

KEANEKARAGAMAN HYMENOPTERA PARASITOID PADA PERTANAMAN KACANG PANJANG DI LANSKAP BERBEDA

(THE DIVERSITY OF PARASITOID HYMENOPTERA ON LONG BEAN PLANTS IN DIFFERENT LANDSCAPES

Tazkiyatul Syahidah^{1*}

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Intan Yogyakarta, Yogyakarta, 55284

*Email : tazkiyasyahidahintanyk@gmail.com

ABSTRACT

The influence of landscape structures on interactions between pest plants and natural enemies is a complex problem and in time influences the success and failure of biological control. Hymenoptera parasitoid is an essential natural enemy because of its high diversity and effectiveness as a biological control agent. This study aims to study the relationship of landscape complexity to the diversity of Hymenoptera parasitoids in long bean plantations in Bogor Regency. The methods used for the collection of insects are hand-collecting, yellow trays, and malaise traps. Species accumulation curves, Shannon and Wiener diversity index, Sorensen similarity index and group analysis were used to analyze the data obtained. The results of this study indicate that 4 792 parasitoids Hymenoptera collected consisted of 28 families and 256 species. The relationship of landscape complexity influences species diversity, abundance, and evenness. Diversity and evenness of species are higher in complex landscapes than simple landscapes. The abundance of Hymenoptera parasitoid species in complex landscapes is lower than simple landscapes.

Keywords: landscape complexity, parasitoids, Hymenoptera

INTISARI

Pengaruh struktur lanskap terhadap interaksi antara tanaman hama dan musuh alami merupakan masalah yang kompleks dan pada waktunya dipengaruhi kesuksesan dan kegagalan pengendalian hayati. Hymenoptera parasitoid merupakan musuh alami yang sangat penting karena keanekaragamannya yang tinggi dan keefektifannya sebagai agens pengendali hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari hubungan kompleksitas lanskap terhadap keanekaragaman Hymenoptera parasitoid pada pertanaman kacang panjang di Kabupaten Bogor. Metode yang digunakan untuk koleksi serangga adalah *hand-collecting*, nampan kuning, dan perangkap malaise. Kurva akumulasi spesies, indeks keanekaragaman Shannon dan Wiener, indeks kemiripan Sorensen dan analisis kelompok digunakan untuk analisis data yang diperoleh. Hasil penelitian ini menunjukkan 4 792 individu Hymenoptera parasitoid yang telah dikumpulkan terdiri dari 28 famili dan 256 spesies. Hubungan kompleksitas lanskap memengaruhi keanekaragaman, kelimpahan, dan pemerataan spesies. Keanekaragaman dan pemerataan spesies lebih tinggi di lanskap dengan kompleksitas tinggi daripada lanskap dengan kompleksitas rendah. Kelimpahan spesies Hymenoptera parasitoid di lanskap dengan kompleksitas tinggi lebih rendah dibandingkan lanskap kompleksitas rendah.

Kata Kunci: kompleksitas lanskap, parasitoid, Hymenoptera

PENDAHULUAN

Pada lanskap pertanian modern struktur spasial, komposisi habitat, dan keanekaragaman habitat sangat bervariasi dari satu lanskap ke lanskap yang lain (Marino dan Landis 2000; Kruss 2003). Lanskap pertanian yang sangat sederhana hanya terdiri dari satu jenis pertanaman (monokultur) dan tumbuhan liar, sedangkan lanskap pertanian yang kompleks tidak hanya terdiri dari berbagai pertanaman (polikultur), tetapi juga terdapat banyak tumbuhan liar (Marino dan Landis 1996; Menalled 1999). Daerah kabupaten Bogor mempunyai struktur lanskap pertanian yang bervariasi. Lanskap Cikarawang, Gunungmenyan, dan Petir yang terletak di dataran sedang terdiri dari pertanaman kacang panjang, sayuran, kebun campur dan berbagai tumbuhan liar membentuk struktur lanskap yang kompleks. Lanskap Bantarjaya, Bojong, dan Cibeureum terletak di dataran rendah didominasi oleh pertanaman kacang panjang, sedikit sayuran dan palawija, kebun campur tumbuhan liar dan membentuk struktur lanskap yang sederhana.

Peningkatan keanekaragaman habitat dalam lanskap pertanian dapat meningkatkan keanekaragaman serangga hama dan serangga bermanfaat dan seringkali kerusakan tanaman oleh hama berkurang (van Enden 1991). Kruss dan Tschardtke (2000) menambahkan bahwa tipe dan kualitas habitat, susunan spasial dan keterhubungan (*connectivity*) antar habitat di dalam struktur lanskap dapat memengaruhi keanekaragaman hayati dan fungsi ekosistem. Hipotesis tersebut didukung oleh Marino dan Landis (2000) bahwa keanekaragaman struktur lanskap pertanian

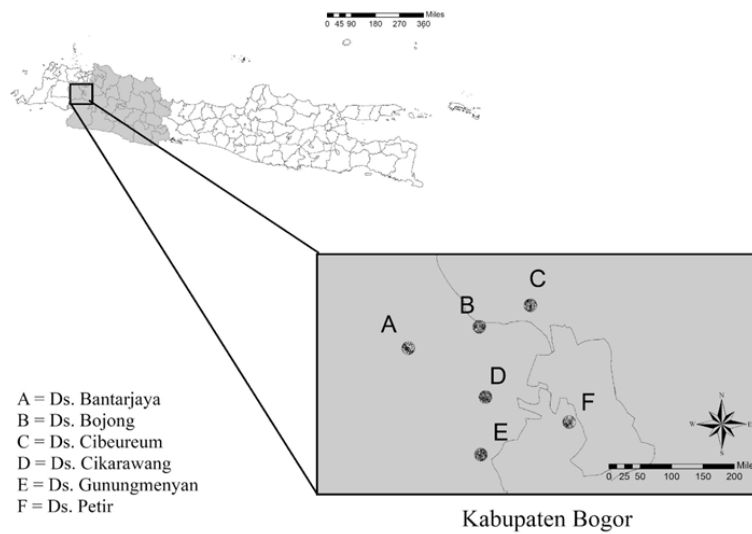
tidak hanya memengaruhi keanekaragaman musuh alami di dalam pertanaman, tetapi juga kelimpahan dan keefektifannya. Selanjutnya Kruss (2003) memperkuat hipotesis tersebut dengan mengemukakan hasil penelitiannya yaitu kelimpahan dan laju parasitisme parasitoid dari *Melanogromyza aeneoventris* (Diptera: Agromyzidae) meningkat dengan meningkatnya keanekaragaman habitat di dalam lanskap. Keanekaragaman Hymenoptera lebih rendah lanskap sederhana yang hanya terdiri dari pertanaman padi (padi monokultur) daripada lanskap kompleks yang terdiri dari habitat tumbuhan liar, sayuran, palawija, dan pertanaman padi (Yaherwandi 2007).

Penjelasan dari bagaimana struktur lanskap memengaruhi interaksi antara tanaman, hama, dan musuh alami merupakan masalah yang kompleks dan pada akhirnya memengaruhi keberhasilan dan kegagalan pengendalian hayati (Landis 1994). Hymenoptera parasitoid merupakan musuh alami yang sangat penting karena keanekaragamannya yang tinggi dan keefektifannya sebagai agens pengendali hayati (LaSalle 1993). Yaherwandi *et al.* (2007) melaporkan bahwa dari 38 famili Hymenoptera parasitoid yang ditemukan 28 famili berasal dari ekosistem padi. Penelitian mengenai Hymenoptera parasitoid masih terkonsentrasi pada siklus hidup dan biologi serangga hama tertentu (outekologi), sedangkan data tentang keanekaragaman, kelimpahan, dan komposisi spesies Hymenoptera parasitoid (sinekologi) dengan perubahan struktur lanskap masih sangat terbatas padahal studi tentang hubungan kompleksitas lanskap terhadap Hymenoptera parasitoid dapat memberikan informasi

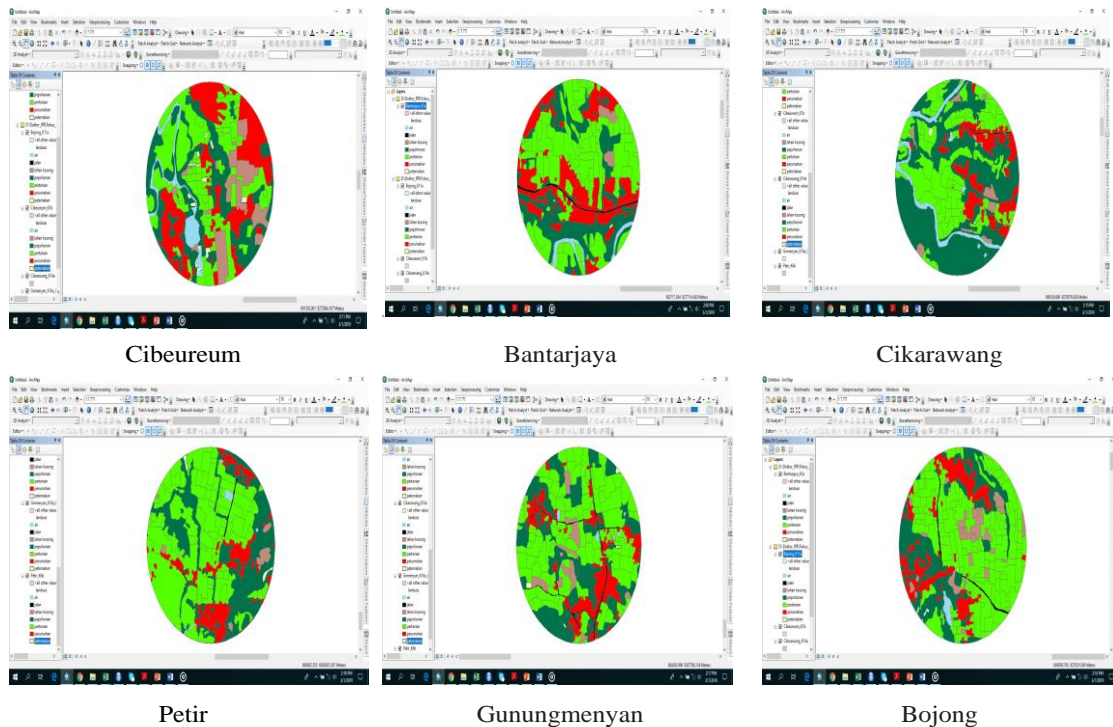
mengenai pengelolaan lanskap yang baik dan berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh struktur lanskap terhadap keanekaragaman Hymenoptera parasitoid pada berbagai tipe lanskap pertanian di Kabupaten Bogor.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di enam wilayah Kabupaten Bogor yaitu di desa Bantarjaya, Bojong, Cibereum, Cikarawang, Gunungmenyan, dan Petir (Gambar 1). Masing-masing desa mempunyai tipe lanskap atau jenis penggunaan lahan yang berbeda (Gambar 2). Penelitian dilakukan antara bulan Januari hingga Desember 2016.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Kawasan Bogor



Gambar 2. Peta penggunaan lahan dalam radius 500 di enam lanskap

Pelaksanaan Penelitian

Pada masing-masing lanskap dibuat jalur transek dengan panjang 50 m x 25 m, jarak antar transek 5 m. Sepanjang jalur transek ditentukan titik pengambilan sampel yang berjarak 1 m, sehingga masing-masing transek terdapat 50 titik sampel, jadi ada 200 titik sampel setiap lanskap. Pengambilan sampel berlangsung pada pertanaman kacang panjang yaitu umur 7, 14, 21, 28, 35, 42, dan 49 hari setelah tanam (hst). Hal ini berdasarkan pertimbangan keadaan pertanaman dan tingkat pertumbuhan tanaman kacang panjang di lapangan.

Pengambilan sampel serangga pada setiap titik sampel pada jalur transek dilakukan dengan menggunakan *hand-collecting*, nampun kuning, dan perangkap malaise. *Hand-collecting* merupakan metode pengambilan serangga langsung dengan tangan yang dikoleksi menggunakan cup plastik berukuran (alas 6.5 x 5 cm dan tinggi 4.5 cm), untuk setiap titik sampel (Heong *et*

al. 1991). Pengkoleksian serangga dengan mengumpulkan serangga inang pada stadia telur, larva, dan pupa. Serangga yang ditemukan dimasukkan ke dalam cup plastik dan diberi keterangan label berupa tanggal pengambilan, kode lokasi, dan kode transek. Serangga inang yang ditemukan di lapangan tersebut dipelihara di laboratorium untuk melihat terjadinya parasitisasi serta imago yang muncul. Imago yang muncul dimasukkan ke dalam tube berisi alkohol 70% untuk diidentifikasi.

Nampun kuning terbuat dari wadah plastik yang berukuran alas 15 x 25 cm dan tinggi 7 cm. nampun kuning diletakkan di tanah dan di tempat terbuka agar mudah terlihat oleh serangga. Nampun kuning digunakan untuk menangkap serangga yang tertarik warna kuning. Sebelum nampun kuning dipasang terlebih dahulu harus diisi larutan air sabun. Air sabun digunakan untuk mengurangi tegangan permukaan, sehingga serangga yang masuk akan tenggelam dan

akhirnya mati. Setiap lanskap dipasang tiga nampan secara diagonal dan dibiarkan selama 24 jam.

Perangkap malaise terbuat dari kain kasa halus berwarna putih berbentuk kerucut menyerupai tenda dan dilengkapi dengan botol penampung pada bagian atasnya. Perangkap malaise dipasang pada setiap lanskap pertanaman kacang panjang pada penanaman pertama dengan interval pengambilan contoh serangga dari botol penampung setiap 3 hari sekali selama 49 hari. Serangga terkoleksi dari botol penampung dipindahkan dalam botol berisi alkohol 70% kemudian dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi.

Identifikasi serangga dilakukan di Laboratorium Pengendalian Hayati Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Semu serangga yang diperoleh dipisahkan berdasarkan ordonya. Khusus bagi ordo Hymenoptera parasitoid, identifikasi dilanjutkan sampai tingkat famili dan morfospesies (hanya diberi kode). Selanjutnya morfospesies dalam tulisan ini disebut spesies saja. Identifikasi serangga untuk tingkat family dilakukan dengan mengacu buku Goulet dan Huber (1993).

Analisis Data

Keanekaragaman dan kelimpahan spesies Hymenoptera parasitoid, dianalisis dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, kemerataan spesies dianalisis dengan indeks kemerataan Simpson (Magurran, 1988; Spellerberg 1995 dan Krebs 1999). Untuk menghitung kelimpahan spesies, indeks keanekaragaman Shanon-Wiener dan

indeks kemerataan Simpson digunakan program *R Stat 3.4.0* (Krebs 2000). Untuk menentukan perbedaan masing-masing kelimpahan, keanekaragaman, dan kemerataan spesies Hymenoptera parasitoid digunakan analisis ragam (*One-way ANOVA*) dan uji jarak berganda Duncan (DNMRT) 95% menggunakan program *R Stat 3.4.0 for Windows 5.0* (StatSoft 1997).

Untuk membuat kurva akumulasi spesies, jumlah spesies yang diperoleh pada setiap titik sampel diacak sebanyak 50 kali dengan program *EstimateS 6.10* (Cowell 2000). Dari hasil pengacakan tersebut diperoleh nilai estimasi kelimpahan spesies Hymenoptera parasitoid berdasarkan *Jackknife-1 estimator* (Collwell dan Coddington 1994; Cowell 2000).

Analisis kemiripan populasi Hymenoptera parasitoid pada keenam lanskap dengan menggunakan indeks kemiripan Sorensen. Untuk memperoleh nilai indeks kemiripan Sorensen digunakan program *Past* yang diintegrasikan dalam *Microsoft Excel*. Selanjutnya dilakukan analisis pengelompokan populasi dengan *Cluster analysis* menggunakan program *Paleontological Statistic* (StatSoft 1997). secara detail.

HASIL DAN PEMBAHASAN

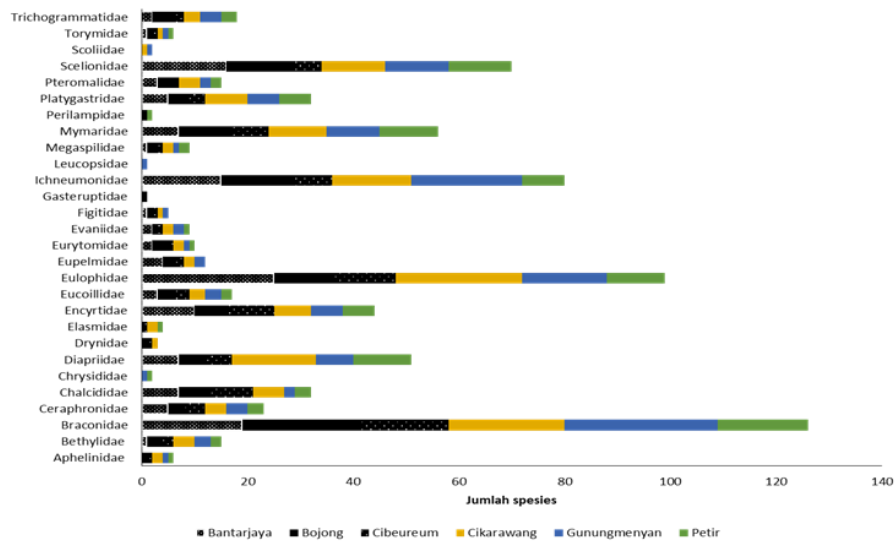
Kelimpahan Hymenoptera parasitoid

Hasil koleksi jumlah keseluruhan Hymenoptera parasitoid yang telah dikumpulkan pada pertanaman kacang panjang di kabupaten Bogor adalah 4 792 individu yang termasuk dalam 28 famili dan 256 spesies. Jumlah famili yang dikumpulkan ini jika dibandingkan dengan pertanaman kacang panjang di Philipina jumlahnya lebih

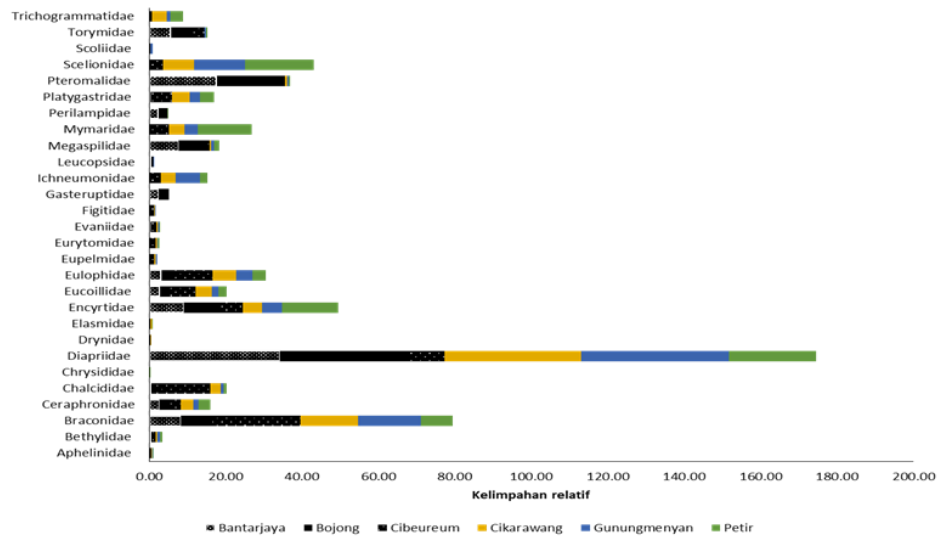
sedikit yaitu 31 famili (Heong *et al.* 1991), tetapi jumlah itu lebih banyak dari yang pernah dilaporkan pada pertanaman kacang panjang di Yogyakarta yaitu 8 famili (Mahrub 1998). Jumlah spesies yang telah dikumpulkan jauh lebih banyak dari yang dilaporkan oleh Atmowidi (2000) yaitu 181 spesies di hutan Taman Nasional Gunung Halimun.

Dari 28 famili Hymenoptera parasitoid yang telah dikumpulkan, tiga famili yaitu Eulophidae, Braconidae, dan Ichneumonidae adalah famili yang mempunyai spesies terbanyak (> 30 spesies) yang ditemukan pada keenam lanskap (Gambar 3). Jika berdasarkan kelimpahan relatif maka

Diapriidae dan Scelionidae merupakan famili yang kelimpahan relatifnya tertinggi (> 10%) pada keenam lanskap (Gambar 4). Hasil penelitian ini mirip dengan yang dilaporkan Heong *et al.* (1991) dan Mahrub (1998) bahwa Braconidae, Diapriidae, Eulophidae, Ichneumonidae, Mymaridae, Pteromalidae, Scelionidae dan Trichogrammatidae merupakan famili yang dominan pada pertanaman padi. Hal ini adalah karena sebagian besar spesies dari famili-famili tersebut merupakan parasitoid dari serangga hama padi dari ordo Hemiptera seperti wereng batang dan wereng daun dan ordo Lepidoptera seperti batang dan ulat pemakan daun (Heong *et al.* 1991; Mahrub 1998).



Gambar 3. Jumlah spesies famili Hymenoptera parasitoid di enam lanskap



Gambar 4. Kelimpahan relatif famili Hymenoptera parasitoid pada pertanaman kacang

Hasil analisis menunjukkan bahwa kelimpahan parasitoid cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya kompleksitas lanskap pada diameter 1 000 m ($F_{5,36} = 3.232$, $P = 0.0164^*$). Hal yang sama juga dilaporkan oleh beberapa studi terdahulu (Rusch *et al.* 2016; Zhao *et al.* 2014). Lebih lanjut, hasil penelitian mengungkapkan bahwa populasi parasitoid berkorelasi positif dengan tingkat parasitisasi primer. Lanskap sangat kompleks yang dicirikan dengan tingginya proporsi habitat semi alami merupakan habitat yang mampu menyediakan kebutuhan parasitoid baik pada stadia pra dewasa maupun dewasa sehingga habitat alami ini berperan sebagai sarana penghasil dan pemelihara keberadaan parasitoid di lanskap pertanian (Parolin *et al.* 2012). Peningkatan populasi parasitoid dan parasitisasi tersebut berkorelasi positif dengan jumlah *patch* (NumP) pertanian dan panjang tepi/pinggir (TE) pepohonan dan berkorelasi negatif dengan rata-rata luas *patch* (MPS) pertanian. Banyaknya jumlah *patch* pertanian pada lanskap pertanian berdiameter 1 000 m menunjukkan bahwa lahan pertanian tersebut mengalami

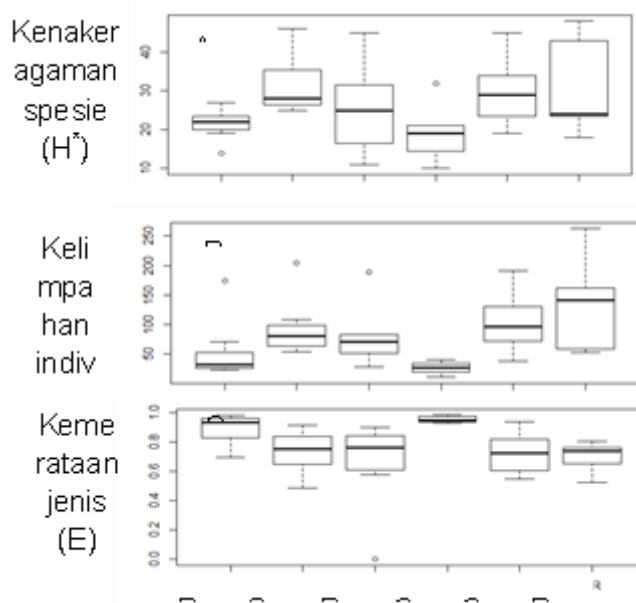
fragmentasi sehingga membentuk *patch* pertanian yang kecil-kecil. Ukuran *patch* pertanian yang kecil menyebabkan jarak antara pertanaman mentimun dan habitat alami semakin dekat sehingga akan meningkatkan mobilitas parasitoid primer tersebut dari habitat pertanian ke habitat alami dan sebaliknya. Sejumlah penelitian sebelumnya melaporkan bahwa tingkat parasitisasi primer lebih tinggi pada lahan pertanian yang berukuran kecil (Bianchi *et al.* 2006; Fahrig *et al.* 2011; Segoli dan Rosenheim 2012). Di samping itu, parasitisasi primer juga berkorelasi positif dengan luas habitat (CA) pepohonan dan panjang pinggiran (TE) habitat pepohonan. Keberadaan habitat pepohonan pada areal pertanian memiliki peranan yang sangat penting karena menyediakan sumber daya bagi parasitoid seperti inang alternatif, pakan bagi imago parasitoid, dan tempat berlindung pada saat bera (Landis *et al.* 2000; Gagic *et al.* 2011). Pinggiran habitat pepohonan merupakan pertemuan antara habitat pepohonan dengan habitat lainnya, sehingga pinggiran habitat pepohonan ini seringkali

berperan sebagai koridor bagi sejumlah spesies serangga (Jauker *et al.* 2009). Menurut Krewenka *et al.* (2011) koridor pada lanskap yang terfragmentasi dapat meningkatkan kelimpahan dan kekayaan spesies parasitoid dan pada akhirnya memengaruhi populasi inang pada habitat alternatif.

Keanekaragaman dan Kemerataan Spesies Hymenoptera parasitoid

Keanekaragaman habitat dan struktur lanskap berpengaruh terhadap keanekaragaman, kelimpahan, dan kemerataan spesies Hymenoptera parasitoid. Interaksi kompleksitas lanskap dengan lokasi pertanaman kacang panjang berpengaruh nyata terhadap keanekaragaman spesies

Hymenoptera parasitoid ($F_{5,36} = 2.515$, $P = 0.0473^*$) (Gambar 5). Hal ini karena struktur lanskap setiap lokasi pertanaman kacang panjang berbeda, sehingga keanekaragaman dan kemerataan spesies Hymenoptera parasitoid keenam lanskap tersebut berbeda nyata. Nilai keanekaragaman spesies adalah resultante dari nilai kelimpahan dan kemerataan spesies (Ludwig dan Reynolds 1988). Dengan demikian jelas bahwa berbedanya keanekaragaman spesies pada keenam lanskap adalah karena kekayaan dan kemerataan yang juga berbeda. Pola yang berbeda dinyatakan oleh Suana (2004) pada keanekaragaman laba-laba pada ketiga lanskap yang berbeda tidak memiliki perbedaan nyata.



Gambar 5. Keanekaragaman (A), kelimpahan (B), dan kemerataan spesies (C) Hymenoptera parasitoid pada pertanaman kacang panjang. BJ = Desa Bojong; GN = Desa Gunungmenyan; PR = Desa Petir; CB = Desa Cibureum; CK = Desa Cikarawang; BR = Desa Bantarjaya

Lanskap kompleks yang terdiri dari berbagai habitat (tanaman sayuran, hortikultura, dan tumbuhan liar) membentuk struktur lanskap yang lebih kompleks

daripada lanskap sederhana. Habitat-habitat tersebut menyediakan berbagai sumber makanan serangga dewasa seperti nektar dan serbuk sari, sumberdaya seperti inang

alternatif, keadaan iklim mikro yang sesuai bagi kelangsunga hidup dan keanekaragaman parasitoid, kontinuitas ketersediaan makanan dan habitat tempat lain sebagai tempat berlindung. Semua sumberdaya tersebut dapat diperoleh pada sistem pertanian dengan lanskap kompleks (polikultur) (Dryer dan Landis 1996; Dryer dan Landis 1997). Hal yang sama juga dikemukakan oleh Heong *et al.* (1991) di Philipina bahwa keanekaragaman Hymenoptera parasitoid pada pertanaman padi polikultur di Kiangan lebih tinggi daripada pertanaman padi monokultur di Bayombong.

Kemerataan spesies dalam populasi Hymenoptera parasitoid di lanskap sederhana jauh lebih kecil dibandingkan dari lanskap kompleks. Hasil ini menunjukkan bahwa kelimpahan spesies dalam populasi Hymenoptera parasitoid di lanskap sederhana tidak merata. Hal ini ada satu atau dua spesies yang sangat dominan pada lanskap tersebut (Gambar 2), kelimpahan relatif famili Diapriidae, Scelionidae, dan Ceraphronidae pada lanskap sederhana jauh lebih tinggi dari famili lainnya, sedangkan di lanskap kompleks kelimpahan relatif masing-masing famili relatif tidak berbeda jauh, sehingga kemerataan spesies di lanskap kompleks lebih tinggi dari lanskap sederhana (Gambar 5). Dengan demikian dapat dikatakan indeks kemerataan spesies (E) sangat sensitive terhadap kelimpahan spesies di dalam sampel (Magurran 1988). Nilai kemerataan spesies akan cenderung menuju nol apabila populasi tersebut didominasi oleh satu spesies (Heong *et al.* 1991).

Keanekaragaman Hymenoptera parasitoid pada pertanaman kacang panjang akan meningkat dengan tingkat kompleksitas

lanskap. Kompleksitas dalam penelitian ini dilihat dari penilaian beberapa parameter lanskap yaitu *class area* pertanian dan *class area* pepohonan. Semakin besar *class area* pepohonan maka kompleksitas paling tinggi dan sebaliknya sesuai dengan penelitian sebelumnya (Syahidah, 2018). Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa keanekaragaman kutudaun pada tanaman gandum di lanskap sederhana dan kompleks tidak berbeda (Volhardt *et al.* 2008; Caballero-López *et al.* 2012). Menurut Chaplin-Krame *et al.* (2011), fenomena ini dapat dijelaskan dengan dua pendekatan yaitu pertama, lanskap yang lebih kompleks dapat menurunkan kemampuan musuh alami menemukan inang, dan kedua konsentrasi sumber daya (*resource concentration*) lebih berperan dalam penyebaran inang tersebut dibandingkan dengan musuh alaminya. Kelimpahan dan keanekaragaman spesies Hymenoptera parasitoid pada pertanaman kacang panjang lebih dipengaruhi oleh faktor lokal pada pertanaman tersebut seperti ketinggian lokasi pertanaman kacang panjang.

Hubungan Kompleksitas Lanskap terhadap Keanekaragaman dan Kelimpahan Hymenoptera Parasitoid

Pada penelitian ini, Hymenoptera parasitoid diperoleh dari hasil transek, perangkap nampan kuning, dan *malaise trap*. Jumlah spesies Hymenoptera parasitoid yang diperoleh dari 6 lokasi pertanaman kacang panjang adalah 4 792 individu yang termasuk dalam 28 famili dan 256 spesies (Tabel 1). Berdasarkan kompleksitas lanskap, keanekaragaman Hymenoptera parasitoid terendah ditemukan di lokasi Cibeureum

dengan jumlah 92 spesies dan tertinggi di lokasi Cikarawang sebanyak 154 spesies. Kompleksitas lanskap memengaruhi kekayaan spesies ($F_{5,36} = 2.515$, $P = 0.0473^*$), kelimpahan ($F_{5,36} = 3.232$, $P = 0.0164^*$) dan pemerataan jenis ($F_{5,36} = 3.45$, $P = 0.012^*$)

(Tabel 1). Kelimpahan Hymenoptera parasitoid terendah ditemukan di lokasi Cibeureum, yaitu 300 individu dan tertinggi ditemukan di lokasi Cikarawang sebesar 1287 individu (Tabel 1).

Tabel 1. Keanekaragaman dan kelimpahan Hymenoptera parasitoid di pertanaman kacang panjang pada beberapa tipe lanskap

Tipe Lanskap	Famili	Spesies/ morfospesies	Statistik	Jumlah individu	Statistik
Bojong	24	122	$F_{5,36} = 2.515$ $P = 0.0473^*$	687	$F_{5,36} = 3.232$ $P = 0.0164^*$
Gunungmenyan	24	137		814	
Petir	22	106		655	
Bantarjaya	20	133		1049	
Cibeureum	22	92		300	
Cikarawang	24	154		1287	

Hasil analisis menunjukkan bahwa kompleksitas lanskap dapat mempertahankan keanekaragaman fungsional (*functional diversity*) komunitas Hymenoptera parasitika. Hasil penelitian ini mendukung lebih penting dibandingkan kontribusi keanekaragaman spesies terhadap jasa ekosistem. Rendahnya keanekaragaman fungsional menyebabkan proses penyerbukan tidak efisien (Forrest *et al.* 2015; Wood *et al.* 2015) dan pada akhirnya menyebabkan produksi tanaman manga menurun (Carvalho *et al.* 2010, 2012).

KESIMPULAN

Keanekaragaman spesies Hymenoptera parasitoid yang dikoleksi pada pertanaman kacang panjang sekitar 70% dari spesies yang ada berdasarkan *Jackknife-1* estimator. Dengan demikian peluang untuk memperoleh jumlah spesies yang lebih banyak masih ada, ditunjukkan dengan kurva akumulasi spesies yang masih meningkat.

beberapa penelitian sebelumnya (Forrest *et al.* 2015; Geslin *et al.* 2016). Menurut Gagic *et al.* (2015) peran keanekaragaman fungsional ini terhadap jasa ekosistem

Perbedaan struktur lanskap memiliki pengaruh terhadap keanekaragaman, kelimpahan, dan pemerataan serangga Hymenoptera parasitoid. Lanskap kompleks memiliki kelimpahan yang lebih rendah dibandingkan lanskap sederhana. Namun, lanskap kompleks memiliki keanekaragaman dan pemerataan yang lebih tinggi dibandingkan dengan lanskap sederhana. atau hipotesis penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Colwell RK, Coddington JA. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of Royal Society London* 345: 101-118.
- Colwell RK. 2000. EstimateS: Statistical estimate of species richness and shared spesies from samples. Version 9.10 [serial online].
- Goulet H, Huber JT. 1993. *Hymenoptera of the world: An Identification Guide to Families*. Ottawa: Research Branch Agriculture Canada Publ.
- Heong KL, Aquino GB, Barrion AT. 1991. Arthropod community structure of rice ecosystem in the Philippines. *Bull Entomol Res* 81:407-416.
- Herzog F, Lausch A. 2001. Supplementing land-use statistiss with landscape metrics: some methodological considerations. *Environ Monit Assess* 72:37-50.

- Hunter MD. 2002. Landscape structure, habitat fragmentation, and ecology of insect. *Agr Forest Entomol* 4:159-166.
- Idris AB, Gonzaga AD, Nor Zaneedarwaty N, Hasnah BT, Natasha BY. 2001. Does habitat disturbance have adverse effect the diversity of parasitoid community? *J Biol Sci* 1:1040-1042.
- Krebs CJ. 2000. Program for ecological methodology [software]. Second Edition. New York: An imprint of Addison Wesley Longman, Inc.
- Kruess A. 2003. Effect of landscape structure and habitat type on a plant-herbivore-parasitoid community. *Ecography* 26:283-290.
- 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.
- Landis DA. 1994. Arthropod sampling in agricultural landscapes: Ecological consideration. Di dalam: Pedigo LP, Butin GD, editor. *Handbook of Sampling Methods for Pests in Agriculture*. London: CRC Press. Hlm 15-31.
- LaSalle J, Gauld ID. 1993. Hymenoptera: their diversity, and their impact on the diversity of other organisms. Di dalam: LaSalle J, Gaul ID (ed). *Hymenoptera and Biodiversity*. London: CAB Int. hlm 1-26.
- Mahrub E. 1998. Struktur komunitas arthropoda pada ekosistem padi tanpa perlakuan pestisida. *J Perlindungan Tanaman Indonesia* 1: 19-27.
- Marino PC, Landis DA. 1996. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecol Appl* 6:276-284.
- Marino PC, Landis DA. 2000. Parasitoid community structure: implications for biological control in agricultural landscapes. Di dalam: Ekbon B, Irwin ME, Robert Y, editor. *Interchanges of Insects between Agricultural and Surrounding Landscapes*. Boston: Kluwer Academic Publishers 183-193.
- Menalled FD, Costamagna AC, Marino PC, Landis DA. 2003. Temporal variation in the respon of parasitoid to agricultural landscape structure. *Agr Ecosyst Environ* 96:29-35.
- Menalled FD, Marino PC, Gage SH, Landis DA. 1999. Does Agricultural landscape structure affect parasitism and parasitoid diversity? *Ecol Appl* 9:634-641.
- Noyes JS. 1989. The diversity of Hymenoptera in the tropics with special reference to parasitica in Sulawesi. *Ecol Entomol* 14:197- 207.
- Syahidah T. 2018. Landscape structure and parasitoid diversity as measures of sustainable landscape. Proceeding of CTSS Southworth J, Nagendara H, Tucker C. 2002. Fragmentation of a landscape: incorporating landscape metrics into stellite analysis of land-cover change. *Landscape Res* 27:253-269.
- [Statsoft] Statistical Software. 2010. Statistica for Windows, 9.10. Tulsa: Statsoft
- Stevens GC. 1992. The elevation gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *Am Nat* 140:893-911.
- Suana IW, Duryadi D, Buchori D, Manuwoto S, Triwidodo H. 2004. Komunitas laba-laba pada lanskap persawahan di Cianjur. *Hayati* 11:145-152.
- Susilawati 2016. Keanekaragaman dan kelimpahan serangga pengunjung bunga mentian pada struktur lanskap berbeda [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Tscharntke T, Brandl R. 2004. Plant-insect interaction in fragmented landscapes. *Annu Rev Entomol* 49:405-430.
- Tscharntke T, Steffan-Dewenter I, Kruess A, Thies C. 2002. Contribution of small habitat fragments to conservation of insects communities of grassland-cropland landscapes. *Ecol Appl* 12:354-363.
- Usher MB. 1995. A world of change: land-use patterns and arthropod communities. Di dalam: Harrington R, Stork NE (ed). *Insects in a Changing Environment*. New York: Acad Pr. hlm 371-397.
- van Enden HF. 1991. Plant diversity and natural enemy efficiency in agroecosystems. Di dalam: Mackkauer M, Ehler LE, Roland J., editor *Critical Issues in Biological Control*. Great Britain: Atheneum Press. Hlm 63-80.
- Way MJ, Heong KL. 1994. The role of biodiversity in dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice – a review. *Bull Entomol Res* 84:567-587.
- Wilson EO. 1990. The current state of biological diversity. Di dalam: Wilson EO, Peter FM (ed). *Diversity*. Washington: Nat Acad Pr.