

**POLA FLUKTUASI POPULASI *Plutella xylostella* (L.)  
(Lepidoptera: Plutellidae) DAN MUSUH ALAMINYA PADA  
BUDIDAYA BROKOLI DENGAN PENERAPAN PHT DAN  
ORGANIK**

Oleh:

**Bagas Pradana Aswarta**

**0710460009-46**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**MALANG**

**2014**

**POLA FLUKTUASI POPULASI *Plutella xylostella* (L.)  
(Lepidoptera: Plutellidae) DAN MUSUH ALAMINYA PADA  
BUDIDAYA BROKOLI DENGAN PENERAPAN PHT DAN  
ORGANIK**

Oleh :

**Bagas Pradana Aswarta**

**0710460009-46**

**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  
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN  
PUBLIKASI JURNAL PENELITIAN

JUDUL :

**Pola Fluktuasi Populasi *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) dan Musuh Alaminya Pada Budidaya Brokoli Dengan Penerapan PHT dan Organik**

Oleh:

Nama : Bagas Pradana Aswarta  
NIM : 0710460046  
Program Studi : Ilmu Hama & Penyakit Tumbuhan

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Gatot Mudjiono  
NIP. 19520125 197903 1 001

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, M.S.  
NIP. 19551018 198601 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

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

Tanggal Persetujuan :

Mengesahkan,

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, M.S.  
NIP. 19521028 197903 1 003

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, M.S.  
NIP. 19580112 198203 2 002

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Gatot Mudjiono  
NIP. 19520125 197903 1 001

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, M.S.  
NIP. 19551018 198601 1 001

Tanggal Lulus :

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Mei 2012

Bagas Pradana Aswarta

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## RINGKASAN

**Bagas Pradana Aswarta. 0710460009 – 46. Pola Fluktuasi Populasi *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) dan Musuh Alaminya Pada Budidaya Brokoli Dengan Penerapan PHT dan Organik. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Gatot Mudjiono dan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.**

---

Kusuma Agrowisata merupakan salah satu perusahaan di kota Batu provinsi Jawa Timur yang bergerak di bidang pertanian. Brokoli merupakan salah satu komoditi hortikultura yang dibudidayakan. Salah satu faktor yang menghambat pertumbuhan tanaman brokoli adalah serangan dari hama *P. xylostella*. Kehilangan hasil brokoli yang disebabkan oleh hama *P. xylostella* pada musim kemarau dapat mencapai 100% apabila insektisida tidak digunakan. Untuk mengurangi penggunaan bahan kimia dibutuhkan suatu pemahaman terhadap pengelolaan agroekosistem yang berprinsip pada pengelolaan hama terpadu (PHT) dan pertanian organik. Dengan penerapan teknologi PHT dan pertanian organik diharapkan mampu meningkatkan populasi musuh alami pada lahan sehingga dapat memberikan kesempatan kepada musuh alami untuk bekerja, hal ini berarti dapat mengurangi penggunaan pestisida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui populasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya pada tanaman brokoli yang menerapkan teknologi PHT dibandingkan dengan sistem organik, pola fluktuasi populasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya pada lahan PHT dibandingkan dengan lahan organik dan analisis usaha brokoli pada lahan PHT dibandingkan dengan lahan organik.

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret 2011 sampai Mei 2011. Penelitian ini dilaksanakan dengan metode praktek budidaya brokoli secara PHT dan organik. Besarnya populasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya pada lahan PHT dan organik ditentukan dengan metode pengambilan tanaman contoh dan pemasangan perangkap kemudian dianalisis dengan menggunakan uji t untuk mengetahui perbedaan nilai tengahnya. Perkiraan analisis usaha brokoli dikonversi pada lahan seluas 1 hektar selama 1 musim tanam. Tempat penanaman dan harga yang tercantum dalam analisis disesuaikan dengan kondisi di tempat penelitian dilaksanakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya pada tanaman brokoli yang menerapkan teknologi PHT lebih sedikit dibandingkan dengan sistem organik. Pola fluktuasi populasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya pada lahan PHT lebih fluktuatif dibandingkan dengan lahan organik. Berdasarkan analisis usaha brokoli, pada lahan PHT lebih banyak mendapat keuntungan dibandingkan dengan lahan organik.

## SUMMARY

**Bagas Pradana Aswarta. 0710460009 - 46. Fluctuation Pattern of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) and Natural Enemy Population's in Broccoli Cultivation with IPM and Organic Farm. Supervised by Dr. Ir. Gatot Mudjiono and Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.**

---

Kusuma Agrowisata was one of farm in Batu, East Java that managed in agriculture sector. Broccoli was one of horticulture commodity that cultivated. One of the factor that inhibited the growth of broccoli was attack from *P. xylostella* pest. Loss of broccoli product that caused by *P. xylostella* pest in dry season can reached 100% if no used insecticide. For decreasing the use of chemistry material was needed a concept about agroecosystem that principle on IPM and organic. By the IPM implementation and organic farming was wished can increased natural enemy population on land so it can gave a chance to natural enemy for working, it can decreased the used of pesticide. The research was aimed to compare the population of *P. xylostella* pest and their natural enemy on IPM implementation and organic farming, fluctuation pattern of population of *P. xylostella* pest and their natural enemy on IPM implementation and organic farming and agribusiness analysis of broccoli on IPM implementation and organic farming.

The research was conducted in from March 2011 until May 2011. The research was conducted by practice of broccoli cultivation with IPM implementation and organic farming. The number of population of *P. xylostella* pest and their natural enemy on IPM and organic land was determined by method of took the sample plant and set the trap then it was analysis by t test to find the middle value difference. Estimation of agribusiness analysis of broccoli that converted on 1 hectare land during 1 plant season. Place of planted and price on analysis was adjusted by condition on research's land.

The results were showed that *P. Xylostella* pest and their naural enemy on broccoli that used IPM implementation smaller than organic farming. Fluctuation pattern of population of *P. xylostella* and their natural enemy more fluctuation than organic farming. From agribusiness analysis of broccoli, on IPM land got greater profit than organic farming.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pola Fluktuasi Populasi *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) dan Musuh Alaminya Pada Budidaya Brokoli Secara PHT dan Organik”.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Gatot Mudjiono dan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS selaku pembimbing skripsi atas bimbingan, saran, nasihat dan kesabarannya kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
2. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa dan dukungan, selama penyusunan skripsi.
3. Agrowisata Batu atas bantuan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian skripsi.
4. Teman-teman dari Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan angkatan 2007.
5. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman kos serta semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Malang, Juli 2012

Penulis



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pacitan, Jawa Timur pada tanggal 2 Juni 1989. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Suwarto dan Ibu Puji Astuti.

Pendidikan sekolah dasar ditempuh di SDN Semanten Pacitan pada tahun 1995 - 2001. Kemudian penulis melanjutkan di SMP Negeri 1 Pacitan dan lulus pada tahun 2004. Penulis menempuh pendidikan tingkat menengah atas di SMA Negeri 1 Pacitan pada tahun 2004 sampai 2007. Pada tahun 2007 penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Brawijaya, Fakultas Pertanian, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan melalui jalur Penelusuran Minat dan Kemampuan (PMDK).



## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
Latar Belakang .....	1
Tujuan .....	3
Hipotesis .....	3
Manfaat .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
Pengelolaan Hama Penyakit Terpadu .....	4
Tujuan Pelaksanaan PHT .....	4
Sasaran dan Strategi PHT .....	4
Prinsip PHT .....	5
Pertanian Organik .....	6
Prinsip-Prinsip Pertanian Organik .....	6
Praktik Pertanian Organik di Indonesia .....	7
Tanaman Brokoli .....	8
Morfologi Tanaman Brokoli .....	9
Syarat Tumbuh Tanaman Brokoli .....	9
Hama Ulat Daun Brokoli ( <i>P. Xylostella</i> ) .....	9
Klasifikasi .....	9
Bioekologi .....	9
Gejala Serangan .....	10
Pengendalian .....	11
Hama Ulat Crop ( <i>C. binotalis</i> ) .....	11
Bioekologi .....	11
Gejala Serangan .....	12
Musuh Alami .....	12
<i>Diadegma semiclausum</i> .....	12
<i>Trichogrammatoidea cojuangcoi</i> .....	13
<i>Cotesia plutellae</i> .....	13
<b>III. METODOLOGI</b>	
Tempat dan Waktu .....	14
Alat dan Bahan .....	14
Metode Percobaan .....	15
Pengamatan Populasi Hama <i>P. xylostella</i> dan Musuh Alaminya pada Tanaman Brokoli di Lahan PHT dan Organik .....	18
Analisis Usaha Brokoli .....	21
Analisis Data .....	22

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

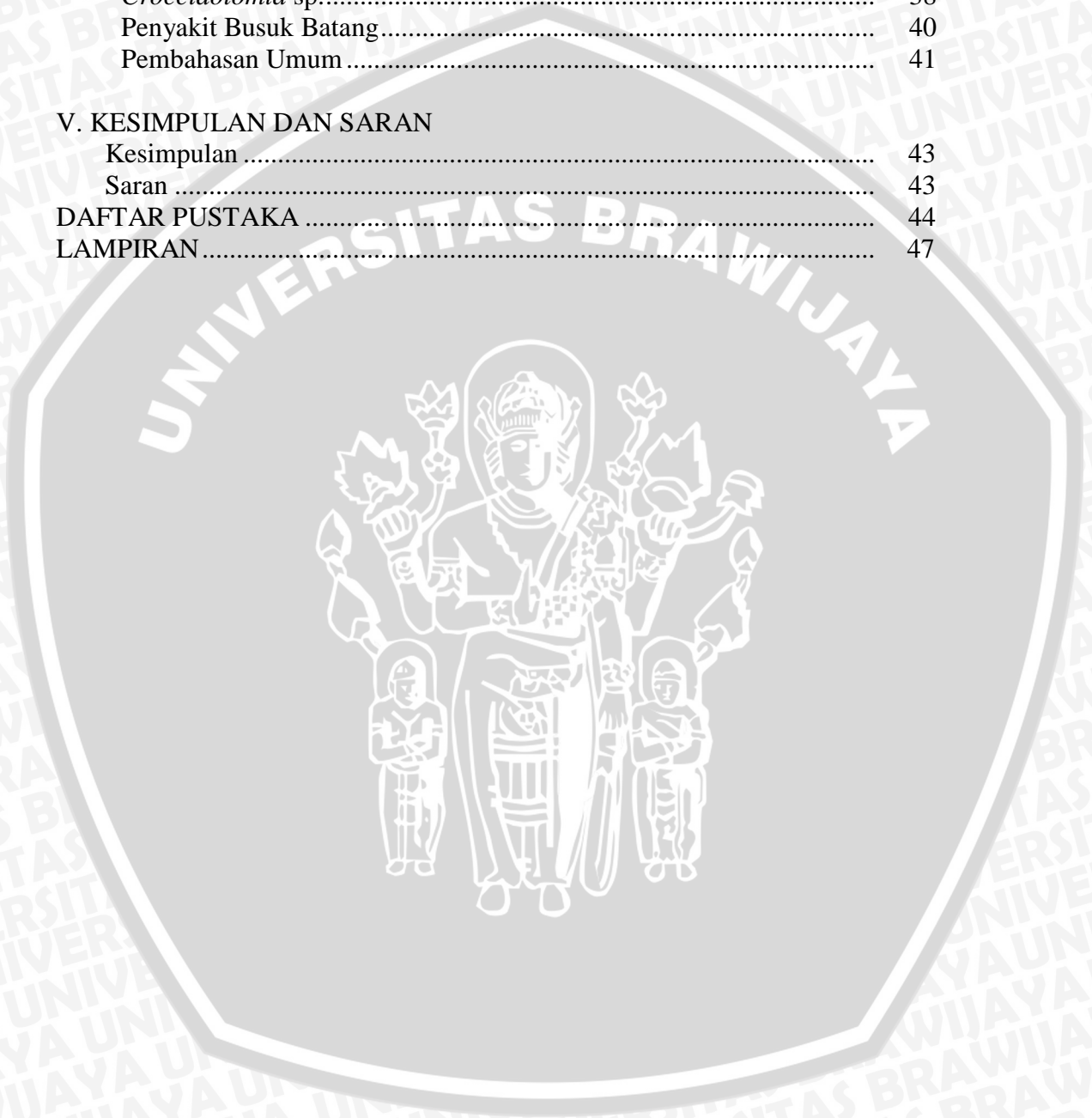
Populasi Hama <i>P. xylostella</i> .....	23
Populasi Musuh Alami <i>P. xylostella</i> .....	26
Pertumbuhan Tanaman Brokoli .....	33
Analisa Usaha Tani .....	34
Serangan Hama Penyakit pada Lahan .....	38
<i>Crocidolomia</i> sp. ....	38
Penyakit Busuk Batang .....	40
Pembahasan Umum .....	41

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan .....	43
Saran .....	43

DAFTAR PUSTAKA .....	44
----------------------	----

LAMPIRAN .....	47
----------------	----



**DAFTAR TABEL**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Praktek Budidaya secara PHT dan Organik.....	15
2.	Rerata Populasi Hama <i>P. xylostella</i> pada Tanaman Brokoli di Lahan PHT dan Lahan Organik .....	23
3.	Rerata Populasi Musuh Alami <i>P. xylostella</i> .....	27
4.	Rerata Jumlah Daun dan Tinggi Tanaman Brokoli pada Lahan PHT dan Lahan Organik.....	34
5.	Analisis Usaha Tani pada Lahan PHT dan Organik .....	35

**Lampiran**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil Analisis Statistika dengan Uji t Tinggi Tanaman Brokoli pada Lahan PHT dan Organik.....	47
2.	Hasil Analisis Statistika dengan Uji t Jumlah Daun Tanaman Brokoli pada Lahan PHT dan Organik .....	47
3.	Hasil Analisis Statistika dengan Uji t Populasi Hama <i>P. xylostella</i> pada Lahan PHT dan Organik.....	47
4.	Hasil Analisis Statistika dengan Uji t populasi musuh alami hymenopteran pada tanaman brokoli di lahan PHT dan organik.....	48
5.	Hasil Analisis Statistika dengan Uji t Populasi Musuh Alami icheumonid pada Tanaman Brokoli di Lahan PHT dan Organik .....	48
6.	Hasil Analisa Tanah.....	49

## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Denah Lahan PHT.....	17
2.	Denah Lahan Organik.....	17
3.	Pola Tanam pada Lahan PHT .....	18
4.	Pola Tanam pada Lahan Organik.....	18
5.	Letak Pengambilan Contoh Tanaman .....	20
6.	Letak Pemasangan Perangkat Kuning pada Lahan Organik .....	21
7.	Letak Pemasangan Perangkat Kuning pada Lahan PHT .....	21
8.	Fluktuasi Populasi Hama <i>P. xylostella</i> pada Lahan PHT dan Lahan Organik .....	24
9.	Ngengat <i>P. xylostella</i> yang Terperangkap .....	26
10.	Imago ichneumonid .....	27
11.	Pola Fluktuasi Populasi Musuh Alami ichneumonid.....	28
12.	Pola Fluktuasi Populasi Musuh Alami hymenopteran.....	29
13.	Pola Fluktuasi <i>P. xylostella</i> dan Musuh Alaminya pada Lahan PHT.....	31
14.	Pola Fluktuasi <i>P. xylostella</i> dan Musuh Alaminya pada Lahan Organik. ....	32
15.	Tanaman Brokoli a: Pada Lahan Organik, b: Pada Lahan PHT .	35
16.	Daun Brokoli yang Terserang <i>Crocidolomia</i> sp.....	38
17.	Ulat <i>Crocidolomia</i> sp yang Menyerang Tanaman Sawi (Tanaman Perangkat).....	39
18.	Ulat yang Terinfeksi Agen Hayati .....	40
19.	Tanaman Brokoli yang Terserang Penyakit Busuk. ....	41

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kusuma Agrowisata merupakan salah satu perusahaan di kota Batu Provinsi Jawa Timur yang bergerak di bidang pertanian. Salah satu komoditi yang dibudidayakan adalah hortikultura. Komoditas hortikultura merupakan komoditas potensial yang mempunyai nilai ekonomi dan permintaan pasar yang tinggi. Salah satu produk pertanian yang prospektif untuk dikembangkan di Kusuma Agrowisata adalah brokoli.

Brokoli adalah sayuran dari famili kubis yang memiliki kandungan vitamin A dan vitamin D cukup tinggi. Bagian yang dapat dikonsumsi dari tanaman brokoli adalah bongkahan bunga yang mirip bunga kol namun berwarna hijau. Sebagai salah satu sayuran oriental, komoditas brokoli belum terlalu memasyarakat meskipun sayuran ini memiliki nilai jual tinggi (Pasaribu, 2007).

Salah satu faktor yang menghambat pertumbuhan brokoli adalah serangan dari hama dan penyakit. Hama *P. xlostella* merupakan hama penting dari tanaman brokoli di Kusuma Agrowisata. Kehilangan hasil brokoli yang disebabkan oleh hama *P. xylostella* pada musim kemarau dapat mencapai 100% apabila insektisida tidak digunakan (Permadi dan Sastrosiswojo, 1993). Penggunaan pestisida khususnya yang bersifat sintesis berkembang luas karena dianggap paling cepat dan ampuh mengatasi gangguan hama. Namun, penggunaannya ternyata menimbulkan kerugian seperti resistensi hama, resurgensi hama, terbunuhnya musuh alami dan masalah pencemaran lingkungan yang sangat berbahaya bagi manusia (Kardinan, 2001). Untuk mengurangi penggunaan bahan kimia dibutuhkan suatu pemahaman terhadap pengelolaan agroekosistem yang berprinsip pada pengelolaan hama terpadu (PHT) dan pertanian organik.

Sistem PHT adalah suatu cara pendekatan atau cara berpikir pengendalian hama yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang bertanggung jawab (Untung, 2006). Teknologi pengendalian diterapkan mengikuti prinsip PHT yaitu

membudidayakan tanaman sehat, mendayagunakan dan melestarikan musuh alami, pengamatan lahan mingguan dan petani sebagai ahli PHT (Untung, 2006). Dengan penerapan PHT pada lahan, diharapkan penggunaan pestisida dan bahan kimia lainnya dapat ditekan hingga akhirnya tidak digunakan sama sekali, sehingga pada perkembangan selanjutnya mulai lebih mengarah pada sistem pertanian organik. Pertanian organik merupakan suatu sistem pengolahan pertanian yang mendukung penghijauan dengan memperhatikan ekologi produksi, keragaman, siklus biologi dan aktivitas biologi tanah sehingga tidak merusak tanah pertanian (Anonymous, 2011). Dengan penerapan PHT dan pertanian organik diharapkan mampu meningkatkan populasi musuh alami pada lahan sehingga dapat memberikan kesempatan kepada musuh alami untuk bekerja, hal ini berarti dapat mengurangi penggunaan pestisida (Radyanto, 2010).

Kusuma Agrowisata akan memulai pertanian organik, namun tingginya intensitas serangan *P. xylostella* dinilai akan menghambatnya. Sehingga muncul dua opsi, penerapan sistem organik secara langsung atau penerapan PHT yang menuju ke organik. Kedua sistem tersebut dinilai ramah lingkungan, karena pengendalian hama dilakukan dengan cara nonkimiaawi, salah satunya menarik datangnya musuh alami. Namun belum diketahui sistem mana yang paling baik untuk diterapkan di Kusuma Agrowisata. Oleh karena itu perlu adanya penelitian tentang pola fluktuasi populasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya pada budidaya brokoli dengan menggunakan penerapan PHT dan organik. Karena dengan mengetahui pola fluktuasi dari hama *P. Xylostella* dan musuh alaminya pencegahan dan pengendalian serangan hama akan lebih mudah dilakukan. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui teknologi mana yang cocok dan lebih menguntungkan untuk memulai pertanian sehat di Kusuma Agrowisata.

## Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui pola fluktuasi populasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya pada lahan dengan penerapan PHT dan pada lahan organik.
2. Untuk mengetahui analisis usaha tani brokoli pada lahan dengan penerapan PHT dan lahan organik.
3. Untuk mengetahui sistem mana yang cocok digunakan untuk memulai pertanian sehat di Kusuma Agrowisata Batu.

## Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah

1. Pola fluktuasi populasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya pada lahan dengan penerapan PHT lebih fluktuatif dibandingkan dengan lahan organik.
2. Analisis usaha brokoli pada lahan dengan penerapan PHT lebih banyak mendapat keuntungan dibandingkan dengan lahan organik.
3. Sistem tanam dengan penerapan PHT lebih baik untuk diterapkan di Agro Kusuma Batu

## Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan budidaya tanaman brokoli khususnya di Kusuma Agrowisata Batu.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Pengelolaan Hama Penyakit Terpadu

Pengendalian Hama Terpadu adalah teknologi pengendalian hama yang didasarkan prinsip ekologis dengan menggunakan berbagai taktik pengendalian yang kompatibel antara satu sama lain sehingga populasi hama dapat dipertahankan di bawah populasi yang secara ekonomik tidak merugikan serta mempertahankan kesehatan lingkungan dan menguntungkan bagi pihak petani (Oka,1994).

### Tujuan Pelaksanaan PHT

Tujuan penerapan PHT yaitu meningkatnya hasil dan mutu produk serta pendapatan petani, berkurangnya penggunaan pestisida karena diterapkannya PHT, meningkatnya mutu dan bebas residu pestisida pada produk ekspor komoditi seperti lada, kopi, kakao dan teh. Serta mempertahankan dan melindungi kelestarian lingkungan (Adang dan Benny 2009).

### Sasaran dan Strategi PHT

Sasaran yang ingin dicapai oleh PHT yaitu Produksi pertanian terjamin pada taraf yang tinggi, populasi organisme pengganggu tanaman (OPT) tidak menimbulkan kerugian ekonomis, keuntungan yang diterima petani maksimal, pengurangan resiko pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida yang berlebihan, fungsi-fungsi lingkungan dapat dipelihara (Muainan 2008)

Strategi yang diterapkan dalam melaksanakan PHT adalah memadukan semua teknik pengendalian OPT dan melaksanakannya dengan taktik yang memenuhi azas ekologi serta ekonomi. Semboyan PHT oleh petani, bukan untuk petani dan petani menjadi ahli dimaksudkan agar petani dapat menolong dirinya sendiri dalam menghadapi masalah produksi, terutama hama yang menyerang tanamannya baik secara berkelompok maupun sendiri dengan cara yang efektif dengan lingkungan (Muainan, 2008).

## Prinsip PHT

Menurut Lahmuddin (2004), PHT meliputi empat prinsip dasar, yaitu:

### 1. Tanaman budidaya yang sehat

Sasaran pengelolaan agroekosistem adalah produktivitas tanaman budidaya. Pemilihan varietas, tanaman yang memperoleh cukup pemupukan, pengairan, penyiangan gulma dan disertai pengolahan tanah yang baik sebelum masa tanam adalah dasar bagi pencapaian hasil produksi yang tinggi. Budidaya yang sehat dan kuat bagian program PHT.

### 2. Melestarikan dan Mendayagunakan fungsi musuh alami

Kekuatan unsur-unsur alami sebenarnya mampu mengendalikan lebih dari 99% hama kebanyakan lahan agar tetap berada pada jumlah yang tidak merugikan. Tanpa disadari, sebenarnya semua petani bergantung pada kekuatan alami yang sudah tersedia di lahannya masing-masing. PHT secara sengaja mendayagunakan dan memperkuat peranan musuh alami yang menjadi jaminan pengendalian, serta memperkecil pemakaian pestisida berarti mendatangkan keuntungan ekonomis kesehatan dan lingkungan tidak tercemar.

### 3. Pemantauan Lahan Secara Mingguan

Masalah hama tidak timbul begitu saja. Masalah ini timbul karena kombinasi faktor-faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan populasi hama. Kondisi lingkungan atau ekosistem sangat penting artinya dalam kaitannya dengan timbulnya masalah ham. Dalam hal ini PHT menganjurkan pemantauan lahan secara mingguan oleh petani sendiri untuk mengkaji masalah hama yang timbul dari keadaan ekosistem lahan yang cenderung berubah dan terus berkembang. Pengendalian Hama Terpadu membantu petani untuk mempelajari dan mempraktekkan keterampilan teknologi pengendalian hama.

### 4. Petani Menjadi Ahli PHT di Lahannya Sendiri

Pada dasarnya petani adalah penanggung jawab, pengelola dan penentu keputusan di lahannya sendiri. Petugas dan orang-orang lain merupakan nara sumber, pemberi informasi dan pemandu petani apabila diperlukan. Maka untuk itu petani dilatih untuk AHLI PHT dilahannya sendiri. Dengan keahliannya itu petani secara mandiri dan percaya diri mampu untuk melaksanakan dan menerapkan prinsip teknologi PHT di lahannya sendiri.

Sebagai ahli PHT petani harus mampu menjadi pengamat, penganalisis ekosistem, pengambil keputusan pengendalian dan sebagai pelaksana teknologi pengendalian sesuai dengan prinsip-prinsip PHT.

### **Pertanian Organik**

Pertanian organik merupakan sistem pengembalian yang berarti suatu sistem yang berusaha untuk mengembalikan semua jenis bahan organik ke dalam tanah, baik dalam bentuk residu dan limbah pertanaman maupun ternak yang selanjutnya bertujuan memberi nutrisi pada tanaman. Filosofi yang melandasi pertanian organik adalah mengembangkan prinsip-prinsip memberi nutrisi pada tanah yang selanjutnya tanah menyediakan nutrisi untuk tanaman dan bukan memberi nutrisi langsung pada tanaman (Susanto, 2002).

#### **Prinsip-prinsip Pertanian Organik**

Prinsip dasar pertanian organik berfungsi sebagai panduan posisi, program, dan standar. Menurut IFOAM (2006), ada empat prinsip dalam pengembangan pertanian organik. Keempat prinsip pertanian organik tersebut adalah prinsip kesehatan, ekologi, keadilan, dan kepedulian yang menjadi satu kesatuan dan digunakan secara ketergantungan. Berikut ini penjelasan untuk masing-masing prinsip pertanian organik:

1. Prinsip Kesehatan

Pertanian organik harus berlanjut dan mendorong kesehatan tanah, tanaman, hewan, manusia, dan planet sebagai satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Jadi, pertanian organik berperan dalam menjaga dan meningkatkan kesehatan ekosistem serta organisme yang terlibat di dalamnya pada semua proses sistem usahatani.

2. Prinsip Ekologi

Pertanian organik harus diterapkan berdasarkan pada siklus dan sistem ekologi kehidupan. Bekerja, meniru, dan berusaha memelihara sistem dan siklus ekologi kehidupan sehingga dapat menjamin keberlanjutan ekologi.

3. Prinsip Keadilan

Pertanian organik harus membangun hubungan yang mampu menjamin keadilan terkait dengan lingkungan dan kesempatan hidup bersama.

#### 4. Prinsip Perlindungan

Pertanian organik harus dikelola secara hati-hati dan bertanggung jawab untuk melindungi kesehatan dan kesejahteraan generasi sekarang dan mendatang serta lingkungan hidup.

### **Praktik Pertanian Organik di Indonesia**

Beberapa sistem budidaya organik sederhana sebagai bentuk penerapan pertanian organik yang bisa diadopsi oleh petani di Indonesia menurut Susanto (2002):

#### 1. Penerapan Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan elemen penting dalam menjalankan sistem pertanian organik sebagai pengganti pupuk kimia pada pertanian konvensional. Pupuk organik ramah terhadap lingkungan karena bahannya berasal dari limbah pertanian, kotoran hewan, limbah penggergajian kayu, limbah cair, rumput laut, dan lain-lain.

#### 2. Penerapan Pengelolaan Tanaman Terpadu

Praktik pertanian organik bisa dikembangkan melalui pengelolaan tanaman terpadu, misalnya: perencanaan hutan desa, usahatani terpadu, intensifikasi pekarangan, pengendalian hama dan penyakit dengan menganekaragamkan tanaman budidaya dan tanaman pagar serta penggunaan pestisida nabati (tumbuhan) atau hayati (mikroba), sistem pertanaman campuran dan pergiliran tanaman, sistem pertanaman surjan yang cocok untuk daerah pasang surut atau rawan banjir, pertanian-perikanan terpadu, pertanian-peternakan terpadu, bahkan pertanian peternakan perikanan terpadu.

#### 3. Pemanfaatan Pupuk Hayati dan Pupuk Hijau

Jenis pupuk lainnya yang ramah lingkungan adalah pupuk hayati yang memanfaatkan mikroorganisme penambat nitrogen dan fosfat di dalam tanah, adalah *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas striata*, *Aspergillus awamori*, *Pencillium digitatum*, *Mikorisa*, *Ektomikoriza*, dan masih banyak lagi. Pemanfaatan pupuk hayati dapat mempercepat penambatan nitrogen dalam tanah dan penyediaan unsur hara penting lainnya bagi tanaman. Semua

mikroorganisme penting dalam pupuk hayati, bisa diinokulasi dalam jumlah yang cukup, sesuai kebutuhan dalam sistem organik.

#### 4. Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu serta Pemanfaatan Pestisida Hayati

Pengendalian hama dan penyakit terpadu, harus memahami prinsip-prinsip perlindungan tanaman, melalui praktik budidaya sebagai berikut: pengetahuan agroekosistem; pertanaman campuran dan diversifikasi; pemanfaatan bentuk lahan sebagai habitat predator hama; pergiliran tanaman; irama alam dan saat tanam yang tepat; pemupukan dan kesehatan tanaman; pengolahan tanah; pemilihan varietas; kesehatan tanah; pengendalian hama dan penyakit secara alami yang dapat dilakukan dengan pengendalian alami, , membuang tanaman yang lemah atau tumbuhnya kurang baik. Sementara itu, pemanfaatan pestisida hayati dapat dimulai dari bahan tumbuh-tumbuhan yang biasanya dikenal dengan baik, misalnya ramuan untuk obat tradisional, bahan yang diketahui mengandung racun, mempunyai kemampuan spesifik dalam menangani hama, dan lain-lain.

#### 5. Pertanian Olah Tanah Minimum dan Tanpa Olah Tanah

Pertanian Olah Tanah Minimum (OTM) dan Tanpa Olah Tanah (TOT) merupakan praktik pertanian masa depan sehingga petani tidak terlalu menghabiskan biaya untuk pengolahan tanah. Namun, hal ini hanya bisa dilakukan apabila kondisi tanah sudah cukup baik atau stabil pasca perlakuan kimiawi sehingga terlepas dari ketergantungan penggunaan input luar kimiawi. Oleh karena itu, daur hara dalam tanah selanjutnya akan mengikuti alam secara alami (organik) sehingga berlanjut sistem pertanian terjamin dan OTM atau TOT bisa diterapkan.

### **Tanaman Brokoli**

Brokoli adalah tanaman yang tergolong dalam Kerajaan: Plantae, Divisi: Spermatophyta, Subdivisi: Magnoliophyta, Kelas: Magnoliopsida, Suku: Brassicaceae, Marga: Brassica, Jenis: *Brassica oleracea* var. *italica* P. (Anonymous, 2012).

## Morfologi Tanaman Brokoli

Sistem perakaran tanaman brokoli memiliki akar tunggang dan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang menyebar ke semua arah dengan kedalaman antara 30-50 cm. Akar-akar ini berfungsi antara lain menghisap air dan zat makanan dari dalam tanah serta menguatkan berdirinya batang tanaman (Heru dan Yovita, 2003).

Bunga brokoli berwarna hijau dan masa tumbuhnya lebih lama dari kubis bunga. Brokoli tersusun dari bunga-bunga kecil yang berwarna hijau, tetapi tidak sekompak kubis. Apabila dibandingkan dengan kubis bunga, bunga brokoli akan terasa lebih lunak setelah direbus (Dalimartha, 1999).

Panen bunga brokoli dilakukan setelah umurnya mencapai 60-90 hari sejak ditanam, sebelum bunganya mekar dan sewaktu kropnya masih berwarna hijau. Jika bunganya mekar, tangkai bunga akan memanjang dan akan keluar kuntum-kuntum bunga berwarna kuning. Nama simplisia bunga brokoli yaitu *Brassicae oleraceae* (Flos) (Dalimartha, 1999).

## Syarat Tumbuh Tanaman Brokoli

Keadaan iklim yang cocok untuk tanaman brokoli adalah daerah yang relatif lembab dan dingin. Kelembaban yang diperlukan adalah 80-90%, dengan suhu berkisar antara 15°C-22°C. Brokoli dapat dipanen pada umur 3-4 bulan dari saat semai atau 2-3 bulan setelah pindah tanam dari persemaian ke kebun (Suryadi dan Permadi, 1998).

## Hama Ulat Daun Brokoli (*P. xylostella*)

### Klasifikasi

Klasifikasi hama *P. xylostella* yaitu Filum Arthropoda, Kelas Insecta, Ordo Lepidoptera, Famili Plutellidae, Genus Plutella, Spesies *P. xylostella* (Anonymous, 2007 a).

### Bioekologi

Ngengat berwarna abu-abu sampai coklat kelabu dan pada saat sayap terlipat tampak tiga buah tanda berupa gelombang seperti berlian atau terdapat bentuk

segitiga sepanjang punggungnya. Ngengat beristirahat pada siang hari. Umur ngengat 2-4 minggu. Ngengat betina mampu menghasilkan telur 180-320 butir. Daur hidup dari telur sampai ngengat pada ketinggian 250 m dari permukaan laut yaitu 12- 15 hari dan 20 - 25 hari pada ketinggian 110 m dari permukaan laut (Anonymous, 2007 a).

Telur *P. xylostella* berbentuk oval dan rata, ukurannya 0,44 mm dan 0,26 mm. Telur berwarna hijau kuning atau pucat, dan disimpan sendiri atau dalam kelompok kecil dari dua sampai delapan telur pada cekungan di permukaan dedaunan, atau kadang-kadang pada bagian tanaman lainnya. Betina dapat menyimpan 250 sampai 300 telur tapi produksi telur rata-rata total mungkin 150 telur. Pengembangan waktu rata-rata 5,6 hari (Anonymous, 2012). Dalam satu tahun beberapa generasi dapat dihasilkan apabila kondisi menguntungkan, di negara subtropis tidak lebih dari 2-3 generasi tetapi di negara tropis dapat mencapai 16 generasi. Hama *P. xylostella* mempunyai daerah sebaran luas baik di daerah tropis maupun subtropis. Di Indonesia hama tersebut dilaporkan menyerang daerah Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Utara (Anonymous, 2007 a).

### **Gejala Serangan**

Larva yang baru menetas, mengorok daun kubis selama 2-3 hari. Selanjutnya memakan jaringan bagian permukaan bawah daun atau permukaan atas daun dan meninggalkan lapisan tipis/transparan sehingga daun seperti berjendela dan akhirnya robek serta membentuk lubang. Apabila tingkat populasi larva tinggi hampir seluruh daun dimakan dan hanya tulang daun yang ditinggalkan. Umumnya serangan berat terjadi pada musim kemarau pada umur 5-8 minggu. Ulat daun kubis mulai menyerang sejak awal pra pembentukan krop (0-49) hari setelah tanam = hst) sampai fase pembentukan krop (49 - 85 hst) (Anonymous, 2007 a).

## **Pengendalian**

Pengendalian serangga hama *P. xylostella* yang sampai saat ini sering dilakukan adalah menggunakan insektisida sintetik, tetapi mempunyai efek yang sangat berbahaya terhadap lingkungan dan menyebabkan resistensi pada serangga. Penggunaan agensia hayati sebagai pengendali hama *P. xylostella* merupakan alternatif pengendalian yang bersifat ramah lingkungan dan tidak berpengaruh negatif terhadap musuh alami. Agensia hayati yang berpotensi untuk mengendalikan hama tersebut yaitu *Steinernema carpocapsae* yang efektif terhadap larva *P. xylostella* (Nugrohorini, 2002).

Dalam konsep PHT penggunaan berbagai teknik pengendalian hama sangat dianjurkan. Salah satunya adalah penggunaan agensia hayati yang dikombinasikan dengan tanaman sela guna menekan populasi hama *P. xylostella* pada tanaman brokoli (Kartuwondo, 1994).

## **Hama Ulat Crop *Crocidolomia binotalis* Z. (Lepidoptera : Pyralidae)**

Klasifikasi hama *C. binotalis* yaitu Filum Arthropoda, Kelas Insecta, Ordo Lepidoptera, Famili Pyralidae, Genus *Crocidolomia*, Spesies *C. binotalis* (Jumar, 1997)

## **Bioekologi**

Telur berukuran 5 mm dan biasanya berkumpul berkisar antara 10-300 butir dalam satu daun. Telur berwarna hijau cerah dan muda berkamuflase pada daun. Telur biasanya diletakkan pada bagian bawah daun (Ahmad, 2007).

Larva instar satu bersifat gregarious, memakan daun pada permukaan bawah dengan menyisakan lapisan epidermis atas. Larva menghindari cahaya. Kepala larva instar awalnya berwarna hitam kecoklatan dengan tubuh berwarna hijau. Warna larva bervariasi, umumnya berwarna hijau dengan batas garis dorsal dan lateral berwarna kekuningan. Panjang larva sekitar 18 mm (Purnamasari, 2006).

Panjang berkisar antara 8.5 sampai 10.5 mm dan berbentuk bulat dengan berwarna hijau cerah dan coklat gelap, pupa biasanya diselubungi oleh tanah (Ahmad, 2007). Pupa terdapat pada kokon yang terbuat dari butiran tanah dan membentuk lonjong dengan stadium 9 hari (Wahyuni, 2006).



Ngegat jantan umumnya berukuran lebih besar daripada betinanya. Jantan berukuran 20-25mm dan betina 8-11mm. Pada betina dan jantan mempunyai warna coklat pada bagian sayap. Jantan pada umumnya mempunyai warna yang lebih cerah. Pada siang hari ngegat akan besembunyi pada bagian tubuh pohon dan aktif pada malam hari (Ahmad, 2007). Imago memiliki sayap dengan bintik putih dan sekumpulan sisik berwarna kecoklatan. Imago betina dapat hidup selama 16-24 hari. Pengendalian yang dapat dilakukan secara mekanis dengan mengumpulkan larva dengan tangan (Wahyuni, 2006).

### Gejala serangan

Ulat ini biasanya ditandai dengan adanya kumpulan kotoran pada daun kubis dan krop menjadi berlubang-lubang yang menyebabkan kualitas hasil panennya menurun. Serangan utama *C. binotalis* yaitu pada bagian dalam yang terlindungi daun hingga mencapai titik tumbuh. Kalau serangan ini ditambah lagi dengan serangan penyebab penyakit, tanaman bisa mati karena bagian dalamnya menjadi busuk meskipun dari luar kelihatannya masih baik (Santosa dan Sartono, 2007)

### Musuh Alami

*P. xylostella* dan *Crocidolomia* sp. mempunyai beberapa musuh alami, berikut ini merupakan musuh alami tersebut:

#### ***Diadegma semiclausum* H. (Hymenoptera: Ichneumonidae)**

Larva hama *P. xylostella* merupakan serangga inang spesifik bagi parasitoid *D. semiclausum* sehingga serangga inang hama selalu ada untuk kelangsungan hidup parasitoid tersebut (Fitton dan Walker 1992).

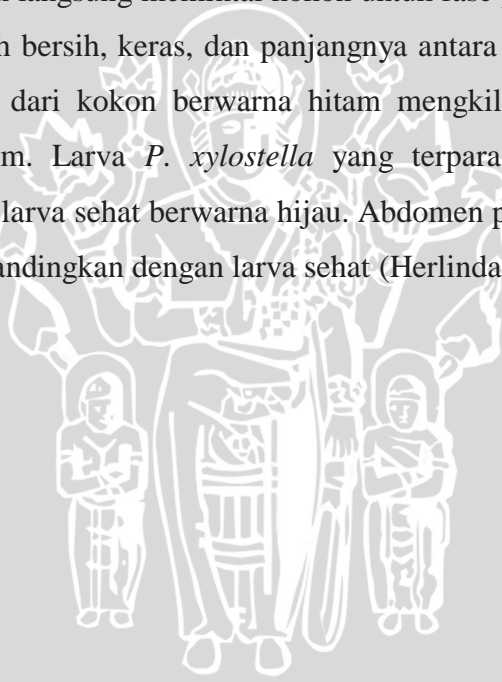
Di lapangan rumput babadotan berasosiasi dengan musuh alami *D. semiclausum*. Tumbuhan bukan budidaya yang ditanam pada pinggiran dekat petakan kubis pada jarak satu meter, mampu meningkatkan persentase parasitisasi oleh parasitoid *D. semiclausum* tiga kali lebih tinggi daripada pada petakan tanpa tumbuhan bukan budi daya tersebut (Kartosuwondo 1994).

***Trichogrammatoidea cojuangcoi* N. (Hymenoptera : Trichogrammatidae)**

Musuh alami *T. cojuangcoi* merupakan endoparasitoid telur. Imago *T. cojuangcoi* yang muncul dari telur *P. xylostella* berwarna hitam kekuningan dengan panjang tubuh 0.5-1.0 mm. Telur *P. xylostella* yang terparasit berwarna hitam, sedangkan yang sehat berwarna kuning kehijauan (Herlinda, 2005).

***Cotesia plutellae* K. (Hymenoptera: Braconidae)**

Musuh alami *C. plutellae* adalah endoparasitoid larva soliter. Betina *C. plutellae* meletakkan telur di dalam tubuh instar dua *P. xylostella*. Setelah mencapai larva *C. plutellae* memasuki instar akhir (ketiga), larva *C. plutellae* keluar dari tubuh larva *P. xylostella* melalui ruas abdomen ketiga dari sebelah samping atau bawah dan langsung memintal kokon untuk fase pupanya. Kokon *C. plutellae* berwarna putih bersih, keras, dan panjangnya antara 3-4 mm. Imago *C. plutellae* yang muncul dari kokon berwarna hitam mengkilat dengan panjang tubuh berkisar + 3 mm. Larva *P. xylostella* yang terparasit berwarna hijau kekuningan, sedangkan larva sehat berwarna hijau. Abdomen posterior larva yang sakit ini lebih besar dibandingkan dengan larva sehat (Herlinda, 2005).



### III. METODE PENELITIAN

#### Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di lahan PHT dan organik Kusuma Agrowisata Batu dan di Laboratorium Hama Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret 2011 sampai Mei 2011.

#### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat perangkap musuh alami dan hama berupa jebakan perangkap kuning (p x l : 30 cm x 20 cm), ajir bambu (p:1m) sebagai penyangga, saringan, vial film sebagai tempat serangga, gelas ukur untuk mengukur dosis pestisida dan agen hayati yang akan diaplikasikan, timbangan untuk mengukur bobot bunga brokoli, cangkul untuk menggemburkan tanah, sabit untuk membersihkan gulma, kuas untuk mempermudah pengambilan serangga, kain kasa sebagai penutup vial film, lup untuk membantu melihat serangga, gunting untuk perempelan, penghitung jumlah serangga, semprotan untuk aplikasi pestisida dan pupuk, mikroskop untuk membantu identifikasi serangga, kamera digital, kertas label, tali rafia, kantung plastik, pinset, penggaris dan buku identifikasi serangga.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70%, air, tanaman brokoli varietas F-1 Green Magic, sawi sebagai tanaman perangkap, seledri dan daun prei sebagai tanaman penolak hama, Kompos Kusuma Bioplus, serbuk tempurung kelapa, pupuk organik cair yang terbuat dari kencing kelinci dicampur dengan kompos, kotoran sapi dan tetes tebu kemudian diaerasi, pupuk urea, pupuk ZK, jamur *Beauveria bassiana*, jamur *Verticillium* sp., jamur *Hersutella* sp., jamur *Metarizium* sp., jamur *Nomuraea rileyi*.

## Metode Percobaan

Adapun rincian kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut (tabel 1) :

Tabel 1. Praktek budidaya secara PHT dan Organik

No.	Praktek budidaya	PHT	Organik
1	Perlakuan benih	benih yang digunakan vareitas F-1 Green Magic. Sebelum benih ditanam pada gulutan ditaburi <i>cocopeat</i> secukupnya. Tempat persemaian berukuran lebar 0,5 m dan panjangnya 5 m. memanjang dari utara ke selatan. Benih ditanam selama 3 – 4 minggu	benih yang digunakan vareitas F-1 Green Magic. Sebelum benih ditanam pada gulutan ditaburi <i>cocopeat</i> secukupnya. Tempat persemaian berukuran lebar 0,5 m dan panjangnya 5 m. memanjang dari utara ke selatan. Benih ditanam selama 3 – 4 minggu
2	Pembuatan bedengan	Dibuat 14 bedengan dengan ukuran lebar 0.6 m, tinggi 0.25 m, panjang 3 m dan jarak antar gulud 0.4 m. Setelah bedengan terbentuk dilakukan pengecekan pH dan sterilasi bedengan dengan menggunakan antagonis.	Dibuat 9 bedengan dengan ukuran lebar 0.6 m, tinggi 0.25 m, panjang 5 m dan jarak antar gulud 0.4 m. Setelah bedengan terbentuk dilakukan pengecekan pH dan sterilasi bedengan dengan menggunakan antagonis.
3	Penanaman	Penanaman dengan pola tanam zig - zag, dalam satu gulud terdapat 2 baris tanaman dengan jarak 0,5 x 0,3 m, setiap baris tanaman terdiri dari 14 tanaman brokoli.	Penanaman dengan pola zig-zag. Pada bagian tengah ditanami seledri dan daun prei. Dalam satu gulud terdapat 2 baris tanaman dengan jarak 0,5 x 0,5 m, setiap baris tanaman terdiri dari 20 tanaman brokoli.
4	Penyulaman	Jika ada tanaman yang rusak atau mati, penyulaman dapat dilakukan agar populasi dalam pertanaman tidak berkurang	Jika ada tanaman yang rusak atau mati, penyulaman dapat dilakukan agar populasi dalam pertanaman tidak berkurang
5	Pemupukan tambahan	Menggunakan pupuk urea pada 1 MST dengan dosis 7 g/tanaman dan menggunakan pupuk ZK dengan dosis 6 g/tanaman	Menggunakan pupuk organik cair 2 kali seminggu.

Tabel 1. Lanjutan

6	Penyiraman	Pengairan dilakukan secara rutin 1 hari sekali terutama pada saat tanaman berada pada fase pertumbuhan awal dan pembentukan bunga.	Pengairan dilakukan secara rutin 1 hari sekali terutama pada saat tanaman berada pada fase pertumbuhan awal dan pembentukan bunga.
7	Penyiangan	Penyiangan Dilakukan bersama-sama dengan penggemburan pada saat pemupukan susulan	Penyiangan Dilakukan bersama-sama dengan penggemburan pada saat pemupukan susulan
8	Upaya preventif	Aplikasi antagonis dan patoser seminggu sekali bersamaan dengan pemberian pupuk organik	Penyemprotan antagonis, dan patoser bersamaan dengan pengaplikasian pupuk organik
9	Upaya kuratif	Pengaplikasian pestisida sesuai dengan ambang kendali	Pengaplikasian pestisida nabati sesuai ambang kendali

Ket. : MST = Minggu setelah transplanting

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode praktek budidaya brokoli dengan penerapan PHT dan organik. Rincian kegiatan yang dilakukan sebagai berikut.

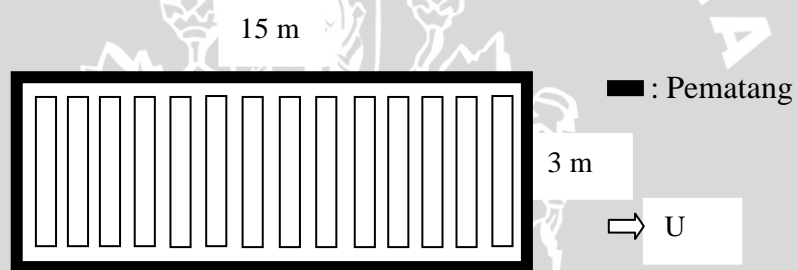
Benih yang akan digunakan terlebih dahulu disemaikan pada satu lahan yang khusus digunakan untuk penyemaian benih. Tempat persemaian berukuran panjang 5 m dan lebar 0,5 m. Sebelum benih disemaikan, bedengan tersebut disemprot dengan jamur antagonis untuk menghindari serangan penyakit. Setelah penyemprotan jamur antagonis selesai, benih ditebar secara merata pada bedengan tempat persemaian. Kemudian bedengan ditebari serbuk tempurung kelapa untuk merangsang perkecambahan benih. Kemudian bedengan ditutup dengan jala dengan kerapatan 75% agar terhindar dari serangan hama dan tetesan air secara langsung baik di waktu hujan maupun saat penyiraman. Setelah berumur seminggu jala penutup bedengan dibuka, untuk perawatannya cukup dilakukan penyiraman setiap pagi hari hingga tanaman siap untuk ditanam. Bibit yang siap tanam berumur 3-4 minggu dan mempunyai lebih dari 3 helai daun.

Sebelum dilakukan penanaman brokoli, dilakukan persiapan lahan. Untuk lahan dengan penerapan PHT digunakan lahan seluas 45 m<sup>2</sup>, di sebelah timur dan utara lahan berbatasan dengan lahan yang ditanami tanaman brokoli yang berumur

2 minggu. Di bagian barat dan selatan berbatasan dengan lahan yang belum diolah.

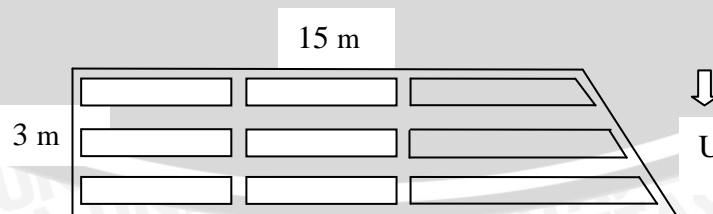
Pada lahan organik digunakan lahan seluas 48,75 m<sup>2</sup>. Di sebelah barat dan timur lahan berbatasan dengan lahan yang ditanami sawi, sedangkan di bagian utara dan selatan berbatasan dengan lahan yang ditanami jambu.

Berdasarkan hasil analisis tanah yang dilakukan, pada lahan dengan penerapan PHT dibutuhkan kompos sebanyak 2 kg/m<sup>2</sup> dan pada lahan organik dibutuhkan kompos sebanyak 3,2 kg/m<sup>2</sup>. Persiapan lahan diawali dengan penggemburan tanah pada bedengan, kemudian tanah dicampur dengan kompos sesuai dengan kebutuhan. Pada lahan dengan penerapan PHT digunakan 14 bedengan yang membujur dari arah timur ke barat, dengan ukuran panjang sekitar 2 m dan lebar 0,6 m. Di sekeliling lahan dibuat pematang berukuran 0,3 m (Gambar 1).



Gambar 1. Denah Lahan PHT

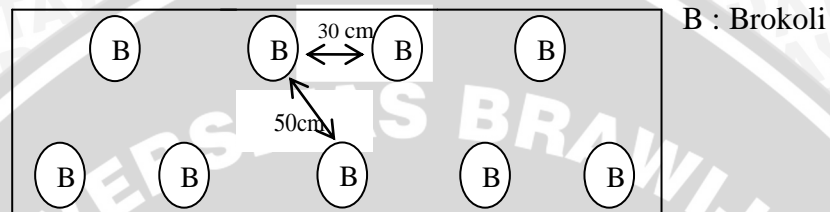
Pada lahan organik digunakan 9 bedengan, dengan ukuran 5 m dan lebar 0,6 m sebanyak 6 bedengan, dan bedengan dengan panjang 6 m, 7 m dan 7,5 m masing-masing 1 bedengan (Gambar 2).



Gambar 2. Denah Lahan Organik

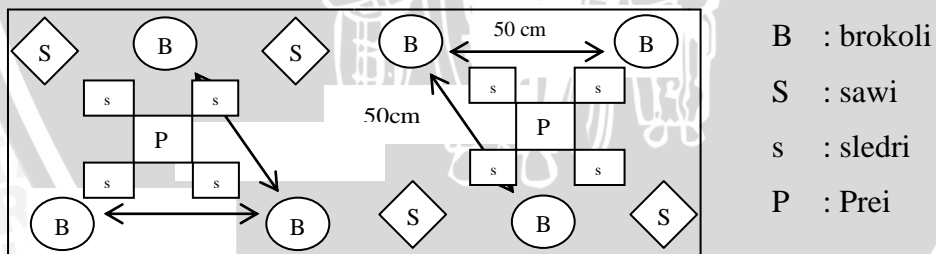
Bibit yang sudah berumur 3-4 minggu siap ditanam. Pada penelitian ini ditanam 200 bibit tanaman brokoli pada lahan PHT dan 200 bibit tanaman brokoli

pada lahan organik. Pada lahan organik, 2 minggu sebelum tanaman brokoli ditanam dilakukan penanaman tanaman sawi, seledri dan daun prei yang bertujuan mengalihkan serangan hama dan mencegah datangnya hama. Penanaman brokoli pada kedua lahan menggunakan pola zig-zag. Pada lahan dengan penerapan PHT dalam satu bedengan terdapat 2 baris tanaman dengan jarak 0,5 x 0,3 m (Gambar 3). Setiap bedengan terdiri dari ± 14 tanaman brokoli yang disesuaikan dengan kapasitas bedengan.



Gambar 3. Pola Tanam pada bedengan di Lahan PHT

Pada lahan organik dalam satu bedengan terdapat 2 baris tanaman dengan jarak 0,5 x 0,5 m, pada tengah bedengan ditanami daun prei dengan jarak 1 m dengan daun prei yang lainnya. Pada keempat sisi daun prei ditanami dengan seledri. Sawi ditanam dengan jarak 0,5 x 0,5 m dengan pola zig-zag (Gambar 4). Setiap bedengan tanaman terdiri dari ± 20 tanaman brokoli disesuaikan dengan kapasitas tiap bedengan.



Gambar 4. Pola Tanam pada Bedengan di Lahan Organik

Jika ada tanaman yang rusak atau mati, penyulaman dilakukan agar populasi dalam pertanaman tidak berkurang. Penyulaman dilakukan sampai dengan 2 minggu setelah tanam atau sampai bibit pada persemaian habis. Tanaman sawi

yang rusak akibat terserang hama segera dicabut dan digunakan sebagai pakan ternak.

Pada lahan dengan penerapan PHT diaplikasikan pupuk organik seminggu sekali dan diaplikasikan pupuk urea pada 1 minggu setelah tanam dengan dosis 7 g/tanaman. Pada masa generatif dilakukan pemupukan kembali menggunakan pupuk ZK dengan dosis 6 g/tanaman. Pemupukan pada lahan organik dilakukan dengan cara aplikasi pupuk organik cair sebanyak 2 kali seminggu.

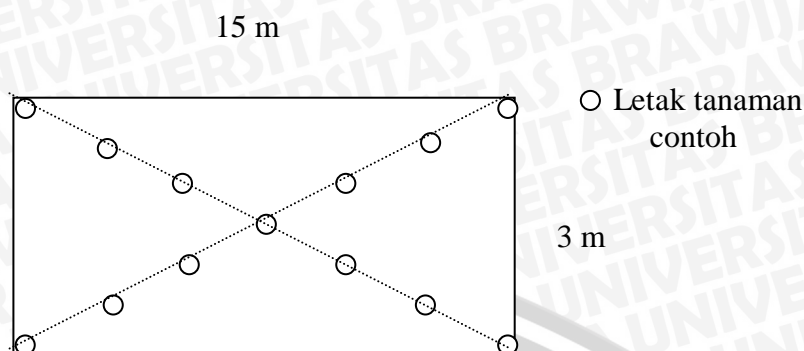
Ketika tanaman brokoli mulai berbunga maka harus segera dilakukan penyiangan dan penggemburan tanah agar tanaman bunga brokoli tumbuh dengan baik.

Untuk pencegahan serangan hama dan penyakit maka dilakukan pengaplikasian agen hayati. Pengaplikasian agen hayati pada lahan dilakukan seminggu sekali dengan cara dicampurkan dengan pupuk organik cair dan disemprotkan pada daun bagian bawah dan pada bagian tunas yang baru muncul. Pengaplikasian agen hayati tersebut dilakukan dari awal tanam dengan tujuan untuk mencegah serangan dari hama ulat yang menyerang tanaman brokoli.

#### **Pengamatan Populasi Hama *P. xylostella* dan Musuh Alaminya pada Tanaman Brokoli di Lahan PHT dan Organik**

Tingkat populasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya pada lahan PHT dan organik ditentukan dengan metode pengambilan tanaman contoh dan pemasangan perangkat (Gambar 5). Tanaman yang berada pada garis silang dan diberi tanda lingkaran akan diamati jumlah hama *P. xylostella* dan serangannya. Lingkaran pada Gambar 5 merupakan letak tanaman contoh, tiap lingkaran mewakili 2 tanaman contoh, tetapi pada lingkaran tempat bertemunya garis diagonal ditetapkan 4 tanaman contoh. Dari 200 tanaman brokoli pada lahan dengan penerapan PHT dan lahan organik, ditetapkan 28 tanaman contoh di setiap lahannya.



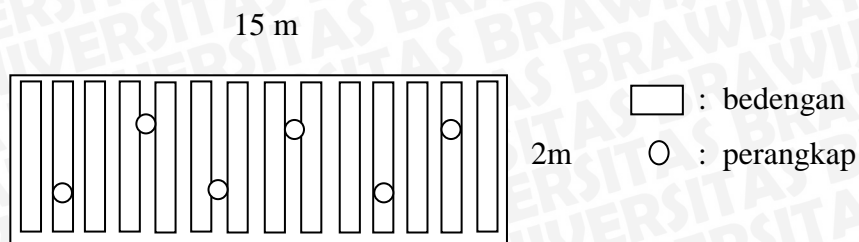


Gambar 5. Penetapan Tanaman Contoh pada Lahan PHT dan Organik

Tinggi dan jumlah daun diamati seminggu sekali sejak 1 minggu setelah tanam. Pengamatan dilakukan sebanyak 8 kali. Pengamatan jumlah daun dan tinggi tanaman dilakukan pada tanaman contoh. Tinggi tanaman diamati dengan cara mengukur dari permukaan tanah di dekat batang hingga pucuk daun tertinggi, kemudian dicatat hasilnya.

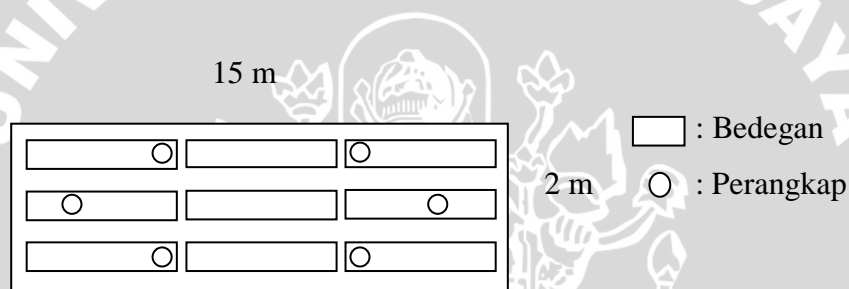
Jumlah hama *P. xylostella* dan musuh alaminya diamati sebanyak 12 kali dimulai setelah tanaman brokoli ditanam pada lahan dan dilakukan setiap 5 hari sekali. Jenis musuh alami yang didapat diidentifikasi menggunakan buku identifikasi serangga (Borror, 1992), kemudian dihitung jumlahnya dan dilakukan pencatatan. Telur dan larva hama *P. xylostella* diamati pada bagian bawah daun tanaman contoh, sedangkan pupa dari hama *P. xylostella* terletak pada daun brokoli yang menggulung. Selain melakukan pengamatan populasi hama dan musuh alaminya pada tanaman contoh juga dilakukan pengamatan pada perangkap serangga. Perangkap yang digunakan adalah perangkap kuning.

Perangkap kuning digunakan untuk menangkap musuh alami dan hama yang terbang. Perangkap kuning merupakan perangkap berupa kertas berwarna kuning yang permukaannya berpelekat. Perangkap kuning diletakkan di penyangga bambu, dan dipasang setinggi 1 cm di atas tanaman brokoli dan diganti setiap 5 hari sekali. Perangkap kuning yang dipasang 1 cm di atas permukaan tanaman dan mendekati ketinggian tanaman paling efisien dalam menjebak serangga (Supriadi, 2000). Pada lahan dengan penerapan PHT terdapat 14 bedengan, perangkap kuning dipasang secara zig-zag (Gambar 6). Bagian yang dilingkari merupakan letak pemasangan perangkap kuning.



Gambar 6. Letak Pemasangan Perangkap Kuning pada Lahan PHT

Perangkap kuning dipasang sebanyak 6 buah pada lahan organik (Gambar 7). Pada lahan organik terdapat 9 bedengan, bagian yang diberi tanda lingkaran merupakan tempat pemasangan perangkap kuning.



Gambar 7. Letak Pemasangan Perangkap Kuning pada Lahan organik

Jumlah populasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya diamati sebanyak 12 kali dimulai setelah brokoli ditanam dan dilakukan setiap 5 hari sekali. Jenis musuh alami yang didapatkan pada perangkap yang dipasang pada lahan diidentifikasi menggunakan buku identifikasi serangga (Borror, 1992), kemudian dihitung jumlahnya dan dilakukan pencatatan.

### Analisis Usaha Brokoli

Analisis usaha brokoli berfungsi untuk mengetahui perbandingan nilai ekonomi yaitu biaya yang harus dikeluarkan dan tingkat keuntungan yang akan diperoleh antara budidaya brokoli dengan penerapan PHT dan organik. Perkiraan analisis usaha brokoli dikonversi pada lahan seluas 1 hektar selama 1 musim tanam. Tempat penanaman dan harga yang tercantum dalam analisis disesuaikan dengan kondisi di tempat penelitian dilaksanakan.

### Analisis data

Populasi hama *P. xylostella*, musuh alaminya dan pertumbuhan tanaman brokoli pada lahan PHT dan organik dianalisis dengan menggunakan uji t untuk mengetahui perbedaan nilai tengahnya.



#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

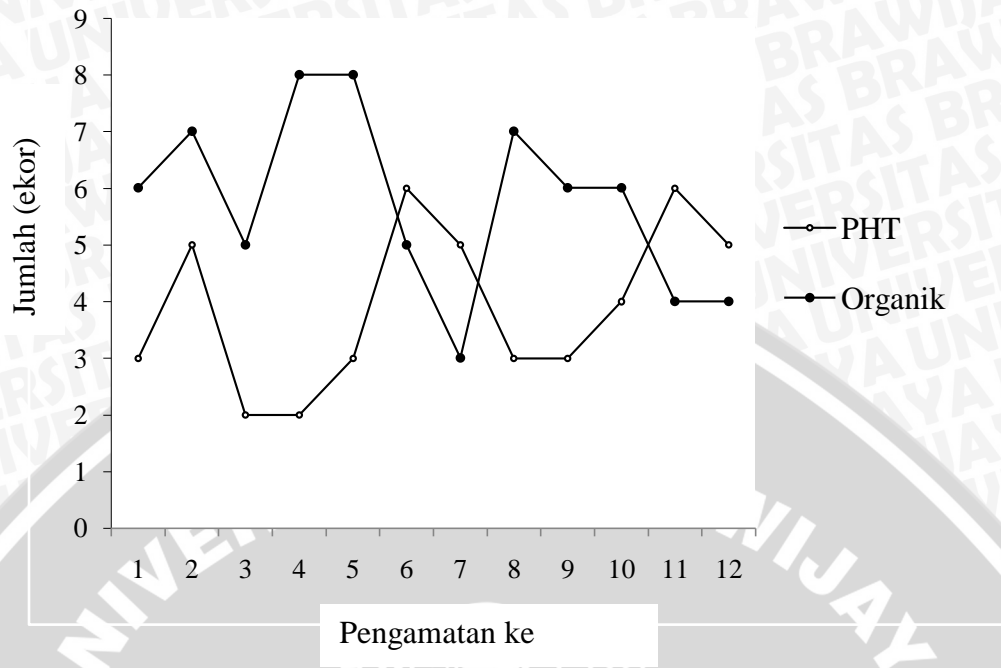
##### Populasi Hama *P. xylostella*

Berdasarkan analisis uji t diketahui bahwa pola tanam dengan penerapan PHT dan organik pada budidaya brokoli berpengaruh nyata terhadap populasi ngengat *P. xylostella* (Tabel Lampiran 3). Dengan demikian, bila brokoli ditanam secara organik maka jumlah dari ngengat *P. xylostella* lebih besar dibandingkan dengan brokoli yang ditanam secara PHT. Rerata populasi *P. xylostella* pada lahan brokoli dengan penerapan PHT dan organik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Populasi Hama *P. xylostella* pada Tanaman Brokoli pada Lahan dengan penerapan PHT dan Organik

Fase hama	Rerata populasi hama pada lahan (ekor)	
	PHT	Organik
Telur	0	0
Larva	0	0
Pupa	0	0
Ngengat	3,92a	5,75b

Berdasarkan tabel tersebut diketahui tidak ditemukan fase telur, larva dan pupa *P. xylostella* pada lahan organik maupun lahan dengan penerapan PHT, sehingga tidak terdapat kerusakan yang dihasilkan akibat serangan larva *P. xylostella*. Dari hasil pengamatan didapatkan bahwa pada lahan dengan penerapan PHT populasi ngengat *P. xylostella* lebih rendah dibandingkan pada lahan organik. Penanaman sawi di lahan organik sebelum penanaman brokoli menyebabkan ketertarikan ngengat *P. xylostella*, sehingga dari awal pengamatan jumlah populasi ngengat *P. xylostella* lebih tinggi di lahan organik. *P. xylostella* adalah hama utama yang sangat merusak tanaman Brassicaceae, terutama kubis, sawi, dan caisin di Indonesia (Herlinda 2003). Hasil pengamatan terhadap populasi ngengat dari hama *P. xylostella* didapatkan pola fluktuasi ngengat *P. xylostella* pada kedua lahan (Gambar 8).



Gambar 8. Fluktuasi Populasi Hama *P. xylostella* pada Lahan Brokoli dengan penerapan PHT dan Lahan Organik

Berdasarkan pola tersebut dapat dilihat bahwa ngengat *P. xylostella* selalu ada sejak pengamatan pertama hingga pengamatan terakhir. Walaupun jumlah populasi ngengat *P. xylostella* pada lahan dengan penerapan PHT dan lahan organik berbeda, namun pola fluktuasinya hampir sama. Persamaan ini diakibatkan oleh sistem tanam yang diterapkan di tempat tersebut. Pada lahan dengan penerapan PHT dan organik tanaman tidak ditanam secara serentak, tetapi ditanam per blok dan diberi selisih waktu tanam sekitar 2 minggu.

Pada lahan organik pengamatan ke-2 terjadi peningkatan jumlah populasi pada lahan organik maupun pada lahan dengan penerapan PHT. Peningkatan ini terjadi akibat dilakukan pemanenan tanaman sawi pada lahan di dekat petak percobaan, sehingga hama berpindah untuk mencari inang baru. Namun pada pengamatan ke-3 populasinya turun, mungkin hama *P. xylostella* sudah menemukan inang lain di luar lahan percobaan. Pemanenan beberapa petak tanaman brokoli di dekat lahan mengakibatkan pergerakan hama untuk mencari inang baru, sehingga pada pengamatan ke-4 jumlah hama kembali meningkat dan pada pengamatan ke-5 jumlah hama yang diperoleh masih tinggi seperti pengamatan ke-4. Pada pengamatan ke-6 dan ke-7 populasi hama terkendali lagi dan kembali turun.

Ketika petak tanaman brokoli di samping petak lahan penelitian dilakukan pemanenan, populasi hama pada lahan percobaan kembali meningkat, hal ini terlihat pada pengamatan ke-8, ke-9 dan ke-10. Namun ketika tanaman brokoli pada petak penelitian mulai dipanen, populasi *P. xylostella* yang didapatkan pada pengamatan ke-11 dan ke-12 menurun.

Pada lahan dengan penerapan PHT pengamatan ke-2 terjadi peningkatan jumlah populasi ngengat *P. xylostella*. Peningkatan ini terjadi akibat dilakukan pemanenan tanaman brokoli pada lahan di dekat petak percobaan, sehingga hama berpindah untuk mencari inang baru. Namun pada pengamatan ke-3 dan ke-4 jumlah populasinya menurun, tetapi pada pengamatan ke-5 populasi ngengat *P. xylostella* meningkat dan puncaknya pada pengamatan ke-6. Peningkatan jumlah populasi ini akibat dilakukannya pemanenan tanaman sawi di dekat petak penelitian. Namun pada pengamatan ke-7, ke-8 dan ke-9 populasi ngengat *P. xylostella* mulai turun. Ketika petak tanaman brokoli di samping petak lahan penelitian dilakukan pemanenan, populasi ngengat *P. xylostella* pada lahan percobaan kembali meningkat, hal ini terlihat pada pengamatan ke-10 dan puncaknya pada pengamatan ke-11. Namun ketika tanaman brokoli pada petak penelitian mulai dipanen populasi ngengat *P. xylostella* yang didapat pada pengamatan ke-12 mulai turun.

Perbedaan besar populasi kedua lahan ini diduga akibat perbedaan keragaman jenis tanaman pada kedua lahan. Pada lahan dengan penerapan PHT hanya terdapat 1 jenis tanaman yaitu brokoli. Akan tetapi, pada lahan dengan budidaya secara organik terdapat tanaman brokoli dan sawi yang keduanya merupakan inang dari hama tersebut, sehingga pada lahan organik preferensi dan ketersediaan inang lebih banyak dibandingkan pada lahan dengan penerapan PHT yang menyebabkan terjadinya perbedaan populasi. Populasi larva *P. xylostella* pada tanaman kubis yang ditanam tumpangsari dengan sawi jabung atau kanola lebih rendah dibandingkan pada tanaman kubis monokultur (Sastrosiswojo, 1995). Dalam proses pemilihan dan penentuan inang oleh serangga peranan tanaman sangat penting sebagai sumber rangsang bagi serangga (Untung, 2006).

Ketika dilakukan pengamatan pada lahan yang bukan merupakan lahan percobaan dapat ditemukan serangan dari hama *P. xylostella*. Penyebab tidak

ditemukannya serangan hama *P. xylostella* pada lahan organik maupun lahan dengan penerapan PHT tampak akibat ketertarikan ngengat *P. xylostella* terhadap perangkap perangkap kuning, sehingga hama terperangkap sebelum meletakkan telur pada lahan yang menggunakan penerapan PHT maupun lahan organik. Pemasangan perangkap ini pada kedua lahan mampu memerangkap ngengat-ngengat pada lahan dengan penerapan PHT maupun lahan organik (Gambar 9). Penggunaan perangkap dapat digunakan sebagai alat pengendali terutama untuk mengurangi serangga dewasa yang diharapkan dapat mengurangi populasi generasi berikutnya (Untung, 2006).



Gambar 9. Ngengat *P. xylostella* yang Terperangkap pada Lahan Brokoli Organik

#### **Populasi Musuh Alami *P. xylostella***

Berdasarkan pengamatan di lahan percobaan didapatkan dua jenis musuh alami. Dari hasil identifikasi diketahui salah satu musuh alami tersebut termasuk dalam famili ichneumonid (Gambar 10) dan yang lain hanya mampu diidentifikasi sampai ordo, yaitu Hymenopteran.



Gambar 10. Imago ichneumonid

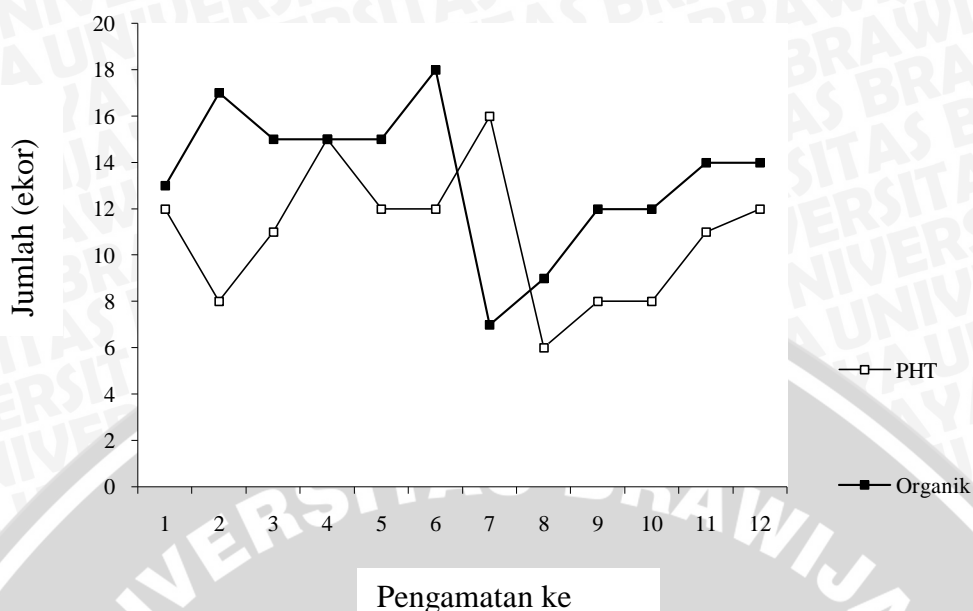
Berdasarkan analisis uji t diketahui bahwa penerapan perlindungan tanaman secara PHT dan organik pada budidaya brokoli tidak berpengaruh terhadap populasi ichneumonid dan hymenopteran (Tabel Lampiran 4 dan 5). Rerata populasi musuh alami *P. xylostella* disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Populasi Musuh Alami *P. xylostella* pada Tanaman Brokoli pada Lahan Organik dan Lahan dengan Penerapan PHT

Musuh alami	Rerata populasi musuh alami pada lahan (ekor)	
	PHT	Organik
ichneumonid	10,92	13,42
hymenopteran	4,08	5,17

Pada lahan dengan penerapan PHT didapatkan rata-rata populasi musuh alami ichneumonid sebesar 10,92 ekor sedangkan pada lahan organik didapatkan rata-rata populasi sebesar 13,42 ekor. Rata-rata jumlah populasi musuh alami hymenopteran sebesar 4,08 ekor untuk lahan dengan penerapan PHT dan 5,17 untuk lahan organik. Pola fluktuasi dari kedua musuh alami tersebut dapat dilihat pada Gambar 11 untuk ichneumonid dan Gambar 12 untuk hymenopteran.



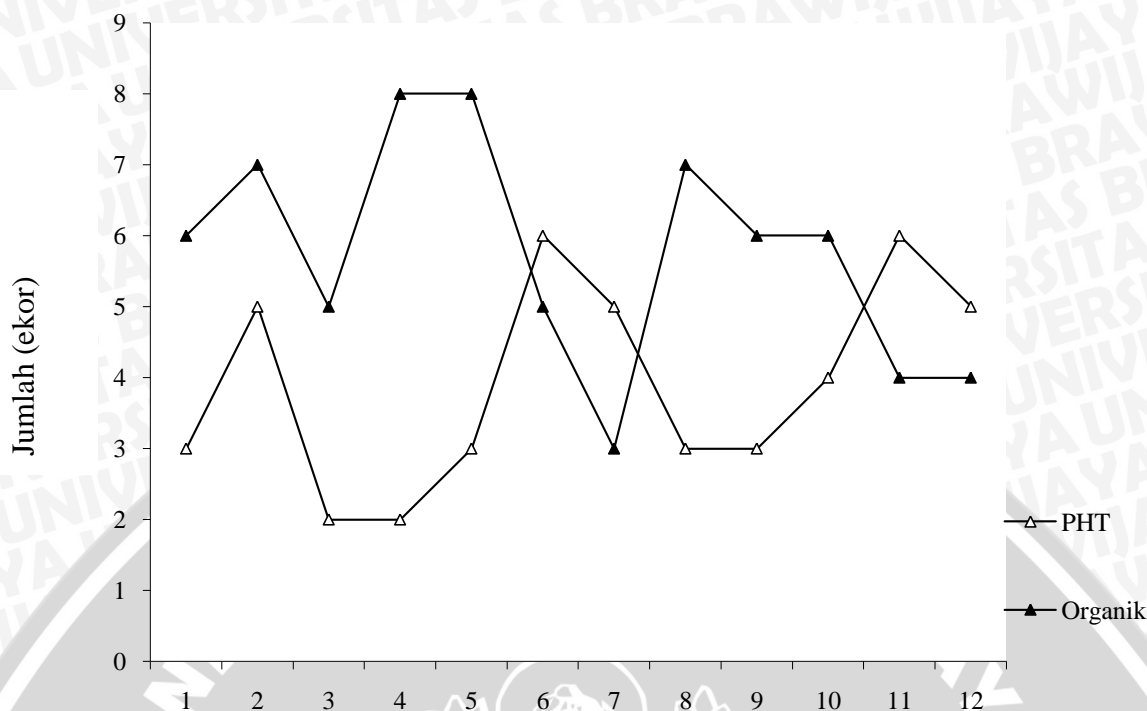


Gambar 11. Pola Fluktuasi Populasi Musuh Alami Ichneumonid pada Tanaman Brokoli dengan Penerapan PHT dan Organik

Pada lahan organik populasi dari musuh alami tersebut sampai dengan pengamatan ke-6 jumlahnya dapat dikatakan stabil, namun pada pengamatan ke-7 ketika dilakukan pembersihan rumput di sekitar tanaman brokoli terjadi penurunan jumlah populasi yang cukup signifikan. Ketika rumput mulai tumbuh, populasi dari musuh alami tersebut mulai meningkat kembali.

Pada lahan dengan penerapan PHT jumlah populasi musuh alami lebih rendah dibandingkan pada tanaman brokoli yang ditanam secara organik. Pada pengamatan ke-2 terjadi penurunan populasi, hal ini diperkirakan akibat dilakukannya sanitasi rumput di sekitar lahan. Namun pada pengamatan berikutnya ketika rumput mulai tumbuh populasi dari musuh alami tersebut kembali meningkat. Meskipun gulma yang tumbuh di sekitar tanaman utama umumnya dianggap mengganggu tanaman budidaya, tetapi beberapa jenis gulma bermanfaat sebagai tempat berlindung serangga inang dan tempat bertelur bagi parasitoid dan predator (Anonymous, 2011). Penurunan jumlah populasi yang signifikan terjadi pada pengamatan ke-8 ketika dilakukan sanitasi rumput pada lahan, namun kembali meningkat ketika rumput mulai tumbuh kembali.

Pola fluktuasi dari musuh alami hymenopteran dapat dilihat pada gambar berikut ini (gambar 12).



Pengamatan ke

Gambar 12. Pola Fluktuasi Populasi Musuh Alami Hymenopteran pada Tanaman Brokoli dengan Penerapan PHT dan Organik

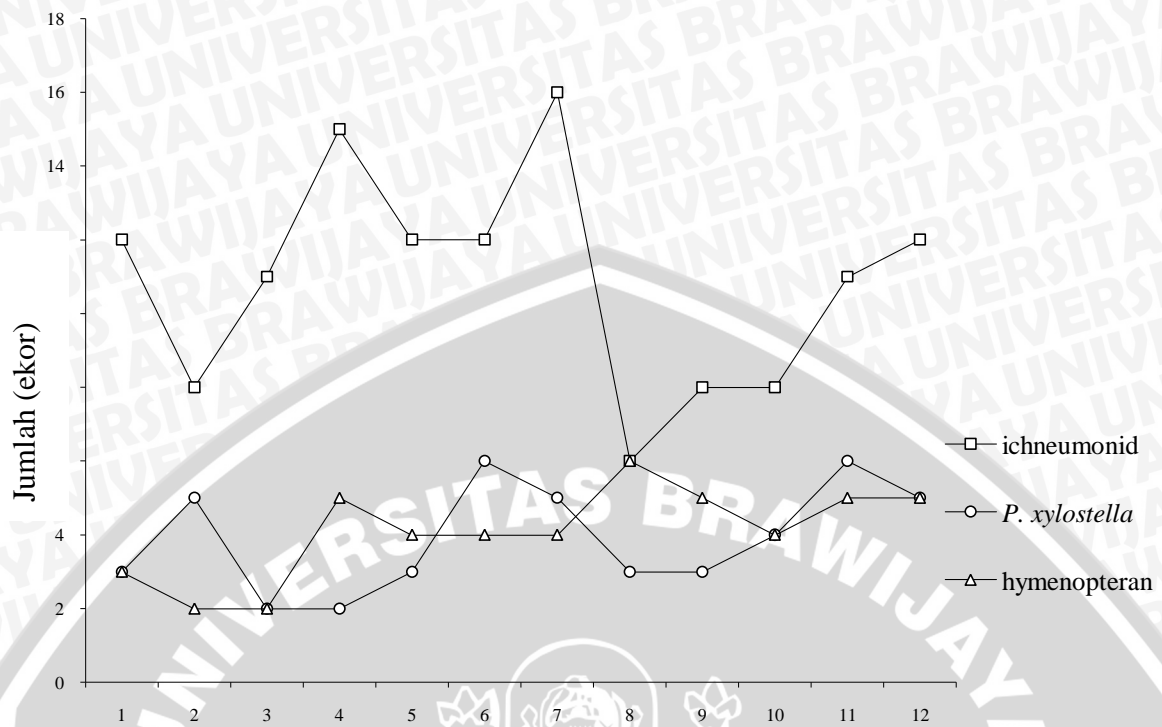
Berdasarkan hasil pengamatan terlihat bahwa populasi hymenopteran pada lahan organik lebih tinggi dibandingkan pada lahan dengan penerapan PHT. Perbedaan ini disebabkan pada lahan organik terdapat inang lain dari musuh alami hymenopteran yaitu ulat *Crocidolomia*. Ulat *Crocidolomia* pada lahan organik banyak ditemukan pada tanaman sawi. Ketika tanaman sawi yang berfungsi sebagai tanaman perangkap pada lahan organik dipanen seluruhnya, populasi dari musuh alami ini mengalami penurunan yang terlihat pada pengamatan ke-6 dan pada pengamatan ke-7. Namun ketika tanaman brokoli di samping lahan penelitian dipanen, populasi dari musuh alami ini kembali meningkat. Peningkatan ini terjadi akibat dari perpindahan musuh alami tersebut ke lahan penelitian untuk mencari inang baru.

Pada lahan dengan penerapan PHT terdapat tiga puncak populasi yaitu pada pengamatan ke-2, ke-6 dan ke-11. Terjadinya puncak populasi ini akibat dari pemanenan tanaman brokoli dan pembersihan setelah panen pada lahan di sekitar

lahan dengan penerapan HPT. Karena pada lahan penelitian dengan penerapan PHT hampir tidak terdapat inang dari musuh alami tersebut maka populasi kembali turun.

Perbedaan jumlah populasi ini berbanding lurus dengan jumlah hama yang ada pada kedua lahan. Perbedaan ini diperkirakan terjadi akibat perbedaan sistem tanam yang diaplikasikan pada kedua lahan. Pada lahan dengan penerapan PHT, tanaman brokoli ditanam secara monokultur sehingga hanya terdapat 1 jenis tanaman pada lahan tersebut. Akan tetapi pada lahan organik, tanaman brokoli ditanam bersamaan dengan tanaman sawi, seledri dan daun prei.

Penanaman tanaman sawi bertujuan mengalihkan serangan hama yang akan menyerang tanaman brokoli, bunga dari tanaman sawi juga menjadi sumber pakan bagi musuh alami. Semakin tingginya keragaman jenis ekosistem pada lahan organik mengakibatkan ketertarikan serangan bukan hama pada lahan organik, sehingga preferensi inang dan ketersediaan pakan bagi musuh alami tinggi, sehingga populasi musuh alami pada lahan organik lebih tinggi dibandingkan pada lahan dengan penerapan PHT. Pada lahan dengan penerapan PHT pembuatan pematang dan pemeliharaan rumput pada pematang disekeliling petak diharapkan mampu meningkatkan populasi dari musuh alami. Bunga dari rerumputan yang ditanam pada pematang tersebut diharapkan menjadi sumber pakan bagi musuh alami. Sistem tanam secara tumpangsari ternyata dapat meningkatkan populasi musuh alami sebesar 19,77%. Keragaman jenis yang tinggi pada ekosistem pertanian umumnya dapat mempertinggi stabilitas ekosistem tersebut sehingga dapat memperkecil terjadinya ledakan hama (Setiawati, 2003). Gambar 13 merupakan pola fluktuasi hama *P. xylostella* yang terjadi pada lahan dengan penerapan PHT.



Pengamatan ke

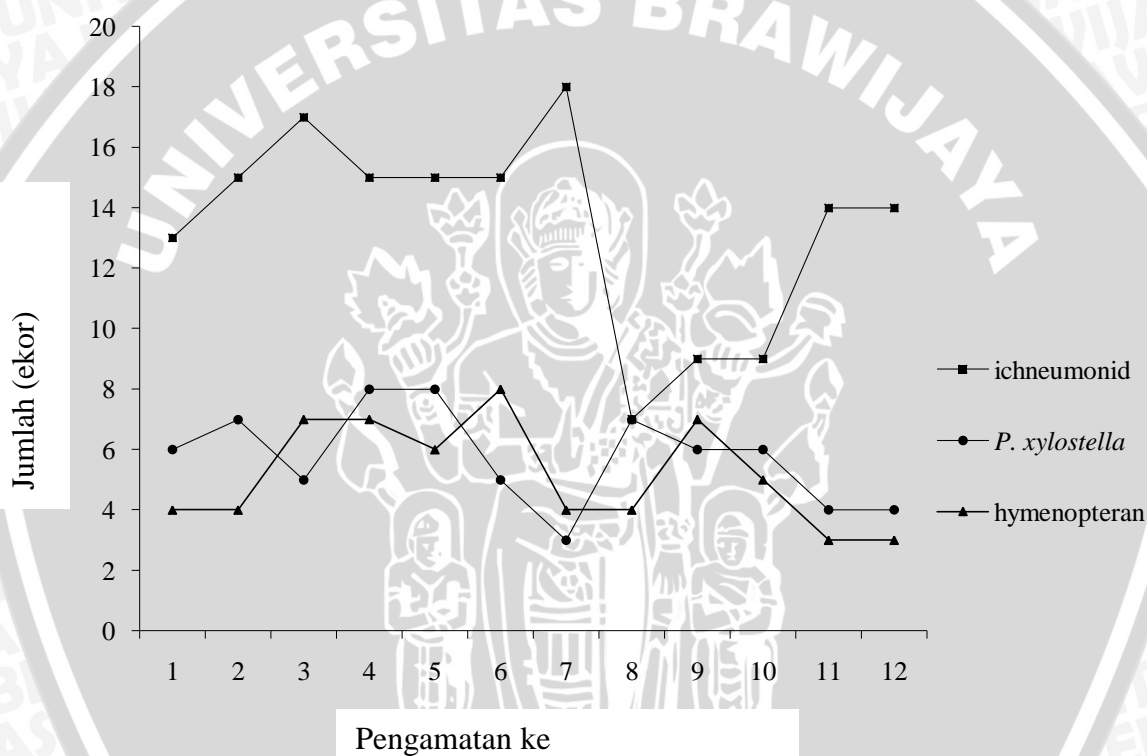
Gambar 13. Pola Fluktuasi *P. xylostella* dan Musuh Alaminya pada Tanaman Brokoli dengan Penerapan PHT

Dalam pola tersebut menunjukkan bahwa populasi hama *P. xylostella* pada lahan dengan penerapan PHT selalu di bawah populasi ichneumonid, namun pada pengamatan ke-8 populasinya menurun secara signifikan. Hal ini dikarenakan sebelum pengamatan ke-8 dilakukan sanitasi rumput di sekitar lahan, sehingga populasi dari musuh alami ichneumonid turun. Penanaman tanaman di setiap petak yang tidak serentak dan membiarkan rumput tumbuh di pematang petak percobaan dapat mempertahankan populasi musuh alami. Bila keragaman tanaman cukup tinggi, musuh alami dapat berkembang dengan baik dan akan tetap bertahan hidup di tempat tersebut (Anonymous, 2010 c).

Populasi hama *P. xylostella* berbanding terbalik dengan populasi musuh alami Hymenopteran yaitu saat populasi *P. xylostella* meningkat maka populasi musuh alami hymenopteran turun, begitu pula sebaliknya, ketika populasi *P. xylostella* turun maka populasi musuh alami hymenopteran meningkat. Hal ini diakibatkan ketika populasi *P. xylostella* rendah hymenopteran mencari inang lain di luar lahan percobaan sehingga populasi hymenopteran pada lahan percobaan rendah.

Perpindahan hymenopteran untuk petak lain mengakibatkan peningkatan populasi *P. xylostella* pada petak contoh. Ketika ketersediaan inang pada petak contoh meningkat, populasi hymenopteran pada lahan percobaan akan meningkat sehingga populasi dari *P. xylostella* kembali rendah.

Pada Gambar 14 terlihat bahwa pola fluktuasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya pada lahan organik hampir sama dengan yang ada di lahan dengan penerapan PHT.



Gambar 14. Pola Fluktuasi *P. xylostella* dan Musuh Alaminya pada Tanaman Brokoli di Lahan Organik

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa populasi ichneumonid selalu lebih tinggi dibandingkan dengan populasi hama *P. xylostella*. Hal ini menunjukkan

bahwa jumlah populasi hama *P. xylostella* tidak berpengaruh terhadap jumlah populasi ichneumonid pada lahan. Penyebab tingginya populasi ichneumonid pada lahan diduga akibat pengaplikasian sistim organik pada lahan. Pengaplikasian bahan-bahan organik pada lahan dapat meningkatkan keanekaragaman hayati dan mengundang datangnya serangga baik hama maupun non hama yang berpotensi sebagai inang dari musuh alami ichneumonid. Pada pengamatan ke-8 populasi dari musuh alami ichneumonid turun drastis. Turunnya populasi tersebut akibat dilakukan sanitasi rumput pada lahan sehari sebelum pengamatan ke-8 ketika tanaman brokoli mulai tumbuh bunga. tumbuhnya rumput liar sekitar lahan diduga mengundang serangga baik hama maupun non hama yang berpotensi sebagai inang alternatif ichneumonid. Menurut Widiarta (2006), pemberian bahan organik meningkatkan keberadaan serangga netral terutama pada awal pertumbuhan tanaman, sehingga musuh alami terutama predator mendapatkan sumber pakan pada saat arthropoda yang berpotensi sebagai hama belum berkembang.

Populasi hama *P. xylostella* berbanding terbalik dengan populasi hymenopteran yaitu saat populasi *P. xylostella* meningkat maka populasi musuh alami hymenopteran turun, begitu pula sebaliknya, ketika populasi *P. xylostella* turun maka populasi musuh alami hymenopteran meningkat.

### **Pertumbuhan Tanaman Brokoli**

Berdasarkan analisis uji t diketahui bahwa penerapan teknologi dengan penerapan PHT dan organik berpengaruh nyata terhadap rerata jumlah daun dan tinggi tanaman (Tabel Lampiran 1 dan 2). Dengan demikian bila brokoli ditanam dengan teknologi organik maka jumlah daun dan tinggi tanamannya lebih rendah dibandingkan dengan brokoli yang ditanam dengan teknologi dengan penerapan PHT. Rerata jumlah daun dan tinggi tanaman pada lahan dengan penerapan PHT dan organik disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Jumlah Daun dan Tinggi Tanaman Brokoli pada Lahan dengan Penerapan PHT dan Organik

Pengamatan	PHT	Organik
Rerata Jumlah daun	11,00b	8,02a
Rerata Tinggi Tanaman	51,12b	37,54a

Keterangan: a dan b dibandingkan pada baris yang sama

Tabel 4 menunjukkan bahwa rerata jumlah daun dan tinggi tanaman pada lahan dengan penerapan PHT lebih tinggi dibandingkan pada lahan organik. Tanaman brokoli yang menggunakan penerapan PHT mempunyai rata-rata jumlah daun sebanyak 11, sedangkan brokoli pada lahan organik rata-rata mempunyai 8,2 jumlah daun. Untuk tingginya, pada lahan dengan penerapan PHT mempunyai tinggi rata-rata 51,12 cm sedangkan pada lahan organik tinggi rata-rata tanaman brokoli 37,54 cm. Pada lahan organik diaplikasikan pupuk organik sebanyak dua kali dalam seminggu, sedangkan pada lahan dengan penerapan PHT hanya seminggu sekali.

Perbedaan tersebut karena pada lahan organik ditanam berdampingan dengan tanaman seledri, daun prei dan sawi yang bertujuan mengalihkan dan mencegah serangan hama. Namun penanaman tanaman perangkap dan penolak serangan hama pada lahan organik mengakibatkan terjadinya persaingan dalam penyerapan nutrisi yang ada di dalam tanah, sehingga pada lahan organik tanaman brokoli tumbuh kurang baik, daunnya berwarna hijau muda dan pertumbuhannya lambat (Gambar 15 a). Pada lahan dengan penerapan PHT tanaman brokoli ditanam tanpa tanaman pendamping, sehingga tidak terjadi persaingan dalam penyerapan nutrisi dalam tanah yang menyebabkan daun tanaman brokoli tampak berwarna hijau tua dan tumbuh normal (Gambar 15 b). Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan brokoli pada lahan dengan penerapan PHT adalah sebagai berikut. Penambahan pupuk anorganik pada lahan dengan penerapan PHT mengakibatkan tanaman brokoli pada lahan tersebut tumbuh lebih subur. Penyiangan rumput disekitar akar tanaman brokoli juga dapat memaksimalkan pertumbuhan tanaman brokoli. Persaingan atau kompetisi antar tanaman dalam menyerap unsur-unsur hara dan air dari dalam tanah serta penerimaan cahaya matahari untuk proses fotosintesis

akan menimbulkan kerugian-kerugian dalam produksi baik kualitas dan kuantitas (Anonymous, 2010).



a

b

Gambar 15. Tanaman Brokoli a: Pada Lahan Organik, b: Pada Lahan dengan penerapan PHT

### Analisis Usaha Tani

Analisis usaha tani dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang mencakup analisis mengenai biaya produksi, modal usaha tani dan pendapatan. Perkiraan analisis usaha brokoli dikonversi pada lahan seluas satu hektar selama satu musim tanam.. Analisis usaha tani pada lahan dengan penerapan PHT dan lahan organik pada tanaman brokoli disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Usaha Tani pada Lahan PHT dan Organik

No.	Komponen Analisis	PHT	Organik
1.	Biaya investasi peralatan		
a.	Alat pertanian	Rp. 2.000.000,00	Rp. 2.000.000,00
b.	Sistem irigasi	Rp. 10.000.000,00	Rp. 10.000.000,00
c.	Peralatan pembuat nutrisi dan pestisida nabati	Rp. 900.000,00	Rp. 900.000,00
	Total biaya investasi	Rp. 12.900.000,00	Rp. 12.900.000,00
2.	Biaya tetap		
a.	Benih brokoli 27 pak @ Rp 100.000,00	Rp. 2.700.000,00	Rp. 2.700.000,00
b.	Benih daun prei 12 pak @ Rp 25.000,00		Rp. 300.000,00
c.	Benih seledri 2 pak @ 25.000,00		Rp. 50.000,00
d.	Benih sawi 25 pak @ 12.500,00		Rp. 312.500,00
	Total biaya tetap	Rp. 2.700.000,00	Rp. 3.362.500,00 (berlanjut)



Tabel 5. Lanjutan

3.	Biaya tidak tetap			
a.	Analisis tanah	Rp. 150.000,00		Rp. 150.000,00
b.	Pupuk dasar dan kapur	Rp. 13.000.000,00		Rp. 20.000.000,00
	- Kompos (20 ton/ha pada lahan organik dan 13 ton/ha pada lahan PHT)			
	- Pupuk			
	1. Urea 280 kg @ Rp 1.500,00	Rp. 420.000,00		
	2. ZK 240 kg @ Rp 5.500,00	Rp. 1.320.000,00		
	<b>Total biaya tidak tetap</b>	<b>Rp. 15.490.000,00</b>		<b>Rp. 20.750.000,00</b>
4.	Total biaya produksi per musim tanam = Biaya tetap + Biaya tidak tetap + Biaya investasi	Rp. 2.700.000,00 + Rp. 15.490.000,00 + Rp. 12.000.000,00 = Rp. 30.190.000,00	+ Rp. 20.750.000,00 + Rp. 12.000.000,00 = Rp. 36.112.500,00	Rp. 3.362.500,00 + Rp. 12.000.000,00 = Rp. 36.112.500,00
5.	Pendapatan			
a.	Brokoli			
	Pendapatan = Harga x Produksi	Rp. 5.000,00/kg x 10.400 kg = Rp. 52.000.000,00/musim		Rp. 10.000,00/kg x 5.000 kg = Rp. 50.000.000,00/musim
b.	Seledri			
	Pendapatan = Harga x Produksi			Rp. 2.500,00/kg x 70kg = Rp. 175.000,00/musim
c.	Daun prei			
	Pendapatan = Harga x Produksi			Rp. 2.500,00/kg x 650kg = Rp. 1.625.000,00/musim
d.	Sawi			
	Pendapatan = harga x produksi			Rp. 2.500,00/kg x 0kg = Rp. 0,00
6.	Keuntungan = Pendapatan - Total biaya produksi	Rp. 52.000.000,00 - Rp. 30.190.000,00 = Rp. 21.810.000,00/ musim taman = Rp.7.270.000,00/bulan		Rp. 51.800.000,00 - Rp. 36.112.500,00 = Rp. 15.687.500,00/musim taman =Rp.5.229.200,00/bulan
7.	Kelayakan usaha			
a.	Break even point (BEP)			
	EP Produksi = $\frac{\text{total biaya tetap}}{\text{harga jual} - \text{biaya variabel per unit}}$	= $\frac{40000}{10400 - 2900}$		= $\frac{5720}{4000 - 6300}$
	mlah tanaman	= 0,26 kg/tanaman		= 0,143 kg/tanaman
	EP Harga = $\frac{\text{total biaya tetap}}{\text{produksi total}}$	= $\frac{Rp. 30.190.000,00}{10400 \text{ kg}}$		= $\frac{Rp. 36.112.500,00}{5.720 \text{ kg}}$
	roduksi total	= Rp. 2900/kg		= Rp. 6.300/kg
b.	Benefit Cost Ratio (BCR)			
	BCR= $\frac{\text{Total pendapatan}}{\text{Total biaya}}$	$\frac{Rp. 52.000.000,00}{Rp. 30.190.000,00}$		$\frac{Rp. 51.800.000,00}{Rp. 36.112.500,00}$
	Total biaya	= 1,53		= 1,43

Biaya budidaya tanaman brokoli pada lahan dengan penerapan PHT lebih rendah dibandingkan dengan lahan organik. Pada lahan dengan penerapan PHT membutuhkan biaya sebesar Rp.30.190.000,00 sedangkan pada lahan organik membutuhkan biaya sebesar Rp. 36.112.500,00. Perbedaan ini dikarenakan pada

lahan organik membutuhkan kompos lebih banyak dan terdapat biaya tambahan untuk membeli bibit tanaman pendamping.

Total pendapatan pada lahan dengan penerapan PHT lebih tinggi daripada pendapatan total pada lahan organik, meskipun pada lahan organik ditanami dengan 4 jenis tanaman. Total pendapatan pada lahan dengan penerapan PHT sebesar Rp 52.000.000,00 sedangkan pada lahan organik sebesar Rp. 51.800.000,00.

Total keuntungan pada lahan dengan penerapan PHT lebih tinggi daripada keuntungan pada lahan organik. Jumlah keuntungan yang diperoleh pada lahan dengan penerapan PHT sebesar Rp. 21.810.000,00 sedangkan pada lahan organik sebesar Rp. 15.687.500,00.

*Break even point* (BEP) digunakan untuk mencari titik dimana suatu usaha tidak mengalami keuntungan dan kerugian. *Break even point* (BEP) volume produksi pada lahan dengan penerapan PHT menunjukkan bahwa pada saat produksi mencapai 0,26 kg/tanaman. BEP volume harga pada lahan dengan penerapan PHT menunjukkan bahwa pada saat harga mencapai Rp. 2.900/kg, usaha brokoli tidak mengalami keuntungan maupun kerugian. BEP volume produksi pada lahan organik mencapai 0,143 kg/tanaman. BEP volume harga pada lahan organik menunjukkan bahwa pada saat harga mencapai Rp. 6.300/kg, usaha brokoli tidak mengalami keuntungan maupun kerugian.

*Benefit Cost Ratio* (BCR) digunakan sebagai parameter kelayakan usaha yaitu membandingkan antara pendapatan dan biaya produksi. Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa pada lahan dengan penerapan PHT keuntungan yang dihasilkan 1,53 kali lipat dari modal yang dikeluarkan, sedangkan pada lahan organik keuntungan yang dihasilkan sebesar 1,43 kali lipat dari modal yang dikeluarkan. Hal ini menunjukkan bahwa budidaya brokoli secara dengan penerapan PHT memiliki potensi yang layak untuk diterapkan dibandingkan dengan budidaya brokoli yang langsung menggunakan sistem organik.

### Serangan Hama dan Penyakit Lain pada Lahan

Setelah dilakukan pengaman pada lahan brokoli dengan penerapan PHT dan organik ditemukan hama dan penyakit lain yang menyerang tanaman brokoli. Pada lahan dengan penerapan PHT dan organik ditemukan serangan hama *Crocidolomia* sp., namun untuk penyakit hanya ditemukan pada lahan brokoli dengan penerapan PHT.

#### Hama *Crocidolomia* sp.

Kerusakan yang terdapat di lahan organik terjadi akibat serangan hama *Crocidolomia* sp. Namun pada lahan dengan penerapan PHT serangan dari ulat tersebut sangat sedikit jumlahnya. Serangan yang besar terjadi pada petak tanaman sawi di dekat tanaman brokoli yang ditanam menggunakan penerapan PHT.

Ulat ini memakan lapisan bawah daun, sehingga hanya tersisa lapisan atas daun yang mengakibatkan daun kering kemudian mati (Gambar 16). Larva instar awal memakan daun dan meninggalkan lapisan epidermis kemudian daun berlubang setelah lapisan epidermis tersebut kering. Setelah mencapai instar ke-3, larva berpencar dan menyerang bagian yang lebih dalam kemudian menggerek ke dalam krop dan menghancurkan titik tumbuh (Sastrosiswojo dan Setiawati, 1993).



Gambar 16. Daun Brokoli yang Terserang *Crocidolomia* sp pada Lahan Organik

Pengendalian ulat ini dilakukan dengan cara mekanik menggunakan tanaman perangkap dan penggunaan agen hayati. Pengendalian mekanik dilakukan dengan 2 cara. Pengendalian cara pertama yaitu dilakukan pada daun yang belum terlalu parah kerusakannya dengan cara pengambilan langsung menggunakan tangan dan langsung dimatikan. Apabila kerusakan terjadi pada daun yang sudah terlalu parah dapat digunakan cara kedua yaitu dengan cara memotong daun yang terserang kemudian diremas hingga semua ulat mati.

Pengendalian dengan menggunakan tanaman perangkap yaitu menanam tanaman inang lain di sekitar tanaman budidaya. Pada penelitian ini tanaman perangkap yang digunakan adalah tanaman sawi. Cara ini terbukti efektif karena banyak ulat *Crocidolomia* sp. yang lebih memilih sawi dibandingkan daun brokoli (Gambar 17). Pada gambar tersebut dapat dilihat sawi yang terserang oleh hama ini daunnya berlubang-lubang dan akhirnya hanya menyisakan tulang daunnya. Sawi yang terserang segera dicabut dan ulat yang terdapat pada sawi dimusnahkan dengan cara mekanik sehingga dapat memotong siklus hidup dari ulat tersebut. Kemudian tanaman sawi tersebut diletakkan di dekat perakaran dari brokoli, dengan perlakuan tersebut diharapkan tanaman sawi bisa menjadi pupuk organik bagi tanaman brokoli.



Gambar 16. Ulat *Crocidolomia* sp yang Menyerang Tanaman Sawi sebagai Tanaman Perangkap pada Lahan Organik

Pengendalian menggunakan agen hayati dilakukan dengan cara diaplikasikan beberapa agen hayati pada lahan brokoli, baik pada lahan organik maupun pada lahan brokoli dengan penerapan PHT. Pengaplikasian dari agen hayati tersebut pada lahan terbukti efektif karena saat pengamatan ditemukan ulat yang terinfeksi agen hayati tersebut. Ulat yang terinfeksi agen hayati akan mati dan muncul jamur di seluruh bagian tubuhnya (Gambar 17). Ulat yang mati banyak ditemukan di atas permukaan tanah di dekat tanaman brokoli.



Gambar 17. Ulat yang Terinfeksi Agen Hayati pada Tanaman Brokoli yang Ditemukan pada Lahan dengan Penerapan PHT

### **Penyakit Busuk Batang**

Kerusakan yang terdapat pada lahan dengan penerapan PHT terjadi akibat serangan penyakit busuk lunak pada batang tanaman brokoli, sedangkan pada lahan organik penyakit ini tidak ditemukan karena sebelum digunakan penelitian lahan sudah sering diaplikasikan oleh agen hayati. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas campestris*. Batang tanaman brokoli yang terserang penyakit menjadi busuk dan berbau tidak sedap sehingga tanaman layu dan akhirnya mati (Gambar 19). Gejala awal pada daun terjadi bercak-bercak yang berair kemudian membesar dan berwarna coklat. Pada serangan selanjutnya daun yang terinfeksi akan melunak, berlendir dan mengeluarkan bau yang khas. Bau tersebut merupakan gas yang dikeluarkan dari hasil fermentasi karbohidrat bagian yang diserang (Cahyono, 2001).



Gambar 18. Tanaman Brokoli yang Terserang Penyakit Busuk yang Ditemukan pada Lahan dengan penerapan PHT

Untuk menghindari penyebaran penyakit tersebut dilakukan pengendalian secara mekanik dan hayati. Pengendalian mekanik dilakukan dengan cara mencabut dan membakar tanaman brokoli yang terserang penyakit tersebut. Cara ini terbukti efektif karena pada pengamatan berikutnya tidak ditemukan adanya gejala-gejala penyakit tersebut pada tanaman yang lain. Pengendalian hayati dilakukan dengan menggunakan agen hayati yaitu *T. koningii* dan *B. subtilis* yang tercampur dalam kompos cair serta diaplikasikan sebanyak satu kali dalam seminggu pada lahan dengan penerapan PHT dan dua kali seminggu pada lahan organik.

### **Pembahasan Umum**

Masalah hama di suatu lokasi pada musim tertentu tidak muncul begitu saja tanpa penyebab atau faktor-faktor pendorong. Banyak faktor yang mendorong terus ada dan meningkatnya masalah hama. Hampir seluruh faktor pendorong tersebut adalah karena tindakan manusia sehingga ekosistem pertanian menjadi sangat sesuai bagi pertumbuhan, pembiakan dan kehidupan hama tanaman. Faktor-faktor tersebut adalah (1) Penanaman monokultur (jenis tanaman atau varietas tanaman yang sama) sepanjang waktu dan tempat, (2) Penanaman jenis tanaman atau varietas tanaman yang peka hama tetapi unggul produksi, (3) Penanaman jenis tanaman baru di suatu daerah sehingga belum ada musuh alami di lokasi baru, (4) Penggunaan masukan produksi yang berlebihan seperti pupuk buatan, pestisida, hormon tumbuh, pengairan dll, (5) Penggunaan pestisida

kimia berspektrum lebar yang dilakukan secara tidak bijaksana, terus-menerus dan berlebihan. Pestisida membunuh musuh alami, resistensi dan resurgensi hama (Untung, 2010).

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan PHT dan organik pada lahan yang ditanami brokoli memberikan pengaruh yang nyata terhadap populasi hama *P. xylostella* dan musuh alaminya. Penggunaan tanaman pengalih dan pengusir hama pada lahan organik efektif untuk mengendalikan serangan hama *P. xylostella*. Penanaman tanaman sayur dari famili yang berbeda dan mengistirahatkan lahan pada lahan dengan penerapan PHT diduga mampu menekan populasi *P. xylostella*. Terbukti pada lahan dengan penerapan PHT baik pada petak yang digunakan penelitian maupun petak bukan penelitian tidak ditemukan serangan yang berarti, bahkan pada petak contoh tidak ditemukan gejala serangan dari hama *P. xylostella*.

Perbandingan dari penerapan PHT dan organik pada lahan brokoli dapat digunakan untuk menentukan sistem yang dianggap baik untuk memulai bertanam tanaman sehat. Gaya hidup sehat telah menjadi tren baru masyarakat. Ini dikarenakan masyarakat semakin menyadari bahwa penggunaan bahan-bahan kimia tidak alami seperti pupuk kimia, pestisida sintesis serta hormon pertumbuhan dalam produksi pertanian, ternyata dapat menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Manuhutu 2005).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pola fluktuasi populasi hama *P. xylostella* pada lahan brokoli dengan penerapan PHT lebih fluktuatif dibandingkan dengan lahan brokoli yang menggunakan sistem organik.

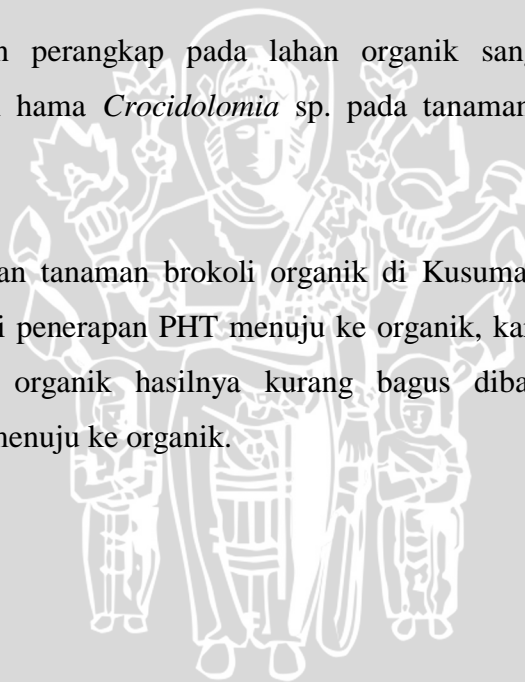
Pola fluktuasi populasi musuh alami hama *P. xylostella* pada lahan brokoli dengan penerapan PHT lebih fluktuatif dibandingkan dengan lahan brokoli sistem organik.

Lahan brokoli yang menggunakan penerapan PHT dan organik berpengaruh terhadap populasi hama *P. xylostella*, tetapi tidak berpengaruh terhadap populasi musuh alaminya.

Penanaman tanaman perangkap pada lahan organik sangat efektif untuk mengalihkan serangan hama *Crociodolomia* sp. pada tanaman brokoli di lahan organik.

### Saran

Untuk pengembangan tanaman brokoli organik di Kusuma Agrowisata Batu lebih baik dimulai dari penerapan PHT menuju ke organik, karena bila langsung menggunakan sistem organik hasilnya kurang bagus dibandingkan dengan penerapan PHT yang menuju ke organik.





## DAFTAR PUSTAKA

- Adang, A. dan Benny, R. 2009. Penerapan Teknologi Pengendalian Hama Terpadu Pada Komoditas Perkebunan Rakyat. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Bogor. Hlm 30-41.
- Anonymous, 2007. <http://id.shvoong.com/exact-sciences/1631931-arti-pertanian-organik/##ixzz1NuQoERiN>, pada Kamis, 26 Juli 2012.
- Anonymous, 2007 a. Politik Ekonomi Pertanian. Diunduh dari <http://pertanian.blogspot.com/category/hama-penyakit/>, pada Senin 17 Januari 2011.
- Anonymous, 2010. Persaingan Antara Tanaman Dan Gulma Serta Pengaruhnya Terhadap Produktivitas Tanaman. Diunduh dari <http://christinejuliana.hakim.blogspot.com/2010/02/persainganantaratanamandangulma.html>, pada Senin 23 April 2012.
- Anonymous, 2011. Tanaman Organik. Diunduh dari <http://sumansutra.wordpress.com/tanaman-organik/>, pada Sabtu 15 Januari 2011.
- Anonymous, 2011 a. Prinsip – Prinsip Pertanian Organik. Diunduh dari [http://www.ifoam.org/about\\_ifoam/pdfs/POA\\_folder\\_indonesian.pdf](http://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_indonesian.pdf), pada Selasa 8 Februari 2011.
- Anonymous, 2011 b. 86. Analisis Keanekaragaman Hayati Musuh Alami pada Ekosistem Padi Sawah Diunduh dari <http://muhammadarifindrprof.blogspot.com/2011/01/analisis-keanekaragaman-hayati-musuh.html> pada Kamis 26 Juli 2012.
- Anonymous, 2012. Plants Profile. United States Department of Agriculture. Diunduh dari <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=BROLI>, pada Senin 23 April 2012.
- Borror, D. J., C.A. Triplehorn dan N.F. Johnson. 1992. Pengenalan Pelajaran Serangga Edisi Keenam. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Hlm 824-921.
- Cahyono, B. 2001. Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani Kubis Bunga dan Brokoli. Kanisius, Jogjakarta. Hlm 128.
- Dalimartha, S., (1999). Atlas Tumbuhan Obat Indonesia, Jilid 2, Jakarta: Niaga Swadaya. Hlm 171.
- Fitton M, dan A. Walker, 1992. Hymenopterous parasitoids associated with diamondback moth: the taxonomic dilemma. Oidalam: Talekar NS (ed). *Diamondback Moth and Other Crucifer Pests, Proceedings of the Second International Workshop*. Tainan, 10-14 Des 1990. Hlm 225-231.

- Herlinda, S. 2005. Parasitoid dan Parasitisasi *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) di Sumatera Selatan. *Hayati* vol. 12 no. 4. Hlm 151-156.
- Heru, P dan Yovita, H., I. 2003. Hidroponik Sayuran Semusim Untuk Hobi dan Bisnis. Gramedia, Jakarta. Hlm 122.
- Kardinan, A. 2001. Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta. Hlm 17-19.
- Kartosuwondo, U. 1994. Populasi *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: ponomeutidae) dan parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera: Ichneumonidae) pada kubis dan dua jenis Brassicaceae liar. *Bul HPT7*. Hlm 31-40.
- Lahmuddin, L. 2004. Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Kubis. Program Studi Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Hlm 1-5.
- Manuhutu, M. 2005. Bertanam Sayuran Organik Bersama Melly Manuhutu. Agromedia Pusaka, Jakarta. Hlm 156.
- Muainah, H. 2008. Kajian Penerapan Pengendalian Hama Terpadu Pada Petani Padi di Kabupaten Tapanuli Selatan. Program Pasca Sarjana Universitas Sumatera Selatan. Hlm hlm 41.
- Nugrohorini, 2002. Potensi Nematoda Enomopatogen *Steinernema capocapsae* (ALL STRAIN) sebagai Pengendali Hama Tanaman Kubis *Plutella xylostella* Linn. *Jurnal Pertanian Maperta* ISSN 1411-2817 Vol. 5 Nomor: 15. Hlm 313-317.
- Oka, N. I. 1994. Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia. UGM Press, Yogyakarta. Hlm 255.
- Pasaribu, A. 2007. Analisis Usahatani Brokoli di Desa Cibodas Kecamatan Lembang Bandung Barat. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran Bandung. Hlm 4.
- Permadi A.H. dan S. Sastrosiswojo, 1993. Kubis. Edisi Pertama. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Hortikultura. Lembang. Hlm 23-28.
- Radiyanto, I. 2010. Keanekaragaman Serangga Hama dan Musuh Alami pada Lahan Pertanaman Kedelai di Kecamatan Balong Ponorogo. *Jurnal Entomologi* Vol. 7, No. 2. Hlm 116-121.
- Rukmana, R. 1994. Budidaya Kubis Bunga dan Brokoli. Kanisius, Jogjakarta. Hlm 57.

- Sastrosiswojo, S. 1997. Petunjuk Studi Lapangan PHT - Sayuran (Bawang Merah, Cabai, Kacang Panjang, Kentang, Kubis dan Tomat). Departemen Pertanian Jakarta. hlm 24-27
- Sastrosiswojo, S. dan W. Setiawati. 1993. Biology and Control of *Crocidolomia binotalis* in Indonesia. Lembang Horticultural Research Institute (LEHRI). Hlm 81-90.
- Setiawati, W. 2003. Pengaruh Sistem Pertanaman Monokultur dan Tumpangsari Sayuran *Cruciferae* dan *Solanaceae* terhadap Hasil dan Struktur dan Fungsi Komunitas Artropoda. Balai Penelitian Tanaman Sayur Lembang. Bandung. Hlm 41-57.
- Supriyadi, M. K. Himawati, A. Wahyu, 2000. Efisiensi Penangkapan Sticky Trap Kuning pada Lalat Penggorok Daun *Liriomyza* sp (Diptera:Agromizydae) Di Pertanaman Bawang Putih. Agrosains volume 2 no 1. Hlm 1-4.
- Suryadi dan Permadi. 1998. Evaluasi Pertumbuhan dan Daya Hasil Sepuluh Genotif Kubis di Dataran Tinggi. Jurnal Hortikultura 7(4):. Hlm 864-869.
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu Edisi Kedua. Gajah Mada University Press.Yogyakarta. 139-141.
- Untung, K. 2010. Diktat Dasar – Dasar Ilmu Hama Tanaman. Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. Hlm 11.
- Widiarta, I.N. 2006. Keragaman Arthropoda pada Padi Sawah dengan Pengelolaan Tanaman Terpadu. Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika. Hlm 2.

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

## LAMPIRAN



Tabel Lampiran 1. Hasil Analisis Statistika Dengan Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) tinggi tanaman brokoli pada lahan PHT dan organik

	PHT	Organik
Rata-rata	51,1199	37,55357
Keragaman	4,57558	1,36303
Jumlah data	7	7
df	12	
t Stat	7,528	
T tabel	2,179	

Tabel Lampiran 2. Hasil Analisis Statistika Dengan Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) jumlah daun brokoli tanaman pada lahan PHT dan organik

	PHT	Organik
Rata-rata	11	8,2054
Keragaman	0,54337	0,42422
Jumlah data	7	7
df	12	
t Stat	10,726	
T tabel	2,179	

Tabel Lampiran 3. Hasil Analisis Statistika Dengan Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) populasi hama *P. xylostella* pada tanaman brokoli pada lahan PHT dan organik

	PHT	Organik
Rata-rata	3,9167	5,7500
Keragaman	1,44338	1,60255
Jumlah data	12	12
df	22	
t Stat	-2,945	
T tabel	2,07	

Tabel Lampiran 4. Hasil Analisis Statistika Dengan Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) populasi musuh alami Hymenoptera B pada tanaman brokoli pada lahan PHT dan organik

	PHT	Organik
Rata-rata	4,0833	5,1667
Keragaman	1,31137	1,74946
Jumlah data	12	12
Df	22	
t Stat	-1,716	
T table	2,07	

Tabel Lampiran 5. Hasil Analisis Statistika Dengan Uji t ( $\alpha = 0,05$ ) populasi musuh alami Icheumonidae pada tanaman brokoli pada lahan PHT dan organik

	PHT	Organik
Rata-rata	10,9167	13,4167
Keragaman	2,96827	3,11764
Jumlah data	12	12
df	22	
t Stat	-2,012	
T tabel	2,07	