



## KERAGAMAN SPESIES KUPU-KUPU (LEPIDOPTERA) SEBAGAI OBJEK PENGEMBANGAN EKOWISATA TWA SURANADI DAN UPAYA PENYUSUNAN E-MODUL EKOLOGI HEWAN

**Ismail Efendi<sup>1\*</sup>, I Wayan Karmana<sup>2</sup>, Siti Rabiatul Adawiyah<sup>3</sup>, Ahmad Aris Arifin<sup>4</sup>**

<sup>1,2,4</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan, Universitas Pendidikan Mandalika, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Masyarakat, Universitas Pendidikan Mandalika, Indonesia

\*Email: [ismailefendi\\_bio@undikma.ac.id](mailto:ismailefendi_bio@undikma.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.12921>

Submit: 27-10-2024; Revised: 07-12-2024; Accepted: 11-12-2024; Published: 30-12-2024

**ABSTRAK:** Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman spesies kupu-kupu sebagai objek pengembangan ekowisata TWA Suranadi dan upaya penyusunan e-modul ekologi hewan. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif. Teknik pengambilan data menggunakan teknik survey, dan pengambilan sampel dilakukan menggunakan *Purposive Random Sampling* dengan membagi wilayah TWA Suranadi ke dalam 4 jalur (jalur air, jalur kiri, jalur tengah, dan jalur kanan). Koleksi kupu-kupu dilakukan melalui teknik sweeping yang diimplementasikan secara acak. Sedangkan penelitian pengembangan terhadap modul ekologi hewan menggunakan desain 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Tahap *Develop* hanya terbatas pada uji validasi ahli untuk menilai *content validity* dan *construct validity* dari e-modul ekologi hewan. Hasil penelitian menunjukkan keragaman kupu-kupu berbeda-beda tiap jalur pengamatan. Jalur Tengah mendominasi dengan persentase distribusi yang tinggi mencapai 56,25%, Jalur Air 23,43%, Jalur Kiri 15,62%, dan Jalur Kanan memiliki persentase distribusi paling rendah 4,7%. Hasil analisis ekologi menunjukkan indeks keanekaragaman jenis pada empat lokasi penelitian berkisar 2,341 (Keanekaragaman Sedang), indeks kemerataan berkisar antara 0,152 (Kemerataan rendah), dan Dominansi 0,108 (rendah). Hasil uji validasi ahli menunjukkan hasil *content validity e-modul ekologi hewan* memiliki indeks sebesar 0,880 dengan kategori sangat valid, sedangkan aspek *construct validity* yang meliputi kelayakan penyajian memiliki indeks sebesar 0,902 kategori sangat valid dan aspek kelayakan bahasa rata-rata 0,770 kategori valid.

**Kata Kunci:** keragaman spesies, kupu-kupu, ekowisata, TWA Suranadi.

**ABSTRACT:** The purpose of this study is to identify the diversity of butterfly species as a potential object for ecotourism development in the TWA Suranadi and to develop an animal ecology e-module. This research is a descriptive exploratory study. Data collection was conducted using survey techniques, and samples were taken using *Purposive Random Sampling* by dividing the TWA Suranadi area into four transects (water transect, left transect, middle transect, and right transect). Butterfly collection was carried out using the sweeping technique implemented randomly. The development of the animal ecology module was designed using the 4D model (*Define, Design, Develop, and Disseminate*). The *Develop* phase was limited to expert validation to assess the content validity and construct validity of the animal ecology e-module. The results showed that butterfly diversity varied across the observation transects. The Middle Transect dominated with a high distribution percentage of 56.25%, followed by the Water Transect at 23.43%, the Left Transect at 15.62%, and the Right Transect with the lowest distribution percentage at 4.7%. Ecological analysis results indicated a species diversity index across the four research locations ranging at 2.341 (Moderate Diversity), an evenness index ranging from 0.152 (Low Evenness), and a dominance index of 0.108 (Low Dominance). Expert validation results showed that the content validity of the animal ecology e-module had an index of 0.880, categorized as very valid, while the construct validity, which included the feasibility of presentation, had an index of 0.902, categorized as very valid, and the feasibility of language aspect averaged at 0.770, categorized as valid.

**Keywords:** species diversity, butterflies, ecotourism, TWA Suranadi.



**How to Cite:** Efendi, I., Karmana, I., Adawiyah, S., & Arifin, A. (2024). Keragaman Spesies Kupu-Kupu (Lepidoptera) Sebagai Objek Pengembangan Ekowisata TWA Suranadi Dan Upaya Penyusunan E-Modul Ekologi Hewan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(2), 2245-2266. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.12921>



*Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi* is Licensed Under a [CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara megadiversitas di dunia (Von Rintelen *et al.*, 2017), hal itu dikarenakan Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi (Laurance *et al.*, 2023). Salah satu keanekaragaman hayati yang menonjol di Indonesia adalah kupu-kupu (Mairawita & Herwina, 2023). Kupu-kupu termasuk dalam ordo Lepidoptera yang merupakan kelas serangga terbesar kedua dengan sekitar 50.000 spesies. Ordo ini mencakup kupu-kupu dan ngengat, dengan sekitar 17.820 di antaranya adalah kupu-kupu (Merfat *et al.*, 2022). Kupu-kupu dikenal sebagai serangga yang memiliki warna yang cerah sehingga memiliki daya tarik yang membedakannya dengan ordo lepidoptera lainnya (Choi *et al.*, 2020). Global Biodiversity Information Facility (2021) mendata lebih dari 1900 spesies kupu-kupu telah teridentifikasi di Indonesia, dan menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan jumlah kupu-kupu terbanyak di dunia. Spesies endemik kupu-kupu yang ditemukan di Indonesia mencapai 50% (Koneri & Nangoy, 2019) sehingga peran penting pemerintah diperlukan dalam menyediakan area perlindungan seperti Taman Wisata Alam, Taman Nasional, Cagar Alam, Kawasan Konservasi, dan kawasan perlindungan lainnya untuk menjaga keanekaragaman hayati.

Indonesia memiliki potensi pengembangan dan pelestarian sumber daya alam melalui ekowisata (Harmonis *et al.*, 2020). Ekowisata tersebut berfokus pada pelestarian sumber daya alam dengan strategi konservasi, menjaga ekosistem alami, dan mendorong ekonomi masyarakat setempat (Meilani *et al.*, 2019). Hutan konservasi TWA Suranadi yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi merupakan salah satu contoh pengembangan dan pelestarian sumber daya alam melalui ekowisata. Taman Wisata Alam Suranadi adalah salah satu dari sebelas kawasan perlindungan di Indonesia yang dikembangkan oleh Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Provinsi Nusa Tenggara Barat. Kawasan TWA Suranadi memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi baik dari segi flora maupun fauna, termasuk beragamnya spesies kupu-kupu (Ilhamdi *et al.*, 2019). Kupu-kupu memegang peranan penting sebagai kekayaan hayati dengan nilai keindahan, signifikansi ekologi, potensi ekonomi, sumber penelitian, serta kontribusi terhadap kualitas lingkungan yang mendukung pengembangan sektor ekowisata (Volkan *et al.*, 2021; John, 2017). Kupu-kupu sangat sensitif terhadap gangguan habitat dan telah digunakan sebagai takson indikator untuk penelitian ekologi (Wang *et al.*, 2020; Subedi *et al.*, 2021), serta memainkan peran yang sangat penting sebagai polinator dan dapat berfungsi sebagai bioindikator terhadap perubahan kualitas lingkungan (Lestari *et al.*, 2015; Ubach *et al.*, 2020). Oleh karena itu, keberadaan kupu-kupu sangat diperlukan untuk menjaga kelestarian ekosistem.



Potensi kupu-kupu sebagai indikator ekologi telah banyak dibuktikan berdasarkan penelitian terdahulu. Subedi *et al.*, (2021) di Nepal menunjukkan bahwa kupu-kupu sangat sensitif terhadap perubahan kualitas lingkungan, terutama akibat urbanisasi dan deforestasi. Sebagai polinator, keberadaan kupu-kupu juga krusial dalam menjaga keseimbangan ekosistem (Ubach *et al.*, 2020). Studi di Filipina (Pla-Narbona *et al.*, 2022) menyoroti pentingnya kawasan konservasi dalam melestarikan populasi kupu-kupu endemik, yang secara tidak langsung mendukung sektor ekowisata. Bonebrake *et al.*, (2010) juga menyatakan bahwa kupu-kupu tidak hanya berfungsi sebagai indikator lingkungan, tetapi juga memainkan peran vital dalam studi ekologi tropis. Penelitian ini mencakup berbagai wilayah tropis seperti Asia Tenggara, Amerika Latin, dan Afrika, menunjukkan hubungan yang erat antara keanekaragaman kupu-kupu dengan fungsi ekosistem di daerah tropis. Hal ini menjadikan kupu-kupu elemen kunci dalam upaya konservasi dan pemantauan perubahan lingkungan secara global. Di Indonesia, Lestari *et al.*, (2015); Ilhamdi *et al.*, (2019) juga menerangkan bahwa kupu-kupu memiliki peran penting sebagai bioindikator perubahan ekosistem dan objek pariwisata alam.

TWA Suranadi diklasifikasikan sebagai salah satu kawasan yang memiliki keunikan bioekologi karena menyediakan habitat bagi berbagai jenis kupu-kupu. Ilhamdi *et al.*, (2019) merekomendasikan perlu dilakukan survei lanjutan terkait dengan keberadaan kupu-kupu di kawasan TWA Suranadi. Kebutuhan ini muncul karena masih minimnya data mengenai kupu-kupu, terutama terkait dengan struktur komunitas dan distribusi kupu-kupu, yang penting untuk keperluan sumber belajar dan sebagai objek pengembangan ekowisata. Berdasarkan penelitian terdahulu, spesies kupu-kupu yang telah teridentifikasi di TWA Suranadi baru 40 spesies kupu-kupu (Ilhamdi *et al.*, 2019), dan 60 spesies (Nugroho, 2017) yang tergolong ke dalam 5 famili, yaitu famili Nymphalidae mendominasi dengan 35,7%, diikuti oleh famili Pieridae sebanyak 29,9%, Lycaenidae sebanyak 17,8%, Papilionidae sebanyak 15,8%, dan Hesperidae sebanyak 0,9%. Berdasarkan data tersebut, dari 1900 spesies kupu-kupu yang telah teridentifikasi di Indonesia, baru hanya 5,26 % yang telah ditemukan dan teridentifikasi keberadaannya di TWA Suranadi.

Rendahnya spesies yang ditemukan di TWA Suranadi disebabkan karena masih kurangnya penelitian terkait hal tersebut (Nugroho, 2017; Ilhamdi *et al.*, 2019). Pentingnya melakukan penelitian untuk mengidentifikasi spesies-spesies kupu-kupu yang belum teridentifikasi di TWA Suranadi tidak hanya berkaitan dengan keberlanjutan ekosistem, tetapi juga memiliki dampak signifikan pada potensi objek wisata. Identifikasi spesies yang belum terdokumentasi akan memberikan nilai tambah pada keunikan TWA Suranadi sebagai destinasi ekowisata. Melibatkan komunitas lokal dalam upaya identifikasi ini juga dapat menciptakan peluang ekonomi lokal dan kesadaran lingkungan (Tauro *et al.*, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini bukan hanya memberikan kontribusi ilmiah, tetapi juga merangsang perkembangan sektor pariwisata melalui daya tarik unik yang ditawarkan oleh keberagaman kupu-kupu yang belum terungkap di TWA Suranadi. Untuk mengatasi rendahnya populasi dan identifikasi spesies kupu-kupu di TWA Suranadi, diperlukan peningkatan penelitian yang terfokus pada identifikasi spesies-spesies yang belum teridentifikasi.



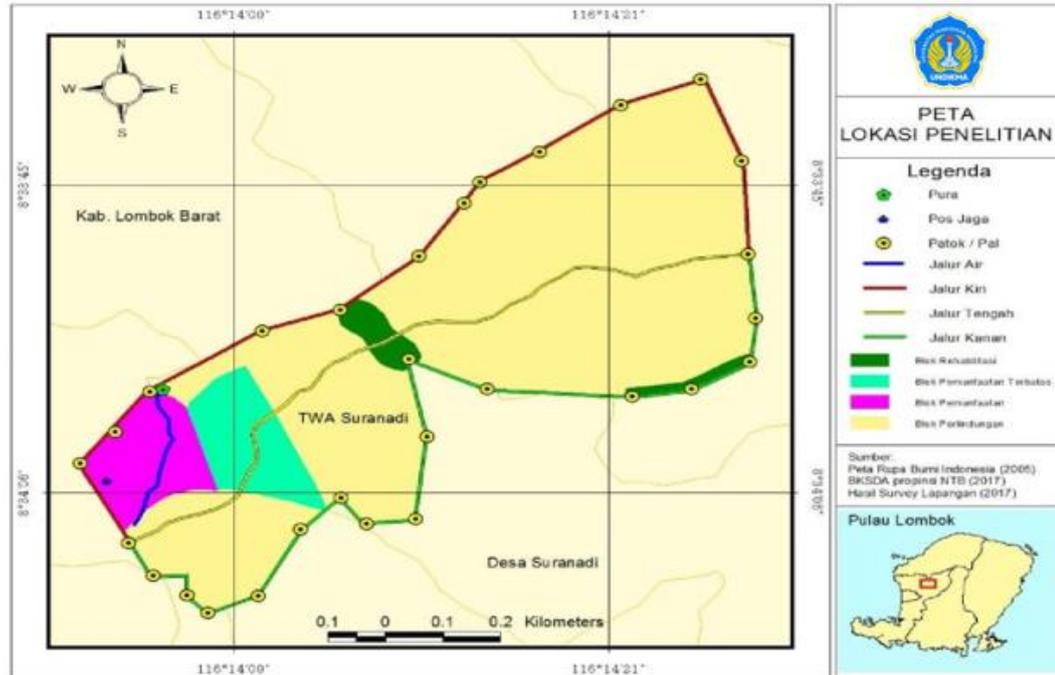
Universitas Pendidikan Mandalika (UNDIKMA) merupakan salah satu perguruan tinggi swasta di Provinsi Nusa Tenggara Barat. UNDIKMA memiliki 5 Fakultas, salah satunya adalah Fakultas Sains, Teknik dan Terapan (FSTT). FSTT memiliki 10 Program Studi, salah satunya adalah Program Studi Pendidikan Biologi. Pada Program Studi tersebut, terdapat mata kuliah Ekologi Hewan yang wajib ditempuh oleh mahasiswa pada semester IV (empat). Menurut RPS mata kuliah Ekologi Hewan terdapat pokok bahasan tentang keanekaragaman makhluk hidup. Oleh karena itu, penting untuk diketahui keragaman spesies Kupu-Kupu (Lepidoptera), selain sebagai objek pengembangan ekowisata TWA Suranadi, juga penting sebagai upaya penyusunan e-modul ekologi hewan. Jenis elektronik modul dipilih karena sangat relevan dengan pembelajaran berbasis teknologi abad 21 dengan memadukan konten yang interaktif, multimedia, dan aksesibilitas digital. E-modul ini memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri dan fleksibel, menggunakan berbagai perangkat seperti komputer, tablet, atau smartphone. Integrasi elemen multimedia seperti teks, gambar, video, dan animasi membantu menjelaskan konsep-konsep ekologi hewan yang kompleks dengan cara yang lebih menarik dan mudah dipahami (Arifin *et al.*, 2022).

Sesuai uraian latar belakang di atas, maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah; 1) untuk mengetahui keragaman spesies kupu-kupu (Lepidoptera) di TWA Suranadi yang diukur berdasarkan proporsi spesies, indeks keanekaragaman, indeks kemerataan, dan indeks dominansi, 2) Untuk mengetahui potensi keragaman spesies kupu-kupu (Lepidoptera) sebagai objek pengembangan ekowisata di TWA Suranadi, 3) Untuk mengetahui tingkat kevalidan e-modul ekologi hewan yang diukur berdasarkan validasi ahli dan uji keterbacaan oleh mahasiswa.

## **METODE**

Studi ini merupakan penelitian eksploratif untuk mendeskripsikan suatu gejala atau peristiwa secara mendetail (Sudirgayasa *et al.*, 2021). Sedangkan penelitian pengembangan terhadap modul ekologi hewan menggunakan 4D model (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Tahap *Develop* terbatas pada tahap uji validasi ahli, dan tahap *disseminate* dilakukan melalui publikasi ilmiah. Modul ekologi hewan divalidasi oleh 3 orang validator ahli untuk menilai *content* dan *construct validity*. Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif karena data-data yang dikumpulkan berupa angka, kalimat-kalimat, catatan photo, dan gambar (Roosinda *et al.*, 2021).

Lokasi penelitian lapangan dilaksanakan di TWA Suranadi, Narmada, Lombok Barat. Identifikasi spesies Kupu-Kupu dilaksanakan di Laboratorium Biologi FSTT UNDIKMA. Penelitian lapangan dilaksanakan pada awal Juli 2024, dan uji validasi e-modul ekologi hewan dilaksanakan pada Agustus 2024.



**Gambar 1. Peta Lokasi TWA Suranadi**

Pada penelitian deskriptif eksploratif yang menjadi populasi penelitian adalah seluruh spesies Kupu-kupu (Lepidoptera) di TWA Suranadi. Sampel penelitian deskriptif eksploratif adalah kupu-kupu yang ada di 4 lokasi penelitian. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara acak dengan membagi wilayah TWA Suranadi ke dalam 4 jalur (jalur air, jalur kiri, jalur tengah, dan jalur kanan).

Instrumen Penelitian eksploratif adalah alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yang terdiri dari Alkohol 70% dan Foemalin 40% untuk mengawetkan sampel kupu-kupu, *Sweepnet* (jaring serangga), kertas minyak untuk meletakkan sampel kupu-kupu, jarum suntik 5 ml, kertas label, buku catatan, buku identifikasi, alat tulis, kotak koleksi, kamera handphone untuk mendokumentasi kupu-kupu yang dijumpai, jam handphone pengukuran waktu awal dan akhir penelitian.

Instrumen penelitian pengembangan terdiri dari lembar validasi e-modul ekologi hewan. Instrumen lembar validasi yang digunakan diadaptasi dari BSNP 2013. Lembar validasi modul diberikan kepada tim validator ahli penyusunan bahan ajar yang berjumlah tiga orang, untuk dinilai sesuai dengan karakteristik elemen pada e-modul. Sehingga data yang diperoleh dalam penelitian ini berupa data kualitatif deskriptif berupa tanggapan dan saran perbaikan. Serta data kuantitatif berupa hasil validitas modul yang diperoleh dari hasil validasi angket.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **Observasi Langsung**

Observasi yaitu suatu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan kegiatan pengamatan, pencatatan langsung terhadap objek yang diamati. Koleksi kupu-kupu dilakukan melalui teknik sweeping yang diimplementasikan secara acak. Total ada empat jalur/transek yang dibuat (jalur air, jalur kiri, jalur tengah, dan jalur kanan).



Proses pengambilan sampel dilaksanakan mulai dari pukul 08.00 hingga 11.00 WITA. Pada setiap spesies, hanya satu spesimen kupu-kupu yang diambil sebagai sampel. Jika ditemukan spesies yang sama, kupu-kupu tersebut akan dilepas kembali untuk menghindari kemungkinan penghitungan ganda. Setiap spesimen yang berhasil ditangkap kemudian disuntik dengan alkohol 70% pada bagian toraks, lalu dimasukkan ke dalam kertas minyak dan diberi label sebagai tanda identifikasi.

### **Dokumentasi**

Dokumentasi merupakan pengumpulan data dengan cara mengambil data-data dari catatan, dokumentasi yang sesuai dengan masalah yang diteliti. Dokumentasi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pengambilan gambar-gambar pada saat penelitian dengan menggunakan kamera digital atau kamera HP.

### **Validasi**

Validasi dalam penelitian ini adalah dengan memberikan lembar validasi e-modul Ekologi Hewan kepada 3 orang validator ahli yang sudah ditunjuk untuk memberikan penilaian terhadap hasil pengembangan e-modul Ekologi Hewan. Validator menilai *content validity* (validasi konten) dan *construct validity* (validasi konstruk yang meliputi kelayakan penyajian dan kelayakan bahasa).

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **Identifikasi Spesies**

Penentuan nama spesies dari kupu-kupu yang diamati di TWA Suranadi, berpedoman dengan buku identifikasi *An Introduction to The Study Of Insects Sixth edition* alih bahasa oleh Gadjah Mada University Press.

### **Analisis Indeks Ekologi**

Untuk menentukan proporsi persentase keanekaragaman kupu-kupu di TWA Suranadi berdasarkan lokasi penelitian (jalur air, jalur kiri, jalur Tengah, jalur kanan), proporsi persentase famili, jumlah spesies, dan jumlah individu, digunakan analisis deskriptif dengan rumus kerapatan relatif mengacu pada rumus:

$$KR = \frac{ni}{N} \times 100 \%$$

Keterangan:

- KR = Kelimpahan
- N = Jumlah total seluruh individu kupu-kupu
- ni = Jumlah individu jenis ke-i

Untuk menentukan nilai indeks keanekaragaman spesies kupu-kupu (Lepidoptera) digunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dengan rumus:

$$H' = -\sum Pi \times \ln (Pi) ; Pi = ni/N$$

Keterangan:

- Pi = Kelimpahan
- N = Jumlah total seluruh jenis kupu-kupu
- ni = Jumlah tiap jenis kupu-kupu
- H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener
- Ln = Logaritma natural
- Pi = Proporsi nilai penting ke-I



Nilai kriteria indeks keanekaragaman adalah :

$H' < 1$	Keanekaragaman rendah
$1 \leq H' \leq 3$	Keanekaragaman sedang
$H' > 3$	Keanekaragaman tinggi

Untuk mengetahui pemerataan penyebaran individu spesies kupu-kupu di TWA Suranadi dapat dihitung dengan menggunakan indeks pemerataan jenis (evenness) dengan rumus:

$$E = \frac{H'}{H \max} \text{ ax adalah ln S}$$

Keterangan :

$H'$	=	Indeks Shannon-Wiener
$S$	=	Jumlah jenis kupu-kupu
$E$	=	Indeks pemerataan jenis (nilai antara 0-1)

Nilai kriteria indeks pemerataan jenis adalah sebagai berikut:

$0 < E \leq 0,4$	=	Keseragaman rendah, komonitas tertekan
$0,4 < E \leq 0,6$	=	Keseragaman sedang, komunitas labil
$0,6 < E \leq 1$	=	Keseragaman tinggi, komunitas stabil

Untuk menentukan jenis kupu-kupu yang dominan di dalam kawasan penelitian dapat ditentukan dengan menggunakan indeks dominansi (D) Simpson:

$$D = \sum p^2, \text{ dimana } p \text{ adalah } \frac{n}{N}$$

Keterangan:

$n_i$	=	jumlah tiap jenis kupu-kupu
$N$	=	Jumlah total seluruh jenis kupu-kupu
$D$	=	Indeks dominansi

Nilai kriteria indeks dominansi adalah sebagai berikut:

$0 < D \leq 0,5$	=	Dominansi rendah
$0,5 < D \leq 0,75$	=	Dominansi sedang
$0,75 < D \leq 1$	=	Dominansi tinggi

### **Analisis Aikens'V**

Hasil validasi e-modul ekologi hewan pada 3 komponen penilaian yang meliputi *content validity* (kelayakan konten) dan *construct validiy* (kelayakan penyajian dan kelayakan bahasa), dianalisis dengan menggunakan formula Aikens'V berikut:

$$V = \frac{\sum s}{(n(c-1))}$$

Keterangan:

$V$	=	Indeks validitas
$S$	=	$r - l_0$

- R = Angka yang diberikan oleh penilai  
 Lo = Angka penilaian validitas yang terendah yakni (1)  
 C = Angka penilaian validitas tertinggi yakni (4)

Berdasarkan hasil validasi e-modul ekologi hewan kemudian dilakukan interpretasi data berdasarkan kriteria kevalidan. Tingkat kevalidan ditentukan berdasar Tabel 1.

**Tabel 1. Tingkat Kevalidan E-Modul Ekologi Hewan**

Rentang Nilai	Tingkat Validasi
$V \geq 0,4$	Kurang valid
$0,4 > V < 0,8$	Valid
$V \geq 0,8$	Sangat valid

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi Spesies Kupu-Kupu di TWA Suranadi

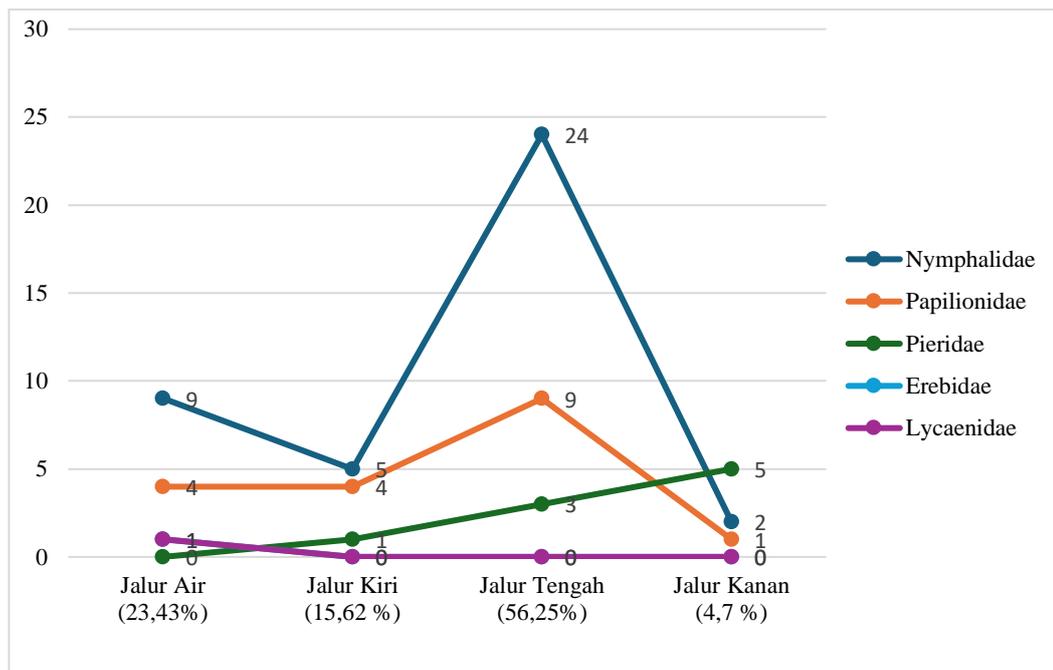
Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan ragam spesies kupu-kupu dalam beberapa famili diantaranya Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae, Erebidae, dan Lycaenidae hadir dengan berbagai spesies kupu-kupu yang memiliki ciri-ciri unik, mulai dari bentuk sayap yang indah hingga pola warna yang mencolok. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan 64 individu yang terdiri atas 16 spesies dan termasuk ke dalam 5 Famili kupu-kupu di kawasan TWA Suranadi (Tabel 2).

**Tabel 2. Proporsi Spesies Kupu-Kupu TWA Suranadi**

Famili	Jumlah Spesies	Jumlah Individu Tiap Jalur				Total Individu
		Air	Kiri	Tengah	Kanan	
Nymphalidae	<i>Parantica aglea</i>	2	1	-	-	3
	<i>Vindula dejone celebensis</i>	-	-	9	-	9
	<i>Euploea climena</i>	1	2	-	-	3
	<i>Mycalesis visala</i>	-	-	1	-	1
	<i>Hypolimnas misippus</i>	-	-	7	-	7
	<i>Junonia sp</i>	3	-	7	2	12
	<i>Nepthis hylas</i>	2	2	-	-	4
	<i>Melanitis phedipus</i>	1	-	-	-	1
Papilionidae	<i>Atrophaneura alcinous</i>	4	1	3	1	9
	<i>Battus polydamas</i>	-	2	4	-	6
	<i>Papilio peranthus</i>	-	1	2	-	3
Pieridae	<i>Hebomoia glaucipe</i>	-	1	-	-	1
	<i>Aphrissa statira</i>	-	-	1	-	1
	<i>Leptophobia aripa</i>	-	-	2	-	2
Erebidae	<i>Lygniodes ochrifera</i>	1	-	-	-	1
Lycaenidae	<i>Jamides alecto</i>	1	-	-	-	1
<b>Total Individu Tiap Jalur</b>		15	10	36	3	64
<b>Persentase (%)</b>		23,43	15,62	56,25	4,7	

Hasil penelitian yang telah dilakukan di TWA Suranadi menunjukkan distribusi spesies kupu-kupu pada empat jalur yang telah ditentukan: Jalur Air, Jalur

Kiri, Jalur Tengah, dan Jalur Kanan. Jalur Tengah mencatat keanekaragaman tertinggi dengan 36 individu, terutama dari famili Nymphalidae dan Papilionidae. Famili ini juga mendominasi distribusi di Jalur Air, yang memiliki kontribusi keanekaragaman kedua terbesar. Sebaliknya, Jalur Kiri dan Jalur Kanan memiliki keanekaragaman lebih rendah, diduga karena dekat dengan aktivitas pemukiman yang memengaruhi habitat kupu-kupu.

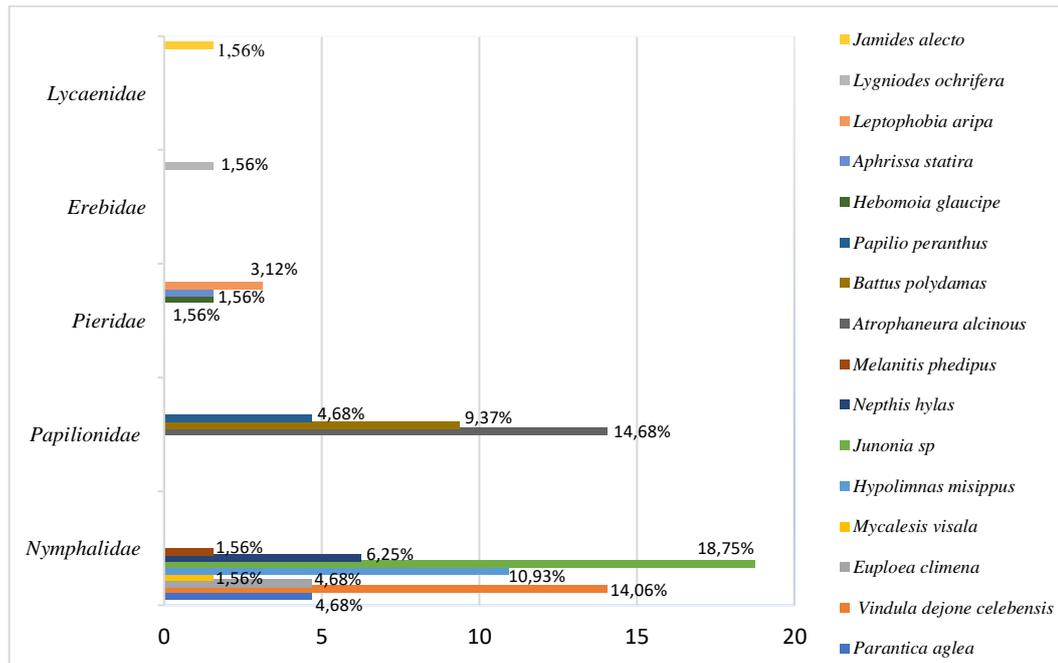


**Gambar 2. Proporsi Keanekaragaman Kupu-Kupu TWA Suranadi Berdasarkan Lokasi**

Distribusi spesies kupu-kupu di TWA Suranadi, dievaluasi berdasarkan persentase pada empat jalur yang telah ditentukan. Jalur Air memiliki kontribusi yang signifikan dengan persentase distribusi sebesar 23,43%, menunjukkan keberagaman spesies yang dapat dijumpai di sepanjang jalur ini. Jalur Kiri, dengan persentase distribusi sebesar 15,62%, menyumbang pada keragaman kupu-kupu di TWA Suranadi, meskipun tidak sebesar Jalur Tengah. Jalur Tengah mendominasi dengan persentase distribusi yang tinggi, mencapai 56,25%, menjadi fokus utama keanekaragaman kupu-kupu di wilayah ini. Sementara itu, Jalur Kanan memiliki persentase distribusi yang paling rendah, yaitu 4,7%, namun tetap memberikan kontribusi terhadap keragaman spesies. Analisis persentase ini memberikan gambaran tentang sebaran relatif spesies kupu-kupu di berbagai jalur, informasi yang berharga untuk pengelolaan dan pemahaman ekosistem TWA Suranadi, serta potensial dalam merancang strategi konservasi yang lebih terarah.

Keanekaragaman pada jalur air dan tengah termasuk dalam kategori tinggi karena beberapa faktor yaitu jumlah individu maupun jumlah total yang ditemukan pada kedua jalur tersebut lebih banyak daripada jalur kiri dan kanan. Selain itu, pada jalur kiri dan jalur kanan berdekatan dengan aktivitas pemukiman seperti perumahan warga dan jalan raya atau faktor urbanisasi. Sedangkan jalur air dan jalur tengah terdapat kawasan terbuka, semak dan beberapa tumbuhan yang sedang berbunga.

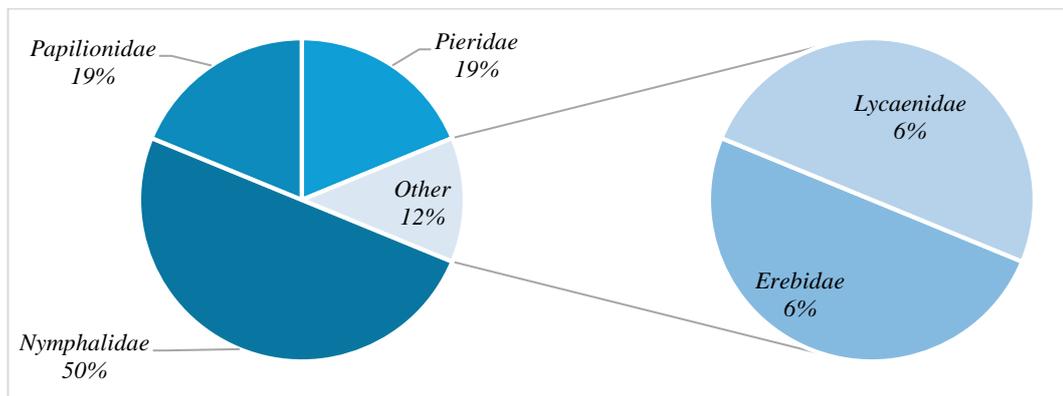
Sejalan dengan Khanal (2006), Kupu-kupu sering ditemukan di daerah yang dekat dengan air, tumbuhan berbunga dan area terbuka. Kehidupan kupu-kupu memiliki keterkaitan erat dengan keberadaan vegetasi (Ubach et al., 2023). Vegetasi memainkan peran penting dalam siklus hidup kupu-kupu, terutama dalam fase larva, di mana banyak spesies bergantung pada tanaman inang tertentu sebagai sumber makanan. Tanaman juga memberikan tempat untuk menetas telur dan menyediakan nektar sebagai sumber energi bagi kupu-kupu dewasa (Leksono, 2017).



**Gambar 3. Presentase Keanekaragaman Kupu-Kupu TWA Suranadi Berdasarkan Spesies**

Berdasarkan data pada Gambar 3 menunjukkan persentase keragaman kupu-kupu berdasarkan spesies untuk setiap famili. Pada famili Nymphalidae, terdapat beberapa spesies, seperti *Parantica aglea*, *Vindula dejone celebensis*, *Euploea climena*, dan lainnya. Total spesies dalam famili ini mencapai 40 individu dengan persentase distribusi sebesar 4,68% hingga 18,75%. Famili Papilionidae juga memberikan kontribusi signifikan terhadap keragaman, dengan spesies seperti *Atrophaneura alcinous*, *Battus polydamas*, dan *Papilio peranthus*. Total spesies dalam famili ini mencapai 18 individu dengan persentase distribusi sebesar 4,68% hingga 14,06%. Pada famili Pieridae, terdapat *Hebomoia glaucipe*, *Aphrissa statira*, dan *Leptophobia aripa*, yang memberikan kontribusi sebanyak 4 individu dengan persentase distribusi sebesar 1,56% hingga 3,12%.

Famili Erebidae dan Lycaenidae memiliki kontribusi lebih rendah, dengan masing-masing satu spesies (*Lygniodes ochrifera* dan *Jamides alecto*), yang masing-masing menyumbang 1,56% dari total distribusi.



**Gambar 4. Presentase Keanekaragaman Kupu-Kupu TWA Suranadi Berdasarkan Famili**

Keanekaragaman kupu-kupu di TWA Suranadi dapat diilustrasikan melalui presentase berdasarkan famili, yang memperlihatkan distribusi proporsi relatif dari setiap keluarga kupu-kupu. Berdasarkan Gambar 4 Nymphalidae menonjol sebagai Famili dengan kontribusi tertinggi yang mencapai 50% dari total presentase kupu-kupu di TWA Suranadi. Selanjutnya, Papilionidae dan Pieridae memiliki proporsi yang sama, yaitu masing-masing 18,75%. Meskipun proporsinya lebih rendah dibandingkan dengan Nymphalidae, kedua famili ini tetap memberikan kontribusi yang cukup berarti terhadap keanekaragaman kupu-kupu di TWA Suranadi. Sementara itu, Erebidae dan Lycaenidae masing-masing menyumbang 6,25% dari total proporsi. Penting untuk mencatat bahwa hasil ini dapat mencerminkan interaksi kompleks antara faktor lingkungan, ekologi, dan perilaku kupu-kupu di TWA Suranadi. Nymphalidae memiliki jumlah spesies paling tinggi dengan kontribusi tertinggi sebesar 50% dari total presentase kupu-kupu di TWA Suranadi.

Keanekaragaman kupu-kupu di TWA Suranadi dipengaruhi oleh sejumlah faktor ekologi yang berkontribusi terhadap distribusi spesies berdasarkan famili. Nymphalidae, yang menyumbang 50% dari total distribusi, mendominasi kawasan ini karena tingginya ketersediaan vegetasi berbunga yang berfungsi sebagai sumber nektar bagi kupu-kupu dewasa dan tanaman inang bagi larva, sebagaimana dilaporkan oleh Ubach *et al.*, (2023). Keberadaan area terbuka dan sumber air di Jalur Air dan Jalur Tengah juga menjadi habitat ideal bagi spesies ini, karena mendukung kebutuhan mineral (Subedi *et al.*, 2021). Sebaliknya, keanekaragaman lebih rendah di Jalur Kiri dan Jalur Kanan, yang lebih dekat dengan pemukiman dan jalan raya, kemungkinan disebabkan oleh dampak urbanisasi yang menurunkan kualitas habitat, serupa dengan temuan Pla-Narbona *et al.*, (2022). Selain itu, famili Nymphalidae menunjukkan kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap variasi lingkungan, seperti yang dilaporkan oleh Khyade *et al.*, (2018), sehingga mendukung dominasi mereka di ekosistem ini. Kombinasi faktor-faktor ini menggambarkan interaksi kompleks antara lingkungan, vegetasi, dan perilaku spesifik kupu-kupu yang memengaruhi distribusi famili di TWA Suranadi.

### **Karakteristik Morfologi Famili Kupu-Kupu**

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan ragam spesies kupu-kupu dalam beberapa famili diantaranya Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae, Erebidae, dan



Lycanidae. Kupu-kupu yang dapat ditemui di TWA Suranadi menampilkan karakteristik morfologi khas, dengan sayap yang seringkali tipis dan berwarna mencolok, menciptakan pola unik yang membantu dalam identifikasi nama spesies. Antena kupu-kupu, yang panjang dan bergelombang, berperan penting dalam pencarian makanan dan orientasi dalam lingkungan. Probosis yang panjang digunakan untuk mengisap nektar dari bunga, mendukung peran penting mereka sebagai penyerbuk. Mata besar dan kompleks membantu dalam deteksi lingkungan sekitar dan mungkin berperan dalam menghindari predator. Keanekaragaman morfologi ini mencerminkan adaptasi spesifik terhadap lingkungan TWA Suranadi, memperkaya biodiversitas dan memberikan nilai ekologis yang tinggi pada ekosistem tersebut.

Kupu-kupu dari famili *Nymphalidae* memiliki beberapa ciri khas yang mencakup kaki depan yang berstruktur mirip sikat, warna-warni sayap yang memukau, variasi ukuran tubuh yang luas, kaki depan yang tidak lengkap, sayap depan yang cenderung membentuk sudut, memiliki garis pinggir yang tidak teratur, serta panjang antenna sekitar setengah dari panjang sayap mereka. *Nymphalidae* adalah kelompok kupu-kupu yang memiliki penyebaran global. Kupu-kupu dengan ciri kosmopolit ini dapat ditemukan di berbagai daerah di seluruh dunia, mereka cenderung mendiami tempat-tempat yang terang seperti ladang, hutan, dan bahkan tertarik pada buah busuk atau kotoran hewan. Mereka memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi di berbagai jenis habitat karena kecenderungan untuk mengkonsumsi berbagai jenis tanaman (polifag). Sumber pakan utama famili *Nymphalidae* berasal dari berbagai famili seperti *Annonaceae*, *Leguminosae*, *Compositae*, dan *Poaceae* (Peggie & Amir, 2006).

*Nymphalidae* bersifat polifagus sehingga membantu kupu-kupu ini hidup dalam berbagai habitat, polifagus merupakan sifat kupu-kupu yang dapat melakukan oviposisi pada beberapa jenis tumbuhan (Lestari *et al.*, 2015). Kecenderungan untuk menjadi polifag berarti *Nymphalida* memiliki lebih dari satu jenis makanan yang dapat mereka konsumsi (Dewi *et al.*, 2016). Sifat polifag ini sangat bermanfaat bagi *Nymphalidae* karena memungkinkan mereka untuk tetap mendapatkan makanan meskipun tumbuhan inang utama tidak tersedia (Ilhamdi *et al.*, 2019). Famili ini merupakan kelompok kupu-kupu yang paling beragam dalam hal jumlah jenisnya dan tersebar di seluruh dunia, memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap beragam habitat berkat kemampuan polifagusnya (Estalita, 2012). Menurut Peggie & Amir (2006), kupu-kupu *Nymphalidae* memiliki beragam warna seperti coklat, oranye, jingga, kuning, dan hitam, serta memiliki beragam ukuran tubuh, mulai dari yang kecil hingga besar dengan panjang tubuh berkisar antara 2,5- 15 cm. Sebagian besar famili ini tidak memiliki ekor pada sayap mereka.

Sistem venasi pada sayap famili *Nymphalidae* merupakan ciri khas yang membedakan mereka dari kelompok kupu-kupu lainnya. Pertama-tama, sayap depan pada *Nymphalidae* cenderung memiliki lebar yang relatif lebih besar dan berbentuk segitiga. Sistem venasi pada sayap depan terdiri dari vena radius yang bercabang menjadi lima cabang yang dinamai R1, R2, R3, R4, dan R5. Selain itu, cubitus pada sayap depan tampak memiliki tiga cabang. Yang menarik adalah vena anal yang biasa disebut 3A pada sayap depan, yang merupakan ciri khas dari famili ini. Sementara pada sayap belakang *Nymphalidae*, terdapat dua vena anal, yaitu 1A dan 2A, yang membedakan sayap belakang dari sayap depan. Vena humerus pada sayap belakang bisa memiliki bentuk lurus atau bengkok pada ujungnya, yang dapat menjadi



karakteristik tambahan untuk mengidentifikasi spesies dalam famili ini. Selain itu, terdapat sel diskal pada sayap yang bisa terbuka atau tertutup oleh vena halus. Sistem venasi yang unik ini membantu para ilmuwan dan pengamat alam dalam mengklasifikasikan dan memahami keragaman famili *Nymphalidae* (Penz *et al.*, 2003).

Kupu-kupu dari famili Papilionidae kebanyakan memiliki ukuran tubuh yang besar dan ditandai dengan pola warna yang indah, memudahkan identifikasi. Panjang tubuh Papilionidae berkisar antara 5 hingga 28 cm dengan warna yang mencolok, dan sebagian besar anggotanya dikenal sebagai swallowtail karena memiliki ekor. Meskipun bentuk umum kupu-kupu jantan dan betina mirip, beberapa jenis seperti *Ornithoptera* dan *Papilio* menunjukkan dimorfisme, di mana bentuk jantan dan betinanya berbeda. Beberapa jenis, seperti *Papilio memnon*, menunjukkan polimorfisme pada betinanya, dengan variasi bentuk dan pola warna. Kupu-kupu betina umumnya lebih besar dengan sayap yang lebih membulat. Ulat Papilionidae biasanya makan dari tumbuhan *Aristolochiaceae*, *Rutaceae*, *Lauraceae*, *Annonaceae*, dan *Umbeliferae*. Meskipun setiap jenis memiliki inang berbeda, banyak kupu-kupu Papilionidae yang berbagi inang yang sama (Rohman *et al.*, 2019).

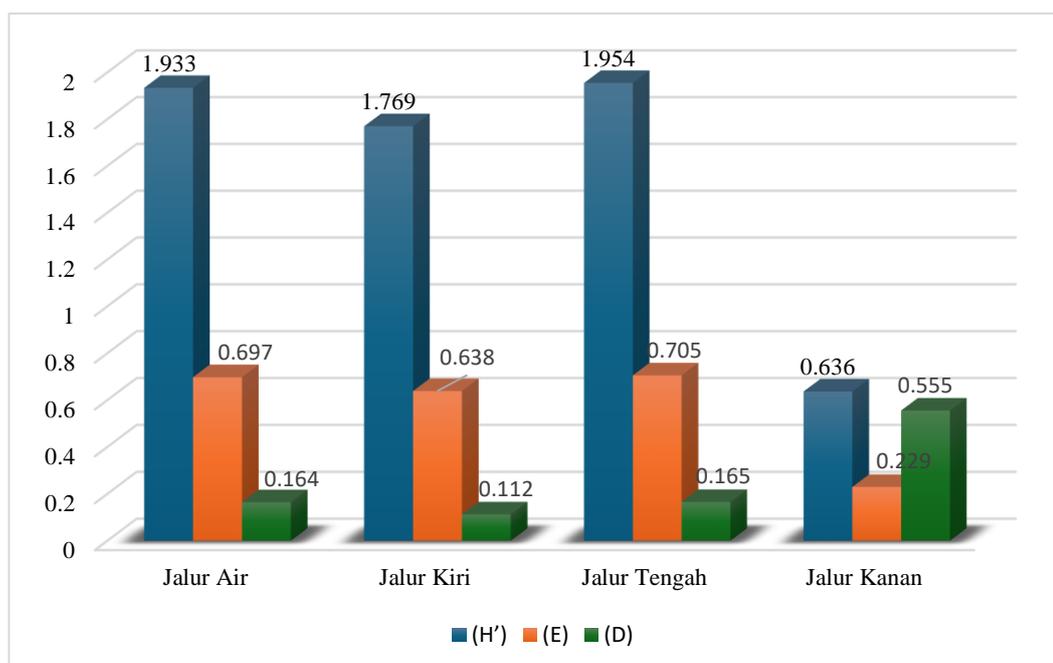
Famili Pieridae mencakup kupu-kupu dengan rentang ukuran kecil hingga sedang, berkisar antara 25 hingga 100 mm, dan memiliki kemampuan terbang yang jauh, bahkan beberapa spesies memiliki kecenderungan untuk migrasi. Kupu-kupu ini sering ditemukan berkumpul dalam jumlah besar di sekitar area perairan. Panjang sayap depan Pieridae berkisar antara 22 hingga 35 mm, dan yang menarik, mereka tidak memiliki ekor pada sayapnya. Beberapa spesies dalam famili ini dapat menyerap cahaya ultraviolet, yang membantu dalam proses pengenalan lawan jenis selama periode kawin. Secara umum, sayap kupu-kupu jantan cenderung lebih indah dibandingkan dengan betina. Warna umum untuk Pieridae adalah putih, kuning, atau oranye kekuningan, dengan sisi luar sayap belakang yang cerah. Famili ini ditandai oleh tungkai-tungkai depan yang berkembang baik dan kuku tarsus yang terbelah dua atau menggarpu (Borror *et al.* 1982). Pieridae sering menarik perhatian karena cenderung terbang bersama dalam kelompok besar (Rohman *et al.*, 2019).

Famili Erebidae adalah kelompok kupu-kupu yang mencakup berbagai spesies dengan karakteristik morfologi yang bervariasi. Kupu-kupu dalam famili ini dapat memiliki ukuran dan warna yang sangat beragam. Beberapa spesies Erebid memiliki sayap yang lebar dan berpola mencolok, sementara yang lain mungkin memiliki warna yang lebih gelap atau pola yang kompleks. Erebid juga dikenal dengan beberapa ciri khas, seperti adanya sel basal pada sayap depan dan adanya cakar di ujung abdomen. Famili Erebidae memiliki garis medial yang sangat melengkung, uncus ramping panjang dan valva bercabang kuat di distal dengan costa besar yang melebar ke distal dan proses sakulus berbentuk ibu jari di bagian alat kelamin kupu-kupu jantan serta antrum sklerotisasi, bursa duktus yang sangat meruncing, dan bursa korpus besar pada alat kelamin kupu-kupu betina (Choi *et al.*, 2020).

### **Indeks Ekologi Kupu-Kupu**

Hasil analisis indeks keanekaragaman jenis, kemerataan jenis dan dominansi menunjukkan indeks keanekaragaman jenis secara keseluruhan di TWA Suranadi dari empat lokasi penelitian berkisar 2,341 (Keanekaragaman Sedang), indeks kemerataan berkisar antara 0,152 (Kemerataan rendah), dan Dominansi 0,108

(rendah). Berdasarkan hasil tersebut dapat memberikan wawasan tentang struktur dan dinamika komunitas, yang dapat digunakan sebagai dasar untuk upaya konservasi dan pengelolaan ekosistem. Pemahaman terhadap keberagaman dan distribusi spesies, serta tingkat dominansi, sangat penting dalam merencanakan langkah-langkah untuk memelihara dan mempertahankan keberlanjutan biodiversitas di ekosistem tersebut (Rohman *et al.*, 2019).



**Gambar 5.** Nilai indeks Keanekaragaman Jenis (H'), Kemerataan (E), dan Dominansi (D)

Berdasarkan data pada Gambar 5 menunjukkan data indeks ekologi kupu-kupu TWA Suranadi pada empat jalur penelitian. Jalur Air memiliki indeks keanekaragaman jenis (H') sebesar 1,933 kategori sedang. Selanjutnya, indeks kemerataan jenis (E) sebesar 0,697 mengindikasikan distribusi relatif merata dari individu-individu antar spesies, sehingga memiliki tingkat kemerataan yang cukup baik, menunjukkan stabilitas dalam komunitasnya. Dominansi (D) yang relatif rendah, dengan nilai 0,164, menandakan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi secara signifikan di dalamnya. Pada Jalur Kiri indeks keanekaragaman jenis (H') sebesar 1,769 kategori keanekaragaman sedang. Sementara itu, indeks kemerataan jenis (E) sebesar 0,638 menunjukkan bahwa sebaran individu-individu antar spesies cenderung kurang merata. Meskipun tingkat kemerataan jenis masih dalam kategori sedang, distribusi populasi spesies mungkin tidak seimbang secara optimal. Dominansi (D) dengan nilai 0,112 menandakan dominansi rendah dari spesies tertentu di Jalur Kiri. Tidak adanya dominansi yang signifikan mencerminkan bahwa komunitas biologis di jalur ini memiliki struktur yang lebih merata, dengan kontribusi yang lebih seimbang dari berbagai spesies.

Jalur Tengah memiliki nilai indeks keanekaragaman jenis (H') sebesar 1,954 kategori keanekaragaman sedang hingga tinggi. Hal ini menandakan adanya variasi spesies yang relatif kaya di dalam komunitas tersebut. Selanjutnya, nilai indeks



kemerataan jenis (E) sebesar 0,705 mengindikasikan distribusi relatif merata dari individu-individu antar spesies. Jalur Tengah dapat dianggap memiliki tingkat kemerataan yang baik, menunjukkan stabilitas dalam struktur komunitasnya. Dominansi (D) dengan nilai 0,165 menunjukkan dominansi rendah dari spesies tertentu di Jalur Tengah. Tidak adanya dominansi yang signifikan mencerminkan bahwa kontribusi dari berbagai spesies di jalur ini didistribusikan secara merata. Serta pada Jalur kanan, indeks keanekaragaman jenis ( $H'$ ) sebesar 0,636 dengan kategori keanekaragaman rendah. Lebih lanjut, nilai indeks kemerataan jenis (E) sebesar 0,229 menunjukkan distribusi yang tidak merata dari individu-individu antar spesies. Dominansi (D) dengan nilai 0,555 menunjukkan dominansi yang tinggi dari spesies tertentu di Jalur Kanan. Hal ini menegaskan bahwa komunitas biologis di jalur ini didominasi oleh beberapa spesies dengan kontribusi yang jauh lebih besar daripada spesies lainnya.

Keberadaan kupu-kupu di TWA Suranadi dipengaruhi oleh sejumlah faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik melibatkan interaksi dengan makhluk hidup lainnya, termasuk jenis-jenis tanaman inang yang menjadi sumber makanan bagi ulat kupu-kupu. Ketersediaan nektar dari bunga-bunga tertentu juga menjadi faktor penting yang memengaruhi keberhasilan aktivitas penyerbukan kupu-kupu dewasa. Faktor biotik lainnya mencakup kehadiran predator alami dan pesaing antarspesies dalam ekosistem. Sementara itu, faktor abiotik, seperti suhu, kelembaban udara, dan ketersediaan cahaya matahari, juga berperan dalam memengaruhi keberlangsungan hidup dan aktivitas harian kupu-kupu. Kondisi lingkungan, seperti jenis tanah dan topografi, juga dapat mempengaruhi tipe vegetasi yang tumbuh dan, akhirnya, memengaruhi kelimpahan dan keragaman kupu-kupu di TWA Suranadi. Dengan memahami kompleksitas interaksi antara faktor biotik dan abiotik ini, upaya konservasi dapat lebih efektif dilakukan untuk mendukung populasi dan keanekaragaman kupu-kupu di kawasan tersebut.

Keanekaragaman yang sedang mencerminkan tingkat keragaman spesies dalam suatu komunitas (Kerr *et al.*, 2001). Keanekaragaman spesies yang tinggi dapat terjadi ketika komunitas tersebut terdiri dari banyak spesies dengan kelimpahan yang hampir sama. Sebaliknya, jika komunitas terdiri dari sedikit spesies dengan satu spesies yang dominan, maka keanekaragaman spesiesnya cenderung rendah (Koneri & Nangoy, 2019). Pendapat serupa juga diungkapkan oleh Pole (1974), bahwa tinggi atau rendahnya keanekaragaman tidak hanya ditentukan oleh jumlah spesies dalam suatu komunitas, tetapi juga oleh sejauh mana kelimpahan spesies-spesies tersebut merata. Nilai keanekaragaman yang tinggi menandakan stabilitas yang lebih besar dalam komunitas tersebut, sesuai dengan konsep yang dijelaskan oleh Odum (1993).

Tingkat keanekaragaman memiliki dampak yang signifikan terhadap keseragaman (E) dan dominansi (D) dalam suatu komunitas. Seiring dengan penurunan nilai keanekaragaman ( $H'$ ), nilai keseragaman (E) juga cenderung menurun. Hal ini menggambarkan bahwa dominansi (D) suatu spesies dalam komunitas menjadi lebih nyata. Ketika dominansi lebih terfokus pada satu spesies, nilai indeks dominansi meningkat. Sebaliknya, jika beberapa spesies mendominasi bersama-sama, nilai indeks dominansi akan cenderung. Dengan demikian, hubungan antara keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi menciptakan dinamika kompleks yang membentuk



struktur komunitas yang beragam. Indeks dominansi digunakan untuk mengetahui pemusatan spesies-spesies dominan sedangkan keseragaman menunjukkan pemerataan jumlah individu tiap spesies (Putra *et al.*, 2021).

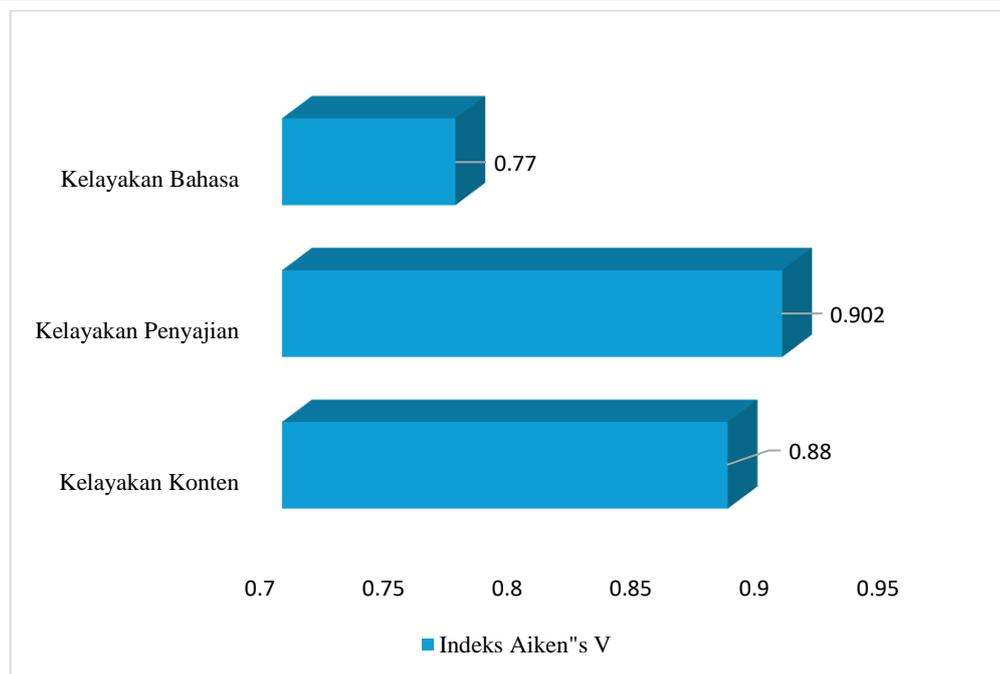
### **Potensi Kupu-Kupu Sebagai Objek Pengembangan Ekowisata TWA Suranadi**

TWA Suranadi adalah salah satu dari sebelas kawasan perlindungan di Indonesia yang dikembangkan oleh BKSDA Provinsi NTB. TWA Suranadi ditetapkan berdasarkan SK Mentan No. 646/Kpts/Um/10/76 tanggal 15 Oktober 1976 dengan luas 52 Ha dan terletak di Desa Suranadi, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Kawasan ini memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi baik dari segi flora maupun fauna. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beragamnya spesies kupu-kupu yang ditemukan pada setiap jalur penelitian membuka peluang untuk dikembangkan sebagai objek ekowisata di TWA Suranadi. Pada beberapa jalur penelitian menunjukkan beragamnya spesies kupu-kupu yang ditemukan, Jalur Tengah mendominasi dengan persentase distribusi yang tinggi mencapai 56,25%, Jalur Air 23,43%, Jalur Kiri 15,62%, dan Jalur Kanan memiliki persentase 4,7%.

Kupu-Kupu (Lepidoptera) memiliki potensi besar sebagai objek pengembangan ekowisata. Pada konteks global, Lepidoptera dikenal sebagai indikator lingkungan yang efektif, karena perubahan dalam persebarannya dapat mencerminkan kondisi ekologis dan iklim (Manurung *et al.*, 2021). Hal ini menjadikan Lepidoptera tidak hanya menarik untuk diamati, tetapi juga penting dalam penelitian lingkungan. Pengembangan ekowisata di TWA Suranadi dengan berbasis Lepidoptera dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap ekonomi lokal. Kupu-kupu sering kali menjadi objek pengamatan dan apresiasi, menarik minat wisatawan yang ingin menikmati keindahan alam dan belajar tentang keanekaragaman hayati. Program ekowisata yang memanfaatkan potensi ini dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya konservasi dan keberlanjutan lingkungan (Leksono, 2017). Selain itu, kegiatan ini juga dapat menciptakan peluang kerja bagi penduduk setempat melalui jasa pemandu wisata, pengelolaan habitat kupu-kupu, dan penjualan produk-produk terkait ekowisata.

### **Pengembangan E-modul Ekologi Hewan**

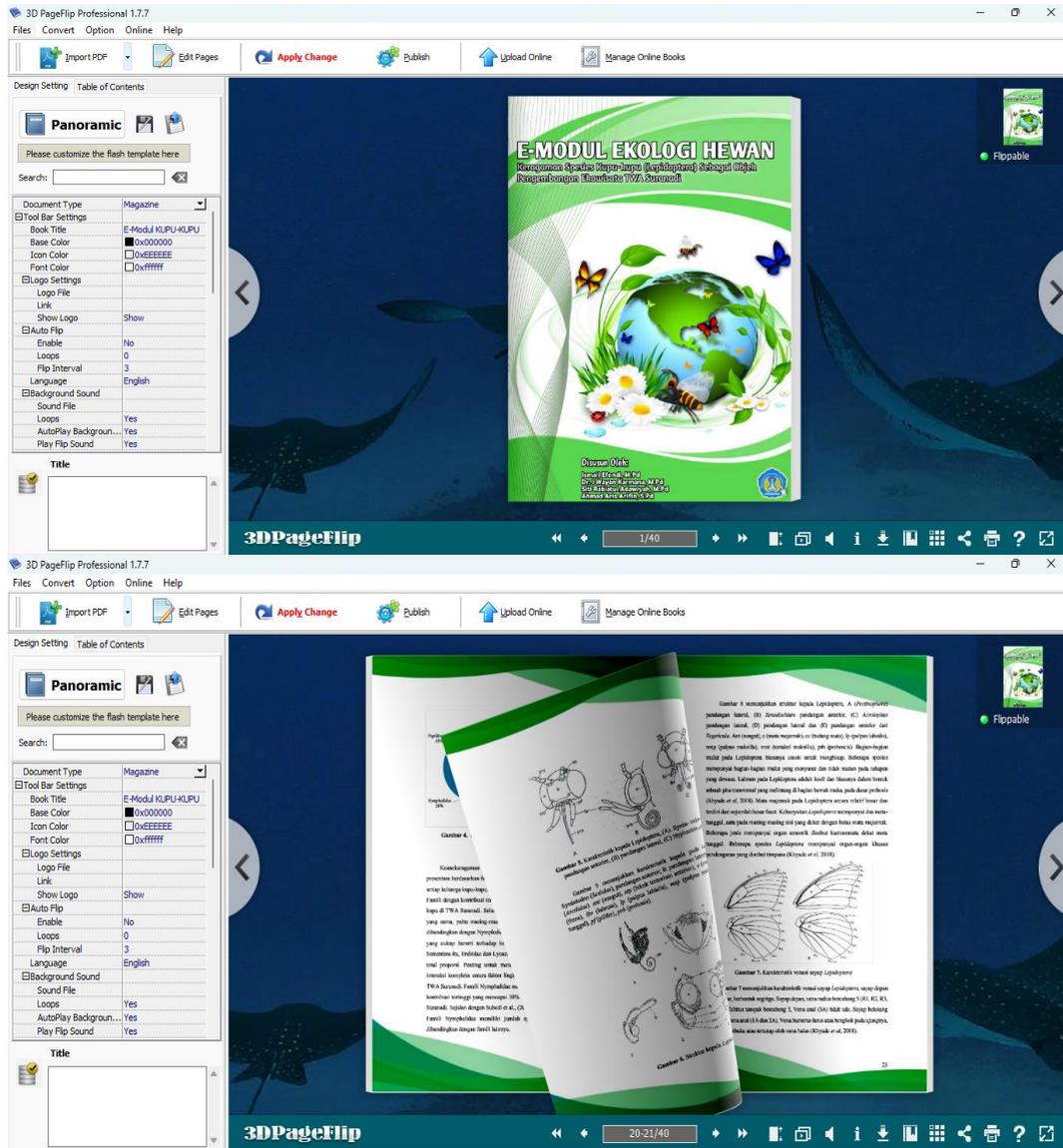
Berdasarkan hasil penelitian keragaman spesies kupu-kupu di TWA Suranadi telah dikembangkan menjadi E-modul Ekologi Hewan. Adapun hasil validasi e-modul ekologi hewan pada 3 komponen penilaian yang meliputi *content validity* (kelayakan konten) dan *construct validity* (kelayakan penyajian dan kelayakan bahasa) sebagai berikut:



**Gambar 5.** Hasil Uji Validasi Ahli Pada Komponen Penilaian yang Meliputi *Content Validity* (Kelayakan Konten) dan *Construct Validity* (Kelayakan Penyajian Dan Kelayakan Bahasa)

Gambar 5 menunjukkan hasil *content validity* e-modul ekologi hewan yang memiliki indeks sebesar 0,880 dengan kategori sangat valid, sedangkan aspek *construct validity* yang meliputi kelayakan penyajian memiliki indeks sebesar 0,902 kategori sangat valid dan aspek kelayakan bahasa rata-rata 0,770 kategori valid. E-modul adalah bahan ajar yang memiliki desain terstruktur yang dikemas menggunakan perangkat elektronik (Lestari & Parmiti, 2022). E-modul adalah sebuah modul yang dikemas dalam bentuk digital dengan bantuan suatu aplikasi (Kusmaharti & Yustitia, 2022). E-modul dapat diakses melalui perangkat elektronik seperti *smartphone* komputer, tablet atau PC. Pada e-modul terdapat gambar, suara dan video interaktif yang disajikan untuk menarik perhatian mahasiswa sehingga dapat meningkatkan suasana belajar (Yanarti *et al.*, 2022). Penggunaan e-modul memberikan kemudahan bagi mahasiswa untuk memahami atau mengulangi pembelajaran dan memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk belajar mandiri (Logan *et al.*, 2021).

Pengembangan e-modul dalam mata kuliah Ekologi Hewan, khususnya yang disusun berdasarkan hasil penelitian terkait keragaman spesies kupu-kupu di TWA Suranadi, memiliki beberapa keunggulan diantaranya e-modul memungkinkan akses yang lebih luas dan fleksibel bagi mahasiswa untuk mempelajari materi kapan saja dan di mana saja, sehingga dapat mendukung pembelajaran yang lebih mandiri dan interaktif. Dengan e-modul, data dan temuan terbaru tentang keragaman spesies kupu-kupu di TWA Suranadi dapat disajikan dalam format yang menarik dan mudah dipahami, seperti video, grafik interaktif, dan simulasi, yang dapat meningkatkan pemahaman dan minat mahasiswa terhadap topik Ekologi Hewan.



**Gambar 6. E-Modul Ekologi Hewan software 3D Pageflip Professional**

E-modul dalam penelitian ini disusun dengan bantuan *software 3D Pageflip Professional*, yang merupakan perangkat lunak untuk membuat bahan ajar dalam bentuk digital dengan efek 3D. Software ini dapat mengubah bahan ajar dalam bentuk PDF menjadi e-book 3D flash (Diana *et al.*, 2020). Bahan ajar dengan efek 3D ini akan memberikan suasana baru dalam proses pembelajaran di kelas karena guru dan peserta didik dapat membaca di berbagai sudut dengan efek 3D. Kelebihan media 3D Pageflip Professional ini antara lain: (1) Flip book media bisa dilipat (bolak balik) seperti buku sungguhan. Saat membalik halaman, terlihat seperti membalik buku, sehingga menimbulkan sensasi yang berbeda dan lebih menarik. (2) Pada setiap halaman dari flip book, disisipkan animasi yang mendukung materi pembelajaran berupa video atau flash animasi. (3) E-book merupakan media pembelajaran yang interaktif dalam menyampaikan informasi karena dapat menampilkan ilustrasi multimedia (Putra & Mufit, 2022).



## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut: 1) Hasil analisis ekologi menunjukkan indeks keanekaragaman jenis pada empat lokasi penelitian berkisar 2,341 (Keanekaragaman Sedang), indeks pemerataan berkisar antara 0,152 (Kemerataan rendah), dan Dominansi 0,108 (rendah). 2) Beragamnya spesies kupu-kupu yang ditemukan, berpotensi sebagai objek pengembangan ekowisata di TWA Suranadi. Hasil uji validasi ahli menunjukkan *content validity* e-modul ekologi hewan memiliki indeks sebesar 0,880 dengan kategori sangat valid, sedangkan aspek *construct validity* yang meliputi kelayakan penyajian memiliki indeks sebesar 0,902 kategori sangat valid dan aspek kelayakan bahasa rata-rata 0,770 kategori valid.

## SARAN

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan agar spesies kupu-kupu yang belum teridentifikasi di TWA Suranadi dapat terinventarisasi keberadaannya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusun mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Pendidikan Mandalika karena telah mengakomodasi pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, A. A., Armiani, S., Fitriani, H., & Efendi, M. H. (2022). Validitas Modul Biologi Terapan Berbasis Riset Pada Konsep Pemanfaatan Antosianin Kulit Terong Ungu Sebagai Biosensor. *Reflection Journal*, 2(2), 82-96.  
<https://doi.org/10.36312/rj.v2i2.727>
- Bibby, C., Martin, J. and Marsden, S. (2000) Expedition Field Techniques: Bird Surveys. BirdLife International, Cambridge.
- Borror, D.J., Triplehorn, C.A., & Johnshon, N.F. (1982). An Introduction to The Study Of Insects (Sixth edition). Gadjah Mada University Press.
- Choi, S. W., Kim, S. S., Heo, U. H., Kim, N. H., & Jeon, J. A. (2020). Four Species of the Family Erebidae (Lepidoptera), New to Korea. *Animal Systematics, Evolution and Diversity*, 36(2), 123-127.
- Dewi, B., Hamidah, A., & Siburian, J. (2016). Keanekaragaman dan kelimpahan jenis kupu-kupu (lepidoptera; rhopalocera) di sekitar Kampus Pinang Masak Universitas Jambi. *Biospecies*, 9(2).
- Diana, N., Latifah, S., Gunawan, I., & Anggriani, L. (2020). Physical module based on Higher Order Thinking Skill (HOTS) using 3D pageflip professional. *Journal of Physics: Conference Series*, 1572(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1572/1/012050>
- Estalita, R. S. (2012). Kelimpahan dan Keanekaragaman Spesies Kupu-Kupu (Lepidoptera; Rhopalocera) Pada Berbagai Tipe Habitat di Hutan Kota Muhammad Sabki Kota Jambi (The Richness and Diversity of Butterflies (Lepidoptera; Rhopalocera) in the Urban Forest of Muhammad Sabki, Jambi Province, Indonesia). *Jurnal Biospecies*, 5(2), 40-48.



- Global Biodiversity Information Facility. (2023). Keywords: Lepidoptera. <https://www.gbif.org/species/797>
- Harmonis, H., Rahim, A., Hidayat, H. A., Saud, O. R., Wilujeng, M., Sampe, R., ... & Butar, T. B. (2022). Diversity of butterflies in the tropical wetland of Kayan-Sembakung Delta, North Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(6). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230660>
- Ilhamdi, M.L., Al Idrus, A., & Santoso, D. (2018). Kupu-Kupu Taman Wisata Alam Suranadi. Gunung Sari: Arga Puji Press.
- Ilhamdi, M. L., Al Idrus, A., & Santoso, D. (2019). Struktur Komunitas Kupu-Kupu di Taman Wisata Alam Suranadi, Lombok Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(2), 147-153. <https://doi.org/10.29303/jbt.v19i2.880>
- John, B. (2017). Using Butterflies to Measure Biodiversity Health and Ecotourism in Thana Plaun. *Journal of Research: The Bede Athenaeum*, 8(1), 174-182. <https://doi.org/10.5958/0976-1748.2017.00024.8>
- Kerr, J. T., Southwood, T. R. E., & Cihlar, J. (2001). Remotely sensed habitat diversity predicts butterfly species richness and community similarity in Canada. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(20), 11365-11370. <https://doi.org/10.1073/pnas.201398398>
- Koneri, R., & Nangoy, M. J. (2019). Butterfly community structure and diversity in Sangihe Islands, North Sulawesi, Indonesia. *Applied Ecology & Environmental Research*, 17(2). [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702\\_25012517](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_25012517)
- Krebs, C. J. (2009). Ecology; the experimental analysis of distribution and abundance (Sixth Edition). Pearson International Edition, USA.
- Kusmaharti, D., & Yustitia, V. (2022). Self-regulated learning-based digital module development to improve students' critical thinking skills. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(1), 211–220. <http://dx.doi.org/10.24042/ajpm.v13i1.12756>
- Khanal, B. (2006). The late season butterflies of Koshi Tappu wildlife reserve, Eastern Nepal. *Our Nature*, 4(1), 42-47. <https://doi.org/10.3126/on.v4i1.501>
- Khyade, B. V., Gaikwad, P. M., & Vare, P. R. (2018). Explanation of Nymphalidae butterflies. *International Academic Journal of Science and Engineering*, 5(4), 24-47.
- Laurance, W. F., Mudhoffir, A. M., Pusparini, W., Meijaard, E., & Engert, J. E. (2023). In Indonesia and beyond nature conservation needs independent science. *Current Biology Magazine*, 33(13), R706-R707. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.04.068>
- Lee, T. H., Jan, F. H., & Chen, J. C. (2023). Influence analysis of interpretation services on ecotourism behavior for wildlife tourists. *Journal of Sustainable Tourism*, 31(5), 1233-1251. <https://doi.org/10.1080/09669582.2021.1949016>
- Lestari, D. F., Putri, R. D. A., Ridwan, M., & Purwaningsih, A. D. (2015). Keanekaragaman kupu-kupu (Insekta: Lepidoptera) di Wana Wisata Alas Bromo, BKPH Lawu Utara, Karanganyar, Jawa Tengah. In *Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(6), pp. 1284-1288.



- Lestari, H. D., & Parmiti, D. P. (2022). Pengembangan E-Modul IPA Bermuatan Tes Online untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Journal of Education Technology* 73-79, 41, 73–79. <https://doi.org/10.23887/jet.v4i1.24095>
- Leksono, A. S. (2017). *Ekologi arthropoda*. Universitas Brawijaya Press.
- Logan, R. M., Johnson, C. E., & Worsham, J. W. (2021). Development of an elearning module to facilitate student learning and outcomes. *Teaching and Learning in Nursing*, 16(2), 139–142. <https://doi.org/10.1016/j.teln.2020.10.007>
- Meilani, M. M., Andayani, W., Faida, L. R. W., & Maryudi, A. (2019). Ecotourism in Sebangau National Park: An avenue to enhance local community livelihoods while protecting the ecosystem. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 399(1), p.012112. IOP Publishing.
- Mairawita, M., & Herwina, H. (2023). The diversity of butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) at Tanahbala Island, North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(3).
- Merfat, B., Bibi, S., Akhtar, N., Ullah, Z., Khan, M. F., & Qureshi, I. Z. (2022). Butterfly (Order: Lepidoptera) species Richness, diversity and distribution in different localities of Battagram, Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(3), 1853-1857.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton university press.
- Nugroho, I. S. (2017). *Inventarisasi Keanekaragaman Jenis Kupu-Kupu (Lepidoptera) pada Berbagai Tipe Habitat di Taman Wisata Alam Suranadi*. (Skripsi). Faperta, Universitas Mataram.
- Oqtafiana, R., Priyono, B., & Rahayuningsih, M. (2013). Keanekaragaman Jenis Kupu-Kupu Superfamili Papilionoidea di Banyuwindu, Limbangan Kendal. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 5(1), 58-64.
- Odum, E. P., & Srigandono, B. (1993). *Dasar-dasar ekologi*. Gadjah Mada University Press.
- Peggie, Djunijanti., & Amir, Mohammad. (2006). *Practical guide to the butterflies of Bogor Botanic Garden = Panduan praktis kupu-kupu di Kebun Raya Bogor. Panduan Praktis Kupu-Kupu Di Kebun Raya Bogor*. Jakarta: LIPI.
- Penz, C. M., & Peggie, D. (2003). Phylogenetic relationships among Heliconiinae genera based on morphology (Lepidoptera: Nymphalidae). *Systematic Entomology*, 28(4), 451-479.
- Pole, R. W. (1974). *An Introduction to Quantitative Ecology*. New York: McGraw-Hill.
- Putra, W. P. E. S., Syukur, A., & Santoso, D. (2021). Keanekaragaman dan Pola Sebaran Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) yang Berasosiasi Pada Ekosistem Mangrove di Pesisir Selatan Lombok Timur. *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan*, 28, 223-242.
- Putra, A., & Mufit, F. (2022). Literature Review of Learning Media Development using 3D Pageflip in Physics Learning. *KONSTAN: Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 7(1), 7–11. <https://jurnalkonstan.ac.id/index.php/jurnal/article/view/88>



- Pla-Narbona, C., Stefanescu, C., Pino, J., Cabrero-Sañudo, F. J., García-Barros, E., Munguira, M. L., & Melero, Y. (2022). Butterfly biodiversity in the city is driven by the interaction of the urban landscape and species traits: a call for contextualised management. *Landscape ecology*, 1-12.
- Rohman, F., Efendi, M.A. & Andrini, L.R. (2019). Bioekologi Kupu-Kupu. FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Sudirgayasa, I. G., Surata, I. K., Sudiana, I. M., Maduriana, I. M., & Gata, I. W. (2021). Potensi Ekowisata Lembu Putih Taro Sebagai Konten dan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Kearifan Lokal Hindu Bali. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(2), 343-352.
- Subedi, B., Stewart, A. B., Neupane, B., Ghimire, S., & Adhikari, H. (2021). Butterfly species diversity and their floral preferences in the Rupa Wetland of Nepal. *Ecology and Evolution*, 11(5), 2086-2099.
- Tauro, A., Ojeda, J., Caviness, T., Moses, K. P., Moreno-Terrazas, R., Wright, T., & Rozzi, R. (2021). Field Environmental Philosophy: A Biocultural Ethic Approach to Education and Ecotourism for Sustainability. *Sustainability*, 13(8), 4526. <https://doi.org/10.3390/su13084526>
- Ubach, A., Páramo, F., Gutiérrez, C., & Stefanescu, C. (2020). Vegetation encroachment drives changes in the composition of butterfly assemblages and species loss in Mediterranean ecosystems. *Insect Conservation and Diversity*, 13(2), 151-161. <https://doi.org/10.1111/icad.12397>
- Von Rintelen, K., Arida, E., & Häuser, C. (2017). A review of biodiversity-related issues and challenges in megadiverse Indonesia and other Southeast Asian countries. *Research Ideas and Outcomes*, 3, e20860, 1-16. <https://doi.org/10.3897/rio.3.e20860>
- Volkan, G. E. N. Ç., SEVEN, E., & KAYMAZ, N. (2021). Determination of Butterflies' Potential in Tourism Diversification Based on a Route-Planning Case Study in Botan Valley National Park, Turkey. *Journal of Hospitality and Tourism Issues*, 3(2), 104-123.
- Webb, C.O., Slik, J.W.F. & Triono, T. (2010). Biodiversity inventory and informatics in Southeast Asia. *Biodivers Conserv* 19, 955–972. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9817-x>
- Wang, W. L., Suman, D. O., Zhang, H. H., Xu, Z. B., Ma, F. Z., & Hu, S. J. (2020). Butterfly conservation in China: from science to action. *Insects*, 11(10), 661.
- Yanarti, Y., Jumadi, J., Lelita, I., & Rosiningtias, W. (2022). Development of Archimedes Law Material E-Module on Motion Systems to Improve Student's Concept Understanding. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 2439–2447.