segera menerapkan PHT untuk pengendalian hama tanaman padi dengan melakukan pelatihan PHT bagi para petugas dan petani. Sebagai tindak lanjut Inpres No 3 tahun 1986, pemerintah melakukan pengurangan subsidi harga pestisida secara bertahap

sehingga pada tahun 1989 subsidi tersebut sepenuhnya dicabut. Perkembangan berikutnya adalah dikeluarkan UU No. 12 tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman yang pada Pasal 20 menyatakan bahwa: “Perlindungan tanaman dilaksanakan dengan Sistem Pengendalian Hama Terpadu” (Untung, 2006).

Untuk menerapkan dan mengembangkan pada suatu daerah perlu disusun beberapa strategi pelaksanaan dalam beberapa bidang kegiatan seperti (1) pengembangan teknologi (2) jaringan informasi (3) proses pengambilan keputusan (4) pemberdayaan petani, (5) penelitian pendukung PHT (Untung, 2006). Menurut Untung (2006) teknologi PHT meliputi berbagai teknik pengelolaan agroekosistem yang diterapkan dengan tujuan agar sasaran PHT tercapai dengan memperhatikan berbagai kendala ekosistem dan sistem sosial setempat (Untung, 2006).

Pengembangan sistem PHT pada dasarnya adalah mengembangkan keadaan agroekosistem setempat dengan demikian pengembangan PHT pada suatu daerah akan berbeda dengan daerah lainnya. Sistem PHT harus disesuaikan dengan keadaan ekosistem dan sosial ekonomi masyarakat petani setempat, karena konsep PHT pada dasarnya merupakan penerapan pendekatan ekologi dan ekonomik pengendalian hama (Mudjiono, 2013)

Penerapan PHT dapat dilakukan dengan beberapa taktik yang disebut dengan taktik PHT (Mudjiono, 2013) yaitu sebagai berikut:

1. Penggunaan varietas tahan

Penggunaan varietas tahan dalam pandangan PHT pada dasarnya adalah menurunkan daya dukung bagi hama baik karena tanaman tersebut beracun bagi hama, tidak disukai oleh hama atau tanaman tersebut toleran terhadap serangan hama. Penggunaan varietas tahan dengan ketahanan antisenosis, antibiosis, dan toleran dapat menurunkan tersedianya kuantitas dan kualitas pakan bagi serangga, dengan demikian dapat menekan rata-rata padat populasinya.

2. Pemanfaatan musuh alami (predator dan parasitoid)

Penggunaan pengendalian hayati seperti predator dan parasitoid bersifat selektif, tersedia dilapang, berjalan dengan sendirinya (*self perpetuating*) karena predator dan parasitoid dapat mencari sendiri inang atau mangsanya, dan tidak

menimbulkan dampak negatif seperti resistensi dan resurgensi hama serta relatif murah dan ramah lingkungan.

3. Penggunaan patogen serangga

Patogen serangga dapat digunakan dalam PHT melalui tiga cara yaitu (1) pemanfaatan penyakit yang muncul secara alami, (2) introduksi patogen serangga ke dalam populasi serangga hama sebagai faktor mortalitas yang permanen, (3) sebagai insektisida mikroba untuk pengendalian sementara terhadap serangga hama.

3. Pengendalian dengan cara bercocok tanam

Pengendalian dengan cara bercocok tanam adalah upaya manipulasi terhadap lingkungan dengan maksud untuk membuatnya kurang sesuai, sehingga tercapai pengendalian yang ekonomis terhadap hama atau mengurangi laju peningkatan dan kerusakannya. Manipulasi meliputi keseluruhan praktik bercocok tanam yang berkisar dari keputusan pengelolaan dalam memilih tanaman yang akan ditanam atau varietasnya, waktu tanam, jarak tanam, pemupukan, cara panen, cara pengolahan tanah, dan waktu panen, pergiliran tanaman, pengelolaan air dan sanitasi.

Pengendalian dengan cara bercocok tanam merupakan cara pengendalian yang erat hubungannya dengan lingkungan. Pada prinsipnya pelaksanaan pengendalian dengan cara bercocok tanam adalah dengan cara pengelolaan agroekosistem sedemikian rupa agar keadaannya menjadi kurang menguntungkan bagi perkembangan hama, namun menguntungkan bagi perkembangan musuh alami.

4. Pengendalian secara genetis

Pengendalian genetis berhubungan dengan bermacam –macam cara yang secara teoritis atau praktis dapat mengendalikan populasi hama melalui usaha manipulasi terhadap komponen genetisnya atau mekanisme lain terhadap keturunannya. Contohnya adalah dengan menggunakan serangga jantan mandul yang dilepaskan di lapang sehingga bersaing dengan serangga jantan normal.

5. Penggunaan insektisida

Dalam pandangan PHT, insektisida bukan berarti tidak digunakan. Namun dalam filosofi PHT penggunaan insektisida yaitu bagaimana insektisida dapat

digunakan lebih efektif dan lebih harmonis di dalam program PHT sambil menunggu agroekosistem dapat memulihkan kemampuannya untuk bertahan dari dominasi populasi hama.

Penggunaan insektisida dapat dikategorikan dalam 3 macam yaitu (1) penyemprotan insektisida didasarkan pada pemilihan waktu yang tepat yaitu pada titik lemah siklus hidup serangga hama, (2) pengendalian dengan insektisida merupakan cadangan dan pilihan terakhir untuk mengatasi keadaan epidemik suatu hama guna mencegah peningkatan populasi hama hingga mencapai ambang kerusakan ekonomi (3) perlakuan dengan pestisida yang bersifat prefentif harus menghasilkan dampak yang selektif, dilakukan dengan dosis yang rendah dan kurang menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.

2.8 Pengendalian *Spodoptera exigua* Menggunakan Musuh Alami

Menurut Setiawati *et al.*, (2004) musuh alami terdiri atas parasitoid, predator dan patogen serangga.

Parasitoid. Parasitoid adalah serangga parasitik (*parasitic insect*), yaitu serangga yang memarasit serangga lain yang lebih besar, khususnya serangga hama. Istilah parasitoid banyak digunakan oleh para ahli Entomologi. Parasitoid dapat menyerang setiap instar serangga meskipun instar dewasa yang paling jarang terparasit. Contoh parasitoid *Eriborus argentiopilosus* (Hymenoptera : Ichneumonidae), *Hemiptarsenus varicornis* (Hymenoptera : Eulophidae), *Opius* sp. (Hymenoptera : Braconidae).

Predator. Predator adalah hewan yang memangsa hewan lain. Predator membunuh beberapa individu mangsa selama satu siklus hidup. Contoh predator pada bawang merah yaitu *Menochilus sexmaculatus* dan *Harmonia sedecimnotata* sebagai predator penting hama *Bemisia tabaci* dan berbagai kutu daun serta *Rhinocoris* sp. sebagai predator penting hama *Helicoverpa armigera* dan *S. litura*.

Patogen serangga. Patogen serangga adalah organisme yang dapat menyebabkan penyakit pada serangga. Seperti halnya tumbuhan, manusia dan hewan lainnya, serangga juga dapat terinfeksi oleh patogen. Patogen serangga antara lain adalah bakteri, cendawan, virus dan nematoda. Contohnya seperti *S. exigua* Nuclear Polyhedrosis Virus (SeNPV) (Udiarto *et al.*, 2005) dan *Steinernema* sp dan *Beauveria bassiana* (Setiawati *et al.*, 2004). Balitsa saat ini

telah mengembangkan bioinsektisida untuk mengendalikan hama ulat bawang yaitu insektisida dengan bahan aktif *S. exigua* Nuclear Polyhedrosis Virus (SeNPV), SeNPV relatif tidak mencemari lingkungan, bersifat sangat selektif dan berperan sebagai patogen bagi ulat bawang (Sumarni dan Hidayat, 2005).

Potensi musuh alami untuk mengendalikan hama tanaman dalam suatu agroekosistem dapat ditingkatkan dengan cara memanipulasi habitat. Manipulasi habitat adalah salah satu program dalam pengelolaan hama terpadu, dan dapat digunakan bersamaan dengan teknik budidaya yang lain dan menjadi dasar program konservasi agens pengendalian hayati (Kurniawati dan Martono, 2015).



III. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

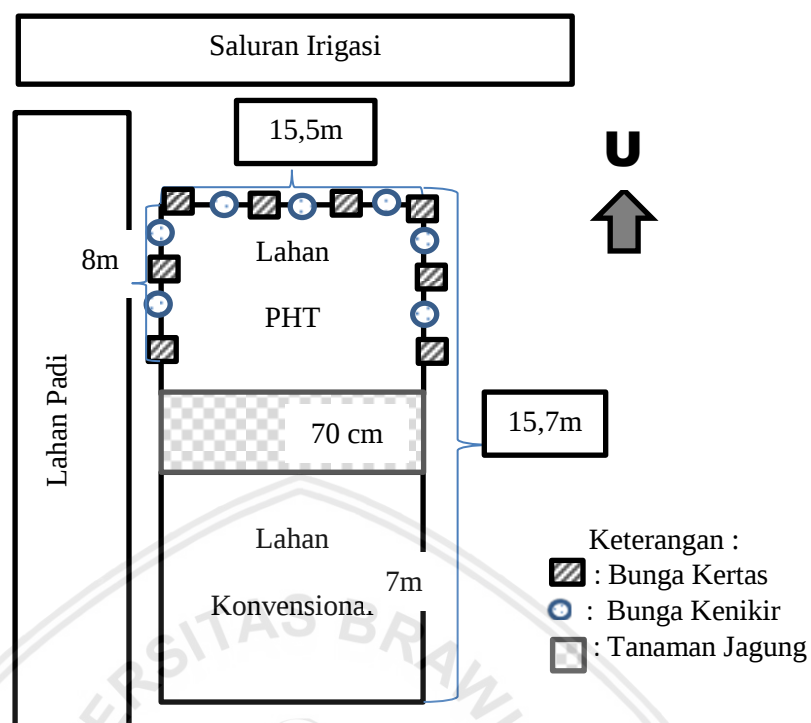
Penelitian dilaksanakan di Desa Ampeldento, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang dan Laboratorium Hama, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2019.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul dan garu untuk pengolahan lahan dan lempak untuk membuat bedengan dan parit, meteran, gembor/ember, patok penanda, fial film, toples, kertas label, kalkulator *scientific*, pisau, kapas, botol air mineral, cawan petri, pinset, saringan, kuas, *hand counter*, mikroskop, buku identifikasi serangga edisi ke-6 (Borror *et al.*, 1992), kamera, dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah tanaman bawang merah varietas Thailand, bunga kenikir, bunga kertas (*zinnia*), pupuk kandang, kapur pertanian (dolomit), pupuk Urea, pupuk ZA, pupuk SP36 dan pupuk KCl, pupuk mikoriza, *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), *S. litura Nuclear Polyhedrosis Virus* (SINPV) dan Agens Hayati kompleks (*Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Beauveria bassiana*, dan *Trichoderma* sp.), alkohol 70 %, dan perangkap (*yellow sticky trap* dan *yellow pantrap*).

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menerapkan sistem PHT dan konvensional pada dua petak lahan yang berada dalam satu hamparan pertanaman yang sama, dengan masing-masing lahan seluas $\pm 100 \text{ m}^2$. Jarak antar lahan 70 cm, yang kemudian ditanam tanaman jagung secara rapat sebagai barier dalam upaya mengurangi dan menghindari pengaruh perlakuan antara kedua lahan penelitian (Gambar 3). Penerapan sistem PHT terdiri dari kegiatan preemtif dan korektif. Kegiatan preemtif dilakukan untuk memperkuat agroekosistem yang diterapkan selama kegiatan budidaya. Kegiatan korektif adalah kegiatan evaluasi dan upaya perbaikan dari kegiatan preemtif. Kegiatan korektif akan dilakukan apabila tindakan preemtif tidak bekerja optimal dan populasi OPT telah mencapai ambang ekonomi. Tindakan pengendalian dilakukan dengan menggunakan pengendalian mekanik dan aplikasi Agens Hayati kompleks.



Gambar 3. Denah lokasi lahan PHT dan Konvensional

Praktik budidaya tanaman bawang merah

Kegiatan budidaya bawang merah yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengolahan lahan, penanaman tanaman refugia (kenikir dan bunga kertas), pemupukan dasar, pembuatan bedengan dan parit, perlakuan benih dan penanaman, pengairan atau penyiraman, pemupukan, pengendalian gulma, dan pengendalian ulat bawang *S. exigua*.

Pengolahan lahan. Pengolahan lahan yang dilakukan dilahan PHT dan konvensional adalah sama, yaitu dengan menggunakan garu dan cangkul sebanyak 2-3 kali pengolahan. Pengolahan lahan bertujuan untuk menciptakan kondisi tanah gembur dan memutus siklus hidup organisme pengganggu tanaman (OPT).

Penanaman tanaman refugia. Tanaman refugia yang ditanam yaitu bunga kertas dan kenikir. Penanaman dilakukan 2 minggu sebelum penanaman bawang merah pada pematang lahan PHT. Tindakan ini dilakukan untuk membangun keanekaragaman hayati diatas permukaan tanah. Serta mengundang kehadiran musuh alami, terutama serangga predator dan parasitoid.

Pembuatan bedengan. Bedengan dibuat dengan menyesuaikan bentuk dan kondisi lahan. Lebar bedengan kurang lebih 100 cm dengan panjang bedengan menyesuaikan kondisi dan bentuk lahan, tinggi bedengan 30 cm, kedalaman parit 50 cm dan jarak antar bedengan 30 cm. Kemudian dilakukan pengapuran menggunakan kapur pertanian atau dolomit, dengan dosis 1,5-2 t/ha dan dibiarkan selama 1-2 minggu. Selanjutnya, pupuk kandang 10 ton/ha dan SP-36 200 kg/ha yang diberikan pada saat pengolahan dan pembuatan bedengan kedua sebagai pupuk dasar pada lahan PHT. Pemberian pupuk kandang pada lahan PHT bertujuan untuk membangun keanekaragaman hayati di dalam tanah yang dibiarkan lebih dari 1 minggu. Pada lahan konvensional dilakukan pupuk dasar sesuai kebiasaan petani bawang merah pada daerah penelitian.

Perlakuan bibit dan penanaman bibit bawang merah. Pada lahan PHT perlakuan dilakukan dengan cara pencelupan bibit umbi kedalam larutan PGPR dengan konsentrasi 10 ml/liter air dan kemudian pada setiap lubang tanam diberikan pupuk mikoriza 5 gram/lubang. Penanaman dilakukan dengan memendam 2/3 bagian umbi bawang merah kedalam tanah, sedangkan 1/3 bagiannya muncul diatas tanah. Jarak tanam yang digunakan pada lahan PHT dan konvensional yaitu 20 x 15 cm. Jumlah bibit sebanyak 1 bibit per lubang tanam. Bibit yang digunakan yaitu bibit bawang merah varietas Thailand. Pemilihan bibit tersebut berdasarkan bibit bawang merah yang sering dibudidayakan pada daerah penelitian. Kebutuhan bibit yang digunakan yaitu sebanyak 700 kg/ha, sehingga untuk kebutuhan bibit lahan PHT dan konvensional kurang lebih sebanyak 10-15 kg.

Pengairan atau penyiraman. Pengairan dilakukan dengan cara penggenangan dan atau dengan cara penyiraman. Pada musim hujan pengairan dapat dilakukan selama dua hari sekali.

Pemupukan. Pupuk susulan yang diaplikasikan pada lahan PHT adalah pupuk Urea 200 kg/ha, ZA 450 kg/ha dan KCl 200 kg/ha yang diberikan setengah pada saat tanaman berumur 15 HST dan setengahnya diberikan pada saat tanaman berumur 30 HST. Pupuk yang diberikan untuk lahan konvensional mengikuti jadwal dan kebiasaan petani.

Aplikasi PGPR, S/NPV dan Agens Hayati Kompleks. Pada lahan PHT dilakukan aplikasi PGPR, S/NPV dan Agens Hayati kompleks yaitu pada umur 7, 14, 21, 28, 35, 42 dan 49 HST. Aplikasi PGPR dilakukan dengan cara disemprotkan keseluruh bagian tanaman dengan konsentrasi 10 ml/L. Aplikasi S/NPV dilakukan dengan cara disemprotkan pada bagian daun tanaman dengan dosis 2-4 gram/L pada waktu sore hari. Agens Hayati kompleks merupakan tindakan korektif yang dilakukan untuk membantu pengendalian OPT dimulai umur 14 HST. PGPR dan Agens Hayati kompleks diperoleh dari Jurusan HPT FP UB, sedangkan S/NPV diperoleh dari Balitkabi Malang. Pada lahan konvensional tidak diaplikasikan PGPR, S/NPV dan Agens Hayati kompleks.

Pengendalian gulma. Pengendalian gulma dilakukan secara mekanik yaitu dengan mencabut gulma sampai akar-akarnya pada lahan PHT. Pembersihan gulma dilakukan secara hati-hati agar tidak mengganggu tanaman bawang merah terutama ketika sudah berumbi. Pembersihan gulma bertujuan untuk mengurangi persaingan nutrisi terhadap tanaman budidaya. Waktu pelaksanaannya dengan melihat situasi dan kondisi pertumbuhan gulma dilapangan (minimal setiap 4 minggu sekali). Pengendalian gulma pada lahan konvensional dilakukan dengan cara aplikasi herbisida berbahan aktif Oksifluorfen 250 g/l.

Pengendalian ulat bawang. Pengendalian ulat bawang *S. exigua* pada lahan PHT dilakukan secara mekanik dan biologi. Pengendalian mekanik dilakukan dengan cara mengambil ulat bawang dan kelompok telur. Pengendalian biologi dilakukan dengan cara aplikasi S/NPV dan Agens Hayati Kompleks. Pengendalian yang dilakukan pada lahan konvensional mengikuti kebiasaan petani.

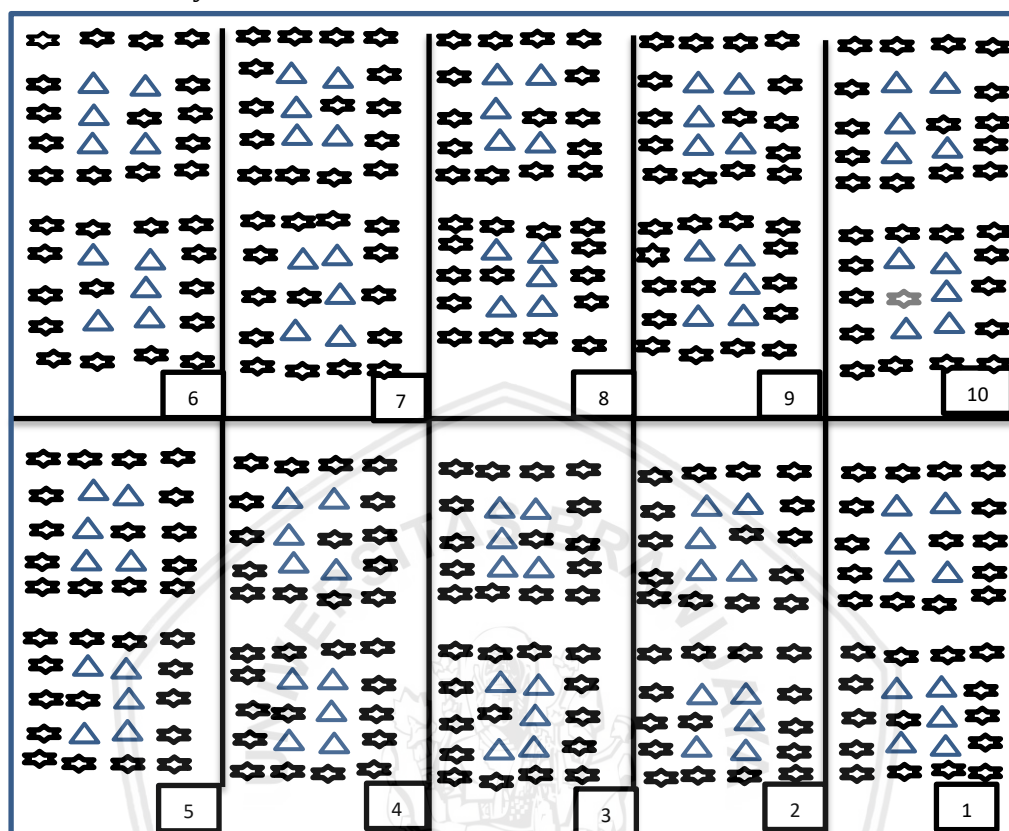
3.4 Parameter Pengamatan

Pengamatan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Pengamatan populasi larva *S. exigua*

Pengamatan populasi larva dilakukan secara langsung pada lahan PHT dan konvensional. Pengamatan dilakukan dengan menetapkan 5 tanaman sampel/bedeng pada sepuluh kuadran contoh. Setiap kuadran terdiri dari 2 bedeng. Sehingga pada lahan PHT dan konvensional masing-masing memiliki 100 tanaman sampel yang akan diamati. Penghitungan populasi larva pada setiap

tanaman sampel dengan menggunakan *handcounter*. Pengamatan populasi larva dilakukan sebanyak 7 kali mulai dari 7 HST.



Keterangan : ☆ Tanaman bawang merah, △ tanaman sampel

Gambar 4. Penentuan tanaman sampel dalam bedengan

Untuk menghitung rata-rata populasi larva menggunakan rumus dari Paparang *et al*, (2016) sebagai berikut:

$$P = \frac{n}{N}$$

Keterangan :

P adalah populasi hama, n adalah jumlah larva yang ditemukan pada tanaman/rumpun, N adalah jumlah rumpun yang diamati.

Pengamatan intensitas serangan *S. exigua*

Pengamatan intensitas serangan dilakukan dengan menghitung daun yang terserang *S. exigua* dan yang tidak terserang pada setiap tanaman sampel. Pengamatan dilakukan sebanyak 7 kali dimulai sejak tanaman berumur 7 HST.

Menghitung besarnya persentase serangan *S. exigua* menggunakan rumus dari Moekasan *et al.*, (2013):

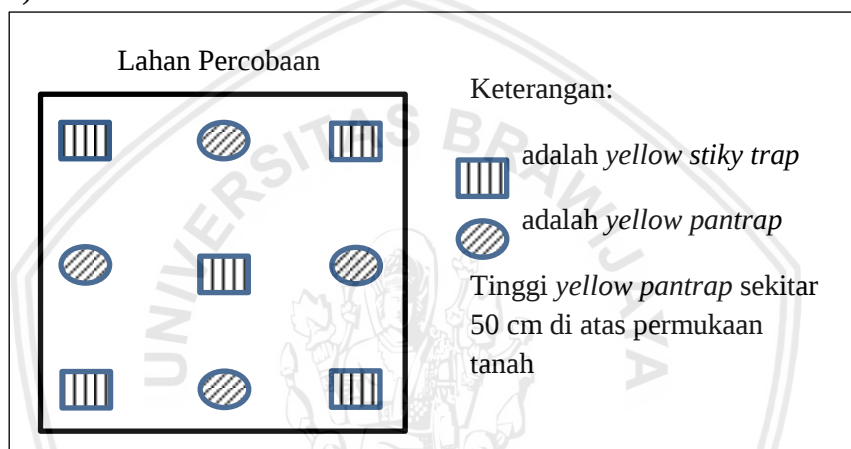
$$P = \frac{a}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan:

P adalah tingkat kerusakan daun (%), a adalah jumlah daun yang terserang per tanaman contoh, b adalah jumlah daun sehat per tanaman contoh.

Pengamatan imago *S. exigua*

Pengamatan imago *S. exigua* dilakukan secara langsung di lapang pada setiap tanaman sampel dan dengan menghitung imago yang tertangkap pada setiap *yellow stikytrap* yang diletakkan secara diagonal pada lahan selama 24 jam (Gambar 5).



Gambar 5. Sketsa peletakan perangkap

Pengamatan keberadaan musuh alami

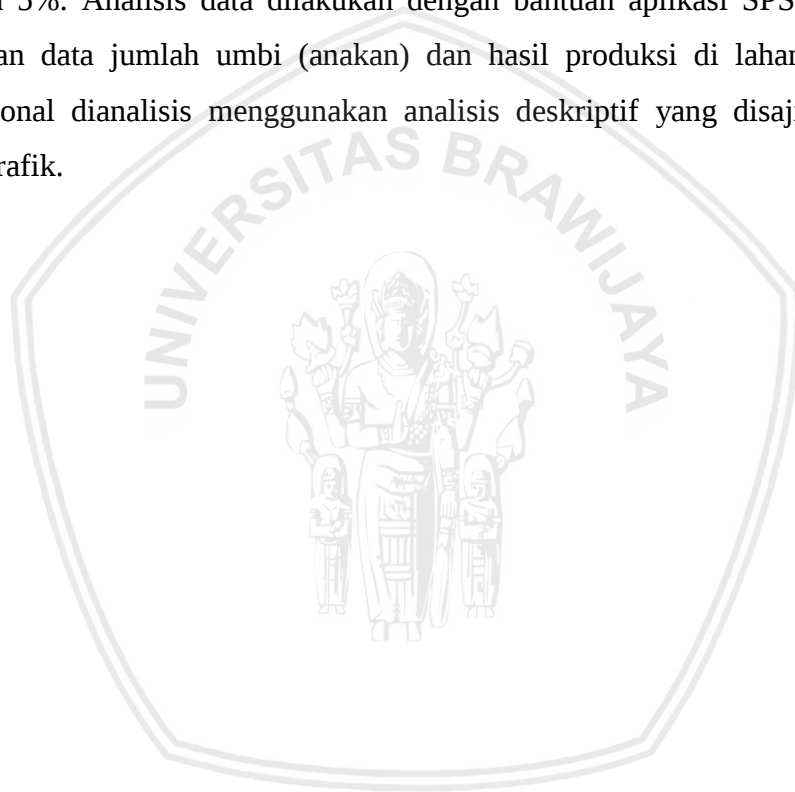
Pengamatan keberadaan musuh alami dilakukan pada tanaman sampel dan *yellow pantrap* yang diletakkan 50 cm di atas permukaan tanah pada setiap pojok tengah lahan percobaan selama 24 jam (Gambar 5). Musuh alami yang tertangkap akan dimasukkan kedalam fial film berisi alkohol 70% dan kemudian dibawa ke Laboratorium untuk diidentifikasi menggunakan mikroskop dan buku identifikasi serangga Borror *et al*, (1992) dan sumber literatur lain. Kemudian dicatat ordo, famili dan status fungsi (peranannya).

Selain mengamati populasi *S. exigua*, intensitas serangan dan keberadaan musuh alami, dilakukan pengamatan pertumbuhan tanaman bawang merah meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah umbi (anakan) pada setiap tanaman sampel dan hasil produksi berupa bobot umbi. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman dari atas permukaan tanah sampai dengan titik tertinggi dari daun tanaman yang diamati. Jumlah daun yang diamati

sama dengan jumlah daun untuk parameter intensitas serangan (kerusakan tanaman), sedangkan jumlah umbi (anakan) dihitung dengan melihat anakan yang keluar dari setiap umbi pada saat panen. Dan bobot umbi dihitung setelah panen dan 2-3 hari setelah penjemuran.

3.5 Analisa Data

Data hasil pengamatan populasi *S. exigua*, intensitas serangan, musuh alami, tinggi tanaman, jumlah daun, yang telah di peroleh dari lahan PHT dan konvensional akan dianalisis menggunakan analisis Uji T dengan tingkat ketelitian 5%. Analisis data dilakukan dengan bantuan aplikasi SPSS versi 22. Sedangkan data jumlah umbi (anakan) dan hasil produksi di lahan PHT dan konvensional dianalisis menggunakan analisis deskriptif yang disajikan dalam bentuk grafik.



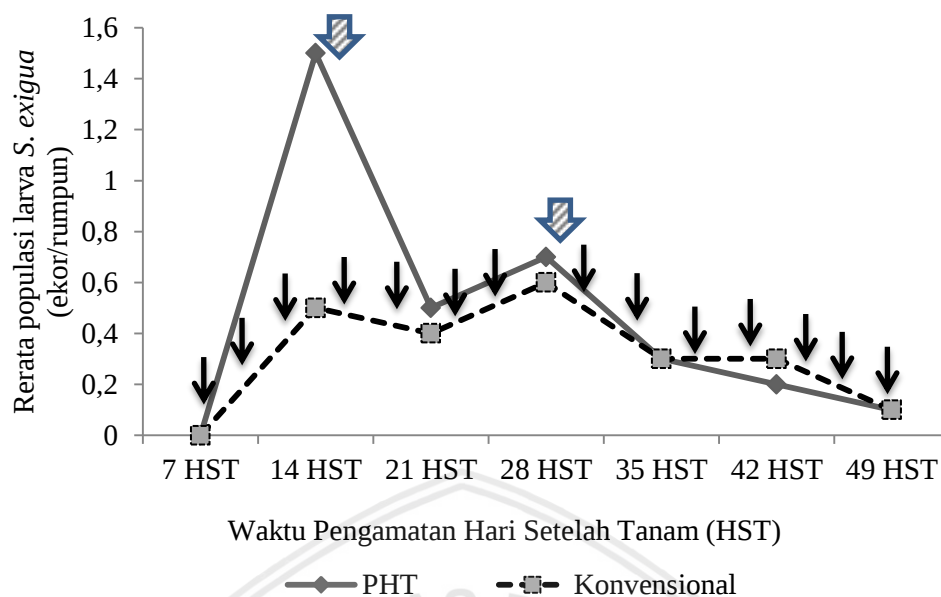
VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Populasi *Spodoptera exigua* pada Tanaman Bawang Merah

Populasi Larva *S. exigua*

Berdasarkan hasil analisis Uji T diketahui bahwa populasi larva pada lahan PHT dan konvensional tidak berbeda nyata. Hasil analisis populasi larva *S. exigua* tidak berbeda disebabkan oleh pola tanam pada kedua lahan yang sama yaitu berupa tanaman bawang merah-bawang merah, bunga kol dan cabai, bawang merah yang ditanam yaitu secara monokultur. Pada pertanaman bawang merah pergiliran tanaman dengan tanaman yang bukan tanaman inang hama tanaman sangat penting dilakukan untuk menghindari serangan pada musim tanam selanjutnya (Untung, 2006), mengingat hama *S. exigua* merupakan hama yang polifag (Kalshoven, 1981). Menurut Untung (2006) pergiliran tanaman pada tanaman bawang merah dapat dilakukan dengan tanaman padi sehingga memutus kesinambungan penyediaan makanan bagi *S. exigua*.

Berdasarkan hasil pengamatan, populasi larva *S. exigua* mulai ditemukan pada umur 14 HST dan menurun pada umur 35 HST sampai 49 HST (Gambar 6), hal ini diduga *S. exigua* mulai berubah menjadi imago (Gambar 7). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Astuti *et al.*, (2018) menunjukkan bahwa pada umur bawang 35 sampai 42 HST populasi *S. exigua* berkurang karena dipengaruhi oleh siklus hidup dari *S. exigua*, karena pada umur ini larva sudah banyak berubah menjadi pupa dan imago.



Keterangan :

↓ : Pengendalian secara mekanik dan biologi (Agens Hayati kompleks)

↓ : Pengendalian secara kimiawi

Gambar 6. Populasi larva *S. exigua* pada Perlakuan PHT dan Konvensional

Pola perkembangan populasi larva *S. exigua* yang di temukan pada lahan PHT dan konvensional berfluktuasi pada setiap pengamatan. Fluktuasi populasi larva disebabkan adanya upaya pengendalian yang dilakukan pada kedua lahan penelitian. Pengendalian secara mekanik pada lahan PHT dilakukan dengan memungut larva atau telur yang terdapat pada tanaman bawang merah. Menurut Rauf (1999) pengendalian ulat bawang secara mekanis dengan memungut telur dan larva selang 2 hari sesuai dengan lama stadium telur, menjadi komponen utama pengendalian dalam sistem PHT bawang merah, hal ini dimungkinkan untuk dilakukan pada lahan yang sempit atau karena kebiasaan masyarakat petani setempat. Salah satu pertimbangan pengendalian secara mekanik dapat dilakukan atas dasar struktur pertanaman bawang merah yang sederhana memungkinkan telur dan larva mudah ditemukan dan ukuran bedengan sekitar 1,5 m. Selain itu, pengendalian mekanik dilakukan karena dirasa pengendalian yang dilakukan kurang efektif, namun pada beberapa wilayah pengendalian secara mekanik dilakukan sebagai pelengkap dari upaya pengendalian kimiawi (Rauf, 1999).

Selain pengendalian mekanik, pengendalian biologi seperti aplikasi *SINPV* dan Agens Hayati kompleks dilakukan pada lahan PHT untuk mengendalikan *S. exigua*. Berdasarkan hasil penelitian Bedjo (2004) menyatakan bahwa pemanfaatan *SINPV* untuk pengendalian ulat grayak sangat efektif, mudah dikembangkan, dan ramah lingkungan. Keunggulan NPV sebagai agens hayati antara lain adalah bersifat spesifik dan selektif terhadap inang sasaran, efektif terhadap larva yang resisten terhadap insektisida kimia, tidak merusak musuh alami, serta tidak berbahaya bagi lingkungan dan manusia karena tidak meninggalkan residu dan biaya relatif murah (Bedjo, 2004). Selain itu, dalam penelitian Astuti *et al.*, (2018) perlakuan kombinasi *B. bassiana* dan *Bacillus thuringiensis* cenderung lebih efektif dari pada insektisida kimia dan bioinsektisida lainnya dalam menekan populasi hama *S. exigua* yaitu dengan rerata 3,44 ekor/petak.

Sedangkan pengendalian yang dilakukan pada lahan konvensional untuk menekan populasi hama *S. exigua* adalah dengan menggunakan insektisida campuran secara rutin dan intensif. Moekasan dan Basuki (2007) menyatakan bahwa penggunaan pestisida dengan dosis yang tinggi dan pencampuran lebih dari dua jenis insektisida mempercepat terjadinya resistensi hama terhadap insektisida. Selain itu, menurut Paparang *et al.*, (2016) penggunaan pestisida yang berlebihan dapat membuat hama yang dulunya peka terhadap pestisida menjadi tahan terhadap pestisida karena penggunaan pestisida yang tidak sesuai dosis dan aturan yang menyebabkan banyak hama tanaman pertanian menjadi resisten dan sulit untuk dikendalikan dengan pestisida, dan penggunaan pestisida yang berlebihan akan membuat musuh alami dan hama terbunuh sehingga tidak ada yang mampu menekan populasi hama secara alami, serta dapat mencemari lingkungan yang berakibat buruk terhadap kesehatan manusia (Paparang *et al.*, 2016).

Pada percobaan ini pengendalian secara kimiawi pada lahan konvensional dan pengendalian secara mekanik dan biologi pada lahan PHT sama-sama menunjukkan hasil populasi larva yang tidak berbeda. Walaupun analisis usaha tani dan analisis residu di dalam tanah dan hasil umbi tidak dilakukan dalam penelitian ini, namun banyak penelitian yang menunjukkan bahwa penerapan PHT layak untuk diterapkan karena menguntungkan secara ekonomis maupun

kesehatan, jika dilihat dari input (aplikasi pestisida) yang diberikan pada lahan konvensional (Gambar 6), pengendalian dengan sistem konvensional akan menambah biaya perawatan dan mengurangi hasil pendapatan petani karena pengendalian yang dilakukan secara rutin dan intensif sehingga tidak efisien. Selain itu, residu di dalam tanah dan hasil panen akibat penggunaan pestisida akan membahayakan kesehatan bagi konsumen. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Moekasan *et al.*, (2004) menunjukkan bahwa kelayakan finansial pada lahan PHT lebih baik dibandingkan dengan lahan perlakuan petani (secara konvensional), karena disebabkan oleh adanya perbedaan intensitas penggunaan input (penghematan biaya), serta lebih menguntungkan bagi kesehatan karena residu pestisida yang di tinggalkan di dalam tanah dan hasil panen lebih sedikit. Hal yang sama juga di ungkapkan oleh Haryati dan Nurawan (2009) menyatakan bahwa selain meningkatkan biaya pengendalian, penggunaan pestisida secara berlebihan berdampak kurang baik terhadap lingkungan, serta menimbulkan residu yang berlebih pada produk sehingga mengganggu kesehatan.

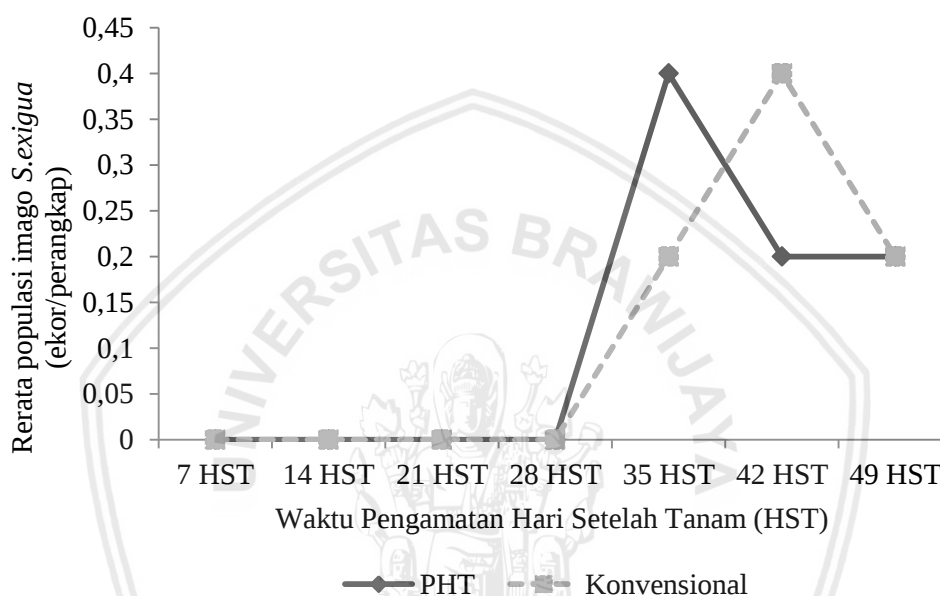
Populasi Imago *S. exigua*

Hasil analisis Uji Mann Whitney menunjukkan bahwa hasil populasi imago pada lahan PHT dan konvensional tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan vegetasi kedua lahan yang rendah. Menurut Paparang *et al.*, (2016) tidak adanya vegetasi lain dapat meningkatkan populasi atau penyebaran hama *S. exigua*, sedangkan pada vegetasi yang beragam dapat mempengaruhi penyebaran hama *S. exigua* ke tanaman lain sehingga mengurangi tingkat kepadatan populasi hama (Paparang *et al.*, 2016).

Pada lahan penelitian vegetasi lain selain tanaman bawang merah hanya terdapat tanaman padi dan jagung. Menurut Untung (2006) apabila di suatu hamparan ditanam beberapa jenis tanaman perlu diperhatikan pengaturan letak tanaman dan jarak antar tanaman sehingga tidak memudahkan terjadinya perpindahan hama dari satu tanaman ke tanaman lainnya. Selain itu, penanaman yang tidak serentak memberikan keuntungan bagi perkembangan dan kehidupan hama (Untung, 2006).

Imago *S. exigua* mulai ditemukan pada umur 35 HST yaitu sebanyak 0,4 ekor/perangkap pada lahan PHT dan 0,2 ekor/perangkap pada lahan konvensional,

kemudian mulai menurun pada minggu ke-7 (49 HST) yang diduga disebabkan oleh siklus hidup *S. exigua* (Gambar 7). Hal ini sesuai dengan pendapat Moekasan *et al.*, (2012) menyatakan bahwa populasi ngengat *S. exigua* menurun mulai 7 minggu setelah tanam. Menurut Astuti *et al.*, (2018) pada umur tanaman bawang 35 sampai 42 HST populasi larva *S. exigua* berkurang dan mulai berubah menjadi pupa dan imago, karena dipengaruhi oleh siklus hidup dari *S. exigua* (Astuti *et al.*, 2018)



Gambar 7. Populasi Imago pada lahan bawang merah

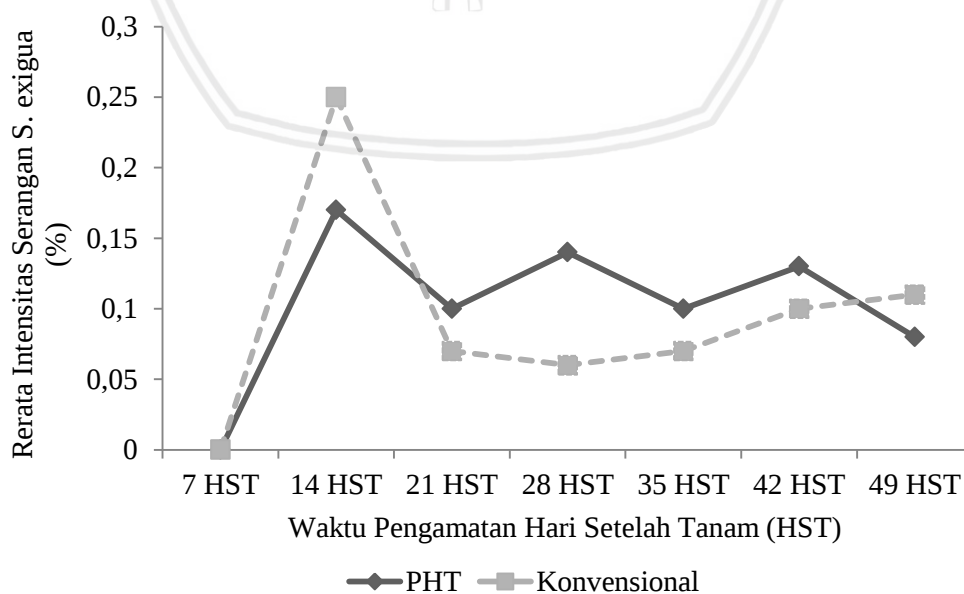
4.2 Intensitas Serangan *Spodoptera exigua* pada Tanaman Bawang Merah

Berdasarkan hasil analisis Uji T intensitas serangan yang terjadi pada lahan PHT dan konvensional tidak berbeda nyata. Hal ini diduga oleh populasi larva yang tidak berbeda pada lahan PHT dan konvensional sehingga menyebabkan serangan pada kedua lahan tidak berbeda. Serangan *S. exigua* mulai ditemukan pada umur 14 HST dengan intensitas serangan sebesar 0,17% per tanaman pada lahan PHT dan 0,25% per tanaman pada lahan konvensional (Gambar 8), seiring dengan ditemukannya larva pada kedua lahan penelitian. Menurut Rauf (1999) kerusakan tanaman sejalan dengan perkembangan populasi larva ulat bawang, dan gejala mulai tampak pada saat tanaman berumur 11 HST.

Gejala yang ditimbulkan akibat serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah yaitu terdapat bercak-bercak putih transparan pada daun bawang merah disebabkan larva memakan daun bawang merah meninggalkan epidermis

(Gambar lampiran 2a). Hal ini sesuai dengan pendapat Moekasan *et al.*, (2005) menyatakan bahwa gejala serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah ditandai dengan timbulnya bercak-bercak putih transparan pada daun, hal ini juga didukung oleh pendapat Moekasan *et al.*, (2013) menyatakan bahwa kerusakan tanaman akibat serangan *S. exigua* ditandai dengan timbulnya bercak-bercak putih transparan pada daun bawang merah akibat larva memakan daging daun dari dalam rongga daun dan meninggalkan epidermis dan pada serangan berat seluruh daun dimakan. Menurut Kalshoven (1981) setelah menetas larva melubangi bagian atas daun bawang, awalnya larva hidup secara berkelompok kemudian berpecah atau memisah setelah memakan daun-daun bawang merah. Jika kepadatan populasi tinggi, maka larva akan menghancurkan bagian daun tanaman dan terus sampai ke umbi.

Berdasarkan indikator tingkat serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah menurut Moekasan *et al.*, (2012) intensitas serangan pada kedua lahan penelitian termasuk kedalam tingkat serangan sangat rendah karena persentase serangan dibawah 10%. Menurut Udiarto *et al.*, (2005) pada musim kemarau, ambang pengendalian *S. exigua* yaitu paket telur 0,1 per tanaman contoh atau kerusakan daun sebesar 5% per tanaman contoh, dan pada musim hujan ambang pengendalian *S. exigua* adalah paket telur 0,3 per tanaman contoh atau kerusakan daun sebesar 10% per tanaman contoh.



Gambar 8. Intensitas serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah

4.3 Populasi Musuh Alami

Berdasarkan hasil pengamatan musuh alami yang dilakukan pada lahan PHT dan konvensional diketahui bahwa terdapat 2 ordo serangga dengan 7 famili yang memiliki peranan sebagai predator dan parasitoid. Famili serangga yang berperan sebagai predator diantaranya yaitu Coccinellidae, Carabidae, Staphylinidae, Formicidae dan Sphecidae, sedangkan serangga yang berperan sebagai parasitoid yaitu Braconidae dan Ichneumonidae. Populasi musuh alami yang paling banyak ditemukan adalah ordo Coleoptera dari famili Coccinellidae (Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi Jumlah Musuh Alami Pada Lahan PHT dan Konvensional

Klasifikasi		PHT	Konvensional	Status Fungsi/ Peranan
Ordo	Famili	Jumlah Total (Individu/100m ²)	Jumlah Total (Individu/100m ²)	
Coleoptera	Coccinellidae	27	20	Predator
	Carabidae	6	6	Predator
	Staphylinidae	10	7	Predator
Hymenoptera	Braconidae	7	9	Parasitoid
	Formicidae	6	4	Predator
	Ichneumonidae	8	8	Parasitoid
	Sphecidae	5	3	Predator
Jumlah Total		69	57	

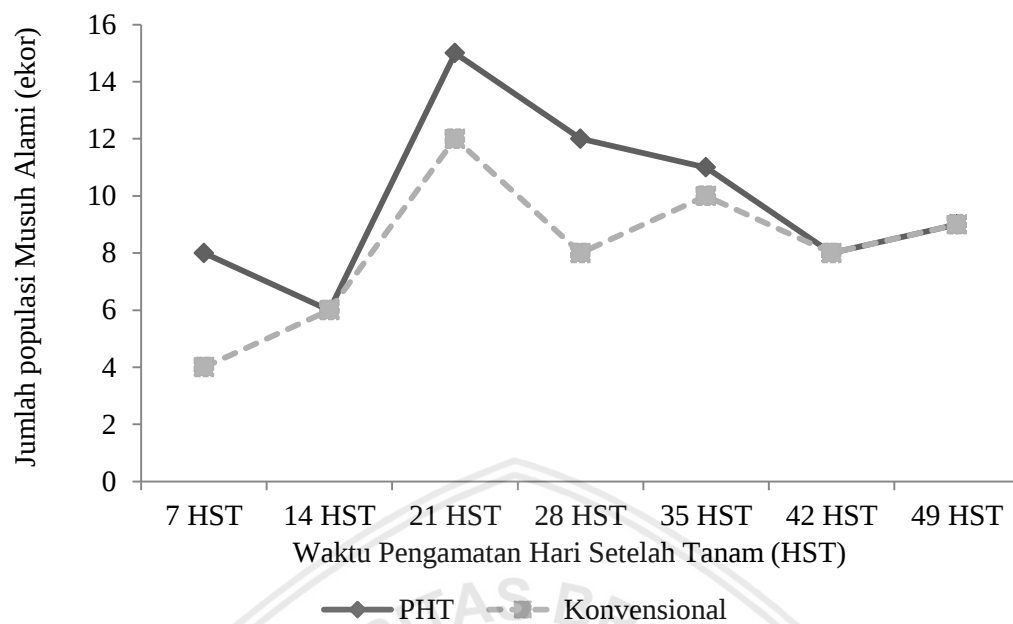
Hasil analisis Uji T terhadap populasi musuh alami pada lahan PHT dan konvensional tidak berbeda nyata. Hal ini diduga oleh adanya praktik budidaya yang mengandalkan bahan kimia pada lahan konvensional. Pada lahan budidaya konvensional campuran pestisida sintetik selalu digunakan setiap pengendalian OPT. Sedangkan pada lahan PHT pengendalian OPT tidak mengandalkan pestisida sintetik, tetapi dengan pengelolaan agroekosistem. Menurut Moekasan *et al.*, (2004) penggunaan pestisida yang intensif dan tidak selektif dapat menurunkan populasi musuh alami sehingga populasinya rendah. Lebih lanjut, menurut Sipayung (2018) aplikasi insektisida selama pertumbuhan tanaman berpengaruh buruk terhadap komposisi Hymenoptera parasitoid. Insektisida juga dapat berpengaruh secara tidak langsung terhadap musuh alami sebagai akibat

berkurangnya ketersediaan mangsa atau inangnya, atau karena memangsa atau memarasit serangga hama yang terkontaminasi insektisida.

Tindakan yang dilakukan pada lahan konvensional tidak hanya berpengaruh terhadap populasi musuh alami pada lahan konvensional, namun diduga juga berpengaruh terhadap populasi musuh alami pada lahan PHT. Menurut Setiawati *et al.*, (2004) salah satu kendala dalam penerapan dan pengembangan pengendalian hayati adalah kebiasaan petani (sosial budaya) dalam penggunaan pestisida sintetik, karena menganggap bahwa pengendalian dengan memanfaatkan musuh alami dianggap lamban dalam menekan perkembangan hama.

Namun demikian berdasarkan hasil pengamatan, penanaman tanaman refugia pada lahan budidaya dapat meningkatkan jumlah populasi musuh alami, hal ini ditandai oleh jumlah populasi musuh alami yang meningkat pada minggu ke-3 (21 HST) (Gambar 9), disebabkan tanaman refugia yang ditanam pada lahan PHT mulai berbunga. Sipayung (2018) menyatakan bahwa tinggi rendahnya jumlah individu serangga musuh alami pada tajuk tanaman maupun di permukaan tanah erat hubungannya dengan ketersediaan sumber makanan yang ada, yakni kesesuaian dengan fase tumbuh tanaman yang menyediakan sumber makanan bagi pertumbuhan dan perkembangan serangga. Menurut Hikmah (1998) faktor yang berpengaruh langsung terhadap musuh alami adalah keragaman tanaman sebagai sumber makanan/nektar dan tempat berlindung. Hal ini yang sama dengan pendapat Syahrawati dan Hamid (2010) menyatakan bahwa diversitas serangga umumnya meningkat sejalan dengan meningkatnya struktur habitat. Hal tersebut disebabkan tanaman berbunga dan gulma merupakan sumber energi bagi imago parasitoid dan predator yang diperoleh dari nektar tanaman berbunga (Adil, 2018).

Menurut Untung (2006) dalam penerapan PHT konservasi musuh alami terutama memanfaatkan predator dan parasitoid merupakan teknik pengendalian hayati yang sering dilakukan dan dianjurkan. Penanaman tanaman refugia merupakan salah satu tindakan konservasi musuh alami dan untuk meningkatkan keragaman hayati di lahan budidaya dengan pengelolaan agroekosistem sehingga menguntungkan bagi kehidupan musuh alami terutama predator dan parasitoid (Setiawati *et al.*, 2004).



Gambar 9. Pola Keberadaan Musuh Alami

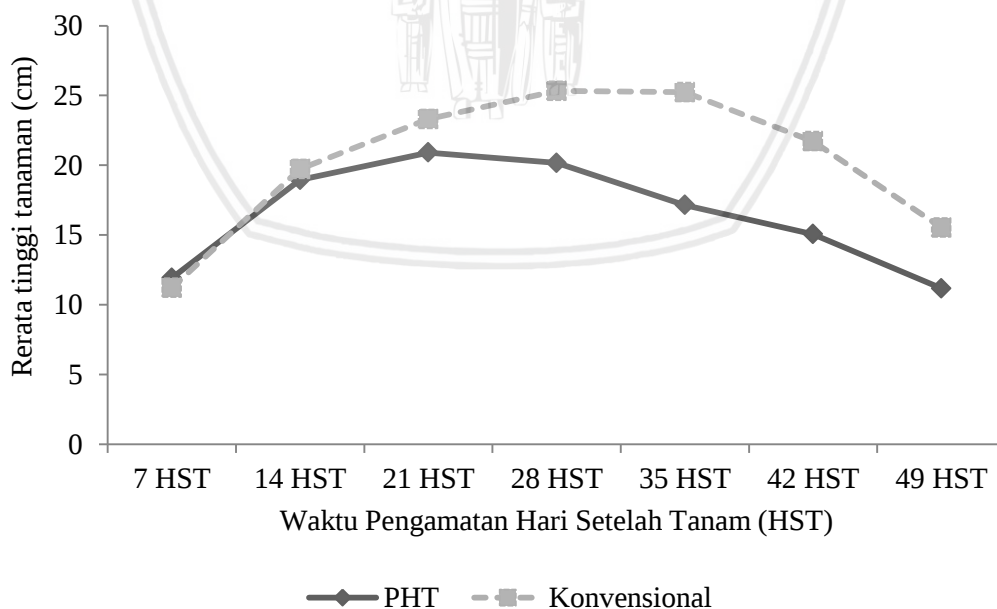
4.4 Pertumbuhan Tanaman dan Produksi Bawang Merah

Berdasarkan hasil analisis Uji T terhadap rerata tinggi tanaman dan jumlah daun bawang merah pada pertanaman PHT dan konvensional tidak berbeda nyata. Hal ini diduga oleh serangan *S. exigua* pada kedua lahan yang tidak berbeda. Selain itu, penggunaan varietas yang sama menyebabkan pertumbuhan tanaman pada kedua lahan tidak berbeda. Varietas pada lahan PHT dan konvensional adalah sama yaitu varietas Thailand, hal ini berdasarkan varietas yang banyak dan sering digunakan pada daerah penelitian. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2009) menunjukkan bahwa penggunaan varietas yang sama berupa varietas Thailand tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap rerata tinggi tanaman dan jumlah daun.

Hasil pengamatan tinggi tanaman bawang merah pada kedua lahan penelitian menunjukkan bahwa puncak pertumbuhan tanaman yaitu pada umur 21 dan 28 HST yaitu 20,91 cm per rumpun dan 25,32 cm per rumpun (Gambar 10), seiring dengan pemberian pupuk Nitrogen (N) susulan pertama. Menurut Napitupulu dan Winarto (2010) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemberian pupuk N memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman. Hal ini disebabkan tanaman bawang merah dalam pertumbuhan vegetatif membutuhkan pupuk N (Nitrogen).

Pada umur 35 dan 42 sampai 49 HST tinggi tanaman menurun pada lahan PHT dan konvensional akibat serangan OPT. Selain terserang *S. exigua*, tanaman bawang merah diduga terserang oleh penyakit seperti penyakit bercak ungu atau trotol yang disebabkan oleh patogen *Alternaria porri* dan penyakit antraknosa yang disebabkan oleh patogen *Colletotrichum gloeosporioides*, hal tersebut berdasarkan gejala yang tampak di lapang.

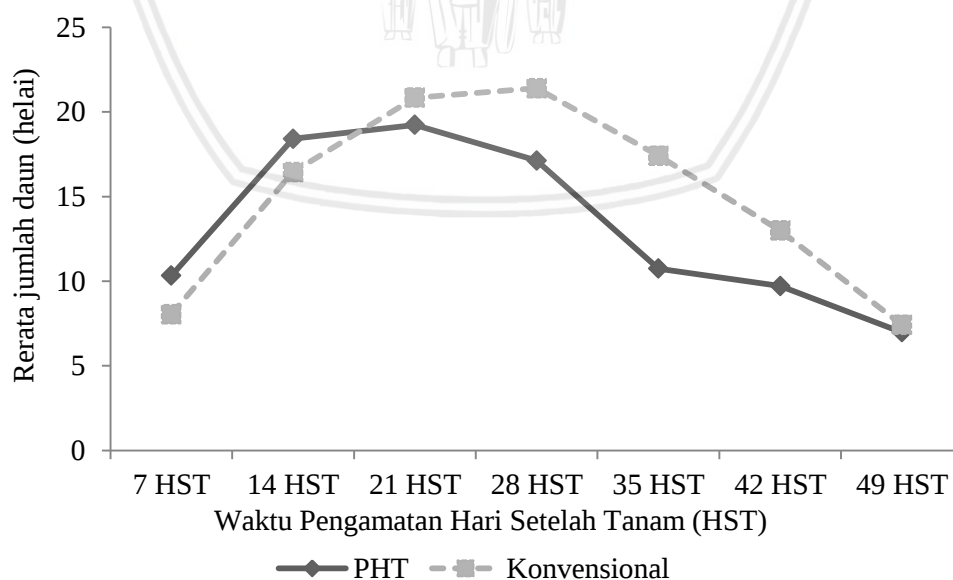
Gejala yang di tumbulkan akibat serangan *A. porri* ujung daun tanaman yang terserang terlihat melekok dan mengering, berwarna putih sampai kelabu (Gambar lampiran 2b). Menurut Udiarto *et al.*, (2005) infeksi awal pada daun menimbulkan bercak berukuran kecil, melekok kedalam, berwarna putih dengan pusat yang berwarna ungu (kelabu). Ujung daun mengering, sehingga daun patah dan pada akhirnya permukaan bercak berwarna coklat kehitaman. Sedangkan gejala serangan yang ditimbulkan oleh *C. gloeosporides* awalnya ditandai dengan terlihatnya bercak berwarna putih pada daun, kemudian terbentuk lekukan ke dalam, berlubang dan patah karena terkulai tepat pada bercak tersebut (Gambar lampiran 2c). Jika infeksi berlanjut, maka terbentuk koloni konidia yang berwarna merah muda, yang kemudian berubah menjadi coklat muda, coklat tua, dan akhirnya kehitam-hitaman.



Gambar 10. Pola Pertumbuhan Tinggi Tanaman Bawang Merah

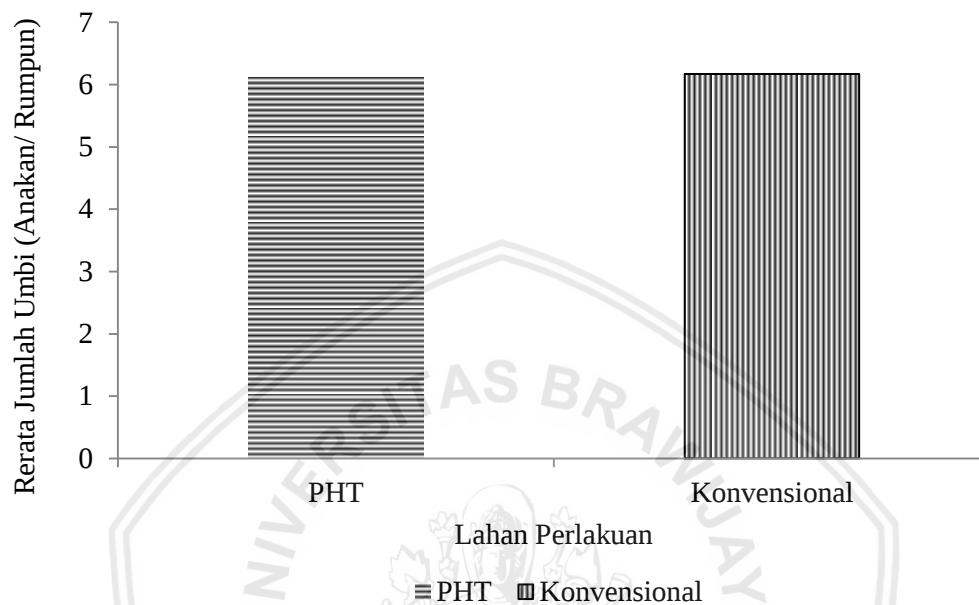
Hasil pengamatan rerata jumlah daun bawang merah pada lahan PHT dan konvensional menunjukkan bahwa pertumbuhan mengalami peningkatan pada umur tanaman 21 dan 28 HST yaitu secara berturut-turut sebesar 19,23 helai dan 21,4 helai. Hal ini disebabkan pemberian pupuk N pada fase vegetatif tanaman. Nitrogen merupakan komponen struktural dari sejumlah senyawa organik penting, seperti asam amino, protein, nukleoprotein, berbagai enzim, purin, dan pirimidin yang sangat dibutuhkan untuk pembesaran dan pembelahan sel, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman (Napitupulu dan Winarto, 2010).

Seiring dengan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) jumlah daun pada lahan PHT dan konvensional mulai berkurang sehingga menyebabkan tanaman hampir gundul. Walaupun mampu membentuk tunas yang baru akan tetapi pertumbuhan tanaman seperti pembesaran umbi menjadi terhambat. Sehingga pemanenan dilakukan saat tanaman berumur 56 HST, hal ini dilakukan untuk menghindari kerusakan tanaman yang lebih parah. Dari tanaman ini hasil yang dapat dipanen adalah “bawang sentir”, sebutan petani setempat untuk umbi bawang yang berukuran kecil. Menurut Udiarto *et al.*, (2005) kehilangan hasil panen bawang merah yang diakibatkan oleh OPT seperti ulat bawang dapat mencapai 32%, akibat penyakit trotol 57% dan penyakit antraknosa sebesar 24-100 % (Udiarto *et al.*, 2005).



Gambar 11. Pola Pertumbuhan Jumlah Daun Bawang Merah

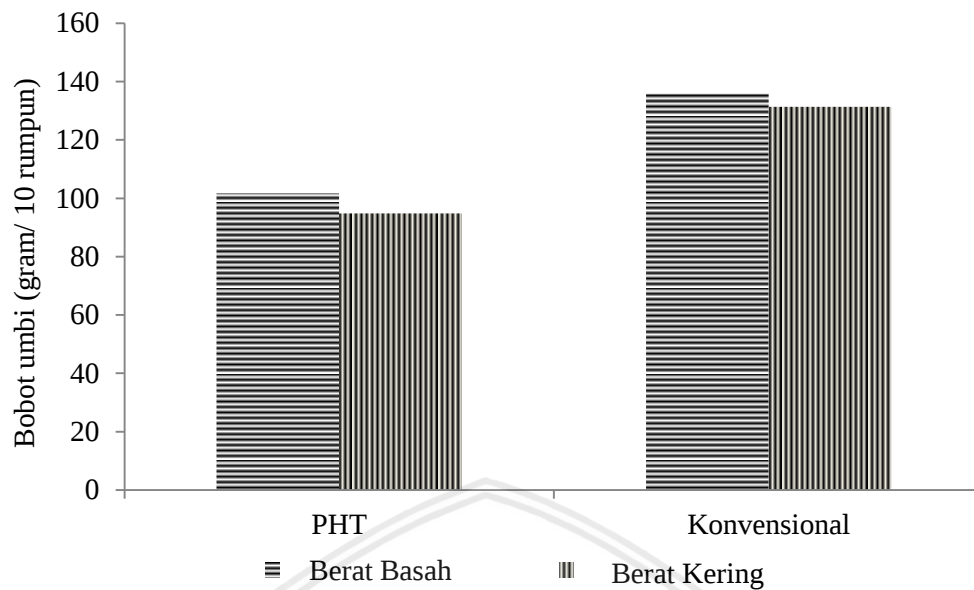
Berdasarkan pengamatan hasil produksi bawang merah, rerata jumlah umbi (anakan) yang muncul dari setiap umbi per rumpun pada pertanaman bawang merah PHT dan konvensional saat panen yaitu secara berturut-turut 6,11 umbi per rumpun dan 6,17 umbi per rumpun (Gambar 12).



Gambar 12. Jumlah Umbi (anakan) Bawang Merah Per Rumpun

Proses pemanenan dilakukan pada pagi hari. Kemudian dikering anginkan selama 2-3 hari. Bobot bawang merah pada kedua lahan penelitian diketahui bahwa berat basah bawang merah dengan sistem tanam PHT yaitu 101,7 gram per 10 rumpun dan dengan sistem konvensional seberat 135,8 gram per 10 rumpun. Berat kering dari kedua sistem tanam tersebut secara berturut-turut yaitu 94,8 gram per 10 rumpun dan 131,3 gram per 10 rumpun (Gambar 13).

Produksi bawang merah pada lahan PHT lebih rendah dari pada lahan konvensional diduga disebabkan oleh penerapan PHT pada lahan penelitian baru pertama kali dilakukan. Menurut Mudjiono (2013) dalam Kholifah (2017) menyatakan bahwa konsep PHT menekankan pengendalian secara ekologi dan menitikberatkan pada optimasi hasil bukan memaksimalkan hasil.



Gambar 13. Bobot Umbi (g) Per 10 Rumpun

4.5 Pembahasan Umum

Sejarah penggunaan lahan penelitian PHT dan konvensional selama 1 musim tanam adalah sama yaitu penanaman bawang merah, bawang merah, bunga kol dan cabai kemudian bero dan kembali ke tanaman bawang merah. Petani bawang merah pada daerah penelitian seringkali menanam tanaman secara monokultur dengan pengendalian hama menggunakan pestisida yakni dengan penyemprotan insektisida secara rutin 2-3 hari sekali. Menurut Moekasan dan Basuki (2007) berbagai jenis insektisida digunakan oleh petani untuk mengendalikan hama bawang merah, baik secara tunggal maupun campuran, serta dengan dosis yang tinggi maupun interval penyemprotan yang singkat (2-3 kali per minggu). Penggunaan insektisida dengan frekuensi penyemprotan yang sering, pemakaian dosis yang semakin tinggi, dan pencampuran lebih dari 2 jenis insektisida dan tidak memperhatikan akibat yang ditimbulkannya akan mempercepat terjadinya resistensi hama terhadap insektisida (Moekasan dan Basuki, 2007).

Pengamatan populasi *S. exigua* mulai ditemukan pada minggu ke 2 (14 HST) di kedua lahan penelitian dengan rerata populasi larva berfluktuasi pada setiap minggu pengamatan. Populasi imago baru ditemukan pada minggu ke-5 (35 HST). Pengendalian yang gunakan pada lahan PHT adalah aplikasi *SINPV* yang dilakukan pada setiap minggunya, dan aplikasi Agens Hayati kompleks sebagai

tindakan korektif untuk membantu pengendalian OPT. Selain itu, pengendalian mekanik juga dilakukan sebagai tindakan korektif untuk mengendalikan *S. exigua* dengan mengumpulkan kelompok telur atau larva pada lahan PHT. Pengendalian yang dilakukan oleh petani pada lahan konvensional yaitu dengan pestisida. Pestisida yang sering digunakan oleh petani untuk pengendalian adalah campuran insektisida dan fungisida. Bahan aktif insektisida yang dicampurkan yaitu Abamektin 18 g/l, Abamectin 20 g/l, Klorpirifos 200 g/l, Emmamectin Benzoate 100 g/l, Emmamectin benzoat 50 g/l+Lufenuron 100 g/l, dan Klorpirifos 500 g/l+Sipermetrin 55 g/l. Bahan campuran insektisida biasanya lebih dari 2 jenis yang diaplikasikan pada waktu pagi hari. Menurut hasil penelusurana dan penelitian yang dilakukan oleh Moekasan dan Basuki (2007) ulat bawang di kabupaten Cirebon, Brebes dan Tegal terindikasi resisten terhadap dosis anjuran insektisida Spinosad, Klorpirifos Siromazin dan Abamektin.

Populasi musuh alami pada lahan PHT dan konvensional berfluktuasi pada setiap minggunya. Pada pengamatan minggu ke-3 (21 HST) populasi musuh alami meningkat disebabkan tanaman refugia pada lahan PHT mulai berbunga. Penanaman tanaman refugia bertujuan untuk meningkatkan diversitas tumbuhan dan menarik serangga bermanfaat seperti predator dan parasitoid untuk mengendalikan serangga hama. Menurut Syahrawati dan Hamid (2010) diversitas serangga umumnya meningkat sejalan dengan meningkatnya struktur habitat. Hal tersebut disebabkan tanaman berbunga dan gulma merupakan sumber energi bagi imago parasitoid dan predator yang diperoleh dari nektar tanaman berbunga (Adil, 2018)

Intensitas serangan mulai ditemukan pada minggu kedua seiring dengan ditemukannya populasi larva. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rauf (1999) dimana perkembangan kerusakan tanaman sejalan dengan perkembangan populasi larva ulat grayak *S. exigua*. Kerusakan akibat serangan OPT mempengaruhi pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan hasil produksi bawang merah.

Hasil perhitungan jumlah umbi (anakan) dan bobot umbi per 10 rumpun menunjukkan bahwa hasil produksi pada lahan konvensional lebih tinggi dari pada lahan PHT. Rendahnya hasil produksi bawang merah pada lahan PHT diduga

disebabkan oleh penerapan PHT baru pertama kali diterapkan pada daerah penelitian serta terlambatnya penanganan pengendalian penyakit *A. porri* dan *C. gloeosporioides*.



V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) dan konvensional terhadap rerata jumlah populasi larva, imago *S. exigua*, intensitas serangan dan musuh alami tidak berbeda nyata. Populasi larva dan serangan mulai ditemukan pada umur 14 HST. Rerata tinggi tanaman dan jumlah daun tidak berbeda nyata pada kedua lahan.

Jumlah umbi (anakan) dan bobot umbi pada lahan PHT lebih rendah dari pada lahan konvensional. Berat basah bawang merah pada lahan PHT yaitu seberat 101,7 gram per 10 rumpun dan berat kering seberat 94,8 gram per 10 rumpun, sedangkan pada lahan konvensional berat basah umbi bawang merah yaitu seberat 135,8 gram per 10 rumpun dengan berat kering seberat 131,3 gram per 10 rumpun.

5.2 Saran

Saran yang diajukan dalam penelitian ini yaitu :

1. Dalam penelitian ini penerapan PHT baru pertama kali dilakukan pada lokasi penelitian sehingga perlu penerapan PHT pada musim-musim selanjutnya
2. Pada penelitian ini ditemukan penyakit yang menyerang tanaman bawang merah, sehingga perlu dilakukan perhitungan intensitas penyakit di lapang terutama pada saat musim hujan.
3. Dalam penelitian ini pendugaan serangan penyakit hanya sebatas gejala yang tampak di lapang, sehingga perlu pengamatan secara mikroskopis dibawah mikroskop untuk keakuratan jenis patogen yang menyerang.
4. Apabila dilakukan penelitian sejenis perlu dilakukan analisis biaya usaha tani untuk mengetahui kelayakan budidaya bawang merah PHT dan konvensional
5. Pada penelitian ini tidak dilakukan analisis residu di dalam tanah dan umbi hasil produksi, sehingga perlu dilakukan analisis residu di dalam tanah dan umbi pada perlakuan PHT dan konvensional dalam laboratorium untuk mengetahui kadar residu yang ditinggalkan.

6. Pada penelitian ini tidak dilakukan analisis tanah pada lahan percobaan, sehingga perlu dilakukan analisis tanah untuk menentukan dosis pupuk yang akan diberikan.
7. Dalam penelitian ini luas lahan yang digunakan sebagai perbandingan hanya 200 m² dengan jarak yang berdekatan, sehingga perlu penerapan dan pemilihan lahan yang lebih luas (± 1000 m²) pada lokasi penanaman yang berbeda (tidak berdekatan).



DAFTAR PUSTAKA

- Adil, A.S.N. 2018. Keberadaan Arthropoda pada Pellet dan Tumbuhan Berbunga di Pertanaman Padi. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Astuti, T., Meidiwarman, dan Supeno, B. 2018. Pemberian Bioinsektisida Terhadap Perkembangan Populasi dan Intensitas Hama Ulat Grayak (*Spodoptera exigua* Hbn) pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). Jurnal Crop Agro, 2(1) : 1-17.
- Bedjo, 2004. Pemanfaatan *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV) Untuk Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) Pada Tanaman Kedelai. Buletin Palawija, 7(8) : 1-9.
- Borror, D.J., Triplehorn, dan Johnson. 1992. Pengenalan Pelajaran Serangga Edisi Keenam. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hikmah, Y. 1998. Inventarisasi Parasitoid *Spodoptera exigua* Hbn. (Lepidoptera : Noctuidae) Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kecamatan Ciledug Kabupaten Cirebon. Skripsi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Haryati, Y., dan Nurawan, A. 2009. Peluang Pengembangan Feromon Seks Dalam Pengendalian Hama Ulat Bawang (*Spodoptera exigua*) pada Bawang Merah. Jurnal Litbang Pertanian, 28(2) : 72-77.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pests of Crops in Indonesia (Revised and translated by P.A Van Der Laan), University of Amsterdam. Jakarta : PT. Ichtiar Baru Van Hoeve. Hal 337-338
- Kurniawati, N., dan E. Martono. 2015. Peran Tumbuhan Berbunga Sebagai Media Konservasi Arthropoda Musuh Alami. Jurusan HPT, Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia, 19(2): 53-59.
- Kholifah, S.N. Pengaruh Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dan Konvensional Terhadap Populasi Keong Mas (*Pomacea canaliculata* Lamarck) pada Lahan Padi Di Desa Glanggang, Kecamatan Beji, Kabupaten Pasuruan. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Moekasan, T.K., E. Suryaningsih., I. Sulastrini., N. Gunadi., W. Adiyoga., A. Hendra., M.A. Martono, dan Karsum. 2004. Kelayakan Teknis dan Ekonomis Penerapan Teknologi Pengendalian Hama Terpadu pada Sistem Tanam Tumpanggilir Bawang Merah dan Cabai. Jurnal Hortikultura, 14(3) :188-203.
- Moekasan, T.K., Prabaningrum, L. dan Ratnawati, M.L. 2005. Penerapan PHT pada Sistem Tanam Tumpanggilir Bawang Merah dan Cabai. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Monografi No. 19.
- Moekasan, T.K., dan R.S. Basuki. 2007. Status Resistensi *Spodoptera exigua* Hubn. pada Tanaman Bawang Merah Asal Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal terhadap Insektisida yang Umum Digunakan Petani di Daerah

- Tersebut. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Jurnal Hortikultura, 17(4) : 343-354.
- Moekasan, T.K dan Murtiningsih, R. 2010. Pengaruh Campuran Insektisida Terhadap Ulat Bawang *Spodoptera exigua* Hubner. Jurnal Hortikultura, 20 (1) : 67-79.
- Moekasan, T.K., Basuki, R.S., dan Prabaningrum, L. 2012. Penerapan Ambang Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan Pada Budidaya Bawang Merah dalam Upaya Mengurangi Pestisida. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang Bandung. Jurnal Hortikultura, 22(1) : 47-56
- Moekasan, T.K., Setiawati, W., Hasan, F., Runa, R., dan Somantri, A. 2013. Penetapan Ambang Pengendalian *Spodoptera exigua* pada Tanaman Bawang Merah Menggunakan Feromonoid Seks. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang Bandung. Jurnal Hortikultura 23 (1) : 80-90.
- Mudjiono, G. 2013. Pengelolaan Hama Terpadu: Konsep, Taktik, Strategi, Penyusunan Program PHT, dan Implementasinya. Malang : Universitas Brawijaya Press.
- Napitupulu, D., dan Winarto, L. 2010. Pengaruh Pemberian Pupuk N dan K Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara. Medan. Jurnal Hortikultura, 20(1) : 27-35
- Paparang, M., Ventje, V., Memah, M.P., James, B., dan Kaligis. 2016. Populasi dan Persentase Serangan Larva *Spodoptera exigua* Hubner Pada Tanaman Bawang Daun dan Bawang Merah di Desa Ampreng Kecamatan Langowan Barat, 3(1) 1-10
- Putrasamedja, S., W. Setiawati., L. Lukman., dan A. Hasyim. 2012. Penampilan Beberapa Klon Bawang Mera dan Hubungannya dengan Intensitas Serangan Organisme Pengganggu Tanaman. Jurnal Hortikultura, 22(4) : 349-359
- Qomariyah, L. 2017. Efek Tanaman Kenikir (*Cosmos sulphureus*) Sebagai Refugia Terhadap Keanekaragaman Serangga Aerial Di Sawah Padi Organik Desa Sumbergepoh Kecamatan Lawang Kabupaten Malang. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Rauf, A. 1999. Dinamika Populasi *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera ; Noctuidae) Pada Pertanaman Bawang Merah di Dataran Rendah. Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan, 11(2) : 39-47.
- Rahmawati, D.Y. 2009. Pengaruh Penerapan Teknologi PHT Terhadap Perkembangan Populasi *Spodoptera exigua* dan Musuh Alami pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kabupaten Nganjuk. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Rajiman. 2015. Pengaruh Dosis Phonska Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Bawang Merah Pada Musim Hujan. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian, 22 (2).

- Setiawati, W., Uhan, T.S., dan Udiarto, B.K.. 2004. Pemanfaatan Musuh Alami dalam Pengendalian Hayati Hama pada Tanaman Sayuran. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. Monografi No. 24
- Setiawati, W., Murtiningsih, R., Sopha, G.A. dan Handayani, T. 2007. Petunjuk Teknis Budidaya Tanaman Sayuran. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Sipayung, S.M. 2018. Keanekaragaman Serangga Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan *Sprinkler* dan Tanpa *Sprinkler* di Desa Paropo Kecamatan Silahisabungan Kabupaten Dairi. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sumarni, N., dan Hidayat, A. 2005. Budidaya Bawang Merah. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Susila, A.D. 2006. Panduan Budidaya Tanaman Sayuran. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suwandi, 2014. Budidaya Bawang Merah di Luar Musim Teknologi Unggulan Mengantisipasi Dampak Perubahan Iklim. Jakarta : IAARD Press
- Syahrawati, M., dan H. Hamid. 2010. Diversitas Coccinellidae Predator pada Pertanaman Sayuran di Kota Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang
- Tjitrosoepomo, G. 2013. Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Udiarto, B.K., W. Setiawati., dan E. Suryaningsih. 2005. Pengenalan Hama dan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah dan Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Untung, K. 2000. Pelembagaan Konsep Pengendalian Hama Terpadu Di Indonesia. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia, 6(1) : 1-8.
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu Edisi Kedua. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.