

**Komunitas Hymenoptera Parasitoid pada Areal Hutan Sagu  
(*Metroxylon* spp.) di Maluku**  
***Community of Hymenopterous Parasitoid on Sago Forest Area  
(*Metroxylon* spp.) in Maluku***

REIN ESTEFANUS SENEWE<sup>1</sup>, HERMANU TRIWIDODO<sup>2</sup>, PUDJIANTO<sup>2</sup> DAN AUNU RAUF<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Pascasarjana Program Studi Entomologi, Peneliti BPTP Maluku

Departemen Proteksi Tanaman IPB Bogor

<sup>2</sup>Komisi Pembimbing, Staf Pengajar Entomologi

Departemen Proteksi Tanaman IPB Bogor

Jln. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

*E-mail: reinsenewe@gmail.com*

Diterima 16 Januari. 2017 / Direvisi 3 April 2017 / Disetujui 9 Mei 2017

**ABSTRAK**

Sagu (*Metroxylon* spp.) merupakan tanaman sosial, budaya dan ekonomi di Maluku dengan potensi hutan sagu cukup tersedia. Teridentifikasi gejala kerusakan empulur pati dan tajuk tanaman sagu akibat serangga. Kebijakan pengendalian hayati melalui pelepasan parasitoid dalam sistem aplikasi Pengendalian Hama Terpadu merupakan salah satu alternatif. Hymenoptera parasitoid pada ekosistem hutan sagu penting untuk dipelajari morfospesiesnya sebagai data dan informasi ilmiah dalam menunjang program pengembangan agens hayati dalam pengelolaan serangga herbivor tanaman sagu. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keanekaragaman Hymenoptera parasitoid pada hutan sagu di Maluku. Dalam penelitian ini dipilih tiga lokasi di Pulau Ambon dan tiga lokasi di Pulau Seram, kemudian masing-masing lokasi dipilih tiga rumpun sagu contoh secara acak. Setiap rumpun sagu dalam lingkaran radius 5m dari pohon sagu utama seluas 100m<sup>2</sup> dilakukan pengambilan serangga melalui jaring serangga, perangkap lubang, dan perangkap nampan kuning, sedangkan perangkap lampu dilakukan pada satu titik disetiap lokasi. Pengambilan serangga dilakukan pada musim kemarau dan hujan dibulan September 2015 - Oktober 2016. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan Hymenoptera parasitoid pada enam lokasi hutan sagu diperoleh sebanyak 14 famili dan 30 morfospesies. Kekayaan morfospesies disetiap lokasi berkisar antara 5-21 morfospesies, dengan proporsi koleksi serangga melalui penggunaan jaring serangga lebih tinggi. Indeks keanekaragaman tinggi (2.18 - 3.55) per lokasi, kelimpahan individu di Ariate dan kekayaan morfospesies di Tulehu masing-masing lebih tinggi dari lokasi lainnya. Rata-rata kelimpahan relatif famili Scelionidae, Scoliidae, dan Ichneumonidae masing-masing 26.46%, 15.95%, dan 10.89%. Terdapat 12 spesies unik masing-masing Ariate (dua spesies), Eti (dua spesies), dan Tulehu (delapan spesies). Scelionidae, Scoliidae, Ichneumonidae dan Eulophidae merupakan kelompok parasitoid telur-larva potensial yang terindikasi berasosiasi dengan serangga herbivor pada tanaman sagu dari ordo Coleoptera dan Orthoptera.

*Kata kunci: pemerataan spesies, kekayaan spesies, hymenoptera, parasitoid, sagu.*

**ABSTRACT**

Sago (*Metroxylon* spp.) is a social, cultural and economic plant in Maluku with enough available potential sago forest. Symptoms of damage to starch pith and canopy of sago plants has been identified caused by insects. Biological control policy through the release of parasitoids in Integrated Pest Management (IPM) application system is one of the control alternatives. The morphospesies Hymenopterous parasitoid in sago forest ecosystem is important to be studied as data and scientific information to support of development program of biological agent in management of herbivor insect of sago plant. This study aimed to examine the diversity of Hymenoptera parasitoids in sago forests in Maluku. In this study in three selected locations on the island of Ambon and three selected locations on the island of Seram, then in each location was selected three random sampling of sago tree clumps. From every clump of sago within a circle of 5m radius from the main sago tree around 100m<sup>2</sup>, insects were taken through insect net, yellow pan traps and pitfall traps, while light trap were performed at one point in each location. Insect collection was conducted during dry season and rainy season from September 2015 to October 2016. The results showed that the abundance of Hymenopterous parasitoid at the six sampling area sago forest was obtained as much as 14 families and 32 morphospesies. The morphoses of morphospesies were diverse in each location, ranged from 5 to 21, with the highest proportion of insect was collected by insect net method. The high diversity index (2.18 - 3.55) per location, hence individual abundance of Ariate is higher than other villages, morphospesies diversity of Tulehu is the highest. The average relative abundance of Scelionidae, Scoliidae and Ichneumonidae families was 26.46%, 15.95%, and 10.89%, respectively. There are 12 unique species distributed in Ariate (two species), Eti (two species), and Tulehu (eight species). Scelionidae, Scoliidae, Ichneumonidae

and Eulophidae are groups of potential egg-larvae parasitoid indicated to associate with herbivorous insects in sago plants, for instance from order Coleoptera and Orthoptera.

*Keywords, species evenness, species richness, parasitoid, hymenopterous, sago.*

## PENDAHULUAN

Sagu (*Metroxylon* spp.) merupakan tanaman yang memiliki nilai sosial-ekonomi penting di Asia Tenggara (Abdorreza *et al.*, 2012) serta simbol budaya di Maluku. Varietas-varietas penting dalam golongan sagu *Hepaxanthic* yang mempunyai nilai ekonomis penting karena kandungan patinya lebih banyak yaitu *M. rumphii* Mart (Sagu Tuni), *M. sagus* Rottb. (Sagu Molat), *M. silvester* Mart. (Sagu Ihur), *M. longispium* Mart. (Sagu Makanaru), dan *M. micracantum* Mart. (Sagu Rotan). Dari kelima varietas ini, yang memiliki arti ekonomis penting adalah Ihur, Tuni, dan Molat (Bintoro *et al.*, 2010), dan banyak ditemukan di Maluku. Tegakan batang sagu memiliki potensi empulur pati 250 kg tepung produktivitas 15-40 ton pati kering/ha/tahun (Bintoro *et al.*, 2010). Botanri (2010) menyatakan bahwa tanaman sagu di Maluku tersebar pada kondisi lahan dengan ciri-ciri, yaitu: 1) lahan datar-curam, 2) dekat pesisir, 3) dekat sungai, 4) pada tanah-tanah aluvial (*Entisol* dan *Inceptisol*), dan 5) pada ketinggian 0-250 m dpl. Data BPS Maluku (2013), perkiraan luas areal sagu di Maluku sekitar 53.866 ha yang tersebar di delapan Kabupaten/Kota, dengan produktivitas tepung basah 1.088.887 ton/ha/thn. Pati sagu sebagai sumber pangan pokok setelah beras karena kandungan karbohidrat yang tinggi dan diolah menjadi sumber makanan seperti "*papeda*" yang banyak dikonsumsi penduduk Maluku, Papua, dan Sangihe Talaud. Pati sagu juga dapat digunakan sebagaimana tepung beras, jagung, gandum, tapioka, dan kentang sebagai bahan baku industri pangan. Pengolahan tepung sagu di Maluku lainnya dalam bentuk kering seperti sinoli, sagu lempeng, tutupoli, sagu gula, kue sarut, bagea, sagu mutiara, dan sagu tumbuk sebagai bahan makanan yang langsung dikonsumsi atau dapat disimpan lama.

Tanaman sagu di Maluku telah menunjukkan berbagai tipe gejala kerusakan pada tajuk tanaman. Setiap fase pertumbuhan tanaman sagu telah ditemukan gejala kerusakan meliputi: 1) bentuk guntingan pada daun, 2) lubang pada pelepah daun dan serangga masuk ke bagian dalam (5-12 cm), pelepah kering dan patah, 3) bentuk lidi pada daun atau daun tua digigit, bergerigi, berlubang dan ujung anak daun terkulai, dan 4) bercak coklat memanjang pada kuncup daun. Terdapat beberapa jenis serangga utama

yang berasosiasi dengan tajuk tanaman sagu. Serangga-serangga yang berperan sebagai herbivor yaitu *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae), *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae), *Sexava nubila* (Orthoptera: Tettigoniidae), *Catantops brachypterus* (Orthoptera: Acrididae), *Oxya chinensis* (Orthoptera: Acrididae), *Diapheromera femorata* (Phasmatodea: Diapheromeridae), *Brontispa longissima* (Coleoptera: Chrysomelidae), dan *Plesispa reichei* (Coleoptera: Chrysomelidae), serta serangga predator *Forficula* sp. (Dermaptera: Forficulidae). Setiap serangga herbivor menimbulkan kerusakan yang berbeda pada tajuk tanaman sagu, sedangkan *R. ferrugineus* merupakan serangga utama yang merusak dan memanfaatkan pati sagu untuk perkembangan dan reproduksi. Kerusakan tanaman sagu yang disebabkan oleh serangga hama yang banyak ditemukan adalah kumbang *O. rhinoceros* L., *R. ferrugineus* Oliver., dan *Sexava* spp. Bintoro *et al.* (2010); Mazza *et al.* (2014) menyatakan meskipun intensitas serangan hama-hama ini pada tanaman sagu belum banyak dikaji, tetapi dampak kerusakan pada daun, bunga, buah muda, batang, dan pucuk tanaman sagu dapat mematikan tanaman sagu. Novarianto (2013) melaporkan adanya serangan hama di perkebunan sagu Selatpanjang Meranti Riau oleh kumbang *O. rhinoceros* L., dan *R. ferrugineus* Oliver dan belum pernah dilaporkan masyarakat menyebabkan kerugian yang berarti.

Kerusakan tajuk dan pati tanaman sagu telah menunjukkan bahwa tindakan pengelolaan serangga hama sedini mungkin perlu diantisipasi agar tidak terjadi eksplosi hama. Sistem pengendalian hama secara hayati oleh musuh alami merupakan suatu sistem yang biasa terjadi di alam. Kelompok musuh alami dari ordo Hymenoptera merupakan salah satu ordo terbesar serangga. Ordo ini terdiri atas serangga fitofag, serangga sosial, lebah, tabuhan soliter dan parasitoid. Walaupun lebah, tabuhan dan semut umumnya lebih dikenal dalam ordo Hymenoptera akan tetapi Hymenoptera parasitoid mempunyai keanekaragaman yang tinggi di dalam ordo ini. Keseimbangan alami hutan sagu akibat adanya interaksi antara tanaman sagu, hama, dan musuh alami. Parasitoid merupakan salah satu kelompok musuh alami yang berperan dalam membantu pertahanan tanaman. Mekanisme pertahanan

kimia dapat melibatkan organisme lain dalam pertahanan tanaman melalui rekrutmen musuh alami. Parasitoid mampu mengendalikan hama secara spesifik dan populasinya di lapangan relatif cukup tinggi. Keanekaragaman Hymenoptera parasitoid mengikuti keanekaragaman serangga fitofag yang menjadi inang parasitoid dan keanekaragaman serangga fitofag bergantung pada tumbuhan yang tersedia di ekosistem. Komunitas Hymenoptera parasitoid pada areal sagu belum banyak diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keanekaragaman Hymenoptera parasitoid pada hutan sagu di Maluku. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data dan informasi ilmiah tentang jenis dan jumlah Hymenoptera parasitoid pada hutan sagu dalam menunjang pengelolaan serangga hama tanaman sagu mendatang.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Desa Rutong dan Tawiri Kotamadya Ambon, Desa Tulehu, Kabupaten Maluku Tengah serta Desa Ariate, Desa Eti, dan Desa Waisamu Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku. Identifikasi serangga dilakukan di Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Balitbangtan Maluku, Laboratorium Biosistematika Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan Laboratorium Bidang Zoologi Puslit Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong. Penelitian dilaksanakan mulai bulan September 2015 sampai Oktober 2016.

### Penentuan Lokasi dan Tanaman Sampel

Lokasi penelitian ditentukan dengan memilih masing-masing tiga lokasi hutan sagu di Pulau Ambon (Desa Rutong, Tulehu, dan Tawiri) dan Pulau Seram (Desa Ariate, Eti, dan Waisamu). Setiap lokasi memiliki kepadatan sagu dan terdapat rumpun sagu dengan fase-fase pertumbuhan (fase semai, anakan, sapihan, batang/pohon, dan masak tebang).

### Koleksi Serangga

Setiap lokasi penelitian ditentukan tiga rumpun sagu dengan jarak 50 m. Koleksi serangga dilakukan pada setiap plot pengamatan rumpun sagu dalam lingkaran radius 5m dari pohon sagu utama dengan luas 100m<sup>2</sup>. Koleksi serangga di masing-masing lokasi penelitian dilakukan dengan jaring ayun, perangkap tanah, dan perangkap nampan kuning pada rumpun yang sama,

sedangkan perangkap lampu dilakukan pada satu titik di antara rumpun sagu. Sampel serangga dilakukan dua kali pengambilan, yakni pada musim kemarau dan musim hujan.

Jaring serangga digunakan untuk menangkap serangga yang aktif terbang. Perangkat alat jaring ayun terdiri dari kain organdi putih/bening, tongkat panjang 85 cm, dan lingkaran kawat besi diameter 40 cm. Penjaringan serangga dilakukan dengan mengayunkan jaring ke kiri dan ke kanan sambil berjalan mengelilingi di sepanjang radius 5m dalam rumpun sagu sebanyak dua kali putaran. Hasil penjaringan serangga dimasukkan ke dalam separator setiap 10 kali ayunan ganda, dikoleksi pada pukul 08.00-10.00 WIT.

Perangkap lubang (*pitfall trap*) digunakan untuk memerangkap serangga yang aktif pada permukaan tanah. Jumlah perangkap tanah yang dipasang di sepanjang radius 5m dalam rumpun sagu adalah 15 buah dengan jarak antara perangkap tanah 1,5 m. Perangkap tanah yang digunakan terbuat dari wadah plastik berbentuk gelas dengan diameter atas 10 cm dan tinggi 4 cm. Perangkap tanah diletakkan dalam lubang ukuran sama dengan ukuran perangkap tanah, dimana bagian atas perangkap tanah sejajar dengan permukaan tanah agar serangga yang aktif di permukaan tanah mudah terperangkap. Setelah perangkap tanah diletakkan di tanah, larutan deterjen dimasukkan sebanyak setengah dari tinggi perangkap tanah. Larutan deterjen digunakan untuk mengurangi tegangan permukaan air sehingga serangga akan tenggelam dan akhirnya mati. Serangga yang terperangkap di dalam perangkap tanah diambil setelah 1 x 24 jam.

Perangkap nampan kuning digunakan untuk memerangkap serangga yang tertarik pada warna kuning. Jumlah nampan kuning yang dipasang di sepanjang radius 5m dalam rumpun sagu adalah 15 buah dengan jarak antara perangkap tanah 1,5 m. Perangkap tanah yang digunakan terbuat dari wadah plastik berbentuk piring dengan diameter atas 18 cm dan tinggi 8 cm. Nampan kuning diletakkan di atas permukaan tanah yang terbuka agar mudah dilihat oleh serangga. Setelah nampan kuning diletakkan di atas permukaan tanah, larutan deterjen dimasukkan sebanyak setengah dari tinggi nampan kuning. Serangga yang terperangkap di dalam nampan kuning diambil setelah 1 x 24 jam.

Perangkap lampu digunakan untuk memerangkap serangga yang aktif terbang dan tertarik cahaya lampu di malam hari. Setiap lokasi hutan sagu dipasang satu unit perangkap lampu yang diletakkan di antara rumpun sagu. Perangkap lampu terdiri dari kain putih ukuran

2.5 m x 2.5 m, mesin generator ET 950, lampu 150 Watt 2 buah dan kabel 25 m. Kain putih dibuat layar menggantung setinggi 2 m, lampu diletakkan pada bagian tengah dan kabel dihubungkan dengan generator sejauh 35 m. Proses pemasangan perangkat lampu dari pukul 17.30 - 06.00 WIT seiring dengan pengambilan serangga yang tertarik cahaya dan terperangkap/menempel pada kain dengan botol koleksi yang berisi alkohol 70%.

### Identifikasi Serangga

Serangga hasil tangkapan di lokasi penelitian diidentifikasi di laboratorium. Serangga diidentifikasi dengan beberapa kunci identifikasi (CSIRO 1991). Serangga diidentifikasi sampai tingkat morfospesies.

### Analisis Data

Hasil identifikasi serangga ditabulasikan dalam tabel pivot pada perangkat lunak *Microsoft Excel 2007* untuk menjadi *database*. Data analisis meliputi nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks pemerataan spesies dan kekayaan spesies.

Analisis data serangga dilakukan dengan mendata berbagai jenis serangga yang didapatkan pada semua plot pengamatan. Selanjutnya dilakukan penghitungan indeks keanekaragaman Shannon dan indeks dominansi/kekayaan jenis spesies Simpson (C) menurut Margalef (1958). Indeks keanekaragaman shannon dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

H' = Indeks keanekaragaman jenis.

p<sub>i</sub> = Proporsi spesies ke-i terhadap total jumlah contoh (n/N).

Sebaran keanekaragaman Shannon dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$E = H' / \ln S$$

E = Sebaran keanekaragaman jenis

S = Jumlah spesies yang diperoleh

Nilai H' meningkat dengan meningkatnya jumlah spesies dalam komunitas/plot pengamatan. Nilai tersebut berkisar antar 1.5-3.5. Semakin tinggi H' berarti keragaman spesies semakin tinggi pula. Perbandingan antara nilai keragaman yang diperoleh dengan nilai keragaman maksimum adalah nilai evenness (E). Nilai E berkisar antara 0 dan 1. Nilai satu terjadi apabila spesies memiliki kelimpahan yang sama. Nilai E (0,00 < E ≤ 0.50) menunjukkan komunitas berada pada kondisi tertekan, E (0.50 < E ≤ 0.75)

menunjukkan komunitas berada pada kondisi labil, dan E (0.75 < E ≤ 1.00) menunjukkan komunitas berada pada kondisi stabil.

Indeks dominansi/kekayaan jenis spesies Simpson (C) menurut Margalef (1958), sebagai berikut:

$$C = \sum (n_i/N)^2$$

Keterangan :

C = Indeks dominansi Simpson

n<sub>i</sub> = Jumlah individu spesies ke-i

N = Jumlah individu seluruh spesies

Kategori Indeks : 0.00 < C ≤ 0.50 (rendah), 0.50 < C ≤ 0.75 (sedang), dan 0.75 < C ≤ 1.00 (tinggi).

Perbedaan atau komposisi spesies antar habitat dapat dilakukan diukur dengan menggunakan pendekatan keragaman-β (Maguran 1988). Cara mudah untuk menghitung keragaman-β adalah dengan menggunakan koefisien kemiripan. Salah satu koefisien kemiripan yang umum dipakai adalah indeks Jaccard (C<sub>j</sub>) yang dihitung dengan rumus:

$$C_j = j / (a+b-j)$$

Dimana:

j = jumlah spesies yang ditemukan pada a dan b

a = jumlah spesies di a

b = jumlah spesies di b

Nilai indeks Jaccard (C<sub>j</sub>) berkisar antar 0 sampai 1, 0 (berarti tidak kemiripan sama sekali) dan 1 (berarti antara spesies yang ditemukan memiliki kemiripan sempurna).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proporsi dan Dominansi Hymenoptera Parasitoid

Kelimpahan Hymenoptera parasitoid pada enam areal sagu di Maluku berkisar 20 - 76 individu. Dari total 257 individu teridentifikasi masuk dalam 14 famili dengan rata-rata kelimpahan relatif tertinggi adalah famili Scelionidae (26.46%), Scoliidae (15.95%) dan Ichneumonidae (10.89%) (Tabel 1). Sedangkan kelimpahan Hymenoptera parasitoid berdasarkan penggunaan perangkat atau alat koleksi serangga diperoleh hasil yaitu jaring serangga 36%, perangkat lampu 26%, nampan kuning 24% dan perangkat tanah 14% dari total individu (Gambar 1).

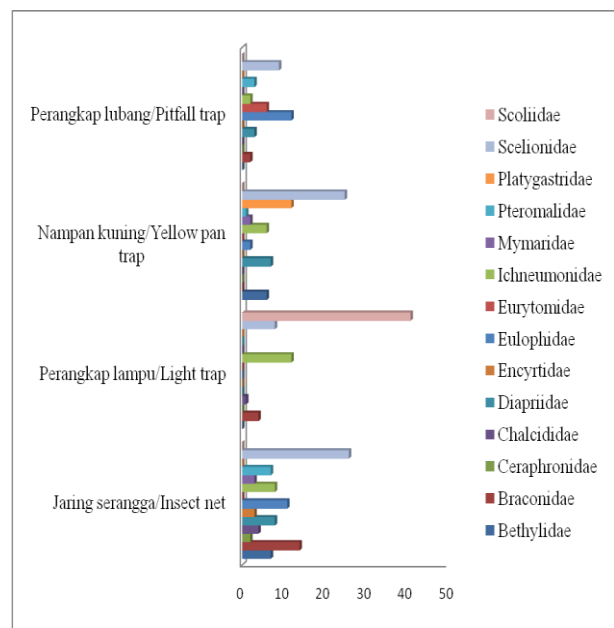
Koleksi serangga melalui penggunaan perangkat merupakan salah satu metode untuk memperkirakan kelimpahan dan memprediksi dinamika populasi. Tinggi rendahnya hasil tangkapan dan koleksi serangga tergantung luas areal sasaran, waktu aplikasi dan ketersediaan populasi. Semakin luas areal sasaran dengan

Tabel 1. Kelimpahan individu (N) dan kelimpahan relatif (%) Hymenoptera parasitoid pada masing-masing areal hutan sagu.  
 Table 1. Abundance of individuals (N) and relative abundance (%) of parasitoid Hymenopterous in each sago forest area.

Famili Family	Lokasi Location												Total Individu Total of individuals	Total % Total %
	Ariate		Eti		Waisamu		Rutong		Tawiri		Tulehu			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
Bethylidae	2	2,63	4	6,25	0	-	0	-	5	20,83	2	3,85	13	5,06
Braconidae	2	2,63	4	6,25	0	-	2	9,52	2	8,33	10	19,23	20	7,78
Ceraphronidae	0	-	2	3,13	0	-	0	-	0	-	0	-	2	0,78
Chalcididae	2	2,63	1	1,56	0	-	0	-	0	-	2	3,85	5	1,95
Diapriidae	0	-	8	12,50	2	10,00	0	-	3	12,50	5	9,62	18	7,00
Encyrtidae	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	3	5,77	3	1,17
Eulophidae	8	10,53	4	6,25	2	10,00	0	-	0	-	11	21,15	25	9,73
Eurytomidae	1	1,32	0	-	2	10,00	0	-	2	8,33	1	1,92	6	2,33
Ichneumonidae	14	18,42	6	9,38	5	25,00	0	-	0	-	3	5,77	28	10,89
Mymaridae	0	-	3	4,69	0	-	0	-	0	-	2	3,85	5	1,95
Platygastridae	0	-	12	18,75	0	-	0	-	0	-	0	-	12	4,67
Pteromalidae	0	-	2	3,13	0	-	4	19,05	1	4,17	4	7,69	11	4,28
Scelionidae	17	22,37	18	28,13	2	10,00	15	71,43	11	45,83	5	9,62	68	26,46
Scoliidae	30	39,47	0	-	7	35,00	0	-	0	-	4	7,69	41	15,95
<b>Total</b>	<b>76</b>		<b>64</b>		<b>20</b>		<b>21</b>		<b>24</b>		<b>52</b>		<b>257</b>	

waktu pengambilan yang tepat dalam waktu yang relatif panjang, maka semakin banyak individu yang terkoleksi. Tinggi rendahnya populasi arthropoda dalam suatu ekosistem dipengaruhi tingkat kepadatan, distribusi, natalitas, mortalitas, struktur umur, dan kecenderungan populasi. Sedangkan tipe alat perangkap disesuaikan dengan tujuan dan target penelitian.

Hymenoptera parasitoid seperti jenis tawon (Eulophidae) pada areal sagu dapat terkoleksi dengan alat perangkap lubang, meskipun populasi Formicidae dan Collembola lebih efektif dengan perangkap lubang. Fungsi perangkap lubang adalah untuk mengumpulkan arthropoda yang aktif dipermukaan tanah. Kumbang tanah (Coleoptera: Carabidae), laba-laba (misalnya Araneae: Lycosidae dan Clubionidae), dan semut (Hymenoptera: Formicidae) sangat aktif dan sebagian besar polifagus dan predator invertebrate. Gullan and Cranston (2010) menyatakan permukaan tanah berasal dari bahan vegetasi atau disebut sampah yang membusuk dan diperkaya dengan tanah humus organik sebagai substrat dimanfaatkan oleh serangga dan hexapoda lainnya yang tinggal di tanah seperti kelompok Collembola, Protura, Diplura, Archaeognatha, Zygentoma, Blattodea, Dermaptera, Coleoptera, dan Hymenoptera khususnya semut dan beberapa tawon.



Gambar 1. Proporsi Hymenoptera parasitoid berdasarkan metode koleksi serangga.  
 Figure 1. Proportion of Hymenopterous parasitoid based on method of insect collect.

Penggunaan jaring serangga dan separatornya dengan target berbagai jenis serangga Hymenoptera parasitoid yang aktif terbang di sekitar rumpun sagu dan vegetasi bawah (*understory*). Cara mengayunkan jaring mengitari

rumpun sagu pada pagi hari memberikan peluang lebih banyak mengumpulkan serangga. Ketersediaan makanan seperti pollen, nektar, madu, dan aktivitas serangga inang parasitoid pada pagi hari lebih tinggi dibandingkan siang dan sore hari. Perangkap cahaya dianggap efektif untuk menangkap kumbang dan ngengat yang tertarik sinar lampu pada malam hari, contohnya parasitoid *Scolia soror* (Scoliidae) yang keluar dari batang sagu yang telah membusuk. Perangkap naman kuning efektif untuk menarik imago serangga parasitoid, karena penglihatan serangga lebih tertarik pada bunga kuning tanaman.

**Kekayaan Morfospesies dan Keanekaragaman Hymenoptera Parasitoid**

Penyebaran Hymenoptera parasitoid di analisis berdasarkan kekayaan morfospesies di masing-masing areal sagu. Dari total 30 morfospesies yang diidentifikasi, terdapat 4 morfospesies dari famili Scelionidae yang menye-

bar di semua areal sagu, meskipun demikian beberapa famili seperti Braconidae, Eulophidae, Ichneumonidae dan lainnya teridentifikasi menyebar di beberapa areal sagu (Tabel 2). Kondisi habitat masing-masing lokasi penelitian bisa dikatakan homogen, tetapi penyebaran serangga antara lain dipengaruhi oleh keanekaragaman habitat dan struktur lanskap. Kelimpahan Scelionidae berkaitan dengan kepadatan inangnya. Scelionidae merupakan jenis parasitoid generalis yang memarasit telur serangga dan laba-laba sehingga mempunyai potensial inang yang luas. Kelimpahan Scelionidae lebih tinggi pada kondisi ekosistem yang terbuka seperti habitat padang rumput (Masner 1993). Areal sagu yang daerahnya terbuka dengan didominasi tumbuhan bawah memberikan ruang jenis parasitoid ini untuk berkembang. Ketertarikan Hymenoptera parasitoid untuk mendiami suatu ekosistem dikarenakan kesesuaian mikrohabitat, ketersediaan makanan (pollen, nektar, dan embun madu) dan ketersediaan inang parasitoid yang berasosiasi dengan

Tabel 2. Keanekaragaman Hymenoptera parasitoid pada masing-masing areal sagu.  
 Table 2. Diversity of Hymenopterous parasitoids in each sago area.

Superfamili/ Famili Superfamily/ Family	Kekayaan morfospesies <i>The morphoses of morphospecies</i>						Total morfospesies <i>Total of morphospecies</i>
	Ariate	Eti	Waisamu	Rutong	Tawiri	Tulehu	
Chrysoidea							
Bethylidae	1	2	0	0	1	1	2
Ichneumonoidea							
Braconidae	1	2	0	1	1	3	5
Ichneumonidae	4	1	1	0	0	2	4
Ceraphronoidea							
Ceraphronidae	0	1	0	0	0	0	1
Chalcidoidea							
Chalcididae	1	1	0	0	0	1	2
Encyrtidae	0	0	0	0	0	1	1
Eulophidae	1	1	1	0	0	4	4
Eurytomidae	0	0	1	0	1	1	1
Mymaridae	0	1	0	0	0	1	1
Pteromalidae	0	1	0	2	1	2	2
Proctotrupeoidea							
Diapriidae	0	1	1	0	1	1	1
Platyastroidea							
Platyasteridae	0	1	0	0	0	0	1
Scelionidae	2	2	1	2	2	3	4
Vespoidea							
Scoliidae	1	0	1	0	0	1	1
Total	11	14	6	5	7	21	30

jenis tanaman tertentu di suatu ekosistem. Vegetasi bawah yang berbunga menjadi salah satu faktor melimpahnya berbagai jenis parasitoid, antara lain *A. optabilis* (Mymaridae). Walaupun *Anagrus* sp. merupakan parasitoid proovigenik, namun untuk kelangsungan hidupnya membutuhkan sumberdaya karbohidrat yang lain dan hal ini didapatkan salah satunya dari nektar (Farrell 2013). Selain menyediakan sumber karbohidrat, nektar juga berfungsi memperpanjang lama hidup dari musuh alami yang berada pada suau habitat (Lee & Heimpel 2007).

Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener pada enam lokasi areal memiliki tingkat keanekaragaman sedang sampai tinggi (Magurran 1988), atau nilai  $H'$  pada masing-masing lokasi berada direntang 2.18 – 3.55. Indeks pemerataan spesies atau nilainya  $>1$  menunjukkan kondisi komunitas Hymenoptera parasitoid di semua areal sagu lebih stabil (Tabel 3). Jika nilai  $E$  semakin mendekati satu artinya jumlah individu setiap jenisnya hampir merata (Margalef 1958). Meskipun nilai kelimpahan individu ( $N$ ) di lokasi areal sagu Ariate lebih tinggi, tetapi lokasi Tulehu memiliki nilai kekayaan spesies ( $S$ ) lebih tinggi (21 individu). Struktur vegetasi dan ketersediaan pakan pada habitat merupakan faktor utama yang mempengaruhi keanekaragaman jenis di suatu habitat.

Hasil pengamatan menunjukkan adanya spesies unik atau Hymenoptera parasitoid yang hanya ditemukan pada areal hutan sagu tertentu. Spesies unik pada hutan sagu Ariate, yaitu *Enicospilus* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) dan *Ichneumon* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), Eti yaitu *Doryctobracon* sp. (Hymenoptera: Braconidae) dan *Aphanogmus* sp. (Hymenoptera: Ceraphronidae), dan Tulehu yaitu *Cardiochiles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Spinaria* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Chalcis* sp. (Hymenoptera: Chalcididae), *Acerophagus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae), *Eulophus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) *Pteromalus* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae), *Macroteleia* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) dan *Scelio* sp. (Hymenoptera: Scelionidae). Sedangkan Desa Waisamu, Rutong dan Tawiri tidak ditemukan spesies unik. Morfospesies unik Hymenoptera parasitoid yang terdapat pada masing-masing tipe areal sagu menandakan bahwa morfospesies tersebut terbatas hanya pada ekosistem itu. Morfospesies unik Hymenoptera parasitoid pada areal hutan tersebut tinggi disebabkan oleh jenis tumbuhan dan serangga yang lebih beragam. Morfospesies unik yang terdapat pada ketiga areal

sagu tersebut memiliki tipe ekosistem yang berbeda atau rumpun sagu dengan tipe kepadatan rendah. Terdapat jenis pohon buah-buahan (langsung, durian, mangga, kelapa, aren) serta berdekatan dengan lahan usahatani tanaman pangan. Dalam situasi dan kondisi tertentu, setiap populasi memiliki batas geografi dan juga ukuran populasi atau jumlah individu. Walaupun terdapat dua pertanaman yang saling berdekatan, akan tetapi terdapat juga spesies yang hanya ditemukan pada masing-masing pertanaman tersebut (Proches & Cowling 2007).

Tabel 3. Perbandingan kekayaan spesies ( $S$ ), kelimpahan individu ( $N$ ), indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ) dan indeks pemerataan spesies Hymenoptera parasitoid ( $E$ ) pada enam areal hutan sagu di Maluku.

Table 3. Comparison of wealth of species ( $S$ ), individual abundance ( $N$ ), Shannon-Wiener diversity index ( $H'$ ) and evenness index of Hymenopterous parasitoid ( $E$ ) species in six sago forest areas in Maluku.

Lokasi Location	S	N	H'	E
Ariate	12	76	2.91	1.17
Eti	14	64	3.50	1.33
Waisamu	6	20	2.18	1.22
Rutong	5	21	2.33	1.45
Tawiri	7	24	2.89	1.48
Tulehu	21	52	3.55	1.17

Konversi hutan alam menjadi hutan tanaman industri menyebabkan timbulnya goncangan keseimbangan ekologis. Tanaman pendamping dapat menyediakan sumber daya tidak hanya untuk musuh alami tetapi juga untuk spesies hama, yang dapat menyebabkan peningkatan populasi herbivora dan kerusakan tanaman (Kishinevsky *et al.*, 2017). Gangguan yang terjadi akibat kanopi terbuka pada areal hutan, secara langsung mengubah gradien suhu, cahaya dan kelembaban yang mempengaruhi kelimpahan dan distribusi, antara lain serangga (Schowalter 2012). Perbandingan nilai indeks dan kekayaan jenis dipengaruhi oleh kondisi agroekosistem areal hutan sagu yang sebagian terdapat tanaman pangan, perkebunan, dan buah-buahan. Semakin beragam spesies tumbuhan maka makin beragam serangga herbivor yang merupakan inang yang umum diparasit oleh Hymenoptera parasitoid.

Komposisi tegakan hutan dengan jumlah yang terbatas, akibatnya tanaman menjadi rawan

terhadap gangguan hama. Jenis tumbuhan dan arsitektur tumbuhan yang kompleks pada suatu ekosistem dengan sistem tumpang sari atau tanaman sela akan meningkatkan keanekaragaman dan kekayaan jenis Hymenoptera parasitoid. Keanekaragaman hayati dapat meningkatkan atau menstabilkan serangga musuh alami dan penyerbuk dalam suatu ekosistem (Mody *et al.*, 2017). Komunitas Hymenoptera parasitoid pada hutan mempunyai keanekaragaman jenis lebih tinggi dibandingkan dengan komunitas-komunitas yang dipengaruhi oleh gangguan tertentu seperti pada agroekosistem atau lahan terganggu (Maeto *et al.* 2009; Ruiz-Guerra *et al.*, 2015). Parasitoid sensitif terhadap perubahan dan kerusakan habitat sehingga ekosistem yang berbeda tersebut dapat mempengaruhi keanekaragaman spesies Hymenoptera parasitoid yang hidup di dalamnya terutama kekayaan spesies (Sharkey 2007). Yaherwandi *et al.* (2007) melaporkan bahwa keanekaragaman Hymenoptera parasitoid dipengaruhi oleh tipe lanskap pertanian, yaitu lanskap pertanian dengan struktur yang kompleks.

Tingginya nilai indeks keanekaragaman hymenoptera parasitoid serta kekayaan spesies menunjukkan kestabilan ekosistem hutan sagu atau mengalami keseimbangan akibat faktor pengendali alami seperti parasitoid. Pemahaman rantai trofik dengan prinsip menjaga stabilitas ekosistem harus lebih diutamakan agar populasi hama tetap dijaga dalam batas keseimbangannya. Stabilitas ekosistem yang terbentuk berhubungan dengan faktor terpaut kepadatan (*density dependent*), salah satu di antaranya adalah musuh alami (Trisawa *et al.*, 2007).

### Spesies Hymenoptera Parasitoid Potensial Pada Areal Sagu

Parasitoid *Telenomus* sp. (Scelionidae), *Stictopisthus* sp. (Ichneumonidae) dan *Chrysocharis* sp. (Eulophidae) lebih dominan pada setiap tipe koleksi serangga (Tabel 4). Keberadaan jenis parasitoid dan dominansi dari spesies tertentu pada areal sagu menunjukkan adanya interaksi antara tanaman sagu dan serangga hama. Kumbang *R. ferrugineus* dan *O. rhinoceros*, beberapa jenis belalang *S. nubila*, *C. brachypterus*, *O. chinensis*, *D. femorata*, kumbang *B. longissima*, dan kumbang *P. reichei* teridentifikasi banyak menimbulkan kerusakan pelepah daun sagu. Ditemukan juga predator *Forficula* sp. pada kuncup daun sagu dan investasi larva *R. ferrugineus* pada tual sagu. Faktor ini akan menimbulkan respon parasitoid untuk menemukan target inangnya. Dicke *et al.* (2009) meny-

takan bahwa bau-bauan dari tanaman sehat tidak menunjukkan keberadaan inang secara jelas, tanaman menyediakan informasi yang lebih baik bagi parasitoid melalui interaksi tanaman dan herbivor. Proses pencarian inang, parasitoid dihadapkan pada *reliability-detectability problem* terhadap berbagai rangsangan kimiawi disekitar habitat inang. Nilai informasi kimia yang dihasilkan oleh tanaman inang (*Habitat Location Hypothesis*) maupun informasi kimia yang dihasilkan tanaman sebagai akibat adanya interaksi antara hama (inang) dengan tanaman (*Host Location Hypothesis*) membuktikan bahwa interaksi tersebut bermanfaat bagi tanaman untuk mengatasi serangan hama dengan pertahanan tidak langsung oleh parasitoid (Vet *et al.*, 1991).

Parasitoid telur famili Trichogrammatidae, Scelionidae, Eulophidae dan Mymaridae sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai agens pengendalian biologi. Genus *Trichogramma* Westwood dan *Trichogrammatoidea* Girault merupakan eksklusif parasitoid telur dan genera penting lainnya seperti *Oligosita*, *Telenomus* dan *Anagrus* (Mawela *et al.*, 2013). Parasitoid telur dari genus *Telenomus* (Hymenoptera: Scelionidae: Telenominae) paling menjanjikan, juga parasitoid *Trichogramma* pada masa lalu secara terpadu telah banyak digunakan dengan tingkat parasitasi tinggi terhadap telur serangga dari ordo Lepidoptera (Tavares *et al.*, 2009; Guz *et al.*, 2013). Parasitoid *Scelio* sp (Scelionidae) dapat ditemukan pada inang (telur) serangga ordo Orthoptera dan Mantodea. Parasitoid telur *Telenomus podisi* Ashmead dan *Trissolcus erugatus* Johnson (Hymenoptera: Scelionidae) digunakan untuk mengendalikan hama invasif *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) di Amerika Utara (Tognon *et al.*, 2017). Parasitoid *Trissolcus grandis* efektif menyerang telur hama *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae) pada kondisi iklim kering sampai musim dingin (Yasemi *et al.*, 2016). Komposisi spesies parasitoid telur *Trissolcus* sangat bervariasi berdasarkan distribusi temporal dan geografis (Tarla dan Kornosor 2009). Tawon Eulophid *Aprostocetus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) adalah parasitoid telur *Nilaparvata lugens* yang selalu ditemukan areal padi sawah dan telah banyak dikembangkan sebagai agens hayati (Vongpa *et al.*, 2016).

Famili Ichneumonidae, Eulophidae, Pteromalidae, Braconidae, Eucoilidae, Diapriidae, Chalcididae, Scoliidae, Platygasteridae dan Bethyidae merupakan kelompok Hymenoptera parasitoid yang banyak berasosiasi dengan larva-pupa serangga herbivor. Parasitoid larva-pupa Ichneumonid yang penting dalam pengendalian



biologis serangga hama dan merupakan salah satu famili yang paling beragam dari ordo Hymenoptera. *Stictopisthus* sp. (Ichneumonidae) dikenal sebagai hiperparasitoid dari *Brachimeria* yang memarasit pupa/cocoon. Disamping itu famili Hymenoptera yang ditemukan mengalami superparasitisme di antaranya adalah famili Braconidae (Montoya *et al.*, 2012), Ichneumonidae (Zhang *et al.*, 2010), Eulophidae (Cheong *et al.*, 2010), Pteromalidae (Kraft dan Van Nouhuys, 2013), dan Trichogrammatidae (Shoeb dan El-Heneidy 2010). Shoubu *at al.* (2005) melaporkan bahwa penggunaan parasitoid *Bathyplectes anurus* (Ichneumonidae) dalam program pengendalian biologis terhadap hama kumbang *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) selama tahun 1998-

2003. Sejak 1980, kumbang ini menyerang tanaman astragalus (*Chinese milk vetch*) atau sejenis kacang polong untuk bahan produksi susu vetch di Jepang. Pada tahun 1998 dan 1999, persentase parasitisme sebagian besar kurang dari 5% namun pada tahun 2003 dengan cepat tingkat parasitasi terhadap larva *H. postica* menjadi sekitar 40% dan penurunan tingkat kerusakan dari tahun 2001- 2004.

Eulophidae (Chalcidoidea) adalah salah satu kelompok famili terbesar dengan 3.977 spesies yang telah teridentifikasi, sebagian besar spesies Eulophidae adalah serangga yang berguna, seperti tawon parasitoid yang memberikan kontrol biologis, namun beberapa spesies adalah pemangsa. Parasitoid *Chrysocharis* sp. (Eulophidae)

Tabel 4. Kekayaan spesies hymenoptera parasitoid berdasarkan metode/teknik koleksi serangga di areal sagu Maluku.

Table 4. The richness of hymenopterous parasitoid based on methods/techniques of insect collection in the area of sago Maluku

Famili <i>Family</i>	Jaring serangga <i>Insect net</i>	Perangkap lampu <i>Light trap</i>	Nampan kuning <i>Yellow pan trap</i>	Perangkap lubang <i>Pitfall trap</i>
Spesies <i>Species</i>				
Bethylidae	<i>Goniozus</i> sp., <i>Sclerodermus</i> sp.		<i>Goniozus</i> sp. <i>Sclerodermus</i> sp.	
Braconidae	<i>Doryctobracon</i> sp. <i>Microgaster</i> sp. <i>Phanerotoma</i> sp. <i>Spinaria</i> sp.	<i>Cardiochiles</i> sp. <i>Phanerotoma</i> sp.		<i>Microgaster</i> sp.
Ceraphronidae	<i>Aphanogmus</i> sp.			
Chalcididae	<i>Brachymeria femoralis</i> <i>Chalcis</i> sp.	<i>Brachymeria femoralis</i>		
Diapriidae	<i>Polypeza</i> sp.		<i>Polypeza</i> sp. <i>Trichopria</i> sp.	<i>Polypeza</i> sp.
Encyrtidae	<i>Acerophagus</i> sp.			
Eulophidae	<i>Chrysocharis</i> sp. <i>Diglyphus</i> sp. <i>Eulophus</i> sp. <i>Tamarixia radiata</i>		<i>Chrysocharis</i> sp.	<i>Chrysocharis</i> sp. <i>Diglyphus</i> sp. <i>Tamarixia radiata</i>
Eurytomidae				<i>Sycophila</i> sp.
Ichneumonidae	<i>Chlorocryptus</i> sp. <i>Stictopisthus</i> sp.	<i>Chlorocryptus</i> sp. <i>Enicospilus</i> sp. <i>Ichneumon</i> sp.	<i>Stictopisthus</i> sp.	<i>Stictopisthus</i> sp.
Mymaridae	<i>Anagrus</i> sp.		<i>Anagrus</i> sp.	
Platygasteridae			<i>Platygaster</i> sp.	
Pteromalidae	<i>Habrocytus</i> sp. <i>Panstenon</i> sp. <i>Pteromalus</i> sp.		<i>Habrocytus</i> sp.	<i>Panstenon</i> sp.
Scelionidae	<i>Calliscelio</i> sp. <i>Macroteleia</i> sp. <i>Scelio</i> sp. <i>Telenomus</i> sp.	<i>Calliscelio</i> sp. <i>Telenomus</i> sp.	<i>Calliscelio</i> sp. <i>Telenomus</i> sp.	<i>Calliscelio</i> sp.
Scoliidae		<i>Scolia soror</i>		

pada areal sagu berhubungan erat dengan ketersediaan inang atau larva serangga herbivor kelompok Agromyzidae (Diptera). Larva lalat Agromyzidae banyak ditemukan menyerang daun tanaman sayuran dan tanaman gulma lainnya. Kesuksesan parasitoid dari famili Eulophidae antara lain, dari genus *Elasmus* sebagai ekto-parasitoid larva atau pupa dari Lepidoptera serta beberapa spesies sebagai ekto-parasitoid (hyper-parasitoids) larva dari Hymenoptera, Braconidae, Ichneumonidae dan Bethyridae (Kim *et al.*, 2016). Vongpa *et al.*, 2016 melaporkan bahwa *E. japonicus* Ashmead (Eulophidae) dan *E. polistis* Burks (Eulophidae) dapat di rearing dengan tingkat keberhasilan tinggi pada serangga *Polistes* (Hymenoptera: Vespidae) untuk pengembangan agens hayati. Cheong *et al.* (2010) melaporkan bahwa famili Eulophidae diketahui menyerang ulat kantung pada tanaman kelapa sawit dengan tingkat parasitisasi 67.4%.

Famili Braconidae banyak ditemukan berperan sebagai parasitoid dari hama tanaman kelapa sawit, serta dominan ditemukan baik dari segi jumlah spesies maupun kelimpahannya. Zhu *et al.* (2017) menyatakan terdapat sekitar 50 spesies Hymenoptera parasitoid pada serangga *Drosophila*, yang termasuk dalam famili Braconidae dan Eucolidae (parasitoid larva) serta Diapriidae dan Pteromalidae (parasitoid pupa). Parasitoid soliter *Theocolax elegans* (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae) menyerang larva kumbang jagung *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) (Sitthichaiyakul dan Amornsak 2017). *Cephalonomia tarsalis* Ashmead (Hymenoptera: Bethyridae) ekto-parasitoid larva kumbang *Oryzaephilus* sp. (Coleoptera: Silvanidae) (Eliopoulos dan Kontodimas, 2016) serta potensi tawon Scoliidae atau tawon kecil yang berperan sebagai parasitoid dan penyerbuk (Zhang *et al.*, 2015). Parasitoid *Platygaster oryzae* Cameron (Hymenoptera: Platygasteridae) melimpah apabila letak pertanaman kelapa sawit yang berdekatan dengan pertanaman pertanian. *P. oryzae* dikenal sebagai salah satu parasitoid penting yang terdapat pada area pertanian dan menjadi parasitoid potensial untuk mengendalikan hama pertanian (Ogah *et al.*, 2009). *Scolia erratica* Smith (Scoliidae) ditemukan di Malaysia sebagai parasitoid *R. ferrugineus* yang bersifat ekto-parasit larva Scarabaeidae dan Curculionidae (Mazza *et al.*, 2014).

Ketersediaan dan dominansi jenis-jenis Hymenoptera parasitoid pada areal sagu ini, serta tergolong dalam kelompok parasitoid potensial dipengaruhi oleh keberadaan inang utama dan inang alternatifnya. Rumpun sagu terdiri dari fase

pertumbuhan semai, anakan, sapihan, batang/pohon, dan pohon masak tebang, secara tidak langsung keberadaan parasitoid dipengaruhi oleh umur/fase pertumbuhan sagu tersebut. Faktor lain juga terkait tumbuhan bawah (*vegetasi understory*) atau vegetasi di bawah tegakan dan sekitar rumpun sagu. Jenis tumbuhan yang lebih beragam akan menyediakan lebih beragam serangga serta musuh alami. Semakin banyak vegetasi bawah yang terdapat di dalam suatu habitat, maka semakin banyak pula sumber nutrisi dan inang alternatif yang dapat digunakan oleh musuh alami untuk dapat melangsungkan kehidupannya (Putra *et al.*, 2012). Batang dan tual sagu yang tidak dimanfaatkan, menarik serangga herbivor, predator, dan detritivor yang memungkinkan tersediannya telur, larva, pupa, dan imago sebagai inang parasitoid. Kualitas nutrisi herbivor dipengaruhi kualitas nutrisi tanaman, sedangkan tingkat parasitasi dipengaruhi oleh kualitas inangnya. Tschardtke *et al.* (2016) menyatakan bahwa habitat alami gagal untuk mendukung pengendalian hama secara biologis, yakni: 1) populasi hama tidak memiliki musuh alami yang efektif di wilayah tersebut, 2) habitat alami adalah sumber hama yang lebih besar daripada musuh alami, 3) tanaman menghasilkan lebih banyak sumber daya untuk musuh alami daripada habitat alami, 4) habitat alami tidak mencukupi untuk menyediakan populasi musuh alami yang cukup besar yang dibutuhkan untuk pengendalian hama, dan 5) praktik pertanian yang menghambat pembentukan musuh alami dan pengendalian biokonversi yang disediakan oleh habitat alami. Biokontrol dalam habitat alami dapat bervariasi tergantung jenis tanaman, hama, predator, pengelolaan lahan, dan struktur lansekap. Variasi ini perlu dipertimbangkan saat merancang langkah-langkah untuk meningkatkan layanan biokontrol melalui pemulihan atau pemeliharaan habitat alami. Tingkat parasitasi berbagai Hymenoptera parasitoid potensial yang terdapat pada areal sagu penting untuk dikaji lebih lanjut mengenai teknik perbanyakan, pelepasan dan konservasi musuh alami.

## KESIMPULAN

Kelimpahan Hymenoptera parasitoid pada enam lokasi hutan sagu diperoleh sebanyak 14 famili dan 30 morfospesies. Kekayaan morfospesies disetiap lokasi berkisar antara 5-21 morfospesies, dimana proporsi koleksi serangga melalui penggunaan jaring serangga lebih tinggi. Indeks keanekaragaman sedang-tinggi (2.18 – 3.55)

per lokasi, kelimpahan individu di Ariate dan kekayaan morfospesies di Tulehu masing-masing lebih tinggi dari lokasi lainnya. Rata-rata kelimpahan relatif famili Scelionidae, Scoliidae, dan Ichneumonidae lebih tinggi yaitu masing-masing 26.46%, 15.95%, dan 10.89%. Terdapat 12 spesies unik masing-masing Ariate (dua spesies), Eti (dua spesies), dan Tulehu (delapan spesies). Scelionidae, Scoliidae, Ichneumonidae dan Eulophidae merupakan kelompok parasitoid telur-larva potensial yang terindikasi berasosiasi dengan serangga herbivor pada tanaman sagu dari ordo Coleoptera dan Orthoptera.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada Sekolah Pascasarjana Program Studi Entomologi Departemen Proteksi Tanaman Institut Pertanian Bogor (IPB Bogor) yang telah membantu pelaksanaan study dan penelitian, serta Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Badan Litbang Pertanian) Kementerian Pertanian yang telah membiayai study dan penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdorreza, M.N., M. Robal, L.H. Cheng, A.Y. Tajul, A.A. Karim. 2012. Physicochemical, thermal, and rheological properties of acid-hydrolyzed sago (*Metroxylon sagu*) starch M.N. *Food Science and Technology* 46:135-141.
- Bintoro, M.H., M.Y.J. Purwanto, S. Amarillis. 2010. Sagu di Lahan Gambut. IPB Press, Bogor. 169 hal.
- Botanri, S. 2010. Distribusi Spasial, Autekologi dan Biodiversitas Tumbuhan Sagu (*Metroxylon* spp.) di Pulau Seram, Maluku. [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- [BPS Maluku] Badan Pusat Statistik Maluku. 2013. Maluku Dalam Angka. BPS Provinsi Maluku.
- Cheong, Y.L., A.S. Sajab, N.M. Hafidzi, D. Omar, F. Abod. 2010. Outbreaks of bagworm and their natural enemies on an oil palm, *Elaeis guineensis*, plantation at Hutan Melintang, Perak, Malaysia. *J Entomol* 7(3):141-151.
- [CSIRO] Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 1991. *The Insect of Australia: A Textbook for Students and Research Workers*. Second Edition. Melbourne University Press. Victoria.
- Dicke, M., J.J.A. van Loon, R. Soler. 2009. Chemical complexity of volatiles from plants induced by multiple attack. *Nature Chemical Biology*. 5:317-324.
- Eliopoulos, P.A., D.C. Kontodimas. 2016. Thermal development of *Cephalonomia tarsalis* (Hymenoptera: Bethyridae) parasitoid of the saw-toothed stored product beetles of the genus *Oryzaephilus* sp. (Coleoptera: Sylvanidae). *Journal of Thermal Biology* 56: 84-90.
- Farrell, S.L. 2013. The effect of floral nectar feeding on the parasitoid *Anagrus* spp. (Hymenoptera: Mymaridae). *Spring*. 1-18.
- Gullan, P.J., P.S. Cranston. 2010. Ground-Dwelling Insects: Di dalam Gullan PJ, Cranston PS, Editor. *The Insects: An Outline of Entomology*. fourth edition Wiley-Blackwell, Oxford, pp. 242-256.
- Guz, N., E. Kocak, N. Kilincer. 2013. Molecular phylogeny of *Trissolcus* species (Hymenoptera: Scelionidae). *Biochemical Systematics and Ecology* 48: 85-91.
- Kim, I.K., O. Kwon, M.B. Choi. 2016. Two species of *Elasmus japonicas* Ashmead and *Elasmus polistis* Burks (Hymenoptera: Eulophidae) reared from nests of *Polistes* (Hymenoptera: Vespidae) in Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* 9: 472-476.
- Kishinevsky, M., T. Keasar, A.R. Harari, E. Chiel. 2017. A comparison of naturally growing vegetation vs. border-planted companion plants for sustaining parasitoids in pomegranate orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 246 (2017) 117-123.
- Kraft, T.S., S. Van Nouhuys. 2013. The effect of multi-species host density on superparasitism and sex ratio in a gregarious parasitoid. *Ecol Entomol*. 38:138-146.
- Lee, J.C., G.E. Heimpel. 2007. Effect of floral nectar, water and feeding frequency on *Cotesia glomerata* longevity. *Biocontrol*. 53:289-294.
- Maeto, K., W.A. Noerdjito, S.A. Belokobylskij, K. Fukuyama. 2009. Recovery of species diversity and composition of braconid parasitic wasps after reforestation of degraded grasslands in lowland East Kalimantan. *J Insect Conserv*. 13(2):245-257.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurements. London: Croom Helm Limited. London.
- Margalef, D.R. 1958. *Information theory in ecology*. Gen Syst 3:36-71.

- Masner, L. 1993. Superfamily Platygastroidea. Di dalam: Goulet H, Huber JT, editor. *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families*. Ottawa (CA): Canada Communications Group. hlm 558-565.
- Mawela, K.V., R. Kfir, K. Krüge. 2013. Effect of temperature and host species on parasitism, development time and sex ratio of the egg parasitoid *Trichogrammatoidea lutea* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biological Control*. 64: 211–216.
- Mazza, G., V. Francardi, S. Simoni, C. Benvenuti, J.R. Faleiro, E. Llácer, S. Longo, R. Nannelli, R. Cervo, E. Tarasco, P.F. Roversi. 2014. An overview on the natural enemies of *Rhynchophorus* palm weevils, with focus on *R. ferrugineus*. *Bio Con*. 77:83–92.
- Mody, K., J. Collatz, A. Bucharova, S. Dorn. 2017. Crop cultivar affects performance of herbivore enemies and may trigger enhanced pest control by coaction of different parasitoid species. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 245: 74–82.
- Montoya, P., G. Perez-Lachaud, P. Liedo. 2012. Superparasitism in the fruit fly parasitoid *Diacashmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) and the implications for mass rearing and augmentative release. *Insects*. 3:900911.
- Novariantio, H. 2013. Potensi sagu Kepulauan Riau. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 35(1):1-3.
- Ogah, E.O., F.E. Nwilene, M.N. Ukwungwu, A.A. Omoloye, T.A. Agunbiade. 2009. Population dynamics of the African rice gall midge *O. oryzivora* Harris and Gadge (Diptera: Cecidomyiidae) and its parasitoids in the forest and southern Guinea savanna zones of Nigeria. *Int J Trop Inst Sci*. 29(2):86-92.
- Proches, S., R.M. Cowling. 2007. Do insect distributions fit our biomes? *South African J Sci*. 103:258-261.
- Putra, E.T.S., A.F. Simatupang, Supriyanta, S. Waluyo, D. Indradewa. 2012. The growth of one-year old oil palm intercropped with soybean and groundnut. *J Agric Sci*. 4(5):169-180.
- Ruiz-Guerra, B., J.C. López-Acosta, A. Zaldivar-Riverón, N. Velázquez-Rosas. 2015. Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) abundance and richness in four types of land use and preserved rain forest in southern Mexico. *Rev Mexi Biodivers*. 86(1):164-171.
- Schowalter, T.D. 2012. Insect Responses to Major Landscape-level Disturbance. *Annu. Rev. Entomol*. 57, 1–20.
- Sharkey, M.J. 2007. Phylogeny and classification of Hymenoptera. *Zootaxa*. 1668:521-584.
- Shoeb, M.A., A. El-Heneidy. 2010. Incidence of superparasitism in relation to some biological aspects of the egg parasitoid, *Trichogramma evanescens* West. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Egyptian J of Biol Pest Control*. 20(1):61-66.
- Shoubu, M., M. Okumura, A. Shiraishi, H. Kimura, M. Takagi, T. Ueno. 2005. Establishment of *Bathyplectes anurus* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a larval parasitoid of the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) in Japan. *Biological Control* 34:144–151.
- Sitthichaiyakul, S., W. Amornsak. 2017. Host-substrate preference of *Theocolax elegans* (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae), a larval parasitoid of the maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae). *Agriculture and Natural Resources* 51: 36-39.
- Tarla, S., S. Kornosor. 2009. Reproduction and survival of overwintered and F1 generation of two egg parasitoids of sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae). *Turk. J. Agric*. 33, 257–265.
- Tavares, W.S., I. Cruz, F. Petacci, S. Lourenc, A. Júnior, S.S. Freitas, J.C. Zanuncio, J.E. Serrão. 2009. Potential use of Asteraceae extracts to control *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and selectivity to their parasitoids *Trichogramma Pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). *Industrial Crops and Products* 30 : 384–388.
- Tognon, R., J.R. Aldrich, M.L. Buffington, E.J. Talamas, J.S. Ana, F.G. Zalom. 2017. Halyomorpha halys (Heteroptera: Pentatomidae) egg surface chemicals inhibit North American *Telenomus* and *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitism. *Biological Control* 114: 39–44.
- Tscharntke, T., S. Karp, C. Kramer, P. Batáry, FabriceDeClerck, C. Gratton, L. Hunt, A. Ives, M. Jonsson, A. Larsen, E.A. Martin. 2016. When natural habitat fails to enhance biological pest control - Five hypotheses.

- Biological Conservation. Volume 204, Part B, Pages 449-458.
- Trisawa, I.M., A. Rauf, U. Kartosuwondo. 2007. Biologi Parasitoid *Anastatus dasyni* Ferr (Hymenoptera: Eupelmidae) pada Telur *Dasynus piperis* China (Hemiptera: Coreidae). *HAYATI Journal of Biosciences*, Vol. 14, No. 3. p 81-86.
- Usmani, M.K. 2012. Biological Investigations on Some species of *Anagrus* (Hymenoptera, Mymaridae), Egg Parasitoids of Leafhoppers (Hemiptera). *APCBEE Procedia* 4: 1 – 5
- Vet, L.M., F.L.Wtckers, M. Dicke. 1991. How to hunt for hiding hosts: the reliability-detectability problem in foraging parasitoids. *Netherlands Journal of Zoology*. 41: 202-213.
- Vongpa, V., W. Amornsak, G. Gordh. 2016. Development, reproduction and longevity of *Aprostocetus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), an egg parasitoid of the Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Hemiptera: Delphacidae). *Agriculture and Natural Resources* 50: 291-294.
- Yaherwandi, S. Manuwoto, D. Buchori, P. Hidayat, L. Budiprasetyo. 2007. Kenaekaragaman komonitas Hymenoptera parasitoid pada ekosistem padi. *J HPT Tropika* 7(1): 10 – 20.
- Yasemi, M., A. Sarafrazi, M. Shojaii. 2016. Geographical distribution of *Trissolcus grandis* (Scelionidae), egg parasitoid of sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae) in Iran. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 19:127-132.
- Zhang. J.H., L.Q. Gu, C.Z. Wang. 2010. Superparasitism behavior and host discrimination of *Campoletis chlorideae* (Ichneumonidae: Hymenoptera) toward *Mythimna separata* (Noctuidae: Lepidoptera). *Environ Entomol.* 39(4): 1249-1254.
- Zhang, Q., H. Zhang, A.P. Rasnitsyn, E.A. Jarzembowski. 2015. A new genus of Scoliidae (Insecta: Hymenoptera) from the Lower Cretaceous of northeast China. *Cretaceous Research*, Vol 52, Part B, Pages 579-584.
- Zhu, C.J., J. Li, H. Wang, M. Zhang, H.Y. Hu. 2017. Demographic potential of the pupal parasitoid *Trichopria drosophilae* (Hymenoptera: Diapriidae) reared on *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 20 (2017) 747-751.