

MONITORING BIODIVERSITAS KUPU-KUPU DI PERKEBUNAN JERUK LIMAU (*Citrus amblycarpa*) BERBASIS *CITIZEN SCIENCE*

Ipin Aripin^{1,2*}, Topik Hidayat³, Nuryani Rustaman^{3,4}, Riandi^{3,4}

¹Program Studi Pendidikan IPA,
Sekolah Pascasarjana, Universitas
Pendidikan Indonesia, Jl. Dr.
Setiabudhi, No. 299, Bandung
40154, Indonesia

²Program Studi Pendidikan
Biologi, Universitas Majalengka,
Jl. KH Abdul Halim No. 103
Majalengka 45418, Indonesia

³Departemen Pendidikan Biologi,
Universitas Pendidikan
Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi, No.
299, Bandung 40154, Indonesia

⁴Sekolah Pascasarjana,
Universitas Pendidikan
Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi, No.
299, Bandung 40154, Indonesia

*e-mail korespondensi:
ipin_aripin@upi.edu

Abstrak. Kegiatan *Citizen Science* (CS) saat ini menjadi trend baru dalam pengumpulan dan penelitian sains. Kupu-kupu memiliki peranan penting sebagai serangga polinator yang keberadaannya saat ini mengalami ancaman penurunan populasi. Kegiatan CS dapat menjadi sarana untuk mengidentifikasi spesies kupu-kupu pada suatu wilayah sekaligus melakukan tindakan konservasinya. Studi ini bertujuan untuk memonitoring biodiversitas kupu-kupu pada perkebunan jeruk limau yang berada di Desa Sindanghaji Kecamatan Palasah Kabupaten Majalengka melalui kegiatan CS. Studi ini melibatkan ($n=14$) mahasiswa yang mengontrak mata kuliah biologi konservasi di Universitas Majalengka. Pengambilan sampel kupu-kupu dilakukan pada dua area diperkebunan jeruk limau (*Citrus amblycarpa*). Pengumpulan data biodiversitas kupu-kupu menggunakan metode swipping dan teknik penghitungan secara total (total count). Identifikasi kupu-kupu menggunakan kunci determinasi dengan melibatkan citizen scientist dan menggunakan pembandingan pada database yang tersedia di <http://ftp.funet.fi/> dan <https://www.discoverlife.org/>. Teknik analisis data menggunakan metode kuantitatif dengan bantuan aplikasi PAST (Paleontological statistics). Hasil penelitian menunjukkan pada area kebun 1 terdapat 5 famili, 18 genus dan 32 spesies dengan jumlah individu sebanyak 92; indeks dominansi 0,936; indeks keanekaragaman jenis 3,065, indeks pemerataan jenis 0,691 dan indeks kekayaan spesies 6,635. Adapun untuk kebun 2 terdapat 5 famili, 22 genus, dan 38 spesies dengan jumlah individu sebanyak 175; indeks dominansi 0,949; indeks keanekaragaman jenis 3,294, indeks pemerataan jenis 0,709, dan indeks kekayaan spesies 7,164. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa keragaman jenis kupu-kupu pada kedua area tergolong tinggi tetapi tidak ada spesies kupu-kupu yang mendominasi sehingga distribusinya merata untuk setiap spesiesnya. Kegiatan CS dapat menjadi solusi dalam pengumpulan, analisis, dan publikasi data penelitian biodiversitas kupu-kupu.

Kata kunci: biodiversitas, kupu-kupu, jeruk limau, citizen science

Abstract. Citizen Science (CS) activities are currently a new trend in science gathering and research. Butterflies have an essential role as pollinator insects whose existence is currently under threat of population decline. CS activities can be a means to identify butterfly species in an area and take conservation actions. This study monitors butterfly biodiversity in lime plantations in Sindanghaji Village, Palasah District, Majalengka Regency through CS activities. This study involved ($n=14$) students who contracted conservation biology courses at Majalengka University. A sampling of butterflies was carried out in two areas of the lime

(*Citrus amblycarpa*) plantation. Butterfly biodiversity data collection uses the swiping method and the total count technique. Identification of butterflies using the key of determination involves citizen scientists and comparisons on databases available at <http://ftp.funet.fi/> and <https://www.discoverlife.org/>. The data analysis technique used quantitative methods with the help of the PAST (Paleontological statistics) application. The results showed that in garden area 1, there were 5 families, 18 genera, and 32 species with a total of 92 individuals; dominance index 0.936; the species diversity index is 3.065, the species evenness index is 0.691, and the species richness index is 6.635. As for garden 2, there are 5 families, 22 genera, and 38 species with a total of 175 individuals; dominance index 0.949; the species diversity index is 3.294, the species evenness index is 0.709, and the species richness index is 7.164. Based on the research, it can be concluded that the diversity of butterfly species in both areas is high, but no butterfly species dominates, so that the distribution is evenly distributed for each species. CS activities can be a solution in collecting, analyzing, and publishing research data on butterfly biodiversity.

Keywords: biodiversity, butterfly, lime, citizen science

PENDAHULUAN

Citizen science (CS) saat ini menjadi *trend* baru dalam kegiatan penelitian (Gröbinger *et al.*, 2019). Istilah CS memiliki banyak padanan kata seperti *community-based and participatory monitoring* (Danielsen *et al.*, 2009) atau *community science* (Carr, 2004). Istilah CS secara umum diperkenalkan dalam buku yang ditulis Irwin (1995). CS diartikan sebagai keterlibatan publik dalam penelitian ilmiah (Cooper *et al.*, 2007). Lebih lanjut, Gröbinger *et al.*, (2019) menyatakan bahwa CS merupakan kerjasama antara masyarakat dan ilmuwan untuk melakukan penelitian dengan tujuan menyelesaikan sebuah permasalahan yang dihadapi dalam dunia nyata.

CS memiliki keunggulan dibanding survei lapangan secara tradisional. Kegiatan ini dapat dilakukan dengan mencakup wilayah yang luas sehingga menghemat biaya, waktu, tenaga, dan memperoleh data penelitian dengan cepat dan efektif (Carr, 2004; Tulloch *et al.*, 2013). CS banyak dimanfaatkan untuk kegiatan monitoring ekologi (Encarnação *et al.*, 2021) dan

biodiversitas seperti kupu-kupu (Morris *et al.*, 1995; Lewandowski & Oberhauser, 2017; Deguines *et al.*, 2020). Monitoring kupu-kupu banyak dilakukan di berbagai negara termasuk Indonesia. Selain karena disukai, kupu-kupu juga merupakan hewan yang memiliki peranan penting sebagai polinator dan juga indikator keanekaragaman hayati pada suatu ekosistem seperti keanekaragaman tumbuhan berbunga (Lestari *et al.*, 2020). Selain itu, kupu-kupu dapat berperan sebagai indikator kualitas lingkungan. Dalam sebuah lingkungan yang belum tercemar, kupu-kupu mudah ditemui. Keberadaan kupu-kupu berperan sebagai *flagship* spesies dalam konservasi serangga (New *et al.*, 1995; Hassan *et al.*, 2017).

Kupu-kupu adalah kelompok serangga yang tergolong ke dalam bangsa *Leptidoptera* yang memiliki sayap bersisik yang tersusun seperti atap genteng sehingga memberikan corak dan warna pada sayapnya (Peggie, 2014). Melakukan monitoring kupu-kupu memberikan manfaat dalam membangun kebijakan perlindungan dan konservasi terhadap kupu-kupu sebagai insekta yang

memiliki peran penting dalam ekosistem (Morris *et al.*, 1995; Ramana, 2010).

Kupu-kupu juga memiliki peranan ekonomi yang cukup penting. Ditinjau dari aspek ekonomi, kupu-kupu banyak dikoleksi sebagai hobi (New *et al.*, 1995; Peggie, 2014). Kegiatan CS dapat meningkatkan nilai ekonomi pemanfaatan kupu-kupu melalui kegiatan pelatihan budidaya dan konservasi kupu-kupu. Kupu-kupu yang eksotik dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi dapat dibudidayakan dan kemudian diekspor dalam bentuk benih atau produk yang memiliki nilai jual tinggi.

Indonesia sebagai salah satu negara megabiodiversitas memiliki keanekaragaman jenis kupu-kupu yang tinggi. Diperkirakan terdapat 17.700 spesies kupu-kupu di dunia dan 1.900 di antaranya ada di Indonesia (LIPI, 2014). Sebanyak 4.500 spesies kupu-kupu di seluruh dunia sudah terdokumentasikan (Khan, 2004). Hingga saat ini sudah banyak penelitian dan publikasi terkait biodiversitas kupu-kupu endemik Indonesia, antara lain seperti penelitian Badrunasar, (2014); Lestari, (2015); Rahman, (2018); Ruslan *et al.*, (2019); Lestari *et al.*, (2020); dan Muhelni and Anwar (2020), akan tetapi belum terdapat *database* digital yang representatif untuk menyimpan koleksi biodiversitas kupu-kupu Indonesia. Melalui kegiatan *Citizen Science* yang dilakukan secara *online* seperti menggunakan aplikasi *iNaturalis* atau *biodiversitywarrior* dapat menjadi solusi untuk pengumpulan data biodiversitas kupu-kupu Indonesia.

Sebaran biodiversitas kupu-kupu di Indonesia berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan menunjukkan tingkat keanekaragaman jenis yang tinggi artinya keragaman kupu-kupu di berbagai daerah Indonesia masih tergolong baik. Menurut Lestari (2015), tinggi rendahnya biodiversitas kupu-kupu di suatu wilayah dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik seperti suhu, sinar matahari, dan kelembapan temperatur.

Perkebunan jeruk merupakan salah satu habitat yang sesuai bagi perkembangan kupu-kupu khususnya pada Marga *Papilio* (Mustari & Gunadharma, 2016). Desa Sindanghaji yang terletak di Kabupaten Majalengka memiliki banyak perkebunan jeruk khususnya jeruk limau (*Citrus amblycarpa*), jeruk purut (*Citrus hystrix*) dan jeruk nipis (*Citrus aurantiifolia*) dan dapat menjadi habitat yang sangat baik untuk perkembangan kupu-kupu. Pada tahun 2021, perkebunan jeruk di sana mengalami penurunan luas lahan yang signifikan karena perubahan pola tanam dari jeruk ke komoditi lain dan alih fungsi lahan menjadi pemukiman telah merusak habitat bagi berbagai jenis hewan yang ada pada habitat tersebut termasuk kupu-kupu. Saat ini luas pertanian jeruk yang tersisa diperkirakan kurang dari 5 Ha. Hilangnya area perkebunan jeruk telah menyebabkan berbagai biodiversitas di sana mengalami penurunan populasi terutama kupu-kupu, untuk mengetahui dampak perubahan pola tanam dan alih fungsi lahan terhadap biodiversitas kupu-kupu pada perkebunan jeruk yang masih tersisa. Peneliti melakukan kegiatan monitoring biodiversitas kupu-kupu melalui kegiatan CS untuk mengetahui *trend* populasi kupu-kupu saat ini di masa mendatang.

Kegiatan monitoring kupu-kupu yang berbasis *Citizen Science* (CS) telah banyak dilakukan di berbagai negara dengan tujuan untuk monitoring, menghitung populasi, memprediksi dan konservasi kupu-kupu (Loos *et al.*, 2015; Wilson *et al.*, 2015; Lewandowski & Oberhauser, 2017; Dennis *et al.*, 2017; Deguines *et al.*, 2020). Melakukan monitoring kupu-kupu secara berkala penting untuk mengetahui distribusi, migrasi, pertumbuhan dan kematian kupu-kupu (Kantola *et al.*, 2019). Kegiatan monitoring biodiversitas kupu-kupu pada perkebunan jeruk di Desa Sindanghaji yang dilakukan bermanfaat untuk memonitoring biodiversitas kupu-kupu yang masih tersedia pada area perkebunan jeruk yang tersisa sehingga dapat menjadi bahan masukan bagi pemerintah desa

setempat untuk mengatur regulasi dalam berocok tanam dan alih fungsi lahan, serta mengedukasi para petani dalam pemanfaatan insektisida secara bijaksana agar kelestarian lingkungan tetap terjaga.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Sindanghaji Kecamatan Palasah Kabupaten Majalengka, Jawa Barat. Penelitian dilakukan pada dua area perkebunan jeruk yang tersisa di desa tersebut. Berikut peta lokasi dan area penelitian.



Gambar 1. (a) Peta Lokasi Penelitian; (b) Area Penelitian

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas *sweeping net*, toples, smartphone, *tally sheet* dan buku identifikasi kupu-kupu. Parameter lingkungan pada penelitian ini menggunakan data *real time* dari BMKG.

Prosedur Penelitian

a. Parameter Lingkungan Wilayah Penelitian

Parameter lingkungan wilayah penelitian yang digunakan meliputi suhu, kelembapan dan kecepatan angin. Data parameter lingkungan yang digunakan diambil secara *real time* dari situs BMKG sebagai berikut.

Tabel 1. Parameter Lingkungan di Area Penelitian

Faktor Abiotik	Parameter
Suhu	29 ⁰ C
Kelembapan	60%
Kecepatan Angin	1.39 m/s

(Sumber: <https://www.bmkg.go.id/>)

Berdasarkan Tabel 1 diatas, parameter lingkungan pada area penelitian tanggal 21 Mei 2020 pukul 09.00 sd 11.00 WIB menunjukkan suhu 29⁰C, kelembapan 60% dan kecepatan angin 1.39 m/s parameter tersebut baik bagi kupu-kupu untuk beraktivitas. Parameter lingkungan tersebut ideal bagi kupu-kupu untuk beraktivitas mencari makan, terbang di antara rumput dan alang-alang atau sekedar bertengger untuk mengeringkan sayapnya.

b. Pengambilan Data Penelitian

Monitoring biodiversitas kupu-kupu ini dilaksanakan di perkebunan jeruk limau (*Citrus amblycarpa*) yang berada di Desa Sindanghaji Kecamatan Palasah Kabupaten Majalengka dengan mengambil data dari dua kebun (Gambar 1). Penelitian dilakukan tiga tahap, yaitu tahap pertama, 1 Mei 2021 pengambilan sampel jenis kupu-kupu pada kebun 1 pagi dan sore. Tahap kedua, 12 Mei 2021 pengambilan sampel jenis kupu-kupu pada kebun 2. Kupu-kupu sampel dari kebun 1 dan 2 dijaring menggunakan jaring serangga

(sweeping) dan didokumentasikan dengan menggunakan *smartphone* dan diinput pada aplikasi *iNaturalis*. Penelitian tahap ketiga, dilakukan 21 Mei 2021 untuk pengambilan data dan penghitungan spesies kupu-kupu. Sampel kupu-kupu yang belum teridentifikasi ditangkap dan didokumentasikan untuk dianalisis lebih lanjut bersama partisipan CS kemudian dilepaskan kembali ke alam.

c. Identifikasi Data Penelitian

Data penelitian yang diperoleh kemudian diidentifikasi bersama *Citizen Scientist* (CS) yang terlibat dalam penelitian ini. Cara mengidentifikasi kupu-kupu dilakukan bersama CS menggunakan kunci determinasi dan buku panduan kupu-kupu dari Peggie (2014), analisis perbandingan foto kupu-kupu yang diperoleh CS dan database yang tersedia pada laman atau situs berikut: <http://ftp.funet.fi/pub/sci/bio/life/insecta/lepidoptera/> dan <https://www.discoverlife.org/>. Tujuan identifikasi ini untuk mempermudah

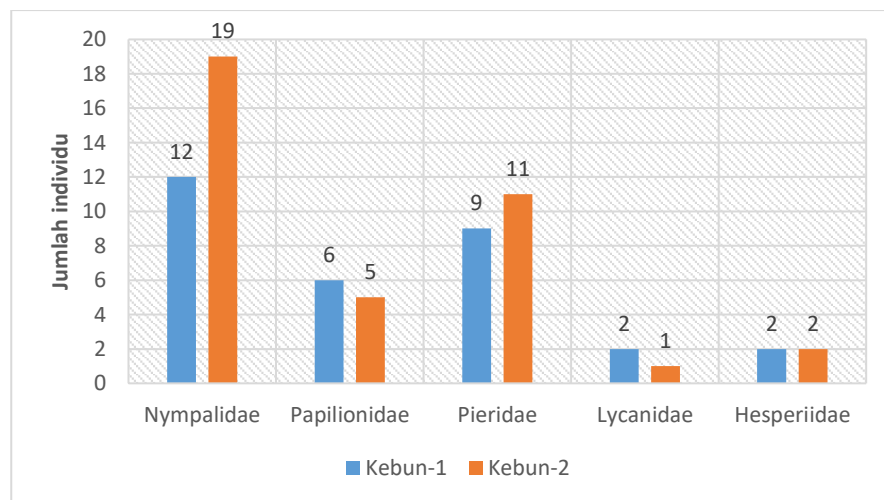
pengenalan spesies saat kegiatan penelitian dilaksanakan.

d. Teknik Analisis Data

Data yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi indeks dominansi, indeks keragaman, indeks keanekaragaman jenis dan indeks pemerataan jenis. Untuk menganalisis parameter-parameter tersebut digunakan software *Paleontological statistics* (PAST)..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kupu-kupu beraktivitas pada siang hari dengan sinar matahari yang tidak terlalu terik (Lestari et al., 2020). Hasil penelitian secara keseluruhan diperoleh 5 famili, 23 genus dan 41 spesies dengan rincian pada kebun 1 dengan luas sekitar 2,7 Ha terdapat 5 famili, 18 genus dan 31 spesies. Pada area kebun 2 dengan luas sekitar 1,6 Ha terdapat 5 famili, 22 genus, dan 38 spesies. Sebaran famili dan spesies kupu-kupu disajikan pada Gambar 2..



Gambar 2. Jumlah Famili dan Jumlah Spesies Kupu-kupu di Lokasi Penelitian

Berdasarkan Gambar 2, diketahui dari 5 famili yang teridentifikasi di area penelitian Nymphalidae memiliki spesies yang paling banyak, sedangkan Famili Hesperidae dan Lycaenidae memiliki jumlah spesies paling sedikit. Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa Nymphalidae merupakan famili kupu-

kupu yang paling banyak ditemukan di wilayah Indonesia (Ruslan, 2015; Sabran, 2021).

Hasil penelitian biodiversitas kupu-kupu pada dua area penelitian diperoleh dinamika populasi kupu-kupu yang berbeda. Keragaman kupu-kupu pada area kebun-2 lebih tinggi dari area kebun-1. *Laptosia nina*

dan *Junonia almana* merupakan spesies kupu-kupu yang paling sering ditemukan pada area penelitian. Data distribusi kupu-kupu yang

teridentifikasi pada area penelitian dapat dilihat pada Tabel 2

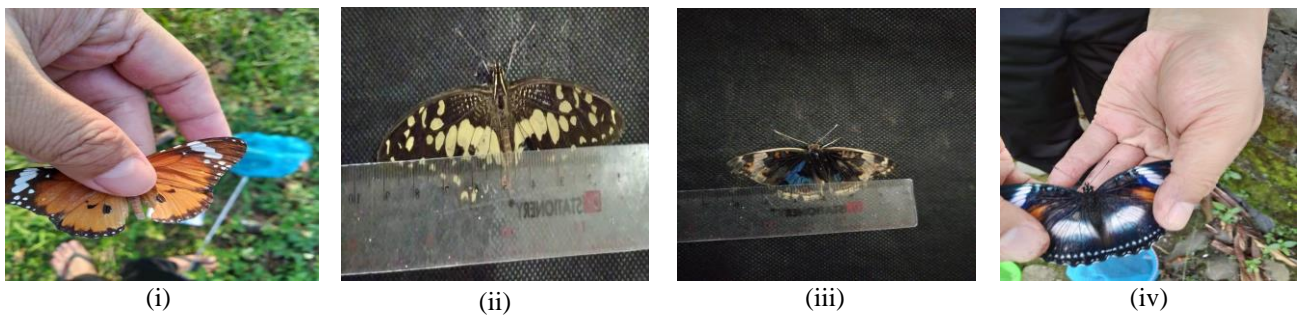
Tabel 2. Distribusi Kupu-kupu Di Perkebunan Jeruk Limau

No.	Famili	Genus	Spesies	Jumlah Individu	
				Kebun-1	Kebun-2
1.	Nymphalidae	Hypolimnas	<i>Hypolimnas bolina</i>	5	8
			<i>Hypolimnas misippus</i>	1	3
		Orsotriaena	<i>Orsotriaena medus</i>	1	2
			Neptis	<i>Neptis hylas</i>	3
		<i>Neptis nata</i>		1	2
		Mycalesis	<i>Mycalesis horsfieldii</i>	2	3
			<i>Mycalesis perseus</i>	1	2
		Junonia	<i>Junonia atlites</i>	0	2
			<i>Junonia hedonia</i>	0	1
			<i>Junonia almana</i>	8	19
			<i>Junonia orithya</i>	9	17
			<i>Junonia villida</i>	2	4
		<i>Junonia lemonias</i>	1	3	
		Euploea	<i>Euploea core</i>	0	2
		Melanitis	<i>Melanitis leda</i>	0	2
		Ariadne	<i>Ariadne ariadne</i>	0	1
		Faunis	<i>Faunis canens</i>	0	1
		Cupha	<i>Cupha erymanthis</i>	0	2
		Danaus	<i>Danaus chrysippus</i>	2	7
Papilio	<i>Papilio polytes</i>		1	3	
	<i>Papilio memnon</i>	5	6		
	<i>Papilio demoleus</i>	5	8		
Graphium	<i>Graphium agamemnon</i>	1	2		
	<i>Graphium doson</i>	1	0		
Pachliopta	<i>Pachliopta aristolochiae</i>	3	2		
3.	Pieridae	Eurema	<i>Eurema hecabe</i>	3	6
			<i>Eurema brigitta</i>	0	1
			<i>Eurema alitha</i>	0	2
			<i>Eurema blanda</i>	1	3
			<i>Eurema sari</i>	0	2
		Leptosia	<i>Leptosia nina</i>	14	16
		Appias	<i>Appias libythea</i>	2	3
			<i>Appias olferna</i>	1	0
			<i>Appias lycida</i>	2	4
		Catopsilia	<i>Catopsilia pomona</i>	7	12
<i>Catopsilia pyranthe</i>	2		4		

No.	Famili	Genus	Spesies	Jumlah Individu	
				Kebun-1	Kebun-2
4.	Lycanidae	Belenois	<i>Belenois aurota</i>	3	7
		Leptotes	<i>Leptotes plinius</i>	1	0
		Lampides	<i>Lampides boeticus</i>	1	3
5.	Hesperiidae	Suastus	<i>Suastus gremius</i>	1	4
		Pelopidas	<i>Pelopidas agna</i>	2	3
Jumlah	Famili (5)	Genus (23)	Spesies (41)	92	175

Gambar 3 menyajikan beberapa contoh spesies kupu-kupu yang paling dominan, merupakan spesies endemik diperkebunan

jeruk, memiliki warna yang unik, dan merupakan kupu-kupu yang berukuran cukup besar yang ditemukan di area penelitian.



Gambar 3. (i) *Junonia almana* (ii) *Papilio demoleus* (iii) *Junonia orithya*, (iv) *Hypolimnas bolina*

Citizen Scientist berperan membantu mengidentifikasi dan pengujian data. Hasil pengujian secara statistik terhadap parameter

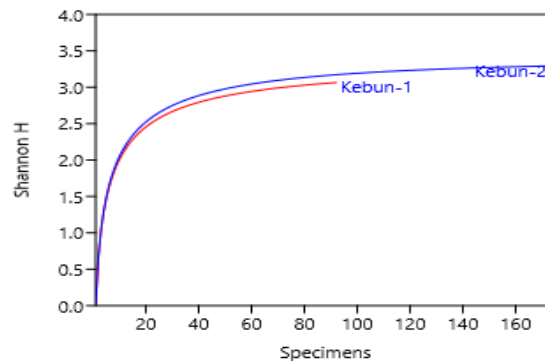
indeks dominansi, indeks keragaman jenis, indeks kemerataan dan indeks kekayaan jenis kupu-kupu dapat dilihat pada Tabel 3..

Tabel 3. Hasil Analisis Biodiversitas Kupu-kupu

Parameter	Kebun-1	Kebun-2
Jumlah genus	31	38
Jumlah individu	92	175
Indeks dominansi	0,936	0,9497
Indeks keanekaragaman jenis	3,065	3,294
Indeks kemerataan jenis	0,6916	0,7092
Indeks kekayaan jenis	6,635	7,164

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa pada kebun-1 terdapat 32 takson dengan jumlah individu sebanyak 92; indeks dominansi 0,936 (tidak ada spesies yang mendominasi); indeks keanekaragaman jenis 3,065 (tinggi), indeks kemerataan jenis 0,691 (cukup merata) dan dan indeks kekayaan jenis 6,635 (tinggi). Adapun untuk kebun-2 diketahui terdapat 38 taksa dengan jumlah

individu yang ditemukan sebanyak 175; indeks dominansi adalah 0,949 (yang artinya tidak ada spesies yang mendominasi); indeks keanekaragaman jenis 3,294 (masuk kategori tinggi), indeks kemerataan jenis 0,709 (cukup merata), dan indeks kekayaan jenis 7,164 (tinggi). Gambar 4 dibawah ini memperlihatkan distribusi keanekaragaman hayati pada area penelitian.



Gambar 4. Distribusi Keanekaragaman Hayati pada Area Penelitian

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 2 dapat diketahui bahwa biodiversitas kupu-kupu pada area kebun-1 dan kebun-2 menunjukkan bahwa indeks dominansi, indeks keragaman jenis, indeks pemerataan jenis dan indeks kekayaan jenis kupu-kupu pada area penelitian diperoleh perbedaan skor indeks pada kedua area penelitian. Area kebun 2 memiliki jumlah spesies dan individu yang lebih banyak dari kebun-1 hal ini menjadi indikasi bahwa distribusi spesies kupu-kupu yang ada pada kebun-2 lebih tinggi dibandingkan pada area kebun-1.

Mengacu pada penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa distribusi dan kelimpahan kupu-kupu dipengaruhi juga oleh iklim (Polgar *et al.*, 2013). Pada kebun 1 dengan area luas 2,7 Ha ternyata diperoleh jumlah spesies kupu-kupu yang lebih sedikit dibandingkan area kebun 2 yang memiliki luas 1,6 Ha. Faktor ini dapat disebabkan oleh beberapa alasan, yaitu: (1) area kebun-1 lebih dekat dengan pemukiman warga sehingga habitat kupu-kupu lebih terganggu oleh aktivitas manusia; (2) area kebun-1 dari pengamatan yang dilakukan peneliti lebih sering disemprot dengan pestisida untuk mengurangi semut pohon yang merusak perbungaan jeruk. Hal tersebut menyebabkan berkurangnya serangga yang mampu bertahan hidup. Penggunaan pestisida secara langsung juga membunuh larva maupun spesies kupu-kupu yang masih hidup (Muratet & Fontaine, 2015); (3) area kebun 2 dikelilingi oleh area

pertanian dan semak-semak yang banyak menghasilkan berbagai jenis tumbuhan penghasil nektar yang menjadi habitat dan makanan bagi kupu-kupu. Tipe habitat dan kelimpahan sumber makanan bagi larva dan kupu-kupu akan mempengaruhi keragaman jenis kupu-kupu pada suatu area (Ramesh *et al.*, 2010; Basset *et al.*, 2011).

Program CS dapat menjadi solusi bagi para ilmuwan dalam memonitoring dan mengevaluasi data biodiversitas kupu-kupu serta upaya konservasinya. CS dapat menjadi sumber informasi yang berguna bagi ilmuwan dalam menganalisis data kupu-kupu (Cima *et al.*, 2020). Program CS juga telah terbukti dalam penelitian ini membantu peneliti mempercepat proses identifikasi dan pengumpulan data penelitian. Selain itu, monitoring kupu-kupu dengan pendekatan CS pada perkebunan jeruk limau juga ternyata mampu meningkatkan kepedulian partisipan terhadap lingkungan dan biodiversitas (Deguines *et al.*, 2020). Kegiatan CS juga dapat mempengaruhi kebijakan pemerintah dalam perlindungan biodiversitas dan konservasinya (Couvet *et al.*, 2008; Kasperowski *et al.*, 2017). Kegiatan CS monitoring biodiversitas kupu-kupu dapat memberikan kontribusi dalam pengumpulan data biodiversitas kupu-kupu juga dapat memberikan rekomendasi bagi pemerintah desa setempat dalam mengedukasi para petani untuk mengatur pola tanam dan penggunaan pestisida yang lebih bijaksana agar tidak merusak lingkungan dan biodiversitas.

SIMPULAN

Hasil dari penelitian monitoring biodiversitas kupu-kupu pada perkebunan jeruk limau (*Citrus amblycarpa*) berbasis CS berhasil mendata kupu-kupu yang berasal dari 5 famili, 23 genus, dan 41 spesies kupu-kupu. Hasil pengujian secara statistik menunjukkan bahwa area penelitian memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi, mengindikasikan bahwa area tersebut memiliki kondisi ekosistem yang masih baik. Kegiatan *Citizen Science* dapat menjadi solusi dalam pengumpulan data penelitian ilmiah. *Citizen Scientist* dapat berkolaborasi dengan ilmuwan untuk mengumpulkan, menganalisis dan mempublikasikan hasil penelitian secara cepat dan efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua partisipan *Citizen Scientist* dari Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Majalengka yang telah terlibat dalam membantu dalam pengumpulan dan analisis data penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badrunasar, A. (2014). *Keragaman Kupu-kupu Arboretum Balai Penelitian Teknologi Agroforestry*. Ciamis: Balai Penelitian dan Teknologi Agroforestry
- Basset, Y., Eastwood, R., Sam, L., Lohman, D., Novotny, V., Treuer, T., Miller, S., Weiblen, G., Pierce, N., Bunyavejchewin, S., Sakchoowong, W., Kongnoo, P., & Osorio-Arenas, M. (2011). Comparison of rainforest butterfly assemblages across three biogeographical regions using standardized protocols. *The Journal of Research on the Lepidoptera*, 44, 17-28
- Carr, A. J. L. (2004). Why do we all need community science? *Society and Natural Resources*, 17(9), 841–849.
- Cima, V., Fontaine, B., Witté, I., Dupont, P., Jeanmougin, M., & Touroult, J. (2020). A test of six simple indices to display the phenology of butterflies using a large multi-source database. *Ecological Indicators*, 110(October 2019), 105885.
- Cooper, C. B., Dickinson, J., Phillips, T., & Bonney, R. (2007). Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. *Ecology and Society*, 12(2).
- Couvet, D., Jiguet, F., Julliard, R., Levrel, H., & Teysedre, A. (2008). Enhancing citizen contributions to biodiversity science and public policy. *Interdisciplinary Science Reviews*, 33(1), 95–103.
- Danielsen, F., Burgess, N. D., Balmford, A., Donald, P. F., Funder, M., Jones, J. P. G., Alviola, P., Balete, D. S., Blomley, T., Brashares, J., Child, B., Enghoff, M., Fjeldså, J., Holt, S., Hübertz, H., Jensen, A. E., Jensen, P. M., Massao, J., Mendoza, M. M., Yonten, D. (2009). Local participation in natural resource monitoring: A characterization of approaches. *Conservation Biology*, 23(1), 31–42.
- Deguines, N., Princé, K., Prévot, A. C., & Fontaine, B. (2020). Assessing the emergence of pro-biodiversity practices in citizen scientists of a backyard butterfly survey. *Science of the Total Environment*, 716(xxxx), 136842.
- Dennis, E. B., Morgan, B. J. T., Brereton, T. M., Roy, D. B., & Fox, R. (2017). Using citizen science butterfly counts to predict species population trends. *Conservation Biology*, 31(6), 1350–1361.
- Encarnação, J., Teodósio, M. A., & Morais, P. (2021). Citizen Science and Biological Invasions: A Review. *Frontiers in Environmental Science*, 8(January), 1–13.

- Gröbinger, O., Bou-Vinals, A., Hoffmann, B., Lee Komar, J., & Brigo, A. (2019). MOOCs in citizen science. *CEUR Workshop Proceedings*, 2356, 134–139.
- Hassan, I., Bream, A. S., El-Sayed, A., & Yousef, A. M. (2017). Suitability of Butterflies as Indicators of Ecosystem Condition: A Comparison of Butterfly Diversity across four habitats in Gir Wildlife Sanctuary. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci*, 4(4), 37–43.
- Irwin, A. (1995). *Citizen Science : A Study of People, Expertise and Sustainable Development*. London: Routledge.
- Kantola, T., Tracy, J. L., Baum, K. A., Quinn, M. A., & Coulson, R. N. (2019). Spatial risk assessment of eastern monarch butterfly road mortality during autumn migration within the southern corridor. *Biological Conservation*, 231(July 2018), 150–160.
- Kasperowski, D., Kullenberg, C., & Mäkitalo, Å. (2017). *Embedding Citizen Science in Research: Forms of engagement, scientific output and values for science, policy and society*. pp 1–20.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.106/MenLHK/Setjen/Kum.1/12/2018 .http://ksdae.menlhk.go.id/assets/news/peraturan/P.106-018_JENIS_TSL_.pdf
- Khan, M. Rafique, Khan, M. R., Ali, K., Bashir, I., Malik, I. A., & Mir, A. (2004). Biodiversity of Butterflies from Districts Poonach and Sudhnoti, Azad Kashmir. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(5), 556–560.
- Khan, Muhammad Rafique, Rafi, M. A., Munir, M., Hussain, S., Baig, M. W., & Khan, M. W. (2007). Biodiversity of butterflies from districts Kotli, Mirpur and Bhimber, Azad Kashmir. *Pakistan Journal of Zoology*, 39(1), 27–34.
- Lestari, F. L., et al. (2015). *Keanekaragaman kupu-kupu (Insekta: Lepidoptera) di Wana Wisata Alas Bromo, BKPH Lawu Utara, Karanganyar, Jawa Tengah*. 1(September), 1284–1288.
- Lestari, M., Widhiono, I., & Darsono, D. (2020). Keanekaragaman Dan Kemerataan Spesies Kupu-Kupu (Lepidoptera: Nymphalidae) Di Hutan Cagar Alam Bantarbolang, Pemalang, Jawa Tengah. *BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(1), 16.
- Lewandowski, E. J., & Oberhauser, K. S. (2017). Butterfly citizen scientists in the United States increase their engagement in conservation. *Journal: Biological Conservation*, 208, 106–112.
- LIPI. (2014). *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2014*. Jakarta: LIPI Press.
- Loos, J., Horcea-Milcu, A. I., Kirkland, P., Hartel, T., Osváth-Ferencz, M., & Fischer, J. (2015). Challenges for biodiversity monitoring using citizen science in transitioning social-ecological systems. *Journal for Nature Conservation*, 26, 45–48.
- Morris, M. G., Pollard, E., & Yates, T. J. (1995). Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation. In *The Journal of Applied Ecology*, Vol. 32(3): 673.
- Muhelni, L., and Anwar, H. (2020). The Diversity of Butterfly in Air Dingin Landfills, Balai Gadang, Padang City. *Berita Biologi*, 19(2), 207–213.
- Muratet, A., & Fontaine, B. (2015). Contrasting impacts of pesticides on butterflies and bumblebees in private gardens in France. *Biological Conservation*, 182, 148–154.
- Mustari, A. H., & Gunadharma, N. (2016). *Kampus Biodiversitas: Kupu-kupu di Wilayah Kampus IPB Dramaga*. Bogor: IPB Press.
- New, T. R., Pyle, R. M., Thomas, J. A., Thomas, C. D., & Hammond, P. C. (1995). *Butterfly conservation*

- management. *Annual Review of Entomology*, Vol. 40, 57–83.
- Peggie, D. (2014). *Mengenal Kupu-kupu*. Bogor: Pandu Aksara Publishing.
- Polgar, C. A., Primack, R. B., Williams, E. H., Stichter, S., & Hitchcock, C. (2013). Climate effects on the flight period of Lycaenid butterflies in Massachusetts. *Biological Conservation*, 160, 25–31.
- Rahman, A., Wulandari, M., dan Y. (2018). Identifikasi Jenis Kupu-kupu (Lepidoptera) Di Kawasan Deudap Pulo Aceh Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2018*, 44–46.
- Ramana, S. P. V. (2010). Biodiversity and conservation of butterflies in the Eastern Ghats. *Ecscan*, 4(1), 59–67.
- Ramesh, T., Hussain, K. J., Selvanayagam, M., Satpathy, K. K., & Prasad, M. V. R. (2010). Patterns of diversity, abundance and habitat associations of butterfly communities in heterogeneous landscapes of the department of atomic energy (DAE) campus at Kalpakkam, South India. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 2(4), 75–85.
- Ruslan, H. (2015). *Keanekaragaman Kupu-kupu*. Jakarta: LPU-UNAS. <http://repository.unas.ac.id/549/1/Buku-Kupu-kupu-Indonesia.pdf>
- Ruslan, H., Andayaningsih, D., & Wahyuningsih, E. (2019). Biodiversitas kupu-kupu (Lepidoptera) di Kawasan Cilintang, Taman Nasional Ujung Kulon Banten. *Bioma*, 15(1), 1–10.
- Sabran, M., Lembah, R. R. T., Wahyudi, B., Trianto, M., & Suleman, S. M. (2021). Jenis dan Kekerabatan Kupu-kupu (Lepidoptera) Di Taman Hutan Raya Sulawesi Tengah. *Biotropika*, 9(1), 46–55.
- Tulloch, A. I. T., Possingham, H. P., Joseph, L. N., Szabo, J., & Martin, T. G. (2013). Realising the full potential of citizen science monitoring programs. *Biological Conservation*, 165, 128–138.
- Wilson, J. J., Jisming-See, S. W., Brandon-Mong, G. J., Lim, A. H., Lim, V. C., Lee, P. S., & Sing, K. W. (2015). Citizen Science: The First Peninsular Malaysia Butterfly Count. *Biodiversity Data Journal*, 3(1).