

**PENGARUH PENERAPAN PHT BERBASIS REKAYASA EKOLOGI
TERHADAP WERENG BATANG COKLAT *Nilaparvata lugens* Stal
(HOMOPTERA: DELPHACIDAE) DAN MUSUH ALAMI
PADA PERTANAMANPADI**

Oleh

ARIF HERMANTO
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2014

**PENGARUH PENERAPAN PHT BERBASIS REKAYASA EKOLOGI
TERHADAP WERENG BATANG COKLAT *Nilaparvata lugens* Stal
(HOMOPTERA: DELPHACIDAE) DAN MUSUH ALAMI
PADA PERTANAMAN PADI**

Oleh

ARIF HERMANTO

0910480021

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Pengaruh Penerapan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi terhadap
Wereng Batang Coklat *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera:
Delphacidae) dan Musuh Alami pada Pertanaman Padi.
Nama : Arif Hermanto
NIM : 0910480021
Program Studi : Agroekoteknologi
Minat : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Gatot Mudjiono
NIP. 195201251979031001

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP. 19580208198212 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit
Tumbuhan

Dr.Ir. Bambang Tri Rahardjo,SU.
NIP. 19550403198303 1 003

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403198303 1 003

Penguji II,

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522198103 1 006

Penguji III,

Dr. Ir. Gatot Mudjiono
NIP. 195201251979031001

Penguji IV,

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP. 19580208198212 1 001

Tanggal Lulus :

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang sepengetahuan 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, Januari 2014

Arif Hermanto
NIM. 0910480021

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERSEMBAHAN



Tulisan ini kupersembahkan untuk Kedua Orang tua tercinta Bapak Nur Sahid, Ibu Kasiyati, Adik Siti Munzayana, Kakek dan Nenekku, Kang gi, serta semua keluarga yang ku sayang.

RINGKASAN

Arif Hermanto. 0910480021. Pengaruh Penerapan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi terhadap Wereng Batang Coklat *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae) dan Musuh Alami pada Pertanaman Padi. Di bawah bimbingan Dr. Ir. Gatot Mudjiono sebagai Pembimbing Utama, Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. sebagai Pembimbing Pendamping.

Pada budidaya padi terdapat banyak faktor yang dapat menurunkan produksi, salah satu faktor tersebut adalah serangan hama. Salah satu hama utama yang menyerang tanaman padi adalah wereng batang coklat (WBC). WBC dikelola dengan baik agar tidak menyebabkan kerugian pada budidaya padi. Teknologi pengelolaan hama terpadu (PHT) merupakan salah satu upaya untuk mengendalikan populasi WBC. Budidaya secara PHT dapat menurunkan penggunaan pestisida kimia sehingga lebih aman terhadap lingkungan. Teknologi PHT memadukan beberapa teknik pengendalian hama. Salah satunya adalah pengendalian secara hayati, yaitu dengan pemanfaatan musuh alami hama. Dalam upaya untuk meningkatkan populasi musuh alami, maka perlu dilakukan perekayasa terhadap habitat hidup musuh alami WBC. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan PHT berbasis rekayasa ekologi terhadap populasi WBC dan musuh alami WBC.

Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Pilang Desa Tejoasri Kecamatan Laren Kabupaten Lamongan mulai bulan Juni sampai September 2013. Dalam penelitian ini dipadukan teknologi PHT dengan penanaman tanaman berbunga di sepanjang pematang lahan serta penambahan *Azolla* sebagai upaya untuk meningkatkan populasi musuh alami sehingga dapat menurunkan populasi WBC. Lahan yang digunakan untuk masing-masing penerapan PHT berbasis rekayasa ekologi (PHT RE) dan PHT Konvensional (PHT K) adalah 0,5 Ha dengan sistem penanaman legowo 20 x 20 x 40 cm. Praktik budidaya padi pada lahan PHT berbasis rekayasa ekologi memanfaatkan pematang lahan dengan ditanami tanaman wijen, kenikir, bunga matahari, serta aplikasi agens hayati dan pada lahan PHT Konvensional hanya memanfaatkan agens hayati.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan PHT berbasis rekayasa ekologi tidak berpengaruh secara nyata terhadap populasi WBC dan musuh alami WBC. Rata-rata populasi WBC pada lahan PHT RE dan PHT K adalah 3,22 ekor dan 2,99 ekor. Sedangkan jumlah musuh alami yang ditemukan pada lahan PHT RE dan PHT K adalah 199 ekor dan 203 ekor. Musuh alami yang ditemukan antara lain *Cyrtorhinus lividipennis*, *Paederus fuscipes*, *Ophionea indica*, *Coccinella arcuata*. PHT RE berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan padi. Tinggi tanaman dan jumlah anakan pada PHT RE lebih tinggi dibandingkan PHT K (72,26 cm ; 65,91 cm) dan (18,00 anakan; 15,58 anakan). Produksi padi pada lahan PHT RE lebih tinggi (5,28 ton) dibandingkan dengan lahan PHT K (5,20 ton).

SUMMARY

Arif Hermanto. 0910480021. Role of Integrated Pest Management based on Ecological Engineering to Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal.) and it's Natural Enemies on Rice Field. Supervised by Dr. Ir. Gatot Mudjiono and Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.

On rice cultivation, there are many factors that can decline rice production, the ones of the factor is a pest. The most important pest in which attacking rice crop is brown planthopper. The brown planthopper have to organized well in order not causing injuries on rice cultivation. Integrated pest management technology (IPM) is one of the effort to control brown planthopper population. The cultivation by IPM technology can decline synthetic pesticide use so it might be safer to the environment. IPM technology was integrate some pest controls technique. One of them is by biological control, namely using the natural enemies of pest roles. To increase the natural enemies population needs to engine the host of the brown planthopper's natural enemies. The study was conducted to know the role of the IPM based on ecological engineering practices on brown planthopper population and it's natural enemies population.

The research was conducted in Pilang SubVillage, Tejoasri Village, Laren District, Lamongan from June to September 2013. In this research was integrated IPM technology within flowers crop planting on the bounds and *Azolla* addition as an effort to increase the natural enemies of the brown planthopper population. The field that used to each application of both based on ecological engineering IPM (EE IPM) and Conventional IPM (C IPM) was 0,5 Ha by 20 x 20 x 40 cm plant spaces was called Legowo. Rice cultivation practices in based on ecological engineering IPM was used field bounds to planted by Wijen (*Sesamum indicum*), Sun Flower (*Helianthus annus* L.), Kenikir (*Cosmos kaudatus* Kunth), and biological agens application while in Conventional IPM was only use biological agens.

The results showed that the based on ecological engineering IPM not to influence on brown planthopper population and it's natural enemies. The average population of the brown planthopper on EE IPM and C IPM each was 3,22 tails and 2,99 tails. On while the amount of the natural enemies found on EE IPM and C IPM fiels was 199 tails and 203 tails. The natural enemies was founded such as *Cyrtorhinus lividipennis*, *Paederus fuscipes*, *Ophionea indica.*, *Coccinella arcuata*. EE IPM influence on rice growth. Plant height and number of buds on EE IPM was higher than C IPM (72,26 cm; 65,91 cm) and (18,00 buds ; 15,58 buds). Rice production on EE IPM was higher (5,28 ton) than on C IPM (5,20 ton).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi berjudul “Pengaruh Penerapan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi terhadap Wereng Batang Coklat *Nilaparvata Lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae) dan Musuh Alami pada Pertanaman Padi” diajukan sebagai tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Gatot Mudjiono selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. selaku dosen pembimbing pendamping atas segala kesabaran, nasihat, dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Kamim Asy'ari, Bapak Ahmad, dan Kak En Hariadi serta segenap warga dusun Pilang, Tejoasri, Lamongan atas segala keramahan dan bantuan yang diberikan.

Terima kasih juga penulis sampaikan kepada kedua orang tua tercinta dan adikku tersayang atas segala doa, semangat, kasih sayang, dan dukungan yang selalu diberikan dengan tulus kepada penulis. Kepada teman-teman Agroekoteknologi 2009, teman-teman Minat Hama dan Penyakit Tumbuhan, teman-teman HIMAPTA atas bantuan, motivasi dan kebersamaan selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi banyak pihak, terutama dalam bidang keilmuan HPT.

Malang, Januari 2014

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dilahirkan di Tuban pada tanggal 20 Agustus 1991 dari ayah yang bernama Nur Sahid dan ibu Kasiyati.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Bangunrejo II pada tahun 1997 sampai tahun 2003, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 1 Soko–Tuban pada tahun 2003 sampai tahun 2006, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Rengel-Tuban pada tahun 2006 sampai tahun 2009.

Pada tahun 2009, penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi dan terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi minat Hama dan Penyakit Tumbuhan di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur PSB (Penjaringan Siswa Berprestasi). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Teknologi Produksi Benih (2011), Ilmu Hama Tumbuhan (2012), dan Entomologi (2012). Penulis pernah aktif dalam kepanitiaan EKSPEDISI HIMAPTA pada tahun 2012 dan PROTEKSI (Pendidikan Dasar dan Orientasi Terpadu Keprofesian) pada tahun 2013. Penulis juga pernah aktif sebagai anggota Perisai Diri UB (2011), sebagai anggota UKM Seni Bengkel Seni FP UB (2011) dan sebagai Ketua HIMAPTA (Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman) pada periode kepengurusan tahun 2012-2013.

Penulis pernah melaksanakan kegiatan magang kerja di Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura Madiun.

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang	1
2. Rumusan Masalah.....	2
3. Tujuan Penelitian.....	2
4. Hipotesis.....	3
5. Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
1. Pengelolaan Hama Terpadu (PHT).....	4
2. Implementasi Teknologi Pengelolaan Hama Terpadu (PHT).....	5
3. Rekayasa Ekologi (<i>Ecological Engineering</i>).....	7
4. Penerapan Konsep Rekayasa Ekologi.....	9
5. Wereng batang coklat (<i>Nilaparvata lugens</i> Stal.).....	10
6. Hubungan Hama dan Musuh Alami	10
7. Macam Musuh Alami WBC.....	19
8. Tanaman Padi (<i>Oryza sativa</i> L.).....	20
III. METODE PENELITIAN.....	22
1. Tempat dan Waktu.....	22
2. Alat dan Bahan	22
3. Metode Penelitian	22
4. Penentuan Tanaman Contoh.....	28
5. Studi Pertumbuhan Tanaman Padi	28
6. Studi Populasi Wereng Batang Coklat (<i>Nilaparvata lugens</i> Stal)	28
7. Pengamatan Musuh Alami	29
8. Analisis Usaha Tani.....	29
9. Analisis Data	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
1. Populasi Wereng Batang Coklat (<i>Nilaparvata lugens</i> Stal).....	31
2. Populasi Musuh Alami.....	32
3. Pertumbuhan tanaman padi	38
4. Produksi Tanaman Padi	41
5. Analisis Usaha Tani.....	41

V. KESIMPULAN DAN SARAN 44

1. Kesimpulan..... 44

2. Saran 44

DAFTAR PUSTAKA 45

LAMPIRAN 49



DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Karakteristik tanaman yang dapat dipertimbangkan untuk ditanam dalam penerapanan rekayasa ekologi (Gurr <i>et al.</i> , 1998).....	9
2.	Praktik Budidaya Padi PHT Konvensional dan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi.	24
3.	Rerata populasi Wereng Batang Coklat pada lahan PHT RE dan lahan PHT K	32
4.	Jumlah musuh alami yang ditemukan pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional	32
5.	Rerata populasi <i>Cyrtorhinus lividipennis</i> pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional	33
6.	Rerata populasi <i>Paederus fuscipes</i> pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional.....	34
7.	Rerata populasi <i>Ophionea indica</i> pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional.....	35
8.	Rerata populasi <i>Coccinella arcuata</i> pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional	36
9.	Rerata populasi Laba-laba pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional.....	37
10.	Rerata tinggi tanaman padi pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional.....	39
11.	PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional.....	40
12.	Bobot gabah basah pada lahan PHT berbasis rekayasa ekologi dan PHT Konvensional.....	41
13.	Analisis usaha tani padi pada lahan PHT berbasis rekayasa ekologi dan PHT Konvensional dalam luasan satu hektar	41

DAFTAR GAMBAR

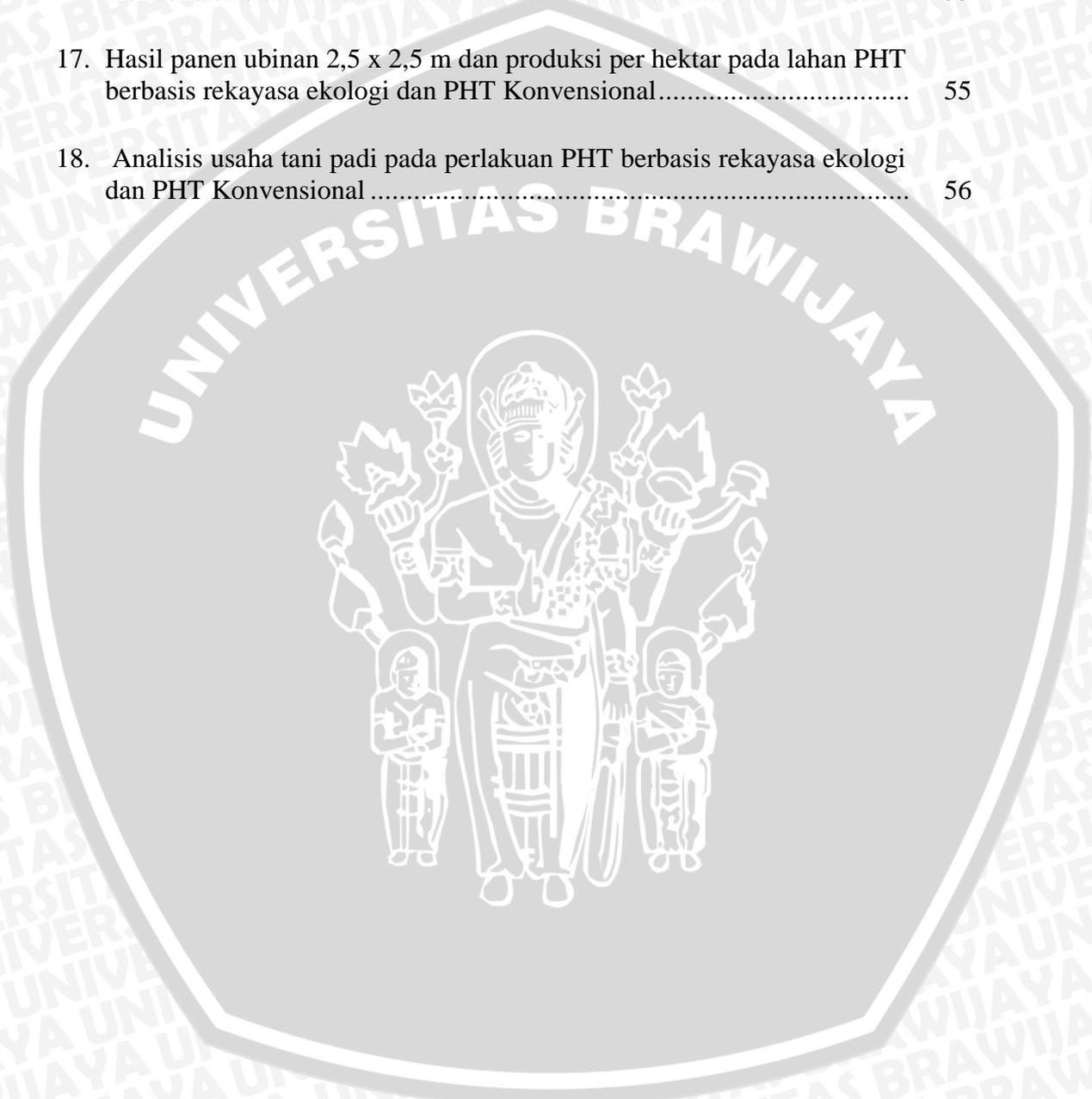
No	Teks	Halaman
1.	Wereng Batang Coklat <i>Nilaparvata lugens</i> Stal. a: Telur ; b: Nimfa ; c: Imago <i>brakhiptera</i> (sayap pendek); d: Imago <i>makroptera</i> (sayap panjang) (Pathak, 1994)	18
2.	Denah Petak Penelitian	28
3.	Fluktuasi populasi Wereng Batang Coklat pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional.	31
4.	Jumlah <i>Cyrtorhinus lividipennis</i> yang ditemukan pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional	33
5.	Jumlah <i>Paederus fuscipes</i> yang ditemukan pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional	34
6.	Jumlah <i>Ophionea indica</i> yang ditemukan pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional	35
7.	Jumlah <i>Coccinella arcuata</i> yang ditemukan pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional	35
8.	Jumlah Laba-laba yang ditemukan pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional.....	36
9.	Rerata tinggi tanaman padi pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional.....	39
10.	Rerata tinggi tanaman padi pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional.....	40



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Penanaman padi.....	49
2.	Pemeliharaan (pembersihan gulma).....	49
3.	Lahan Percobaan PHT berbasis Rekayasa Ekologi (Penanaman tanaman berbunga di sepanjang pematang).....	50
4.	Lahan Percobaan PHT Konvensional.....	50
5.	Tanaman wijen di sekitar pematang sawah.....	51
6.	Tanaman <i>Azolla</i> di petak pertanaman padi.....	51
7.	Pias berisi telur <i>Corcyra cephalonica</i> yang sudah terparasit <i>Trichogramma japonicum</i>	52
8.	Perangkap panci kuning (<i>Pan trap</i>).....	52
9.	Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi Wereng Batang Coklat pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional.....	53
10.	Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi <i>Cytorhinus lividipennis</i> pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional.....	53
11.	Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi <i>Paederus fuscipes</i> pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional.....	53
12.	Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi <i>Ophionea indica</i> pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional.....	54
13.	Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi <i>Coccinella arcuata</i> pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional.....	54
14.	Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi Laba- laba pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional.....	54

15. Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap tinggi tanaman padi pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional.....	55
16. Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap jumlah anakan padi pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional.....	55
17. Hasil panen ubinan 2,5 x 2,5 m dan produksi per hektar pada lahan PHT berbasis rekayasa ekologi dan PHT Konvensional.....	55
18. Analisis usaha tani padi pada perlakuan PHT berbasis rekayasa ekologi dan PHT Konvensional	56



I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Wereng batang coklat *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae) menyebabkan kerusakan yang sangat serius pada tanaman padi di wilayah Asia (Kuno 1979; Liu 1983). Hama ini menghisap cairan sel batang tanaman padi, sehingga pertumbuhan tanaman padi terganggu dan apabila populasinya tinggi dapat menyebabkan tanaman mati kekeringan tampak seperti terbakar (*hopperburn*) (Yaherwandi *et al.*, 2009). WBC juga berperan sebagai vektor virus kerdil rumput dan kerdil hampa (Mochida, 1978).

Dalam upaya pengendalian WBC, teknologi pengelolaan hama terpadu (PHT) dianggap sebagai teknologi yang tepat dan potensial untuk mengendalikan hama sekaligus mengurangi risiko penggunaan pestisida yang berbahaya bagi lingkungan (Gurr, 2009). PHT merupakan kombinasi beberapa teknik pengendalian hama antara lain pengendalian mekanik, fisik, kultur teknis, penggunaan varietas tahan, pengendalian hayati dan pengendalian kimia (Gurr, 2004). Penggunaan pestisida dan varietas tahan dianggap belum sepenuhnya berhasil (Gurr, 2009). Pada dekade terakhir menunjukkan bahwa hama memiliki mekanisme ketahanan (*resistance*) terhadap penggunaan pestisida dan varietas tahan (Gurr, 2012). Salah satu potensi yang mampu diterapkan untuk menanggapi permasalahan tersebut adalah dengan mengoptimalkan pengendalian hayati.

Pengendalian hayati merupakan upaya mengendalikan hama dengan memanfaatkan peran musuh alami hama (predator, parasit, dan patogen) (De bach, 1964 *dalam* Gurr; 2009). Rekayasa ekologi merupakan suatu pendekatan melalui manipulasi agroekosistem musuh alami untuk mengoptimalkan pengendalian hayati terhadap hama (Gurr *et al.*, 2004).

Penerapan rekayasa ekologi di Jinhua dan Lingui, China, musuh alami yang ditemukan pada petak rekayasa ekologi lebih tinggi dibandingkan pada petak petani (perlakuan dengan aplikasi pestisida), sedangkan jumlah wereng batang coklat pada petak rekayasa ekologi lebih rendah dibandingkan petak kontrol (Gurr, 2010). Pada penerapan rekayasa ekologi di Provinsi Xiaoshan, China jumlah WBC yang ditemukan pada petak rekayasa ekologi lebih tinggi dibandingkan dengan petak petani yang menggunakan pestisida walaupun

populasi musuh alami yang ditemukan pada petak rekayasa ekologi lebih tinggi dibandingkan petak petani (Jiaan *et al.*, 2013). Kabupaten Lamongan, Jawa Timur, semenjak tahun 2010 telah menjadi area dengan tingkat serangan WBC yang sangat tinggi dan tingkat serangannya semakin parah pada tahun 2011. Berbagai upaya seperti penggunaan varietas tahan dan aplikasi pestisida telah diterapkan, namun serangan WBC masih sangat sulit untuk dikendalikan (Winarto, 2011). Penerapan rekayasa ekologi perlu dilakukan di wilayah tersebut, untuk membuktikan apakah penerapan rekayasa ekologi mampu meningkatkan populasi serta peran musuh alami untuk menurunkan serangan WBC.

Penerapan rekayasa ekologi dilakukan dengan penanaman tanaman berbunga antara lain tanaman Wijen (*Sesamum indicum* L.), bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) dan Kenikir (*Cosmos kaudatus* Kunth). Tanaman tersebut dipilih karena beberapa alasan antara lain kesesuaian syarat tumbuh dengan kondisi setempat, ketersediaan benih serta tanaman tersebut memiliki bunga yang berwarna cerah sehingga dapat menarik bagi musuh alami (Begum *et al.*, 2006). Tanaman Wijen dan Kenikir juga memiliki bau yang sangat tajam sehingga tidak disukai oleh hama (Steenis *et al.*, 1975 dalam Budi, 2007).

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah apakah penerapan PHT berbasis rekayasa ekologi berpengaruh terhadap populasi WBC dan musuh alaminya pada pertanaman padi.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk (1) membuktikan bahwa penerapan PHT berbasis rekayasa ekologi dapat meningkatkan populasi musuh alami wereng batang coklat dan (2) untuk mengukur pengaruh kepadatan populasi musuh alami terhadap populasi wereng batang coklat.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah (1) populasi musuh alami wereng batang coklat pada petak PHT berbasis rekayasa ekologi lebih tinggi dibandingkan pada petak PHT Konvensional (2) populasi WBC pada petak PHT berbasis rekayasa ekologi lebih rendah dibandingkan pada petak PHT Konvensional.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah (1) memberikan informasi mengenai teknologi PHT berbasis rekayasa ekologi dalam pengelolaan WBC (2) menemukan bahwa dalam penerapan PHT berbasis rekayasa ekologi penanaman tanaman berbunga lebih tepat dilakukan sebelum persemaian.



II. TINJAUAN PUSTAKA

Pengelolaan Hama Terpadu (PHT)

Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) merupakan pendekatan menyeluruh untuk mengendalikan hama menggunakan upaya kombinasi untuk menurunkan status hama sehingga berada pada level yang dapat ditoleransi sekaligus mempertahankan kualitas lingkungan (Alston, 2011). Menurut Stern *et al.*, 1959 (dalam Oka, 1995) Konsep PHT merupakan konsep pengelolaan hama terapan yang mengkombinasikan pengelolaan hayati dengan pengelolaan kimiawi. Menurut Alston (2011) konsep PHT merupakan perpaduan beberapa teknik pengendalian hama antara lain pengendalian hayati, budidaya, mekanis, dan kimia. Konsep PHT memadukan pengelolaan terhadap berbagai macam OPT (seperti serangga, gulma, patogen penyakit, nematoda, vertebrata, dll.). Dalam konsep PHT, pengelolaan hama ditekankan pada upaya untuk menurunkan populasi hama sehingga berada pada ambang yang dapat ditoleransi, bukan menekankan pada pembunuhan dan pembasmian hama.

Prokopy, 1994 (dalam Ehler, 2006) menggambarkan pengelolaan hama terpadu sebagai sebuah keputusan yang dilandaskan pada proses-proses yang melibatkan pemanfaatan secara bersama-sama berbagai taktik untuk mengoptimalkan upaya pengendalian berbagai jenis OPT (serangga, patogen, gulma, dan vertebrata hama) yang sesuai dengan prinsip ekologi dan ekonomi. PHT merupakan sebuah pendekatan secara menyeluruh untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia, meningkatkan pendapatan petani secara ekonomi dan melindungi kelestarian lingkungan serta kesehatan manusia.

Istilah “Terpadu” mengandung makna bahwa perlu ada penggunaan batasan musuh alami/antagonis dalam pengambilan keputusan, dan memanfaatkan kesesuaiannya dalam mengendalikan OPT, serta penerapan taktik pengendalian yang aman dan sehat (Ehler, 2006). Taktik – taktik tersebut antara lain pemanfaatan musuh alami, penggunaan varietas tahan, teknik bercocok tanam dan penggunaan pestisida selektif bila diperlukan.

Implementasi Teknologi Pengelolaan Hama Terpadu (PHT)

Menurut Lubis (2004) PHT memadukan berbagai metode pengelolaan tanaman budidaya dalam perpaduan yang paling efektif dalam mencapai stabilitas produksi, dengan seminimal mungkin menimbulkan dampak negatif bagi manusia dan lingkungan. Tujuan tersebut sebenarnya telah mengacu pada praktik pertanian berkelanjutan, yakni memenuhi aspek ekologi yang sehat dan seimbang, memenuhi aspek ekonomi dan sosio-kultural masyarakat. Untuk mencapai tujuan tersebut, konsep PHT didasari beberapa prinsip pokok yang menjadi landasan dalam implementasinya di lapang.

Prinsip-prinsip dasar tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

1. Budidaya Tanaman Sehat

Budidaya tanaman sehat menjadi bagian penting karena tanaman yang sehat lebih tahan terhadap serangan hama dibandingkan dengan tanaman yang tidak sehat. Tanaman sehat lebih cepat mengatasi atau menyembuhkan dari kerusakan yang terjadi akibat serangan hama (Untung, 2006).

2. Pelestarian Musuh Alami

Setiap jenis hama secara alami dikendalikan oleh musuh alami yang dapat meliputi predator, parasitoid dan patogen hama. Penggunaan musuh alami bersifat alami, murah, efektif, dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan hidup (Untung, 2006).

3. Pengamatan Mingguan

Pemantauan ekosistem bisa dengan pemantauan secara mingguan untuk mengetahui perkembangan ekosistem. Karena sangat sulit meramalkan terjadinya letusan serangan hama secara tepat (Untung, 2006).

4. Petani menjadi ahli PHT

Agar prinsip dan teknologi PHT dapat efektif dimanfaatkan dan diterapkan maka dilakukan pemberdayaan petani untuk dapat menerapkan PHT yaitu dengan metode Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SLPHT). Sehingga petani dapat menjadi ahli PHT di lahan sawahnya yang mandiri dan percaya diri. Seorang petani harus mampu menjadi pengamat, penganalisis ekosistem, pengambil keputusan pengendalian dan sebagai pelaksana teknologi PHT (Untung, 2006).

Ada beberapa taktik pengelolaan hama yang dapat diterapkan untuk menekan serangan hama. Antara lain penggunaan tanaman inang yang tahan, pengendalian hayati, pengendalian mekanis, kultur teknis, sanitasi lahan, dan pengendalian kimia. Taktik pengelolaan hama yang utama adalah memaksimalkan upaya penurunan serangan hama dalam ekosistem. Upaya tersebut dapat diimplementasikan secara langsung melalui beberapa teknik, antara lain:

1. Pengendalian mekanis

Pengendalian ini memanfaatkan mesin dan peralatan lain untuk mengenalkan hama. Termasuk praktik pertanian seperti pengolahan lahan, pemotongan dan pembakaran, serta pengambilan gulma dengan tangan. Pemangkasan bagian tanaman tertentu yang terserang dan perontokkan pada tanaman tertentu dapat membantu menurunkan populasi OPT. Mematahkan tangkai jagung dan membakar tunggulnya dapat membunuh penggerek jagung (Ehi-Eromoseleet *al.*, 2013).

2. Pengendalian hayati

Pengendalian hayati meliputi upaya peningkatan pengelolaan OPT secara alamiah untuk mengendalikan OPT misalnya seperti penggunaan serangga dan patogen menguntungkan. Sehingga, insektisida hanya akan digunakan ketika memungkinkan secara ekonomis dan musuh alami tidak dapat mengendalikan OPT (Ehi-Eromoseleet *al.*, 2013).

3. Pengendalian dengan sanitasi

Upaya pencegahan merupakan bagian yang penting dalam program PHT. Termasuk menjaga kebersihan peralatan lapang (seperti peralatan pengolah lahan, peralatan penyiangan, dll.), penanaman benih bersertifikat dan karantina tanaman atau lahan yang terinfestasi. Upaya tersebut digunakan untuk mencegah introduksi OPT di lapangan (Ehi-Eromosele *et al.*, 2013).

4. Kultur teknis

Upaya ini meliputi praktik yang dapat mengurangi permasalahan OPT dengan meminimalkan kondisi yang dapat mendukung keberadaan OPT (air, habitat, dan makanan). Beberapa upaya lain adalah termasuk melalui budidaya tanaman sekaligus mengupayakan lingkungan yang kurang mendukung bagi kehidupan, perkembangan dan reproduksi hama. Apabila mengikuti cara yang

baik tersebut, praktik budidaya dapat terbebas dari serangan OPT. Pemilihan cara yang tepat untuk budidaya tanaman di lahan dapat mengurangi infestasi serangga hama pada waktu yang akan datang. Upaya budidaya harusnya memilih area yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman dan tahan terhadap OPT penting pada area tersebut (Ehi-Eromoselet *et al.*, 2013).

5. Ketahanan tanaman inang

Upaya pengendalian ini meliputi penggunaan varietas hasil persilangan dengan sifat dapat dicapai secara ekonomi, tetapi kurang menarik bagi hama, baik untuk peletakan telur maupun untuk perkembangan hama, penyakit dan nematoda. Selain itu juga meliputi menahan infestasi/infeksi atau menurunkan populasi hama hingga level yang jumlahnya tidak banyak selama masa pertumbuhan tanaman (Sharma, 2007 dalam Ehi-Eromosele *et al.*, 2013).

6. Pengendalian kimia

Sebuah pendekatan yang membunuh organisme hama dengan racun kimiawi telah menjadi strategi yang umum dalam pengendalian hama selama lebih dari 50 tahun. Masalah keamanan dan gangguan lingkungan terus terjadi, dan ada seruan pembaharuan untuk alternatif yang efektif, aman, dan ekonomis yang dapat diterima. Pestisida kimia sintetik merupakan yang paling banyak digunakan meskipun dampaknya negatif. Dampaknya antara lain residu racun, resistensi hama, munculnya hama sekunder, dan resurgensi hama. Pemanfaatan pestisida nabati dan organofosfat lebih ditekankan karena lebih ramah terhadap lingkungan dan pestisida sintetik hanya digunakan sebagai paya terakhir atau hanya digunakan sesuai kebutuhan dan mungkin hanya digunakan untuk siklus hidup hama pada jangka waktu tertentu (Ehi-Eromoselet *et al.*, 2013).

Rekayasa Ekologi (*Ecological Engineering*)

Rekayasa ekologi merupakan sebuah pendekatan yang diarahkan untuk mengembalikan dan meningkatkan biodiversitas dalam sebuah agroekosistem, baik biodiversitas flora maupun fauna, sehingga menjadi tempat tinggal dan tempat untuk memperoleh makanan bagi musuh alami. Rekayasa ekologi digambarkan sebagai sebuah rancangan oleh masyarakat terhadap lingkungan alamiahnya, sehingga dapat menguntungkan bagi keduanya (manusia dan

lingkungan). Pada saat yang bersamaan upaya yang dilakukan tetap diharuskan untuk menghindari kerusakan pada agroekosistem dan penggunaan pestisida secara bijak (Heong, 2011).

Rekayasa ekologi merupakan sebuah rancangan masyarakat terhadap lingkungan alamiahnya untuk keuntungan keduanya. Karakteristik dari bentuk rekayasa ini adalah menggunakan pendekatan kuantitatif dan teori ekologi yang sebaik mungkin melihat manusia sebagai bagian dari alam. Rekayasa ekologi lantas dijadikan sebagai paradigma baru yang diarahkan sebagai sebuah pendekatan dalam pengelolaan hama yang berbasis praktik budidaya yang didasari wawasan lingkungan dan tidak hanya didasari pendekatan teknologi tinggi seperti pestisida sintetik (Mitsch dan Jorgensen; 1989 *dalam* Gurr; 2009).

Manipulasi agroekosistem padi. Pada pertanaman padi, pematang yang kosong sebenarnya akan lebih tepat apabila ditanamai tanaman tahunan, berupa pohon atau semak dan sayuran. Namun, seringkali petani justru membersihkan gulma – gulma yang ada di pematang dengan herbisida karena mereka beranggapan bahwa tanaman yang ada di pematang tersebut akan menjadi sarang hama. Sebenarnya, tanaman tahunan merupakan habitat bagi musuh alami. Misalnya, di Philipina dan Thailand pematang padi yang ditanami rumput *Brachiaria* menjadi tempat tinggal bagi dua jenis jengkrak yang merupakan predator yang ganas bagi telur hama yang diletakkan pada daun. Selain itu, juga banyak jenis laba-laba yang menggantungkan hidupnya pada habitat rumput tersebut (Heong, 2011).

Hubungan tanaman berbunga dengan musuh alami. Selain konservasi terhadap agroekosistem tertentu, metode rekayasa ekologi dapat dipergunakan untuk menambah biodiversitas dengan menanam tanaman berbunga yang kaya akan nektar pada pematang sawah. Bunga-bunga ini menyediakan nektar bagi lebah dan spesies lain yang dapat meningkatkan penyerbukan tanaman berbuah di sekitar pertanaman padi. Selain itu, nektar juga merupakan sumber makanan bagi berbagai jenis parasitoid hymenoptera, khususnya yang mampu mengendalikan hama padi seperti WBC, wereng daun, penggerek batang, dan penggulung daun. Rekayasa ekologi yang diterapkan di Vietnam dengan pengkayaan pematang menggunakan tanaman berbunga yang kaya nektar secara

signifikan meningkatkan parasitasi dan predasi pada telur WBC yang telah menetap didalam jaringan tanaman padi (Heong, 2011).

Manipulasi agroekosistem bertujuan untuk menyediakan habitat musuh alami hama dengan sumber makanan berupa nektar, polen, refugia fisik, mangsa alternatif, serta inang alternatif. Pendekatan manipulasi agroekosistem, menyediakan sumber energi dan digunakan untuk menurunkan kepadatan hama melalui pengkayaan musuh alami (Gurr *et al.*, 2004).

Penerapan Konsep Rekayasa Ekologi

Penerapan konsep rekayasa ekologi yang pertama kali dilakukan secara jelas dan sistematis untuk pengelolaan hama melalui praktik budidaya yang diterapkan untuk meningkatkan pengendalian hayati (misalnya manipulasi agroekosistem) yang sesuai dengan filosofi rekayasa ekologi. Metode tersebut antara lain 1) Penanaman tanaman perangkap untuk mengalihkan hama dari tanaman utama, 2) Berbagai model tumpangsari untuk mengurangi perpindahan hama ataupun tempat tinggalnya, dan 3) Penyediaan sumber energi bagi musuh alami.

Upaya penyediaan inang dan makanan alternatif merupakan salah satu mekanisme yang umum dikembangkan untuk konservasi pengendalian secara hayati (Gurr *et al.*, 1998). Bagi beberapa jenis parasitoid, upaya penyediaan gula merupakan hal yang penting dalam memaksimalkan panjang hidupnya, kemampuan berburu, dan kesuburannya. Banyak potensi kerusakan yang serius akibat serangan hama maka perlu adanya pemilihan secara hati-hati terhadap cara-cara agar dapat mempertahankan spesies yang bermanfaat.

Tabel 1. Karakteristik tanaman yang dapat dipertimbangkan untuk ditanam dalam penerapan rekayasa ekologi (Gurr *et al.*, 1998)

Resiko

1. Perlu dipertimbangkan status tanaman tersebut sebagai gulma
2. Kemungkinan tanaman sebagai inang alternatif bagi patogen tanaman
3. Kandungan racun
4. Potensi pengaruhnya terhadap tanaman utama

Faktor Ekonomi

1. Biaya dan benihnya tersedia
 2. Tidak menyebabkan kompetisi dengan tanaman utama dan menurunkan hasil
-

Faktor Biologis

1. Produksi polen
 2. Produksi nektar
 3. Kemampuan bersaing (dengan gulma dan tanaman)
 4. Kesesuaian lahan dengan tanaman
 5. Masa berbunga tidak sama dengan tanaman utama dan mengalihkan serangga penyerbuk
 6. Informasi bahwa tanaman dapat menyediakan sumber energi yang penting bagi musuh alami (misal makanan dan tempat tinggal)
 7. Mudah tumbuh (misalnya dapat bertahan hidup dengan perawatan minimum)
-

Hubungan Hama dan Musuh Alami

Musuh alami merupakan organisme yang membunuh, menurunkan potensi reproduktif, atau menurunkan jumlah organisme yang lain. Musuh alami yang mampu membatasi atau menurunkan populasi hama merupakan komponen utama dalam pengelolaan hama terpadu. Musuh alami yang penting antara lain dikelompokkan menjadi tiga yaitu predator, parasitoid, dan patogen.

Predator

Predator merupakan organisme yang menangkap dan memangsa organisme lain. Predator biasanya memiliki ukuran yang lebih besar dan lebih kuat dari pada mangsanya. Banyak jenis predator yang menyerang berbagai spesies hama dan membantu mengatur kepadatan populasi hama dalam sistem produksi tanaman. Predator serangga dan tungau termasuk kumbang, *lacewings*, lalat, nyamuk, laba-laba, tawon, dan tungau predator. Predator serangga dapat ditemukan di seluruh bagian tanaman, termasuk bagian-bagian di bawah tanah, serta semak-semak dan pohon-pohon di dekatnya. Beberapa predator mengkhususkan diri dalam pilihan mangsa mereka (predator special), namun ada pula yang bersifat memangsa semua spesies (predator generalis).

Predator serangga dapat ditemukan di hampir semua habitat pertanian dan alam. Setiap kelompok mungkin memiliki siklus hidup dan kebiasaan yang berbeda. Berikut adalah ciri-ciri umum serangga predator: 1) pada umur dewasa dan pra dewasa lebih sering bersifat sebagai predator generalis (memangsa semua spesies) dari pada spesialis, 2) memiliki ukuran lebih besar dari mangsanya, 3) memiliki kemampuan membunuh dan memakan mangsanya, 4) baik jantan maupun

betina biasanya menjadi predator pada saat umur pra dewasa dan dewasa, 5) memangsa inang yang belum dewasa maupun yang dewasa.

Banyak predator menguntungkan akan memangsa serangga hama selama perkembangan mereka. Beberapa spesies mungkin memainkan peran penting dalam pengendalian hama (Hoffman, 1993).

Parasitoid

Parasitoid ialah organisme yang menghabiskan sebagian besar riwayat hidupnya dengan bergantung pada organisme inang tunggal yang akhirnya membunuh (dan sering mengambil makanan) dalam proses itu. Kemudian parasitoid mirip dengan parasit khusus kecuali dalam nasib inang tertentu. Dalam hubungan parasit khusus, parasit dan inang hidup berdampingan tanpa kerusakan mematikan pada inang. Jenis hubungan ini nampaknya hanya terjadi pada organisme yang memiliki tingkat reproduksi yang cepat, seperti serangga. Parasitoid juga sering berkembang bersama dengan inangnya. Parasitoid serangga adalah serangga yang stadia pradewasanya menjadi parasit pada atau di dalam tubuh serangga lain, sementara imago hidup bebas mencari nektar dan embun madu sebagai makanannya.

Kategori Parasitoid Hymenoptera

Kategori parasitoid umumnya lebih didasarkan pada dimana telur diletakkan. Maksudnya, apabila ada parasitoid yang memasukkan telurnya ke dalam tubuh inang, maka disebut **endoparasitoid**, contohnya Parasitoid *Trichogramma spp* yang memasukkan telurnya ke dalam inangnya yaitu telur dari serangga penggerek jagung *Ostrinia nubilalis* dan juga pada *Cotesia glomerata* parasitoid larva ngengat.

Parasitoid yang mematikan inangnya terlebih dahulu dengan menusukkan ovipositornya, sehingga inangnya paralysis, kemudian meletakkan telur dipermukaan tubuh inangnya atau di dekat inangnya, dimana inangnya bisa berupa penggerek daun, penggulung daun dan gall maka sering disebut **ektoparasitoid**. Contoh parasitoid ini adalah *Phytoditus* yang menyerang larva Lepidoptera, *Chepalonia stephanoderes* yang tergolong parasitoid larva pada hama bubuk buah kopi *Hyphotenemus hampei*. *Chepalonia stephanoderes* merupakan ectoparasit pada larva instant terakhir

Jenis Parasitoid

Beberapa parasitoid dari ordo hymenoptera berbeda cara meletakkan telurnya, dan beberapa parasitoid dari ordo hymenoptera dapat menyerang inang pada stadia yang berbeda pula. *Diadegma semiclausum* contohnya yang menyerang telur dari hama *Plutella xylostella* disebut **parasitoid telur**. *Diadegma semiclausum* menyantap cairan tubuh inang. Dampaknya inang kehilangan cairan, lemah, dan akhirnya meregang nyawa, sedangkan *Eriborus argenteopilosus*, meletakkan telurnya pada stadia larva dari *Crocidolomia binotalis* sehingga dikatakan **parasitoid larva**. Begitu pula yang tergolong parasitoid pupa, nimfa dan imago (mungkin). Parasitoid hymenoptera juga dapat meletakkan telurnya pada suatu stadia dan muncul pada stadia berikutnya. Sebagai contoh, parasitoid encyrtidae, *Holcothorax testaceipes* adalah **parasitoid telur-larva** pada ngengat penggorok daun. Adapula **parasitoid larva-pupa**.

Pada beberapa jenis parasitoid, hanya satu parasitoid yang berkembang pada satu inang, sedangkan pada yang lain beberapa parasitoid ada dalam satu spesies yang berkembang pada satu inang. Yang pertama dikenal sebagai parasitoid soliter, sedangkan yang lain dikenal sebagai parasitoid gregarious. Pada beberapa parasitoid, imago betina meletakkan satu telur per inang, di mana telur itu kemudian mengalami pembagian sel hingga menjadi banyak sel. Setiap sel berkembang secara independen menjadi individu. Hal ini dikenal sebagai polyembrioni. Jika ada spesies parasitoid dari ordo hemiptera meletakkan lebih dari satu telur pada satu inang, maka disebut multi parasitisme.

Proses Seleksi Inang (Habitat Finding)

1. Penemuan Habitat Inang

Pada tahap penemuan inang, parasitoid dari ordo hymenoptera sebelum menemukan habitat inangnya, didukung oleh faktor lingkungan (iklim mikro dan habitat), faktor olfaktori (berkaitan dengan indera penciuman) contohnya pada parasitoid ordo hymenoptera menemukan habitat tanaman inangnya melalui stimulus yang mendukung proses penemuan inang. Beberapa faktor yang dapat menarik serangga untuk menemukan tanaman inangnya antara lain, melalui warna, ukuran, dan bentuk.

2. Penemuan Inang

Faktor yang mempengaruhi parasitoid hymenoptera menemukan inangnya yaitu faktor lingkungan (iklim mikro dan habitat), Salah satu cara serangga mengenali inangnya, dengan cara mengenali kemochemical melalui antena, tarsi, dan alat mulut. Faktor lainnya yaitu saat inang dalam hal ini pupa yang telah mulai terbuka akan mengeluarkan suatu senyawa yang bisa mengundang parasitoid untuk meletakkan telurnya. *Tetrastichus brontispae* dapat mengetahui keberadaan inang (pupa) *Brontispa longissima*.

Substansi kimia memegang peranan dalam pola perilaku parasitoid. Stimuli fisik seperti suara, gerakan, vibrasi, ukuran, bentuk, dan tekstur dianggap sebagai faktor sekunder. Parasitoid seringkali mencari letak inang atau habitat dengan perantaraan aroma tanaman inang (sinomon) bagi hama yang bersangkutan. Pada suatu inang/habitat, kebanyakan parasitoid menemukan inangnya karena adanya aroma atau senyawa kimia yang diberikan oleh inang (kairomon).

Telur

Telur inang dapat menjadi sumber kairomon bagi parasitoid telur. Misalnya, *Tetrastichus hagenowii* melakukan gerakan mengitari dan menekan telur inang sebagai respon terhadap kalsium oksalat yang dikeluarkan oleh kelenjar asesori inang. Parasitoid telur-larva, *Chelonus texanus*, terstimuli oleh kairomon larut dalam air dari telur inang. Sisik sayap inang merupakan sumber kairomon bagi beberapa parasitoid telur. Dari beberapa hidrokarbon yang telah diisolasi dari ekstrak sisik sayap *Helicoverpa evanescens*, trikosan adalah yang paling aktif. Parasitoid *Chelonus spp.* terhambat aktivitas gerakannya karena merespon sisik sayap inang dengan menggunakan antena dan melakukan eksplorasi dengan ovipositorinya.

Larva

Parasitoid menggunakan berbagai petunjuk dalam merespon larva inang, misal kutikula, kotoran, kelenjar mandibula, kelenjar benang sutera, eksuviae, hemolimfa dan lainnya. Kotoran segar dan menarik bagi parasitoid dapat menunjukkan adanya inang di sekitarnya. Kairomon untuk parasitoid *Venturia canescens* diidentifikasi sebagai ketone dari kotoran inang *Plodia interpunctella*.

Kairomon untuk braconid *Orgilus Lepidus* diketahui pada kotoran inang. *Aphidius nigripes* tertarik pada embun madu (honey dew) aphid sebagai inangnya, dan embun madu diamati memacu perilaku mencari pada spesies ini. Sekresi kelenjar mandibula *Anagasta kuehniella* menstimulir gerakan oviposisi parasitoid ichneumonid *V. canescens*. Kairomonnya diketahui sebagai senyawa dari beberapa keton. Kairomon untuk *Apanteles kariyai* yang diidentifikasi dari eksuviae *Pseudaletia separata*, ditemukan sebagai 2,5-dialkil tetrahidrofurans.

Pupa

Sinyal kimiawi dari pupa inang ke parasitoid pupa kurang umum dibandingkan dengan sinyal dari larva inang ke parasitoid larva. Parasitoid ichneumonid seperti *Pimpla instigator*, menemukan pupa inang dengan perantaraan baunya atau kontak dengan senyawa kimianya. Kairomon untuk parasitoid pupa *Brachymeria intermedia* diisolasi dari pupa ngengat gypsy dan diketahui sebagai beberapa hidrokarbon. Kairomon yang memacu peletakan telur pada hemolimfa pupa dari ngengat lilin diketahui sebagai asam amino dan magnesium klorida yang merangsang oviposisi.

Imago

Serangga dewasa mengeluarkan senyawa volatil untuk berkomunikasi dengan individu dari spesies sama (feromon). Beberapa parasitoid inang dewasa menggunakan feromon inangnya. Beberapa aphelinid seperti *Aphytis melinus*, *A. cohei*, dan *Prospaltella perniciosi*, tertarik pada feromon seksual serangga sisik (scale insect) inang. *Telenomus remus* secara aktif mencari inang dengan adanya feromon seks inang.

3. Penerimaan Inang

Yang berperan di sini yaitu perilaku parasitoid yaitu menggunakan indera sebagai factor olfaktori contohnya pada *Trichogramma spp* yang memperlihatkan perilaku bahwa antena-nya goyang saat inang dari *Trichogramma spp* berada di dekatnya atau sekitarnya. Sehingga secara tidak langsung faktor perilaku inang juga ikut serta dalam proses penemuan inang. Begitu juga dengan tarsus dan ovipositor yang berfungsi sebagai rangsangan kimiawi terhadap inang.

Reaksi Inang terhadap Parasitoid

Untuk mempertahankan diri, inang mungkin menangkal parasitoid secara eksternal sebelum terjadi oviposisi, atau secara internal setelah oviposisi terjadi. Reaksi pertahanan eksternal dapat dilakukan dengan menggerak-gerakkan tubuh, atau inang pindah ke bagian lain yang lebih aman. Reaksi pertahanan internal terdiri atas reaksi seluler (enkapsulasi dan melanisasi) dan reaksi humoral. Secara umum, inang yang berbeda menggunakan mekanisme pertahanan yang berbeda untuk menghadapi parasitoid yang sama, tetapi parasitoid yang berbeda akan menyebabkan reaksi pertahanan yang sama dari inang yang sama.

Ada dua jenis bentuk perlawanan inang pada parasitoid ordo hymenoptera. Perlawanan fisik dan hemositik.

Fisik

Jika telah terjadi kontak antara inang dan parasitoid maka dikatakan reaksi fisik. Reaksi fisik yang aktif yaitu pada inang stadia larva, nimfa dan imago. Contohnya Larva lalat penggorok daun yang menggerakkan tubuhnya apabila parasitoid *Hemiptarsenus* mulai menyerangnya. Sedangkan yang tidak aktif itu pada stadia telur, jadi sebagai pelindung telur yaitu imago betinanya.

Artinya reaksi fisik berupa reaksi pertahanan eksternal dari inang yang dapat dilakukan dengan menggerak-gerakkan tubuh ketika inang mulai di serang oleh parasitoid.

Hemositik

Jika inang merasakan ada partikel asing yang masuk ke dalam tubuhnya maka dia akan melakukan perlawanan secara internal dari dalam tubuhnya. Contohnya yaitu larva *Crocidolomia binotalis* melakukan perlawanan secara encapsulation menyelubung terhadap telur yang telah ditusukkan oleh parasitoid *Eriborus argenteopilosus* Cameron (*Hymenoptera: Ichneumonidae*) (Adriani, 2011).

Wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.)

Klasifikasi. Wereng Batang Cokelat (*Nilaparvata lugens* Stal.) termasuk dalam Kingdom : Animalia, Filum : Arthropoda, Kelas : Insecta, Ordo : Homoptera, Subordo : Auchenorrhyncha, Infraordo : Fulgoromorpha, Famili :

Delphacidae, Genus : *Nilaparvata*, Spesies : *Nilaparvata lugens* Stal (Borror dan DeLong, 1996).

Ekologi. *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae) yang biasa disebut Wereng batang coklat dan merupakan hama padi yang paling merusak di Asia dan menyebabkan kehilangan hasil yang cukup serius di banyak negara (Cuong *et al.*, 1997 dalam Piyaphongkul; 2013).

Hasil penelitian Suenaga, 1963 (*dalam* Baco; 1984) menunjukkan kisaran suhu untuk aktifitas normal wereng batang coklat adalah 10°-32° Celcius pada betina makroptera dan 9°-30° Celcius pada jantan makroptera. Suhu optimum untuk oviposisi wereng batang coklat adalah 17°-30° Celcius.

Populasi wereng batang coklat *Nilaparvata lugens* (Stal) di wilayah panas dicirikan dengan waktu kemunculan pada musim tertentu, kepadatan awal rendah, pertumbuhan yang bertahap dan stabil, dan fluktuasi yang drastis dari tahun ke tahun. *Nilaparvata lugens*, tinggal sementara di suatu tempat, datang dari jarak yang jauh pada musim tanam padi. Wereng batang coklat memiliki potensi fekunditas, memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap inang pada berbagai tahap, memiliki tingkat toleransi yang tinggi. Ciri-ciri inilah yang juga menyebabkan pertumbuhan populasi yang bertahap dan stabil yang menyebabkan serangga tersebut mampu meningkatkan tingkat kerusakan meskipun kepadatannya rendah. Fluktuasi kepadatan populasi migran awal, yang dipengaruhi oleh faktor yang tidak menentu, sangat menyebabkan fluktuasi populasi yang drastis dari tahun ke tahun (Kuno, 1979).

Wereng batang coklat tersebar di daerah tropis, subtropis, wilayah panas di Asia, yang terkadang dapat menyebabkan ledakan yang serius dan menyebabkan kerusakan pada budidaya padi (Kuno, 1979).

Siklus hidup. Siklus hidupnya relatif pendek, dipengaruhi oleh suhu lingkungannya. Pada suhu 27° – 28° C konstan siklus hidupnya berkisar antara 20-25 hari. Telur biasanya diletakkan dalam kelompok di dalam jaringan pelepah daun sebagian juga di helaian daun. Di lapangan seekor betina dapat meletakkan telur sebanyak 100-200 butir. Serangga dewasa dan nimfanya biasanya berada di bagian bawah tanaman (pelepah daun). Jika populasi tinggi, yaitu melebihi 500

ekor per rumpun, sebagian dari populasi kadang-kadang berada di bagian atas tanaman, bahkan di daun bendera atau di malai (Mochida *et al.*, 1978).

Wereng batang coklat berkembang biak secara seksual, masa pra peneluran 3-4 hari untuk *brakhiptera* (bersayap kecil), dan 3-8 hari untuk *makroptera* (bersayap panjang). Telur biasanya diletakkan berkelompok dalam pangkal daun dan tulang daun. Jumlah telur yang diletakkan beragam, dalam satu kelompok antara 3-21 butir. Telur menetas antara 7-11 hari dengan rata – rata 9 hari (Mochida, 1977).

Serangga muda yang menetas dari telur disebut nimfa dan makannya serupa dengan induknya. Nimfa mengalami lima kali pergantian kulit (instar), dan rata-rata waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan stadium nimfa adalah 12 hari. Lamanya waktu untuk menyelesaikan stadium nimfa beragam tergantung dari bentuk dewasa yang akan muncul. Nimfa dapat berkembang menjadi dua bentuk wereng dewasa. Bentuk pertama adalah *makroptera* (bersayap panjang) yaitu wereng batang coklat dewasa, baik betina maupun jantan, mempunyai sayap depan dan sayap belakang normal. Bentuk kedua adalah *brakhiptera* (bersayap kerdil) yaitu wereng batang coklat dewasa baik betina maupun jantan mempunyai sayap depan dan sayap belakang tumbuh tidak normal, terutama sayap belakang sangat rudimenter. Umumnya wereng *brakhiptera* bertubuh lebih besar, mempunyai tungkai dan peletak telur lebih panjang (Baehaki, 2009).

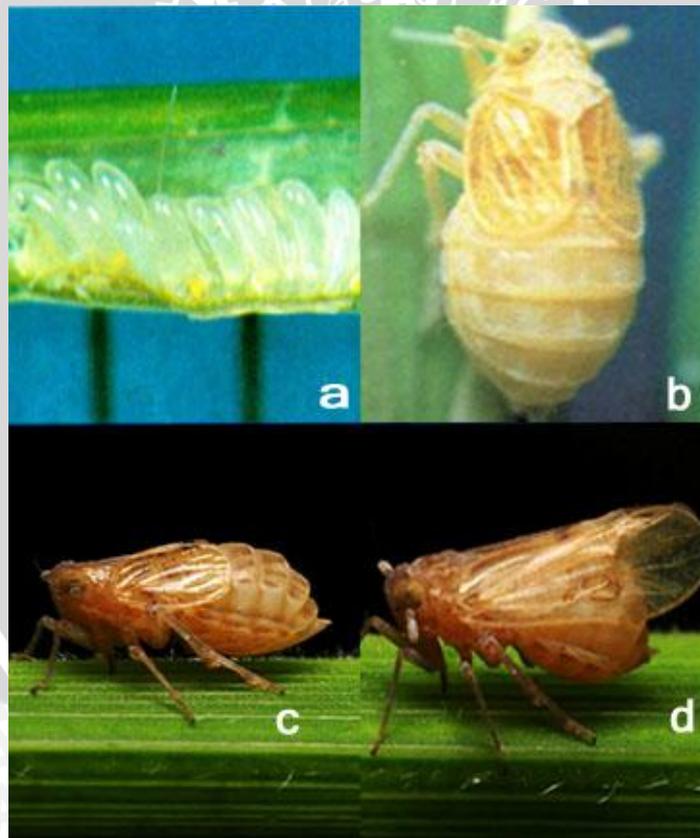
Tingkat perkembangan wereng betina *brakhiptera* dapat dibagi menjadi masa prapeneluran 2-8 hari, masa bertelur 9-23 hari, dan masa pascapeneluran beberapa jam sampai 3 hari. Sedangkan masa pradewasa adalah 19-23 hari (Baehaki, 2009). Lee dan Park (1977) melaporkan bahwa umur serangga dewasa 20-30 hari, tetapi pada tanaman yang resisten akan lebih pendek.

Morfologi. Telur biasanya berbentuk silinder dengan mikropil mereka berpangkal secara menonjol dari jaringan daun. Telur berwarna keputihan pada saat baru diletakkan pada tanaman inang, tetapi kemudian akan berubah menjadi agak gelap pada dua tempat yang terpisah (Pathak, 1994).

Nimfa berbentuk menyerupai serangga dewasa tetapi memiliki ukuran yang lebih kecil, memiliki pewarnaan yang berbeda, dan memiliki sayap yang belum berfungsi. Tunas sayap mulai terbentuk selama perkembangan, dan secara

jelas terlihat pada saat instar ke 5 (lima). Nimfa memiliki sebuah rostrum (moncong) yang digunakan untuk menghisap cairan tanaman dan bisa melompat apabila mendapat gangguan. Tiap instar pada fase nimfa dapat dibedakan melalui bentuk thorax, dan warna serta ukuran tubuh (Piyaphongkul, 2013).

Wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal) adalah serangga penghisap cairan tanaman yang berwarna kecoklat- coklatan, dengan panjang tubuh 2 – 4,4 mm. Serangga dewasanya mempunyai dua bentuk yaitu bersayap pendek (*brakhiptera*) dan yang bersayap panjang (*makoptera*). Makoptera mempunyai kemampuan untuk terbang dan merupakan kelompok yang bermigrasi jauh. Dimorfisme sayap itu ada hubungannya dengan kepadatan populasi. Wereng batang coklat bersifat endemik di daerah oriental tropis, tetapi secara temporer dapat mencapai korea dan jepang khususnya di musim panas. Wereng batang coklat adalah serangga monofag, terbatas pada padi dan padi liar (*Oryza parennis* dan *Oryza spontaneae*) (Sogawa, 1982).



Gambar 1. Wereng Batang Coklat *Nilaparvata lugens* Stal. a: Telur ; b: Nimfa ; c: Imago *brakhiptera* (sayap pendek); d: Imago *makroptera* (sayap panjang) (Pathak, 1994)

Macam Musuh Alami WBC

Predator, parasitoid, dan patogen memegang peran penting dalam pengendalian hama padi (van Vreden dan Ahmad Zabidi, 1986 dalam Karindah; 2011). WBC memiliki musuh alami yang sangat kompleks, yang mungkin dapat mempertahankan populasinya sehingga tetap berada dibawah ambang ekonomi hama tersebut. Musuh alami wereng batang coklat terdiri dari parasitoid, predator umum dan khusus, dan patogen. 1 (satu) spesies nematoda, 15 spesies serangga dan laba-laba, dan 8 patogen telah dilaporkan menjadi musuh alami serta penyakit bagi hama ini (Mochida *et al.*, 1979; Kalshoven, 1981 dalam Karindah 2011).

Sekurang-kurangnya ada 19 jenis serangga Hymenoptera (Eulophidae, Mymaridae, dan dan Trichogrammatidae) telah diidentifikasi sebagai parasit telur wereng batang coklat. 16 jenis serangga Hymenoptera (Drynidae), Strepsiptera (Elenchidae), dan Diptera (Pipunculidae) telah diidentifikasi sebagai parasit pada nimfa dan imago wereng batang coklat. 1 jenis nematoda (Mermithidae) dan 7 jenis cendawan (Entomophthoraceae dan Stilbaceae) juga telah ditemukan pada nimfa dan imago wereng batang coklat.

Parasitoid telur. Parasitoid telur *Nilaparvata lugens* terdiri dari beberapa ordo Hymenoptera yaitu *Tertasticus beatus* (Famili : Eulophidae), *Anagrus flaveolus*, *Anagrus optaliiis*, *Anaphes* spp., *Gonatocerus* spp., *Lymaenon* sp., *Mymar indica*, *Mymar taprobanicum*, *Polynema* sp.(Famili : Mymaridae), *Aphelinoidae.*, *Oligosita* sp., *Paracentrobia andol*, *P. Garuda*, *P. Yasumatsul*, dan *Trichogramma* sp. (Famili : Trichogrammatidae). (Hinckley, 1963; Yasumatsu dan Watanabe, 1965; Otake, 1970; Lin, 1974; Fukuda, 1934).

Yasumatsu *et al.* (1975) melaporkan bahwa *Anagrus optubilis*, *Mymar taprobanicum*, *Polynema* sp., dan *Gonatocerus* sp. telah berperan besar dalam menurunkan populasi wereng batang coklat di Thailand.

Parasitoid Nimfa dan Dewasa. Parasitoid nimfa dan dewasa *Nilaparvata lugens* terdiri dari beberapa ordo Hymenoptera, Streptoptera, dan Diptera. Serangga-serangga tersebut antara lain *Echthrodolphax bicolor*, *E. Fairchildi*, *Haplogonatopus japonicus*, *Haplogonatopus* sp., *Pseudogonatopus*

flavifemur, *P. Hospes* (Famili : Drynidae), *Chrysopophagus australiae*, *Echthrogonatopus exitiosus* (Famili : Encyrtidae), *Elenchus laponicus*, *E. Koebelei*, *E. Yasumatsui*, *Elenchus* sp. (Famili : Elenchidae), *Pipunculus javanensis*, *Dorylas* sp., *Tomosvaryella oryzaetora*, *T. Epichalca*, *T. Subvirescens* (Famili : Pipunculidae) (Esaki dan hashimoto, 1936; Sakai, 1932; Yasumatsu *et al.*, 1975 dalam Chiu, 1975).

Predator. Predator dari *Nilaparvata lugens* antara lain berasal dari ordo Hemiptera, Hymenoptera dan Coleoptera. Berikut adalah jenis serangga yang umumnya menjadi predator bagi WBC antara lain *Nabis* sp., *Cyrtorhinus lividipennis*, *Tytthus chinensis*, *T. Mundulus*, *T. Parviceps*, *Tetramorium guineense*, *Acupalpus inomatus*, *Bembidion semilunium*, *Casnoidea cyanocephala*, *C. Infersititrialis*, *Ophineia indica*, *Paederus fuscipes*, *Stenus cicindeloides*, *Coccinella arcuata*, *Harmonia* sp., *Micrapis discolor*, *M. vincta*, *Verania* sp., *Neoscona doenitzi*, *Araneus inustus*, *Lycosa pseudoannulata*, *Pardosa T-insignata*, *Pirata subpiracticus*, *Oedothorax insecticipes*, *Plexippus paykulli*, *Icius magister*, *Enoploynatha japonica*, *Theridion* spp., *Tetraynatha* spp., *T. japonica*, *T. mandibulata*, *T. nitens*, dan *Notioscopus pallidulus* (Sakai, 1932; Kuno, 1973; Suenaga dan Takeuchi, 1952; Bae dan Pathak, 1966; Fukuda, 1934; Otake 1976 dalam Chiu, 1975).

Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Klasifikasi. Klasifikasi tanaman padi dalam dunia tumbuh tumbuhan adalah Kingdom : Plantae, Devisi : Spermatophyta, Sub Devisi : Angiospermae, Kelas : Monocotyledoneae, Ordo : Graminales, Family : Gramineae, Sub Family: Poaceae, Genus : *Oryza*, Spesies : *Oryza sativa* L.(Soemartono, 1974).

Morfologi. Tanaman padi termasuk family *Gramineae*, merupakan tanaman yang termasuk pada golongan tanaman semusim, bentuk batang bulat berongga, daunnya memanjang seperti pita yang berdiri tegak pada ruas batang dan mempunyai sebuah malai yang terdapat pada ujung batang. Keseluruhan organ tanaman padi terdiri dari dua kelompok, yaitu organ vegetatif dan organ generatif (reproduktif). Bagian vegetatif meliputi : akar, batang dan daun. Sedangkan pada bagian generatif terdiri dari malai, gabah, dan bunga. Dari sejak

perkecambahan sampai panen, tanaman padi memerlukan waktu 3-6 bulan (Manurung dan Ismunadji, 1988 dalam Ismunadji *et al.*, 1988).

Syarat Tumbuh. Lingkungan yang baik sangat diperlukan bagi tanaman padi dalam usaha meningkatkan produktifitas hasil. Lingkungan tersebut terdiri dari lingkungan alami dan hasil buatan manusia. Lingkungan alami mencakup unsur iklim seperti : cuaca, tanah, curah hujan, intensitas cahaya, angin, kelembaban dan lingkungan biotik (Munisjah, 2001).

Suhu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman padi, yaitu berkisar 23-32⁰ C dan kelembaban nisbi 92 %. Sedangkan tinggi tempat untuk tanaman padi 0-500 m dpl (Politeknik Agroindustri, 2004).

Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi adalah tanah sawah yang kandungan fraksi pasir, debu dan lempung dalam perbandingan tertentu dengan diperlukan air dalam jumlah yang cukup. Padi dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang ketebalan lapisan atasnya antara 18-22 cm dengan PH antara 4-7.

Lingkungan yang dibuat manusia merupakan lingkungan yang dimodifikasi untuk hasil gabah dengan cara : Pemberian pupuk, insektisida, fungisida, pengapuran maupun herbisida. Selanjutnya modifikasi lingkungan diterapkan, karena tanaman padi dapat tumbuh baik dan subur dengan membutuhkan tanah yang gembur, subur, pengairan cukup, unsur hara terpenuhi, tidak ada serangan hama penyakit serta bebas dari gangguan gulma (Politeknik Agroindustri, 2004).

III. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di lahan pertanaman padi yang berlokasi di Desa Tejoasri, Kecamatan Laren, Kabupaten Lamongan. Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni sampai September 2013.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas ukur untuk mengukur dosis agens hayati yang akan diaplikasikan, *hand counter* untuk menghitung jumlah wereng batang coklat dan musuh alami wereng batang coklat yang ditemukan, *pan trap*, *sweep net*, peralatan tulis untuk mencatat hasil pengamatan agroekosistem, *knapsack sprayer* untuk aplikasi agens hayati dan pupuk, cangkul dan tugal untuk menanam tanaman berbunga di sepanjang pematang, ajir untuk pemasangan *pan trap*.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih padi varietas Cibogo, benih tanaman kenikir, benih wijen, benih bunga matahari, Teh Kompos (*Compost tea*), Jamur Entomopatogen *Beauveria* sp., bakteri antagonis *Coryne bacterium*, Pupuk Phonska dan Urea, Bioaktivator, *Trichoderma* sp dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rizobacterium*) dan Teh Kompos ++ (yaitu campuran teh kompos, air kelapa dan daun paitan).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode eksplorasi/observasi langsung pada lahan padi, untuk mengetahui populasi wereng dan musuh alami. Pengamatan dilakukan pada 2 plot pertanaman padi yaitu pertanaman dengan penerapan sistem PHT berbasis Rekeyasa Ekologi dan PHT Konvensional.

Teknik budidaya yang diterapkan pada pertanaman padi dalam penelitian ini adalah budidaya secara PHT. Pada penelitian ini budidaya PHT dibedakan menjadi dua, yaitu PHT Rekeyasa Ekologi dan PHT Konvensional (Tabel 2). Praktik yang mendasar untuk membedakan pelaksanaan budidaya untuk mengelola serangan Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) adalah penanaman beberapa tanaman berbunga (Misal Wijen, Bunga Mataharidan, Kenikir,) pada pematang. Pada lahan PHT Konvensional tidak dilakukan

penanaman tanaman berbunga, sedangkan pada lahan PHT dengan Rekayasa Ekologi dilakukan penanaman tanaman-tanaman berbunga tersebut di sekitarnya. Tahapan budidaya pada penelitian ini akan dibagi menjadi tiga, yaitu pra-tanam, penanaman dan pemeliharaan tanaman.

Pada tahap pra tanam dilakukan aplikasi bioaktivator, *Trichoderma* sp dan PGPR di lahan dengan dosis 5 liter/hektar, perlakuan benih padi yaitu diperam dengan *Trichoderma* sp dan PGPR (Plant Growth Promoting Rizobacterium) dengan konsentrasi 10 % selama 3 hari, kemudian benih disemaikan dengan jumlah 25-40 kg/hektar. Pada saat persemaian berumur 5 hari dilakukan aplikasi PGPR/ *Trichoderma* sp dengan konsentrasi 20 ml/l, selanjutnya persemaian umur 6 hari diaplikasikan teh kompos dengan konsentrasi 1:15. Pemupukan dilakukan pada saat umur persemaian 8 hari yaitu dengan phonska 30 gr/m². Kemudian pada saat tanaman berumur berumur 11 hari dilakukan aplikasi *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi 10 ml/l. Pada saat persemaian berumur 16 hari dilakukan aplikasi teh kompos dan PGPR dengan konsentrasi 20 ml/l.

Pada tahapan pra-tanam berikutnya, dilakukan penyiapan lahan masing-masing seluas 0,5 Ha untuk PHT Konvensional dan PHT berbasis Rekayasa Ekologi. Penyiapan lahan dilakukan dengan bajak dan garu, kemudian diberikan pupuk Kompos sebanyak 2.000 kg/Ha, aplikasi Bioaktivator, *Trichoderma* sp, dan PGPR masing-masing 5 liter/Ha. Langkah berikutnya adalah penebaran pupuk dasar yaitu Phonska sebanyak 100 kg dan 50 kg SP-36 sebanyak 50 k. Pada saat persemaian berumur 18-21 hari setelah semai (HSS) benih bisa dicabut dari persemaian kemudian dicelupkan ke PGPR dengan konsentrasi 10-20 cc/liter.

Setelah lahan dipersiapkan, selanjutnya benih dapat ditanam pada lahan tersebut dengan jarak tanam Legowo 20 x 20 x 40 cm.

Selanjutnya pada saat 7 hari setelah tanam dilakukan aplikasi teh kompos, *Beauveria bassiana*, dan *Trichoderma* sp dengan dosis masing-masing 15 liter, 5 dan 5 liter/ha. Pengamatan agroekosistem dilakukan setiap seminggu sekali, pengamatan meliputi perkembangan tanaman, Organisme Pengganggu Tanaman, Musuh Alami Hama, Air, Gulma dan Kondisi Cuaca. Pengamatan terhadap agroekosistem dimulai pada saat 10 Hari Setelah Tanam (HST).

Aplikasi pupuk susulan I, menggunakan Phonska dan Urea masing – masing 75 kg/Ha pada saat 14 HST. Pemeliharaan terhadap gulma dilakukan penyiangan, apabila gulma terlalu banyak pada lahan pertanaman padi. Pada saat tanaman berumur 21 HST, dilakukan aplikasi Teh Kompos 15 Liter, *Beauveria bassiana* 5 liter/Ha, dan *Corynebacterium* 5 liter/Ha. Selanjutnya pada saat tanaman berumur 25 HST diaplikasi Teh Kompos, PGPR dan *Trichoderma* sp masing-masing 15 liter/Ha. Aplikasi Pupuk Susulan II dilakukan pada saat tanaman berumur 35 HST, pupuk yang diaplikasikan adalah Phonska dan Urea masing-masing 75 kg/Ha dan pada saat yang sama juga dilakukan aplikasi *Beauveria bassiana* dan *Corynebacterium* masing-masing 5 liter/Ha. Pada saat tanaman berumur 45 HST dilakukan aplikasi Teh Kompos dan PGPR masing-masing 5 liter/Ha. Aplikasi teh kompos ++ yaitu teh kompos yang ditambah dengan air kelapa dan daun paitan, sebanyak 15 liter/Ha, aplikasi dilakukan pada saat tanaman berumur 50 HST. Selanjutnya pada saat tanaman berumur 55 HST dilakukan aplikasi *Beauveria bassiana* dan *Coryne bacterium* masing-masing sebanyak 15 dan 5 liter/ha. Pada saat tanaman berumur 60 HST dilakukan aplikasi Teh kompos ++ dengan dosis sebanyak 15 liter/ha. Dan perlakuan aplikasi yang terakhir adalah aplikasi Teh kompos ++ dengan dosis sebanyak 15 liter/ha.

Pemantauan di lahan PHT Konvensional dan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dilakukan terhadap pertumbuhan tanaman, perkembangan populasi WBC dan musuh alami WBC, perkembangan OPT yang lain serta intensitas kerusakan yang terjadi.

Tabel 2. Praktik Budidaya Padi PHT Konvensional dan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi.

Tahapan	PHT Konvensional	PHT Berbasis Rekayasa Ekologi
Pratanam Perlakuan benih	- Benih diperam dengan <i>Trichoderma</i> sp dan PGPR dengan konsentrasi 10 % selama 2 hari.	- Benih diperam dengan <i>Trichoderma</i> sp dan PGPR dengan konsentrasi 10 % selama 2 hari.
Persemaian	- Tebar benih sebanyak 25-40 kg/ha	- Tebar benih sebanyak 25-40 kg/ha

(Berlanjut)

(Lanjutan)

Pengolahan tanah

-
- Aplikasi PGPR/TDR saat persemaian berumur 5 hari dengan konsentrasi 20 ml/l.
 - Aplikasi teh kompos pada saat persemaian berumur 6 hari dengan konsentrasi 1:15.
 - Pemupukan menggunakan Phonska sebanyak 30 gr/m² pada saat persemaian berumur 8 hari.
 - Aplikasi *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi 10 ml/l pada saat tanaman berumur 11 hari.
 - Aplikasi PGPR dan Teh Kompos dengan konsentrasi masing-masing 20 ml/l saat persemaian berumur 16 hari.
- Aplikasi PGPR/TDR saat persemaian berumur 5 hari dengan konsentrasi 20 ml/l.
 - Aplikasi teh kompos pada saat persemaian berumur 6 hari dengan konsentrasi 1:15.
 - Pemupukan menggunakan Phonska sebanyak 30 gr/m² pada saat persemaian berumur 8 hari.
 - Aplikasi *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi 10 ml/l pada saat tanaman berumur 11 hari.
 - Aplikasi PGPR dan Teh Kompos dengan konsentrasi masing-masing 20 ml/l saat persemaian berumur 16 hari.
- Tanah dibajak menggunakan traktor kemudian digaru.
 - Aplikasi pupuk kompos dengan dosis 2.000 kg/ha.
 - Aplikasi bioaktivator, *Trichoderma* sp, dan PGPR dengan dosis masing-masing 5 liter/ha.
 - Aplikasi pupuk dasar berupa Phonska sebanyak 100 kg dan SP-36 sebanyak 50 kg.
- Lalu tanah dibajak menggunakan traktor kemudian digaru.
 - 3 minggu sebelum pengolahan tanah, dilakukan penanaman *Azolla*. (*Azolla microphylla* Kaulf.) di dalam kolam dengan yang luasnya 2 x 2 m².
 - Aplikasi pupuk kompos dengan dosis 2.000 kg/ha.
 - Aplikasi bioaktivator, *Trichoderma* sp, dan PGPR dengan dosis masing-masing 5 liter/ha. Aplikasi pupuk dasar berupa Phonska sebanyak 100 kg dan SP-36 sebanyak 50 kg.
-

(Berlanjut)

(Lanjutan)

Tanam

- Semaian benih dicabut pada saat usia 18-21 HSS.
- Celupkan bagian akar bibit dalam PGPR dengan konsentrasi 10-20 cc/liter.
- Lakukan penanaman dengan jarak tanam Legowo 20x20x40 cm.

- 10 hari sebelum penanaman bibit padi, pematang disekitar lahan ditanami dengan tanaman wijen (*Sesamum indicum* L.), bunga matahari (*Helianthus annus* L.) dan kenikir (*Cosmos kaudatus* Kunth).

- Tanaman wijen (*Sesamum indicum* L.) ditanam satu lajur pada pematang dengan jarak antar tanaman adalah 20 cm. Pada pematang yang sama ditanam pula tanaman bunga matahari (*Helianthus annus* L.) dan kenikir (*Cosmos kaudatus* Kunth) dengan satu lajur dan jarak antar tanaman masing-masing adalah 1 m.

- Setelah tanaman-tanaman berbunga tersebut ditanam, berikutnya adalah penanaman tanaman padi.

- Semaian benih dicabut pada saat usia 18-21 HSS.
- Celupkan bagian akar bibit dalam PGPR dengan konsentrasi 10-20 cc/liter.

- Lakukan penanaman dengan jarak tanam Legowo 20x20x40 cm.

- Setelah padi ditanam, tanaman Azolla (*Azolla microphylla* Kaulf.) yang sudah ditanam kemudian disebar sebanyak \pm 500 kg.

Pemeliharaan

- Aplikasi teh kompos, *Beauveria bassiana* dan *Trichoderma* sp dengan dosis masing-masing 15 liter, 5 dan 5 liter/ha saat umur tanaman 7 HST.

- Aplikasi teh kompos, *Beauveria bassiana* dan *Trichoderma* sp dengan dosis masing-masing 15 liter, 5 dan 5 liter/ha saat umur tanaman 7 HST.

- Aplikasi pupuk susulan I yaitu Phonska dan Urea masing-masing 75 kg/ha

- Aplikasi pupuk susulan I yaitu Phonska dan Urea masing-masing 75 kg/ha

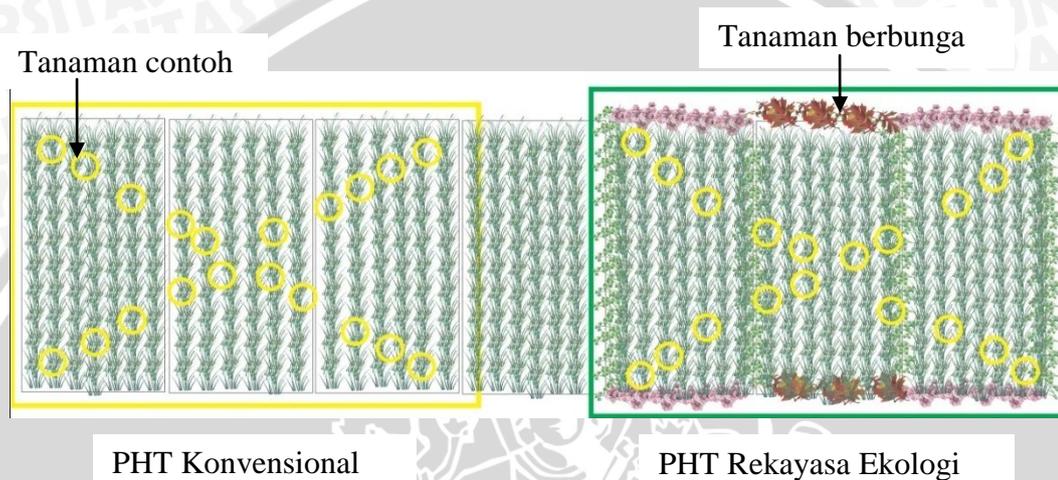
(Belanjut)

(Lanjutan)

-
- | | |
|---|---|
| <p>saat umur tanaman 14 hari.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lakukan penyiangan apabila gulma tumbuh tidak terkendali. - Aplikasi teh kompos, <i>Beauveria bassiana</i> dan <i>Coryne bacterium</i> dengan dosis masing-masing 15 liter, 5 dan 5 liter/ha. - Aplikasi teh kompos, PGPR dan <i>Trichoderma</i> sp dengan dosis 5 liter/ha pada saat umur tanaman 25 HST. - Aplikasi pupuk susulan II dilakukan pada saat umur tanaman 35 HST, yaitu dengan pemberian Phonska dan Urea sebanyak 75 kg/ha. - Aplikasi <i>Beauveria bassiana</i> dan <i>Coryne bacterium</i> dengan dosis 5 liter/ha. - Aplikasi teh kompos dan PGPR dengan dosis 5 liter/ha saat umur tanaman 45 HST. - Aplikasi teh kompos ++ dengan dosis 15 liter/ha saat umur tanaman 50 HST. - Aplikasi <i>Beauveria bassiana</i> dan <i>Coryne bacterium</i> masing-masing 15 liter/ha dan 5 liter/ha. - Aplikasi teh kompos ++ dengan dosis 15 liter/ha saat umur tanaman 60 HST. - Aplikasi teh kompos ++ dengan dosis 15 liter/ha saat umur tanaman 70 HST. - Pemantauan | <p>saat umur tanaman 14 hari.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lakukan penyiangan apabila gulma tumbuh tidak terkendali. - Aplikasi teh kompos, <i>Beauveria bassiana</i> dan <i>Coryne bacterium</i> dengan dosis masing-masing 15 liter, 5 dan 5 liter/ha. - Aplikasi teh kompos, PGPR dan <i>Trichoderma</i> sp dengan dosis 5 liter/ha pada saat umur tanaman 25 HST. - Aplikasi pupuk susulan II dilakukan pada saat umur tanaman 35 HST, yaitu dengan pemberian Phonska dan Urea sebanyak 75 kg/ha. - Aplikasi <i>Beauveria bassiana</i> dan <i>Coryne bacterium</i> dengan dosis 5 liter/ha. - Aplikasi teh kompos dan PGPR dengan dosis 5 liter/ha saat umur tanaman 45 HST. - Aplikasi teh kompos ++ dengan dosis 15 liter/ha saat umur tanaman 50 HST. - Aplikasi <i>Beauveria bassiana</i> dan <i>Coryne bacterium</i> masing-masing 15 liter/ha dan 5 liter/ha. - Aplikasi teh kompos ++ dengan dosis 15 liter/ha saat umur tanaman 60 HST. - Aplikasi teh kompos ++ dengan dosis 15 liter/ha saat umur tanaman 70 HST. - Pemantauan |
|---|---|
-

Penentuan Tanaman Contoh

Dari 2 petak perlakuan PHT Konvensional dan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi ditetapkan masing-masing 20 tanaman contoh yang diambil secara diagonal (Gambar 2). Pengamatan pada masing-masing tanaman contoh meliputi jumlah anakan dan tinggi tanaman serta keberadaan hama Wereng batang coklat dan Musuh Alami wereng batang coklat.



Gambar 2. Denah Petak Penelitian

Studi Pertumbuhan Tanaman Padi

Pengamatan pertumbuhan tanaman padi dilakukan dengan menghitung jumlah daun, jumlah anakan, dan tinggi tanaman pada tanaman contoh lahan PHT Konvensional dan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi. Pengamatan dilakukan setiap seminggu sekali. Pengamatan dimulai saat tanaman berumur 14 HST sampai berumur 80 HST.

Studi Populasi Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal)

Populasi wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) yang diamati adalah jumlah imago. Populasi Wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) diamati dengan metode mutlak, yaitu menghitung jumlah imago Wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) pada tanaman contoh di seluruh bagian tanaman. Pemantauan populasi Wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) dilakukan setiap satu minggu sekali. Pemantauan dimulai pada saat umur tanaman 14 HST, sampai tanaman berumur 80 HST.

Pengamatan Musuh Alami

Pengamatan terhadap populasi musuh alami wereng batang coklat dilakukan bersamaan dengan pengamatan populasi wereng batang coklat yaitu 1 minggu sekali. Pengamatan dilakukan dengan dua metoda yaitu jaring ayun (*Sweepnet*) dan perangkap panci kuning (*Pan trap*).

Jaring ayun serangga (*Sweepnet*) adalah jaring yang sering digunakan untuk menangkap serangga secara manual. Cara penggunaannya adalah jaring tersebut diayunkan secara perlahan disekitar rumpun tanaman. Serangga yang terperangkap di dalam jaring kemudian diambil menggunakan aspirator, lalu diletakkan ke dalam fial film.

Panci perangkap (*Pan trap*), adalah perangkap serangga berupa panci berwarna kuning yang digunakan untuk menangkap dan menjebak serangga hama maupun musuh alami yang terbang. Panci ini dapat dibuat dengan menggunakan baskom piasyik berwarna kuning dengan diameter ± 20 cm dan diisi dengan larutan deterjen dan air. Panci tersebut dipasang pada ketinggian ± 60 cm dari permukaan tanah dengan cara diberi penyangga bambu. Pada bagian atas panci diberi lubang dengan diameter 1 cm sebagai tempat keluarnya air, sehingga pada saat panci penuh (misal karena air hujan) air tidak akan tumpah. Lubang tersebut diberi kasa agar serangga yang ada di dalam panci tidak terbawa keluar. Panci perangkap dipasang sebanyak 10 buah secara diagonal pada lahan pengamatan. Panci perangkap dipasang saat tanaman dipindahkan dari persemaian. Perangkap tersebut dipasang selama 24 jam, untuk kemudian dikoleksi serangga yang terperangkap di dalamnya. Seluruh arthropoda yang telah diperoleh dimasukkan ke dalam fial film kemudian dimasukkan ke dalam fial film untuk kemudian diidentifikasi.

Analisis Usaha Tani

Analisis usaha tani padi berfungsi untuk mengetahui biaya yang harus dikeluarkan dan tingkat keuntungan yang diperoleh pada budidaya tanaman padidengan penerapan PHT berbasis rekayasa ekologi dan PHT Konvensional.

Analisis Data

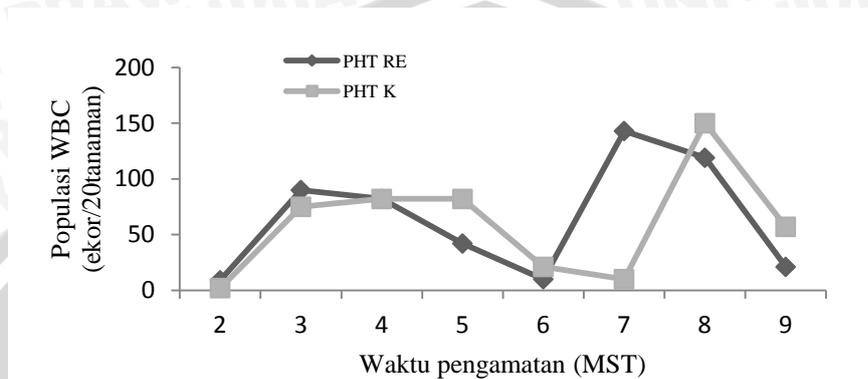
Data hasil pengamatan yang diperoleh dari lahan PHT Konvensional dan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dianalisis dengan menggunakan Uji t dengan tingkat ketelitian 5%.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal)

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan populasi WBC pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi (PHT RE) dan pada lahan PHT Konvensional (PHT K) yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Fluktuasi populasi WBC pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional

Pada Gambar di atas tampak bahwa populasi WBC mengalami fluktuasi pada setiap minggu pengamatan. Pengamatan dimulai pada dua minggu setelah tanam. Pada waktu pengamatan 2-4 dan pada pengamatan 7 minggu setelah tanam, populasi WBC pada lahan PHT RE lebih tinggi dibandingkan pada lahan PHT K. Pada pengamatan 5-6 minggu setelah tanam dan 8-9 minggu setelah tanam, populasi WBC pada lahan PHT RE lebih rendah dibandingkan pada lahan PHT K. Pada pengamatan ke 7-9 petak perlakuan PHT RE menunjukkan terjadi penurunan populasi WBC, hal ini berkaitan erat dengan populasi musuh alami yang ditemukan pada pengamatan 7-9 pada petak PHT RE lebih tinggi dibandingkan pada petak PHT K. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh penanaman tanaman berbunga mulai tampak pada pengamatan 7-9 minggu setelah tanam, yaitu mampu meningkatkan jumlah musuh alami pada petak PHT RE sehingga secara tidak langsung berpengaruh terhadap populasi WBC. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa tanaman berbunga seharusnya ditanam dalam jangka waktu lebih awal (misal seminggu setelah panen musim pertama) dengan jumlah tanaman berbunga yang lebih bervariasi dan rancangan penanaman yang sesuai dengan kondisi pematang yang ada pada lahan sehingga pematang tetap dapat digunakan sebagai akses untuk jalan.

Tabel 3. Rerata populasi WBC pada lahan PHT RE dan lahan PHT K

Perlakuan	Wereng Batang Coklat
PHT RE	3,22
PHT K	2,99
Uji t 5%	tn

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji T 5%; tn : tidak nyata ; *: beda nyata

Berdasarkan hasil uji t terhadap rerata populasi WBC pada perlakuan PHT RE dan PHT K menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Populasi Musuh Alami

Salah satu faktor yang mempengaruhi dinamika perkembangan populasi hama ialah musuh alami dari hama tersebut. WBC memiliki beberapa jenis musuh alami dari kelompok patogen, predator dan parasitoid. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data spesies musuh alami yang berhasil diidentifikasi antara lain sebagai berikut (Tabel 4.).

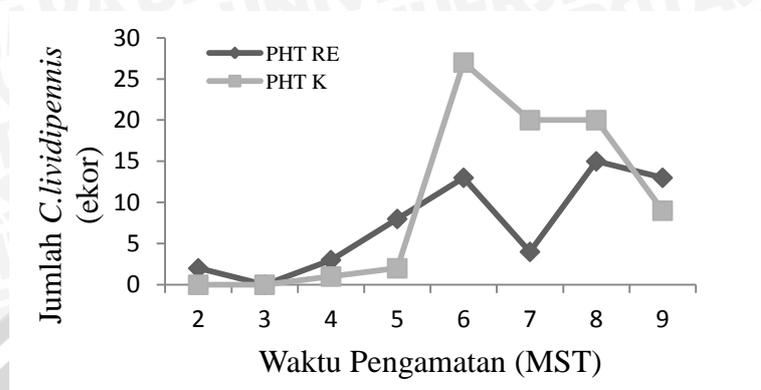
Tabel 4. Jumlah spesies musuh alami yang ditemukan pada Lahan PHT RE dan Lahan PHT K

No.	Musuh Alami	PHT RE	PHT K
1.	<i>Cyrtorhinus lividipennis</i>	58	79
2.	<i>Paederus fuscipes</i> .	23	16
3.	<i>Ophionea indica</i>	5	8
4.	<i>Coccinella arcuata</i>	2	1
5.	Laba-laba	111	99
	Jumlah	199	203

Musuh alami yang ditemukan selama penelitian berlangsung antara lain adalah *C. lividipennis*, *P. fuscipes*, *O. indica.*, *C. arcuata*, dan Laba-laba. Dari data di atas tampak bahwa jumlah musuh alami pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi secara umum hampir sama pada lahan PHT Konvensional. Namun apabila dilihat berdasarkan pengamatan mingguan menunjukkan bahwa secara umum jenis musuh alami yang ditemukan mengalami signifikansi pada minggu akhir pengamatan (minggu 7-9). Dari beberapa jenis musuh alami yang ditemukan pada minggu akhir pengamatan menunjukkan jenis musuh alami pada petak PHT RE lebih tinggi dibandingkan pada petak PHT K. Secara umum dapat disimpulkan bahwa tanaman berbunga mulai menunjukkan pengaruh pada minggu

akhir pengamatan, sehingga seharusnya tanaman berbunga dapat ditanam lebih awal.

C. lividipennis



Gambar 4. Jumlah *C. lividipennis* yang ditemukan pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional

Pada gambar di atas tampak bahwa populasi *C. lividipennis* mengalami flukuasi pada tiap pengamatan. Pada pengamatan pertama tampak bahwa populasi *C. lividipennis* pada lahan PHT RE lebih tinggi dibandingkan pada lahan PHT K sampai pengamatan minggu ke-4. Pada pengamatan minggu berikutnya, yaitu pengamatan ke-5 populasi *C. lividipennis* pada lahan PHT RE mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Pada pengamatan ke-5 sampai ke-7, populasi *C. lividipennis* pada lahan PHT K lebih banyak dibandingkan pada lahan PHT RE. Dan pada pengamatan terakhir, populasi *C. lividipennis* pada lahan PHT RE dibanding pada lahan PHT K lebih tinggi.

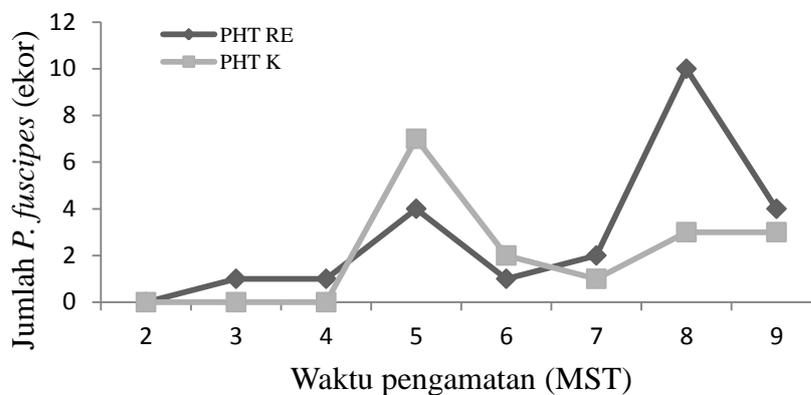
Tabel 5. Rerata populasi *C. lividipennis* pada lahan PHT RE dan lahan PHT K

Perlakuan	<i>C. lividipennis</i>
PHT RE	0,36
PHT K	0,49
Uji t 5%	tn

Keterangan : Angka-angka yang didampangi oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji T 5%; tn : tidak nyata ; *: beda nyata

Hasil uji t menunjukkan bahwa rerata populasi *C. lividipennis* pada lahan PHT RE dan PHT K tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa penanaman tanaman berbunga tidak berpengaruh secara nyata terhadap populasi *C. lividipennis*.

P.fuscipes



Gambar 5. Jumlah *P.fuscipes* yang ditemukan pada lahan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi dan lahan PHT Konvensional

Pada gambar di atas tampak bahwa populasi *P. fuscipes* mengalami fluktuasi pada tiap pengamatan. Pada pengamatan kedua dan ketiga tampak bahwa populasi *P. fuscipes* pada lahan PHT RE lebih tinggi dibandingkan pada lahan PHT K. Pada pengamatan ke-4 dan ke-5 populasi *P. fuscipes* pada lahan PHT K lebih banyak dibandingkan pada lahan PHT RE. kemudian pada pengamatan ke-6 sampai ke-8 populasi *P. fuscipes* pada lahan PHT RE lebih tinggi dibanding pada lahan PHT K.

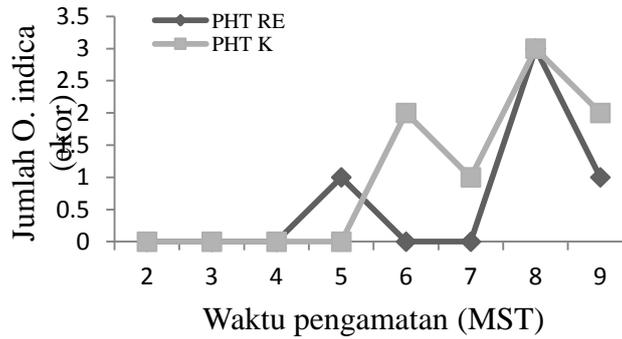
Tabel 6. Rerata populasi *P. fuscipes* pada lahan PHT RE dan lahan PHT K

Perlakuan	<i>P. fuscipes</i>
PHT RE	0,14
PHT K	0,06
Uji t 5%	tn

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji T 5%; tn : tidak nyata ; *: beda nyata

Hasil uji t menunjukkan bahwa rerata populasi *P. fuscipes* pada lahan PHT RE dan PHT K tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa penanaman tanaman berbunga tidak berpengaruh secara nyata terhadap populasi *P. fuscipes*.

O.indica



Gambar 6. Jumlah *O.indica* yang ditemukan pada lahan PHT RE dan lahan PHT K

Pada gambar di atas tampak bahwa populasi *O. indica* pada lahan PHT RE lebih tinggi dibandingkan pada lahan PHT K. Kemudian pada minggu ke-5 sampai ke -8 populasi *O. indica* pada lahan PHT K lebih tinggi dibandingkan pada lahan PHT RE.

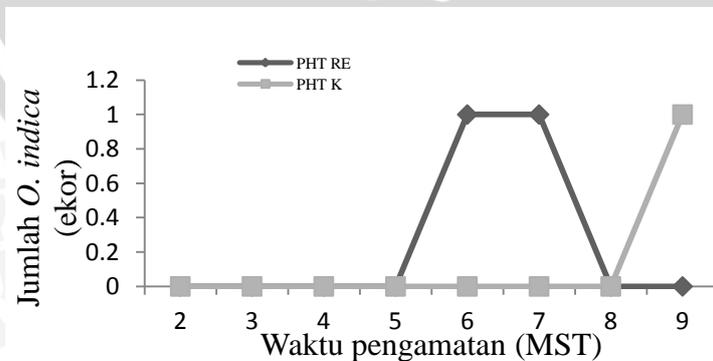
Tabel 7. Rerata populasi *O. indica* pada lahan PHT RE dan lahan PHT K

Perlakuan	<i>O. indica</i>
PHT RE	0,03
PHT K	0,05
Uji t 5%	tn

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji T 5%; tn : tidak nyata ; *: beda nyata

Hasil uji t menunjukkan bahwa rerata populasi *O. indica* pada lahan PHT RE dan PHT K tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa penanaman tanaman berbunga tidak berpengaruh secara nyata terhadap populasi *O.indica*.

C.arcuata



Gambar 7. Jumlah *C. arcuata* yang ditemukan pada lahan PHT RE dan lahan PHT K



Pada gambar di atas tampak bahwa populasi *C. arcuata* pada lahan PHT K tetap yaitu sampai pengamatan ke-7 kemudian baru ditemukan pada pengamatan ke-8. Sedangkan pada lahan PHT REC. *arcuata* tampak ditemukan pada pengamatan ke-5 dan ke-6.

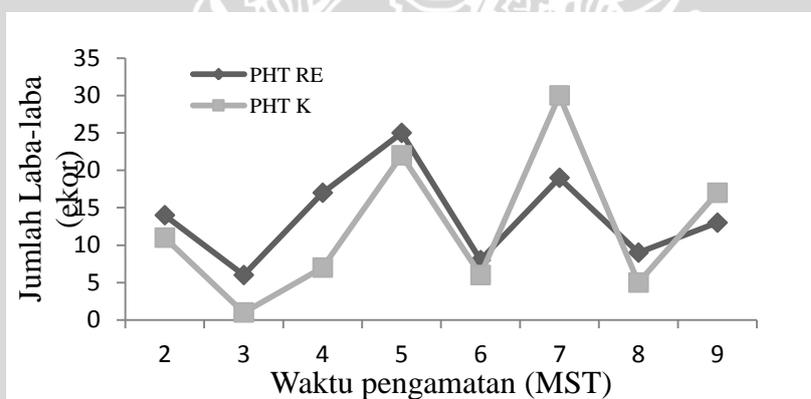
Tabel 8. Rerata populasi *C. arcuata* pada lahan PHT RE dan lahan PHT K

Perlakuan	<i>Coccinella arcuata</i>
PHT RE	0,012
PHT K	0,006
Uji t 5%	tn

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji T 5%; tn : tidak nyata ; *: beda nyata

Hasil uji t menunjukkan bahwa rerata populasi *C. arcuata* pada lahan PHT RE dan PHT K tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa penanaman tanaman berbunga tidak berpengaruh secara nyata terhadap populasi *C. arcuata*.

Laba-laba



Gambar 8. Jumlah Laba-laba yang ditemukan pada lahan PHT RE dan lahan PHT K

Pada gambar di atas tampak populasi laba-laba mengalami fluktuasi selama pengamatan berlangsung. Jenis laba-laba yang ditemukan antara lain *Lycosa* sp. dan *Pardosa* sp. Pada pengamatan pertama sampai pengamatan ke -5 populasi laba-laba yang ditemukan pada lahan PHT RE lebih banyak dibanding pada lahan PHT K. Pada pengamatan ke-2 sampai ke-4 populasi laba-laba baik pada lahan PHT RE maupun pada PHT K mengalami peningkatan.

Tabel 9. Rerata populasi Laba-labapada lahan PHT RE dan lahan PHT K

Perlakuan	Laba-laba
PHT RE	0,69
PHT K	0,61
Uji t 5%	tn

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji T 5%; tn : tidak nyata ; *: beda nyata

Musuh alami yang ditemukan antara lain *C. lividipennis*, *P. fuscipes*, *O. indica.*, *C. arcuata*, dan Laba-laba. Menurut Drechsler dan Settele, 2001 (dalam Gurr; 2009) proporsi tanaman bunga yang tinggi di dalam agroekosistem dapat menurunkan kelimpahan hama. Kondisi yang demikian penting dalam agroekosistem padi karena dapat meningkatkan keberadaan musuh alami seperti *C. lividipennis*, dan juga jenis lain terutama laba-laba pada tanaman yang berdekatan dengan tanaman padi.

Dari beberapa jenis musuh alami wereng batang coklat yang ditemukan, semuanya merupakan predator dari wereng batang coklat. Populasi musuh alami yang ditemukan pada lahan PHT RE dan PHT K tidak berbeda nyata. Hal ini kemungkinan disebabkan karena waktu penanaman tanaman berbunga yang kurang sesuai dengan masa kehadiran musuh alami. Pada lahan PHT RE, tanaman Wijen ditanam dengan jarak tanam 20x20 cm, sedangkan Kenikir, dan Bunga Matahari ditanam dengan jarak 1 x 1 m. Penanaman dilakukan pada saat 10 hari sebelum persemaian dengan perkiraan masa pembungaan akan tepat bersamaan dengan awal tanam padi, sehingga populasi musuh alami akan meningkat seiring dengan keberadaan tanaman berbunga tersebut. Dengan penanaman tanaman berbunga tersebut diharapkan populasi yang ditemukan akan lebih banyak dibanding populasi musuh alami pada petak PHT K, sehingga populasi WBC akan lebih rendah, akan tetapi berdasarkan hasil analisis uji t menunjukkan bahwa populasi WBC pada lahan PHT RE dan PHT K tidak berbeda nyata. Hal ini bertolak belakang dengan hasil penerapan rekayasa ekologi di Jinhua dan Lingui, China. Gurr (2010) mengemukakan bahwa dengan penerapan rekayasa ekologi dapat meningkatkan populasi musuh alami. Populasi musuh alami pada petak rekayasa ekologi lebih tinggi dibandingkan dengan petak petani, selain itu populasi WBC yang ditemukan pada petak rekayasa ekologi lebih rendah

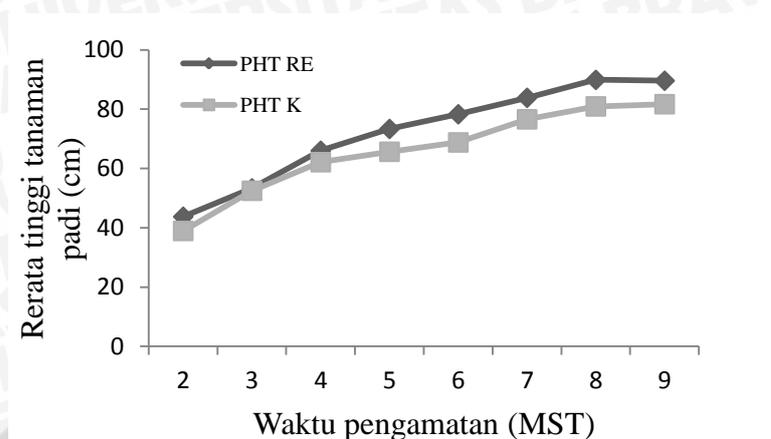
dibandingkan petak petani. Penerapan rekayasa ekologi di China dilakukan pada lahan seluas 37 ha, sedangkan petak pembandingnya adalah petak petani seluas 30 ha. Tanaman berbunga yang ditanam pada penerapan rekayasa ekologi di China antara lain Wijen (*Sesamum indicum*), Coriander (*Coriandrum sativum*), Soba (*Fagopyron esculentum*), Alyssum (*Lobularia maritima*), *Zizania* (unknown species), dan Sudan grass (*Sorghum vulgare* var. *sudanense*).

Berdasarkan kondisi di atas, dapat disimpulkan bahwa penanaman tanaman berbunga sebaiknya dilakukan pada waktu satu minggu setelah panen musim awal dan disesuaikan dengan masa pembungaan tanaman berbunga yang akan ditanam. Jumlah tanaman berbunga yang ditanam di pematang lahan juga perlu diperbanyak jenisnya agar biodiversitasnya lebih tinggi. Menurut Bianchi *et al.*, 2006 dalam Gurr *et al.*, 2009 apabila manipulasi agroekosistem dalam suatu tanaman dilakukan lebih awal, maka ini akan menunjang proses-proses ekosistem seperti pengendalian hayati hama yang lebih efektif dengan kehadiran lebih banyak spesies. Hingga akhirnya banyak spesies (musuh alami) yang tinggal dan berkelompok pada awal musim dan dapat menekan ledakan hama pada musim awal.

Pertumbuhan tanaman padi

Pengamatan pertumbuhan tanaman padi dilakukan dengan pengukuran tinggi tanaman dan jumlah anakan tanaman padi. Hasil uji t terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan masing masing menunjukkan bahwa aplikasi *Azollaa* cukup memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman padi.

Tinggi Tanaman



Gambar 9. Rerata tinggi tanaman padi pada lahan PHT RE dan lahan PHT K

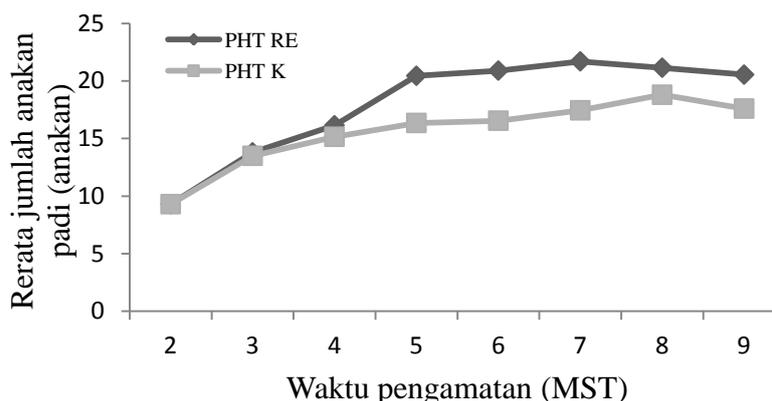
Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada lahan PHT Konvensional maupun pada lahan PHT RE terus meningkat semenjak pengamatan pertama (Gambar 9). Rata-rata tinggi tanaman padi pada lahan PHT RE lebih tinggi dibandingkan dengan tinggi tanaman pada lahan PHT K. Pada kedua lahan percobaan diaplikasikan pupuk yang sama sehingga yang membedakan adalah pemberian tanaman *Azolla* pada lahan PHT RE. Hasil uji t pada rata-rata tinggi tanaman menunjukkan bahwa pemberian *Azolla* berpengaruh secara nyata terhadap tinggi tanaman padi.

Tabel 10. Rerata tinggi tanaman padi pada Lahan PHT RE dan Lahan PHT K

Perlakuan	Tinggi tanaman padi
PHT RE	72,26 b
PHT K	65,91 a
Uji t 5%	*

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji T 5%; tn : tidak nyata ; *: beda nyata

Jumlah Anakan



Gambar 10. Rerata jumlah anakan padi pada lahan PHT RE dan PHT K

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap jumlah anakan menunjukkan bahwa perkembangan jumlah anakan mengalami peningkatan secara berkala selama pengamatan berlangsung (Gambar 9). Rata-rata jumlah anakan padi pada lahan PHT RE lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah anakan pada lahan PHT K. Berdasarkan hasil uji t menunjukkan bahwa pemberian *Azolla* memberikan pengaruh terhadap jumlah anakan padi.

Tabel 11. Rerata jumlah anakan padi pada lahan PHT RE dan lahan PHT K

Perlakuan	Jumlah anakan padi
PHT RE	18,00 b
PHT K	15,58 a
Uji t 5%	*

Keterangan : Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji T 5%; tn : tidak nyata ; *: beda nyata

Berdasarkan analisa pertumbuhan tanaman, menunjukkan bahwa pertumbuhan padi pada lahan PHT RE lebih baik dibandingkan PHT K. Dengan penambahan kadar pupuk yang sama, pemberian *Azolla* memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tanaman padi. Lumkin (1984) menyebutkan bahwa saat usia 25 sampai 35 hari *Azolla* dapat menghasilkan nitrogen sebanyak 4 sampai 6 ton/ha selama musim penghujan dan 5 sampai 8 ton/ha selama musim kemarau. Tanaman membutuhkan nitrogen untuk menghasilkan protein yang dapat digunakan untuk menyerap cahaya matahari dan menjalankan proses alamiahnya.

Aplikasi *Azolla* dilakukan dengan cara ditanam setelah tanaman padi ditanam dan disebar diantara sela-sela tanaman padi serta dibiarkan mengapung di

atas permukaan tanah. Menurut Yanni, 1994 (*dalam Carrapico; 2000*) ada dua cara aplikasi *Azolla* yaitu dengan cara disebar pada waktu 2 minggu sebelum tanaman padi ditanam, sehingga *Azolla* akan ikut terbajak dan bisa menjadi pupuk sedangkan cara yang kedua adalah dengan cara *Azolla* disebar di atas permukaan tanah disela-sela tanaman padi setelah padi ditanam, dengan cara tersebut dapat menyelamatkan atau menyerap hampir setengah jumlah pupuk nitrogen kimia (urea) dan meminimalkan bahaya pengaruh ion-ion nitrat dan nitrit pada sumber air.

Produksi Tanaman Padi

Berdasarkan penghitungan dengan ukuran ubinan 2,5 x 2,5 m pada petak PHT berbasis rekayasa ekologi dan PHT Konvensional menunjukkan bahwa rerata bobot gabah basah pada lahan PHT RE berbeda jika dibandingkan pada lahan PHT K (Tabel 12).

Tabel 12. Bobot gabah basah pada Lahan PHT RE dan Lahan PHT K

Perlakuan	Bobot gabah basah (ton)
PHT RE	5,28
PHT K	5,20

Hasil panen menunjukkan bahwa bobot gabah basah yang telah dipanen dari lahan PHT berbasis rekayasa ekologi lebih tinggi dibandingkan pada PHT Konvensional. Jumlah bobot gabah basah yang lebih tinggi pada lahan PHT berbasis rekayasa ekologi tampaknya dipengaruhi oleh penambahan *Azolla*.

Analisis Usaha Tani

Analisis usaha tani merupakan suatu kajian terhadap sejumlah biaya yang harus dikeluarkan atau biasa disebut biaya produksi dan tingkat keuntungan atau kerugian yang diperoleh dari budidaya padi. Nilai biaya produksi dan harga yang ditampilkan dalam analisis usaha tani padi merupakan nilai biaya dan harga yang berlaku secara regional, di wilayah penelitian. Nilai biaya dan harga untuk budidaya padi disesuaikan dengan seluas satu hektar selama satu musim tanam padi (Tabel 13).

Tabel 13. Analisis usaha tani padi pada lahan PHT berbasis rekayasa ekologi dan PHT Konvensional dalam luasan satu hektar

Komponen biaya tiap ha	PHT RE	PHT K
Biaya Tetap	Rp 3.730.000	Rp 3.730.000
Biaya variabel		
Benih	Rp 910.000	Rp 750.000
Pupuk	Rp 3.110.000	Rp 3.110.000
Pestisida	Rp 1.175.000	Rp 1.175.000
Tenaga kerja	Rp 2.700.000	Rp 2.700.000
Total biaya produksi	Rp11.625.000	Rp 11.465.000
Pendapatan	Rp26.500.000	Rp 26.000.000
Keuntungan	Rp14.775.000	Rp 14.535.000
BEP		
BEP Produksi	2.325 kg	2.293 Kg
BEP Harga	Rp 2.201 /Kg	Rp 2.204 /Kg
BCR	2,27	2,26

Biaya produksi untuk budidaya padi pada perlakuan PHTRE lebih tinggi yaitu sebesar Rp11.625.000 dibandingkan pada perlakuan PHT K sebesar Rp 11.465.000. Dari perhitungan hasil panen diperoleh total pendapatan sebesar Rp 26.500.000 pada lahan PHT RE dan Rp 26.000.000 pada lahan PHT K. Dari perhitungan pendapatan tersebut diperoleh keuntungan dari lahan PHT RE lebih tinggi yaitu sebesar Rp 14.775.000 sedangkan dari lahan PHT K sebesar Rp 14.535.000.

Break event point (BEP) merupakan nilai minimum produksi maupun harga yang harus dicapai agar usaha tani yang dikelola tidak mengalami kerugian. Nilai BEP produksi budidaya padi pada lahan PHT RE adalah 2.325 kg/hektar, artinya pada kapasitas produksi sebesar 2.325 kg/hektar petani tidak mendapat keuntungan ataupun rugi. Sedangkan pada budidaya padi di lahan PHT K nilai BEP produksi adalah sebesar 2.293 Kg/hektar. Nilai BEP harga pada budidaya padi di lahan PHT RE adalah sebesar Rp 2.201/Kg, artinya bahwa apabila gabah dijual dengan harga Rp 2.201/Kg maka petani tidak memperoleh keuntungan dari usaha tani padinya namun juga tidak mengalami kerugian. Sedangkan nilai BEP harga pada budidaya padi di lahan PHT K adalah Rp 2.204/Kg.

Perhitungan kelayakan usaha tani dapat dilakukan dengan menghitung nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR). BCR merupakan perbandingan antara total pendapatan yang diperoleh dari usaha tani dengan total biaya produksi yang diperlukan. Berdasarkan perhitungan BCR didapatkan kesimpulan bahwa

keuntungan yang diperoleh dari budidaya padi di lahan PHT RE dan PHT K adalah masing-masing 2,27 dan 2,26 kali lipat dari modal usaha yang dikeluarkan. Nilai tersebut membuktikan bahwa budidaya padi dengan teknologi PHT RE maupun PHT K layak untuk diterapkan.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Populasi WBC pada petak perlakuan PHT berbasis rekayasa ekologi sama dengan pada petak perlakuan PHT Konvensional. Populasi musuh alami yang ditemukan pada perlakuan PHT berbasis rekayasa ekologi juga sama dengan populasi musuh alami pada perlakuan PHT Konvensional. Musuh alami yang ditemukan pada kedua lahan perlakuan antara lain *C. lividipennis*, *P. fuscipes*, *C. arcuata*, *O. indica* dan laba-laba.

Jumlah spesies musuh alami yang ditemukan pada pengamatan 7-9 di lahan PHT berbasis rekayasa ekologi lebih tinggi dibandingkan di lahan PHT konvensional, sehingga berpengaruh terhadap populasi WBC yang menunjukkan bahwa pada pengamatan minggu 7-9 populasi WBC pada lahan PHT berbasis rekayasa ekologi lebih rendah dibandingkan pada lahan PHT Konvensional.

Hasil produksi padi pada perlakuan PHT berbasis rekayasa ekologi lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan PHT Konvensional. Analisis usaha tani menunjukkan bahwa keuntungan yang diperoleh dari usaha tani padi dilihat dari nilai Benefit Cost Ratio (BCR) pada perlakuan PHT berbasis rekayasa ekologi adalah 2,27 kali lipat dari modal usaha dan PHT Konvensional sebesar 2,26 kali lipat dari modal usaha. Hal ini membuktikan bahwa budidaya padi dengan perlakuan PHT berbasis rekayasa ekologi dan PHT Konvensional layak untuk diusahakan.

Saran

Sebaiknya penanaman tanaman berbunga pada pematang dilakukan sebelum masa persemaian dan dipastikan tanaman tumbuh dengan baik agar pola pola rekayasa ekologi dapat meningkatkan biodiversitas musuh alami.

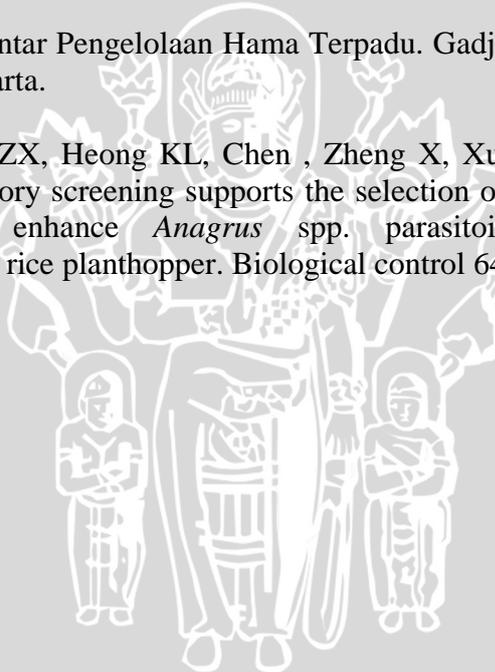
DAFTAR PUSTAKA

- Adriani E dan Sahiruddin. 2011. Interaksi Parasitoid Hymenoptera an Inangnya. Diunduh dari [Http://www. eviekepompong.blogspot.com](http://www.eviekepompong.blogspot.com) / pada tanggal 24-03- 2014
- Alston DG. 2011. The Integrated Pest Management (IPM) Concept. Utah State University and Utah Pest Diagnostic Laboratory.
- Baco D. 1984. Biologi Wereng Batang Coklat, *Nilaparvata lugens* Stal. dan Wereng Punggung Putih, *Sogatella furcifera* Horvath serta interaksi antara keduanya pada tanaman padi. Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Baehaki SE. 2008. Perubahan Biotipe Wereng Batang Coklat pada Beberapa Sentra Produksi Padi di Indonesia. Simposium Entomologi PEI Cabang Bogor. 9 hlm.
- Baehaki SE. 2009. Strategi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Padi dalam Perspektif Praktik Pertanian yang Baik (*Good Agricultural Practices*). Pengembangan Inovasi Pertanian. 2 (1): 65-78
- Baehaki SE.1996. Formula Pengendalian Wereng Batang Coklat Menggunakan Ambang Ekonomi berdasar Musuh Alami. Suatu Sintesis Data Mendasari Rasionalisasi Pengendalian Hama Secara Kuantitatif pada Tanaman Padi. Sukamandi: Balittan. 5 hlm
- Baehaki SE., dan WidiartaIN. 2009. Hama Wereng Dan Cara Pengendaliannya Pada Tanaman Padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- Begum M, Gurr GM, Wratten SD, Hedberg P, dan Nicol HI. 2006. Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests. J. Appl. Ecol. 43:547-554.
- Borror DJ, Triplehorn CA, dan Jhonson NF. 1996. Pengenalan pelajaran Serangga. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 1083 hlm.
- Carrapico F, Teixeira G, dan Diniz MA. 2000. *Azolla* as a biofertilizer in Africa. A Challenge for the future. Revista de Ciências Agrárias, 23 (3-4): 120-138
- Chiu SC. 1975. Biological control of the brown planthopper. Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, Taipe.
- Ehi-Eromosele CO, Nwinyi OC, dan Ajani OO. 2013. Integrated Pest Management Chapter 5. 105-115

- Ehler LE. 2006. Perspective Integrated Pest Management (IPM): Definition, Historical Development and Implementation, and the Other IPM. *Pest Manag Sci* 62: 787-789
- Gurr GM, Wratten SD dan Altieri MA. 2004. *Ecological Engineering: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods*. CSIRO Publishing, Melbourne (Australasian publisher)/ CABI International, Wallingford (European Publisher)/ Cornell University Press, Ithaca (America's publisher). 244 hlm
- Gurr GM. 2009. Prospects for ecological engineering for planthoppers and other arthropod pests in rice. Hlm 371 - 389. In Heong, K.L. and Hardy, B. (eds.) *Planthoppers – New threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
- Gurr GM. 2010. Final Report. *Ecological Engineering to Reduce Rice Crop Vulnerability to Planthopper Outbreaks*. Charles Sturt University. Australia
- Gurr GM. 2012. Ecological engineering: a new approach for managing rice pests. diunduh dari <https://www.agriskmanagementforum.org/content/ecological-engineering-new-approach-managing-rice-pests> pada tanggal 16-01-2014
- Gurr GM, van Emden HF, dan Wratten SD. 1998. Habitat manipulation and natural enemy efficiency. In: Barbosa P, editor. *Conservation biological control*. San Diego (USA): Academic Press. p 155-184.
- Gurr GM, Wratten SD, dan Altieri MA. 2004. Ecological engineering : a new direction for agricultural pest management. *AFBM Journal*. 1 (1): 28-35
- Heong KL. 2011. *Ecological Engineering – Strategy to Restore Biodiversity and Ecosystem Services for Pest Management in rice Production*. International Rice Research Institute. Los Banos. Philippines
- Hoffmann MP dan Frodsham AC. 1993. *Natural Enemies of Vegetable Insect Pests*. Cooperative Extension, Cornell University, Ithaca, NY. 63 pp
- Ismunadji M, Partohardjono S, Syam M, dan Widjono A. 1988. *Padi Jilid 1*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitpa). Bogor
- Izzudin A. 2003. *Manajemen Produksi Benih Padi Bersertifikat di PT. Sang Hyang Seri (Persero) Jawa Barat*. Laporan Praktek umum. Fakultas Pertanian Lampung. Bandar Lampung

- Jiaan C, Hangzhou, Zhongxian L, Guihua C. 2013. President of the Chinese Academy of Agriculture Sciences (CAAS) visits ecological engineering sites in Zhejiang province. Diunduh dari <http://iasvn.org/en/tin-tuc/President-of-the-Chinese-Academy-of-Agricultural-Sciences-28CAAS%29-visits-ecological-engineering-sites-in-Zhejiang-province-1820.html> pada tanggal 16-01-2014
- Kuno E. 1979. Ecology of brown planthoppers in temperate regions. In: Brown planthopper: threat to rice production in Asia. Manila (Philippines): International Rice Research Institute. hlm 45-60
- Larry G, Annemiek S, Rufus I dan McManus P. 2011. Pest and Natural Enemy Interactions. Diunduh dari <http://www.grapes.msu.edu/pestInteract.htm> pada tanggal 25-04-2014
- Lee JO Dan Park JS. 1977. Biology and Control of Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal.) in Korea. The Brown Planthopper. ASPAC. hlm 199-213.
- Liu CH. 1983. Study on the Long-Distance Migration of the Brown Planthopper in Taiwan. Division of Crop Environment. Taitung District Agriculture Improvement Station. Taitung, Taiwan.
- Lubis L. 2004. Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea*) dan Kentang (*Solanum tuberosum*). Program Studi Hama dan Penyakit Tanaman. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara
- Lumkin TA dan Plueknett DL. Azolla, a low cost aquatic green manure for agricultural crops. Departement of Agronomy and Soil Science. College of Tropical Agriculture. University of Hawaii. Honolulu, Hawaii
- Mochida O. 1977. Taxonomy and biology *Nilaparvata lugens* Stal. (Homoptera ; Delphacidae). Brown Planthopper Symp. Inter. Rice Res. Inst. Los Banos. Philippines.
- Mochida O, Suryana T, Wahyu A, dan Rahayu. 1978. The occurrence of the brown planthopper, whiteback planthopper, green leafhopper, grassy stunt, ragged stunt on rice in Sumatra, Jawa, Bali, Lombok, South Kalimantan. Entomol. Surv. Rept. No. 14 CRIA Sukamandi.
- Munisjah dan Setiawan A. 2001. Produksi Benih. Jakarta : Bumi Askara bekerja sama dengan Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Oka IN. 1995. Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

- Pathak MD Dan Khan ZR. 1994. Insect Pests of Rice. International Centre of Insect Physiology and Ecology. International Rice Research Institute. Manila. Philippines. hlm 19
- Piyaphongkul J. 2013. Effect of Thermal Stress on the Brown Planthopper *Nilaparvata lugens* (Stal). School of Biosciences. University of Birmingham.
- Politeknik Agroindustri. 2004. Padi. Panduan Kuliah Budidaya Tanaman Pangan. Sukamandi: Politeknik Agroindustri.
- Rola CA dan Pingli PL. 1993. Pesticides, rice productivity, and farmer's health an economic assesment. International Rice Research Institute. Manila. Philippines.
- Sogawa K. 1982. The Brown Planthopper : Feeding Physiology And Host Plant Interactions. Annu. Rev. Entomol. 27: 49-73
- Untung K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Zhu PY, Gurr GM, Lu ZX, Heong KL, Chen , Zheng X, Xu HX, dan Yang Y. 2013. Laboratory screening supports the selection of sesame (*Sesamum indicum*) to enhance *Anagrus* spp. parasitoids (Hymenoptera: Mymaridae) of rice planthopper. Biological control 64 (2013) 83-89



LAMPIRAN



Gambar lampiran 1. Penanaman padi



Gambar lampiran 2. Pemeliharaan (pembersihan gulma)



Gambar lampiran 3. Lahan Percobaan PHT berbasis Rekayasa Ekologi (Penanaman tanaman berbunga di sepanjang pematang)



Gambar lampiran 4. Lahan Percobaan PHT Konvensional



Gambar lampiran 5. Tanaman wijen di sekitar pematang sawah



Gambar lampiran 6. Tanaman *Azolla* di petak pertanaman padi



Gambar lampiran 7. Pias berisi telur *Corcyra cephalonica* yang sudah terparasit *Trichogramma japonicum*



Gambar lampiran 8. Perangkat panci kuning (*Pan trap*)

Tabel lampiran 9. Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi Wereng Batang Coklat pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional

	<i>PHT RE</i>	<i>PHT K</i>
Rata-rata	3,225	2,99375
Keragaman	3,05855263	2,793544408
Jumlah data	20	20
Derajat bebas	19	
t Stat	0,43169889	
t Tabel	2,09302405	

Tabel lampiran 10. Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi *Cytorhinus lividipennis* pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional

	<i>PHT K</i>	<i>PHT RE</i>
Rata-rata	0,49375	0,3625
Keragaman	0,285321	0,085361842
Jumlah data	20	20
Derajat bebas	19	
t Stat	0,9145	
t Tabel	2,093024	

Tabel lampiran 11. Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi *Paederus fuscipes* pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional

	<i>PHT RE</i>	<i>PHT K</i>
Rata-rata	0,14375	0,06875
Keragaman	0,021834	0,012294
Pengamatan	20	20
Derajat bebas	19	
t Stat	1,877704	
t Tabel	2,093024	

Tabel lampiran 12. Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi *Ophionea indica* pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional

	<i>PHT K</i>	<i>PHT RE</i>
Rata-rata	0,05	0,03125
Keragaman	0,005592	0,004729
Jumlah data	20	20
Derajat bebas	19	
t Stat	0,71876	
t Tabel	2,093024	

Tabel lampiran 13. Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi *Coccinella arcuata* pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional

	<i>PHT RE</i>	<i>PHT K</i>
Rata-rata	0,0125	0,00625
Keragaman	0,00148	0,000781
Jumlah data	20	20
Derajat bebas	19	
t Stat	0,56748	
t Tabel	2,093024	

Tabel lampiran 14. Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap populasi Laba-laba pada lahan PHT berbasis Rekayasa Ekologi dan PHT Konvensional

	<i>PHT RE</i>	<i>PHT K</i>
Rata-rata	0,69375	0,61875
Keragaman	0,255715461	0,1044
Jumlah data	20	20
Derajat bebas	19	
t Stat	0,646996639	
t Tabel	2,09302405	

Tabel lampiran 15. Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap tinggi tanaman padi pada lahan PHT berbasis Rekeyasa Ekologi dan PHT Konvensional

	<i>PHT RE</i>	<i>PHT K</i>
Rata-rata	72,25625	65,9125
Keragaman	45,28697	19,60378289
Jumlah data	20	20
Derajat bebas	19	
t Stat	3,249536	
t Tabel	2,093024	

Tabel lampiran 16. Hasil analisis statistika dengan uji t ($\alpha = 0.05$) terhadap jumlah anakan padi pada lahan PHT berbasis Rekeyasa Ekologi dan PHT Konvensional

	<i>PHT RE</i>	<i>PHT K</i>
Rata-rata	18	15,5875
Keragaman	36,89803	20,04951
Jumlah data	20	20
Derajat bebas	19	
t Stat	1,396728	
t Tabel	2,093024	

Tabel lampiran 17. Hasil panen ubinan 2,5 x 2,5 m dan produksi per hektar pada lahan PHT berbasis rekeyasa ekologi dan PHT Konvensional

No.	Hasil ubinan 2,5 x 2,5 m		Hasil produksi per hektar	
	PHT RE	PHT K	PHT RE	PHT K
1	2,5 kg	3 kg	4 ton	4,8 ton
2	2,5 kg	3,75 kg	4 ton	6 ton
3	3,5 kg	2,5 kg	5,6 ton	4 ton
4	3,5 kg	3,5 kg	5,6 ton	5,6 ton
5	4,5 kg	3,5 kg	7,2 ton	5,6 ton
Jumlah	16,5 kg	16,25 kg	26,4 ton	26 ton
Rata-rata	3,3 kg	3,25 kg	5,28 ton	5,2 ton

Tabel lampiran 18. Analisis usaha tani padi pada perlakuan PHT berbasis rekayasa ekologi dan PHT Konvensional

Komponen biaya tiap ha	PHT RE	PHT K
Biaya Tetap		
Sewa Tanah 1 musim tanam	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
Analisis Tanah	Rp 130.000	Rp 130.000
Traktor	Rp 600.000	Rp 600.000
Jumlah	Rp 3.730.000	Rp 3.730.000
Biaya Variabel		
Benih		
Benih Padi Cibogo 25 kg x Rp 30.000	Rp 750.000	Rp 750.000
Benih tanaman berbunga	Rp 50.000	-
Wijen 2 Kg x Rp 10.000	Rp 20.000	-
Kenikir 2 kg x Rp 5.000	Rp 20.000	-
Bunga matahari 2 kg x Rp 10.000	Rp 20.000	-
<i>Azolla</i>	Rp 50.000	-
Jumlah	Rp 910.000	Rp 750.000
Pupuk		
Pupuk Urea 150 kg x 2.400	Rp 360.000	Rp 360.000
Pupuk Phonska 175,03 kg x Rp 2.500	Rp 250.000	Rp 250.000
Pupuk SP 36 50 kg x Rp 2.000	Rp 1.000.000	Rp 100.000
Pupuk Kompos 2000 kg x Rp 5.000	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
Teh Kompos 100 liter x Rp 10.000	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
Teh kompos ++ 20 liter x Rp 20.000	Rp 400.000	Rp 400.000
Jumlah	Rp 3.110.000	Rp 3.110.000
Pestisida		
Agens Hayati		
a. <i>Beauveria bassiana</i> 5 lt x Rp 25.000	Rp 125.000	Rp 125.000
b. <i>Trichoderma</i> 5 lt x Rp 25.000	Rp 125.000	Rp 125.000
c. PGPR (<i>Plant Growth Promoting Rizobacterium</i>) 5 lt x Rp 25.000	Rp 125.000	Rp 125.000

(Berlanjut)

(Lanjutan)

d. <i>Coryne bacterium</i> 5 lt x Rp 25.000	Rp 125.000	Rp 125.000
e. Pias <i>Trichogramma</i> 50 buah x Rp 1.500	Rp 75.000	Rp 75.000
Pestisida		
Oshin EC 4 Kg x Rp 150.000	Rp 600.000	Rp 600.000
Jumlah	Rp 1.175.000	Rp 1.175.000
Tenaga kerja		
Persemaian : 2 orang x Rp 50.000	Rp 100.000	Rp 100.000
Manual (Cangkul) : 4 Orang x Rp 50.000	Rp 200.000	Rp 200.000
Cabut bibit : 8 Orang x Rp 50.000	Rp 400.000	Rp 400.000
Tanam : 10 Orang x Rp 30.000	Rp 300.000	Rp 300.000
Penyiangan : 10 Orang x Rp 30.000	Rp 300.000	Rp 300.000
Pemupukan : 4 Orang x Rp 50.000 x 3 hari kerja	Rp 600.000	Rp 600.000
Penyemprotan : 2 Orang x Rp 50.000 x 9 hari kerja	Rp 900.000	Rp 900.000
Panen : 10 Orang x Rp 50.000	Rp 500.000	Rp 500.000
Jumlah	Rp 2.700.000	Rp 2.700.000
Total Biaya Produksi	Rp11.625.000	Rp11.465.000
Pendapatan dan Keuntungan		
Pendapatan = Produksi x Harga	5.280 kg x Rp 5.000 = Rp 26.400.000	5.200 kg x Rp 5.000 = Rp 26.000.000
Keuntungan = Pendapatan-Biaya Produksi	Rp 26.400.000 – Rp 11.625.000 = Rp 14.775.000	Rp 26.000.000 – Rp 11.465.000 = Rp 14.535.000
Break Event Point (BEP)		
BEP Produksi = Total biaya produksi/harga	Rp 11.625.000 / Rp 5.000 = 2.325 Kg	Rp 11.465.000 / Rp 5.000 = 2.293 Kg
BEP Harga = Total biaya produksi/produksi	Rp 11.625.000/ 5.280 Kg= Rp 2.201	Rp 11.465.000/ 5.200 Kg= Rp 2.204
Benefit Cost Ratio (BCR)		
BCR = Pendapatan/biaya	Rp 26.400.000/ Rp 11.625.000 = 2,27	Rp 26.000.000/ Rp 11.465.000 = 2,26