

## Keanekaragaman Jenis Kupu-kupu di Taman Nasional Karimunjawa Jawa Tengah

### *Diversity of butterflies in Karimunjawa National Park of Central Java*

Wisnu Bayu MURTI, Nugroho Edi KARTIJONO, Margareta RAHAYUNINGSIH

Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D6 Lt.1 Jl Raya Sekaran Gunungpati Semarang Indonesia 50229  
E-mail: bayumurtiw@gmail.com

**Abstract.** Karimunjawa National Park has several types of ecosystems that hold high biodiversity potential and have not been fully recorded. Karimunjawa National Park is the habitat of flora and fauna including butterflies there. The objective of the research was the diversity of butterfly species in Karimunjawa Island. The study was conducted on August-September 2017. The method of the research using Point Count method. Data analysis using diversity index, evenness index, dominance index, and similarity index. The results showed that the index of diversity ( $H'$ ) of butterfly community on Karimunjawa Island has value (2.95), it indicates that the condition of the butterfly community is stable. The result of the Evenness Index obtained a high yield  $E = 0.76$ , it shows that the individual distribution of each type of butterfly on Karimunjawa Island is evenly distributed. The result of the dominant Index shows a low value (0.10), thus no dominance is concentrated on a particular type of butterfly. Analysis of similarity index of species in all habitats observed obtained results  $IS = 53-73\%$ , this shows that in the three habitats observed can be inhabited by almost all butterfly species and Has an equally important role as a community of butterflies in Karimunjawa Island.

**Keywords:** biodiversity, butterfly, Karimunjawa Island

**Abstrak.** Taman Nasional Karimunjawa memiliki beberapa perwakilan tipe ekosistem yang masih menyimpan potensi keanekaragaman hayati tinggi dan belum terdata secara lengkap. Pada kawasan darat Taman Nasional Karimunjawa merupakan habitat berbagai flora dan fauna termasuk di dalamnya terdapat kupu-kupu. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui keanekaragaman jenis kupu-kupu di Pulau Karimunjawa. Penelitian dilakukan pada periode bulan Agustus-September 2017. Pengambilan data kupu-kupu dilakukan menggunakan metode titik hitung *Point Count*. Analisis data menggunakan indeks keanekaragaman, indeks pemerataan, indeks dominansi, dan indeks kesamaan jenis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman ( $H'$ ) komunitas kupu-kupu di Pulau Karimunjawa memiliki nilai  $H'$  (2,95), menunjukkan kondisi komunitas kupu-kupu stabil. Hasil analisis Indeks pemerataan memperoleh hasil yang tinggi ya itu  $E=0,76$ , menunjukkan sebaran individu tiap jenis kupu-kupu di Pulau Karimunjawa merata. Hasil analisis Indeks dominansi menunjukkan nilai yang rendah (0,10), dengan demikian tidak ada dominansi yang terkonsentrasi pada jenis kupu-kupu tertentu. Berdasarkan analisis indeks kesamaan jenis pada seluruh habitat yang diamati diperoleh hasil  $IS=53-73\%$ , menunjukkan pada tiga habitat yang diamati dapat dihuni hampir seluruh jenis kupu-kupu yang ada dan memiliki peranan yang sama penting sebagai penyusun komunitas kupu-kupu di Pulau Karimunjawa.

**Kata kunci:** keanekaragaman, kupu-kupu, Pulau Karimunjawa

## PENDAHULUAN

Taman Nasional Karimunjawa merupakan salah satu kawasan konservasi di Kabupaten Jepara Propinsi Jawa Tengah dengan ekosistem yang unik. Beberapa perwakilan tipe ekosistem masih menyimpan potensi

keanekaragaman hayati tinggi dan belum terdata secara lengkap. Pada kawasan darat yang meliputi hutan pantai serta hutan hujan tropis dataran rendah merupakan habitat berbagai flora dan fauna termasuk kupu-kupu (BTNKJ 2010).

Kepulauan Karimunjawa bukan hanya merupakan kawasan konservasi namun juga sebagai destinasi wisata yang sangat diminati oleh wisatawan domestik maupun mancanegara. Berdasarkan Statistik BTNKJ 2010, jumlah total pengunjung dari tahun 2007 sampai 2010 baik yang bertujuan untuk penelitian dan rekreasi semakin meningkat. Hal ini akan berbanding lurus dengan pembangunan khususnya di Pulau Karimunjawa yang merupakan tempat transit sebagian besar pengunjung.

Fragmentasi dan hilangnya habitat merupakan ancaman besar bagi keanekaragaman hayati global (Sweaney *et al.*, 2014). Pengalihan fungsi ruang terbuka hijau yang terjadi juga bisa menjadi ancaman bagi kupu-kupu di Pulau Karimunjawa. Alih fungsi tersebut dapat menghilangkan keberadaan tumbuhan yang menjadi inang kupu-kupu di pulau tersebut. Sebagian besar jenis kupu-kupu memiliki ketergantungan pada satu atau dua jenis tumbuhan inang, sehingga ancaman terhadap jenis tumbuhan tersebut sama dengan mengancam keberadaan kupu-kupu (Koneri dan Saroyo 2012).

Taman Nasional juga merupakan pencadangan sumberdaya alam hayati lokal diluar kawasan hutan yang mempunyai fungsi konservasi insitu/exsitu. Tumbuhan yang penyerbukannya/pemencaran bijinya harus dibantu satwa (kupu/burung), maka struktur dan komposisi vegetasi harus dapat mendukung kelestarian satwa tersebut (Rahayuningsih & Bambang 2016).

Kupu-kupu memiliki nilai-nilai yang cukup penting antara lain: nilai ekologi, nilai endemisme, nilai konservasi, nilai pendidikan, nilai budaya, nilai estetika, dan nilai ekonomi (Achmad dalam Oqtafiana *et al.*, 2013). Dengan demikian kelestarian komunitas kupu-kupu perlu dipertahankan kelestariannya dari ancaman kepunahan.

Hasil Penelitian kekayaan jenis kupu-kupu di Pulau Karimunjawa mencatat tidak kurang dari 49 jenis kupu-kupu, yang mana salah satu jenis tersebut merupakan endemik Kerimunjawa, yaitu *Idea leuconoe karimondjawae* (Murti *et al.*, 2017).

Melakukan suatu upaya konservasi kupu-kupu di Pulau Karimunjawa tentu saja diperlukan data dasar, salah satunya komunitas kupu-kupu dan jenis tumbuhan inangnya. Oleh karena itu akan dilakukan penelitian mengenai komunitas kupu-kupu dan tumbuhan inangnya di Pulau Kari-munjawa. Studi ini penting mengingat sampai saat ini belum tersedia data dan informasi secara lengkap mengenai struktur komunitas kupu-kupu dan jenis tumbuhan inang di Pulau Karimunjawa.

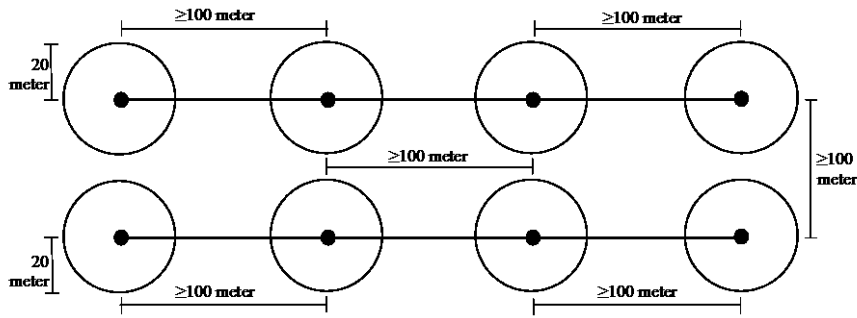
## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Pulau Karimunjawa Taman Nasional Karimunjawa, Kabupaten Jepara, yang meliputi tiga habitat yaitu kawasan tepi hutan tropis dataran rendah (Legon Lele), permukiman (Dusun Cikmas - Dusun Alang-alang), dan per-sawah. Penelitian dimulai sejak bulan Agustus 2016 - Februari 2017.

Alat yang digunakan adalah jaring kupu-kupu, kamera digital, jam tangan, hand counter, tally sheet, amplop/kertas papilot, teropong binokuler, GPS (*Global Position System*), alat tulis, alat suntik, kotak serangga, jarum serangga, *spreading board*, *Termohigrometer*, anemometer, buku panduan identifikasi kupu-kupu (Serangga Taman Nasional Gunung Halimun Jawa Bagian Barat). Bahan yang digunakan adalah kapur barus dan alkohol 70%.

Pengambilan data kupu-kupu dilakukan menggunakan metode titik hitung atau dikenal metode *Point Count* (Oqtafiana *et al.*, 2012). Pada metode ini pengamat berdiri di suatu lokasi yang telah ditetapkan selama 40 menit dan dicatat jenis dan dihitung jumlah individu tiap jenis kupu-kupu.

Pengamatan dilakukan pada titik hitung yang diletakkan pada jalur yang sudah ditetapkan sebelumnya. Setiap titik hitung memiliki batas radius 20 meter dari posisi pengamat berdiri (Gambar 1). Jarak antar titik hitung pada satu jalur maupun pada jalur yang berbeda yaitu  $\geq 100$  meter (Gambar 1), hal ini dimaksudkan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya perhitungan ganda (Oqtafiana *et al.*, 2012).



Keterangan:

- : Titik Hitung
- : Jalur Pengamatan

Gambar 1. Metode *Point Count*

Sampel kupu-kupu selanjutnya diidentifikasi di Laboratorium Taksonomi Hewan Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang dengan buku panduan identifikasi kupu-kupu Serangga Taman Nasional Gunung Halimun Jawa Bagian Barat (Kahono *et al.*, 2003).

Nilai indeks keanekaragaman jenis ditentukan dengan menggunakan rumus indeks keanekaragaman *Shanon-Wiener* (Magurran 1987).

$$ID = H' = - \sum_{i=1}^s P \ln P, \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

- $n_i$  = jumlah individu tiap jenis kupu-kupu
- $H'$  = indeks keanekaragaman *Shanon-Wiener*
- $P_i$  = indeks kemelimpahan

Indeks pemerataan dihitung dengan menggunakan rumus indeks *Evenness* (Magurran 1987).

$$E = \frac{H'}{H \max}, \quad \text{dimana } H \max = \ln S$$

Keterangan :

- $E$  = indeks pemerataan (nilai antara 0-1)

Penentuan jenis kupu-kupu yang dominan di dalam kawasan penelitian, ditentukan dengan menggunakan rumus Indeks Dominansi *Simpson* (Magurran 1987).

$$D = \sum P_i^2, \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

- $D$  = indeks dominansi Simpson suatu jenis kupu-kupu

Untuk mengetahui kesamaan jenis pada area pengamatan yang berbeda dilakukan perhitungan dengan menggunakan indeks kesamaan jenis *Sorensen* (Magurran 1997).

$$IS = \frac{2C}{A+B} \times 100\%$$

Keterangan:

- $IS$  = indeks kesamaan jenis Sorensen
- $C$  = jenis kupu-kupu yang sama di kedua habitat A dan B
- $A$  = jumlah jenis kupu-kupu di habitat A
- $B$  = jumlah jenis kupu-kupu di habitat B

Nilai indeks Sorensen digunakan untuk melakukan analisis kelompok (*cluster analysis*). Analisis kelompok setiap komunitas disusun secara hirarki dalam bentuk dendogram. Dendogram dibuat menggunakan program MVSP 3.2 for Windows. Pengelompokan yang digunakan adalah *Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Mean* (UPGMA) (Koneri dan Suroyo 2012).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis indeks keanekaragaman, ( $H'$ ) di Pulau Karimunjawa diperoleh sebesar  $H' = 2,95$  (Tabel 1). Nilai indeks keanekaragaman di Pulau Karimunjawa memiliki nilai  $H'$  yang berada pada posisi diantara 1,5 - 3,5 (Magurran 1987). Hasil tersebut menunjukkan bahwa keseimbangan

komponen - komponen penyusun komunitas kupu-kupu di Pulau Karimunjawa masih dalam kondisi cukup baik. Hal ini juga menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di Pulau Karimunjawa pada saat ini masih dalam kondisi yang baik bagi perkembangan komunitas kupu-kupu di pulau tersebut.

Tabel 1. Parameter struktur komunitas kupu-kupu di pulau karimunjawa

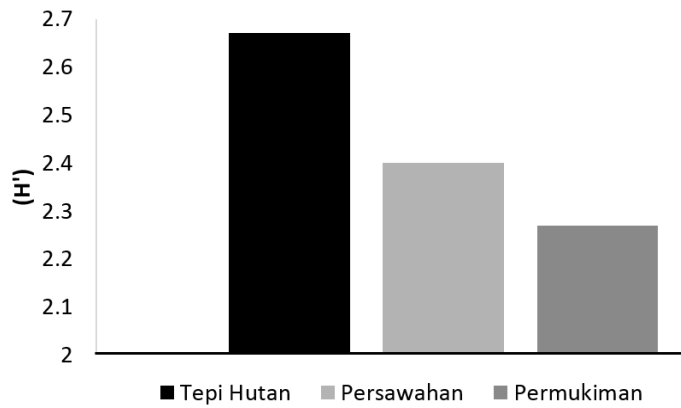
Prameter	Pulau Karimunjawa	Tepi Hutan	Permukiman	Persawahan
Jumlah Jenis (N)	49	35	36	27
Jumlah Individu (S)	1402	317	805	280
Jumlah Famili (F)	5	5	5	5
Indeks Keanekaragaman ( $H'$ )	2.95	2.67	2.4	2.27
Indeks Kemerataan (E)	0.76	0.69	0.61	0.58
Indeks Dominansi (D)	0.10	0.14	0.10	0.18*

Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan pada tiga habitat, yaitu tepi hutan tropis dataran rendah, permukiman, dan persawahan. Pengambilan sampel pada ketiga lokasi tersebut bertujuan agar data yang diperoleh dapat menggambarkan kondisi komunitas kupu-kupu di Pulau Karimunjawa. Indeks keanekaragaman pada tiga habitat tersebut berturut-turut adalah 2,67; 2,4 dan 2,27. Hal ini menunjukkan pada tiga habitat tersebut memiliki tingkat keanekaragaman yang tidak tinggi namun juga tidak rendah, ini menunjukkan bahwa komunitas kupu-kupu pada tiga habitat yang diamati memiliki tingkat kestabilan dan kemampuan menyesuaikan diri dengan lingkungan yang relatif sama.

Berdasarkan hasil penelitian nilai indeks keanekaragaman pada habitat tepi hutan tropis memiliki indeks keanekaragaman yang lebih besar dibanding habitat lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada habitat tersebut komunitas kupu-kupu memiliki kestabilan yang paling tinggi. Tingginya kestabilan pada habitat tepi hutan tropis dataran rendah dikarenakan pada area tersebut jarang terjamah oleh penduduk atau wisatawan, sehingga kondisinya relatif alami. Faktor lain yang dapat berpengaruh terhadap tingginya nilai indeks keanekaragaman pada habitat tepi hutan tropis adalah adanya beberapa titik pengamatan yang berada pada daerah ekoton. Adanya daerah

transisi antara hutan tropis dataran rendah dengan ekosistem pantai, dan hutan mangrove memungkinkan kupu-kupu yang bukan berasal dari area pengamatan melintas atau beraktifitas di area pengamatan, sehingga ikut tercatat pada saat pengamatan dan mempengaruhi nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh. Menurut Fagan (2003), menyatakan bahwa daerah ekoton merupakan batasan ekologi menengahi aliran energi, nutrisi, dan organisme sepanjang bentang alam, dan sangat penting dalam aliran gen dan komposisi komunitas.

Berdasarkan analisis nilai indeks kemerataan komunitas kupu-kupu di Pulau Karimunjawa adalah 0,76, menunjukkan penyebaran individu pada tiap jenis kupu-kupu di Pulau Karimunjawa memiliki sebaran yang merata. Hal ini didukung Magurran (1987), menyatakan nilai indeks kemerataan (E) memiliki besaran antara 0 – 1, bila nilai E mendekati angka 1 maka suatu komunitas memiliki kemerataan yang tinggi, sedangkan semakin mendekati nilai 0 maka kemerataannya semakin rendah. Tingginya nilai indeks kemerataan tersebut juga menunjukkan bahwa tiap jenis kupu-kupu di Pulau Karimunjawa berada pada kondisi yang seimbang dan tidak terdapat jenis kupu-kupu yang mengalami tekanan atau mendominasi secara signifikan.

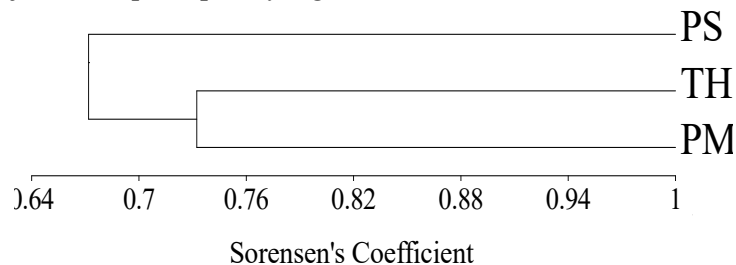


Gambar 2. Indeks keanekaragaman pada tiga habitat di pulau karimunjawa

Hasil analisis indeks kemerataan juga didukung dengan analisis indeks dominansi yang menunjukkan hasil yang kecil yaitu  $D = 0,10$ . Berkaitan dengan hal ini menurut Purwowidodo (2015), formula rumusan indeks dominansi dan indeks kemerataan sebenarnya memiliki korelasi yang bersifat negatif, artinya indeks dominansi berbanding terbalik dengan indeks kemerataan. Hasil analisis indeks kesamaan jenis *Sorensen* pada habitat tepi hutan tropis dataran rendah, permukiman, dan persawahan memperoleh hasil dengan rentang 53% - 73%. (Fachrul 2007) Nilai indeks kesamaan jenis dibagi menjadi dalam dua kriteria, yaitu jika indeks  $>50\%$  maka terdapat kesamaan jenis yang tinggi pada habitat yang dibandingkan, sedangkan jika indeks  $<50\%$  maka kesamaan jenisnya rendah.

Hal ini menunjukkan bahwa komunitas kupu-kupu pada tiga habitat yang diamati di Pulau Karimunjawa masing-masing memiliki jenis kupu-kupu yang hampir sama, artinya pada ketiga habitat tersebut dapat ditempati oleh hampir seluruh jenis kupu-kupu yang

ditemukan dan memiliki peranan yang sama penting terhadap perkembangan komunitas kupu-kupu di Pulau Karimunjawa. Bila ditinjau lebih lanjut pada gambar dendogram yang tersaji di atas, menunjukkan bahwa habitat permukiman memiliki kesamaan komposisi jenis kupu-kupu yang tinggi dengan habitat tepi hutan tropis dataran rendah (Gambar 3). Indeks Kesamaan jenis yang tinggi tersebut dimungkinkan karena beberapa titik pengamatan pada habitat permukiman berada pada lokasi yang berdekatan dengan kebun atau pekarangan penduduk, sehingga memiliki karakter struktur vegetasi yang mirip dengan habitat tepi hutan tropis dataran rendah. Hal ini didukung dengan pernyataan Kahono et al. (2003), bahwa jarak antar lokasi yang berdekatan memungkinkan perjumpaan dengan jenis kupu-kupu yang sama akibat dari mobilitas kupu-kupu itu sendiri. Selain adanya kemiripan tersebut, tumbuhan inang yang tersebar pada kedua habitat permukiman dan tepi hutan tropis dataran rendah juga terdapat kesamaan.



Gambar 3. Dendogram indeks kesamaan jenis pada tiga habitat di pulau karimunjawa

eterangan :

TH : Habitat tepi hutan tropis dataran rendah

PM : Habitat permukiman

PS : Habitat Persawahan

Menurut Badrudin *et al.* (2003), angka indeks keanekaragaman yang telah diperoleh dari hasil perhitungan dan analisis data suatu observasi dapat digunakan sebagai data dasar (base line data) yang dapat digunakan sebagai pembandingan (benchmark) kondisi struktur komunitas dan lingkungan pada saat ini dengan kondisi yang akan datang. Berdasarkan berbagai hasil analisis yang telah diperoleh menunjukkan bahwa struktur komunitas kupu-kupu di Pulau Karimunjawa untuk saat ini masih pada kondisi yang cukup stabil, meskipun pertambahan penduduk, pembangunan, dan pembukaan ruang terbuka hijau terus terjadi di Pulau tersebut, dengan demikian komunitas kupu-kupu di Pulau Karimunjawa relatif masih dapat menyesuaikan diri dengan kondisi perubahan lingkungan yang ada pada saat ini.

Kestabilan komunitas kupu-kupu pada suatu area sangat dipengaruhi oleh daya dukung lingkungan yang ditempatinya, berikut adalah data pendukung hasil pengukuran faktor lingkungan pada saat pengamatan dilapangan. Kupu-kupu tergolong dalam organisme poikilothermik, suhu tubuh kupu-kupu sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Rentang suhu udara hasil pengukuran dari seluruh habitat yang diamati masih dalam kisaran toleransi yang diperlukan oleh kupu-kupu, yaitu 27,3-38,4 °C (Tabel 2). Menurut Febrita (2014), bahwa kisaran suhu yang sesuai untuk

kehidupan kupu-kupu berkisar antara 15-45 °C. Kelembaban udara tertinggi dan terendah tercatat pada habitat per-mukiman, yaitu 53-92% (Tabel 2). Rendah dan tingginya kelembaban udara pada suatu area, sangat dipengaruhi oleh suhu pada daerah tersebut, dimana suhu berbanding terbalik dengan kelembaban udara (Febrita 2014). Semakin tinggi suhu lingkungan maka akan semakin rendah kelembaban udaranya. Tingginya nilai kelembaban pada habitat permukiman juga dipengaruhi oleh cuaca, dimana ada beberapa waktu pengambilan data yang dilakukan saat sedang mendung dan setelah turun hujan. Hal ini tentu sangat berpengaruh pada saat pengambilan data kelembaban udara di habitat tersebut. Berdasarkan besaran data kelembaban yang diperoleh dari seluruh habitat yang diamati seluruhnya memenuhi kisaran nilai kelembaban yang diperlukan untuk kelangsungan hidup kupu-kupu di habitat tersebut (Tabel 2). Kelembaban udara yang dibutuhkan oleh kupu-kupu untuk dapat beraktivitas optimal diperlukan sekitar 60-75%. Kupu-kupu dalam melanjutkan keturunannya membutuhkan kelembaban udara yang lebih tinggi berkisar 84-92%, tetapi kupu-kupu tidak dapat bertahan hidup pada kelembaban udara >92% (Borror *et al.*, 1992). Hal ini ditunjukkan dengan stabilnya komunitas kupu-kupu pada seluruh habitat yang diamati.

Tabel 2. Faktor lingkungan di pulau karimunjawa

Faktor Lingkungan	Habitat		
	Tepi hutan	Permukiman	Persawahan
Elevasi (mdpl)	16 - 32	9 - 12	10 - 12
Kelembaban (%)	57 - 89	53 - 92	59 - 80
Suhu udara (°C)	27,3 - 35,8	28,4 - 38,4	27,8 - 37,6
Kecepatan angin (m/s)	0,1 - 5,7	0-4,2	0,1 - 4,4

Menurut Florida (2015), kisaran kecepatan angin yang sesuai dengan kebutuhan kupu-kupu untuk hidup, ber-aktivitas dan berkembang biak adalah 0,1-3,3 m/s, dimana kecepatan angin tersebut tergolong kisaran angin teduh. Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan pada bulan Agustus-September 2016 dari seluruh habitat yang diamati, diperoleh data kecepatan angin dengan kisaran

0,1-5,7 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu tertentu kupu-kupu di Pulau Karimunjawa tidak dapat melakukan aktivitas dan berkembang biak secara maksimal. Hal ini ditunjukkan dengan lebih rendahnya perjumpaan kupu-kupu pada beberapa area pengamatan seperti pada habitat persawahan dan tepi hutan tropis bagian timur. Pada habitat tepi hutan tropis memiliki kecepatan angin

yang relatif lebih tinggi, hal ini menyebabkan kupu-kupu pada area tersebut lebih memilih untuk berlindung dibalik dedaunan, semak, atau didalam hutan sampai kondisi lingkungan mendukung bagi kupu-kupu untuk beraktifitas.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa kekayaan jenis komunitas kupu-kupu di Pulau Karimunjawa cukup representatif dengan kondisi yang cukup stabil, sebaran individu tiap jenisnya merata sehingga tidak terdapat dominansi oleh jenis tertentu, serta mampu menempati tiga habitat yang diamati dengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Balai Taman Nasional Karimunjawa. 2010. *Selamat Datang Di Taman Nasional Karimunjawa*. Balai Taman Nasional Karimunjawa. Semarang.
- Badrudin, *Sasanti*, R Suharti, Yahmantoro & S Imam. 2003. Indeks Keanekaragaman hayati ikan kepe-kepe (Cahetodontidae) di Perairan Wakatobi, Sulawesi Tenggara. *J. Penelitian Perikanan Indonesia*. 9(7): 67-73.
- Borrer DJ, CA Triplehorn & NF Jhonson. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Fachrul MF. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Febrita E, Yustina & Dahmania. 2014. Keanekaragaman Jenis Kupu-Kupu (Subordo Rhopalocera) di Kawasan Wisata Hapanasan Rokan Hulu Sebagai Sumber Belajar Pada Konsep Keanekaragaman Hayati. *J. Biogenesis*. 10(2): 49-59.
- Florida M, TR S & AH Yanti. 2015. Inventarisasi Jenis Kupu-kupu pada Hutan Kerangas di Kawasan Cagar Alam Mandor Kabupaten Landak. *J. Protobiont*. 4(1): 260-265.
- Kahono S, Mohammad A, Pudji A, Erniwati, Rosichon U, Liliek EP, Woro AN & Awit S. 2003. *Serangga Taman Nasional Gunung Halimun Jawa Barat*. BCP-JIKA. Bogor.
- Koneri R, Saroyo. 2012. Distribusi dan Keanekaragaman Kupu-Kupu (Lepidoptera) di Gunung Manado Tua, Kawasan Taman Nasional Laut Bunaken, Sulawesi Utara. *J. Bumi Lestari*. 12(2): 357-365.
- Magurran A. 1987. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Pricenton University Press. New Jersey.
- Murti WB, NE Kartijono, & M Rahayuningsih. 2017. Kekayaan Jenis Kupu-Kupu pada Tiga Tipe Habitat di Pulau Karimunjawa Jawa Tengah, hlm 344-349. di dalam *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016*. November 2016. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Mustian. 2009. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan pada Tanah Ultrabasa di Areal Konsesi Pt. Inco Tbk. Sebelum Penambangan Propinsi Sulawesi Selatan. Skripsi. Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan ITB. Bogor.
- Oqtafiana R, B Priyono & M Rahayuningsih. 2013. Keanekaragaman Jenis Kupu-Kupu Superfamili Papilionoidae di Banyuwindu, Limbangan Kendal. *J. Biosantifika*. 5(1): 59-64.
- Prihatiningsih P. 2009. Laporan Identifikasi dan Inventarisasi Kupu-kupu. Balai Taman Nasional Karimunjawa. Semarang.
- Purwowododo. 2015. Studi Keanekaragaman Hayati Kupu-Kupu (Sub Ordo Rhopalocera) dan Peranan Ekologisnya di Area Hutan Lindung Kaki Gunung Prau Kabupaten Kendal Jawa Tengah. Skripsi. Universitas Islam Negeri Walisongo. Semarang.

- Rahayuningsih M, Bambang P. 2016. Bird Community in Taman Kehati UNNES, Indonesia. *Int J. Ecol Dev.* 31(1): 64-72.
- Susanto H. 2014. Tingkah Kupu-Kupu Karimunjawa, hlm. 3-4. dalam A Batlayeri (Ed), *Nautilus*. Taman Nasional Karimunjawa. Semarang.
- Sweaney N, DB Lindenmayer & DA Driscoll. 2014. Is The Matrix Important to Butterflies in Fragmented Landscapes. *J. Insect Conservation.* 1(8): 283-294.