



TUGAS AKHIR – SB 141510

**APLIKASI *PERIMETER TRAP CROP* DENGAN
Crotalaria juncea L. DI LAHAN TEMBAKAU
(*Nicotiana tabacum* L.) UNTUK KONSERVASI
ARTHROPODA MUSUH ALAMI**

**ABDUL AZIS
NRP 1512 100 061**

**Dosen Pembimbing
Indah Trisnawati D.T., M.Si, Ph.D**

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT – SB 141510

**APPLICATION OF *PERIMETER TRAP CROP*
USING *Crotalaria juncea* L. IN TOBACCO
(*Nicotiana tabacum* L.) FIELD TO
ARTHROPODS NATURAL ENEMY
CONSERVATION**

ABDUL AZIS
NRP 1512 100 061

Advisor Lecturer
Indah Trisnawati D.T., M.Si, Ph.D

DEPARTMENT OF BIOLOGY
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**APLIKASI PERIMETER TRAP CROP DENGAN
Crotalaria juncea L. DI LAHAN TEMBAKAU
(*Nicotiana tabacum* L.) UNTUK KONSERVASI
ARTHROPODA MUSUH ALAMI**

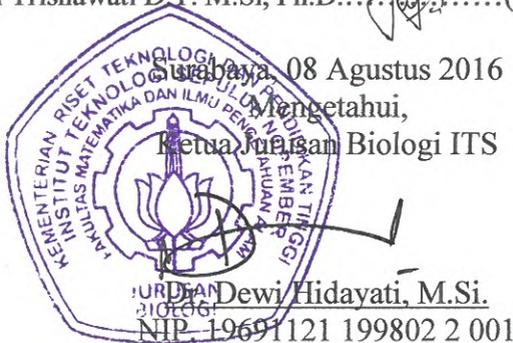
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Jurusan S-1 Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ABDUL AZIS
NRP. 1512 100 061**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :
Indah Trisnawati D.T. M.Si, Ph.D..... (Pembimbing I)



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**APLIKASI PERIMETER TRAP CROP DENGAN
Crotalaria juncea L. DI LAHAN TEMBAKAU
(*Nicotiana tabacum* L.) UNTUK KONSERVASI
ARTHROPODA MUSUH ALAMI**

Nama Mahasiswa : Abdul Azis
NRP : 1512 100 061
Jurusan : Biologi
Dosen Pembimbing : Indah Trisnawati D.T. M.Si, Ph.D.

Abstrak

Konservasi arthropoda musuh alami dapat dilakukan dengan memodifikasi habitat lahan budidaya, salah satunya menggunakan perimeter trap crop. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui bagaimana aplikasi perimeter trap crop dengan Crotalaria juncea L. di lahan tembakau (Nicotiana tabacum L.) dapat membantu konservasi Arthropoda musuh alami. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan yellow pan trap, sweep net dan metode hand collecting. Keanekaragaman diketahui menggunakan Indeks Shannon-Wiener, sedangkan tren kelimpahan predator terhadap arthropoda parasitoid diketahui menggunakan uji regresi linier. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi perimeter trap crop dengan C. juncea L. di lahan tembakau dapat membantu konservasi arthropoda musuh alami pada semua fase pertumbuhan tembakau. Hasil ini dibuktikan adanya peningkatan kelimpahan spesies arthropoda predator dan parasitoid serta meningkatnya nilai indeks Shannon - Wiener (H') pada semua fase pertumbuhan tembakau. Tren kelimpahan arthropoda predator terhadap arthropoda parasitoid menunjukkan tren linier positif. Setiap kenaikan kelimpahan 100 individu arthropoda predator mampu meningkatkan kelimpahan arthropoda parasitoid di lahan kontrol sebesar 35 Individu dan di lahan modifikasi sebesar 18 individu.

Kata kunci: Crotalaria juncea L. konservasi, arthropoda musuh alami, perimeter trap crop, tembakau.

**APPLICATION OF *PERIMETER TRAP CROP* USING
Crotalaria juncea L. IN TOBACCO (*Nicotiana tabacum* L.)
FIELD TO ARTHROPODS NATURAL ENEMY
CONSERVATION**

Name : Abdul Azis
NRP : 1512 100 061
Department : Biology
Advisor Lecturer : Indah Trisnawati D.T. M.Si, Ph.D.

Abstract

Conservation of arthropods natural enemies can be done by modifying the agricultural field, using such as perimeter trap crop. Applications of *Crotalaria juncea* L. as trap crop on some of cultivated plants which known to attract natural enemies. The aim of this study is to apply perimeter trap crop using *C. juncea* L. in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) field can help conservation of Arthropods natural enemies. Sampling was conducted using yellow pan trap, sweep net and collecting hand method. On Anlylisis of Diversity using Shannon-weaner diversity index, and the abundance trend between predators and parasitoids using linear regression test. result of trap crop perimeter application with *C.juncea* L. in *N. tabacum* L. lawn may helps natural enemies athropods conservation at every phase of tobacco growth. this result prove if there are increases of predator and parasitoid athropod species abundant also increasing value of Shannon-wiener diversity index (H') at every growth phase of tobacco. Predator athropods abundance trend show linear positive trend, every 100 predator athropods individual increase impacts again increasing of parasitoid athropods abundance in control field as much as 35 individual and modiflicated lawn as much as 18 individual.

Keywords: *Crotalaria juncea* L., conservation, natural enemies arthropods, perimeter trap crop, tobacco.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **Aplikasi Perimeter Trap crop dengan *Crotalaria juncea* L. di Lahan Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) untuk Konservasi Arthropoda musuh Alami**. Penelitian ini dilakukan mulai bulan Juli 2015 – April 2016 sebagai suatu syarat memperoleh gelar Sarjana strata 1 (S1) pada Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada penyusunan tugas akhir ini, penulis tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Oleh sebab itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua yang selalu memberikan do'a dan restunya,
2. Dr. Dewi Hidayati, S.Si M.Si selaku Ketua Jurusan Biologi
3. Indah Trisnawati D.T. M.Si, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing, yang telah banyak memberikan bimbingan,
4. Dini Ermavitalini S.Si, M.Si dan Farid Kamal M. S.Si, M.Si selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,
5. Teman - teman seperjuangan (B15) khususnya Alm. Umar, Almh. Nyimas, Sherly, Via, Fahmi, penghuni lab. Zoologi
6. Serta semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari penulisan proposal ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat berarti bagi penulis dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk penulis maupun pembaca.

Surabaya, 08 Agustus 2016

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tembakau	7
2.1.1 Biologi Tembakau	7
2.1.2 Syarat Tumbuh Tembakau	8
2.2 Arthropoda	9
2.3 Arthropoda Musuh Alami	10
2.3.1 Arthropoda Predator	10
2.3.2 Arthropoda Parasitoid	12
2.4 Konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT)	13
2.5 Konservasi Arthropoda Musuh Alami Menggunakan Tanaman Perangkap (<i>Trap crop</i>).....	15
2.6 <i>C. juncea</i> L. Sebagai Tanaman Perangkap (<i>Trap crop</i>)	17

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Metode Pelaksanaan	21
3.2.1 Penentuan Lahan	21
3.2.2 Pengambilan Sampel Arthropoda	23
3.2.2.1 <i>Sweeping</i>	23
3.2.2.2 <i>Yellow pan trap</i>	24
3.2.2.3 <i>Hand Collecting</i>	25
3.2.3 Pembuatan Spesimen Arthropoda	25
3.2.3.1 Koleksi Kering	25
3.2.3.2 Koleksi Basah	27
3.2.4 Identifikasi Arthropoda Musuh Alami	27
3.3 Rancangan Penelitian dan Analisa Data	28
3.3.1 Rancangan Penelitian	28
3.3.2 Analisa Data	29
3.3.2.1 Nilai Keanekaragaman Spesies Shannon - Wiener	30
3.3.2.2 Nilai Kemerataan Spesies (<i>Evenness</i>) Pielou	30
3.3.2.3 Nilai Kesamaan Komunitas (<i>Indeks Bray - Curtis</i>)	31
3.3.2.4 Uji Regresi	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposisi Famili Arthropoda Musuh Alami	33
4.1.1 Komposisi Famili Arthropoda Predator	33
4.1.2 Komposisi Famili Arthropoda Parasitoid.	37
4.2 Komposisi dan Kelimpahan Arthropoda musuh Alami	39
4.2.1 Komposisi dan Kelimpahan Spesies Arthropoda Predator.....	40
4.2.2 Komposisi dan Kelimpahan Spesies Arthropoda Parasitoid.	47
4.3 Keanekaragaman dan Kemerataan spesies arthropoda musuh alami	54
4.4 Kesamaan Komunitas Arthropoda Musuh Alami.....	56

4.5 Tren Kelimpahan Arthropoda dengan Arthropoda Parasitoid	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Kesimpulan	61
4.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	75
BIODATA PENULIS	81

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Morfologi <i>N. tabacum</i> L. 8
Gambar 2.3	Contoh Arthropoda Predator pada tanaman tembakau. 12
Gambar 2.3	Contoh Arthropoda Parasitoid pada tanaman tembakau..... 13
Gambar 2.4	<i>C. juncea</i> L. sebagai <i>Trap crop</i> 18
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel Arthropoda 21
Gambar 3.2	Ilustrasi Lahan Penelitian..... 22
Gambar 3.2	<i>Sweep net</i> 23
Gambar 3.4	<i>Yellow pan trap</i> 24
Gambar 3.5	Cara pinning sampel kering 26
Gambar 4.1	Komposisi Famili Arthropoda Predator di Lahan Kontrol dan Modifikasi 33
Gambar 4.2	Komposisi Famili Arthropoda Parasitoid di Lahan Kontrol dan Modifikasi 37
Gambar 4.3	Grafik Kmposisi dan Kelimpahan Arthropoda Predator pada fase Vegetatif..... 40
Gambar 4.4	Grafik Komposisi dan Kelimpahan Arthropoda Predator pada fase Generatif..... 42

Gambar 4.5	Grafik Komposisi dan Kelimpahan Arthropoda Predator pada fase Reproduktif.....	44
Gambar 4.6	Spesies <i>Rhynocoris</i> sp. di Lahan penelitian	46
Gambar 4.7	Grafik Komposisi dan Kelimpahan Arthropoda Parasitoid pada fase Vegetatif...	47
Gambar 4.8	Grafik Komposisi dan Kelimpahan Arthropoda Prarasitoid pada fase Generatif.....	49
Gambar 4.9	Spesies Arthropoda parasitoid di Lahan Modifikasi	50
Gambar 4.10	Grafik Komposisi dan Kelimpahan Arthropoda Parasitoid pada fase Reproduktif.....	51
Gambar 4.11	Spesies <i>Ropalidia</i> sp. di Lahan Kontrol.	53
Gambar 4.12	Nilai Prediksi Besar Pengaruh dan Plot Pola Hubungan Kelimpahan Arthropoda Predator dengan Arthropoda Parasitoid, di lahan kontrol.....	57
Gambar 4.13	Nilai Prediksi Besar Pengaruh dan Plot Pola Hubungan Kelimpahan Arthropoda Predator dengan Arthropoda Parasitoid, di lahan modifikasi	58

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 3.1	Pengamatan Arthropoda.....	28
Tabel 3.2	Rancangan Percobaan Penelitian	29
Tabel 3.3	Klasifikasi Nilai <i>Indeks Shannon wiener</i>	30
Tabel 4.1	Perbandingan nilai Indeks <i>Shannon wiener</i> dan Indeks <i>Evenness</i> arthropoda predator	54
Tabel 4.2	Perbandingan nilai Indeks <i>Shannon wiener</i> dan Indeks <i>Evenness</i> arthropoda parasitoid ...	55
Tabel 4.3	Perbandingan Nilai Indeks Kesamaan Komunitas Arthropoda Predator	56
Tabel 4.4	Perbandingan Nilai Indeks Kesamaan Komunitas Arthropoda Parasitoid	57

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Tabel Pengamatan Komposisi dan Kelimpahan Arthropoda Musuh Alami 75
Lampiran 2	Analisis Regresi Linier Sederhana 78
Lampiran 3	Biodata Penulis 79

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tembakau merupakan salah satu agroekosistem unggulan Indonesia. Industri tembakau memiliki peranan besar sebagai sumber pendapatan negara dan pendapatan petani serta penyedia lapangan kerja di pedesaan dan perkotaan. Menurut Nasir (2015) penerimaan cukai tembakau terus mengalami peningkatan mulai tahun 2009 yaitu sebesar (Rp. 55,4 trilyun), tahun 2010 (Rp. 63,3 trilyun), tahun 2011 (Rp. 66,01 trilyun), tahun 2012 (Rp. 95 trilyun), tahun 2013 (Rp. 104 trilyun) dan tahun 2014 (Rp. 116,28 trilyun). Tembakau sebagai produk ekspor unggulan harus memiliki kualitas yang baik sehingga dapat bersaing di pasar global, termasuk bagaimana prosedur produksi yang baik dan bertanggungjawab tidak hanya pada kualitas hasil panen yang didapat tetapi juga pada kelestarian lingkungan di lahan tembakau. Perolehan hasil panen tembakau dipengaruhi oleh faktor lingkungan baik biotik maupun abiotik. Pada faktor biotik kelimpahan dan keanekaragaman arthropoda memegang peranan penting dalam menentukan kualitas dan kuantitas hasil panen kering daun tembakau (Wiryadiputra, 2006). Apabila terjadi kerusakan pada daun tembakau seperti robek dan berlubang akibat serangan hama maka akan menyebabkan produktivitas tembakau berkurang serta harga tembakau tersebut turun hingga setengah harga di pasar pelelangan (Maulidiana, 2008).

Senyawa kimia seperti pestisida telah menjadi salah satu solusi praktis para petani di Indonesia untuk mengendalikan serangan hama di lahan pertanian (Astuthi *et al.*, 2012). Selain efektif membunuh hama, aplikasi pestisida menimbulkan dampak negatif baik bagi manusia maupun lingkungannya. Hal ini terjadi karena sifat fisik dan kimia pestisida terdiri dari bahan kimia yang sangat berbahaya bagi kesehatan (Djojosumarto, 2008). Sehingga diperlukan langkah alternatif lain dalam upaya pengendalian hama. Keragaman tumbuhan dalam suatu ekosistem dapat

meningkatkan keragaman artropoda, termasuk serangga berguna (Altieri, 1991 *dalam* Kurniawati, 2015). Hasil beberapa penelitian pada tanaman budidaya sistem monokultur menunjukkan keragaman artropoda yang lebih rendah dibandingkan pada tanaman budidaya sistem polikultur (Siemann, 1998 *dalam* Kurniawati, 2015). Agroekosistem tembakau umumnya merupakan sistem monokultur, sehingga rentan terhadap serangan hama. Manipulasi habitat dengan menambahkan tumbuhan penutup tanah atau dengan membiarkan gulma yang tumbuh di sekitar pertanaman untuk tumbuh adalah salah satu cara untuk menambah keragaman tumbuhan di tanaman budidaya (Altieri, 1991 *dalam* Kurniawati, 2015), selanjutnya menurunkan resiko gangguan dari serangga herbivora (Kurniawati, 2015). Hal ini terbukti pada penelitian Long *et al.*, (1998) dan Rebek *et al.*, (2005) menunjukkan bahwa penambahan tumbuhan berbunga pada pertanaman dengan sumber keragaman rendah dapat meningkatkan populasi serangga berguna baik itu predator maupun parasitoid.

Arthropoda musuh alami (predator dan parasitoid) dan polinator diketahui berperan sebagai kelompok serangga berguna bagi petani karena secara alami membantu penyerbukan bunga serta dapat menekan serangga herbivora yang dikenal sebagai hama tanaman budidaya (Untung, 2006). Berdasarkan alasan tersebut langkah konservasi serangga musuh alami penting dilakukan dengan mengoptimalkan peran serangga musuh alami sebagai agen pengendali hayati hama tanaman budidaya (Henuhili dan Aminatun, 2013). Konservasi musuh alami pada penerapannya diwujudkan dengan cara modifikasi habitat sehingga dapat meningkatkan kelimpahan dan keanekaragaman musuh alami, seperti menyediakan sumber nutrisi berupa nektar, polen maupun menyediakan tempat berlindung (*shelter*) bagi arthropoda (Gurr *et al.*, 2005).

Menurut Sudarmo dan Mulyani (2014) kelompok tanaman berbunga mampu mengundang serangga berguna karena nektar yang dimilikinya. *C. juncea* L. di bidang Pengendalian

Hama Terpadu (PHT) diketahui sebagai tanaman perangkap (*trap crop*) pada tanaman budidaya serta sebagai tanaman tumpang sari dan dirotasi pada beberapa tanaman seperti tembakau, sayuran, biji-bijian kering, beras, jagung, kapas, tebu, nanas, kopi, dan tanaman agrikultur lainnya (Orwa *et al.*, 2009). Tanaman dari famili *Fabaceae* ini memiliki bunga berwarna kuning cerah jika mekar berbentuk mirip kupu-kupu (Sheahan. 2012). Nektar bunga *Crotalaria* sp. saat fase generatif mampu mendatangkan banyak serangga pollinator serta mengurangi keberadaan serangga hama di tanaman rambutan (Agreda *et al.*, 2012). Selain itu *C. juncea* juga diketahui dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan mengikat unsur N (Ratnadass *et al.*, 2012; Sudarmo dan Mulyani, 2014), mencegah serangan nematoda patogen melalui eksudasi senyawa anti nematoda patogen dan mampu menarik (*attract*) musuh alami (Zalom, 2012). Seperti dilaporkan Alabi *et al.*, (2005) Penggunaan *C. juncea* bersama kacang merpati (*Dwarf pigeon pea*) sebagai tanaman perangkap di semua lahan kacang tunggak (*cow pea*) mampu menarik hama *thrips* yang biasanya menyebabkan kerusakan tanaman kacang tunggak hingga 60%. Aplikasi *C. juncea* L. sebagai tanaman penutup pada tanaman jagung mampu menarik *Trichogramma* sp. untuk membasmi hama *earworms* (Zalom, 2012).

C. juncea efektif menarik serangga pada beberapa tanaman perkebunan maupun buah buahan seperti kacang merpati, jagung dan rambutan. Hal ini kemungkinan juga dapat diaplikasikan dan efektif pada tanaman agrikultur lain, seperti tembakau. Akan tetapi belum ada penelitian di Indonesia mengenai penggunaan tanaman *C. juncea* L. sebagai tanaman perangkap (*trap crop*) pada tembakau, sehingga perlu dilakukan penelitian aplikasi *perimeter trap crop* dengan *C. juncea* L. di lahan tembakau (*N. tabacum* L.) untuk konservasi arthropoda musuh alami sebagai langkah mendukung metode pengendalian hama terpadu (PHT) di Indonesia terutama pada budidaya tanaman tembakau.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan.

1. Bagaimana aplikasi perimeter *trap crop* dengan *C. juncea* L. di lahan tembakau *N. tabacum* L. dapat membantu konservasi arthropoda musuh alami (predator dan parasitoid) ?
2. Bagaimana tren kelimpahan arthropoda predator terhadap arthropoda parasitoid di lahan tembakau *N. tabacum* L. yang diaplikasikan *perimeter trap crop* dengan *C.juncea* L.?

1.3 Batasan Masalah

1. Aplikasi *perimeter trap crop* dengan *C. juncea* L. untuk konservasi musuh alami yang diamati adalah kelimpahan dan keanekaragaman arthropoda predator dan parasitoid.
2. Arthropoda yang diamati adalah arthropoda yang ada pada bagian tanaman tembakau maupun tanaman *C.juncea* L. dan tertangkap oleh perangkap jaring serangga (*sweep net*), metode *hand collecting* dan *Yellow pan trap*.
3. Pengambilan sampel mulai dilakukan 4 Hari setelah tembakau ditanam sampai masa panen tembakau, dengan interval pengambilan sampel setiap 7 Hari sekali.
4. Identifikasi Arthropoda predator dan arthropoda parasitoid dilakukan sampai tingkat famili dan spesies.
5. Perbedaan Arthropoda secara morfospesies dilakukan untuk mempermudah perhitungan keanekaragaman.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui bagaimana aplikasi *perimeter trap crop* dengan *C.juncea* L. dilahan tembakau (*N. tabacum* L.) dapat membantu konservasi arthropoda musuh alami (predator dan parasitoid).

2. Mengetahui trend kelimpahan arthropoda predator terhadap arthropoda parasitoid di lahan tembakau (*N.tabacum* L.) yang diaplikasikan *perimeter trap crop* dengan *C. juncea* L.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan bermanfaat memberi informasi bagaimana aplikasi *perimeter trap crop* dengan *C. juncea* L. membantu konservasi arthropoda musuh alami di lahan tembakau (*N. tabacum* L.). Selain itu data hasil pengamatan dapat dijadikan acuan dalam meningkatkan pengelolaan hama terpadu (PHT) pada agroekosistem tembakau di Indonesia.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1Tembakau

2.1.1 Biologi Tembakau

Tanaman tembakau merupakan tanaman semusim, tetapi di bidang pertanian termasuk dalam golongan tanaman perkebunan dan tidak termasuk golongan tanaman pangan (Rochman, 2012). Berikut sistematika tanaman tembakau menurut (Steenis, 1997).

Kingdom : Plantae
Divisi : Dicotyledonaea
Ordo : Solanales
Famili : Solanaceae
Genus : Nicotiana
Spesies : *Nicotiana tabacum* L.

Secara morfologi tumbuhan tembakau dicirikan dengan keadaan tanaman yang kokoh dan besar dengan ketinggian tanaman sedang, daunnya tipis dan elastisitas, bentuk daun bulat lebar, bermahkota slinder dan daunnya berwarna cerah (Listyanto, 2010). Daun tembakau yang telah mengalami pengolahan berwarna coklat agak kelabu khas daun tembakau yang siap dijadikan cerutu. Tembakau memiliki habitus semak, semusim, tinggi kurang lebih 2m. Batang tanaman tembakau memiliki bentuk batang agak bulat, agak lunak tetapi kuat, semakin ke ujung semakin kecil. Daun tanaman tembakau berbentuk bulat lonjong (oval) atau bulat, tergantung pada varietasnya. Bunga majemuk, tumbuh diujung batang, kelopak berbulu, benang sari berjumlah lima, kepala sari berwarna abu-abu, sedangkan mahkota berbentuk menyerupai terompet berwarna merah muda. Buah berbentuk, bulat telur ketika masih muda berwarna hijau setelah tua berwarna coklat dengan biji kecil berwarna coklat. Akar tanaman tembakau merupakan akar tunggang yang tumbuh tegak ke pusat bumi (Rochman, 2012).



Gambar 2.1 Morfologi *N. tabacum* L. (Rochman, 2012).

2.1.2 Syarat Tumbuh Tembakau

Tanaman tembakau merupakan tanaman tropis yang dapat tumbuh dalam rentang iklim luas (Murhawi, 2015). Pada umumnya tanaman tembakau tidak menghendaki iklim yang kering ataupun iklim yang sangat basah. Pada tanaman tembakau didataran rendah, curah hujan rata-rata 2.000 mm/tahun, sedangkan untuk tembakau dataran tinggi, curah hujan rata-rata 1.500-3.500 mm/tahun (Rogomulyo, 2011). Menurut Murhawi, (2015) ada beberapa syarat yang harus diperhatikan dalam budidaya tanaman tembakau, antara lain :

- a. Selama pertumbuhan tidak dikehendaki adanya suhu rendah dibawah 15°C dan siang hari terbaik sekitar 27°C dengan

- batas kritis diatas 42°C, suhu malam hari yang baik sekitar 18 – 21°C.
- b. Kebutuhan air untuk tananam minimal dipakai selama pertumbuhan (umur sekitar 90 hari) sejak tembakau ditanam hingga fase pemasakan daun diharapkan dalam kondisi kering.
 - c. Curah hujan merupakan faktor yang sangat menentukan hasil dan mutu tembakau, oleh karena itu pengaturan waktu tanam
 - d. didasarkan periode kering.
 - e. Tanah yang sesuai untuk tanaman tembakau adalah tanah yang berstruktur baik, gembur, remah, berdrainase baik, mudah mengikat air dengan pH sekitar 6-7,5.
 - f. Penentuan waktu tanam tembakau didasarkan peluang dan rata – rata curah hujan normal yaitu sekitar 2000 mm/tahun. (Murhawi, 2015).

Suhu, kelembaban dan faktor abiotik lainnya saling berkaitan terutama dengan paparan cahaya matahari. Intensitas penyinaran cahaya matahari yang kurang dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman kurang baik sehingga produktivitasnya rendah. Oleh karena itu lokasi untuk tanaman tembakau sebaiknya dipilih ditempat terbuka dan waktu tanam disesuaikan dengan jenisnya (Rogomulyo, 2011).

2.2 Arthropoda

Arthropoda merupakan filum terbesar kingdom animalia yang anggotanya meliputi 4/5 dari jumlah hewan yang ada (Oemarjati *dkk.*, 1990). Peranan serangga sangat beragam diantaranya sebagai pemakan tumbuhan, musuh alami, pemakan bangkai, pollinator, ektoparasit dan vektor penyakit (Borrer *dkk.*,1992). Berkaitan hubungan serangga dengan tumbuhan khususnya tanaman budidaya, serangga dapat dikelompokkan sebagai serangga yang menguntungkan dan merugikan atau bersifat hama(Suyanto, 1994). Serangga hama memperoleh makanan dari memakan bagian-bagian tanaman budidaya, sehingga dapat menyebabkan kerusakan, kematian dan mengurangi produksi tanaman bididaya (Arif, 1992). Berdasarkan

pertimbangan ekologi, biologi dan ekonomi, arthropoda herbivora yang terdiri atas individu akan berkumpul membentuk populasi dan bersama sama melakukan "serangan" (dilihat dari sisi jasad herbivora) sehingga mengakibatkan "kerusakan" (dilihat dari sisi tumbuhan) dan menimbulkan "kerugian ekonomi" (dilihat dari sisi kepentingan manusia) (Suyanto, 1994). Hubungan tersebut kemudian juga menekankan pentingnya "jumlah anggota populasi" atau kelimpahan sebagai tolok ukur kerugian (atau kemungkinan kerugian) yang terjadi (Sembel, 2011). Selain bersifat merugikan, serangga juga banyak menguntungkan manusia seperti serangga polinator yang membantu polinasi bunga, serta beberapa serangga musuh alami (predator dan parasitoid) yang berperan menekan populasi serangga lainnya untuk keseimbangan ekosistem.

2.3 Arthropoda Musuh Alami

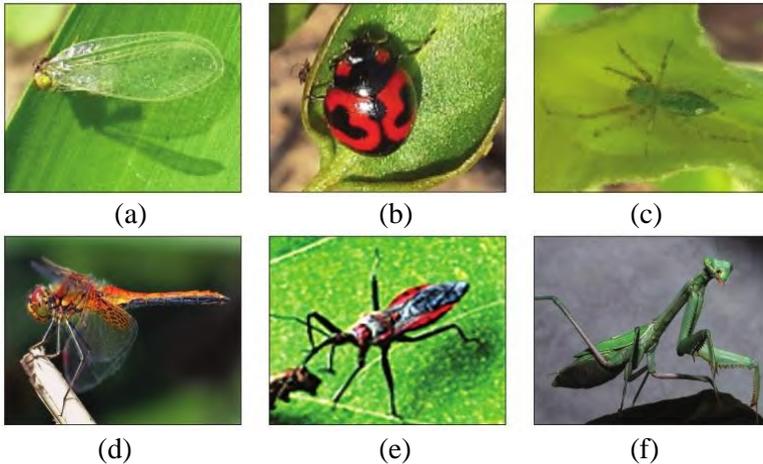
Musuh alami dikenal sebagai organisme hayati yang mempengaruhi regulasi populasi hama atau organisme lain (Jumar, 2000). Pada ekosistem pertanian tropis biasanya ditemukan banyak agen hayati yang secara alami mengatur keseimbangan alam sekitar pertanian (Jumar 2000). Jenis-jenis musuh alami ini secara aktif mencari, membunuh, menginfeksi inangnya (Sembel, 2011). Secara umum menurut Sembel (2011) ada 4 kelompok musuh alami yaitu: patogen, parasit, parasitoid dan predator. Sedangkan menurut Jumar (2000) Musuh alami umumnya bersifat sebagai parasitoid maupun sebagai predator.

2.3.1 Arthropoda Predator

Predator adalah organisme yang memakan organisme lain (mangsa) yang lebih lemah serta memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dari mangsanya (Sembel, 2011). Arthropoda predator sering dijumpai berupa serangga, tungau, dan laba-laba (Purnomo, 2009). Serangga predator sebagian besar adalah berupa serangga primitif dengan tipe metamorfosis hemimetabola seperti belalang sembah dan kepik. Tungau dan laba – laba juga mempunyai tipe perkembangan yang mirip dengan kedua

predator tersebut. Karakteristik umum dari predator menurut Purnomo (2009) adalah: 1. membunuh dan memakan mangsanya lebih dari satu hingga mencapai stadia dewasa, 2. Ukuran tubuhnya relatif lebih besar dibanding mangsanya, 3. Stadia larva atau nimfa yang aktif sebagai predator dibantu oleh organ sensorik. 4. Sebagian besar serangga predator melakukan aktivitas predasi selama perkembangan larvanya, meskipun pada beberapa predator berlanjut sampai imago (Purnomo, 2009). Arthropoda predator biasanya membutuhkan lebih dari satu inang untuk melangsungkan hidupnya (Sembel, 2011), sifat ini adalah kelebihan predator yang bersifat generalis, meskipun serangga hama utama di lapangan sedikit, predator dapat bertahan hidup dengan memakan mangsa alternatif (Purnomo, 2009). Serangga predator memiliki kebiasaan meletakkan telur pada lokasi dimana mangsanya berada sehingga kesuksesan perkembangan progeninya bergantung pada kesuksesan imago memilih lokasi peletakan telur yang tepat (Purnomo, 2009).

Arthropoda predator sangat penting di dalam pengendalian hayati (Purnomo, 2009). Pada perkembangannya arthropoda predator dimanfaatkan sebagai agen pengendali hayati untuk mengontrol populasi serangga hama di tanaman pertanian. Contohnya pada tanaman tembakau predator yang umum ditemukan adalah Lady bird beetle, Hover fly, Green lacewing, Spider, Reduviid bug, *Bracon hebetor*, Dragon fly dan Praying mantis (Gambar 2.3.1) (Satyagopal *et al.*, 2014). Reduviid bug (Hemiptera: Reduviidae) adalah salah satu famili serangga predator yang banyak ditemukan pada tanaman tembakau seperti spesies *Rhinocoris fuscipes* (Rahayu 2012). Lebih lanjut Rahayu (2012) menjelaskan *Rhinocoris fuscipes* aktif sebagai pemangsa beberapa hama tanaman tembakau seperti aphids dan thrips. Selain itu *R. fuscipes* juga dapat melumpuhkan mangsa yang memiliki ukuran tubuh relatif lebih besar seperti *Helicorva* sp. dan *Spdoptera litura* (Sanjaya, 2000).



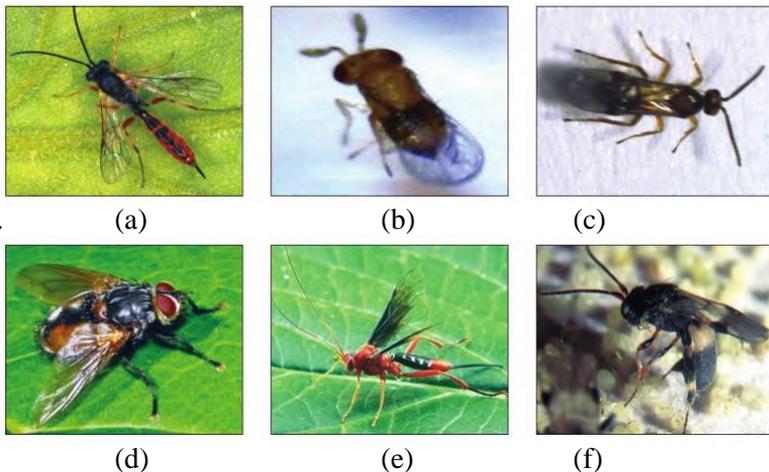
Gambar 2.2 Contoh Arthropoda predator pada tanaman tembakau (a) Lacewing, (b) Lady bird beetle, (c) Spider, (d) Dragon fly, (e) Reduviid bug, dan (f) Praying mantis.

(Satyagopal *et al.*,2014).

2.3.2 Arthropoda Parasitoid

Arthropoda parasitoid adalah serangga yang stadia pradewasanya menjadi parasit pada atau didalam tubuh serangga lain, sementara imago hidup bebas mencari nectar atau embun madu sebagai makanannya (Purnomo, 2009). Kategori parasitoid umumnya lebih didasarkan pada dimana telur diletakkan, parasitoid yang memasukkan telurnya kedalam tubuh inang disebut endoparasitoid sedangkan parasitoid yang mematikan dulu inangnya dengan ovipositornya sehingga inangnya paralysis kemudian meletakkan telurnya dipermukaan tubuh inang disebut ektoparasit (Purnomo, 2009).Selain itu parasitoid juga dibedakan berdasarkan stadia host nya contohnya *Trichogramma spp.* yang menyerang pada stadia telur ngengat disebut parasitoid telur, sedangkan braconidae, seperti *Cotesia glomerata* meletakkan telurnya pada stadia larva disebut parasitoid larva, begitu pula pada parasitoid pupa dewasa dan nimpha (Purnomo, 2009).

Umumnya parasitoid memilih inang yang spesifik bahkan satu spesies inang dapat diinfeksi oleh 2 parasitoid (Purnomo, 2009). Berdasarkan manfaat parasitoid sebagai infektor hama pada perkembangannya arthropoda parasitoid banyak digunakan dalam pengendalian hayati contohnya pada tanaman tembakau di India, Menurut Satyagopal *et al.*,(2014) ada beberapa parasitoid yang berpotensi besar mengendalikan hama pada tanaman tembakau yaitu: *Completis* sp. *Trichogramma* spp. *Bracon* spp. *Carcella* sp. *Ichneumon* sp. Dan *Chelonus* sp.



Gambar 2.3 Contoh Arthropoda parasitoid pada tanaman tembakau (a)*Campoletis* sp. (b)*Trichogramma* spp. (c)*Bracon* spp. (d)*Carcella* sp. (e) *Ichneumon* sp. dan (f) *Chelonus* sp.

(Satyagopal *et al.*,2014).

2.4 Konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

Pengelolaan Hama terpadu (PHT) merupakan pengelolaan hama yang dilakukan dalam konteks lingkungan terkait dinamika populasi spesies hama, memanfaatkan semua teknik dan metode pengendalian yang sesuai dan seefisien mungkin serta mempertahankan populasi hama pada aras yang

dapat mengakibatkan kerusakan atau kehilangan hasil secara ekonomi tidak dapat diterima karena merugikan (Jumar, 2000). Pada agenda 21 KTT Bumi *Rio De Janeiro* tahun 1992 menyatakan bahwa Integrated Pest Management (IPM) pada praktek budidaya tanaman yang baik adalah dengan meminimalkan penggunaan pestisida. IPM atau PHT adalah pilihan terbaik di bidang pengendalian hama karena dapat menjamin produksi, mengurangi biaya produksi serta menjaga keberlanjutan lingkungan pertanian (Untung, 2006). Jumar (2000) menambahkan jika secara ekonomi PHT menguntungkan, secara ekologis tidak mencemari lingkungan dan secara sosiologis dapat diterapkan. Penggunaan Insektisida pada tanaman hanya dilakukan apabila populasi hama meningkat dan berada di atas ambang ekonomi (AE), apabila populasi hama berada di bawah AE maka tidak perlu dilakukan pengendalian secara kimiawi, karena pada saat itu pengendalian hama mampu dilakukan oleh kompleks musuh alami seperti predator, parasitoid dan pathogen (Jumar, 2000).

Pengembangan pengendalian hama terpadu (PHT) pada tanaman budidaya seperti tanaman tembakau ditekankan pada sistem pengendalian non kimiawi, yaitu pengembangan teknik pengendalian hama dengan memanfaatkan kekuatan alami (Bindra dan Nurindah, 1988). Prinsip ini sejalan dengan konsep PHT yaitu pada penerapannya menggunakan pemanfaatan musuh alami. Optimalisasi musuh alami serangga hama dilakukan melalui tindakan konservasi, yaitu memberikan lingkungan yang mendukung terhadap musuh alami untuk dapat berperan sebagai faktor mortalitas biotik, sehingga populasi serangga hama dapat dijaga pada tingkat ambang ekonomi. Tindakan konservasi musuh alami dilakukan dengan memperbaiki tanaman dan teknik budidaya yang dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan musuh alami, misalnya sistem tanam tumpangsari, penggunaan mulsa. Diversifikasi habitat dengan tata tanam tumpangsari dapat menyediakan nektar dan polen bagi parasitoid dan predator serta dapat berfungsi sebagai tempat berlindung

sementara (*shelter*), sehingga mengundang serangga-serangga, yang pada umumnya bermanfaat seperti serangga musuh alami, untuk datang ke habitat tersebut (Wratten *et al.*, 1998). Peningkatan populasi musuh alami ini dengan sendirinya juga meningkatkan efektivitasnya dalam mengendalikan serangga hama. Sistem tanam tumpangsari kapas dengan palawija (kedelai, kacang hijau atau jagung) yang banyak diterapkan oleh petani, dilaporkan mendukung berkembangnya populasi musuh alami *H. armigera* (Nurindah *et al.*, 1993; Asbani *et al.*, 2001).

2.5 Konservasi Arthropoda Musuh Alami Menggunakan Tanaman Perangkap (*Trap crop*)

Menurut Rukmana dan Sugandi (2002) musuh alami mempunyai peran besar dalam pengelolaan pertanian berwawasan lingkungan karena daya kendali terhadap hama cukup tinggi dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Upaya konservasi dengan menjaga dan meningkatkan arthropoda musuh alami di habitatnya dapat meminimalkan penggunaan pestisida sehingga mengurangi dampak negatif pestisida pada lingkungan (Purnomo, 2009). Selain itu konservasi musuh alami juga dapat menjadi pengendalian hama jangka panjang karena musuh alami dapat berpindah pada pertanaman selanjutnya sehingga proses ini akan berlangsung terus - menerus secara tidak langsung mengurangi biaya pengendalian hama (Sunarno, 2010).

Konservasi musuh alami dapat dilakukan dengan pendekatan mengubah atau memodifikasi lahan pertanian (Purnomo, 2009), diantaranya dengan memakai sistem tanam dengan tanaman yang lebih beraneka ragam, menanam dan melestarikan tanaman berbunga sebagai makanan dari serangga musuh alami, menekan pemakaian pestisida yang berlebihan, melestarikan tanaman liar yang mendukung inang alternatif parasitoid atau mangsa alternatif predator (Sunarno, 2010). Pengendalian hama menggunakan tanaman perangkap (*trap crop*) adalah salah satu teknik tanaman tumpang sari (*farmscaping*)

sebagai langkah pengendalian hama yang terus dikembangkan pada tanaman budidaya.

Trap crop didefinisikan sebagai tanaman yang ditumbuhkan untuk menarik serangga dan organisme lain seperti nematoda untuk melindungi tanaman inti dari serangan hama, mencegah hama mencapai tanaman inti dan mengkonsentrasikan hama pada tempat tertentu (Wuriyanto, 2015), dimana mereka selanjutnya dapat dimusnahkan (Smith and Liburd, 2015). Sehingga *Trap crop* dapat didefinisikan sebagai tanaman yang mampu memanipulasi, mengalihkan perhatian hama untuk mengurangi kerusakan dari tanaman inti (Wuriyanto, 2015). *Trap crop* yang digunakan dapat berupa tanaman berbeda spesies, *varietas* atau tanaman satu spesies yang tumbuh pada fase yang berbeda (Wuriyanto, 2015). Pada beberapa kasus, tanaman perangkap dan tanaman utama adalah tanaman yang sama, tetapi tanaman perangkap ditanam lebih awal dari tanaman utama (Smith and Liburd, 2015).

Ada dua tipe *trap crop* yang biasa digunakan pada tanaman budidaya yaitu *rows intercrop* yaitu tanaman perangkap yang ditanam membentuk baris sejajar bergantian dengan tanaman utama, dan *perimeter trap crop* yaitu tanaman perangkap yang di tanam mengelilingi tanaman inti (Riesselman, 2010) meski begitu *trap crop* lebih sering ditanam di perimeter bidang yang berisi tanaman utama (Wuriyanto, 2015). Spesies tanaman dipilih sebagai tanaman perangkap, harus menarik hama dari tanaman utama, sehingga hama sedikit tidak hadir pada tanaman utama daripada tanaman perangkap (Smith and Liburd, 2015).

Perimeter trap cropping adalah menanam tanaman *trap crop* dengan melingkari tanaman utama seperti sebuah dinding. *Perimeter trap cropping* berguna sebagai pelindung dari serangan hama yang datang dari tempat yang tidak diketahui. Untuk menanam dalam model *perimeter trap cropping*, tanaman *attractand* usahakan tidak memiliki lubang atau celah sehingga *barrier* yang dihasilkan sulit ditembus serangga hama ke tanaman inti (Wuriyanto, 2015).

Keuntungan menggunakan model Perimeter trap cropping:

1. sekali menanam *Perimeter trap cropping* tidak perlu melakukan penyemprotan seluruh lahan dengan pestisida.
2. Perimeter trap cropping dapat mengurangi pestisida secara drastis.
3. Kurangnya penyemprotan dapat menjaga musuh alami hama (Predator dan parasitoid) agar tidak ikut terbunuh oleh pestisida.
4. Kurangnya penyemprotan Pestisida dapat menghemat biaya produksi.
5. Kurangnya penyemprotan pestisida dapat mengurangi sisa residu bahan kimia saat panen.
6. Kurangnya penyemprotan pestisida mendorong keselamatan lingkungan yang lebih tinggi.
7. Kurangnya penyemprotan pestisida mengurangi terjadinya resistensi hama.
8. *Perimeter trap cropping* mempresentasikan strategi manajemen alternatif dalam pengendalian hama terpadu (PHT)
(Wuriyanto, 2015).

2.5 *Crotalaria juncea* L. sebagai Tanaman Perangkap (*Trap crop*)

C. Juncea L. adalah tanaman semusim yang dapat tumbuh pada rentang iklim luas, namun akan tumbuh baik pada daerah dengan suhu 23-30°C dan curah hujan 400 mm/th (Chee dan Chen, 1992). Selain itu tanaman ini tahan terhadap kekeringan dan beradaptasi baik pada daerah panas dan kering, tetapi tidak tahan tumbuh pada tanah yang mudah tergenang dan tanah dengan kadar garam tinggi (Djajadi, 2011). *C. juncea* L. merupakan jenis tanaman serat yang tergolong dalam sub ordo *Papilionaceae* dan ordo *Leguminoceae*. Tanaman ini tergolong tanaman hari pendek berupa perdu dengan tinggi 1-4 m, dengan bagian vegetatif ditutupi oleh bulu-bulu pendek, serta akar tunggang yang panjang

dengan sistem perakaran yang panjangnya sekitar 2,5 cm yang ditumbuhi bintil-bintil akar (Cook and White, 1996 *dalam* Djajadi, 2011). Batang berbentuk silindris dan daun berbentuk runcing sampai lonjong yang tumbuh melingkar di batang, serta bunga berwarna kuning. Bentuk biji tanaman ini menyerupai ginjal dengan ukuran kecil (18.000– 30.000 biji/kg) (Djajadi, 2011). Bunga *C. juncea* berwarna kuning dengan panjang cabang 10inci (25cm), bunga memanjang mekar dari bawah ke atas. Berwarna mencolok, jika mekar berbentuk seperti kupu-kupu. Kelopak atas (standar) dibulatkan dan kadang –kadang bergaris ungu, kelopak sisi (sayap) lebih kecil dari atas dan kelopak terendah (*keel*) membengkok (Sheahan, 2012). Moorfologi *C. juncea* (lihat Gambar 2.5).



Gambar 2.5 *C. juncea* L. sebagai *Trap crop*(Terry, 2014)

Bunga adalah organ reproduktif tanaman yang dapat digunakan untuk menarik serangga. Kelompok tanaman berbunga mampu mengundang serangga berguna karena nektar yang dimilikinya (Sudarmo dan Mulyani, 2014), termasuk tanaman

C. juncea L. Menurut Masfiah *dkk.*, (2014) tingginya populasi serangga yang datang dan berasosiasi dengan tanaman dikarenakan tanaman inang memiliki bunga dan bentuk tanaman yang rimbun, sehingga disukai berbagai serangga predator sebagai tempat berlindung, sebagai inang alternatif dan sumber pakan tambahan berupa tepung sari dan madu. Selain itu, tumbuhan liar seperti gulma juga berguna sebagai tempat bertelur bagi serangga predator (Masfiah *dkk.*, 2014). Kedatangan serangga berguna seperti predator dan parasitoid bermanfaat bagi tanaman inang karena mampu menekan kehadiran serangga penggagah tanaman atau hama (Henuhili dan Aminatun, 2013).

Pada bidang Pengendalian Hama Terpadu (PHT) *C. juncea* diketahui sebagai tanaman tumpang sari dan dirotasi pada tembakau, sayuran, biji-bijian kering, beras, jagung, kapas, tebu, nanas, kopi, dan tanaman agrikultur lainnya (Orwa *et al.*, 2009). Selain bermanfaat meningkatkan kesuburan tanah dengan mengikat unsur N (Ratnadass *et al.*, 2012; Sudarmo dan Mulyani, 2014), mencegah serangan nematoda patogen melalui eksudasi senyawa anti nematoda *C. juncea* juga mampu menarik (*attract*) musuh alami (Zalom, 2012). seperti dilaporkan Jackai and Singh (1983) dalam Shelton and Badenes-Perez (2006) *C. juncea* sebagai tanaman perangkap pada cowpea (kacang tunggak) mampu menarik hama *Maruca testulalis*. Penggunaan *C. juncea* L. sebagai tanaman penutup (*cover crop*) pada tanaman jagung mampu menarik *Trichogramma* sp. untuk membasmi hama *earworms* (Zalom, 2012). *Crotalaria* spp. sebagai *trap cropping* pada tanaman rambutan saat fase reproduktif mampu mendatangkan banyak serangga polinator serta mengurangi keberadaan serangga hama (Agreda *et al.*, 2012). Penggunaan *C. juncea* bersama kacang merpati (*Dwarf pigeon pea*) sebagai tanaman perangkap disemua lahan kacang tunggak (*cow pea*) mampu menarik hama thrips yang biasanya menyebabkan kerusakan tanaman kacang tunggak hingga 60% (Alabietal., 2005). Penelitian dan pengembangan *C. juncea* sebagai *trap crop* terus dilakukan untuk mendapatkan hasil terbaik pada tanaman

budidaya. *C. juncea* L. efektif menarik serangga pada beberapa tanaman perkebunan maupun buah buahan seperti kacang tunggak, jagung dan rambutan, Hal ini kemungkinan juga dapat diaplikasikan dan efektif pada tanaman budidaya yang lain.

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2015 – April 2016. Pengambilan sampel dilakukan dilahan budidaya tembakau yang terletak di Desa Sengon Agung Kecamatan Pandaan Kabupaten Pasuruan (Lihat Gambar 3.1). Sedangkan preservasi dan identifikasi artropoda dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi ITS.



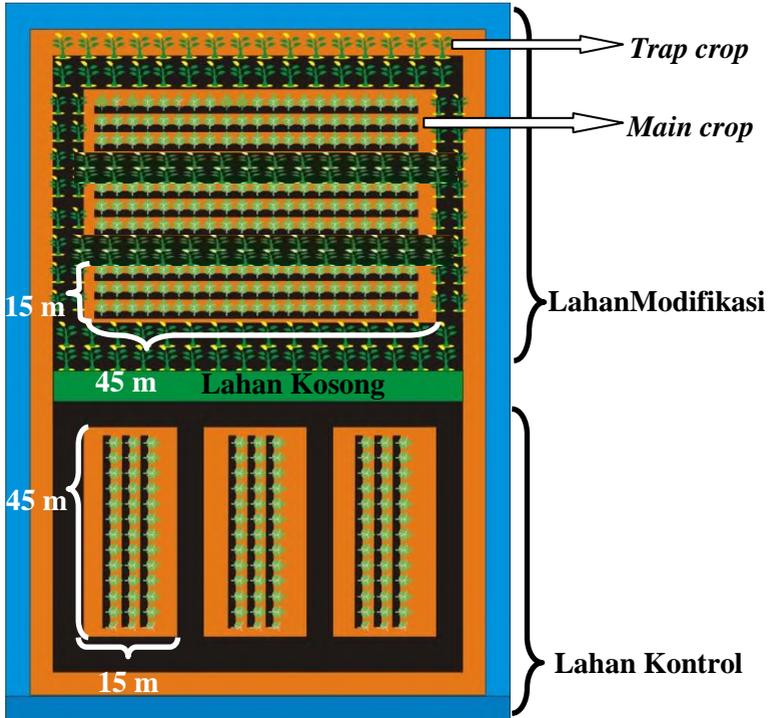
Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan sampel arthropoda, ditandai lingkaran berwarna merah (Skala 1: 50 m) (Google Earth, 2016).

3.2 Metode Pelaksanaan

3.2.1 Penentuan lahan

Lahan yang digunakan adalah 2 lahan dengan ukuran yang sama yaitu 48 x 47 meter, setiap lahan terdiri dari 3 petak dengan rincian: 3 petak lahan kontrol yaitu lahan yang ditanami tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) dan 3 petak adalah lahan modifikasi. Pada lahan modifikasi tanaman tembakau sebagai tanaman utama (*main crop*) dimodifikasi dengan penambahan tanaman *C. juncea* L. sebagai tanaman perangkap

(*trap crop*) dengan desain *perimeter trap crop*. Tanaman perangkap (*Trap crop*) ditanam 45 hari sebelum menanam tanaman utama (*main crop*) Ilustrasi lahan lihat (Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Ilustrasi lahan penelitian

Keterangan gambar:

 = Tanah

 = Saluran air utama

 = Pematang

 = Saluran air lanjutan



= *Crotalaria juncea* L.



= *Nicotiana tabacum* L.

3.2.2 Pengambilan Sampel Arthropoda

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan 3 metode yaitu *Sweeping* menggunakan jaring ayun (*Sweep net*), *Hand collecting* dan perangkap nampan kuning atau *Yellow pan trap* (Ypt). *Sweeping* dan *pan traps* adalah dua metode umum yang digunakan untuk pengambilan sampel arthropoda di dataran rendah dengan vegetasi berbunga pada berbagai habitat (Spafford dan Lortie, 2013).

3.2.2.1 *Sweeping*

Sweep net berbentuk kerucut, dengan mulut terbuat dari kawat melingkar berdiameter 30 cm sedangkan jaring terbuat dari kain kasa (Hendrialdkk., 2011). *Sweep net* dianggap sebagai metode pengambilan sampel pasif yaitu, tanpa bahan kimia, atau visual yang digunakan untuk menarik arthropoda (Spafford dan Lortie, 2013).

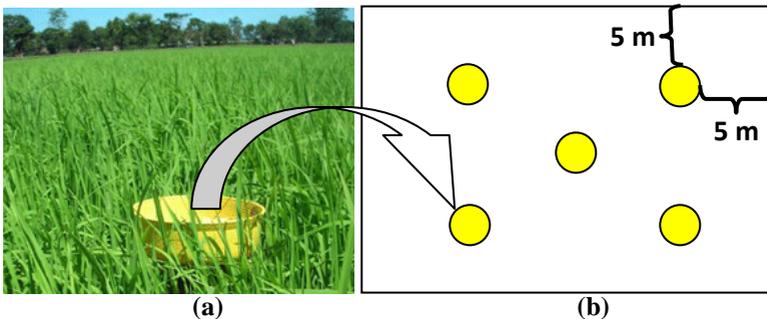


Gambar 3.3 *Sweepnet* dengan D (diameter) = 30 cm (Hendrialdkk., 2011).

Serangga di lahan tembakau ditangkap dengan cara mengayunkan *sweep net* bolak balik (Hendriwal dkk., 2011) membentuk angka 8 sesuai dengan ketinggian tanaman (hampir menyentuh tanaman dengan tanpa merusak tanaman tembakau). *Sweepnet* di ayunkan sambil berjalan sepanjang alurtanaman (Untung, 2006) sehingga mewakili seluruh lahan tembakau. Serangga yang tertangkap dimasukkan kedalam toples yang telah diisi kapas basah karena kloroform selanjutnya di awet keringkan. Pengambilan sampel arthropoda dilakukan 1 kali setiap minggu dengan pengambilan pertama pada 4 HST (Hari Setelah Tanam) yaitu pada pagi hari antara jam 07.00-11.00 WIB. Pengambilan sampel selanjutnya dilakukan setiap 7 hari sekali dengan alur yang sama yaitu mulai dari lahan kontrol ulangan 1 sampai 3, dilanjutkan *sweeping* pada lahan modifikasi ulangan 1 sampai 3.

3.2.2.2 *Yellow pan trap*

Yellow pan traps (YPT) adalah perangkap berupa nampan atau mangkuk berwarna kuning mirip bunga sehingga efektif menangkap banyak spesies lebah, terutama Halictidae, Lepidoptera, lalat yang mengunjungi bunga, wereng, dan Hemiptera lainnya (Spafford dan Lortie, 2013).



Gambar 3.4 *Yellow pan trap* (a) di lahan penelitian (Chiengwattana, 2010) (b) Desain pola peletakan *Yellow pan trap* di lahan penelitian (Untung, 2006).

Menurut Haneda *et al.*, (2005) *Yellow Pan Trap* berukuran 24x20x6 cm yang di beri air sabun untuk menurunkan tegangan permukaan. Pada setiap petak digunakan 5ypt dengan jarak 5 m secara terpisah (Haneda *et al.*, 2005). Pola peletakan YPT mengikuti pola pengambilan sampel menurut Untung (2006) yaitu menggunakan pola diagonal agar sampel yang terperangkap mewakili 1 petak lahan serta jarak YPT dari tepi pematang sekitar 5m untuk menekan kesalahan pengambilan sampel. YPT dibiarkan selama 24 jam kemudian serangga yang tertangkap di masukkan pada botol plakon yang telah berisi alkohol 70%.

3.2.2.3 Hand Collecting

Metode *Handcollecting* digunakan untuk menangkap serangga yang menetap (*sedentary*) pada tumbuhan inang atau serangga yang memiliki mobilitas rendah dengan menggunakan tangan (Safrinet, 2000). Tetapi pada beberapa serangga *Handcollecting* dapat menggunakan bantuan alat karena sifat serangga yang diketahui berbahaya (Safrinet, 2000). Pengambilan sampel menggunakan metode *Handcollecting* dilakukan pada semua lahan kontrol dan lahan modifikasi dengan lajur mengikuti lajur tanaman tembakau dan *C. juncea* L. Serangga yang tertangkap dimasukkan kedalam toples yang telah diisi kapas basah oleh kloroform untuk selanjutnya di awet keringkan.

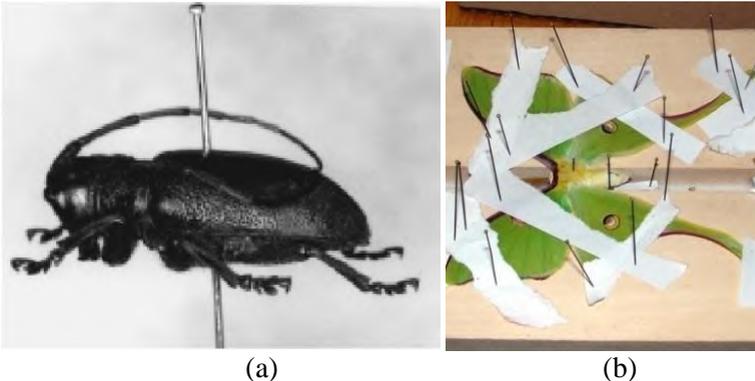
3.2.3 Pembuatan Spesimen Arthropoda

Arthropoda yang telah terkumpul selanjutnya disortir lalu dilakukan pengoleksian. Pengoleksian arthropoda dilakukan dengan dua cara sesuai dengan kondisi sampel yaitu: Sampel kering untuk arthropoda yang berukuran besar dengan sayap tipis dan tidak tereduksi. Sedangkan sampel basah adalah untuk arthropoda yang berukuran kecil sayap tebal dan tereduksi atau mengalami modifikasi. Adapun cara membuat koleksi adalah sebagai berikut:

3.2.3.1 Koleksi kering

Koleksi kering dibuat untuk serangga yang berukuran besar yang tertangkap menggunakan perangkap *Sweep net* dan *Hand collecting*. Cara yang digunakan untuk membuat koleksi kering yaitu:

- Serangga dipinning dengan cara bagian toraks serangga ditusuk menggunakan jarum kecil dan kuat secara hati - hati agar tidak merusak struktur tubuh serangga lihat (Gambar 3.5a).
- Sisa ujung jarum yang berada di bawah tubuh serangga ditancapkan pada sterofoam, kayu atau benda lunak lainnya sedangkan bagian atas pin di sisakan 8-10 mm untuk memudahkan penanganan.
- Bagian antena dan kaki diatur dekat dengan tubuh serangga untuk menghindari kerusakan sedangkan sayap serangga seperti kupu - kupu dibentangkan sejajar lalu direkatkan menggunakan kertas yang ditusuk jarum diujung-ujungnya (Gambar 3.5 b). Sedangkan untuk serangga dengan sayap kecil seperti lebah dan kumbang sayap dibiarkan tertutup.



Gambar 3.5 Cara *pinning* sampel kering (a) Posisi jarum ketika proses pinning serangga (Safrinet, 2000), (b) Contoh *pinning* pada kupu kupu (Aiken, 2012).

- Serangga yang telah dipinning lalu dikeringkan di bawah lampu bohlam 60 watt selama 24 jam.
- Setelah kering preparat serangga dipindahkan ke botol vial dan diberi label.
- Botol vial disimpan pada kotak yang rapi dan diberi *kamper* untuk menghindari pembusukan.
(Safrinet, 2000 dengan modifikasi).

3.2.3.2 Koleksi basah

Koleksi basah dibuat untuk serangga-serangga yang berukuran kecil yang tertangkap menggunakan *Yellow pan trap*. Cara yang digunakan untuk membuat koleksi basah yaitu:

- Disediakan botol koleksi yang transparan
- Dimasukkan serangga yang berukuran kecil ke dalam botol koleksi atau botol vial.
- Dimasukkan alkohol 70% ke dalam botol koleksi sampai semua serangga terendam,
- Diberi label keterangan pada media koleksi
(Pelawi, 2010).

3.2.4 Identifikasi Arthropoda Musuh Alami

Sampel Arthropoda yang telah diperoleh kemudian diidentifikasi sampai pada tingkat famili, genus dan spesies di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi ITS, lalu di kelompokkan berdasarkan peranannya yaitu antara Arthropoda predator dengan Arthropoda Parasitoid. Morfospesies adalah mengelompokkan organisme berdasarkan morfologi. Pengelompokan morfospesies sengaja dilakukan untuk mempermudah melakukan pengolahan data secara kuantitatif. Identifikasi dilakukan menggunakan mikroskop stereo dan struktur morfologinya diidentifikasi dengan bantuan buku kunci identifikasi karangan Borror (1992), Triplehorn dan Jhonson (1992) Siwi (1991), Jumar (2000), Safrinet (2000) dan Watterhouse *et al.*, (1991&1993). *Yellow Pan Trap* berukuran 24x20x6 cm yang di beri air sabun untuk menurunkan tegangan permukaan. Pada setiap petak

digunakan 5ypt dengan jarak 5 m secara terpisah (Haneda *et al.*, 2005). Pola peletakan YPT mengikuti pola pengambilan sampel menurut Untung (2006) yaitu menggunakan pola diagonal agar sampel yang terperangkap mewakili petak lahan serta jarak YPT dari tepi pematang sekitar 5m untuk menekan kesalahan pengambilan sampel. fase vegetative (30 - 60) HST, fase generatif (60 - 80) HST, dan fase reproduktif (90 - 110) HST. Sampel dijadikan satu dari 3 metode pengambilan sampel agar data hasil identifikasi mencakup arthropoda baik yang bersifat *sedentary* maupun yang memiliki pergerakan (*mobilitas*) aktif sesuai spesifikasi target metode *sampling*.

Tabel 3.1 Pengamatan Arthropoda Musuh Alami

Metode	Lahan Kontrol			Lahan Modifikasi		
	Ulang an 1	Ulang an 2	Ulang an 3	Ulang an 1	Ulang an 2	Ulang an 3
<i>Sampling</i>						
<i>Sweeping</i>						
<i>Yellow pan trap</i>						
<i>Hand collecting</i>						
Jumlah Arthropoda Predator						
Jumlah Arthropoda Parasitoid						

3.3 Rancangan Penelitian dan Analisa Data

3.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam percobaan lapangan (*experimental design*) menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 1 perlakuan dan 1 kontrol masing-masing 3 kali ulangan sehingga keseluruhan ada 6 petak lahan penelitian. Lihat Rancangan Percobaan (Tabel 3.2)

Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Penelitian

Perlakuan	Pengulangan (P)		
	P1	P2	P3
Kontrol (K)	K1P1	K2P2	K3P3
Modifikasi (M)	M1P1	M2P2	M3P3

Keterangan:

KP1: Komposisi arthropoda musuh alami dilahan kontrol pengulangan 1

KP2: Komposisi arthropoda musuh alami dilahan kontrol pengulangan 2

KP3: Komposisi arthropoda musuh alami dilahan kontrol pengulangan 3

MP1: Komposisi arthropoda musuh alami dilahan modifikasi pengulangan 1

MP2: Komposisi arthropoda musuh alami dilahan modifikasi pengulangan 2

MP3: Komposisi arthropoda musuh alami dilahan modifikasi pengulangan 3

3.3.2 Analisa data

Penelitian ini dianalisa secara deskriptif kuantitatif yaitu menggunakan Indeks Shannon-wiener untuk mengetahui keanekaragaman spesies, Indeks *Evennes* (Pielou) untuk mengetahui pemerataan spesies dan Indeks Bray-Curtis untuk mengetahui Perbedaan komunitas Arthropoda di lahan kontrol dan lahan modifikasi. Analisa data dilakukan pada setiap jenis

tanaman (tanaman tembakau dilahan kontrol, tanaman tembakau dilahan modifikasi dan *C. juncea* L.). Pengamatan dilakukan berdasarkan fase pertumbuhan tanaman tembakau karena kelimpahan dan keanekaragaman Arthropoda musuh alami dipengaruhi oleh ketersediaan arthropoda herbivora, sedangkan arthropoda herbivora dipengaruhi oleh tanaman sebagai sumber makanan (Sembel, 2011), yaitu tanaman tembakau sebagai produsen. Selanjutnya dilakukan uji regresi pada seluruh data kehadiran arthropoda predator dengan arthropoda parasitoid untuk mengetahui tren kelimpahan arthropoda predator terhadap arthropoda parasitoid dilahan kontrol dan lahan modifikasi

3.3.2.1 Nilai keanekaragaman spesies Shannon-Wiener

Nilai keanekaragaman dihitung untuk mengetahui keanekaragaman jenis arthropoda musuh alami pada masing-masing petak lahan dengan menggunakan Indeks *Shannon-Wiener* :

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Keterangan :

H' = Indeks keragaman jenis *Shannon-Wiener*

p_i = Jumlah individu jenis ke-1

Tabel 3.3 Klasifikasi Nilai *Indeks Shannon Wiener*.

Nilai Indeks	Kategori
> 3	Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies tinggi dan kestabilan komunitas tinggi
1 – 3	Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap spesies sedang dan kestabilan komunitas sedang
< 1	Keanekaragaman rendah, penyebaran jumlah individu tiap spesies rendah dan kestabilan komunitas rendah

(Odum, 1994).

3.3.2.2 Nilai pemerataan jenis (*Evenness*) Pielou

Nilai pemerataan spesies dihitung untuk menunjukkan derajat pemerataan individu setiap jenis pada masing-masing petak lahan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Keterangan :

E = Indeks pemerataan jenis

H' = Indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*

S = Jumlah jenis yang ditemukan

Nilai E berkisar antara 0 – 1. Nilai 1 menunjukkan seluruh jenis ada dengan kelimpahan yang sama (Magurran, 1991).

3.3.2.3 Indeks Kesamaan Komunitas Bray- Curtis

Tingkat kesamaan antar komunitas dianalisis menggunakan Indeks Kesamaan Bray-Curtis. Parameter yang digunakan adalah kelimpahan jenis dan kehadiran jenis yang sama. Tingkat kesamaan yang diperoleh dari nilai indeks Bray-Curtis menggambarkan sejauh mana perbedaan komunitas arthropoda musuh alami di Lahan kontrol memiliki kesamaan dengan komunitas arthropoda musuh alami dilahan modifikasi (Krebs, 1989). Adapun Rumus nya adalah:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^n (X_{ij} + X_{ik})}$$

Keterangan :

B : Disimilaritas Bray Curtis

S : Similaritas Bray Curtis (1-B)

X_{ij},X_{ik} : Jumlah jenis ke-I dalam setiap sampel j dan k

n : Jumlah jenis dalam sampel

Hasil dari Indeks similaritas Bray Curtis berkisar antara 0-1. Nilai $S = 0$ menunjukkan tingkat kesamaan yang paling rendah dan nilai $S = 1$ menunjukkan kesamaan yang paling tinggi (Krebs, 1989).

3.3.2.4 Uji Regresi

Uji Regresi dilakukan untuk mengetahui tren kelimpahan arthropoda predator terhadap arthropoda parasitoid. Analisa dilakukan menggunakan aplikasi *Minitab 16*. Adapun persamaan Regresi linier secara teori sebagai berikut:

$$\hat{y} = a + bx$$

\hat{y} = *Dependent variable*,

x = *Independent variable*

a = *Intercept* yaitu besarnya nilai variabel y , bila variabel x bernilai nol

b = *Slope* yaitu besarnya perubahan nilai variabel y apabila bila variabel x berubah sebesar satu unit (satunya). Dengan rumus, menghitung a dan b adalah

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - [(\sum x)(\sum y)]/n}{\sum x^2 - [(\sum x)^2]/n}$$

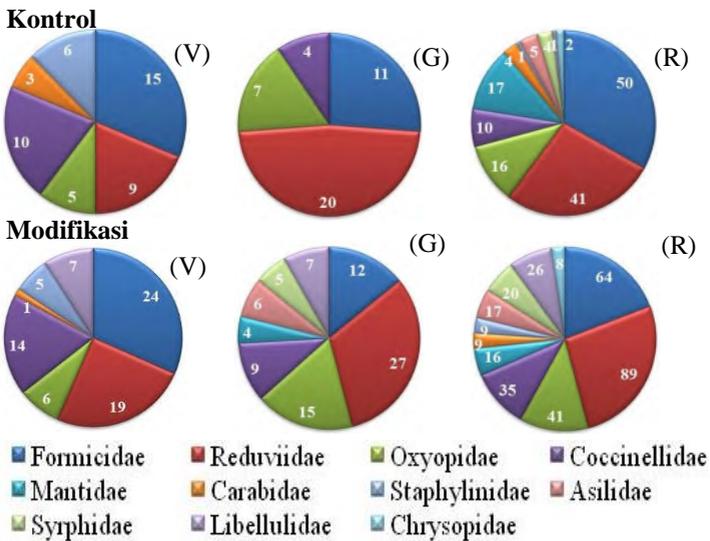
(Kasim, 2008).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposisi Famili Arthropoda Musuh Alami

4.1.1 Komposisi Famili Arthropoda Predator

Hasil *sampling* arthropoda di lahan penelitian, menunjukkan adanya perbedaan komposisi dan kelimpahan famili arthropoda predator di lahan kontrol dan modifikasi pada setiap fase pertumbuhan *N. tabacum* L. (Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Komposisi Famili Arthropoda Predator di Lahan Kontrol dan Modifikasi ketika fase vegetatif (V), generatif (G) dan reproduktif (R) Pertumbuhan tembakau.

Fase vegetatif adalah fase awal pembentukan organ tanaman. Pada fase ini pertumbuhan tanaman lebih fokus menggunakan karbohidrat untuk memperbesar organ vegetatif seperti luas dan tebal daun sedangkan pada fase generatif karbohidrat pada tumbuhan banyak digunakan

untuk pertumbuhan bunga (Endah, 2004). Daun dan bunga adalah salah satu sumber makanan dan ruang bagi arthropoda sehingga fase pertumbuhan tembakau sebagai *main crop* dan *C. juncea* L. sebagai *trap crop* akan berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahan arthropoda yang di lahan penelitian.

Berdasarkan garfik (Gambar 4.1) secara keseluruhan komposisi arthropoda predator di lahan kontrol hampir sama dengan di lahan modifikasi seperti pada fase vegetatif dan reproduktif. Pada fase vegetatif perbedaan komposisi predator di lahan kontrol dan modifikasi terjadi karena di lahan kontrol tidak ditemukan kehadiran 1famili yaitu Libellulidae. Menurut Pamungkas dan Ridwan (2015) Libellulidae termasuk subordo Anisoptera yang dikenal memiliki daya jelajah luas. Kemampuan ini memungkinkan Libellulidae aktif bergerak mencari mangsa di vegetasi tembakau dan *C. juncea* L. Kehadiran famili Libellulidae berkaitan dengan adanya *perimeter tap crop C. juncea* L. di lahan modifikasi, ketika tembakau (*main crop*) memasuki fase vegetatif *trap crop* sudah masuk fase generatif (masa berbunga). Menurut Sheahan (2012) Kandungan polen, nektar pada bunga *C. juncea* L. diduga menarik beberapa arthropoda herbivor dan pollinator sehingga secara tidak langsung menarik arthropoda predator, termasuk famili Libellulidae ke lahan modifikasi.

Perbedaan komposisi arthropoda predator di lahan kontrol dengan modifikasi terlihat jelas pada fase generatif. Pada fase ini terdapat 4 famili arthropoda predator di lahan kontrol dan 8 famili di lahan modifikasi. Empat famili yang tidak ada pada lahan kontrol adalah Mantidae, Asilidae, Syrphidae, dan Libellulidae. Mantidae merupakan predator yang mencari mangsa dengan berkamuflase dan bergerak perlahan, akan tetapi memiliki sayap yang besar dan kuat sehingga mampu terbang jauh (Jukofsky and Diane, 2002). Sedangkan famili Asilidae, Syrphidae, dan Libellulidae

lebih aktif bergerak mencari mangsanya dari pada Mantidae. Syrphidae merupakan alat penguji bunga yang di kenal sebagai predator aphids (Gilbert *et al.*, 1994) Pengamatan di lahan penelitian menunjukkan Syrphidae aktif terbang di pagi dan siang hari , pada beberapa spesies famili Syrphidae aktif mencari nektar di bunga (Bachtold and Claro, 2013). Adanya kemampuan jelajah dan ketertarikan pada nektar mendukung 4 famili tersebut berpindah mencari makan di lahan modifikasi. Ketika tembakau berbunga (fase generatif) *trap crop* pada lahan modifikasi juga masih berbunga, Melimpahnya sumber makanan pada bunga di *main crop* dan *trap crop* menarik arthropoda tertentu termasuk arthropoda famili Mantidae, Asilidae, Syrphidae, dan Libellulidae.

Pada fase reproduktif bunga di tembakau dan *C. juncea* L. mulai kering dan jatuh serta terbentuk polong pada 2 vegetasi tersebut. Hilangnya bunga sebagai sumber nektar berpengaruh terhadap komposisi arthropoda yang ditemukan. Pada lahan kontrol dan modifikasi ditemukan komposisi famili antropoda predator yang sama yaitu tersusun atas 11 artropoda predator. Jika dibandingkan fase sebelumnya pada fase reproduktif ditemukan komposisi arthropoda paling tinggi. Tingginya komposisi arthropoda predator berkaitan dengan lamanya fase reproduktif pada tembakau, berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, tembakau masuk fase vegetatif antara 0-33 HST (Hari setelah tanam), fase generatif pada 40-54 HST, dan fase reproduktif tembakau pada 61-103 HST. Tingginya komposisi predator pada fase reproduktif terlihat dari kehadiran beberapa famili arthropoda predator yang sempat hadir pada fase vegetatif tetapi tidak ditemukan di fase generatif yaitu famili Staphylinidae dan Carabidae, serta ditemukannya famili Chrysopidae. Kehadiran 3 famili predator tersebut diduga berkaitan dengan melimpahnya sumber makanan di lahan penelitian, seperti munculnya

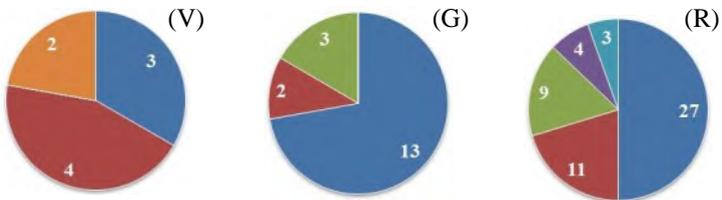
arthropoda pemakan polong. Famili Staphylinidae dan Carabidae pada fase larvadiketahui hidup di permukaan tanah (Purnomo, 2009) banyaknya seresah akibat gugurnya daun dan bunga pada fase reprodktif menyediakan makanan dan unsur-unsur mineral organik bagi serangga permukaan tanah, sehingga mampu menunjang kehidupan makrofauna salah satu nya dalam proses dekomposer (Aslamiyah dan Rizal, 2014) termasuk famili Staphylinidae dan Carabidae sehingga kelimpahannya meningkat. Famili Chrysopidae diketahui sebagai predator pemangsa hama tembakau aphids dan thrips (Satyagopal *et al.*, 2014), kehadiran famili Chrysopidae mengindikasikan pada fase reproduktif masih terdapat arthropoda herbivor seperti aphids dan thrips.

Selain mempengaruhi komposisi, arthropoda predator, kelimpahan arthropoda herbivor juga berpengaruh terhadap kelimpahan famili predator. Arthropoda predator dengan kelimpahan tertinggi di setiap fase pertumbuhan tembakau adalah famili Formicidae Reduviidae, dan Oxyopidae. Famili Formicidae diketahui sebagai predator yang memangsa arthropoda yang masih hidup maupun sudah mati, selain itu juga mencari nektar, dan embun madu sehingga Formicidae juga dikenal sebagai pollinator (Stout *et al.*, 2000). Tersedianya sumber makanan yang melimpah dan sumber makanan alternatif menyebabkan famili Formicidae memiliki kelimpahan yang tinggi. Hal yang sama terjadi pada Reduviidae dan Oxyopidae. Menurut Satyagopal *et al* (2014) Reduviid bug (famili Reduviidae) dan laba – laba predator termasuk Oxyopidae adalah arthropoda predator yang biasa ditemukan pada tanaman tembakau. Dua famili ini diduga merupakan predator utama hama tembakau. Hal ini ditunjukkan tingginya kelimpahan Reduviidae dan Oxyopidae pada semua fase pertumbuhan tembakau di lahan kontrol dan modifikasi.

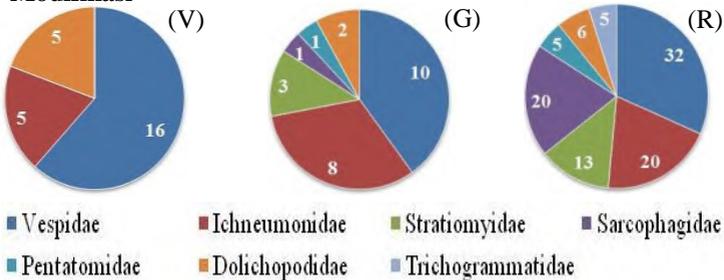
4.1.2 Komposisi Famili Arthropoda Parasitoid

Arthropoda parasitoid umumnya memiliki mangsa atau inang lebih spesifik jika dibandingkan arthropoda predator, (Jumar, 2000). Sifat inang yang spesifik diduga merupakan salah satu faktor parasitoid memiliki komposisi dan kelimpahan berbeda dengan arthropoda predator. Grafik komposisi dan kelimpahan famili arthropoda parasitoid disajikan pada Gambar 4.2

Kontrol



Modifikasi



Gambar 4.2 Komposisi Famili Arthropoda Parasitoid di Lahan Kontrol dan Modifikasi pada fase Vegetatif (V), Generatif (G) dan Reproduksi (R) Pertumbuhan tembakau.

Grafik komposisi famili arthropoda parasitoid menunjukkan pada fase vegetatif lahan kontrol dan modifikasi memiliki komposisi parasitoid yang sama, tersusun dari 3 famili yaitu Vespidae, Ichneumonidae dan Dolichopodidae. Perbedaan antara lahan kontrol dan

modifikasi terlihat pada kelimpahan masing masing famili. Berdasarkan kelimpahan 3 famili parasitoid yang ditemukan, Vespidae memiliki kelimpahan paling tinggi terutama di lahan modifikasi, sedangkan di lahan kontrol kelimpahan parasitoid relatif sama. Vespidae selain aktif memarasit mangsanya dengan meletakkan telur, famili Vespidae pada fase dewasa membutuhkan nutrisi berupa embun madu atau serbuk sari untuk pertumbuhannya (Winkler *et al*, 2010., Yaherwandi, 2012 *dalam* Meidalima, 2013) Sumber pakan tersebut dapat disediakan oleh tumbuhan berbunga seperti bunga di *C. juncea* L. Oleh karena itu banyak famili Vespidae yang mengunjungi lahan modifikasi karena ketika itu *trap crop C. juncea* L. masuk fase generatif.

Pada fase generatif tembakau terlihat jelas perbedaan komposisi arthropoda parasitoid antara lahan kontrol dan modifikasi. Pada lahan kontrol tidak ditemukan 3 famili parasitoid yang ada pada lahan modifikasi yaitu famili Sarcophagidae, Pentatomidae dan Dolichpodidae. Tiga famili parasitoid ini diduga ada di lahan modifikasi karena tertarik dengan adanya *trap crop C. juncea* L. Ketertarikan beberapa famili parasitoid tersebut terjadi karena melimpahnya sumber makanan di lahan modifikasi seperti arthropoda herbivor. Pada lahan modifikasi diketahui ketika *main crop* masuk fase generatif *trap crop* juga masih berada pada fase generatif, artinya pada waktu yang sama di lahan modifikasi terdapat sumber nektar dan polen yang melimpah dari bunga *C. juncea* L. dan tembakau. Tiga famili parasitoid tersebut diketahui memiliki kelimpahan rendah jika dibandingkan parasitoid lainnya. Ordo Diptera seperti famili Sarcophagidae dan Dolichpodidae, pada saat pengamatan diketahui aktif berpindah dengan cepat pada jarak yang relatif dekat. Kemampuan tersebut menyebabkan Sarcophagidae dan Dolichpodidae sulit ditangkap ketika *sampling* sedangkan

Pentatomidae lebih mudah ditangkap akan tetapi tidak banyak ditemukan di lahan modifikasi. Hal ini mungkin terjadi karena kelimpahan famili Pentatomidae yang memang rendah dilahan penelitian.

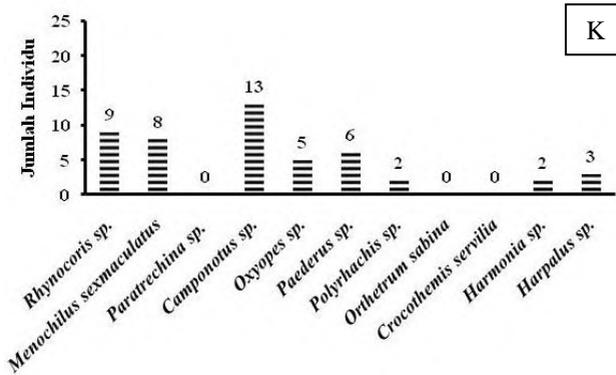
Komposisi parasitoid paling tinggi ditemukan pada fase reproduktif. Pada fase ini dilahan kontrol tidak ditemukan famili Dolichopodidae dan Trichogrammatidae. Kehadiran famili Trichogrammatidae berkaitan dengan adanya *trap crop C. juncea* L di lahan modifikasi. Menurut Zalom (2012) penggunaan *C. juncea* L. sebagai tanaman penutup pada jagung dapat menarik *Trichogramma* sp. sehingga menurunkan kelimpahan hama *earworm*. Famili Trichogrammatidae dilahan modifikasi diduga berasal dari luar *main crop* maupun *trap crop* karena berdasarkan pengamatan jarak 1 petak dari lahan penelitian terdapat tanaman jagung.

4.2 Komposisi dan Kelimpahan Spesies Arthropoda Musuh Alami

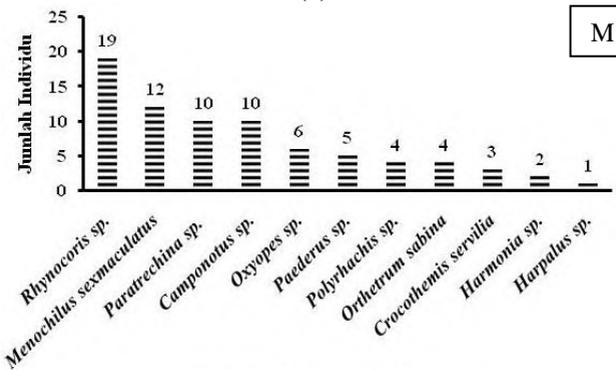
Pertumbuhan tembakau berkaitan dengan interaksi tri tropik di lahan tembakau, yaitu tembakau sebagai produsen, artropoda herbivor sebagai konsumen pertama dan athropoda musuh alami sebagai konsumen dari arthropoda herbivor. Adanya interaksi tersebut memungkinkan terjadi perbedaan komposisi dan kelimpahan arthropoda musuh alami pada setiap fase pertumbuhan tembakau. Modifikasi habitat dengan penambahan *trap crop* di lahan modifikasi menyebabkan interaksi semakin kompleks karena terdapat 2 vegetasi dan fase yang berbeda.

4.2.1 Komposisi dan Kelimpahan Spesies Arthropoda Predator

Hasil pengamatan (Gambar 4.3) menunjukkan dilahan kontrol ditemukan 8 spesies arthropoda predator dengan kelimpahan total 48 Individu, dan di lahan modifikasi terdapat 11 spesies dengan kelimpahan total 76 individu.



(a)



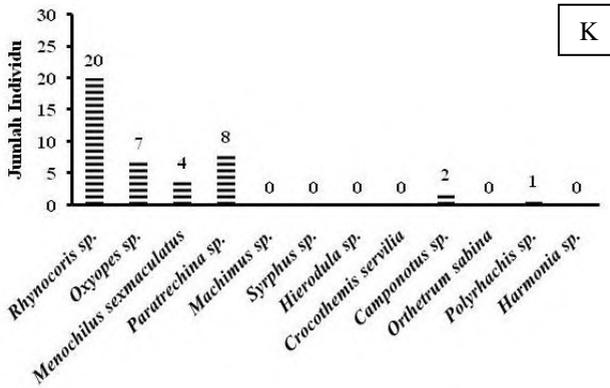
Spesies Arthropoda Predator

(b)

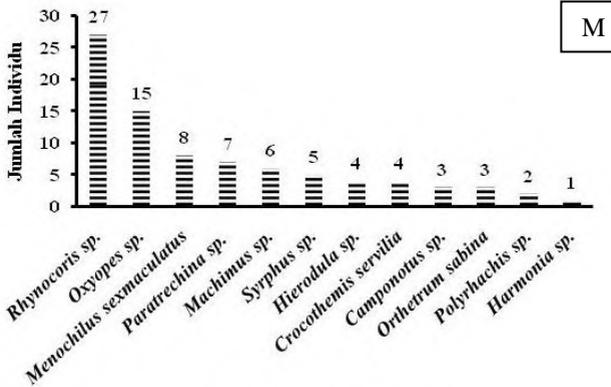
Gambar 4.3 Grafik Komposisi dan Kelimpahan Arthropoda Predator pada fase Vegetatif (a) di lahan Kontrol = K dan (b) di lahan Modifikasi = M, Pertumbuhan Tembakau.

Komposisi arthropoda predator dilahan modifikasi lebih tinggi dari pada lahan kontrol. Pada lahan kontrol tidak ditemukan 3 spesies arthropoda predator yang ada pada lahan modifikasi yaitu *Crocothemis. servilia*, *Orthetrum.sabina* dan *Paratrechina* sp. Spesies *C. servilia*, dan *O. sabina* termasuk sub ordo Anisoptera yaitu capung yang memiliki kemampuan terbang cepat dan memiliki daya jelajah luas (Pamungkas dan Ridwan, 2015). Dua spesies tersebut kemungkinan berasal dari luar tanaman tembakau yang tertarik pada *trap crop C. juncea* L. Sedangkan Genus Paractherina seperti *Paractherina longicornis* dikenal sebagai semut yang dapat memakan serangga hidup maupun mati, embun madu, dan eksudat tanaman (Latumahina, dkk., 2014). Spesies ini diduga mencari embun madu, dan eksudat yang ada pada *C. juncea* L. selain perannya sebagai arthropoda predator.

Pada grafik (Gambar 4.3) juga diketahui kelimpahan arthropoda predator yang berbeda pada setiap lokasi *sampling*. *Camponotus* sp. memiliki kelimpahan tertinggi di lahan kontrol sedangkan dilahan modifikasi ditempati oleh spesies *Rhynocoris* sp. Menurut Satyagopal *et al.*, (2014) Reduviid bug seperti *Rhinicoris* sp., kumbang koksi seperti *Menochilus sexmaculatus* dan kelompok laba laba predator adalah arthropoda predator yang biasa ditemukan pada tanaman tembakau (Satyagopal *et al.*, 2014). kemungkinan spesies tersebut memang ada pada tanaman tembakau karena tersedianya sumber makanan yang melimpah.



(a)



Spesies Arthropoda Predator

(b)

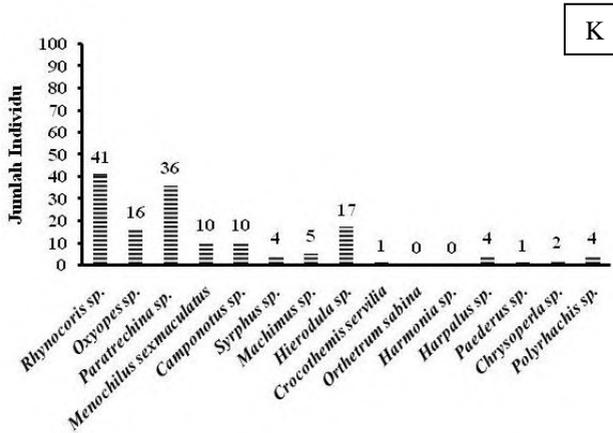
Gambar 4.4 Grafik Komposisi dan Kelimpahan Arthropoda Predator pada fase Generatif (a) di lahan Kontrol = K dan (b) di lahan Modifikasi = M, Pertumbuhan Tembakau.

Pada fase generatif di lahan kontrol terdapat 6 spesies arthropoda predator dengan kelimpahan total 42 individu, sedangkan di lahan modifikasi terdapat 12 spesies dengan kelimpahan total 85 individu. Perbedaan komposisi dan kelimpahan predator karena di lahan kontrol tidak

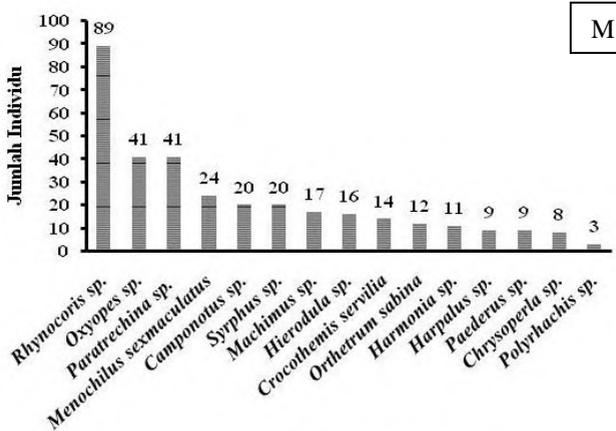
ditemukan spesies *Machimus* sp., *C. servilia*, *Syrphus* sp., *Hierodula* sp., *O. sabina* dan *Harmonia* sp. Adanya aplikasi *trap crop* *C. juncea* L. sebagai modifikasi habitat menambah sumber ruang atau *shelter* bagi arthropoda predator sehingga lebih banyak arthropoda predator yang datang ke lahan modifikasi.

Data kehadiran komposisi arthropoda predator di lahan modifikasi (Lampiran 1) menunjukkan tidak semua arthropoda predator di lahan modifikasi ada pada tanaman tembakau (*main crop*). Tercatat pada fase generatif di lahan modifikasi terdapat 7 spesies arthropoda predator yang hanya mengunjungi *trap crop* *C. juncea* L. yaitu spesies *Shyrrpus* sp., *Hierodula* sp., *C. servilia.*, *Camponotus* sp., *Polyrhacis* sp., *O. sabina* dan *Harmonia* sp. Hal ini menunjukkan *trap crop* dapat menarik beberapa spesies arthropoda predator yang tidak ditemukan pada *main crop*. Pada penelitian sebelumnya tentang komunitas musuh alami di lahan tembakau yang di modifikasi dengan *trap crop* *Heliantus annuus* Wurianto (2014) melaporkan, arthropoda predator dari Famili Libellulidae dan Coccinellidae memiliki kelimpahan relatif tinggi pada fase vegetatif dan generatif pertumbuhan tembakau, baik di *main crop* lahan kontrol maupun di modifikasi. Selain itu diketahui predator dari ordo odonata (*Dragon fly*) dan kumbang koxsi adalah predator yang biasanya ditemukan pada budidaya tembakau (Satyagopal *et al.*, 2014). Artinya beberapa spesies predator seperti *C. servilia.*, *O. sabina* dan *Harmonia* sp. kemungkinan besar ada pada *main crop* lahan kontrol maupun modifikasi tetapi dengan kelimpahan yang rendah. Kemampuan mobilitas tinggi seperti yang dimiliki *Shyrrpus* sp., juga berpengaruh pada kelimpahan

karena relatif sulit tertangkap oleh *sweepnet* ketika proses *sampling*.



(a)



Spesies Arthropoda Predator

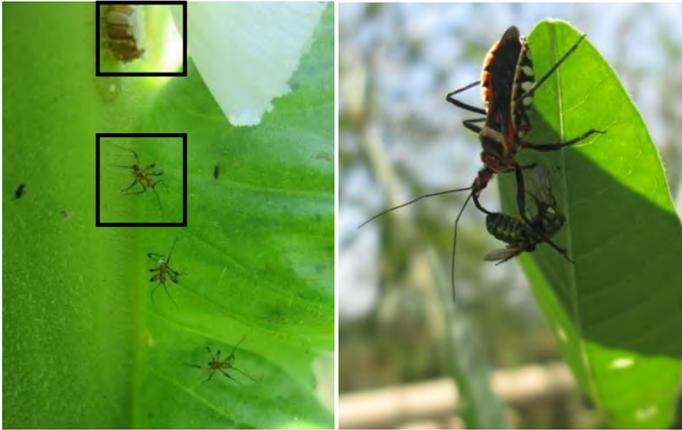
(b)

Gambar 4.5 Grafik Komposisi dan Kelimpahan Arthropoda Predator pada fase Reproduksi (a) di lahan Kontrol = K dan (b) di lahan Modifikasi = M, pertumbuhan Tembakau.

Pada fase reproduktif di lahan kontrol terdapat 13 spesies arthropoda predator dengan kelimpahan total 151 individu dan di modifikasi terdapat 15 spesies dengan kelimpahan total 334 individu. Lahan modifikasi memiliki kelimpahan spesies arthropoda predator lebih tinggi dari pada dilahan kontrol. Perbedaan di lahan kontrol karena tidak ditemukan spesies *Harmonia* sp., dan *O. sabina*. Ketidak hadirannya 2 spesies tersebut berkaitan dengan sumber makanan dan sumber ruang yang semakin sedikit di lahan kontrol. Pada fase reproduktif tanaman tembakau (*main crop*) di lahan kontrol dan modifikasi mulai di panen di bagian daun bawah yang sudah kering atau mulai berubah warna (menjadi kuning). Semakin banyak daun yang di panen semakin berkurang sumber nutrisi dan ruang bagi arthropoda herbivor, sehingga secara tidak langsung juga menurunkan komposisi arthropoda musuh alami. Berbeda dengan lahan kontrol, di lahan modifikasi terdapat *perimeter trap crop* yang memungkinkan sumber nutrisi dan ruang lebih banyak walaupun tembakau juga dipanen.

Pada Grafik (Gambar 4.5) juga diketahui arthropoda predator yang memiliki kelimpahan relatif tinggi yaitu spesies *Rhynocoris* sp., *Paratrechina* sp., dan *Oxyopes* sp. Dari 3 spesies tersebut *Rhynocoris* sp. diketahui menempati kelimpahan paling tinggi hampir pada setiap fase pertumbuhan tembakau, dilahan kontrol maupun modifikasi. Genus *Rhynocoris* merupakan arthropoda yang memiliki kisaran mangsa cukup luas diantaranya *Heliothis armigera*, *Corcyra cephalonica*, *Chilo partellus* (Swinh.), *Achaea janata* L., *Plutela xylostela*, *Spodoptera litura*, *Myzus persicae*, *Raphidopalpa foveicollis* Lucas, *Semiothisa pervolagata* Walker, *Oiacrisia oblique* Walk, *Terias hecab* (Linn.), *Cyrtacanthacris succincta* Kirby, *Oysdercus cingulatus* Dist., *Earias vittelle*, dan *E. insulana* Biosd (Sahayaraj, 2007). Selain itu pengamatan di lapangan menunjukkan *Rhynocoris* sp. juga memangsa

arthropoda lain selain hama tembakau seperti terlihat pada Gambar 4.6b. *Rhynocoris* sp. memangsa lebah polinator (Diptera) di *C. juncea* L. Kisaran mangsa yang cukup luas menjadikan spesies *Rhynocoris* sp. memiliki daya dukung lingkungan tinggi terutama dalam hal pemenuhan sumber makanan. Kondisi ini berdampak positif terhadap kemampuan berkembang biak *Rhynocoris* sp. di lahan penelitian (Gambar 4.6a.) sehingga kelimpahannya tinggi.



(Dokumentasi Pribadi, 2015)

(a)

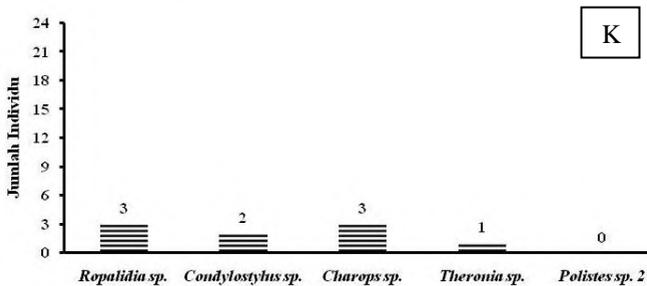
(b)

Gambar 4.6 Spesies *Rhynocoris* sp. di lahan penelitian (a) Telur dan larva *Rhynocoris* sp. (dalam kotak hitam) di *main crop* tembakau (b) Imago *Rhynocoris* sp. memangsa lebah (Diptera) di *trap crop* *C. juncea* L.

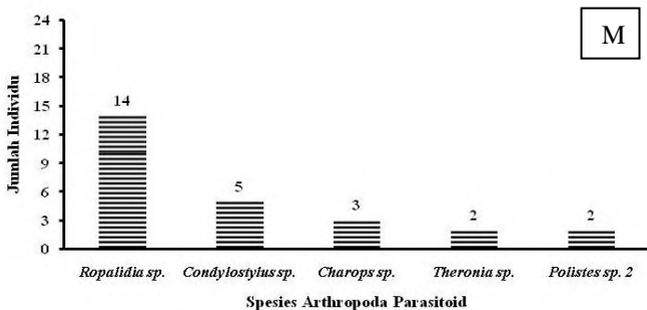
Berdasarkan data komposisi dan kelimpahan arthropoda predator di 3 fase pertumbuhan tembakau, dapat dijelaskan bahwa Aplikasi *C. juncea* L. sebagai *perimeter trap crop* pada *N. tabacum* L. dapat membantu konservasi arthropoda predator yang ditunjukkan dari lebih tingginya komposisi dan kelimpahan arthropoda predator dilahan modifikasi pada fase vegetatif, generatif dan reproduktif.

4.2.2 Komposisi dan Kelimpahan Spesies Arthropoda Parasitoid

Hasil data pengamatan arthropoda parasitoid di lahan penelitian di perlihatkan pada grafik (Gambar. 4.7). Pada fase vegetatif menunjukkan di lahan kontrol tersusun oleh 4 spesies dengan kelimpahan total 9 individu, sedangkan dilahan modifikasi terdapat 5 spesies dengan kelimpahan total 26 individu. Lahan modifikasi memiliki komposisi dan kelimpahan parasitoid lebih tinggi daripada dilahan kontrol, karena dilahan kontrol tidak ditemukan spesies *Polistes sp. 2*.



(a)



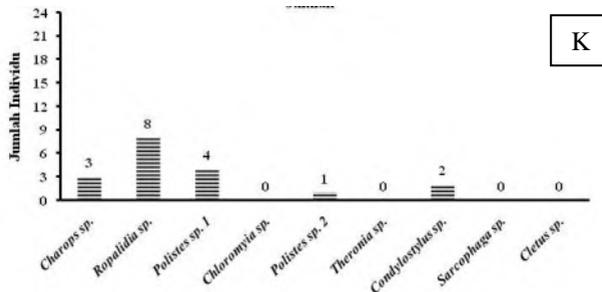
(b)

Gambar 4.7 Grafik Komposisi dan Kelimpahan Parasitoid pada fase Vegetatif (a) di lahan Kontrol = K dan (b) di lahan Modifikasi = M, Pertumbuhan Tembakau.

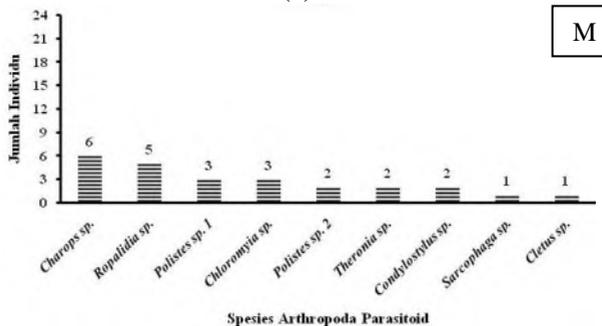
Menurut (Rosanti dan Mutiara, 2016) spesies *Polistes* sp. berpindah secara aktif untuk mencari makan pada waktu siang hari. Mobilitas aktif spesies *Polistes* sp. di siang hari menyebabkan spesies ini mudah dijumpai dengan kelimpahan tinggi. Kehadiran spesies *Polistes* sp. 2 di lahan modifikasi berkaitan dengan adanya *trap crop C. juncea* L. karena menurut Nicholls and Altieri (2012) Genus *Polistes* termasuk jenis parasitoid famili Vespidae. ketika imago nya famili Vespidae membutuhkan nektar bunga untuk pertumbuhannya. Pada fase vegetatif tembakau di lahan modifikasi terdapat *trap crop* yang telah berbunga sehingga kemungkinan kehadiran *Polistes* sp. 2 di lahan modifikasi karena tertarik dengan nektar yang dihasilkan *trap crop C. juncea* L.

Alasan yang sama terjadi pada *Ropalidia* sp. yang juga merupakan anggota familli Vespidae. *Ropalidia* sp. ditemukan pada lahan kontrol dan modifikasi dengan kelimpahan paling tinggi. Pada lahan modifikasi kelimpahan *Ropalidia* sp. terlihat dominan lebih melimpah daripada arthropoda parasitoid lain antara 2-5 individu. Tingginya kelimpahan *Ropalidia* sp. juga berkaitan dengan adanya *trap crop* dilahan modifikasi. Selain berperan sebagai parasitoid *Ropalidia* sp. juga aktif di siang hari mencari naktar di bunga, Fase berbunga pada *trap crop* diduga menjadi faktor penyebab melimpahnya kehadiran *Ropalidia* sp. di lahan modifikasi.

Komposisi dan kelimpahan arthropoda parasitoid pada fase generatif (Gambar 48) menunjukkan di lahan kontrol terdapat 5 spesies arthropoda parasitoid dengan kelimpahan total 18 individu, sedangkan di lahan modifikasi terdapat 9 spesies dengan kelimpahan total 25 individu.



(a)



(b)

Gambar 4.8 Grafik Komposisi dan Kelimpahan Parasitoid pada fase Generatif (a) di lahan kontrol = K dan (b) di lahan Modifikasi = M, Pertumbuhan Tembakau.

Lahan modifikasi memiliki komposisi spesies yang lebih tinggi daripada di lahan kontrol, karena di lahan kontrol tidak ditemukan spesies *Chloromyia* sp., *Theronia* sp., *Sarcophaga* sp. dan *Cletus* sp. Adanya modifikasi habitat dengan memanfaatkan *C. juncea* L.

sebagai *trap crop* di lahan modifikasi menyebabkan tingkat kehadiran arthropoda menjadi lebih beragam (Kurniawati, 2015). Ketika tembakau memasuki fase generatif, tanaman *C. juncea* L. juga masih dalam fase generatif, artinya pada saat itu di lahan modifikasi terdapat 2 vegetasi tanaman yang sedang berbunga yang berpotensi besar menarik arthropoda tertentu dan secara tidak langsung juga menarik arthropoda parasitoid seperti *Chloromyia* sp., *Sarcohpaga* sp., *Cletus* sp. dan *Theronia* sp. Parasitoid dari ordo Diptera aktif bergerak dan dapat terbang jauh (Jumar, 2000) termasuk spesies *Chloromyia* sp., dan *Sarcohpaga* sp., berbeda dengan *Cletus* sp. Spesies ini umumnya banyak dijumpai beberapa hari sebelum tanaman dipanen, diperkirakan berasal dari tanaman lain yang pindah pada jarak yang cukup jauh (Kagali *et al.*, 2013) Oleh karena itu ketika fase generatif *Cletus* sp. tidak banyak dijumpai karena kelimpahannya rendah. Berikut adalah salah satu dokumentasi parasitoid (Gambar 4.9) *Cletus* sp dan *Chloromyia* sp. di tembakau (*main crop*) lahan modifikasi.



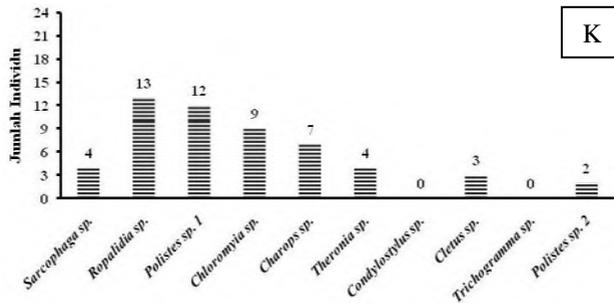
(Dokumentasi Pribadi, 2015)

(a)

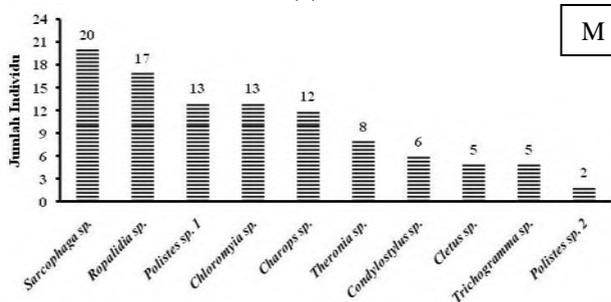
(b)

Gambar 4.9 Spesies Arthropoda parasitoid (a) *Cletus* sp. dan (b) *Chloromyia* sp. di *Main crop* Lahan Modifikasi

Kelimpahan tinggi pada arthropoda parasitoid ditemukan pada spesies *Ropalidia* sp. Pada lahan modifikasi kelimpahan *Ropalidia* sp. hampir sama dengan kelimpahan spesies *Charops* sp. akan tetapi *Ropalidia* sp. lebih sering terlihat di lahan pengamatan terbang mengunjungi bunga (Gambar 4.11)



(a)



(b)

Gambar 4.10 Grafik Komposisi dan Kelimpahan Parasitoid pada fase Reproduksi (a) di lahan Kontrol = K dan (b) di lahan Modifikasi = M, Pertumbuhan Tembakau.

Komposisi dan kelimpahan arthropoda parasitoid pada fase reproduktif dapat dilihat pada Grafik batang (Gambar 4.10). Pada gambar tersebut diketahui di lahan

kontrol ditemukan 8 spesies artropoda parasitoid dengan kelimpahan total 54 individu, sedangkan dilahan modifikasi terdapat 10 spesies dengan kelimpahan total 101 individu. Lahan modifikasi memiliki komposisi dan kelimpahan spesies lebih tinggi daripada lahan kontrol. Pada lahan kontrol tidak ditemukan spesies *Condyloctylus* sp. dan *Trichogramma* sp.

Condyloctylus sp. merupakan lalat berkaki panjang dengan tubuh ramping berwarna hijau spesies ini banyak dijumpai pada budidaya tanaman perkebunan sebagai parasitoid larva Chironomidae dan Culicidae (Ulrich, 2005) kehadiran *Condyloctylus* sp. menunjukkan pada fase reproduktif di lahan modifikasi terdapat larva Chironomidae dan Culicidae. *Trichogramma* sp. adalah parasitoid telur ngengat yang telah banyak digunakan sebagai agen pengendali hayati komersial. Kehadiran *Trichogramma* sp. berkaitan dengan adanya *trap crop* *C. juncea* L. di lahan modifikasi. Zalom (2012) melaporkan penggunaan *C. juncea* L. sebagai tanaman penutup tanaman jagung dapat menarik *Trichogramma* sp. Kehadiran *Trichogramma* sp. di lahan modifikasi diduga berasal dari tanaman jagung yang ditanam di sekitar lahan penelitian dengan jarak 1 petak lahan kemudian tertarik pada *trap crop*. Selain itu kehadiran *Trichogramma* sp. juga mengindikasikan di lahan modifikasi masih terdapat telur ngengat

Kelimpahan tertinggi Arthropoda parasitoid ditunjukkan oleh spesies *Sarcophaga* sp. dan *Ropalidia* sp. Jika dibandingkan *Sarcophaga* sp. *Ropalidia* sp. lebih dominan menunjukkan kelimpahan tinggi pada setiap fase pertumbuhan tembakau. Ketika pengamatan dilapangan *Ropalidia* sp. sering dijumpai di bagian organ bunga (Gambar 4.11) Walaupun bunga tembakau sudah banyak yang gugur dan muncul polong spesies ini masih aktif mengunjungi tanaman tembakau, Hal ini dimungkinkan

jika *Ropalidia* sp. mencari inang untuk meletakkan telurnya pada arthropoda pengunjung tanaman tembakau.



(Dokumentasi Pribadi, 2015)

Gambar 4.11 Spesies *Ropalidia* sp. (dalam lingkaran hitam) yang mengunjungi polong tanaman tembakau di lahan kontrol

Berdasarkan hasil analisis kehadiran parasitoid pada semua fase pertumbuhan tembakau. Dapat dijelaskan bahwa komposisi dan kelimpahan arthropoda parasitoid dilahan modifikasi lebih tinggi dari pada lahan kontrol artinya aplikasi *perimeter trap crop C. juncea* L. pada *N. tabacum* L. dapat membantu konservasi arthropoda parasitoid dengan meningkatkan kelimpahan dan komposisi spesies arthropoda parasitoid.

4.3 Keanekaragaman dan Kemerataan Spesies Arthropoda Musuh Alami

Modifikasi habitat dapat dikatakan berhasil membantu konservasi arthropoda dilihat dari parameter adanya peningkatan kelimpahan dan keanekaragaman spesies (Serrat *et al.*, 2015). Keanekaragaman spesies dalam suatu komunitas dapat diinterpretasikan menggunakan indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* sedangkan kemerataannya dihitung dengan indeks *Evenness* (Pielou). Pada Tabel 4.1 diketahui komposisi dan kelimpahan arthropoda predator dari tingkat Ordo, sampai genus atau spesies serta nilai indeks keanekaragaman spesies dan kemerataan jenis (*species evenness*) pada setiap fase pertumbuhan tembakau.

Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Indeks *Shannon Wiener* dan Indeks *Evenness* arthropoda predator di lahan Kontrol dengan lahan Modifikasi

Karakteristik	Lahan Kontrol			Lahan Modifikasi		
	V	G	R	V	G	R
\sum Ordo	5	4	8	6	7	8
\sum Famili	6	4	11	7	9	11
\sum Genus / Spesies	8	6	13	11	12	15
\sum Individu	48	42	151	76	85	334
H'	1.89	1.63	2.01	2.14	1.99	2.17
E	0.91	0.91	0.78	0.89	0.80	0.80

Nilai indeks keanekaragaman spesies (H') arthropoda predator pada semua fase dan setiap lokasi *sampling* menunjukkan kategori sedang (Odum, 1994). Sedangkan kemerataan spesies paling rendah ada pada lahan kontrol fase generatif yaitu 0.78 dan paling tinggi

pada lahan kontrol fase vegetatif, reproduktif yaitu 0.91. Jika dibandingkan antara arthropoda predator di tembakau kontrol dengan modifikasi diketahui nilai H' di lahan modifikasi fase vegetatif generatif dan reproduktif lebih tinggi dari pada nilai H' di lahan kontrol. Menurut Magurran (1988) dalam Ismaini dkk., (2015) Nilai H' berkaitan dengan kelimpahan dan spesies yang ditemukan, semakin banyak jumlah spesies yang ditemukan maka keanekaragamannya semakin besar. Hal ini sesuai dengan komposisi dan kelimpahan spesies arthropoda predator dilahan modifikasi yang lebih tinggi dari pada lahan kontrol.

Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Indeks *Shannon Wiener* dan Indeks *Evenness* Arthropoda Parasitoid di lahan Kontrol dengan lahan Modifikasi.

Karakteristik	Lahan Kontrol			Lahan Modifikasi		
	V	G	R	V	G	R
Σ Ordo	2	2	3	2	2	3
Σ Famili	3	3	5	3	6	6
Σ Genus / Spesies	4	5	8	5	9	10
Σ Individu	9	18	54	26	25	101
H'	1.31	1.39	1.91	1.34	2.04	2.14
E	0.59	0.87	0.87	0.80	0.93	0.93

Pada arthropoda parasitoid diketahui seluruh nilai H' berada pada kategori sedang tetapi jika di bandingkan antara lahan kontrol dengan modifikasi. Nilai H' pada arthropoda parasitoid dilahan modifikasi sedikit lebih tinggi pada setiap fase pertumbuhan tembakau. sedangkan nilai *Evennes* (E) paling rendah terdapat pada lahan kontrol fase vegetatif yaitu 0.59 dan paling tinggi pada lahan

modifikasi fase generatif, reproduktif yaitu 0.93. Nilai $E=1$ menunjukkan seluruh spesies ada pada kelimpahan yang sama, artinya nilai E yang mendekati 1 menunjukkan seluruh spesies memiliki kemarataan yang hampir sama (Magurran, 1991).

Berdasarkan analisa keanekaragaman arthropoda predator dan parasitoid pada seluruh fase pertumbuhan tembakau dapat di jelaskan bahwa Aplikasi *perimeter trap crop C. juncea* L. dapat membantu konservasi arthropoda musuh alami (predator dan parasitoid). Hal ini dibuktikan pada penjelasan subbab sebelumnya (4.11 dan 4.12) yang menjelaskan bahwa komposisi dan kelimpahan arthropoda predator dan parasitoid di lahan modifikasi lebih tinggi dari pada di kontrol serta didukung perhitungan nilai indeks keanekaragaman spesies yang lebih tinggi di lahan modifikasi pada semua fase pertumbuhan tembakau.

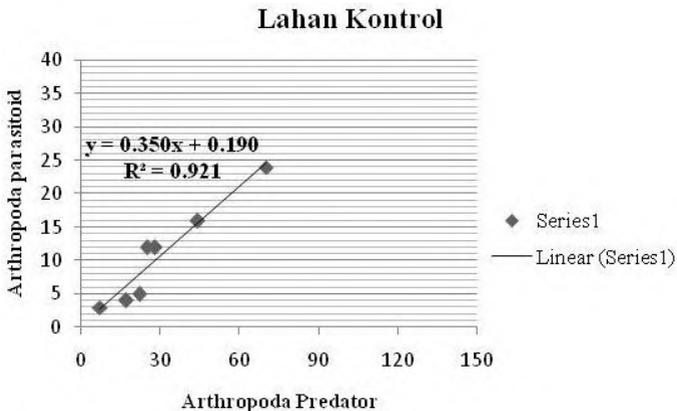
4.4 Kesamaan Komunitas Arthropoda Musuh Alami

Kesamaan komunitas arthropoda musuh alami di lahan penelitian di analisa menggunakan indeks kesamaan komunitas *Bray Curtis*. Hasil nilai indeks kesamaan komunitas Bray Curtis menunjukkan antara arthropoda predator dilahan kontrol dengan lahan modifikasi adalah 0.655 sedangkan pada arthropoda parasitoid di lahan kontrol dengan lahan modifikasi adalah 0.695. Penyusun vegetasi yang berbeda di kedua lahan penelitian menjadi faktor penting kehadiran arthropoda yang tidak sama. Sistem budidaya polikultur di lahan modifikasi dengan penambahan *trap crop* mampu menambah keragaman arthropoda (Rebek *et al.*, 2005). Perbedaan komunitas juga sesuai dengan pembahasan subbab sebelumnya. Adanya *perimeter trap crop C. juncea* L. di lahan modifikasi menyebabkan lahan modifikasi memiliki komposisi dan kelimpahan arthropoda predator maupun arthropoda

parasitoid yang lebih tinggi daripada di lahan kontrol pada semua fase pertumbuhan tembakau.

4.5 Tren Kelimpahan Arthropoda Predator dengan Arthropoda Parasitoid

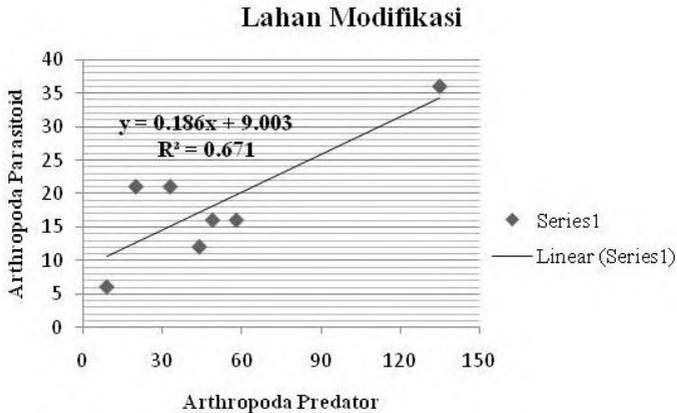
Kelimpahan arthropoda musuh alami di setiap lokasi *sampling* diuji menggunakan analisis regresi linier sederhana untuk mengetahui tren kelimpahan arthropoda predator terhadap arthropoda parasitoid. Hasil uji regresi ditampilkan pada (Gambar 4.12).



Gambar 4.12 Nilai Prediksi Besar Pengaruh dan Plot Pola Hubungan Kelimpahan Arthropoda Predator dengan Arthropoda Parasitoid, di lahan Kontrol dengan $\alpha = 0.05$.

Grafik plot pola hubungan kelimpahan arthropoda predator dengan arthropoda parasitoid menunjukkan tren linier positif artinya semakin tinggi kelimpahan arthropoda predator maka semakin tinggi pula kelimpahan arthropoda parasitoid. Nilai koefisien determinasi R^2 (R Square) adalah 0.921 atau 92.1% artinya kelimpahan arthropoda predator di *main crop* lahan kontrol memiliki pengaruh sebesar 92.1% terhadap tingkat kelimpahan arthropoda

parasitoid. Pada uji regresi dihasilkan persamaan regresi $Y = 0.350X + 0.190$, artinya apabila terjadi kenaikan 100 individu Arthropoda predator akan menyebabkan kenaikan kelimpahan arthropoda parasitoid 35 individu.



Gambar 4.13 Nilai Prediksi Besar Pengaruh dan Plot Pola Hubungan Kelimpahan Arthropoda Predator dengan Arthropoda Parasitoid, di lahan Modifikasi dengan $\alpha = 0.05$.

Pada lahan modifikasi grafik plot pola hubungan kelimpahan arthropoda predator dengan arthropoda parasitoid juga menunjukkan tren linier positif dengan nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0.671 atau 67.1% (Gambar 4.13) artinya kelimpahan Arthropoda predator memiliki pengaruh sebesar 67.1% terhadap meningkatnya kelimpahan arthropoda parasitoid. Sedangkan persamaan regresi yang dihasilkan adalah $Y = 0.186X + 9.003$, artinya apabila terjadi kenaikan 100 individu arthropoda predator akan menyebabkan kenaikan kelimpahan arthropoda parasitoid 18 individu

Grafik tren kelimpahan yang meningkat pada kedua lahan penelitian menunjukkan antara arthropoda arthropoda predator dengan arthropoda parasitoid tidak

terjadi kompetisi besar yang dapat menyebabkan berkurangnya kelimpahan salah satu kelompok arthropoda musuh alami. Kondisi ini kemungkinan besar didukung oleh tersedianya sumber nutrisi yang melimpah dan makanan alternatif oleh beberapa arthropoda musuh alami (Tobing, 2009).

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

Lampiran 1. Tabel Pengamatan Komposisi dan Kelimpahan Arthropoda Musuh Alami

Spesies	Pengamatan di <i>Main Crop</i> Lahan Kontrol Ke-														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Oxyopes</i> sp.	1	1	3	0	0	2	0	5	2	2	4	3	2	2	1
<i>Harmonia</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Menochilus sexmaculatus</i>	3	0	1	1	3	2	1	1	2	3	2	0	0	1	2
<i>Harpalus</i> sp.	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0
<i>Condylostylus</i> sp.	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paederus</i> sp.	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sarcophaga</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0
<i>Chloromyia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	3	0	1	3	0
<i>Syrphus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0
<i>Machimus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0
<i>Rhinocoris</i> sp.	4	1	0	0	4	1	8	11	3	3	3	5	10	10	7
<i>Cletus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp.	0	1	8	2	2	1	1	0	0	0	0	3	1	3	3
<i>Paratrechina</i> sp.	0	0	0	0	0	2	2	4	5	5	4	5	4	7	6
<i>Polyrhachis</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	2	0
<i>Charops</i> sp.	1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	1	3	1	0	0
<i>Theronia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
<i>Ropalidia</i> sp.	0	1	2	0	0	4	1	3	3	3	2	3	1	0	1
<i>Polistes</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	3	4	2	0	0
<i>Polistes</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Trichogramma</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysoperla</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Hierodula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	12	0
<i>Crocotermis servilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Orthetrum Sabina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	14	9	18	6	10	14	14	32	22	24	31	38	27	42	21

Spesies	Pengamatan di <i>Main Crop</i> Lahan Modifikasi Ke-														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Oxyopes</i> sp.	0	0	2	2	1	1	2	5	9	2	5	2	2	6	4
<i>Harmonia</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Menochilus sexmaculatus</i>	0	1	1	2	0	3	0	0	0	3	4	0	0	0	2
<i>Harpalus</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0
<i>Condylostylus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paederus</i> sp.	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	3	1	2	0	3
<i>Sarcophaga</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	2	1	2	2
<i>Chloromyia</i> sp.	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	1	4	2	4	0
<i>Syrphus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0
<i>Machimus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	2	1	0
<i>Rhinocoris</i> sp.	3	1	3	1	5	3	6	10	9	6	4	8	7	11	9
<i>Cletus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp.	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	2
<i>Paratrechina</i> sp.	3	0	1	1	1	0	0	2	3	3	3	3	3	16	2
<i>Polyrhachis</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Charops</i> sp.	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	5	0	0	1
<i>Theronia</i> sp.	0	0	0	2	0	2	0	0	2	0	0	1	1	0	4
<i>Ropalidia</i> sp.	0	9	1	1	1	0	3	1	2	7	2	0	0	0	2
<i>Polistes</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	3	6	0	2	0	1
<i>Polistes</i> sp. 2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichogramma</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0
<i>Chrysoperla</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Hierodula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0
<i>Crocotermis servilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	3	1	0	0
<i>Orthetrum Sabina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0
Jumlah	14	12	9	12	12	11	16	22	32	39	38	39	29	50	33

Spesies	Pengamatan di <i>Perimeter Trap crop Crotalaria juncea</i> L. Ke-														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Oxyopes</i> sp.	0	0	0	0	1	2	2	3	1	2	2	2	2	1	1
<i>Harmonia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Menochilus sexmaculatus</i>	0	0	2	3	3	2	1	2	1	2	2	3	1	2	4
<i>Harpalus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0
<i>Condylostylus</i> sp.	0	1	0	2	1	0	2	0	0	2	1	0	2	0	1
<i>Paederus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarcophaga</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	1	2	0
<i>Chloromyia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syrphus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2	3	1	1	3	3	2	2	1
<i>Machimus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	4	2	2	1	2	0	1	0
<i>Rhinocoris</i> sp.	2	0	0	1	3	3	2	3	6	4	7	5	3	5	5
<i>Cletus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp.	0	0	2	3	0	1	0	2	3	0	3	1	3	2	1
<i>Paratrechina</i> sp.	0	1	1	0	2	3	2	0	1	2	0	2	2	1	0
<i>Polyrhachis</i> sp.	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0
<i>Charops</i> sp.	0	0	0	0	0	1	2	2	3	0	2	0	0	0	0
<i>Theronia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ropalidia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0
<i>Polistes</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polistes</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Trichogramma</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysoperla</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	0
<i>Hierodula</i> sp.	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	1	2	1	4	1
<i>Crocotermis servilia</i>	0	0	1	0	2	1	2	1	2	1	0	2	0	1	0
<i>Orthetrum Sabina</i>	0	1	2	0	1	2	1	0	0	2	2	0	1	2	1
Jumlah	2	3	9	10	14	18	21	22	24	29	32	27	24	24	16

Lampiran 2. Analisis Regresi Linier Sederhana

A. Lahan Kontrol

7/23/2016 7:27:53 PM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Regression Analysis: y versus x

The regression equation is

$$y = 0.19 + 0.351 x$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.190	1.648	0.12	0.913
x	0.35055	0.04579	7.66	0.001

S = 2.32836 R-Sq = 92.1% R-Sq(adj) = 90.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	317.75	317.75	58.61	0.001
Residual Error	5	27.11	5.42		
Total	6	344.86			

X = Arthropoda Predator, Y = Arthropoda Parasitoid

B. Lahan Modifikasi

8/9/2016 1:29:57 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Regression Analysis: y versus x

The regression equation is

$$y = 9.00 + 0.187 x$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	9.004	3.662	2.46	0.057
x	0.18671	0.05843	3.20	0.024

S = 5.89942 R-Sq = 67.1% R-Sq(adj) = 60.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	355.41	355.41	10.21	0.024
Residual Error	5	174.02	34.80		
Total	6	529.43			

X = Arthropoda Predator, Y = Arthropoda Parasitoid

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Aplikasi *Perimeter trap crop Crotalaria juncea* L. di lahan tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) dapat membantu konservasi arthropoda musuh alami dengan meningkatkan komposisi, kelimpahan dan keanekaragaman spesies arthropoda predator dan parasitoid pada fase vegetatif, generatif dan reproduktif pertumbuhan tembakau. Peningkatan keanekaragaman spesies, diinterpretasikan dari peningkatan nilai Indeks Shannon Wiener (H') pada semua fase pertumbuhan tembakau.
2. Tren kelimpahan arthropoda predator terhadap arthropoda parasitoid menunjukkan pola linier positif pada semua lahan penelitian. Apabila terjadi peningkatan 100 individu arthropoda predator maka dapat meningkatkan kelimpahan arthropoda parasitoid dilahan kontrol sebesar 35 individu, dan di lahan modifikasi sebesar 18 individu.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan Penelitian Aplikasi *perimeter trap crop* menggunakan *trap crop* dari tanaman yang berbeda, pada *main crop* tembakau untuk mendapatkan *trap crop* yang paling baik demi mendukung PHT khususnya pada budidaya tembakau di Indonesia.
2. Perlu pengembangan penelitian *trap crop C. juncea* L. dengan desain penempatan *trap crop* yang berbeda untuk mengetahui perbedaan keefektifan aplikasi *trap crop C. juncea* L. pada *N. tabacum* L.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Agreda. F.J.M., Noriega. D.SR., Pohlan J. 2012. **Potential of *Crotalaria* spp. in the Agroecological Restoration of Fruit Orchards in the Soconusco, Chiapas, Mexico.** Autonomous University of Chiapas, Faculty of Agricultural Sciences, Mexico.

Aiken, R. 2012. Biology 3451 **Entomology Insect Collection and Preservation Guide.** <<http://www.mta.ca/~raiken/Courses/3451/Labs/InsectCollPrep.pdf>> [03 Maret 2016].

Alabi. O., Banwo O., Alabi. O.S. 2006. **Crop pest management and food security in Nigerian agriculture.** Archives of Phytopathology and Plant Protection. 00(0): 1 – 8.

Altieri, M. A. 1991. **Increasing Biodiversity to Improve Insect Pest Management in Agro Ecosystems. In Biodiversity of Microorganism and Invertebrates: Its Role in Sustainable Agriculture,** ed DL Hawksworth. pp 165 182. Wallingford, UK.

Arif, Arifin. 1992. **Perlindungan Tanaman.** Usaha Nasional. Surabaya.

Asbani, N., Subiyakto, D. Winarno, Sujak, dan Sohri. 2001. **Respon pemangsa serangga hama penggerek buah kapas pada beberapa tanaman alternatif.** Laporan Hasil Penelitian Proyek Penelitian PHT Perkebunan ADB Tahun Anggaran 2001. 11 hlm.

Aslamiyah dan Riza, 2014. Struktur Komunitas Dan Komposisi Jenis Serangga Air Di Rawa Lebak Deling Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan. **J. Struktur Komunitas** Vool. 11 No. 2 ISSN 1829.586.

Astuthi, M., Sumiartha. K., Susila. I., Wiryana. G., dan Sudiarta. I. 2012. Efikasi Minyak Atsiri Tanaman Cengkeh (*Syzygium*

aromaticum L.) Meer. & Perry), Pala (*Myristica fragrans* Houtt), Dan Jahe (*Zingiber Officinale* Rosc.) Terhadap Mortalitas Ulat Bulu Gempinis Dari Famili Lymantriidae. **J. Agric. Sci. and Biotechnol.** Vol. 1, No. ISSN:23020-113.

Bachtold and Claro. 2013. Predatory behavior of *Pseudodorus clavatus* (Diptera, Syrphidae) on aphids tended by ants. **Revista Brasileira de Entomologia** 57(4): 437–439.

Bindra, O.S. and Nurindah. 1988. **Pests of cotton in Indonesia. In: Workshop on Cotton IPM**, Malang, 10 – 11 Agustus 1988. Crop Protection.1:39 pp.

Borror. D.j., C.A. Triplehorn, dan N. F. Johnson. 1992. **Pengenalan Pelajaran Serangga, edisi VI**. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.

Chee Y.K. and C.P. Chen. 1992. ***Crotalaria juncea* L., p.98-100. In L.'t Marnette and R.M. Jones (Eds.). Plant Resources of South-East Asia. 4. Forages**. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Nether-lands.

Chiengwattana, N. 2010. **Parasitoid Biodiversity Increases in Ecological Engineering Fields of Chainat, Thailand.** <<http://ricehoppers.net/2010/10/19/parasitoid-biodiversity-increases-in-ecological-engineering-fields-of-chainat-thailand>> [22 Februari 2016].

Cook, C.G. and G.A. White. 1996. ***Crotalaria juncea*: A potential multi - purpose fiber crop. p. 389-394. In: J. Janick (Ed.), Progress in new crops**. ASHS Press, Arlington, VA.

Djajadi. 2011. *Crotalaria juncea* L. : Tanaman Serat untuk Pupuk Organik dan Nematisida Nabati. **Jurnal Perspektif**. 10 (2) : 51 – 57.

Djojsumarto, P. 2008. **Pestisidada dan Aplikasinya**. Jakarta : PT. Agromedia pustaka.

Gurr. G, Wratten. S.D, Kehrl. P, Scarratt. S. 2005. **Cultural Manipulations To Enhance Biological Control In Australia And New Zealand: Progress And Prospects** Second International Symposium on Biological Control of Arthropods.

Gilbert, F., Rotheray, G., Emerson, P. & Zafar, R. 1994. **The evolution of feeding strategies**, p. 323–343. In: Eggleton, P. & Vane-Wright, R.I. (eds). *Phylogenetics and Ecology*. Linnaean Society Symposium Series 17, London, Academic Press, 376 p.

Haneda.N.F, Sajap.A.S, Hussin M.Z. 2005. A study o two Ant (Hymenoptera: Formicidae) Sampling Methods In A Tropical Rain Forest. **Journal Of Applied Sciences**. 5 (10) 1732-1734. ISSN 1812- 5638.

Hendrival. Hidayat. P, dan Nurmansyah A. 2011. Keanekaragaman dan Kelimpahan Musuh Alami *Bemisiatabaci* (Gennadius) (Hemiptera : Aleyrodidae) pada Pertanaman Cabai Merah di Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. **J. Entomol. Indon.**, Vol. 8, No. 2, 96-109.

Henuhili.V, dan Aminatun. T. 2013. Konservasi Musuh Alami Sebagai Pengendali Hayati Hama dengan Pengelolaan Ekosistem Sawah. **Jurnal Penelitian Saintek**. Vol. 18, Nomor 2.

Ismaini. L., Lailati. M., Rustandi dan Sunandar. D. 2015. Analisis komposisi dan keanekaragaman tumbuhan di Gunung Dempo, Sumatera Selatan. **Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon**. Volume 1, Nomor 6, ISSN: 2407-8050.

Jackai LEN, and Singh SR. 1983. Suitability of selected leguminous plants for development of *Maruca testualis* larvae. **Entomol. Exp. Appl.** 34:174–78.

Jukofsky and Diane, 2002. **Encyclopedia of Rainforests.** Connecticut: Oryx Press.

Jumar. 2000. **Entomologi Pertanian.** Jakarta: Rineka Cipta.

Kagali, R. N., Kioko. E. E., Oziemo. Z., Muya. S., and Wachera. C. 2013. Insect Abundance and Diversity on Cultivated *Amaranthus* Spp. (Amaranthaceae) in Meru County, Kenya. **American International Journal of Contemporary Research** Vol. 3 No. 7.

Kasim, F., 2008. **Metodologi Penelitian Medis Edisi 2.** Bandung: Danamartha Sejahtera Utama.

Kurniawati, N. 2015. Diversity and Abundance of Natural Enemy of Pest at Manipulated Rice Habitat Using Flowering Plant. **Jurnal Ilmu Pertanian** Vol. 18 No.1, 2015 : 31-36.

Latumahina, Musyafa, Sumardi dan Putra. N. S., 2014. Kelimpahan dan Keragaman Semut dalam Hutan Lindung Sirimau Ambon Abundance and diversity of ants at Sirimau Forest In Ambon. **Jurnal Biospecies** Vol. 7 No.2.

Listyanto, 2010. **Budidaya Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) Menggunakan pupuk hayati bio P2000 Z. PT. Alam Lestari Maju Indonesia.**

Long, R.F., Corbett, A., Lamb, C., Reberg-Horton, C.; Chandler, J. & Stimmann, M. 1998. **Beneficial Insects move from Flowering Plants to Nearby Crops. California Agriculture.** 52: 23-26.

Magurran, Anne. 1991. **Ecological Diversity And Its Measurement**. Chapman and Hall. New York.

Masfiah E, Karinda S, Puspitarini D. 2014. Asosiasi Serangga Predator dan Parasitoid dengan Beberapa Jenis Tumbuhan di Ekosistem Sawah. **Jurnal HPT** Vol 2. No. 2 ISSN: 3228-4336.

Maulidiana, N. 2008. Identifikasi Sistem Budidaya Tembakau di PT. Perkebunan Nusantara II (Persero) Kebun Helvetia. **Skripsi**. Universitas Sumatera Utara.

Mairawita, Habazar., Hasyim A., Nasir N, and Suswati. 2012. Potensi Serangga Pengunjung Bunga Sebagai Vektor penyakit Darah Bakteri (*Ralstonia solanacearum* Phylotype IV) Pada Pisang di Sumatera Barat. **Jurnal Entomologi Indonesia**. ISSN 1829-7722.

Meidalima, D. 2013. Pengaruh Tumbuhan liar berbunga Terhadap Tanaman Tebu Lahan Kering, Cinta Manis Sumatera Utara. **Jurnal Lahan Suboptimal**. Vol 2 No. 1 ISSN 2302- 3015.

Murhawi, 2015. **Teknis Budidaya Tembakau**. BBPPTP Surabaya.

Nicholls, C. I., and Altieri, M.A. 2012. **Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review**. Agronomy for Sustainable Development Official journal of the Institut National de \ la Recherche Agronomique (INRA) ISSN 1774-0746.

Nasir. G. 2015. **Pedoman Teknis Pengembangan Tanaman Tembakau tahun 2015**. Jakarta: Ditjendbun Kementerian Pertanian.

Odum, 1993. **Dasar – Dasar Ekologi**. Penerjemah: Tjahyono Saminginan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Oemarjati, Boen S., Wisnu Wardhana. 1990. **Taksonomi Avertebrata**. Jakarta: FKUI. h. 112.

Orwa C, A Mutua, Kindt R, Jamnadass R, S Anthony. 2009 **Agroforestry tree Data base : a tree reference and selection guide version 4.0**. <<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.as>> [5 maret 2016].

Pamungkas. D.U., and Ridwan M. 2015. Keragaman jenis capung dan capung jarum (Odonata) di beberapa sumber air di Magetan, Jawa Timur. **Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon** Vol 1, No. 6. ISSN: 2407-8050.

Pelawi, A.P. 2010. **Indeks Keanekaragaman Jenis Pada Beberapa Ekosistem di Areal Perkebunan PT. Umbul Mas Wisesa Kabupaten Labuhan Batu**. Medan.

Purnomo, H. 2009. **Pengantar Pengendalian Hayati**. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Rahayu A.K., 2012. ***Rhynoris fuscipes* Alternatif Serangga Perusak Daun**. Ditjenbun.

Ratnadass, Fernandes, Avelino, Habib. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. **J. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag**, 2012, 32 (1), pp.273-303.

Rebek, E.J., Sadof, C.S. & Hanks, L.M. 2005. **Manipulating the Abundance of Natural Enemies in Ornamental Landscapes with Floral Resource Plants**. *Biological Control*. 33: 203-216.

Riesselman, Leah B., **Pest Damage Effects: Evaluating the Benefits of Perimeter Trap Cropping and Row Intercropping.** (2010). Iowa State Research Farm Progress Reports. Paper 165. <http://lib.dr.iastate.edu/farms_reports/165.> [15 Februari 2016].

Rochman, F. 2012. **Pengembangan Varietas Unggul Tembakau Temanggung Tahan Penyakit.** Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat No. 5: 1–5.

Rogomulyo, R., 2011. **Budidaya Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.).** Yogyakarta: UGM press.

Rosalyn, I., 2007. Indeks Keanekaragaman Jenis serangga Pada kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di kebun tanah Raja Perbaungan PT. Perkebunan Nusantara III. **Skripsi** Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Rosanti, D. dan Mutiara, D. 2013. Keanekaragaman Serangga Pada Perkebunan Kacang Panjang (*Vigna Sinensis*) Di Desa Meritai Kecamatan Rambutan Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. **Jurnal Sainmatika** Vol 10. No.1 ISSN 1829-856.

Rukmana, rahmat dan Sugandi, Saputra. 2002. **Hama Tanaman dan Teknik Pengendalian.** Kanisius, Yogyakarta.

Safrinet, 2000. **Collecting and Preserving Insect and Arachnids a Manual for Entomology and Arachnology.** ARC-Plant Protection Research Institute South Africa.

Sahayaraj, K. 2007. **Pest control mechanism of characteristic of *Rhynocoris fuscipes* (Fab.) in reduviids.** pp: 15. Oxford Book Company.

Sanjaya. Y. 2000. Potensi Pemangsaan Predator Reduviidae (*Rhinocoris fuscipes* F.) Terhadap *Helicoverpa* spp. **Jurnal P.MIPA** Vol. 6 No. 1 .ISSN:1412-0917.

Satyagopal, K., S.N. Sushil, P. Jeyakumar, G. Shankar, O.P. Sharma, S.K. Sain, D.R. Boina, D. Chattopadhyay, B.S. Sunanda, R. Asre, K.S. Kapoor, S. Arya, S. Kumar, C.S. Patni, C. Chattopadhyay, Ranjeet Ray, B.K. Shivanna, U. Sreedhar, J.V. Prasad, H. Raveendra, A.Y. Thakare, A.S. Halepyati, M.B. Patil, A.G. Sreenivas. 2014. **AESA based IPM package for Tobacco**. pp. 50.

Sembel D.T. 2011. **Dasar - dasar Perlindungan Tanaman**. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Serrat, A., Pons, P., Puig–Gironès, R. & Stefanescu, C. 2015. Environmental factors influencing butterfly abundance after a severe wildfire in Mediterranean vegetation. **Animal Biodiversity and Conservation**, 38.2: 207–220.

Sheahan, C.M. 2012. **Plant guide for sunn hemp (*Crotalaria juncea*)**. USDA-Natural Resources Conservation Service, Cape May Plant Materials Center. Cape May, NJ. 08210.

Siemann, E., D. Tilman, J. Haarstad, & M. Ritchie. 1998. **Experimental Test of the Dependence of Arthropod Diversity on Plant Diversity**. *American Nature*. 152: 738–750.

Shelton A.M., and Badenes-Perez. 2006. **Concept and Application Of Trap cropping In Pest management**. Department of Entomology, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, New York *Annu. Rev. Entomol.* 2006.51:285-308.

Siwi, Sri Suharni. 1991. **Kunci Determiasi Serangga**. Kanisius Yogyakarta.

Smith. H. A, Liburd. O.E. 2015. **Intercropping, Crop Diversity and Pest Management**. Department of Entomology and Nematology, UF/IFAS Extension, Gainesville, FL 32611

Spafford.R.D, and Lortie. C.J. 2013.**Sweeping beauty: is grassland arthropod community composition effectively estimated by sweep netting?**.Ecology and Evolution. 3(10): 3347–3358.

Steenis, V. 1997. **Flora Of Java**. Jakarta: PT. Pradatnya Pramita. p.383.

Subramanian and Sahayaraj. 2012. Survey of Reduviids in Cotton Agro-Ecosystem of Tamil Nadu, India. **Middle-East Journal of Scientific Research** 12 (9): 1216-1223, 2012 ISSN 1990-9233

Sudarmo, S., danMulyani, S., 2014.**MudahmembuatPestisida nabati**. Jakarta. Agromedia.

Sunarno. 2010. **Pengendalian Hayati (Biologi Control) sebagai Salah Satu Komponen Pengendalian Hama Terpadu(PHT)**. <<http://journal.uniera.ac.id/pdf>.>[12 Januari 2016].

Suyanto, Agus. 1994. **Hama SayurdanBuah**. Jakarta: Penebar Swadaya.

Terry, F. 2014. **Empowering Pastoralists In Tanzania With A Free Gift Of Nature**. <<http://perma.culturenews.org/2014/12/18/empowering-pastoralists-in-tanzania-with-a-free-gift-of-nature/>> [26 februari 2016].

Tobing, M. C. 2009. **Keanekaragaman Hayati dan Pengelolaan Serangga Hama dalam Agroekosistem**. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Tripplehorn & N. F. Johnson. 1992. **Pengenalan Jenis Serangga. Edisi Keenam**. Penerjemah. S. Parto Soejono. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Ulrich, H. 2005. **Predation by adult Dolichopodidae (Diptera): a review of literature with an annotated prey-predator list**. *Studia dipterologica* 11: 369-403.

Untung K. 2006. **Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu**. Yogyakarta: UGM Press.

Waterhouse, D.F., Carne, P.B., Numan I.D. 1991. **The Insect Of Australia “ A Text Book for Student and Research workers”**. Cornell University Press. New York.

Wiryadiputra.S. 2006. Effectiveness of Biopesticide Derived from *Cassia spectabilis* and *Nicotiana tabacum* Leaves Against the Main Insect Pests of Coffee and Its Effect On Other Arthropods. **J. Pelita Perkebunan**. 22 (1), 25-29.

Wratten, S. D., H. H. van Emden and M. B. Thomas. 1998. **Within-field and border refugia for enhancement of natural enemies**. In C. H. Pickett and R. L. Bug (Eds.), **Enhancing Biological Control: Habitat Management to Promote Natural Enemies of Agricultural Pests**, Berkeley, University of California Press. p. 375 – 404.

Wuriyanto W.C. 2015. Pengaruh Habitat Termodifikasi Perimeter Trap Crop menggunakan Insectary Plant *Helianthus annuus* pada Lahan Tembakau *Nicotiana tabacum* L, Terhadap

komunitas Arthropoda Musuh Alami. **Skripsi** Biologi ITS Surabaya.

Winkler K, Wackers FL, Termorshuizen AJ, van Lenteren JC. 2010. Assessing risks and benefits of floral supplements in conservation biological control. **J. Biocontrol** 55:719-727.

Yaherwandi. 2012. Struktur komunitas Hymenoptera parasitoid yang berasosiasi dengan tanaman Brassicaceae dan tumbuhan liar. **J. Nusantara Bioscience** 4: 22-26

Zalom.F. 2012. **Protecting Beneficials in Hawai'i and the American Pacific: A Workshop on the Conservation of Pollinators and Other Beneficial Species**. University of California, One Shields Ave., Davis, CA, 95616.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Bangkalan, 17 Mei 1993. Memulai pendidikan dasar di SDN Banyubesseh, Setelah lulus, ia melanjutkan ke SMPN 1 Tragah tempat dimana ayahnya 2 tahun menjadi guru, sebelum akhirnya pensiun. Disana ia mulai tertarik dalam dunia sains terutama matapelajaran Biologi, hal ini terbukti dengan ia memperoleh peringkat III Olimpiade biologi Tingkat Kabupaten tahun 2008.

Pada tahun berikutnya laki-laki yang memiliki hobi *adventure* ini melanjutkan pendidikannya di SMAN 1 Kwanyar. Selama menuntut ilmu disana ia berhasil memperoleh penghargaan juara 2 OSN bidang biologi Tingkat Kabupaten. Karena kecintaanya dengan sains ia memutuskan untuk melanjutkan pendidikannya di bidang yang sama di PTN. Tahun pertama ia kurang beruntung tidak lulus tes dan memutuskan bekerja di bagian *House keeping* Shangri-la Hotel, berkat kerja kerasnya Alhamdulillah tahun ke-2 dia berhasil diterima di jurusan Biologi ITS lewat jalur Ujian Tulis. Tahun pertama kuliah ia ikut UKM PLH Siklus, ditahun ke-2 ia dipercaya sebagai Kadep Syi'ar di LDJ Biologi ITS dan di tahun ke-3 ia diamanahkan sebagai Ketua sosmas BEM FMIPA ITS. Karena hobinya jalan- jalan dan sering ikut kegiatan lapangan (*outdoor*) ia memutuskan mengambil konsentrasi dibidang ekologi terestrial. Dengan harapan kelak bisa ia terapkan dan dikembangkan di daerah asal yang merupakan daerah agraris.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”