

STRUKTUR KOMUNITAS HYMENOPTERA PARASITOID PADA EKOSISTEM SAYURAN DAN VEGETASI *NON-CROP* DI SUMATERA BARAT

Yaherwandi

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manih Padang, Telp. 0751-72775, 74369, HP 081374330195

ABSTRACT

Hymenoptera parasitoids have an important role in agroecosystem because of their ability in suppressing pest population. Their presences in the field are seen as the key to agricultural ecosystem. Their presence can be influenced by the availability of non-crop vegetation. Some adult Hymenoptera parasitoids require food in the form of pollen and nectar of wild flowers to ensure effective reproduction and longevity. The objective of this research is to study Hymenoptera parasitoid communities in vegetable field and non-crop vegetation at Alahan Panjang and Kayu tanduak agricultural landscapes. Insects were sampled by two trapping techniques (farmcop and sweep net) in one lines of transect for each landscape. Total of 62 species from 19 families of Hymenoptera parasitoid were collected in vegetable field and non-crop vegetation at Alahan Panjang and Kayu Tanduak landscape. Landscape structure affected the species richness, diversity and evenness of Hymenoptera parasitoid in vegetable field and non-crop vegetation.

Key Word: Hymenoptera, Parastoid, Vegetable, Non-crop vegetation

PENDAHULUAN

Struktur komunitas merupakan suatu konsep yang mempelajari susunan atau komposisi spesies dan kelimpahannya dalam suatu komunitas (Schowalter 1996). Secara umum ada tiga pendekatan yang dapat digunakan untuk menggambarkan struktur komunitas yaitu keanekaragaman spesies, interaksi spesies dan organisasi fungsional (Schowalter 1996). Masing-masing pendekatan memberikan informasi yang sangat berguna dan pemilihan pendekatan yang akan digunakan tergantung pada tujuan dan pertimbangan praktisnya. Pendekatan yang digunakan untuk mempelajari struktur komunitas Hymenoptera parasitoid pada penelitian ini adalah keanekaragaman spesies.

Keanekaragaman dan kelimpahan spesies parasitoid pada skala spasial yang lebih luas (lanskap) dipengaruhi oleh struktur fisik sistem produksi pertanian (Marino dan Landis 1996). Keanekaragaman dan parasitisme parasitoid dari ulat grayak *Pseudaletia unipuncta* lebih tinggi pada pertanaman jagung dengan struktur lanskap yang kompleks (polikultur) daripada pertanaman jagung dengan struktur lanskap yang sederhana (monokultur) (Marino dan Landis 1996). Selanjutnya dilaporkan keanekaragaman parasitoid ulat grayak *P. unipuncta* lebih tinggi di pinggir pertanaman jagung yang berdekatan dengan vegetasi *non-crop* daripada di tengah pertanaman jagung (Menalled *et al.* 1999).

Vegetasi *non-crop* merupakan komponen agroekosistem yang penting, karena secara positif dapat mempengaruhi biologi dan dinamika musuh alami (Altieri dan Nicholls 2004). Vegetasi *non-crop* pada lanskap persawahan di Sumatera Barat umumnya terdapat di pematang sawah, tepian saluran irigasi, dan lahan bera. Adanya vegetasi *non-crop* di sekitar pertanaman sayuran memberikan beberapa keuntungan dalam konservasi musuh alami. Pertama, bila kondisi lingkungan yang mengancam seperti penyemprotan pestisida, pemanenan dan pemberaan, maka vegetasi *non-crop* dapat sebagai tempat berlindung, pengungsian dan/atau mendapatkan inang alternatif serta makanan tambahan bagi mago. Kedua, bila saat panen atau pemberaan parasitoid dapat bertahan hidup pada vegetasi *non-crop* tersebut, maka musim tanam berikutnya musuh alami dapat lebih mudah merekolonisasi pertanaman (van Emden 1991). Ketiga, vegetasi *non-crop* yang tumbuh di pematang sawah dan pinggiran saluran irigasi disamping sebagai tempat pengungsian juga sebagai koridor perpindahan bagi musuh alami antara suatu habitat dengan habitat lainnya (Herlinda 1999).

Di Indonesia masih banyak petani yang menganggap bahwa vegetasi *non-crop* yang tumbuh di sekitar pertanaman sayuran sebagai sumber hama dan penyakit tanaman. Petani membersihkan pematang sawah dan pinggiran saluran irigasi dari vegetasi *non-crop* pada awal musim tanam. Hal ini terjadi karena kurangnya pemahaman mereka terhadap peranan vegetasi *non-crop* sebagai tempat berlindung, pengungsian dan reservoir parasitoid. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang struktur komunitas Hymenoptera parasitoid pada ekosistem sayuran dan vegetasi *non-crop* yang tumbuh di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk

mempelajari keanekaragaman Hymenoptera parasitoid pada ekosistem sayuran dan vegetasi *non-crop* serta menganalisis kemiripan komunitas Hymenoptera parasitoid pada pertanaman sayuran dan vegetasi *non-crop* di sekitarnya

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan pada dua lokasi, yaitu Alahan Panjang, ketinggian sekitar 1300 m di atas permukaan laut (dpl) dengan pola tanam sayuran monokultur (dominant bawang merah), sedikit sayuran lain dan habitat *non-crop* Kayu Tanduak dengan ketinggian sekitar 850 m dpl dengan pola tanam sayuran polikultur, padi, palawija dan habitat *non-crop*. Penelitian dilakukan antara bulan Maret sampai Oktober 2006.

Pelaksanaan Penelitian

Pada masing-masing lokasi dibuat satu jalur transek dengan panjang lebih kurang 1000 m atau sepanjang pertanaman yang ada. Sepanjang jalur transek ditentukan titik pengambilan sampel yang berjarak 100 m, jadi pada masing-masing transek terdapat 10 titik sampel. Pengambilan sampel pada ekosistem sayuran dan vegetasi *non-crop* dilakukan secara bersamaan. Pengambilan sampel di lapangan dilakukan satu kali untuk setiap lokasi.

Pengambilan sampel serangga pada setiap titik sampel pada jalur transek dilakukan dengan menggunakan jaring ayun (*sweep net*) dan *farmcop*. Jaring ayun berbentuk kerucut, mulut jaring terbuat dari kawat melingkar berdiameter 30 cm dan jaring terbuat dari kain kasa. Pengambilan sampel serangga setiap titik sampel dilakukan dengan mengayunkan jaring ke kiri dan ke kanan secara bolak balik sebanyak 20 kali sambil berjalan. Semua serangga yang tertangkap dimasukkan ke dalam tabung flim yang telah berisi alcohol 70%. Serangga ini dibawa ke laborstorium untuk diidentifikasi.

Farmcop terbuat dari mesin penghisap debu (*vacum cleaner*) yang dilengkapi dengan aki, kabel, selang dan wadah penampung serangga (Heong *et al* 1991). *Farmcop* digunakan untuk menghisap serangga pada tajuk tanaman. Pengambilan

sampel serangga dengan *farmcop* dilakukan dengan cara mengarahkan ujung selang pengisap ke petakan tanaman sampel yang berukuran 100 x 100 cm selama lima menit. Semua serangga yang terhisap akan masuk ke dalam wadah penampung serangga yang telah berisi alkohol 70%. Selanjutnya semua serangga yang diperoleh dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi.

Identifikasi serangga dilakukan di Laboratorium Ekologi Serangga Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Semua serangga yang diperoleh dipisahkan berdasarkan ordonya. Khusus bagi ordo Hymenoptera parasitoid, identifikasi dilanjutkan sampai tingkat famili dan morfospesies (hanya diberi kode). Saya memilih bekerja sampai tingkat famili karena taksonomi Hymenoptera parasitoid sampai tingkat Genus dan spesies di Indonesia belum banyak diketahui dan referensi untuk tingkat tersebut tidak tersedia. Identifikasi serangga untuk tingkat famili dilakukan dengan mengacu buku Goulet dan Huber (1993) dan Noyes (2003).

Analisis Data

Keanekaragaman dan kelimpahan morfospesies Hymenoptera parasitoid dianalisis dengan menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener, kemerataan morfospesies dianalisis dengan indeks kemerataan Simpson (Magurran, 1988; Spellerberg 1995 dan Krebs 1999). Untuk menghitung kekayaan morfospesies, indeks Shannon-Wiener dan indeks kemerataan Simpson digunakan program *Ecological methodology* (Krebs 2000).

Untuk memperoleh nilai estimasi kekayaan spesies Hymenoptera parasitoid berdasarkan Jackknife-1 estimator digunakan program *EstimateS* 6.0b1 (Colwell dan Coddington 1994 dan Cowell 2000). Hasil estimasi kekayaan spesies tersebut digunakan untuk membuat kurva akumulasi morfospesies.

Analisis kemiripan komunitas Hymenoptera parasitoid antara pertanaman sayuran dan vetasi *non-crop* pada kedua lokasi digunakan indeks kemiripan Sorensen. Indeks kemiripan Sorensen dihitung menggunakan program *biodiv97* yang diintegrasikan dalam *Microsoft Excel*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Penggunaan Lahan

Jenis penggunaan lahan di lansekap persawahan Kayu tanduk adalah sayuran polikultur, padi, dan jagung. Jenis sayuran yang banyak ditanam di lanskap persawahan antara lain bawang daun, caysin, wortel, seladri, kacang buncis, tomat dan cabe. Pertanaman sayuran ini umumnya diperlakukan dengan pestisida satu kali seminggu untuk pengendalian hama dan penyakit. Pestisida yang banyak digunakan petani sayur adalah Decis (Deltametrin 25 grm/l), Matador (Lamdasihalotrin 25 grm/l) dan Tamaron (Profenofos 500 grm/l). Varietas padi yang ditanam di lanskap persawahan Kayu Tanduak adalah varietas lokal yang berumur panjang ($\pm$ 5 bulan). Disamping tanaman pertanian juga terdapat vegetasi *non-crop* yang biasanya tumbuh di pematang sawah, saluran irigasi dan lahan bera.

Lanskap persawahan di Alahan Panjang jenis penggunaan lahannya adalah sayuran monokultur yang didominasi oleh tanaman bawang merah, sedikit sekali sayuran lain seperti kol, cabe, dan tomat. Seperti halnya lanskap persawahan Kayu Tanduak, vegetasi *non-crop* juga ditemukan di Alahan Panjang. Pertanaman sayuran di Alahan Panjang juga diperlakukan dengan pestisida sebanyak satu sampai dua kali seminggu. Pestisida yang digunakan petani sayur di Alahan Panjang sama dengan yang digunakan petani di Kayu Tanduak.

Struktur komunitas Hymenoptera Parasitoid pada Pertanaman sayuran dan vegetasi *Non-Crop*

Total jumlah Hymenoptera parasitoid yang telah dikumpulkan dalam penelitian ini adalah 19 famili dan 62 spesies. Jumlah Hymenoptera yang dikumpulkan pada lanskap Alahan Panjang yaitu 4 famili dan 7 spesies dan lanskap Kayu Tanduak 18 famili dan 61 spesies (Tabel 1). Hasil ini menunjukkan bahwa lanskap Kayu Tanduak yang terdiri dari ekosistem sayuran, padi, dan palawija (polikultur) mempunyai jumlah famili dan spesies Hymenoptera parasitoid yang lebih tinggi daripada lanskap Alahan Panjang yang terdiri dari ekosistem sayuran monokultur. Hasil yang mirip dilaporkan oleh Yaherwandi *et al.* (2006) bahwa struktur lanskap persawahan yang kompleks di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cianjur

memiliki jumlah individu, famili, dan spesies Hymenoptera parasitoid lebih tinggi daripada lanskap yang sederhana (manokultur). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa struktur lanskap pertanian sayuran mempengaruhi struktur komunitas Hymenoptera parasitoid yang menghuninya.

Tabel 1. Famili, jumlah spesies, dan kelimpahan relatif Hymenoptera parasitoid pada tanaman sayuran dan vegetasi *non-crop* di lanskap persawahan Alahan Panjang dan Kayu Tanduak.

Famili	Lanskap / Lokasi							
	Alahan Panjang				Kayu Tanduak			
	Sayuran		Vege. Non-crop		Sayuran		Vege. Non-crop	
	Jlh sp	Jlm. Individ.	Jlh sp	Kelim. relatif	Jlh. sp	Kelim. relatif	Jlh sp	Kelim. relatif
Aphelinidae	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	3.28
Bethylidae	0	0.00	0	0.00	2	1.67	2	3.28
Braconidae	2	82.56	2	91.33	5	5.00	8	24.59
Ceraphronidae	0	0.00	0	0.00	2	2.50	0	0.00
Chalcididae	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	1.64
Diapriidae	0	0.00	0	0.00	3	3.33	0	0.00
Encyrtidae	0	0.00	0	0.00	3	45.00	3	14.75
Eucoilidae	1	2.33	1	2.67	1	0.83	0	0.00
Eulophidae	0	0.00	0	0.00	5	13.33	5	19.67
Euphelmidae	0	0.00	1	8.67	0	0.00	0	0.00
Eurytomidae	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	1.64
Ichneumonidae	3	15.12	1	5.33	2	9.17	4	8.20
Mymaridae	0	0.00	0	0.00	3	4.17	2	4.92
Platygastridae	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	1.64
Pteromalidae	0	0.00	0	0.00	1	1.67	2	3.28
Scelionidae	0	0.00	0	0.00	7	6.67	4	8.20
Sierolomorphidae	0	0.00	0	0.00	1	3.33	0	0.00
Signiphoridae	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	1.64
Tetracampidae	0	0.00	0	0.00	1	3.33	1	3.28
Total	6	100.00	5	100.00	36	100.00	36	100.00

Dari 19 famili Hymenoptera parasitoid yang telah dikumpulkan, lima famili yaitu Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae, Ichneumonidae dan Scelionidae. adalah famili yang mempunyai spesies terbanyak yang ditemukan pada lanskap Alahan Panjang dan Kayu Tanduak (Tabel 1). Jika berdasarkan kelimpahan relatif maka Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae dan Ichneumonidae merupakan famili yang kelimpahan relatifnya tertinggi ($> 10\%$) pada kedua lanskap tersebut (Tabel 1). Hasil penelitian ini mirip dengan yang dilaporkan Heong *et al* (1991). Mahrub (1998), dan

Yaherwandi *et al* (2006) bahwa Braconidae, Eulophidae, Ichneumonidae, dan Scelionidae merupakan famili yang dominan pada berbagai ekosistem pertanian seperti ekosistem padi. Hal ini adalah karena sebagian besar spesies dari famili-famili tersebut merupakan parasitoid dari serangga hama tanaman pertanian dari ordo Homoptera, Diptera dan Lepidoptera.

Tabel 2. Famili, jumlah spesies, dan jumlah individu Hymenoptera Parasitoid yang dikoleksi dengan jaring ayun (*sweepnet*) dan mesin pengisap serangga (*farmcop*)

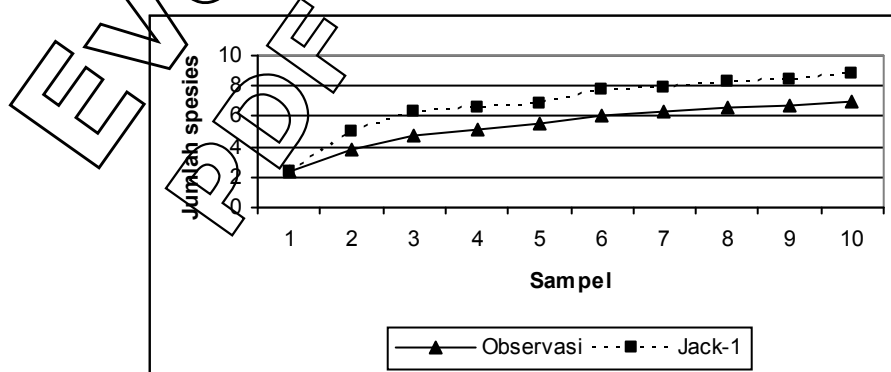
Famili	Metode Koleksi			
	Jaring		Farmcop	
	Jml.sp	Jml indiv	Jml.sp	Jml indiv
Aphelinidae	0	0	1	2
Bethylidae	3	3	1	
Braconidae	8	132	5	97
Ceraphronidae	0	0	2	3
Chalcididae	1	1	0	0
Diapriidae	0	0	3	4
Encyrtidae	3	60	2	3
Eucoilidae	1	4	1	3
Eulophidae	5	20	3	8
Eupelmidae	1	1	0	0
Eurytomidae	1	1	0	0
Ichneumonidae	5	30	3	7
Mymaridae	2	30	2	5
Platygastridae	0	0	1	1
Pteromalidae	2	4	0	0
Scelionidae	5	6	6	7
Sierolomorphidae	0	0	2	4
Signiphoridae	0	0	1	1
Tetracampidae	2	5	1	1
Total	39	270	34	147

Berdasarkan metode atau alat koleksi yang digunakan terdapat perbedaan jumlah individu, spesies, dan famili yang terkumpul untuk masing-masing metode pada kedua lanskap. Metode *farmcop* total jumlah Hymenoptera parasitoid yang tertangkap adalah 147 individu, 34 spesies, dan 15 famili (Tabel 2). Metode jaring ayun diperoleh 270 individu, 39 spesies, dan 13 famili Hymenoptera parasitoid (Tabel 2). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa metode jaring ayun adalah metode yang paling efektif untuk mengkoleksi Hymenoptera parasitoid. Sebelumnya, Yaherwandi *et al* (2006) melaporkan bahwa metode jaring ayun efektif untuk koleksi

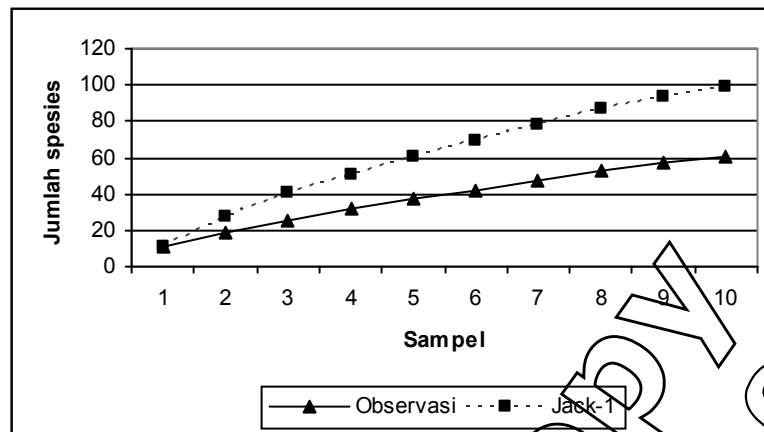
Hymenoptera parasitoid yang mendiami tajuk tanaman, sedangkan *Farmcop* yang dimodifikasi dari alat pengisap debu berukuran kecil dan mudah dibawa menjadi alat yang efektif untuk koleksi Hymenoptera parasitoid yang mendiami pangkal tanaman padi atau relung yang sulit dicapai oleh jaring ayun. Hal ini karena ujung selang pengisap *farmcop* dapat langsung diarahkan ke pangkal tanaman padi atau relung yang tersembunyi.

Estimasi Spesies Hymenoptera Parasitoid

Dari kurva akumulasi spesies terlihat bahwa jumlah keseluruhan spesies yang dikumpulkan dari keuda lanskap ada peningkatan (Gambar 1 dan 2). Menurut Krebs (1999) jumlah spesies tertinggi yang diestimasi oleh Jackknife estimator adalah dua kali jumlah spesies yang diperoleh. Selanjutnya dikatakan bahwa Jackknife estimator dipengaruhi oleh total jumlah spesies, ukuran sample dan jumlah spesies unik (rare spesies) (Krebs 1999). Dari hasil penelitian ini jumlah spesies yang dikumpulkan pada lanskap Alahan Panjang telah mencapai 80% (Gambar1) dan 62 % lanskap Kayu tanduak (Gambar 2) dari Hymenoptera parasitoid yang ada berdasarkan *Jackknife-1 estimator*. Banyak ahli ekologi yang tidak setuju dengan *Jackknife estimator* diantaranya adalah Heltshe dan Forrester (1983b dalam Krebs 1999) karena estimasi kekayaan spesies dalam komunitas oleh Jackknife estimator cenderung bias positif atau lebih tinggi (*overestimate*). Tetapi, Palmer (1990 dalam Krebs 1999) menemukan bahwa *Jackknife estimator* lebih akurat dari delapan estimator lain yang dia gunakan.



Gambar 1. Kurva akumulasi spesies Hymenoptera parasitoid pada lanskap Alahan Panjang berdasarkan data estimasi Jack-1



Gambar 2. Kurva akumulasi spesies Hymenoptera parasitoid pada lanskap Kayu tanduak berdasarkan data estimasi Jack-1

Kekayaan, Kemerataan, dan Keanekaragaman Spesies Hymenoptera Parasitoid

Keanekaragaman habitat dan struktur lanskap berpengaruh terhadap kekayaan, keanekaragaman dan kemerataan spesies Hymenoptera parasitoid. Keanekaragaman spesies Hymenoptera parasitoid baik pada sayuran maupun pada vegetasi *non-crop* lebih tinggi di lanskap Kayu tanduak daripada lanskap Alahan Panjang (Gambar 3). Nilai keanekaragaman spesies adalah resultante dari nilai kekayaan dan kemerataan spesies (Ludwig dan Reynolds 1988).

Lanskap Kayu Tanduak yang terdiri dari berbagai habitat (padi, sayur-sayuran dan vegetasi *non-crop*) membentuk struktur lanskap yang lebih kompleks daripada lanskap Alahan Panjang. Habitat-habitat tersebut menyediakan berbagai sumberdaya seperti inang alternatif, makanan serangga dewasa seperti serbuk sari dan nektar, habitat tanaman lain sebagai tempat berlindung, kontinuitas ketersediaan makanan dan iklim mikro yang sesuai bagi kelangsungan hidup dan keanekaragaman parasitoid. Semua sumberdaya tersebut hanya diperoleh pada sistem pertanian yang polikultur (Dryer dan Landis 1996; Dryer dan Landis 1997). Hasil yang mirip juga pernah dilaporkan Heong *et al.* (1991) di Philipina bahwa keanekaragaman parasitoid pada pertanaman padi polikultur di Kiangan lebih tinggi daripada pertanaman padi monokultur di Bayombong.

Error! Not a valid link.

B

Error! Not a valid link.

C

Gambar 3. Kekayaan (A), pemerataan (B), dan keanekaragaman spesies (C) hymenoptera parasitoid pada tanaman sayuran dan vegetasi non-crop di lanskap Alahan Panjang dan Kayu Tanduak

Kemerataan spesies dalam komunitas Hymenoptera parasitoid pada pertanaman sayuran di lanskap Kayu Tanduak dan Alahan Panjang relatif kecil dibanding pemerataan spesies pada vegetasi *non-crop*, yaitu kecil dari 0,3 (Gambar 3). Hasil ini menunjukkan bahwa kelimpahan spesies dalam komunitas Hymenoptera parasitoid pada tanaman sayuran di kedua lanskap tidak merata. Dengan kata lain ada satu atau dua spesies yang sangat dominan pada lanskap tersebut. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1, kelimpahan relatif famili Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae, dan Ichneumonidae jauh lebih tinggi dari famili lainnya. Dengan demikian dapat dikatakan indeks pemerataan spesies (E) sangat sensitif terhadap kelimpahan spesies di dalam sampel (Magurran 1988). Nilai pemerataan spesies akan cenderung menuju nol apabila komunitas tersebut didominasi oleh satu spesies (Heong *et al.* 1991).

Kesimpulan

Lanskap Kayu Tanduak lebih beragam daripada lanskap Alahan Panjang, jika dilihat dari jenis penggunaan lahannya. Jumlah total spesies yang telah dikoleksi untuk kedua lanskap adalah 62 spesies yang termasuk ke dalam 19 famili Hymenoptera parasitoid. Kekayaan spesies Hymenoptera parasitoid yang dikoleksi pada pertanaman sayuran dan vegetasi *non-crop* di kedua > 60% dari spesies yang ada berdasarkan Jackknife-1 estimator. Dengan demikian peluang untuk memperoleh jumlah spesies yang lebih banyak masih ada, dilihat dari kurva akumulasi spesies yang masih meningkat. Lanskap Kayu Tanduak memiliki kekayaan dan keanekaragaman spesies Hymenoptera parasitoid yang lebih tinggi daripada lanskap Alahan Panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Altieri MA, Nicholls CI. 2004. *Biodiversity and Pest management in Agroecosystem*. Second Edition. New York: Food Product Press.
- Arnett RH. 1985. *American Insect: A Handbook of the Insects of America North of Mexico*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Baggen LR, Gurr GM. 1997. The influence of food on *Copidosoma koehleri* (Hym: Encyrtidae), and the use of flowering plants as a habitat management tool to enhance biological control of potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lep: Gelechiidae). *Biological Control*, 11: 9-17.
- Colwell RK, Coddington JA. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of Royal Society London* 345: 101-118.
- Doutt RL, Nakata J. 1973. Rubus leafhopper and its egg parasitoid: an endemic biotic system useful in grape pest management. *Environ. Entomol.* 3: 381 – 386.
- Driesche RG, Bellows TS. 1996. *biological Control*. New York: Chapman & Hall.
- Dryer LE, Landis DA. 1996. Effect of habitat, temprature and sugar availability on longevity of *Eriborus terebrans* (Hym: Ichneumonidae). *Environ. Entomol.* 25: 1192 –1201.
- Dryer LE, Landis DA. 1997. influence of non-crop habitat on distribution of *Eriborus terebrans* (Hym: Ichneumonidae) in cornfields. *Environ. Entomol.* 26: 924 - 932.
- Gaston KJ. 1991. The manitude of global insect species richness. *Conservation Biology* 5: 283-296.
- Gauld ID, Gaston KJ. 1992. Plant allelochemicals, tritrophic interactions and the anomalous diversity of tropical parasitoid: the “nasty” host hypothesis. *Oikos* 65: 353-357.
- Goulet H, Huber JT. 1993. *Hymenoptera of The world: An Identification Guide to Families*. Ottawa: Research Branch Agruculture Canada Publication.
- Heong KL, Aquino GB, Barrion AT. 1991. Arthropod community structure of rice ecosystem in the Philippines. *Bulletin of Entomological Research* 81: 407-416.
- Idris AB, Grafius E. 1995. Wildflowers as nectar sources for *Diadegma insulare* (Hym: Ichneumonidae), a Parasitoid of Diamondback moth (Lep: Yponomeutidae). *Environ. Entomol.* 24: 1726 – 1735.
- Kartosuwondo U. 1994. populasi *Plutella xylostella* (L.) (Lep: Yponomeutidae) dan parasitoid *Diadegma semiclausum* Helen (Hym: Ichneumonidae) pada kubis dan dua jenis Brassicaceae liar. *Bul HPT* 7: 39 – 49.
- Krebs CJ. 1999. *Ecological Metodology*. Second Edition. New York: An imprint of Addison Wesley Longman, Inc.
- Krebs JC. 2000. Program for ecological methodology [software]. Second Edition. New York: An imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

- Kruess A, Tscharntke T. 1994. Habitat fragmentation, species loss and biological control. *Science* 264: 1581-1584
- Kruess A, Tscharntke T. 2000. Species richness and parasitism in a fragmented landscape: experiments and field studies with insects on *vicia sepium*. *Oecologia* 122: 129-137.
- Kruess A. 2003. Effects of landscape structure and habitat type on a plant-herbivore-parasitoid community. *Ecography* 26: 283-290.
- LaSalle J. 1993. Parasitic Hymenoptera, biological control and biodiversity. Di dalam: LaSalle J, Gauld ID, editor. *Hymenoptera and Biodiversity*. London: C.A.B. International.
- LaSalle J, Gauld ID. 1993. Hymenoptera: Their diversity, and their impact on the diversity of other organisms. Di dalam: LaSalle J, Gauld ID, editor. *Hymenoptera and Biodiversity*. Wallingfor, UK: CAB International. p 1-26.
- Landis DA. 1994. Arthropod sampling in agricultural landscapes : Ecological considerations. Di dalam: Pedigo LP, Butin GD. Editor. *Handbook of Sampling Methods for Pests in Agriculture*. London: CRC Press.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annul. Rev. Entomol.* 45: 175-201.
- MacDonald G. 2003. *Biogeography: Introduction to Space, Time and Life*. Los Angeles: John Wiley & Sons, Inc.
- Magurran AE. 1996. *Ecological Diversity and Its Measurement*. London: Chapman and Hall.
- Marino PC, Landis DA. 1996. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecological Application* 6(1): 276-284.
- Marino PC, Landis DA. 2000. Parasitoid community structure: implications for biological control in agricultural landscapes. Di dalam: Ekbon B, Irwin ME, Robert O, editor. *Interchanges of Insects between Agricultural and Surrounding Landscapes*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Menalled FD, Marino PC, Gage SH, Landis DA. 1999. Does agricultural landscape structure affect parasitism and parasitoid diversity?. *Ecological Application* 9(2): 634-641.
- Noyes JS. 1989. A study of methods of sampling Hymenoptera (Insecta) in tropical rainforest, with special reference to the parasitica. *Journal Of Nature History* 23: 285-298
- Noyes JS. 2003. Universal Chalcidoidea Database. <http://www.nhm.ac.uk/entomology> [download 15 Juni 2004].
- Powell W. 1986. Enhancing parasitoid activity in crop. Di dalam: Waage J, Greathead D, editor. *Insect Parasitoids*. Orlando: Academic Press. p. 319 – 340.

- Primack RS. 1998. *Biologi konservasi*. Primack RS, Supriatna J, Indrawan M, Kramadibrata P, penerjemah. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia. Terjemahan dari: *A Primer of Conservation Biology*.
- Rizali A, Buchori D, triwidodo H. 2002. Keanekaragaman serangga pada tepian hutan-lahan persawahan: indicator untuk kesehatan lingkungan. *Hayati* 9: 41-48.
- Spellerberg IF. 1995. *Monitoring Ecological Change*. Melbourne: Cambridge University Press.
- Schoenly K, Justo HD, Barrion AT, Harris MK, Bottrell DG. 1998. Analysis of invertebrate biodiversity in a Philippine farmer's irrigated rice field. *Environ. Entomol.* 21(5): 1125-1136.
- Schowalter TD. 1996. *Insect Ecology: An Ecosystem Approach*. San Diego: Academic Press.
- Suana IW, Duryadi D, Buchori D, Manuwoto S, Triwidodo H. 2004. Komunitas laba-laba pada lanskap persawahan di Cianjur. *Hayati* 11 (4): 145 – 152.
- [Statsoft] Statistical Software. 1997. *Statistica for Windows*, 5.0. Tulsa: Statsoft.
- Thies C, Tcharntke T. 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science* 285: 893-895.
- van Emden HF. 1991. Plant diversity and natural enemy efficiency in agroecosystems. Di dalam: Mackauer M, Ehler LE, Roland J, editor. *Critical Issues in Biological Control*. Great Britain: Atheneum Press. hlm 63-80.
- Whitfield JB. 1998. Phylogeny and evolution of host parasitoid interaction in Hymenoptera. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 129-151.
- Yaherwandi, Manuwoto S, Buchori D, Hifayat P, Budiprasetyo L. 2006. Keanekaragaman Hymenoptera pada berbagai struktur lanskap pertanian di Daerah Aliran Sungai Cianjur. *Jurnal Hayati (In Press)*.