

ARTIKEL

## KEANEKARAGAMAN DAN DISTRIBUSI HERPETOFAUNA PADA BERBAGAI FUNGSI HUTAN DI KESATUAN PENGELOLAAN HUTAN (KPH) KAPUAS HULU UTARA, KALIMANTAN BARAT

[*Diversity and Distribution of Herpetofauna in Various Forest Functions in the Kapuas Hulu Utara Forest Management Unit (FMU), West Kalimantan*]

Ikhwanudin Rofi'i<sup>1</sup>, Subeno<sup>2</sup>, Frita Kusuma Wardhani<sup>2\*</sup>, Rika Bela Rahmawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Balai Pengendalian Kebakaran Hutan Wilayah Jawa Bali Nusa Tenggara, Kementerian Kehutanan, Jl By Pass Ngurah Rai km 21, Denpasar, Bali 80221.

<sup>2</sup> Departemen Konservasi Sumber Daya Hutan, Fakultas Kehutanan, UGM, Jl Agro no 1, Sleman, Yogyakarta 55281.

<sup>3</sup> Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, UGM, Jl Agro no 1, Sleman, Yogyakarta 55281

### ABSTRAK

Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Kapuas Hulu Utara adalah salah satu wilayah pengelolaan hutan berbasis tapak yang terbagi dalam enam wilayah kerja berdasarkan fungsi hutan. Berbagai kegiatan yang dilakukan di kawasan tersebut dapat memengaruhi kehidupan satwa, salah satunya yaitu herpetofauna yang merupakan bio-indikator kesehatan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan distribusi spasial spesies herpetofauna pada berbagai fungsi hutan di KPH Kapuas Hulu Utara. Penelitian dilakukan pada tiga fungsi hutan yang dominan di KPH Kapuas Hulu Utara, yaitu hutan lindung, hutan produksi, dan hutan produksi terbatas. Data keanekaragaman spesies herpetofauna diambil menggunakan metode VES rancangan transek atau jalur (*VES with transect design*) sepanjang ± 1 km dan dianalisis dengan menggunakan Indeks Shannon, sedangkan pola distribusi herpetofauna diketahui dengan menggunakan Indeks Dispersi dan Indeks Green. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh 86 spesies herpetofauna yang terdiri dari 36 spesies amfibi dan 50 spesies reptil. Indeks diversitas di hutan lindung tertinggi dibandingkan fungsi hutan lainnya, dengan nilai 3,01 sedangkan yang terendah pada fungsi hutan produksi dengan nilai diversitas sebesar 2,47. Herpetofauna di KPH Kapuas Hulu Utara memiliki pola distribusi mengelompok dengan nilai indeks dispersi sebesar 11,87 dan indeks green sebesar 0,36.

**Kata kunci:** distribusi, herpetofauna, keanekaragaman

## **ABSTRACT**

The Kapuas Hulu Utara Forest Management Unit (FMU) is one of the site-based forest management areas divided into six working areas based on forest function. Various activities carried out in the area can affect animal life, one of which is herpetofauna, which is a bio-indicator of environmental health. This study aims to determine the diversity and spatial distribution of herpetofauna species in different forest functions in Kapuas Hulu Utara FMU. The research was conducted on three dominant forest functions in the Kapuas Hulu Utara FMU, namely protection forest, production forest, and limited production forest. Data on herpetofauna species diversity were collected using the VES method with transect design along ± 1 km and analyzed using the Shannon Index. While herpetofauna distribution patterns were known using the Dispersion Index and Green's Index. Based on the results, 86 species of herpetofauna were obtained, consisting of 36 species of amphibians and 50 species of reptiles. The diversity index in protected forests was the highest compared to other forest functions with a value of 3.01, while the lowest was in the production forest function with a diversity value of 2.47. In addition, the herpetofauna in Kapuas Hulu Utara FMU has a clustered distribution pattern with a dispersion index value of 11.87 and a green index value of 0.36.

**Keyword:** distribution, herpetofauna, diversity

## **PENDAHULUAN**

KPH Kapuas Hulu Utara adalah salah satu wilayah pengelolaan hutan sesuai fungsi pokok dan peruntukannya yang dapat dikelola secara efisien dan lestari yang surat keputusan kelembagaannya ditetapkan melalui Peraturan Gubernur Provinsi Kalimantan Barat nomor 37 tahun 2020 tentang perubahan atas Peraturan Gubernur nomor 97 tahun 2017 tentang pembentukan, susunan organisasi, tugas, dan fungsi serta tata kerja unit pelaksana teknis kesatuan pengelolaan hutan wilayah Kapuas Hulu Utara, Provinsi Kalimantan Barat. Secara histori, KPH Kapuas Hulu Utara sebelumnya merupakan KPHP Kapuas Hulu yang dibentuk berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan nomor SK.380/Menhut-II/2011 tanggal 18 Juli 2011 dengan luas 458.025 ha (Azwar, 2014). Fungsi hutan di KPH Kapuas Hulu Utara terbagi menjadi tiga wilayah, yaitu peruntukan hutan lindung seluas ± 224.522 ha, hutan produksi ± 83.241 ha dan peruntukan hutan produksi terbatas seluas ± 150.262 ha. Berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan nomor 50 tahun 2009 tentang penegasan status dan fungsi kawasan hutan, diketahui bahwa kawasan hutan lindung, hutan produksi, dan hutan produksi terbatas memiliki karakteristik yang berbeda-beda dalam pengelolaan wilayah khususnya dalam pemanfaatan sumber daya alam yang ada. Berbagai kegiatan disetiap fungsi hutan yang bervariasi secara langsung atau tidak langsung memengaruhi kehidupan satwa termasuk diantaranya yaitu herpetofauna.

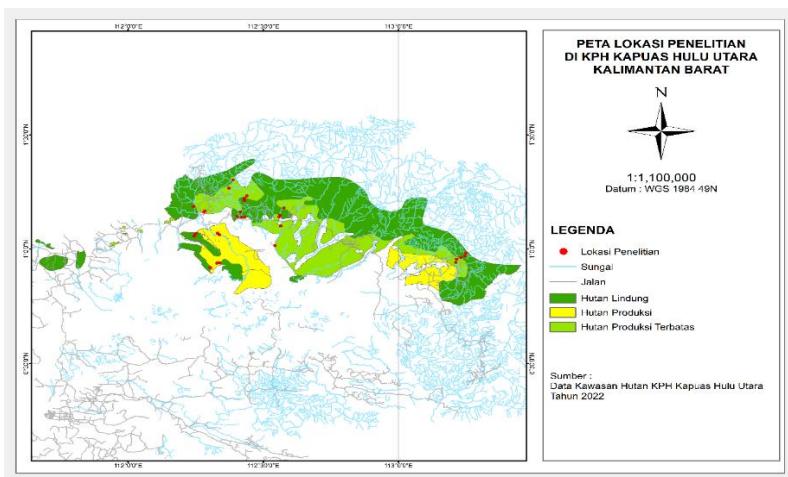
Kehadiran dan keragaman spesies herpetofauna dalam ekosistem sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekologis dan menunjukkan kesehatan lingkungan. Herpetofauna, yang mencakup amfibi dan reptil, berfungsi sebagai bioindikator karena kepekaannya terhadap perubahan habitat dan polusi (Kadafi *et al.*, 2024). Satwa tersebut memainkan peran penting dalam jaring makanan, pengendalian hama, dan siklus nutrisi, berkontribusi pada stabilitas ekosistem secara keseluruhan (Nazri *et al.*, 2024). Setiap fungsi hutan tersebut memiliki kondisi habitat yang beragam, sehingga secara langsung ataupun tidak langsung diduga dapat memengaruhi eksistensi dan sebaran herpetofauna di KPH Kapuas Hulu Utara. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan distribusi herpetofauna pada berbagai fungsi hutan di KPH Kapuas Hulu Utara, selain dapat dijadikan sebagai *database*, dapat pula menunjang dan menjadi bahan pertimbangan dalam penyusunan strategi pengelolaan hutan yang akan dilakukan oleh KPH Kapuas Hulu Utara.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Waktu dan Tempat**

KPH Kapuas Hulu Utara secara geografis terletak pada  $111^{\circ}55'4,8''$  BT– $113^{\circ}19'37''$  BT dan  $1^{\circ}23'16,8''$  LU –  $0^{\circ}53'24''$  LU dan secara administratif berada di Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat. Kehadiran air secara signifikan mempengaruhi keanekaragaman dan distribusi herpetofauna, terutama di ekosistem lahan basah. Badan air berfungsi sebagai habitat kritis bagi amfibi dan reptil, mempengaruhi kelimpahan dan interaksi ekologisnya. Guzy *et al.* (2019) menyebutkan, herpetofauna, berkorelasi secara positif dengan keberadaan air karena ketergantungan

mereka pada lingkungan yang lembap untuk berkembang biak, mencari makan, dan berlindung. Oleh karena itu, pengamatan difokuskan pada daerah sekitar sungai-sungai yang berada di hutan lindung, hutan produksi, dan hutan produksi terbatas (Gambar 1). Waktu penelitian dilaksanakan pada 3 Juli-7 Oktober 2015.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian di KPH Kapuas Hulu Utara (*Map of the research site in Kapuas Hulu Utara FMU*).

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta kawasan KPH Kapuas Hulu Utara, GPS, *handling* ular, kantong spesimen (plastik dan karung), spidol permanen, sarung tangan, kamera, buku identifikasi, *tallysheet*, alat tulis, kaliper, timbangan, *headlamp*, dan laptop, sedangkan bahan penelitian adalah herpetofauna yang ditemukan di lokasi penelitian.

### Metode

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data herpetofauna adalah *visual encounter survey* (VES) atau survei perjumpaan visual dengan rancangan transek atau jalur (*VES with transect design*) (Heyer *et al.*, 1994) sepanjang  $\pm 1$  km dengan jumlah pengamatan sebanyak 31 jalur, dengan rincian 15 jalur di hutan lindung, 5 jalur di hutan produksi, dan 11 jalur di hutan produksi terbatas. Pengamatan dilakukan pada dua waktu yang berbeda, yaitu pagi hari (mulai pukul 05.30-17.00 wib) dan malam hari (18.30-24.00 wib). Pengamatan pada pagi dan malam hari dilakukan dengan tujuan agar semua spesies herpetofauna *diurnal* dan *nocturnal* dapat dijumpai. Identifikasi spesies yang dilakukan mengacu pada Malkmus *et al.* (2002), Inger dan Stuebing (2005) untuk amfibi, sedangkan untuk reptil mengacu pada Malkmus *et al.* (2002), Das (2004), dan Das (2010). Identifikasi dilakukan sampai pada tingkat spesies, namun bila tidak memungkinkan identifikasi dapat dilakukan sampai marga (Inger dan Stuebing, 2005).

### Analisis Data

Keanekaragaman herpetofauna dianalisis dengan Indeks Shannon ( $H'$ ), yang merupakan indeks yang umum digunakan dalam dunia ekologi (Farukuzzaman *et al.*, 2023) dengan rumus sebagai berikut.

$$H' = \sum \left[ \left( \frac{n_i}{N} \right) \ln \left( \frac{n_i}{N} \right) \right]$$

Keterangan:

$H'$ : Index Shannon

$n_i$  : Jumlah individu spesies i

N : Jumlah total Individu

Penentuan sebaran spesies dilakukan dengan analisis *Rasio Varians-Mean* atau Indeks Dispersi (ID) menggunakan rumus sebagai berikut (Ludwig dan Reynolds, 1988).

$$ID = s^2/x^-$$

Keterangan:

ID: Indeks Dispersi

$s^2$  : varians

$x^-$ : rata-rata jumlah individu pada semua unit sampling

Nilai Indeks Dispersi kemudian diuji signifikansinya menggunakan uji *chi-square* ( $\chi^2$ ) dengan rumus sebagai berikut (Ludwig dan Reynolds, 1988).

$$\chi^2 = (N-1)$$

Keterangan:

$\chi^2$  : Nilai *chi-square* dengan derajat bebas: n-1

ID : Indeks Dispersi

N : Jumlah unit sampling

Dalam uji *chi-square* ini perlu dilakukan pengujian hipotesis berdasarkan nilai kritis (Ludwig dan Reynolds, 1988). Dalam penelitian ini jumlah unit sampling termasuk besar ( $N \geq 30$ ), maka nilai kritis dari uji *chi-square* yang dilakukan sebagai berikut:

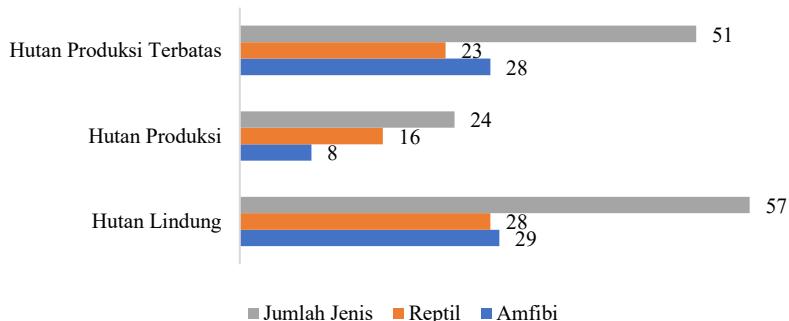
$$d = \sqrt{2x^2} - \sqrt{2(N-1)} - 1$$

Nilai d kurang dari 1,96, maka memiliki pola distribusi acak. Jika nilai d kurang dari -1,96, maka memiliki pola distribusi teratur, dan jika nilai d lebih besar dari 1,96, maka pola distribusinya mengelompok (Ludwig dan Reynolds, 1988). Derajat pengelompokan herpetofauna ditentukan berdasarkan nilai Indeks Green (IG) yang mempunyai kisaran antara 0 hingga 1. Nilai 0 menunjukkan distribusi acak, sedangkan nilai 1 menunjukkan pengelompokan yang maksimum (Green, 1966 dalam Ludwig dan Reynolds, 1988).

## HASIL

### Komposisi Spesies Herpetofauna

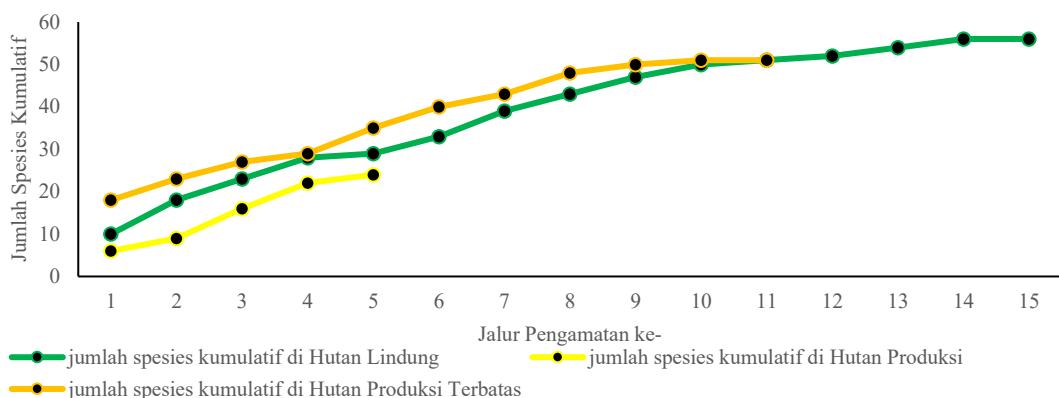
Berdasarkan hasil pengamatan, ditemukan 86 spesies herpetofauna yang terdiri dari 36 spesies amfibi dan 50 spesies reptil dengan penemuan terbanyak ada di hutan lindung sebanyak 57 spesies (29 amfibi dan 28 reptil), kemudian diikuti hutan produksi terbatas sebanyak 51 spesies (28 amfibi dan 23 reptil), dan hutan produksi sebanyak 24 spesies (8 amfibi dan 16 reptil).



**Gambar 2.** Jumlah spesies herpetofauna di setiap fungsi hutan di KPH Kapuas Hulu Utara (*Number of herpetofauna species in each forest function in Kapuas Hulu Utara FMU*).

Grafik kumulatif pertambahan jumlah spesies masing-masing fungsi hutan, menunjukkan grafik yang meningkat pada kurva penambahan spesies, khususnya pada fungsi hutan produksi, sedangkan pada fungsi hutan lindung dan hutan produksi terbatas, pada dua pengamatan terakhir tidak terdapat penambahan jumlah lagi (stabil). Pada hutan lindung menunjukkan penambahan spesies secara perlahan di tiap jalur pengamatan, dan baru dijalur pengamatan kelima belas jumlahnya tidak bertambah lagi. Sama halnya seperti di hutan produksi terbatas, menunjukkan penambahan spesies di tiap jalur pengamatan, dan di jalur pengamatan kesebelas tidak menunjukkan penambahan jumlah

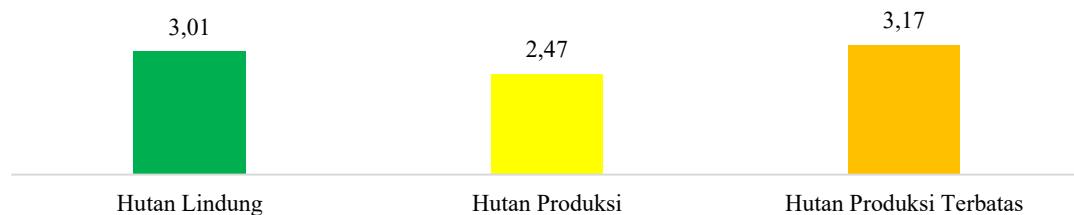
spesies lagi, sedangkan di hutan produksi, menunjukkan grafik penambahan jumlah spesies hingga akhir pengamatan.



**Gambar 3.** Grafik jumlah kumulatif spesies herpetofauna pada lokasi penelitian (*Graph of the cumulative number of herpetofauna species at the study site*).

### Keanekaragaman Herpetofauna

Pengukuran keanekaragaman mengacu pada Indeks Shannon. Keanekaragaman herpetofauna masing-masing fungsi hutan dihitung dan dibandingkan, dimana perjumpaan jumlah spesies dan sebaran individu tiap spesiesnya berpengaruh terhadap nilai keanekaragamannya. Hasil perhitungan menunjukkan indeks diversitas tertinggi ada pada hutan produksi terbatas sebesar 3,17 diikuti hutan lindung 3,01 dan hutan produksi 2,47.



**Gambar 4.** Keanekaragaman spesies herpetofauna pada tiga fungsi hutan di KPH Kapuas Hulu Utara (*Diversity of herpetofauna in three forest functions in Kapuas Hulu Utara FMU*).

### Distribusi Herpetofauna

Distribusi herpetofauna pada lokasi penelitian hanya ada dua pola sebaran, yaitu acak dan mengelompok, dengan persentase sebaran mengelompok di tiga fungsi hutan merupakan pola sebaran yang tertinggi.



**Gambar 5.** Persentase pola sebaran herpetofauna pada masing-masing fungsi hutan di KPH Kapuas Hulu Utara (*Percentage distribution pattern of herpetofauna in each forest functions in Kapuas Hulu Utara FMU*).

**Tabel 1.** Pola Distribusi Spesies Herpetofauna (*Pola Distribusi Spesies Herpetofauna*).

Kelas (Class)	Famili (Family)	Spesies (Species)	$\Sigma$	Nilai Kritis (Critical Value)	IG	Pola Distribusi (Distribution Pattern)
Amfibi			944	20,824	0,418	Mengelompok (Clumped)
	Bufonidae	<i>Ansonia</i> sp.	5	9,639	0,133	Mengelompok (Clumped)
		<i>Ansonia</i> sp. 2	14	13,329	0,212	Mengelompok (Clumped)
		<i>Ansonia spinulifer</i>	4	7,811	0,100	Mengelompok (Clumped)
		<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	2	-0,065	-0,001	Acak (Random)
		<i>Pedostibes hosii</i>	8	11,593	0,173	Mengelompok (Clumped)
		<i>Pelophryne signata</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
		<i>Phrynobatrachus aspera</i>	135	11,572	0,173	Mengelompok (Clumped)
		<i>Phrynobatrachus juxtaspera</i>	14	6,227	0,074	Mengelompok (Clumped)
	Ceratobatrachidae	<i>Ingerana baluensis</i>	2	3,273	0,033	Mengelompok (Clumped)
	Dicromantidae	<i>Limnonectes finchi</i>	15	8,551	0,113	Mengelompok (Clumped)
		<i>Limnonectes ibanorum</i>	29	10,219	0,145	Mengelompok (Clumped)
		<i>Limnonectes kuhlii</i>	109	13,674	0,220	Mengelompok (Clumped)
		<i>Limnonectes leporinus</i>	104	11,468	0,170	Mengelompok (Clumped)
		<i>Limnonectes malesianus</i>	2	-0,065	-0,001	Acak (Random)
		<i>Limnonectes paramacrodon</i>	6	3,837	0,040	Mengelompok (Clumped)
	Megophryidae	<i>Leptobrachella mjobergi</i>	19	12,219	0,187	Mengelompok (Clumped)
		<i>Leptobrachium montanum</i>	2	-0,065	-0,001	Acak (Random)
		<i>Megophrys nasuta</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
	Microhylidae	<i>Chaperina fusca</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
	Ranidae	<i>Fejervarya cancrivora</i>	47	15,794	0,273	Mengelompok (Clumped)
		<i>Fejervarya limnocharis</i>	43	27,723	0,663	Mengelompok (Clumped)
		<i>Hylarana erythraea</i>	21	6,977	0,086	Mengelompok (Clumped)
		<i>Hylarana glandulosa</i>	5	9,639	0,133	Mengelompok (Clumped)
		<i>Hylarana nicobariensis</i>	2	3,273	0,033	Mengelompok (Clumped)
		<i>Hylarana picturata</i>	85	6,811	0,083	Mengelompok (Clumped)
		<i>Hylarana raniceps</i>	69	8,445	0,111	Mengelompok (Clumped)
		<i>Hylarana signata</i>	88	6,716	0,082	Mengelompok (Clumped)
		<i>Mertensophryne sp</i>	5	4,615	0,051	Mengelompok (Clumped)

Kelas (Class)	Famili (Family)	Spesies (Species)	$\Sigma$	Nilai Kritis (Critical Value)	IG	Pola Distribusi (Distribution Pattern)
		<i>Odorrana hosii</i>	26	3,687	0,038	Mengelompok (Clumped)
		<i>Staurois latopalmatus</i>	30	19,097	0,365	Mengelompok (Clumped)
		<i>Staurois natator</i>	17	8,711	0,116	Mengelompok (Clumped)
Rhacophoridae		<i>Staurois tuberilinguis</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
		<i>Nyctixalus pictus</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
		<i>Polypedates leucomystax</i>	18	12,611	0,195	Mengelompok (Clumped)
		<i>Polypedates macrotis</i>	5	3,562	0,037	Mengelompok (Clumped)
		<i>Polypedates otilophus</i>	8	4,749	0,053	Mengelompok (Clumped)
Reptil			139	5,936	0,069	Mengelompok (Clumped)
Agamidae		<i>Aphaniotis fusca</i>	4	3,089	0,031	Mengelompok (Clumped)
		<i>Bronchocela cristatella</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
		<i>Draco sumatrana</i>	2	3,273	0,033	Mengelompok (Clumped)
		<i>Gonocephalus bornensis</i>	3	-0,198	-0,002	Acak (Random)
		<i>Gonocephalus grandis</i>	2	-0,065	-0,001	Acak (Random)
Pythonidae		<i>Broghammerus reticulatus</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
Colubridae		<i>Ahaetulla prasina</i>	2	-0,065	-0,001	Acak (Random)
		<i>Asthenodipsas laevis</i>	2	3,273	0,033	Mengelompok (Clumped)
		<i>Boiga dendrophila annectens</i>	2	-0,065	-0,001	Acak (Random)
		<i>Dendrelaphis striatus</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
		<i>Oreocryptophis porphyraceus</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
Elapidae		<i>Bungarus fasciatus</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
		<i>Bungarus flaviceps</i>	3	-0,198	-0,002	Acak (Random)
		<i>Naja sumatrana</i>	1			
Gekkonidae		<i>Cnemaspis kendallii</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
		<i>Cnemaspis</i> sp.	2	3,273	0,033	Mengelompok (Clumped)
		<i>Cyrtodactylus yoshii</i>	2	3,273	0,033	Mengelompok (Clumped)
		<i>Cyrtodactylus malayanus</i>	1	0,065	*	Acak (Random)
		<i>Cyrtodactylus</i> sp3	3	2,185	0,021	Mengelompok (Clumped)
		<i>Cyrtodactylus</i> sp1	1	0,065	*	Acak (Random)
		<i>Cyrtodactylus ingeri</i>	2	-0,065	-0,001	Acak (Random)
		<i>Cyrtodactylus</i> sp2	4	7,811	0,100	Mengelompok (Clumped)
		<i>Gekko smithii</i>	9	4,170	0,045	Mengelompok (Clumped)
		<i>Gecko gecko</i>	1			
		<i>Gehyra mutilata</i>	1			
		<i>Hemidactylus frenatus</i>	6			

Kelas (Class)	Famili (Family)	Spesies (Species)	$\Sigma$	Nilai Kritis (Critical Value)	IG	Pola Distribusi (Distribution Pattern)
Geoemydidae	<i>Heosemys spinosa</i>	1	0,065	*	Acak (Random)	
	<i>Cuora amboinensis</i>	1				
	<i>Notochelys platynota</i>	1				
	<i>Cyclemys dentata</i>	1				
Homalopsidae	<i>Enhydris plumbea</i>	1	0,065	*	Acak (Random)	
	<i>Enhydris enhydris</i>	2	-0,065	-0,001		
Natricidae	<i>Xenochrophis trianguligerus</i>	6	1,876	0,017	Acak (Random)	
Scincidae	<i>Dasia grisea</i>	2	-0,065	-0,001	Acak (Random)	
	<i>Dasia vittata</i>	3	-0,198	-0,002	Acak (Random)	
	<i>Eutropis multifasciata</i>	20	0,781	0,006	Acak (Random)	
	<i>Eutropis rufis</i>	6	1,876	0,017	Acak (Random)	
	<i>Sphenomorphus sp.</i>	1	0,065	*	Acak (Random)	
	<i>Sphenomorphus multisquamatus</i>	2	3,273	0,033	Mengelompok (Clumped)	
	<i>Sphenomorphus</i> sp. 1	1	0,065	*	Acak (Random)	
	<i>Tropidophorus beccarii</i>	18	6,151	0,073	Mengelompok (Clumped)	
	<i>Tropidophorus mocquardii</i>	5	3,562	0,037	Mengelompok (Clumped)	
	<i>Dasia olivacea</i>	1				
Trionychidae	<i>Eutropis indepresna</i>	1				
	<i>Sphenomorphus haasi</i>	2				
Varinidae	<i>Amyda cartilaginea</i>	1	0,065	*	Acak (Random)	
Viperidae	<i>Varanus salvator</i>	2	-0,065	-0,001	Acak (Random)	
Xenopeltidae	<i>Parias sumatranaus</i>	1				
	<i>Tropidolaemus wagleri</i>	1				
Herpetofauna	<i>Xenopeltis unicolor</i>	1				
		1083	19,005	0,362	Mengelompok (Clumped)	

Keterangan:

 Ditemukan di luar jalur pengamatan (*Found outside the observation line*)

\* Indeks Green tidak muncul jika individu 1 (*The Green Index does not appear if the individual 1*)

Nilai kritis (*Critical value*)  $\chi^2$  (df: 30, P>0.05); > 1,96 Mengelompok (*Clumped*); < -1,96 Teratur (*Uniform*); < 1,96 Acak (*Random*)

## Status Konservasi Herpetofauna

Herpetofauna termasuk spesies yang rentan terhadap ancaman kepunahan ketika habitatnya mengalami gangguan/perubahan, mengingat kepekaan terhadap perubahan lingkungan sangat tinggi. Terdapat upaya perlindungan satwa yang telah disepakati dan dipedomani di Indonesia ataupun dunia antara lain Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 20 tahun 2018 tentang spesies tumbuhan dan satwa yang dilindungi, IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), dan CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species*). Berdasarkan peraturan perundang-undangan tersebut, seluruh spesies herpetofauna yang ditemukan tidak masuk dalam daftar yang dilindungi. Berdasarkan kriteria keterancaman IUCN, herpetofauna yang berhasil dijumpai dalam penelitian ini mempunyai status yang bervariasi dengan sebagian besar berada pada kategori *least concern* dan beberapa spesies *near threatened* dan *endangered*. Adapun berdasarkan

kategori CITES, maka terdapat 8 spesies masuk dalam kategori *appendix II*, yang mengindikasikan potensi terancam punah tinggi apabila diperdagangkan tanpa pengaturan (Tabel 2).

**Tabel 2.** Status konservasi berdasarkan CITES, IUCN, Endemisitas, dan lokasi perjumpaan (*Conservation status based on CITES, IUCN, Endemism, and meeting location*).

Famili (Family)	Nama Spesies (Species Name)	Status			Lokasi ditemukan (Location Found)		
		IUCN	CITES	Endemisitas (Endemicity)	HL	HP	HPT
Bufonidae	<i>Ansonia spinulifer</i>	LC		✓			✓
Ceratobatrachidae	<i>Ingerana baluensis</i>	LC		✓			✓
	<i>Limnonectes finchi</i>	LC		✓	✓		✓
Dicromantidae	<i>Limnonectes ibanorum</i>	LC		✓	✓		✓
	<i>Limnonectes leporinus</i>	LC		✓	✓	✓	✓
Megophryidae	<i>Leptobrachella mjobergi</i>	DD		✓	✓		✓
	<i>Leptobrachium montanum</i>	LC		✓			✓
	<i>Merystogenis</i> sp.	-		✓	✓		
Ranidae	<i>Staurois latopalmatus</i>	LC		✓	✓		✓
	<i>Staurois tuberilinguis</i>	LC		✓	✓		
Agamidae	<i>Gonocephalus bornensis</i>	LC		✓		✓	✓
Elapidae	<i>Naja sumatrana</i>	LC	Appendix II		✓		
	<i>Cyrtodactylus yoshii</i>	LC		✓			✓
Gekkonidae	<i>Cyrtodactylus malayanus</i>	LC		✓	✓		
	<i>Cyrtodactylus ingeri</i>	LC		✓		✓	✓
	<i>Gekko gecko</i>	LC	Appendix II		✓		
Geoemydidae	<i>Cyclemys dentata</i>	NT	Appendix II		✓		
	<i>Cuora amboinensis</i>	EN	Appendix II		✓		
	<i>Notochelys platynota</i>	VU	Appendix II			✓	
	<i>Heosemys spinosa</i>	EN	Appendix II			✓	
Scincidae	<i>Dasia vittata</i>	LC		✓			✓
	<i>Sphenomorphus haasi</i>	DD		✓		✓	✓
	<i>Sphenomorphus multisquamatus</i>	LC		✓		✓	
	<i>Tropidophorus beccari</i>	LC		✓	✓		✓
Trionychidae	<i>Amyda cartilaginea</i>	VU	Appendix II		✓		✓
Varinidae	<i>Varanus salvator</i>	LC	Appendix II		✓	✓	✓

Keterangan (Notes):

- EN : Endangered      HL : Hutan Lindung (*Protected Forest*)
- VU : Vulnerable      HP : Hutan Produksi (*Production Forest*)
- NT : Near Threatened      HPT : Hutan Produksi Terbatas (*Limited Production Forest*)
- LC : Least Concern
- DD : Data Deficient

## PEMBAHASAN

### Komposisi Spesies Herpetofauna

Jumlah spesies yang ditemukan di KPH Kapuas Hulu Utara ini lebih banyak dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Mistar (2008) di Gunung Beratus dan area Mawas, Kalimantan Tengah, yang menemukan 85 spesies herpetofauna, Munir *et al.* (2013) di Bukit Batikap, Kalimantan Tengah sebanyak 81 spesies herpetofauna dan Kennedi *et al.* (2024) di Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya, Kalimantan Barat sebanyak 75 spesies herpetofauna. Akan tetapi jumlah spesies herpetofauna yang ditemukan di KPH Kapuas Hulu Utara lebih sedikit dibandingkan dengan

hasil penelitian yang dilakukan oleh Iskandar *et al.* (1998), yaitu sebanyak 112 spesies herpetofauna di Taman Nasional Betung Kerihun dan kumulatif spesies yang di temukan di Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya sebanyak 142 spesies herpetofauna (Kennedi *et al.*, 2024). Kekayaan spesies herpetofauna dalam suatu ekosistem dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya yaitu, ketinggian tempat, karakteristik mikrohabitat (meliputi, suhu, tutupan tajuk, keberadaan air) (Baswedann, 2024), tipe habitat, aktivitas manusia, dan perubahan iklim (Paudel *et al.*, 2022). Disamping itu, upaya sampling yang berbeda juga menyebabkan perbedaan hasil pengungkapan komposisi spesies maupun keanekaragamannya.

Pulau Kalimantan dikenal dengan kekayaan biodiversitas, tidak terkecuali herpetofauna, dimana terdapat kurang lebih 150 spesies amfibi (Inger dan Stuebing, 2005) dan 279 spesies reptil (Das, 2010) yang pernah ditemukan. Jumlah tepatnya belum dapat dipastikan, karena terdapat spesies baru yang ditemukan setiap tahunnya (Inger dan Stuebing, 2005). Dari hasil pengamatan, merujuk pada Inger dan Stuebing (2005) dan Das (2010), sebanyak 23,33% amfibi dan 17,92% spesies reptil di Kalimantan berhasil ditemukan di KPH Kapuas Hulu Utara. Dari 86 spesies herpetofauna yang ditemukan, spesies *Phrynoideis aspera* merupakan spesies amfibi yang paling banyak ditemui yaitu sebanyak 135 individu, sedangkan dari kelas reptil spesies *Eutropis multifasciata* paling banyak ditemui, yaitu sebanyak 20 individu.

Inger dan Stuebing (2005) mengungkapkan *Phrynoideis aspera* merupakan spesies yang hidup di hutan primer dan sekunder tua dataran rendah, selalu dijumpai dipinggiran sungai besar atau kecil, dan jarang dijumpai di darat yang jauh dari air. Dari hasil pengamatan spesies ini tidak hanya ditemukan di hutan primer dan sekunder tua dataran rendah, namun juga ditemukan di daerah terganggu seperti di Sungai Utik dekat pemukiman warga, yang merupakan tempat warga beraktivitas seperti mandi, mencuci, dan mencari ikan. Berdasarkan perjumpaan tersebut, spesies ini diduga memiliki tingkat adaptasi yang baik terhadap perubahan lingkungan. Kemampuan adaptasi tersebut membuat spesies ini dapat menempati habitat/lingkungan yang beragam, dan dapat mempertahankan eksistensinya dengan menyesuaikan terhadap setiap perubahan yang terjadi serta sumber daya yang ada. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Muhammad (2015) di HTI Wana Hijau Pesagan, Kalimantan Barat, yang juga menemukan *Phrynoideis aspera* dilingkungan terganggu yaitu di bekas tebangan.

Terkait penambahan jumlah spesies kumulatif (Gambar 3), meskipun hutan lindung dan hutan produksi terbatas tidak terjadi penambahan spesies pada waktu pengamatan terakhir, namun jika dilihat dari luasan tempat dan beragamnya kondisi, secara keseluruhan, ketiga fungsi hutan tersebut masih menunjukkan potensi peningkatan spesies kumulatif apabila pengamatan masih terus dilakukan. Iskandar *et al.* (2007) menjelaskan jika grafik yang masih menunjukkan peningkatan, maka memiliki potensi adanya penambahan spesies jika dilakukan penelitian lebih lanjut. Penambahan luas wilayah kajian dimungkinkan dapat meningkatkan jumlah spesies yang dapat ditemukan.

## Keanekaragaman Herpetofauna

Pada setiap fungsi hutan di KPH Kapuas Hulu Utara, memiliki keanekaragaman herpetofauna yang berbeda-beda (Gambar 4). Hasil perhitungan Indeks Shannon, diketahui jika hutan lindung memiliki nilai keanekaragaman tertinggi, diikuti hutan produksi terbatas, dan nilai keanekaragaman terendah di hutan produksi. Keanekaragaman tinggi menandakan bahwa kawasan ini memiliki ekosistem yang stabil (Zamodial *et al.*, 2020) dan mendukung keberadaan herpetofauna serta persebaran jumlah individu yang tinggi. Keanekaragaman spesies tidak lepas dari dua komponen utama, yaitu jumlah spesies atau kekayaan spesies dan distribusi individu dalam tiap spesiesnya atau kemerataan spesies (Ludwig dan Reynolds, 1988).

Keanekaragaman spesies herpetofauna dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya gangguan habitat, komposisi lanskap, karakteristik mikrohabitat, perubahan iklim, dan aktivitas manusia. Decena *et al.* (2023), menyebutkan bahwa kegiatan manusia yang intensif secara signifikan dapat mengurangi keanekaragaman herpetofauna. Keanekaragaman spesies herpetofauna juga berkorelasi secara positif dengan lanskap yang heterogen (Santizo-Nanduca *et al.*, 2023). Selain itu,

karakteristik mikrohabitat seperti keberadaan sungai dapat mendukung keanekaragaman dan endemisitas yang lebih besar (Decena *et al.*, 2023). Kawasan KPH Kapuas Hulu Utara terdapat banyak sungai dan beragam spesies vegetasi yang membentuk iklim mikro, sehingga mendukung keberadaan banyak spesies herpetofauna, mengingat setiap spesies memiliki karakteristik dan kriteria tempat hidup yang beragam (Yudha *et al.*, 2019; Veselka *et al.*, 2023). Keanekaragaman spesies dapat menjadi indikator yang bermanfaat dalam upaya pemantauan dan perlindungan, khususnya pada pengelolaan konservasi (Muslim, 2017), mengingat setiap perubahan habitat yang terjadi senantiasa berimplikasi terhadap keragaman spesies herpetofauna.

### Distribusi Herpetofauna

Berdasarkan hasil analisis, secara umum pola distribusi spesies herpetofauna di KPH Kapuas Hulu Utara adalah mengelompok (Gambar 5), karena nilai indeks dispersi lebih dari satu ( $ID > 1$ ) (Tabel 1). Dalam penelitian ini, sebaran mengelompok pada wilayah-wilayah tertentu disebabkan oleh ruang yang heterogen yang kemungkinan berkorelasi dengan pembentukan suhu lingkungan yang beragam (Veselka *et al.*, 2023) dan berkorelasi pada ketersediaan sumber makanannya (Rofi'i *et al.*, 2021). Beberapa spesies memiliki kepekaan terhadap perbedaan kondisi habitat (Gillespie *et al.*, 2015). Hal ini disebabkan lokasi pengamatan memiliki karakter habitat yang beragam seperti ukuran sungai dan arus, serta spesies vegetasi dan tutupan tajuknya. Kondisi habitat yang beragam berimplikasi pada beragam pula respon spesies herpetofauna, sehingga berpengaruh terhadap sebaran atau distribusinya. Selain itu, herpetofauna terutama amfibi yang sering ditemukan di lokasi tertentu dalam jumlah besar, menyebabkan penyebaran menjadi tidak merata dan cenderung mengelompok. Pengelompokan herpetofauna terjadi karena kesamaan kebutuhan yang mendorong pada individu-individu yang ada berkumpul/berkelompok dan jarang dijumpai terpisah (Michael, 1994).

Sebagian besar kelas amfibi tersebar mengelompok atau sekitar 82,86%, sedangkan 17,14% memiliki pola sebaran acak (Tabel 1). Beberapa spesies yang memiliki pola sebaran mengelompok diantaranya yaitu *Staurois latopalmatus* dan *Limnonectes kuhlii*. Katak spesies ini ditemukan di lokasi-lokasi tertentu dalam jumlah yang besar. Hal ini disebabkan karena adanya lokasi-lokasi yang memiliki ketersediaan sumberdaya berlebih untuk spesies tersebut. Selain itu, karakteristik dari tiap spesies (Hotimat *et al.*, 2022) dan adanya kebutuhan akan faktor lingkungan yang khusus (Michael, 1994) juga berpengaruh terhadap pengelompokan sebaran yang terjadi.

Kelas reptil memiliki pola sebaran dominan acak atau sekitar 71,05%, dan sisanya memiliki pola sebaran mengelompok sebesar 28,95% (Tabel 1). Berdasarkan hasil analisis, spesies-spesies yang termasuk pada pola acak sebagian besar merupakan spesies-spesies yang dijumpai hanya satu kali saat pengamatan dengan jumlah satu individu seperti *Cyrtodactylus malayanus*, *Amyda cartilaginea*, dan *Bungarus fasciatus*. Selain itu terdapat pula spesies yang ditemui lebih dari satu kali, namun dalam jumlah yang sedikit, dan dari hasil analisis memiliki pola sebaran acak seperti *Eutropis rufis*, *Bungarus flaviceps*, dan *Ahaetulla prasina*. Kehadiran spesies-spesies ini bisa terjadi karena spesies ini menganggap kondisi kawasan adalah seragam atau kebiasaan dari spesies-spesies tersebut memang tidak selektif dalam memilih habitat. Basna *et al.* (2017) menjelaskan bahwa pola sebaran acak dari individu-individu populasi suatu spesies dalam suatu habitat menunjukkan bahwa terdapat keseragaman (*homogeneity*) dalam lingkungan.

Pola sebaran herpetofauna di KPH Kapuas Hulu Utara hanya ada dua, yaitu sebaran acak dan mengelompok. Pola sebaran yang dominan pada masing-masing fungsi hutan, yaitu pola sebaran mengelompok sebesar 57,45% di hutan lindung, sebesar 65% di hutan produksi, dan sebesar 63,83% di hutan produksi terbatas (Gambar 5). Begon *et al.* (2006) menjelaskan bahwa pola distribusi mengelompok terjadi baik ketika individu cenderung untuk tertarik (bertahan hidup) pada bagian tertentu di suatu lingkungan, atau ketika kehadiran individu tersebut mampu menarik, atau menimbulkan individu lain untuk mendekat dan hasilnya adalah bahwa individu dekat secara bersama-sama daripada yang diperkirakan secara kebetulan. Dari hasil pengamatan, sebaran mengelompok terjadi karena terdapat lebih dari satu individu tiap spesies yang ditemukan pada tiap-tiap lokasi. Penemuan beberapa individu satu spesies di suatu lokasi dikarenakan spesies tersebut menyukai habitat yang ada. Pola mengelompok yang terjadi juga disebabkan adanya faktor-faktor

pembatas, sehingga individu-individu spesies tertentu berkumpul di satu lokasi yang sama untuk pemenuhan kebutuhan hidup. Faktor pembatas tersebut menyebabkan herpetofauna tidak dapat hidup di semua lokasi yang ada.

Pembangunan jalan dan perladangan yang dilakukan oleh masyarakat merupakan faktor pembatas yang turut serta memengaruhi pola distribusi herpetofauna yang terjadi. Aktivitas tersebut menyebabkan herpetofauna mengalami penurunan populasi akibat habitatnya terfragmentasi dan berubah peruntukannya (Rodriguez *et al.*, 2023). Pembangunan jalan di era sekarang memang tidak dapat elakkan sebagai bagian upaya pemerataan pembangunan dan efektivitas, namun sebaiknya tetap memperhatikan kelestarian lingkungan, dalam hal ini satwa, dengan tetap menyediakan koridor/alur lalu lintas satwa, sebagai upaya mengurangi potensi kematian satwa (Gomes *et al.*, 2023) akibat habitatnya yang terfragmentasi. Perubahan kondisi habitat yang terjadi menyebabkan individu-individu spesies-spesies herpetofauna mencari habitat baru yang dapat memenuhi kebutuhan hidupnya. Pada proses pencarian, individu-individu spesies-spesies herpetofauna tersebut kemudian menemukan habitat yang disukai dan mampu menyediakan kebutuhan hidup, sehingga menyebabkan pola distribusi mengelompok terjadi. Seperti yang dikemukakan oleh Ludwig dan Reynolds (1988) bahwa pola sebaran mengelompok mengindikasikan bahwa individu-individu yang ada terkonsentrasi di dalam habitat yang disukai.

Pengelompokkan individu dalam populasi dapat diketahui dengan uji lanjut dengan menggunakan indeks Green (IG). Berdasarkan hasil uji diperoleh nilai IG sebesar 0,36 yang artinya sebesar 36,23% herpetofauna di KPH Kapuas Hulu Utara memiliki distribusi yang mengelompok pada setiap unit sampling, sedangkan spesies yang diuji lainnya menunjukkan hanya mengelompok pada beberapa unit sampling saja. Zhou *et al.* (2023), menyatakan bahwa distribusi sangat erat kaitannya dengan heterogenitas ruang, sehingga menjadi salah satu faktor penentu keanekaragaman komunitas. Selain itu, distribusi sangat erat kaitannya dengan keanekaragaman suatu spesies, sehingga semakin merata distribusi suatu spesies maka nilai keanekaragamannya pada komunitas akan semakin tinggi (Ludwig dan Reynolds, 1988).

## **Status Konservasi Herpetofauna**

Herpetofauna yang dilindungi berdasarkan IUCN dan CITES banyak ditemukan di hutan lindung dan hutan produksi terbatas (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa kedua fungsi hutan tersebut memiliki kondisi lingkungan yang relatif sesuai untuk spesies-spesies tersebut dan perlu dijaga dari ancaman gangguan manusia. Beberapa spesies ditemukan di dua atau tiga fungsi hutan, yang dimungkinkan terjadi akibat kondisi lingkungan yang sama atau tidak begitu berbeda jauh meskipun berada di fungsi hutan yang berbeda. Beberapa spesies lainnya hanya dijumpai pada satu fungsi hutan saja, yang menunjukkan bahwa spesies-spesies tersebut memiliki kriteria habitat yang lebih spesifik.

*Heosemys spinosa* dan *Cuora amboinensis* merupakan spesies yang secara global masuk dalam kategori *Endangered*. Populasi kedua spesies tersebut menurun signifikan (50-80%) dalam tiga generasi terakhir akibat kerusakan habitat ataupun eksploitasi yang masif untuk beragam kepentingan seperti konsumsi, hewan peliharaan, perdagangan (Cota *et al.*, 2020; Cota *et al.*, 2021). *Heosemys spinosa* hidup di hutan rawa, sungai yang dangkal, tetapi sering dijumpai di darat sampai perbukitan (Mistar, 2008) dan memiliki struktur tubuh yang menunjukkan bahwa dapat hidup menahan kekeringan, karena perisainya jauh lebih tebal dan kuat dibandingkan spesies kura-kura air tawar yang berukuran serupa (Das, 2010).

Pada kategori endemik, dari 86 spesies herpetofauna yang ditemukan, 18 spesies diantaranya termasuk endemik Borneo (Tabel 2) (Inger dan Stuebing, 2005; Das, 2004; Das, 2010). Spesies endemik merupakan spesies yang mampu hidup pada wilayah tertentu (Al-Tawaha *et al.*, 2021) dengan menunjukkan adaptasi khusus yang memungkinkan spesies tersebut berkembang di habitat tertentu, sehingga dapat menjadi indikator kesehatan lingkungan (Mohan *et al.*, 2024). Spesies endemik menghadapi ancaman dari hilangnya habitat, perubahan iklim, dan aktivitas manusia, yang menyebabkan peningkatan risiko kepunahan (Yan, 2023). Spesies endemik yang paling banyak dijumpai di lokasi pengamatan adalah *Limnonectes leporinus* sebanyak 104 individu. Spesies ini

dikenal memiliki kemampuan adaptasi yang baik, karena mampu bertahan hidup di hutan primer hingga hutan terganggu (Inger dan Stuebing, 2005). Spesies tersebut menyukai daerah dataran rendah khususnya pada area riparian untuk tumbuh dan berkembang biak (Zainudin *et al.*, 2024).

Ancaman utama terhadap herpetofauna adalah penyusutan dan hilangnya habitat sebagai akibat dari alih fungsi hutan (Iglesias-Carrasco *et al.*, 2023) untuk pembangunan jalan (Mistar, 2008), pemukiman, dan perladangan (Carpio *et al.*, 2015), khususnya yang berdekatan dengan sungai. Hal ini berpengaruh terhadap herpetofauna, mengingat sebagian besar spesies herpetofauna melakukan aktivitas di sekitar sungai. Masyarakat di lokasi penelitian memiliki kearifan lokal dalam kegiatan perladangan yang dilakukan, aktivitas tersebut turut memengaruhi herpetofauna, karena keberadaan herpetofauna sangat dipengaruhi oleh lingkungan/mikrohabitat (Tajalli *et al.*, 2021) yang menjadi sumber untuk perlindungan (Muslim, 2017), mencari makan, dan berbagai pemenuhan kebutuhan hidup lainnya. Beberapa spesies herpetofauna memiliki kriteria kondisi lingkungan yang khusus, sehingga ketika perubahan kondisi lingkungan terjadi maka dapat mengancam keberadaan spesies tersebut (Kusrini *et al.*, 2020).

Ancaman lain yang dihadapi herpetofauna yaitu pemanenan terhadap herpetofauna untuk perdagangan, dan konsumsi (Shaney *et al.*, 2017). Mistar (2008) menyatakan bahwa pemanenan secara berlebihan menjadi penyebab utama penurunan populasi, meskipun belum ada data pasti mengenai seberapa besar populasi mengalami penurunan. Perdagangan reptil dan amfibi bukan fenomena baru di Indonesia, hal ini dikarenakan banyaknya penghobi atau kolektor, ataupun pemanfaatan untuk konsumsi pada beberapa tahun belakangan ini, khususnya sejak era kemajuan teknologi dan bertaburan ragam sosial media yang ada. Pada lokasi penelitian, terdapat beberapa spesies amfibi dan reptil yang diburu untuk dikonsumsi maupun diperdagangkan antara lain: *Notochelys platynota*, *Broghammerus reticulatus*, *Amyda cartilaginea*, *Limnonectes leporinus*, dan *Limnonectes paramacrodon*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman spesies herpetofauna di KPH Kapuas Hulu Utara berbeda-beda pada masing-masing fungsi hutan. Keanekaragaman spesies herpetofauna tertinggi berada di hutan produksi terbatas dengan nilai indeks diversitas sebesar 3,1668, disusul hutan lindung sebesar 3,0143 dan hutan produksi dengan nilai indeks diversitas sebesar 2,4698. Pola distribusi herpetofauna di tiga fungsi hutan KPH Kapuas Hulu Utara memiliki kesamaan berupa dominasi dengan pola sebaran mengelompok, yaitu di hutan lindung sebesar 57,45%, hutan produksi sebesar 65%, dan hutan produksi terbatas sebesar 63,83%. Penelitian ini penting untuk dilanjutkan, mengingat belum seluruhnya kawasan diteliti dan peluang ditemukannya spesies-spesies baru sangat besar. Ancaman perubahan iklim yang berdampak terhadap kepunahan pada spesies herpetofauna yang rentan semakin nyata, oleh karena itu hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai landasan ilmiah dalam penyusunan strategi penyelamatan mega biodiversitas herpetofauna yang ada di Kalimantan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan atas dukungan semua pihak baik materiil ataupun moril. Kami mengucapkan terima kasih atas bantuan yang diberikan Wigatiningsih, Albert Tjiu, Welly Azwar, dan Bang Jhon sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

## KONTRIBUSI PENULIS

IR: Membuat konsep penelitian, mengumpulkan data penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir; S: Membuat konsep penelitian, merevisi naskah akhir; FKW: Membuat draf artikel, merevisi naskah akhir; RBR: Membuat draf artikel, merevisi naskah akhir.

## REFERENSI

- Al-Tawaha, A. R., Lyubenova, M., Yotovska, K., Qaisi, A. M., Al Rawashdeh, I. M., Křeček, J., & Aasim, M. 2021. *Awareness of Biological Diversity and Endangered Plant Species and Ecological Education*, Springer, Cham. pp.129–145.
- Azwar, W. 2014. *Pencana Pengelolaan Hutan Jangka Panjang KPH Kapuas Hulu Utara 2015-2024*. Dinas perkebunan dan kehutanan dan Pemerintah Kabupaten Kapuas Hulu. Kalimantan Barat.
- Baswedann, B., Adifitri, R. D., Fitrih, G. A. Y., Rizdallah, M. A., Djahabiyah, P. A., Mefida, L. I., Arizki, D. A., & Master, J. 2024. Herpetofauna Diversity based on Microhabitat Characteristics at Two Altitudinal Levels in Bukit Barisan Selatan National Park. *Biospecies*, 17(2), pp.52–59.
- Bazna, M., Koneri, R., dan Papu, A. 2017. Distribusi Dan Diversitas Serangga Tanah Di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa Sulawesi Utara. *Jurnal Mipa Unsrat Online*, 6(1), pp.36-42.
- Begon, M., Townsend, C. R., and Harper, J. L. 2006. *Ecology From Individuals to Ecosystems (fourth edition)*. Blackwell Publishing. United Kingdom.
- Carpio, A. J., Cabrera, M., and Tortosa, F. S. 2015. Evaluation of methods for estimating species richness and abundance of reptiles in olive groves. *Herpetol Conserv Biol*, 10(1), pp.54-63.
- Cota, M., Guntoro, J., Horne, B. D., Kusrini, M. D., Krishnasamy, K., and Shepherd, C. 2021. *Heosemys spinosa*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T9942A3152508. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20212.RLTS.T9942A3152508.en>. Accessed on 04 January 2025.
- Cota, M., Hoang, H., Horne, B. D., Kusrini, M. D., McCormack, T., Platt, K., Schoppe, S., and Shepherd, C. 2020. *Cuora amboinensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T5958A3078812. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20202.RLTS.T5958A3078812.en>. Accessed on 04 January 2025.
- Das, I. 2004. *Lizard of Borneo*. Natural History Publication. Sabah, Malaysia.
- Das, I. 2010. *A Field Guide to the Reptiles of South-East Asia*. New Holland Publishers. London.
- Decena, S. C. P., Arguelles, M., & Macasait, D. J. 2023. Effects of habitat disturbance and elevation on the diversity and endemicity of Herpetofauna in Northeastern Leyte, Philippines. *Annals of Tropical Research*.
- Farukuzzaman, Md., Sultana, T., Paray, B. A., Arai, T., and Hossain, M. B. 2023. Ecological habitat quality assessment of a highly urbanized estuary using macroinvertebrate community diversity and structure. *Regional Studies in Marine Science*, 66, p.103149.
- Gillespie, G. R., Howard, S., Striud, J.T., Hassannah, A. U., Campling, M., Lardner, B., Scroggie, M. P., and Kusrini, M. 2015. Responses of tropical forest herpetofauna to moderate anthropogenic disturbance and effects of natural habitat variation in Sulawesi, Indonesia. *Biological Conservation*, 192, pp.161–173.
- Gomes, D. F., Bueno, C., Pinna, P. H., Woitovicz-Cardoso, M., and Passos, P. 2023. March or Die: road-killed herpetofauna along BR-040 highway, an ancient road on the Atlantic Forest from Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 23(2), pp.1-16.
- Guzy, J. C., Halloran, K. M., Homyack, J. A., Thornton-Frost, J. E., & Willson, J. D. 2019. Differential responses of amphibian and reptile assemblages to size of riparian buffers within managed forests. *Ecological Applications*, 29(8), p.e01995.
- Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. C., and Foster, M. S. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington.
- Hotimat, K., Hasana, I., dan Yusa, I. W. 2022. Analisis Pola Penyebaran Populasi Hewan Perairan di Kawasan Pesisir Pantai Jumiang. *Bioma*, 18(1), pp.24-31.
- Iglesias-Carrasco, M., Medina, I., and Ord, T. J. 2023. Global effects of forest modification on herpetofauna communities. *Conservation Biology*, 37, p.e13998.
- Inger, R. F., and Stuebing, R. B. 2005. *A field guide to the frog of Borneo*. Natural History Publication. Sabah, Malaysia.

- Iskandar, D. T., Bickford, D. P., Ruyani, A., Karyado, B., dan Gusman, D. 2007. *Laporan Ekspedisi Sumatra-Kalimantan: Aquatic Biodiversity of Sundaland*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Iskandar, D. T., Setyanto, D. Y., dan Liswanto, D. 1998. *Keanekaragaman Herpetofauna di Taman Nasional Bentuang Karimun, Kalimantan*. Makalah pada Lokakarya “Rencana Pengelolaan Taman Nasional Bentuang Karimun Usaha Mengintegrasikan Konservasi Keanekaragaman Hayati dengan Pembangunan Propinsi Kalimantan Barat”. Pontianak, 29 April – 1 Mei 1998.
- Kadafi, A. M., Fatiqin, A., Priambodo, B., Firmansyah, R., Aji, F. D. N., Widodo, T., Gunawan, G., Permana, D., Adiba, F. Y., & Ristanto, Y. 2024. Herpetofauna Diversity and Conservation Value in The Mountain Ecosystems of Gunung Sigogor and Gunung Picis Nature Reserve, East Java, Indonesia. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 12(3), pp.128–137.
- Kennedi, U. F., Purwanto, S., Jakarta, M., Kusrini, M. D., Prabowo, O. J., Yanto, A. V., and Maddock, S. T. 2024. Amphibians and Reptiles Diversity in Bukit Baka Bukit Raya National Park, West Kalimantan. *Media Konservasi*, 29(1), pp.1-12.
- Kusrini, M. D., Khairunnisa, L. R., Nusantara, A., Kartono, A.P., Prasetyo, L.B., Ayuningrum, N.T., and Faz, F. H. 2020. Diversity of Amphibians and Reptiles in Various Anthropogenic Disturbance Habitats in Nantu Forest, Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 26(3), pp.291-302.
- Ludwig, J. A. and Reynolds, J. F. 1988. *Statistic Ecology. A Primer on Methods and Computing*. John Wiley and Sons. New York.
- Malkmus, R., Manthey, U., Vogel, G., Hoffman, P., and Kosuch, J. 2002. *Amphibian and Reptiles of Mount Kinabalu (North Borneo)*. Koeltz Scientific Books. Germany.
- Michael, P. E. 1994. *Ekologi untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Mistar. 2008. *Panduan Lapangan Amfibi dan Reptil di Area Mawas Propinsi Kalimantan Tengah (Catatan di Hutan Lindung Beratus)*. The Borneo Orangutan Survival Foundation. Kalimantan Tengah.
- Mohan, A., Panicker, M. S. B., Nair, R. R., & K.S, V. 2024. Exploring the Ecological Significance of Endemic Wildlife: A Critical Analysis of Their Role in Ecosystem Dynamics. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 45(9), pp.94–114.
- Muhammad, Y. 2015. Keanekaragaman Amfibi di Hutan Tanaman Industri PT. Wana Hijau Pesagan, Kalimantan Barat. (*Skripsi*). Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Munir, M., Mortiboy, D., dan Kilburn, H. 2013. *Herpetofauna Hutan Lindung Bukit Batikap Kabupaten Murung Raya, Kalimantan Tengah*. Kalimantan Tengah.
- Muslim, T. 2017. Herpetofauna community establishment on the micro habitat as a result of land mines fragmentation in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 18(2), pp.709-714.
- Nazri, F. I. A., Farinordin, F. A., Alias, N. H., Musrizal, N. N., Azuar, N. ‘Ain N. Z., Salleh, M., Razak, I., Nasir, D. M., Rashid, Y., & Izam, N. A. M. 2024. Species Checklist and Diversity of the Herpetofauna of Tun Razak Agricultural Research Center, Pahang, Peninsular Malaysia. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 20(5), pp.1059–1067.
- Paudel, J., Khanal, L., Pandey, N., Upadhyaya, L., Sunar, C. B., Thapa, B., Bhatta, C. R., Pant, R. R., & Kyes, R. C. 2022. Determinants of Herpetofaunal Diversity in a Threatened Wetland Ecosystem: A Case Study of the Ramaroshan Wetland Complex, Western Nepal. *Animals*, 13(1), p.135.
- Peraturan Gubernur Provinsi Kalimantan Barat Nomor 37 Tahun 2020 Tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Nomor 97 Tahun 2017 Tentang *Pembentukan, Susunan Organisasi, Tugas Dan Fungsi Serta Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Kesatuan Pengelolaan Hutan Wilayah Kapuas Hulu Utara Provinsi Kalimantan Barat*. Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Barat. Pontianak.
- Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 50 Tahun 2009 tentang *Penegasan Status dan Fungsi Kawasan Hutan*. Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta.

*Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 20 tahun 2018 tentang Spesies Tumbuhan Dan Satwa Yang Dilindungi.* Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta.

- Rodriguez, I. S., Valades, F. I. H., Franco, A. E. C., Saenz, C. D., Juarez, E. E. H., Lazcano, D., Fucsko, L. A., and Wilson, L. D. 2023. Notes on the Herpetofauna of Western Mexico 31: Herpetofauna from Sierra de Tesistán, Zapopan, Jalisco, Mexico. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society*, 58(10), pp.165-171.
- Rofi'i, I., Poedjirahajoe, E., dan Marsono, D. 2021. Keanekaragaman dan Pola Sebaran Spesies Mangrove di SPTN Wilayah I Bekol, Taman Nasional Baluran. *Jurnal Kelautan*, 14(3), pp.210-222.
- Santizo-Nanduca, A., Rioja-Paradela, T., Carrillo-Reyes, A., Castañeda-Gaytán, G., & Porras-Murillo, L. 2023. Effect of Landscape Composition and Configuration on the Diversity of Amphibians and Reptiles. *South American Journal of Herpetology*, 29, pp.77–87.
- Shaney, K. J., Wostl, E., Hamidy, A., Kurniawan, N., Harvey, M. B., and Smith, E. N. 2017. Conservation challenges regarding species status assessments in biogeographically complex regions: Examples from overexploited reptiles of Indonesia. *Oryx*, 51(4), pp.627-638.
- Tajalli, A., Kusrini, M. D., Abdiansyah, R., dan Kartono, A. P. 2021. Keanekaragaman Spesies Reptil dan Amfibi di Kawasan Lindung Sungai Lesan, Kalimantan Timur. *Zoo Indonesia*, 30(2), pp.68-84.
- Veselka, A. J., Aponte-Gutiérrez, A., Medina-Báez, O. A., & Watling, J. I. 2023. Upper thermal limits predict herpetofaunal responses to forest edge and cover. *Biotropica*, 55, pp.540–550.
- Yan, J. 2023. *The Conservation of Endemic Species-Take Galapagos Penguins as an Example*. 4(1), pp.383–390.
- Yudha, D. S., Eprilurahman, R., Asti, H. A., Azhar, H., Wisudhaningrum, N., Lestari, P., Markhamah, S., dan Sujadi, I. 2019. Keanekaragaman katak dan kodok (Amphibia: Anura) di Suaka Margasatwa Paliyan, Gunungkidul, Yogyakarta. *Jurnal Biologi Udayana*, 23(2), pp.59-67.
- Zainudin, R., Deka, E. Q., & Georgy, J. 2024. Prioritising Conservation Area in Species Management Strategy for The Edible Bornean Giant River Frog *Limnonectes leporinus* Anderson 1923. *Tropical Life Sciences Research*, 35(3), pp.57–75.
- Zamodial., Herlianay, N. E., Nurmansyah, W., dan Muqsit, A. 2020. Struktur Komunitas Ikan Karang pada Teknologi Atraktor Multifungsi di Perairan Kahyapu, Enggano, Bengkulu. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 11(2), pp.127-139.
- Zhou, H., Feng, L., Fu, L., Sharma R.P., Zhou, X., and Zhao, X. 2023. Modelling the effects of topographic heterogeneity on distribution of *Nitraria tangutorum* Bobr. species in deserts using LiDAR-data. *Sci Rep*, 13:13673, pp.1-14.