

**Interaksi Tri-Tropik dan Keanekaragaman Parasitoid pada  
Perkebunan Kelapa Sawit di Jambi**

(Tritrophic Interaction and Biodiversity of Parasitoid on Oil Palm Plantation in Jambi)

**Muhammad Iqbal Tawakkal, Damayanti Buchori, Pudjiyanto, dan Dadan Hindayana**

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Email: [iqbaltawakkal35@gmail.com](mailto:iqbaltawakkal35@gmail.com)

**ABSTRACT**

Tritrophic interaction between plants, pest and natural enemies especially parasitoid play important role in oil palm biological control. The stability of trophic interactions could suppress the rate attack and pest density in oil palm plantation. The objective of this research was to study trophic interaction between palm oil, pests, and parasitoids, and also to investigate the factors that affecting parasitoid existence as well as to analyze parasitoid role in oil palm. This study was conducted in smallholders and private (PT. Humusindo) oil palm plantation from April 2016 to June 2016. Sampling was conducted using three methods for two different purposes i.e. direct sampling (hand collection) was used to collect eggs, larvae and pupae of oil palm pests to determine parasitoid types and parasitism rate, yellow sticky trap and sweep net for parasitoid diversity. All insects were sampled on 100 x 100 m area that consist of 100 plants. The samples were identified up to morphospecies level. Overall, 15 morphospecies of pests and 131 morphospecies of parasitoids were found. Limacodidae was found as the pest that had many interactions with few parasitoids from different families, one of it was Braconids. The presence of the parasitoid in oil palm area was affected by host availability, the vegetation of flowering plants also the use of pesticide.

Keywords: biological control, palm oil, parasitoid, pest

**PENDAHULUAN**

Budidaya kelapa sawit tidak terlepas dari masalah hama dan penyakit tanaman. Tanaman kelapa sawit dapat terserang hama mulai dari pembibitan hingga tanaman menghasilkan yang mengakibatkan kerugian karena penurunan produksi tandan buah sampai mematikan tanaman (Corley & Tinker 2003). Hama yang menyerang tanaman kelapa sawit pada umumnya adalah hama pemakan daun yang menyebabkan kerugian tidak langsung seperti penurunan produksi. Hama yang menyerang biasanya adalah ulat api (Limacodidae) dan ulat kantung (Psychidae) (Kalshoven 1981). Upaya mengendalikan ledakan populasi ulat api biasanya dilakukan penyemprotan dengan insektisida (Syahnen 2013). Penggunaan pestisida tersebut tidak sesuai dengan wawasan pertanian kelapa sawit

berkelanjutan (Marheni 2010) dan tidak mendukung kebijakan *Indonesian Sustainable Palm Oil* (ISPO).

Pemerintah telah mengeluarkan sertifikat ISPO untuk mendukung terciptanya perkebunan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Permentan 2015). Oleh sebab itu, pengendalian hama pada perkebunan kelapa sawit harus menggunakan sistem pengendalian hama terpadu (*integrated pest management*) yang lebih memperhatikan prinsip-prinsip ekonomi dan ekologi (Caudwell 2001). Pengendalian hayati merupakan salah satu bagian dari pengendalian hama terpadu yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan sertifikat ISPO. Pengendalian hayati berfokus pada penggunaan musuh alami (Deptan 2002). Namun, pengendalian menggunakan musuh alami belum banyak dimanfaatkan di perkebunan kelapa sawit. Selain itu, perkebunan kelapa sawit yang ditanam secara monokultur dalam skala luas mengakibatkan keanekaragaman hayati di dalamnya menjadi rendah. Gazhali *et al.* (2016) menyatakan bahwa kelimpahan arthropoda lebih banyak pada lahan kelapa sawit yang ditanam secara polikultur daripada lahan monokultur.

Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui hubungan antara hama kelapa sawit dan parasitoidnya. Penelitian yang dilakukan Basri *et al.* (1995) menemukan 6 spesies parasitoid yang memarasit *Metisa plana* Walker (Lepidoptera Psychidae) yaitu *Goryphus bunoh* Gauld (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Dolichogenidea metasae* Nixon (Hymenoptera: Braconidae), *Aulosaphes psychidivorus* (Hymenoptera: Braconidae), *Brachymeria carinata* (Hymenoptera: Chalcididae), *Tetrastichus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) dan *Elasmus* sp. (Hymenoptera: Elasmidae). Pada perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Donggala Sulawesi Tengah ditemukan tujuh jenis parasitoid yang memarasit ulat kantung *M. plana* yaitu *Eurytoma* sp., Entodoninae, Phygadeuontinae A, Phygadeuontinae B, *Tetrastichus* sp., (Diptera: Tachinidae), dan *Brachymeria* sp. (Pamuji *et al.* 2013). Menurut Sahari (2012) musuh alami yang ditemukan pada hama yang menyerang kelapa sawit berasal dari ordo Diptera dan Hymenoptera seperti parasitoid soliter lalat Tachinidae-1 (Diptera: Tachinidae) (parasitisasi 15%), parasitoid gregarius Braconidae-y (Hymenoptera: Braconidae) (parasitisasi 54.54%), dan *Euplectrus* sp (Hymenoptera: Eulophidae) (parasitisasi 9%). Sedangkan pada penelitian Apriliani (2015) ditemukan empat morfospesies parasitoid yang memarasit famili Lymantriidae (Ichneumonidae 4, Eulophidae 4, Braconidae 18, Chalcididae 1) dua morfospesies memarasit famili Psychidae (Scelionidae 15, Braconidae 6) dan satu spesies memarasit famili Limacodidae (Eulophidae 4). Banyaknya musuh alami (parasitoid) yang ditemukan di lapangan memungkinkan untuk melakukan pengendalian hama menggunakan musuh alami. Keberadaan musuh alami tidak terlepas dari interaksi tiga tingkatan tropik (*tritropik interactions*) dimana pola interaksi yang terjadi antara tanaman sebagai inang serangga hama dan serangga hama sebagai inang parasitoid (Sahari 2012). Tujuan penelitian ini adalah mempelajari interaksi tropik antara kelapa sawit, hama dan parasitoid, serta mengidentifikasi faktor yang memengaruhi

keberadaan parasitoid dan menganalisis peran penting parasitoid pada perkebunan kelapa sawit.

## METODE PENELITIAN

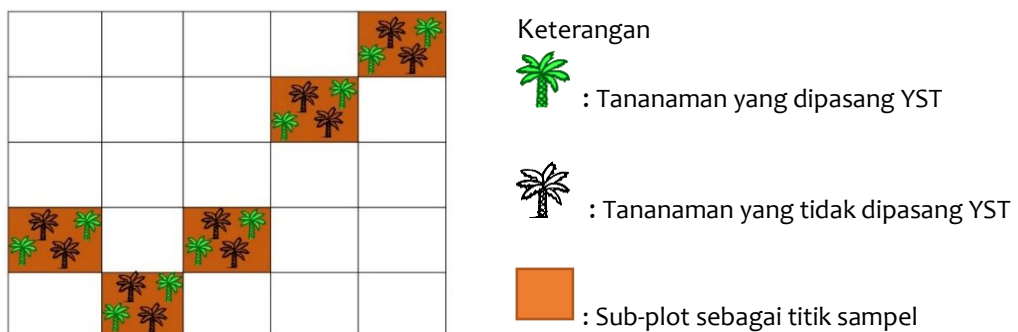
### Survei dan Penentuan Lokasi

Survei lahan dilakukan dengan mendatangi langsung perkebunan kelapa sawit. Penelitian dilakukan pada delapan plot pengamatan yang terdiri dari empat plot kelapa sawit pada kebun rakyat dan 4 plot di PT. Humusindo. Setiap plot kelapa sawit pada kebun rakyat dan PT. Humusindo terdiri dari umur 4 tahun dan umur 8 tahun. Plot pengamatan memiliki luas  $\pm 10.000 \text{ m}^2$  (100 tanaman kelapa sawit). Setiap plot terdiri dari lima sub-plot sebagai titik pengambilan sampel.

### Pengambilan sampel serangga

Pengambilan sampel serangga dilakukan dengan dua cara yaitu pengambilan langsung dan tidak langsung. Pengambilan tidak langsung menggunakan dua metode yaitu menggunakan perangkap YST (*yellow sticky trap*) dan jaring serangga.

**Pengambilan Sampel Langsung untuk Pengamatan Intraksi Tritropik.** Pengamatan langsung dilakukan pada 400 pohon yang berasal dari dua plot yang berlokasi di kebun rakyat dan dua plot di PT. Humusindo. Plot yang digunakan untuk pengamatan langsung adalah plot yang berumur empat tahun dengan jumlah pohon yang diamati pada setiap plot sebanyak 100 pohon kelapa sawit. Pengamatan dilakukan selama delapan minggu dan sampel diambil setiap minggu. Jenis hama yang diamati meliputi stadia telur, larva, dan pupa. Hama yang telah diamati selanjutnya dikoleksi dan dipelihara untuk mengetahui parasitoid yang muncul. Hama dan parasitoid yang muncul diidentifikasi hingga morfospesies di laboratorium.



Gambar 1 Skema pengambilan sampel dengan YST dan jaring serangga pada lima sub-plot

**Pengambilan sampel tidak langsung.** Pengambilan sampel tidak langsung dilakukan pada delapan plot yang berada pada kebun rakyat dan PT. Humusindo. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan perangkap YST dan jaring serangga. Pemasangan

YST dilakukan pada lima sub-plot yang telah ditentukan (Gambar 1), yang diletakkan pada pangkal batang dan di sekitar kanopi pohon kelapa sawit. Pada setiap sub-plot dipasang sebanyak empat YST, kemudian diambil setelah 48 jam. Pengambilan sampel menggunakan jaring serangga dilakukan pada lima sub-plot. Sampel diambil dari daerah sekitar pangkal batang dan sekitar kanopi pohon kelapa sawit dengan 60 ayunan ganda. Kemudian sampel dimasukkan kedalam botol film berisi alkohol 70%.

### **Pemeliharaan Serangga Hama dan Tingkat Parasitisasi**

Pemeliharaan serangga hasil koleksi langsung dilakukan pada sampel stadia telur, larva, dan pupa. Sampel dipelihara pada gelas plastik kecil yang diberi tisu lembab di dalamnya untuk menjaga kelembaban. Parasitoid yang keluar dari inang kemudian dimatikan dengan cara dimasukkan ke dalam lemari pendingin. Setelah parasitoid mati, lalu dimasukkan ke dalam tabung berisi alkohol 70%, diberi label dan disimpan. Tingkat parasitisasi dihitung berdasarkan stadia inang.

Rumus perhitungan tingkat parasitisasi:

$$\% \text{ parasitisasi parasitoid soliter} = \frac{(\text{parasitoid yang keluar})}{(\text{total sampel yang terkumpul})} \times 100\%$$

$$\% \text{ parasitisasi parasitoid gregarius} = \frac{(\text{sampel mati terparasit})}{(\text{total sampel yang terkumpul})} \times 100\%$$

### **Identifikasi Parasitoid**

Serangga koleksi yang diperoleh dari lapangan kemudian diidentifikasi dengan menggunakan buku *Hymenoptera of the world: An identification guide to families* (Goulet dan Huber 1993).

### **Analisis Data**

Data hasil identifikasi parasitoid ditabulasikan ke *database* dalam format Excel. Perbedaan keanekaragaman musuh alami antar plot pengamatan dianalisis dengan menggunakan indeks keanekaragaman  $\alpha$  (seperti Shannon dan Simson) dan indeks keanekaragaman  $\beta$  (indeks Bray-Curtis). Interaksi antara hama dan parasitoid dipetakan menggunakan analisis *bipartite*. Analisis data dilakukan menggunakan program Microsoft Excel 2013 dan *R statistic* (R Development Core Team 2012).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Keanekaragaman Hama Lepidoptera pada Perkebunan Kelapa Sawit di Jambi**

Hama Lepidoptera yang ditemukan pada perkebunan kelapa sawit di Jambi dengan menggunakan metode koleksi langsung sebanyak 15 morfospesies, enam famili dari 176

individu (Tabel 1). Berdasarkan hasil pengamatan ditemukan tiga famili yang menjadi hama utama kelapa sawit yaitu, Limacodidae (ulat api), Lymantriidae (ulat bulu), dan Psychidae (ulat kantung). Hama ini merupakan serangga lokal yang telah beradaptasi dengan tanaman kelapa sawit (Sankaran & Syed 1972).

Tabel 1 Keanekaragaman Lepidoptera pada tanaman kelapa sawit di Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari, Jambi

Famili	Morfo spesies	Jumlah individu berdasarkan kepemilikan lahan		Jumlah
		Rakyat	PT Humusindo	
		Geometridae	Geometridae sp 01	
Hesperiidae	<i>Erionota thrax</i>	1	1	2
	Hesperiidae sp 01	2	1	3
	Hesperiidae sp 02	2	0	2
Limacodidae	<i>Darna trima</i>	6	5	11
	<i>Parasa lepida</i>	0	5	5
	<i>Setora nitens</i>	1	33	34
	<i>Setothosea asigna</i>	0	3	3
Lymantriidae	Lymantriidae sp 01	2	62	64
	Lymantriidae sp 02	0	12	12
	Lymantriidae sp 03	5	6	11
	Lymantriidae sp 04	1	2	3
Nymphalidae	Nymphalidae sp 01	0	7	7
Psychidae	Psychidae sp 01	0	4	4
	Psychidae sp 02	0	2	2

Famili Lymantriidae ditemukan lebih banyak dari dua famili lainnya. Penelitian yang dilakukan Apriliani (2015) juga menyebutkan bahwa Lymantriidae mendominasi pertanaman kelapa sawit di Jambi. Berdasarkan hasil pengamatan ditemukan empat spesies ulat api yang menyerang kelapa sawit di jambi, yaitu *Darna trima*, *Parasa lepida*, *Setora nitens*, dan *Setotosea asigna*. Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Sahari (2012) yang menunjukkan tingginya populasi Limacodidae yang ditemukan pada penelitiannya. Rendahnya populasi Limacodidae diduga karena adanya pengendalian hama menggunakan *fogging* sebelum pengamatan dilakukan. Pada penelitian ini, jumlah koleksi dari famili Psychidae sangat rendah. Hal ini disebabkan oleh kanopi tanaman yang belum melebar dan tumpang tindih yang menyebabkan intensitas cahaya matahari yang masuk lebih banyak sehingga mengakibatkan kelembaban udara menjadi rendah. Kelembaban udara sangat memengaruhi laju perkawinan dan laju penetasan telur (Hutapea 2011). Hasil penelitian Sahari (2012) menunjukkan Psychidae lebih banyak menyerang pada saat tanaman kelapa sawit yang sudah berumur tua (lebih dari 8 tahun).

### Interaksi Tri-tropik di Perkebunan Kelapa Sawit

Parasitoid dapat menyerang setiap stadia perkembangan inang (telur, larva, pupa, maupun imago). Berdasarkan keadaan inang setelah diparasit, parasitoid dapat dibagi menjadi dua yaitu parasitoid koinibion dan idiobion. Parasitoid koinibion adalah parasitoid yang tidak langsung menyebabkan kematian inangnya setelah terjadi proses parasitisasi, seperti contoh parasitoid telur-larva dan parasitoid larva-pupa (Godfray 1994). Sedangkan parasitoid idiobion adalah parasitoid yang langsung menyebabkan kematian pada inangnya setelah terjadinya parasitisasi. Selain berdasarkan stadia inang yang diserang parasitoid juga dibedakan berdasarkan jumlah individu yang hidup di dalam tubuh inang. Parasitoid yang hanya hidup satu individu di dalam tubuh inang disebut parasitoid soliter, sedangkan parasitoid yang hidup lebih dari satu individu di dalam tubuh inang disebut parasitoid gregarius.



a



b



c



d

Gambar 4 Ciri-ciri larva Limacodidae yang terparasit (a dan c) dan larva Limacodide tidak terparasit (b dan d)

Perkembangan parasitoid koinibion didalam tubuh inangnya menyebabkan beberapa perubahan eksternal dan ciri khas pada inang sebelum akhirnya mati (Gambar 4). Sebagai contoh, kebanyakan inang dari Microgasterinae menunjukkan beberapa perbedaan ukuran jika dibandingkan dengan larva yang sehat. Pada kasus *Ascogaster quadridentata*, parasitoid dari larva *Cydia ponomella* membentuk kokon pada inang yang

menyebabkan ukuran inang satu perempat atau satu pertiga ukuran normal dan menyebabkan perubahan warna menjadi merah muda keputihan (Clausen 1940).

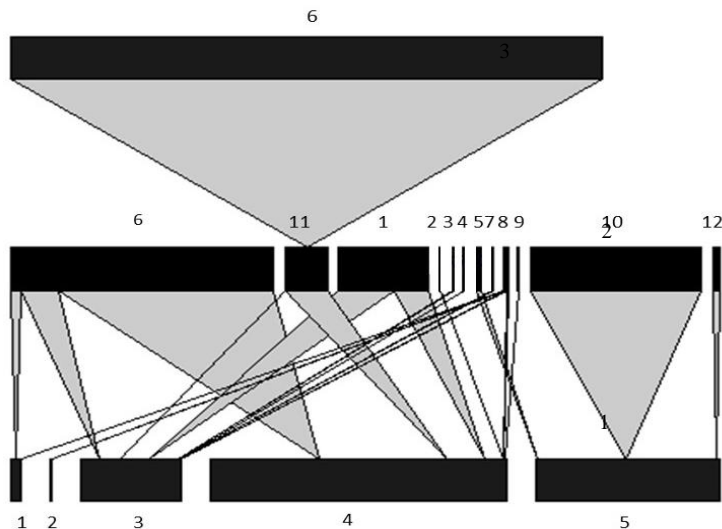
Tabel 2 Jenis parasitoid yang ditemukan pada tanaman kelapa sawit umur empat tahun di Jambi

Inang	Σ	Inang terparasit (%)	Parasitoid	Stadia Inang	Jumlah
Geometridae sp 01	13	15.35	Eulophidae sp 03	Larva	10
			Ichneumonidae sp 06	Larva pupa	1
Hesperiidae sp 01	3	33.33	Ichneumonidae sp 04	Larva pupa	1
			<i>Darna trima</i>	11	8.18
<i>Parasa lepida</i>	5	80.00	Ichneumonidae sp 05	Larva pupa	1
			Braconidae sp 02	Larva	59
Setora nitens	34	20.58	Chrysididae sp 01	Pupa	2
			Braconidae sp 01	Larva	5
			Eulophidae sp 02	Larva	43
Setothosea asigna	3	33.33	Eurytomidae sp 01	Larva	1
			Tachinidae sp 02	Larva	1
Lymantriidae sp 01	64	18.75	Ichneumonidae sp 01	Larva pupa	1
			Ichneumonidae sp 02	Larva pupa	1
			Sarcophagidae sp 01	Larva pupa	1
			Tachinidae sp 01	Larva	47
Lymantriidae sp 02	12	8.33	Braconidae sp 03	Larva	39
Lymantriidae sp 03	11	9.09	Eulophidae sp 01	Larva pupa	224
Lymantriidae sp 04	3	33.33	Chalcididae sp 01	Larva pupa	1
Telur Lepidoptera	6	83.33	Encyrtidae sp 01	Telur	6
			Scelionidae sp 01	Telur	194
			Trichogrammatidae sp 01	Telur	9

Geometridae, Hesperidae, Limacodidae, dan Lymantriidae merupakan empat famili hama yang ditemukan terparasit (Tabel 2). Parasitoid yang ditemukan sebagian besar merupakan parasitoid larva dan parasitoid larva pupa. Dari hasil pemeliharaan serangga inang didapat 23 morfospesies parasitoid yang terdiri dari 12 famili. Pada penelitian Apriliani (2015) ditemukan empat morfospesies parasitoid yang memarasit Lymantriidae, dua morfospesies memarasit Psychidae dan satu morfospesies yang memarasit Limacodidae.

Hasil analisis *bipartite* menunjukkan bahwa parasitoid banyak ditemukan pada famili Limacodidae. Braconidae, Conopidae, Chrysididae, Eulophidae, Eurytomidae, Ichneumonidae, dan Tachinidae merupakan delapan famili parasitoid yang ditemukan memarasit famili Limacodidae (Gambar 3). Sedangkan pada famili Lymantriidae ditemukan lima famili parasitoid yang menyerang Lymantriidae. Semakin banyak besar segitiga yang terbentuk maka semakin banyak jumlah parasitoid yang keluar dari inang. Salah satu spesies dari famili Eulophidae yaitu Eulophidae sp 01 yang menjadi parasitoid pada Lymantriidae sp 02 juga menjadi hiperparasit pada pupa famili Tachinidae. Hal ini

disebabkan oleh sedikitnya populasi inang Lymantriidae sp 02 yang ditemukan, sedangkan pupa dari Tachinidae lebih sering ditemukan. Frago (2016) menyatakan bahwa parasitoid dapat merubah strateginya dalam menemukan inang, namun hal ini menyebabkan terjadinya predasi intraspesies atau hiperparasit.



Gambar 3 Interaksi tropik hama-parasitoid pada perkebunan kelapa sawit di Jambi

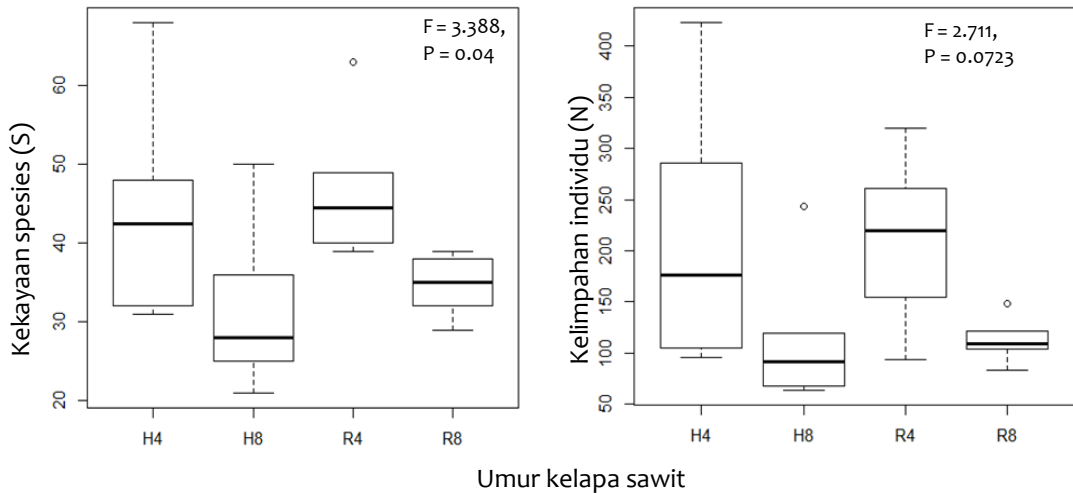
Keterangan: Tropik bawah (inang parasitoid): Geometridae (1), Hesperidae (2), Limacodidae (3), Lymantriidae (4), dan telur (5). Tropik atas (parasitoid): Braconidae (1), Calchididae (2), Chrysididae (3), Conopidae (4), Encyrtidae (5), Eulophidae (6), Eurytomidae (7), Ichneumonidae (8), Sarcophagidae (9), Scelionidae (10), Tachinidae (11), dan Trichogrammatidae (12)

### Keanekaragaman Parasitoid Lain pada Perkebunan Kelapa Sawit

Selain parasitoid yang berinteraksi dengan hama tanaman kelapa sawit, ditemukan juga parasitoid lain dengan menggunakan perangkap YST dan jaring serangga. Parasitoid tersebut memiliki potensi dan berperan dalam pengendalian hayati di perkebunan kelapa sawit. Parasitoid ditemukan berjumlah 25 famili dan 129 morfospesies. Jumlah parasitoid dominan adalah famili Scelionidae, Aphelenidae, Mymaridae, Eulophidae, dan Ceraphronidae. Keempat famili tersebut merupakan serangga kosmopolitan dan memiliki kisaran inang yang cukup luas. Scelionidae, Aphelenidae, Mymaridae, dan Ceraphronidae merupakan parasitoid telur yang dapat menyerang famili Lepidoptera, Hemiptera, Diptera, dan Neuroptera. Famili Eulophidae memiliki genus dan spesies yang relatif banyak dan berperan sebagai parasitoid penting pada hama pertanian karena memiliki kisaran inang yang luas dan banyak ditemukan di alam (Clausen 1994). Banyaknya jumlah dari parasitoid tersebut diduga menyebabkan sedikitnya populasi hama yang ditemukan pada saat pengamatan.



Kekayaan spesies (S) parasitoid pada lahan kelapa sawit milik rakyat dan milik PT. Humusindo menunjukkan perbedaan berdasarkan analisis ragam S ( $F = 3.388$ ,  $P = 0.04$ ), Sedangkan Kelimpahan individu (N) tidak berbeda dengan nilai analisis ragam N ( $F = 2.711$ ,  $P = 0.0723$ ). Penyebaran jumlah data S dan N parasitoid disajikan dalam diagram *box-plot* (Gambar 5). Semakin panjang nilai persegi maka semakin lebar data yang didapat, artinya variasi jumlah S dan N dalam setiap plotnya lebih beragam.



Gambar 5 *Box-plot* kekayaan spesies (S) dan kelimpahan spesies (N) pada lahan kelapa sawit milik rakyat umur 4 tahun (R4) umur 8 tahun (R8), dan milik PT. Humusindo umur 4 tahun (H4) umur 8 tahun (H8)

### Struktur Komposisi Parasitoid

Komposisi dan kekayaan spesies parasitoid antara kepemilikan lahan kelapa sawit (*beta-diversity*) dinilai lebih dapat menggambarkan pengaruh tipe kepemilikan lahan dan umur tanaman dibandingkan hanya berdasarkan jumlah spesies parasitoid (*alpha-diversity*). Berdasarkan indeks kemiripan Bray-Curtis komposisi spesies parasitoid antara kebun milik rakyat dan milik PT. Humusindo menunjukkan perbedaan. Besarnya kemiripan spesies antar plot berkisar 0.17 sampai dengan 0.39. Rendahnya nilai tersebut menunjukkan bahwa komposisi spesies parasitoid memiliki kemiripan yang berbeda pada lahan kelapa sawit milik rakyat dan PT. Humusindo.

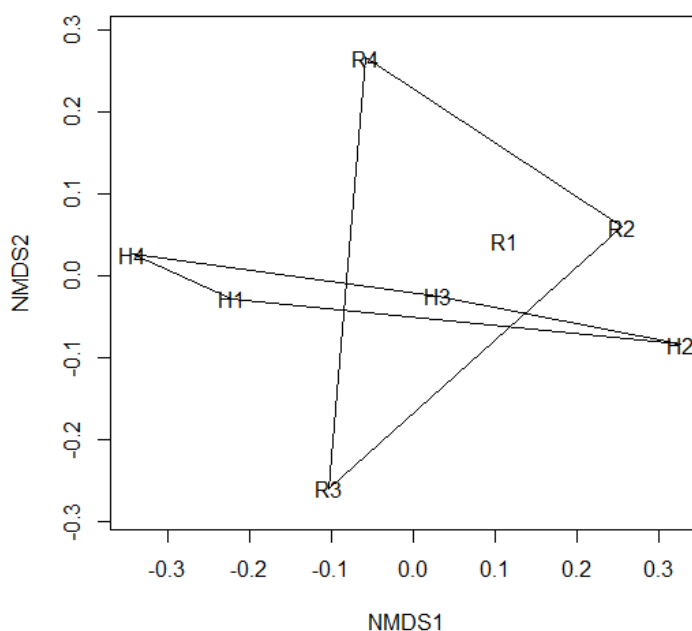
Perbedaan komposisi spesies parasitoid pada kepemilikan lahan yang berbeda dapat dibandingkan dengan menggunakan analisis kemiripan (ANOSIM) berdasarkan indeks kesamaan Bray-Curtis yang menghasilkan dimensi nMDS untuk menampilkan perbedaan struktur komposisi spesies parasitoid pada empat petak yang berbeda (Gambar 11). Komposisi parasitoid berdasarkan perbedaan kepemilikan lahan dan umur kelapa sawit secara analisis nMDS tidak signifikan (ANOSIM statistic  $R = 0.125$ ,  $P = 0.266$ ), namun dari

gambar dapat dilihat komposisi parasitoid memiliki perbedaan karena jarak dari satu titik ke titik yang lain tidak saling tumpang tindih.

Tabel 5 Indeks kemiripan Bray-Curtis untuk spesies parasitoid pada kebun rakyat dan PT. Humusindo

	H4	H8	R4	R8
H4	1.00			
H8	0.34	1.00		
R4	0.16	0.37	1.00	
R8	0.39	0.17	0.37	1.00

Kode huruf pertama H = PT. Humusindo, R = Rakyat; angka 4 dan 8 menunjukkan umur tanaman



Gambar 11 nMDS dari komposisi parasitoid berdasarkan indeks ketidakmiripan Bray-Curtis pada lahan kelapa sawit milik rakyat dan PT. Humusindo. Kode yang terdapat didalam gambar menunjukkan: huruf pertama H = PT. Humusindo, R = Rakyat; Angka (1-4) menunjukkan ulangan

### KESIMPULAN

Interaksi tropik antara hama dan parasitoid pada perkebunan kelapa sawit di Jambi dipengaruhi oleh keberadaan inang, sistem budidaya dan kondisi habitat disekitar lahan. Famili Limacodidae merupakan serangga inang yang banyak ditemukan berinteraksi dengan parasitoid. Interaksi yang terbentuk memengaruhi potensi keefektifan parasitoid sebaga agens pengendali hayati.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani LA. 2015. Keanekaragaman hama dan parasitoid pada perkebunan kelapa sawit di Jambi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Basri MW, Norman K, Hamdan AB. 1995. Natural enemy of the bagworm, *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae) and their impact on host population regulation. *Crop Prot* 14 (8): 637-645.
- Caudwell RW. 2001. The successful development and implementation of an integrated pest management system for oil palm in Papua New Guinea. *Integr Pest Manag.* 5: 297–301.
- Clausen CP. 1994. *Entomophagus Insect*. New York (US): McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Colwell RK, Coddington JA. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions: Biol Sci.* 345(1311): 101-118.
- Corley RHV, Tinker PB. 2003. *The Oil Palm. 4<sup>th</sup> Edition*. Iowa (US): Blackwell Science Ltd.
- [Deptan]. Direktorat Perlindungan Tanaman. 2004. *Musuh alami, Hama dan Penyakit Tanaman Teh*. Jakarta (ID): Departemen Pertanian.
- Frago E. 2016. Interactions between parasitoids and higher order natural enemies: intraguild predation and hyperparasitoids. *Insect Sci.* 14:1–6.
- Gazhali A et al. 2016. Effects of monoculture and polyculture farming in oil palm smallholdings on terrestrial arthropod diversity. *J Asia Pac Entomol.* 19: 415–421
- Godfray HCJ. 1994. *Parasitoids Behavioral and Evolutionary Ecology*. New Jersey (US): Princeton University Press.
- Godfray HCJ. 2007. *Encyclopedia of Biodiversity*. Oxford (UK): Oxford University Press.
- Goulet H, Huber JT. 1993. *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families*. Ontario (US): Minister of Supply and Services.
- Hutapea D. 2011. Kajian dampak keragaman iklim terhadap distribusi dan perubahan status hama tanaman padi di pantai utara Jawa Barat [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Marheni. 2010. Eksplorasi musuh alami *Oryctes rhinoceros* L. pada pertanaman kelapa sawit di Sumatera Utara [Disertasi]. Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada.
- Pamuji R, Rahardjo TR, Tarno H. 2013. Populasi dan serangan hama ulat kantung *Metisa plana walker* (Lepidoptera: Psychidae) serta parasitoidnya di perkebunan kelapa sawit Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. *J HPT.* 2(1): 58-71.
- [Permentan] Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia. 2015. Sistem Sertifikasi Kelapa Sawit Berkelanjutan Indonesia (*Indonesian Sustainable Palm Oil Certification System/ISPO*). Jakarta (ID): Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Sahari B. 2012. Struktur komunitas parasitoid Hymenoptera di perkebunan kelapa sawit, Desa Pandu Senjaya, Kecamatan Pangkalan Lada, Kalimantan Tengah [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sankaran T, Syed RA. 1972. The natural enemies of bagworms on oil palms in Sabah, East Malaysia. *Pac Insect.* 14: 57-71.

Syahnen, Siahaan IRTU. 2013. Rekomendasi Pengendalian Hama Ulat Api Pada Tanaman Kelapa Sawit di Dusun X Bandar Manis Desa Kuala Beringin Kecamatan Kualuh Hulu Kabupaten Labuhan Batu Utara. Jakarta(ID): Direktorat Jendral Perkebunan.