

**STUDI STRUKTUR KOMUNITAS ANURA SEBAGAI BIOINDIKATOR  
LINGKUNGAN DI WILAYAH AIR TERJUN TRETES KABUPATEN  
JOMBANG DAN AIR TERJUN DLUNDUNG KABUPATEN  
MOJOKERTO**

**SKRIPSI**



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

**Disusun oleh:**

**OKI RAHMATIRTA WIBISANA**

**H91219052**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA  
2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Oki Rahmatirta Wibisana

NIM : H91219052

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul “STUDI STRUKTUR KOMUNITAS ANURA SEBAGAI BIOINDIKATOR LINGKUNGAN DI WILAYAH AIR TERJUN TRETES KABUPATEN JOMBANG DAN AIR TERJUN DLUNDUNG KABUPATEN MOJOKERTO”. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 13 Juni 2023

Yang menyatakan,

  
(Oki Rahmatirta Wibisana)  
NIM. H91219052

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

STUDI STRUKTUR KOMUNITAS ANURA SEBAGAI BIOINDIKATOR  
LINGKUNGAN DI WILAYAH AIR TERJUN TRETES KABUPATEN  
JOMBANG DAN AIR TERJUN DLUNDUNG  
KABUPATEN MOJOKERTO

Diajukan oleh:

Oki Rahmatirta Wibisana

NIM : H91219052

Telah diperiksa dan disetujui

di Surabaya, 6 Juli 2023

Dosen Pembimbing Utama



Dr. M. Irfan Hadi, M. KL.

NIP. 198604242014031003

Dosen Pembimbing Pendamping



Nirmala Fitria Firdhausi, M.Si.

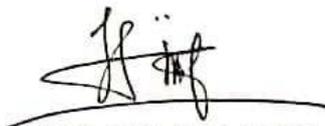
NIP.19850625201102010

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Oki Rahmatirta Wibisana ini telah dipertahankan di depan penguji skripsi  
di Surabaya, 06 Juni 2023

Mengesahkan,  
Dewan Penguji

Penguji I



Dr. M. Irfan Hadi, M. KL.

NIP. 198604242014031003

Penguji II



Nirmala Fitria Firdhausi, M.Si

NIP. 19850625201102010

Penguji III



Funsu Andiarna, M.Kes

NIP. 198710142014032002

Penguji IV



Yuanita Rachmawati, M. Sc

NIP. 198808192019032009

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.

NIP. 196507312000031002



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**  
**PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: [perpus@uinsby.ac.id](mailto:perpus@uinsby.ac.id)

---

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Oki Rahmatirta Wibisana  
NIM : H91219052  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Biologi  
E-mail address : [okirahmatirtawibisana@gmail.com](mailto:okirahmatirtawibisana@gmail.com)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :  
 Skripsi     Tesis     Desertasi     Lain-lain (.....)  
yang berjudul :

Studi Struktur Komunitas Anura Sebagai Bioindikator Lingkungan Di Wilayah Air Terjun Tretes Kabupaten Jombang Dan Air Terjun Dlundung Kabupaten Mojokerto

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 juli 2023

Penulis

  
( Oki Rahmatirta Wibisana )

## ABSTRAK

### STUDI STRUKTUR KOMUNITAS ANURA SEBAGAI BIOINDIKATOR LINGKUNGAN DI WILAYAH AIR TERJUN TRETES KABUPATEN JOMBANG DAN AIR TERJUN DLUNDUNG KABUPATEN MOJOKERTO

Anura merupakan kelompok organisme penyusun biodiversitas yang sangat bergantung pada ekosistem, karena memiliki dua fase hidup yang bergantung pada habitat. Kerusakan habitat dapat mempengaruhi struktur komunitas anura di alam. Anura berperan sebagai komponen rantai makanan, pengendali populasi, dan bioindikator lingkungan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2022-Maret 2023 di air terjun Tretes dan Dlundung. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur komunitas anura di berbagai tipe habitat dan hubungan kondisi lingkungan dengan struktur komunitas anura. Metode penelitian menggunakan *Visual Encounter Survey* (VES). Data pengamatan adalah Indeks keanekaragaman, indeks dominansi, indeks pemerataan dan kelimpahan relatif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa air terjun Tretes memiliki indeks keanekaragaman lebih tinggi dengan nilai  $H' = 1,45$ , dibanding air terjun Dlundung dengan nilai  $H' = 0,89$ , namun secara umum keanekaragaman pada kedua lokasi tergolong rendah. Hasil pengamatan dijumpai 5 famili, 8 Spesies anura dengan 178 individu pada air terjun Tretes dan 9 Spesies dengan 553 individu. Berdasarkan Spesies yang ditemukan, air terjun Tretes tergolong lingkungan alami, karena ditemukan *Leptobrachium hasselti* yang menjadi bioindikator. Spesies ini ditemukan dengan kelimpahan lebih tinggi dibanding Spesies lain. Pada air terjun Dlundung tergolong pada lingkungan yang mulai mengalami kerusakan. Hal ini dikarenakan terdapat Spesies *Chalcorana chalconota* yang menjadi indikator lingkungan tercemar, memiliki kelimpahan lebih tinggi dibanding Spesies lain.

**Kata kunci :** *Struktur Komunitas, Anura, Air Terjun, Bioindikator*

## ABSTRACT

### STUDY OF ANURA COMMUNITY STRUCTURE AS ENVIRONMENTAL BIOINDICATOR IN TRETES WATERFALL AREA , JOMBANG DISTRICT AND DLUNDUNG WATERFALL AREA, MOJOKERTO DISTRICT

Anura is a group of organisms that make up biodiversity which is very dependent on ecosystems, because it has two life phases that depend on the habitat. Habitat destruction can affect the anura community structure in nature. Anura plays a role as a component of the food chain, population control, and environmental bioindicator. This research was conducted in December 2022-March 2023 at the Tretes and Dlundung waterfalls. The purpose of this study was to determine the community structure of anura in various types of habitat and the relationship between environmental conditions and anura community structure. The research method uses the Visual Encounter Survey (VES). Observational data are indices, dominance index, evenness index and relative decline. The results of this study indicate that Tretes waterfall has a higher index with a value of  $H'=1.45$ , compared to Dlundung waterfall with a value of  $H'=0.89$ , but in general the species in both locations are classified as low. The observations found 5 families, 8 species of anura with 178 individuals at Tretes waterfall and 9 species with 553 individuals. Based on the species found, Tretes waterfall is classified as a natural environment, because *Leptobrachium hasselti* was found as a bioindicator. This species is found with higher protection than other species. The Dlundung waterfall is classified as an environment that is starting to experience damage. This is because there is a species of *Chalcorana chalconota* which is an indicator of a polluted environment, which has a higher supply than other species.

**Keywords:** *Community Structure, Anura, Waterfall, Bioindicator*

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	9
1.3 Tujuan Penelitian .....	9
1.4 Batasan Masalah.....	9
1.5 Manfaat Penelitian .....	10
BAB II.....	11
TINJAUAN PUSTAKA .....	11
2.1 Gambaran Umum Lokasi .....	11
2.1.1 Air terjun Tretes .....	11
2.1.2 Air terjun Dlundung .....	13
2.2 Struktur Komunitas .....	13
2.2.1 Keanekaragaman Spesies .....	14
2.2.2 Kemerataan Spesies .....	15
2.2.3 Indeks Dominansi Spesies .....	15
2.3 Amfibi .....	16
2.4 Deskripsi Anura .....	18
2.4.1 Morfologi Anura .....	25
2.4.2 Habitat Anura .....	26
2.4.3 Prilaku Anura .....	28
2.4.4 Identifikasi Anura.....	32
2.4.5 Peran Anura.....	36

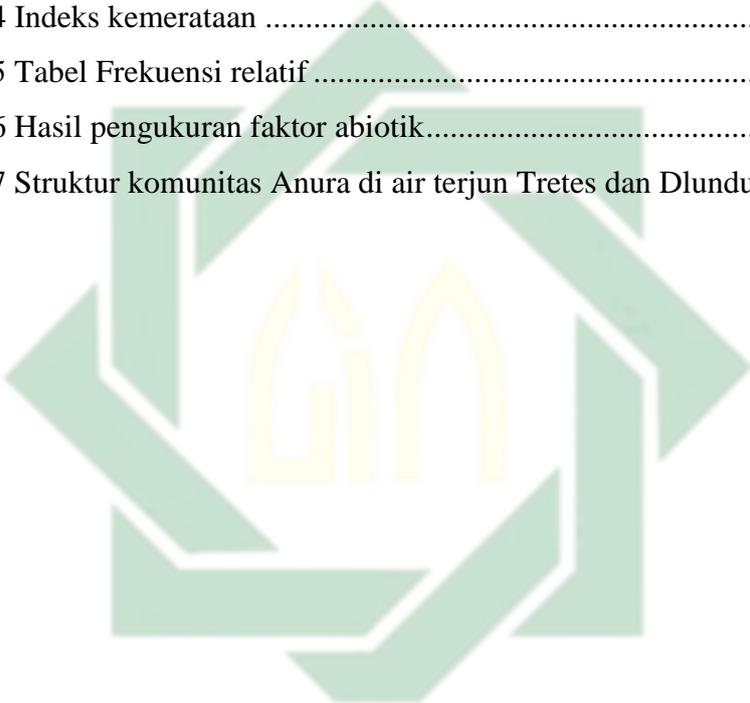
2.5 Penurunan Populasi Anura.....	37
2.6 Perubahan Lingkungan.....	40
BAB III .....	43
METODE PENELITIAN.....	43
3.1 Rancangan dan Metode Penelitian .....	43
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	44
3.3 Alat dan Bahan.....	50
3.4 Prosedur penelitian.....	51
3.5 Analisis data.....	52
BAB IV .....	55
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1 Struktur Komunitas Anura Di Kawasan Air Terjun Tretes Dan Air Terjun Dlundung.....	55
4.1.1 Deskripsi Spesies .....	58
4.1.2 Indeks Keanekaragaman Air Terjun Tretes dan Dlundung.....	74
4.1.3 Indeks Dominansi Air Terjun Tretes dan Air Terjun Dlundung.....	82
4.1.4 Indeks Kemerataan Air Terjun Tretes dan Air Terjun Dlundung.....	87
4.1.5 Frekuensi Relatif di Air Terjun Tretes dan Air Terjun Dlundung .....	91
4.2 Hubungan Faktor Biotik dan Abiotik di Air Terjun Tretes dan Air Terjun Dlundung.....	95
4.2.1 Komposisi Anura di Kawasan Air Terjun Tretes dan Dlundung.....	96
4.2.2 Faktor Abiotik dan Mikro Iklim pada Air terjun Tretes dan Dlundung.....	100
4.2.3 Struktur Komunitas dan Kelompok Spesies Indikator Lingkungan di Air Terjun Tretes dan Dlundung .....	104
BAB V.....	110
PENUTUP.....	110
4.1 Simpulan .....	110
4.2 Saran.....	111
DAFTAR PUSTAKA .....	112
Lembar Lampiran.....	132

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Air terjun Tretes, Jombang.....	11
Gambar 2. 2 Sesilia <i>Ichthyophis</i> .....	17
Gambar 2. 3 Bufonidae .....	18
Gambar 2. 4 Anura dari jenis <i>Odorrana Hosii</i> .....	19
Gambar 2. 5 Famili Bufonidae : <i>Duttaphrynus melanostictus</i> .....	21
Gambar 2. 6 Peta Persebaran Dicroglossidae .....	23
Gambar 2. 7 <i>Megophrys montana</i> .....	24
Gambar 2. 8 Siklus Hidup Anura.....	30
Gambar 3. 1 Peta jalur transek air terjun Tretes.....	44
Gambar 3. 2 peta air terjun Dlundung.....	47
Gambar 4. 1 Grafik persentase Famili air terjun Tretes.....	56
Gambar 4. 2 Grafik persentase Famili di air terjun Dlundung.....	57
Gambar 4. 3 <i>Huia masonii</i> .....	59
Gambar 4. 4 <i>Chalcorana chalconota</i> .....	61
Gambar 4. 5 <i>Odorrana Hosii</i> .....	63
Gambar 4. 6 <i>Fejervarya limnocharis</i> .....	64
Gambar 4. 7 <i>Occidozyga lima</i> .....	66
Gambar 4. 8 <i>Leptobrachium hasseltii</i> .....	67
Gambar 4. 9 <i>Duttaphrynus melanostictus</i> .....	68
Gambar 4. 10 <i>Phrynoidis asper</i> .....	70
Gambar 4. 11 <i>Ingerophrynus biporcatus</i> .....	72
Gambar 4. 12 <i>Polypedates leucomystax</i> .....	73
Gambar 4. 13 Grafik Indeks keanekaragaman .....	75
Gambar 4. 14 Grafik indeks dominansi .....	83
Gambar 4. 15 Grafik Indeks Kemerataan .....	88
Gambar 4. 16 Grafik Komposisi Famili.....	98

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel lokasi pengamatan Air terjun Tretes .....	45
Tabel 3. 3 Jadwal pelaksanaan .....	50
Tabel 4. 1 Daftar Spesies Anura .....	55
Tabel 4. 2 Indeks keanekaragaman .....	75
Tabel 4. 3 Indeks Dominansi .....	82
Tabel 4. 4 Indeks pemerataan .....	87
Tabel 4. 5 Tabel Frekuensi relatif .....	92
Tabel 4. 6 Hasil pengukuran faktor abiotik.....	101
Tabel 4. 7 Struktur komunitas Anura di air terjun Tretes dan Dlundung .....	105



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR LAMPIRAN

Tabel 1. Daftar Spesies di air terjun tretes .....	132
Tabel 2. Daftar Spesies Area <i>Camp</i> .....	132
Tabel 3. Daftar Spesies Di Area Sungai.....	133
Tabel 4. Daftar Spesies Di Area Hortikultura.....	133
Tabel 5. Daftar Spesies Di Area Hutan.....	133
Tabel 6. Daftar Spesies Di Area Air Terjun.....	133
Tabel 7. Daftar Spesies Di Air Terjun Dlundung .....	134
Tabel 8. Daftar Spesies Di Area <i>Camp</i> .....	134
Tabel 9. Daftar Spesies Di Area Sungai.....	134
Tabel 10. Daftar Spesies Di Area Hortikultura.....	135
Tabel 11. Daftar Spesies Di Area Hutan.....	135
Tabel 12. Daftar Spesies Di Area Air Terjun.....	135
Tabel 13. Analisis Data Pada Air Terjun Tretes .....	136
Tabel 14. Analisis Data Area <i>Camp</i> .....	136
Tabel 15. Analisis Data Area Sungai .....	137
Tabel 16. Analisis Data Area Hortikultura .....	137
Tabel 17. Analisis Data Area Hutan .....	137
Tabel 18. Analisis Data Area Air Terjun .....	138
Tabel 19. Hasil Analisis Data Pada Air Terjun Dlundung.....	138
Tabel 20. Analisis Data Area <i>Camp</i> .....	139
Tabel 21. Analisis Data Area Sungai .....	139
Tabel 22. Analisis Data Area Hortikultura .....	140
Tabel 23. Analisis Data Area Hutan .....	140
Tabel 24. Analisis Data Area Air Terjun .....	141
Tabel 25. Hasil Pengukuran Suhu Udara .....	141
Tabel 26. Hasil Pengukuran Suhu Air.....	141
Tabel 27. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara .....	142
Tabel 28. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya.....	142
Tabel 29. Hasil Pengukuran Ph.....	143

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Lingkungan merupakan suatu wilayah yang tersusun dari berbagai macam ekosistem. Ekosistem ini dihuni oleh berbagai macam organisme dan saling berinteraksi baik dengan unsur abiotik dan biotik. Unsur abiotik dan biotik saling mempengaruhi satu sama lain (Bhardwaj *et al.*, 2018). Indonesia sendiri merupakan lingkungan beriklim tropis yang dikenal mempunyai sumber daya alam dan keanekaragaman hayati yang melimpah (Rintelen *et al.*, 2017). Biodiversitas atau keanekaragaman ditunjang dari keanekaragaman Spesies, ekologi (lanskap) dan genetik. Indonesia didiami sekitar 720 jenis Mamalia, 1605 jenis Aves, 385 Spesies Amfibi, 723 Spesies Reptil, 1248 Spesies Pisces dan ratusan ribu Invertebrata, Arthropoda, serta mikroorganisme yang belum banyak dipelajari dan teridentifikasi (Prasetyo, 2017).

Biodiversitas yang tinggi dimiliki oleh Bangsa Indonesia seharusnya menjadi bentuk sumber daya alam yang menggambarkan kekayaan hayati Negara Indonesia. Tingginya nilai biodiversitas yang tidak didasari dengan rasa tanggung jawab oleh masyarakat dapat mengakibatkan penurunan *Spesies richness*/kekayaan Spesies yang dimiliki bangsa Indonesia (Purwanto *et al.*, 2020). Faktor yang menyebabkan penurunan biodiversitas tidak lain adalah aktivitas manusia seperti industrialisasi, urbanisasi, *illegal logging*, perburuan, pembukaan atau alih fungsi lahan, polusi, yang berimbas pada kerusakan dan perubahan lingkungan (Mahmoud *et al.*, 2020; Raven & Wagner, 2021). Aktivitas lain seperti penggunaan

kendaraan bermotor yang *masive* menimbulkan polusi yang berakhir dengan perubahan iklim dan pemanasan global (Weiskopf *et al.*, 2020).

Perubahan lingkungan adalah keadaan lingkungan yang mengalami perubahan baik kondisi fisik, geografi, kimia, dan biologi (Kroeker *et al.*, 2020). Perubahan lingkungan dewasa ini menjadi permasalahan bagi negara-negara di dunia. Lingkungan adalah suatu konstruksi alamiah dimana terjadi interaksi antara komponen biotik dan abiotik (Runquist *et al.*, 2020). Faktor penyebab perubahan lingkungan adalah faktor alamiah dan faktor manusia (Susilawaty *et al.*, 2021). Menurut Marfai (2019) Faktor alamiah yang menjadi penyebab perubahan lingkungan di antaranya diakibatkan oleh aktivitas geografi, iklim, lempeng tektonik dan bencana alam. Contoh aktivitas alam yang mempengaruhi lingkungan dari segi biogeografi di antaranya erupsi gunung berapi, tsunami, gempa bumi, kemarau dan lain-lain. Selain faktor alamiah, faktor manusia juga bertanggung jawab atas perubahan dan kerusakan lingkungan yang terjadi saat ini (Owens, 2020).

Aktivitas manusia seperti pembukaan lahan, pertambangan, pembuangan limbah dan pembangunan menjadi penyebab perubahan lingkungan (Ukaogo *et al.*, 2020). Seiring dengan perkembangan populasi penduduk dunia dan kemajuan teknologi yang semakin pesat menjadikan manusia semakin konsumtif dan destruktif. Hal ini menyebabkan peningkatan kebutuhan akan pangan, infrastruktur, energi, dan bahan tambang yang pada akhirnya menyebabkan eksploitasi dan kerusakan lingkungan (Petavratzi *et al.*, 2022). Lingkungan yang mengalami kerusakan kedepannya berdampak pada ekosistem dan manusia itu sendiri (Zandalinas *et al.*, 2021). Manusia seharusnya sadar dan memperhatikan kondisi

lingkungan saat ini, karena manusia ditakdirkan oleh Allah swt sebagai khalifah. Tugas manusia dijelaskan dalam Al-Quran surah Al-Baqarah ayat 30 yang berbunyi:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰٓئِكَةِ اِنِّيْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِيْفَةً قَالُوْۤا اَنْتَجْعَلُ فِيْهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيْهَا  
وَيَسْفِكُ الدِّمَآءَ. وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَ اِنِّيْۤ اَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُوْنَ ۝۳۰

Artinya : Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi". Mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.

Menurut tafsir Ibnu Katsir (2022), Bani Adam atau manusia adalah makhluk yang dianugerahi oleh Allah SWT sebagai makhluk yang mulia, dengan disebutkannya perihal penciptaan manusia kepada malaikat. Makna firman Allah SWT *“ingatlah ketika tuhanmu berfirman kepada para malaikat”* dimaksudkan untuk nabi Muhammad SAW agar menyampaikan kepada umat-nya. Malaikat bertanya kepada Allah SWT *“mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu, orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah”* kalimat malaikat adalah protes karena seolah malaikat sudah mengetahui apa yang akan mereka lakukan tidak lain adalah membuat kerusakan di muka bumi (Katsir, 2022)

Khalifah adalah pemimpin yang mewakili seluruh makhluk di dunia (Lubis *et al.*, 2021). Sudah semestinya manusia sebagai khalifah yang menjaga dan memanfaatkan alam sebagaimana tugasnya. Kuasa yang diberikan oleh Allah SWT

tidak seharusnya diperuntukan untuk eksploitasi secara membabi buta. Karena tidak hanya hubungan kita terhadap Tuhan dan manusia, namun hubungan manusia dengan alam yang juga perlu dijaga. Perilaku khalifah adalah menjaga, melindungi, membuat tatanan agar alam dan manusia berjalan sebagaimana kodrat dari Allah SWT (Garwan, 2019). Perubahan yang terjadi baik karena faktor alam atau manusia mempengaruhi kehidupan makhluk yang tinggal di habitat sekitar lingkungan yang rusak (Weiskopf *et al.*, 2020). Hewan dengan kemampuan toleransi rendah dengan mudah mengalami penurunan drastis (Spence & Tingley, 2020). Hewan-hewan yang sangat bergantung pada lingkungan biasanya dari organisme poikilotherm seperti reptil dan amfibi. Salah satu hewan yang terdampak oleh kerusakan lingkungan adalah Anura (Padian & De Ricqlès, 2020).

Anura atau katak adalah organisme dari kelas Amfibi yang bernapas menggunakan paru-paru dan kulitnya yang permeabel, tubuh Anura terbagi menjadi moncong/kepala, badan dan tungkai (M. Kusriani *et al.*, 2019). Umumnya tungkai bagian depan katak lebih pendek dibandingkan tungkai belakang. Tungkai belakangnya yang panjang inilah yang membuat katak dikenali sebagai pelompat yang handal (Hidayah *et al.*, 2018). Anura dilengkapi dengan kelenjar paratoid yang berfungsi sebagai bentuk pertahanan pada beberapa spesies katak, karena mampu mensekresi racun, organ tersebut berada pada bagian atas timpanium, atau organ pendengaran yang dimiliki katak berbentuk lingkaran (Márquez *et al.*, 2012, 2020). Anura dapat dijumpai pada berbagai habitat seperti hutan, rawa, sungai, persawahan dan area perairan lain. Berdasarkan habitat, katak dibagi menjadi beberapa yakni katak terrestrial, arboreal, akuatik, semi akuatik dan fosorial (Saputra *et al.*, 2016; Vera *et al.*, 2020).

Anura termasuk dalam kelas Amfibi yang mengalami metamorfosis atau perubahan siklus hidup (Paul *et al.*, 2022). Siklus hidup setelah telur adalah berudu (tadpoles) kemudian berangsur-angsur berubah menjadi dewasa (Juvenil) kedua fase tersebut sangat bergantung pada faktor lingkungan, mengingat Anura adalah hewan berdarah dingin (*poikilotherm*) artinya Anura perlu menyesuaikan suhu tubuh dengan lingkungannya (Iskandar, 2000). Menurut Kusriani, (2007) sebagian Anura dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan kurang menguntungkan namun sebagian besar sangat bergantung pada habitat yang masih alami, oleh karena itu Anura adalah hewan yang bisa dijadikan bioindikator perubahan lingkungan.

Bioindikator merupakan cara untuk mengetahui kualitas suatu wilayah dengan menggunakan flora atau fauna sebagai parameter perubahan (Husamah, 2019). Keuntungan menggunakan biomonitoring adalah metode pengamatan yang relatif mudah, minim biaya, dan efektif, jika dibandingkan dengan monitoring dengan menggunakan aspek kimia dan fisika yang membutuhkan peralatan khusus terlebih monitoring dengan metode ini menuntut pengulangan yang intens jika melihat adanya perubahan (Husamah, 2019). Meskipun begitu terkadang biomonitoring dilakukan dengan mengkombinasikan monitoring fisika dan kimia agar lebih akurat (Husamah, 2019). Bioindikator menjadi parameter yang dapat diamati melalui gejala fisik seperti adanya perubahan kondisi ekosistem yang terdiri dari biota dalam suatu habitat, baik satwa maupun flora mengalami perubahan populasi yang berbanding lurus dengan perubahan lingkungan (Mardinata *et al.*, 2018). Beberapa beberapa hewan seperti Anura sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan (Dilla Farhana, 2021). Anura membutuhkan mikro iklim yang ideal

seperti adanya sumber makanan, mikro iklim yang sesuai, individu sejenis, agar kelangsungan populasinya terjaga (Saputra *et al.*, 2016).

Menurut Kusrini (2007), Anura dewasa ini terus menerus mengalami penurunan jumlah populasi. Faktor yang mengakibatkan penurunan Spesies Anura di antaranya adanya intervensi manusia seperti perburuan, pencemaran, alih fungsi habitat, selain faktor tersebut Anura juga banyak mengalami kecacatan, penyakit, kompetisi, penurunan kualitas generatif dan ketidakseimbangan rantai makanan. Eksploitasi dalam bentuk pemanfaatan Anura sebagai bahan makanan hingga hewan peliharaan juga menjadi ancaman bagi keberlangsungan Anura di lingkungan, terlebih faktor lain yang terus mengikis populasi Anura secara masif (Mohanty *et al.*, 2021). Beberapa contoh Spesies Anura yang biasa diburu dan diperjualbelikan dagingnya adalah *Fejervarya cancrivora*, *Fejervarya limnocharis*, *Limnonectes macrodon* dan *Rana catesbeiana*. (Altherr & Schubert, 2011; Grano, 2021).

Salah satu Spesies *Staurois guttatus*, yang mengalami penurunan jumlah individu pada penelitian Anwar, (2022), dengan jumlah rata-rata sekitar 91 individu jantan dan 11 individu betina. menurut mereka jumlah tersebut masih lebih rendah dibanding penelitian sebelumnya karena dibangun bendungan di wilayah tersebut yang dianggap mempengaruhi mikro habitat katak batu *Staurois guttatus*. Alih fungsi lahan juga mempengaruhi jumlah Spesies Anura pada kelompok arboreal seperti *Rhacophorus reinwardtii*, *Ansonia latidisca*, *Limnonectes arathooni*, *Callulops kopsteini*, *Ingerophrynus claviger*, dan *Barbourula kalimantanensis*, masuk dalam daftar hampir terancam dan rentan (IUCN, 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh (Budhi Utami, Berry Fakhry Hanifa, 2016), menjelaskan bahwa Anura adalah hewan yang dapat dijadikan bioindikator, karena hidup Anura bergantung pada lingkungan yang ideal, jika ada faktor lingkungan yang berubah maka berpengaruh pada kehidupan Anura. Kondisi lingkungan yang ideal pada Anura berbeda-beda setiap Spesiesnya, bergantung pada ambang toleransi suatu Spesies terhadap lingkungannya. Menurut Hanifa *et al.*, (2017). Salah satu Spesies yang dapat dijadikan indikasi kualitas lingkungan, contohnya adalah *Leptobrachium hasseltii*. Anura jenis ini membutuhkan lingkungan yang khusus, dan memiliki kandungan mineral dan nutrisi tertentu. Berudu dari katak jenis ini jika tidak terdapat mineral atau lingkungan yang kurang mendukung tetap dapat hidup, namun tidak dapat bermetamorfosis menjadi katak dewasa. Kelimpahan dan Biodiversitas Anura yang tinggi dalam suatu habitat dapat diasumsikan bahwa lingkungan tersebut belum mengalami perubahan signifikan (Zeitler *et al.*, 2021)

Penelitian yang dilakukan oleh Triesita *et al.*, (2016) di air terjun Ironggolo, Kediri yang juga menjelaskan potensi Anura sebagai bioindikator. Pada air terjun Ironggolo ditemukan 11 Spesies Anura dari 6 famili indeks keanekaragaman yang memiliki nilai tinggi dengan nilai sebesar 2,0133 dengan indeks pemerataan sebesar 0,8396, yang menunjukkan adanya Dominansi Spesies pada Anura di wilayah tersebut. Hasil tersebut menunjukkan kondisi lingkungan di air terjun Ironggolo dianggap baik. Apalagi dengan ditemukannya Spesies kunci seperti *Leptobrachium hasseltii* yang melimpah.

Fattah dan timnya (2017) juga melakukan penelitian di air terjun Kembangsoka dan Kedungpedut, Kulon Progo, Daerah Istimewa melakukan

penelitian di air terjun Kembangsoka dan Kedungpedut, Kulon Progo, Daerah Yogyakarta. Penelitian dilakukan dengan metode VES (*Visual Encounter Survey*) dan transek didapatkan 6 jenis amphibi dari 3 famili, Spesies yang paling mendominasi adalah *Phrynoidis aspera*.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Sokmawati *et al.* (2020) dalam buku Biodiversitas Air terjun Tretes, dengan mendata flora dan fauna termasuk Herpetofauna yang terdapat di air terjun Tretes. Terdapat sekitar 10 Spesies yang telah ditemukan di antaranya adalah, *Chalcorana chalconota*, *Ingerophrynus biporcatus*, *Fejervarya limnocharis*, *Leptobrachium hasseltii*, *Microhyla achatina*, *Odorrana hosii*, *Polypedates leucomystax*, *Huia masonii*, *Phrynooides asper* dan *Duttaphrynus melanostictus*.

Dari hasil penelitian yang telah dipaparkan di atas menunjukkan potensi air terjun yang dapat dijadikan lokasi penelitian dalam mengkaji Anura. Sedikit penelitian yang menjadikan Anura sebagai indikator perubahan lingkungan, oleh karenanya tujuan penelitian ini adalah untuk mengkategorikan perubahan lingkungan dengan menggunakan Anura sebagai indikasi terjadinya perubahan lingkungan. Penelitian mengenai Anura masih terbilang sedikit jika dibandingkan dengan penelitian di bidang biologi lain, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai keanekaragaman, persebaran, Dominansi, dan habitat Anura atau katak. Penurunan jumlah dan kepunahan lokal pada beberapa Spesies katak menjadi indikasi dari lingkungan yang mengalami penurunan kualitas (M. Kusriani, 2021; Utari *et al.*, 2020). Penelitian terkait struktur komunitas sebagai bioindikator lingkungan dilakukan di air terjun Tretes dan air terjun Sekelip, lokasi tersebut belum banyak dilakukan penelitian sehingga sangat penting untuk mengkaji

keduanya dari sisi ekologi. Terlebih bisa saja terdapat kemungkinan perubahan lingkungan karena air terjun tretes telah menjadi objek wisata, tentu saja dikhawatirkan hal ini berpotensi menurunkan populasi Anura.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana struktur komunitas Anura yang terdapat pada berbagai habitat di kawasan air terjun Tretes dan air terjun Dlundung?
- b. Bagaimana hubungan kondisi lingkungan dengan struktur komunitas Anura di kawasan air terjun Tretes dan air terjun Dlundung?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui struktur komunitas Anura yang terdapat di kawasan air terjun Tretes dan air terjun Dlundung,
- b. Untuk mengetahui hubungan kondisi lingkungan dengan struktur komunitas di kawasan Air terjun Tretes dan Air terjun Dlundung, berdasarkan keberadaan Anura sebagai bioindikator lingkungan

## **1.4 Batasan Masalah**

Pengamatan dilakukan pada jalur setapak dan lokasi yang dapat diakses. Lokasi yang dipilih memperhitungkan keselamatan personil, dan menghindari wilayah yang curam, tebing serta hutan yang sulit dilalui. Pengambilan sampel dengan menghitung jumlah Spesies dan jumlah individu dewasa atau juvenil. Anura dewasa lebih efektif diamati karena lokasinya dapat dideteksi menggunakan suara yang dihasilkan. Berudu tidak termasuk dalam sampel, karena tingkat kesulitan

untuk mendeteksi larva Anura, serta tidak dapat diperlakukan seperti Anura dewasa karena mudah mati.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk :

- a. Sebagai sumber informasi dan sumber pengetahuan mengenai struktur komunitas Anura di kawasan air terjun Tretes Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang dan air terjun Dlundung, kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto
- b. Sebagai informasi mengenai kondisi lingkungan di wilayah air terjun Tretes Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang dan dan air terjun Dlundung, kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto
- c. Sebagai referensi dan usaha awal dalam pelestarian Anura ditinjau dari bioindikator di kawasan air terjun Tretes air terjun Dlundung, kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto
- d. Hasil penelitian akan diolah dan dipublikasikan sebagai artikel ilmiah
- e. Sebagai salah satu upaya konservasi dalam memitigasi perubahan ekosistem yang mengalami perubahan di kawasan Air terjun Tretes dan air terjun Dlundung, kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Gambaran Umum Lokasi

##### 2.1.1 Air terjun Tretes

Air terjun Tretes berada pada kawasan Taman Hutan Raya (Tahura) Raden Soerjo pada koordinat  $7^{\circ} 46' 20,867'' - 7^{\circ} 46' 41,543''$  LS dan  $112^{\circ} 23' 39,485'' - 112^{\circ} 24' 23,804''$  BT. Wilayah Tahura Raden Soerjo adalah kawasan pelestarian alam yang berada dalam pegunungan Anjasmoro dengan ketinggian 1.172 mdpl., Welirang dan Arjuno yang berada di beberapa kabupaten/kota meliputi kabupaten Malang, Kabupaten Jombang, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Mojokerto Jawa Timur. Air terjun Wonosalam berada di Dusun Pangajaran, Desa Galengdowo, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang. Kawasan Air terjun Tretes dijadikan salah satu objek wisata baik bagi pengunjung domestik maupun pengunjung asing (Lusiana *et al.*, 2016; Marsono, 2021)



Gambar 2. 1 Air terjun Tretes, Jombang (dok. Pribadi 2022)

Tahura Raden Soerjo dibagi atas beberapa Blok di antaranya adalah blok perlindungan, blok koleksi, blok pemanfaatan, blok tradisional, blok rehabilitasi, blok religi, sejarah, dan budaya, blok dan blok khusus (Toiba *et al.*, 2019). Air terjun Tretes sendiri masuk dalam blok pemanfaatan yang memang menjadi objek wisata yang diperuntukan untuk wisatawan lokal atau asing. Air terjun Tretes memiliki ketinggian mencapai 158 meter dan merupakan air terjun tertinggi di Jawa timur dengan kontur geografis yang terdiri dari sumber air yang mengalir dari air terjun menuju sungai batuan andesit, hutan dengan kondisi baik, area perbukitan menanjak. Air dari sumber Air terjun biasa dimanfaatkan warga dusun Pangajaran untuk kebutuhan sehari-hari. Banyak warga yang menggantungkan hidupnya pada wilayah hutan. Seperti mencari pakan ternak atau mencari kayu bakar. Objek wisata Air terjun Tretes secara ekonomi meningkatkan pendapatan warga karena beberapa warga memiliki warung di jalur Air terjun Wonosalam (Tahura Raden Soerjo, 2020).

Air terjun Tretes dikenal dengan wisata alam dan pemandangan hutan yang asri. Karena lokasinya termasuk kawasan konservasi Tahura Raden Soerjo yang menyimpan banyak keindahan baik dari segi landscape, tetumbuhan baik perkebunan maupun di hutan serta satwa seperti burung, monyet, serangga seperti capung dan kupu-kupu berkelebat di sekitar hutan menjadi bukti wilayah yang masih terjaga. Vegetasi yang terdiri dari banyak tumbuh-tumbuhan memiliki peran besar dalam ekosistem Air terjun Wonosalam sebagai sumber nutrisi dan biomassa, penyerapan karbon, penahan air, dan pilar penting dalam menunjang relasi ekologi seperti pada hewan polinator, parasit, detritivor, predator dan lain sebagainya (Afnan *et al.*, 2022)

### 2.1.2 Air terjun Dlundung

Lokasi kedua berada di kawasan air terjun Dlundung, kecamatan Trawas Kabupaten Jombang. Air terjun dlundung merupakan salah satu destinasi wisata yang dikunjungi wisatawan domestik maupun asing karena keindahan dan aksesnya yang mudah. air terjun Dlundung memiliki elevasi 50 meter dengan air yang masih jernih. Pengunjung dapat melalui jalur setapak yang disediakan mulai dari tempat pembelian tiket. Kawasan sekitar terdapat lokasi kemah yang sering digunakan sebagai sarana kegiatan perkemahan hingga *camping*. Terdapat beberapa warung dan toko yang menjual berbagai macam barang mulai dari makanan dan pernak-pernik wisata.

Air terjun Dlundung adalah kawasan wisata yang berdekatan dengan gunung Penanggungan dengan ketinggian 760 meter. Sehingga di sekitar kawasan wisata terdapat hutan primer yang masih asri. Sungai yang terjaga yang dimanfaatkan penduduk sebagai sumber air untuk kebutuhan. Di sekitar kawasan wisata terdapat area persawahan yang ditanami padi, perkebunan yang banyak ditanami tanaman budidaya. Pada kawasan hutan terdapat berbagai macam Satwa yang sering diamati seperti burung, primata, hingga serangga. Salah satu hewan yang sering teramati adalah Lutung (*Trachypithecus auratus*).

### 2.2 Struktur Komunitas

Kelompok individu yang sama dan saling berinteraksi dalam suatu tipe habitat disebut Komunitas. Struktur komunitas merupakan kajian tentang interaksi Spesies makhluk hidup dengan habitat dan mampu beradaptasi menyesuaikan kondisi lingkungan. Suatu komunitas dapat menjalin hubungan dengan lingkungannya dalam membentuk suatu tatanan ekosistem (Widodo, *et al* 2021).

Komunitas dapat ditelaah melalui beberapa pendekatan yaitu komposisi, keanekaragaman, kelimpahan, pemerataan dominansi dan kepadatan Spesies (Syazali *et al.*, 2019).

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi bentuk komunitas adalah habitat atau lingkungan hidup suatu Spesies. Perubahan habitat dapat mempengaruhi komposisi Spesies yang merupakan bagian dari komunitas, seperti penurunan Spesies tertentu, peningkatan jumlah Spesies, ketidakseimbangan struktur ekologi, hingga mengancam kepunahan bagi beberapa Spesies (Aji *et al.*, 2018; Imran *et al.*, 2011). Komunitas tidak terlepas dari sistem ekosistem karena hubungan ekosistem dan komunitas saling berkaitan, dan berjalan beriringan. Kondisi ekologi yang ideal memungkinkan komunitas dapat berkembang sebagaimana mestinya. Sifat struktur komunitas diamati melalui dominansi Spesies, indikator kehidupan, habitat dan hubungan fungsional (Syazali *et al.*, 2019)

### **2.2.1 Keanekaragaman Spesies**

Keanekaragaman dalam kajian ekologi memiliki artian kemajemukan semua bentuk penyusun kehidupan dari tingkat genetik, organisme, tipe habitat dan interaksi atau hubungan yang terjalin dalam ekosistem. Kerusakan lingkungan dapat mempengaruhi tingkat keanekaragaman Spesies dalam suatu habitat. Peranan keanekaragaman sangat krusial karena dalam suatu komunitas keanekaragaman Spesies menjadi penentu jumlah Spesies dalam suatu wilayah (Prasetyo, 2017).

Keanekaragaman biasa dirumuskan dalam indeks Shannon-Wiener dan Simpson. Indeks Simpson merupakan perumusan nilai berdasarkan Spesies

yang ditemukan, semakin sering Spesies dijumpai maka akan semakin indeks keanekaragaman. Indeks Shannon-Wiener dinotasikan dalam bentuk ( $H'$ ), suatu nilai dimana perhitungan pemerataan distribusi Spesies. Indeks diversitas dinilai berdasarkan parameter 1,5 sampai 3,5 semakin tinggi nilai indeks keanekaragaman maka dapat dikatakan kemajemukan atau heterogenitas Spesies tinggi (Maguran, 2004 dan Arroyan *et al.*, 2020).

### 2.2.2 Kemerataan Spesies

Kemerataan Spesies adalah salah satu kajian dalam menganalisis persebaran suatu Spesies atau komunitas dalam suatu habitat. Kemerataan Spesies dinotasikan sebagai Indeks *evenness* yang berfungsi untuk mengetahui pemerataan jenis dalam suatu komunitas. Indeks pemerataan memiliki rumus hitung indeks keanekaragaman Shannon -Wiener dibagi Logaritma Natural dari Jumlah Spesies. Nilai Indeks Evenness berkisar antara 0-1. Semakin nilai indeks pemerataan mendekati satu maka semakin tinggi pula pemerataan suatu komunitas yang terdiri dari beberapa Spesies. (Magurran, 1988)

### 2.2.3 Indeks Dominansi Spesies

Indeks dominansi merupakan jumlah individu yang mendominasi atau suatu parameter yang mengindikasikan adanya dominansi oleh Spesies dalam suatu komunitas. Indeks dominansi dinotasikan dalam bentuk  $D$  dengan rumus hitung  $\frac{\sum p_i^2}{\sum p_i}$  dimana  $p_i$  adalah jumlah individu tiap Spesies dibagi jumlah individu seluruh Spesies kuadrat. Indeks dominansi bernilai 0-1, artinya jika nilai mendekati 1 maka dalam suatu komunitas terdapat Spesies yang mendominasi atau dengan jumlah paling banyak dan persebaran luas. (Odum, 1993)

### 2.3 Amfibi

Dalam bidang biologi Amfibi termasuk dalam objek bahasan Herpetologi. Herpetologi merupakan cabang ilmu biologi yang membahas mengenai Herpetofauna, herpetofauna terdiri dari ordo Kelas Reptilia dan Amfibi yang memiliki kesamaan cara hidup dan habitat. Kesamaan di antaranya adalah dalam penyesuaian suhu terhadap lingkungannya (ektoterm), mengingat reptilia dan Amfibi adalah hewan berdarah dingin (Irwanto *et al.*, 2019).

Amfibi hidup pada kondisi lingkungan yang memiliki kelembaban tinggi biasanya ditemukan pada daerah perairan seperti aliran sungai, danau, dan hutan hujan tropis, hal ini karena Amfibi mempunyai kulit dengan permeabilitas tinggi, artinya mampu menyerap dan mengeluarkan air ke dalam tubuhnya melalui kulitnya yang lembab (Kusrini, 2007; Rofiq & Wahyuni, 2020). Habitat yang didiami adalah wilayah perairan dengan air tawar, Amfibi tidak bisa mentolerir tekanan osmotik yang bisa diakibatkan air laut, meskipun ada beberapa yang hidup di wilayah air payau (M. Kusrini, 2021).

Kebanyakan Amfibi adalah hewan nokturnal, yang aktif pada malam hari. kondisi yang ideal bagi Amfibi adalah kondisi dimana suhu udara rendah dan kelembaban udara tinggi. Layanan ekosistem yang diberikan Amfibi meliputi peranannya dalam rantai makanan, terlebih menjadi konsumen hewan tingkat rendah dan menjadi bioindikator perubahan lingkungan seperti pencemaran air dan peningkatan suhu akibat ketidakpastian iklim (Rohman *et al.*, 2022).

Amfibi terdiri dari 3 ordo meliputi Anura, Sesilia dan caudata. Sesilia merupakan hewan tak berkaki (apoda) atau Gymnophiona. Amfibi ini memiliki kemiripan dengan cacing terutama cara hidupnya yang sering dijumpai di dalam

tanah atau tumbukan daun serasah yang lembab. (Iskandar, 2000; Kusrini, 2013) Sesilia bereproduksi seksual dan fertilisasi internal. Larva sesilia biasa mendiami wilayah perairan atau berkembang menjadi sesilia terrestrial. Ordo caudata dikenal dengan nama salamander. Indonesia merupakan salah satu negara yang tidak terdapat ordo Caudata. Salamander memiliki kemiripan dengan kadal hanya saja bernapas menggunakan paru-paru dan kulitnya. Memiliki kaki, kepala dan ekor yang jelas, dengan empat kaki tungkai berukuran sama. Hewan ini tidak mengalami metamorfosis, larva Caudata memiliki kemiripan dengan induknya ( Kusrini *et al.*, 2019).



Gambar 2. 2 *Sesilia ichthyophis* (Kusrini. 2019)

Ordo Anura merupakan ordo yang dijumpai hampir di setiap wilayah dunia. Dalam budaya Indonesia Anura disebut sebagai katak dan kodok. Menurut Kamsi (2017) Anggota tubuh terdiri dari kepala, badan dan dua pasang kaki, dimana kaki bagian belakang lebih panjang dan digunakan sebagai pergerakan utama, ciri yang khas dari Anura adalah lidahnya yang mampu memanjang. Lidah ini adalah bagian dari evolusi yang mempermudah dalam pencarian pakan. Dalam menarik perhatian betina, Anura dilengkapi pita suara dan menghasilkan suara yang berbeda tiap

Spesies. Fertilisasi berlangsung diluar tubuh (eksternal). Fase hidup Anura meliputi dua fase yaitu fase larva (kecebong) dan fase dewasa (Khamim, 2020).



Gambar 2. 3 Bufonidae (Dok. Pribadi. 2022)

Anura hidup pada tempat-tempat dengan kelembaban tinggi dan sekitar perairan, karena Anura merupakan Hewan Berdarah dingin (poikiloterm). Penyesuaian suhu tubuh dan lingkungan luar ditunjang dengan kulit yang licin, lunak dan berlendir dengan kemampuan permeabilitas yang mampu menyerap dan mengeluarkan air dalam tubuhnya (Errico *et al.*, 2018).

#### 2.4 Deskripsi Anura

Anura adalah kelompok dari Amfibi yang hidup di wilayah yang lembab. Anura dapat ditemukan di berbagai tipe habitat di hampir seluruh belahan bumi, Asia, Afrika, Amerika, Australia, Eropa kecuali Antartika dan wilayah yang ekstrim (Jacken *et al.*, 2020). Di Indonesia Anura disebut sebagai katak dan kodok. Katak dikategorikan pada Anura dengan kulit yang lebih halus dengan kaki yang lebih panjang dibanding kodok, kodok biasanya dikonotasikan pada famili Bufonidae Kodok memiliki kulit yang terlihat lebih kasar, dan memiliki pergerakan yang lamban dibanding katak. Musim kawin katak terjadi ketika musim hujan.

Musim kawin ditandai dengan suara pejantan yang dihasilkan dari rongga leher dan pita suara untuk menarik perhatian betina (Yudha *et al.*, 2019).

Siklus hidup Anura berasal dari telur yang diletakkan induknya di luar tubuh, biasa menggunakan sarang berbusa atau di dalam air. Ketika menetas larva atau sebutan lainnya kecebong (tadpole) memiliki tubuh mirip dengan ikan dengan ekor dan mulut kecil, pada fase ini kecebong bernapas menggunakan insang (Janes *et al.*, 2019). Kecebong akan menumbuhkan anggota badan lain dan mereduksi ekor renang seiring waktu. Dan memasuki fase dewasa. Bangsa Anura mengkonsumsi hewan-hewan tingkat rendah seperti serangga, cacing, larva, ikan kecil, dan hewan kecil lain. Katak atau kodok menduduki konsumen kedua atau pertama dalam rantai makanan. Peranan Anura cukup penting bagi ekosistem sebagai pengendali populasi serangga, bioindikator, mangsa bagi hewan tingkat atas dan Harmoni alam. (Firdaus, 2016).



Gambar 2. 4 Anura dari jenis *Odorrana Hosii* (Dok. Pribadi, 2022)

Dalam taksonomi Anura diklasifikasikan menjadi :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Amfibia
Ordo	: Anura

Anura tersebar di berbagai penjuru dunia, termasuk Indonesia, Indonesia masuk dalam kawasan Kepulauan Malaya atau Wilayah Asia Tenggara yang dilalui garis Equator. Menurut Prof. Iskandar (1998) seorang herpetolog, dalam bukunya menyebut setidaknya terdapat beberapa famili yang dapat dijumpai di Indonesia di antaranya adalah :

a. Bufonidae

Secara terminologi Bufonidae adalah sebutan untuk kodok yang selama ini dikenal di Indonesia. Suku Bufonidae tersebar pada berbagai penjuru dunia kecuali bumi bagian selatan, seperti Australia dan Papua. Kodok dicirikan dengan permukaan dan tekstur kulitnya yang kasar dan tubuhnya yang gemuk (Chan *et al.*, 2020; McDiarmid, 1971). Kebanyakan kodok bergerak agak lambat kemungkinan karena kakinya yang pendek. Bufo dapat hidup di berbagai tipe habitat mulai dari hutan, persawahan, hingga pemukiman. Kodok adalah anura terrestrial namun saat musim kawin seringkali dijumpai di kubangan air hingga sungai dangkal (Acevedo *et al.*, 2016). Anggota dari famili ini adalah *Bufo*, *Ansonia*, *Leptophryne*, *Pedostibes*, *pelophryne*, *Pseudobufo*, dan *Duttaphrynus* (Matsui *et al.*, 2013).



Gambar 2. 5 Famili Bufonidae : *Duttaphrynus melanostictus* (dok. pribadi, 2022)

#### b. Ranidae

Ranidae memiliki pemerataan yang tersebar luas dari seluruh dunia. Bentuk tubuhnya sebagaimana katak pada umumnya dengan tungkai depan pendek dan kaki panjang dan kuat. Tipe habitat umumnya akuatik, terrestrial, semi akuatik dan Arboreal (Handziko *et al.*, 2021). Dikenal sebagai katak sejati dan telah dipecah menjadi beberapa takson kecil contohnya adalah Dicroglossidae yang dulunya adalah sub famili dari Ranidae (Maya Nur, 2021). Ranidae dapat menghuni tiap tipe habitat, ekologi dan ketinggian dengan berbagai variasi. ciri umum pada suku ini adalah kulit lembab halus, tungkai belakang panjang dan kuat, jari berselaput, umumnya tympanium terlihat jelas. Bertelur dan diletakkan pada perairan kemudian menetas menjadi berudu. Kebanyak Ranidae adalah pelompat yang handal (Eprilurahman *et al.*, 2018).

#### c. Microhylidae

Microhylidae adalah Famili Anura yang dapat dikenali dari mulutnya yang sempit. Biasa dijumpai di tanah hutan, pohon hingga

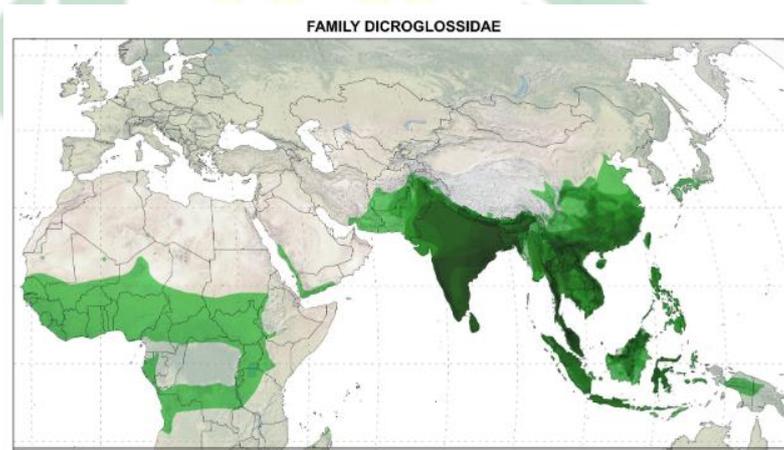
menggali tanah. Makanan dari katak ini adalah rayap, semut dan invertebrata kecil lain (Wanda *et al.*, 2012). Beberapa anggota genus memiliki kemampuan Gastromyzophorus pada larvanya, yaitu kemampuan tidak makan pada saat fase kecebong, katak ini mengandalkan kuning telur untuk bertahan hingga menjadi juvenil (Nguyen & Ziegler, 2015). Persebarannya mulai dari Benua Australia, Amerika, Sebagian Afrika dan Sebagian besar wilayah Asia (Miller *et al.*, 2021).

#### d. Rhacophoridae

Suku Rhacophoridae merupakan suku dengan anggota katak terbang. Katak terbang kebanyakan mendiami pepohonan hutan-hutan primer, perkebunan dan wilayah dengan vegetasi yang baik. Katak ini juga memiliki kedekatan dengan Famili Ranidae (Anwar, 2022). Ciri umumnya adalah mempunyai selaput lebar selayaknya cakram, selaput ini memudahkan untuk berpindah dari satu pohon ke pohon lain. Selain itu mata katak pohon berdiameter besar dengan horizontal. kulitnya berwarna hijau hingga keabu-abuan dan hitam atau putih. Beberapa Spesies memiliki warna metalik dan cerah berpola, corak ini terdapat pada bagian paha dalam dan ketiak tungkai (Dilla Farhana, 2021). Pola warna tersebut dianggap dapat membingungkan pemangsanya. Saat melompat, beberapa Spesies mampu meningkatkan luas permukaan tubuh mereka dengan dibantu cakram pada selaput di antara jari-jari. Ciri lain pada saat amplexus katak pohon membuat busa yang digunakan untuk menyimpan telur. Distribusi katak ini tersebar Dari Afrika sub-sahara, Madagaskar, Asia selatan dan asia Tenggara (Vijayakumar *et al.*, 2016).

#### e. Dicroglossidae

Dicroglossidae adalah Famili yang semula adalah SubFamili Dari Ranidae, sebagian anggotanya sebelum direvisi adalah bagian dari Ranidae sehingga memiliki kemiripan dari segi fisik maupun morfologi (Vairappan & Hossman, 2016; Kohler *et al.*, 2021). Katak ini mempunyai keragaman bentuk dan corak. Reproduksi dengan bertelur dan berkembang menjadi berudu. beberapa genus mampu bertahan dalam kondisi payau, sebagian lagi memiliki kemampuan menggali tanah (Gordon & Tucker, 1965; Rofiq *et al.*, 2021). Distribusi katak Dicroglossidae tersebar dari Afrika, Asia barat, Asia Selatan, Asia Tenggara, Nugini dan Jepang (Amphibiweb. 2022).



Gambar 2. 6 Peta Persebaran Dicroglossidae (Amphibiweb, 2022)

#### f. Megophryidae

Megophryidae adalah salah satu suku Anura yang hidup di serasah-serasah hutan, terrestrial (Sumarni, 2020). Dijumpai pada hutan-hutan yang masih terjaga dengan elevasi 1.500 Mdpl (Kurniawati & Laksono, 2021). Katak dalam famili ini memiliki kaki yang relatif pendek sehingga membuat pergerakannya tidak terlalu cepat. Katak ini mengandalkan kemampuannya

dalam kamuflase untuk menghindari predator maupun calon mangsanya. Warna tubuh Anura Megophryidae memiliki kesamaan dengan serasah daun, bahkan ada beberapa anggotanya memiliki tanduk. Tanduk ini kemungkinan hanya bentuk kamuflase. Megophryidae memiliki sekitar empat genus yakni *Leptobrachella*, *Leptoplax*, *Leptobrachium*, dan *Megophrys*. (Inger & Voris, 1993; Markus *et al.*, 2021)



Gambar 2. 7 *Megophrys montana* (Kusrini, 2013)

#### g. Pipidae

Pipidae sebenarnya tidak berasal dari Indonesia, namun telah diintroduksi untuk bidang penelitian maupun dipelihara sebagai binatang kesayangan. Sifatnya yang unik dan tahan banting membuat katak ini sering dijadikan bahan eksperimen serta mudah untuk menginduksi. Katak yang tersebar dari perairan di Afrika dan Amerika ini tidak memiliki lidah sebagaimana katak lain. Tubuhnya dorsoventral rata dan kaki belakang berselaput penuh (Pough *et al.*, 2015). Mata kecil di bagian dorsal dan mempunyai sisi lateral. Beberapa Spesies yang dikenal dengan katak suriname mampu menyimpan telurnya di bagian punggung, kemudian menetas dari punggung induknya dan muncul dalam bentuk katak (Vitt *et al.*, 2013).

### 2.4.1 Morfologi Anura

Anura tersebar di seluruh penjuru dunia. Amfibi ini mudah dikenali dengan morfologinya yang umum dengan warna tubuh yang beragam (Jacken *et al.*, 2020). Bagian sisi katak mempunyai kulit yang berkelenjar dari bagian kepala hingga pangkal kaki yang dikenali dengan dorsolateral. Mata Anura bulat besar dengan bentuk pupil mata memanjang keatas dan kesamping. Kaki Anura memanjang dengan bintil-bintil kecil pada ujung (tuberkal), pada beberapa Spesies bintil ini memudahkan katak memanjat pohon. Beberapa Anura memiliki kaki yang tajam runcing berfungsi menggali serasah daun. Katak akuatik memiliki selaput untuk membantu berenang. (Hasanudin. 2022)

Anura memiliki bentuk yang beragam sesuai dengan habitat masing-masing Spesies. Katak yang hidup di atas pohon lebih, mempunyai tubuh yang aerodinamis dan ramping dengan kaki yang cenderung lebih panjang. Anura dengan tipe habitat terestrial mempunyai bentuk tubuh cenderung bulat dan pergerakan lamban karena tidak ditunjang dengan kaki yang seperti pada katak tipe Arboreal (Hidayah *et al.*, 2018). Kebanyakan Anura mempunyai kaki depan yang pendek dengan 4 jari, kaki ini digunakan sebagai tumbuan dan membantu memasukkan makanan kedalam mulut. Kaki belakang lebih panjang karena menjadi penggerak utama katak. Sedangkan katak yang hidup di perairan memiliki kulit licin, kaki berselaput dan kelopak mata yang tahan dengan tekanan air. Ukuran kepala pada Anura bervariasi tergantung jenis, kondisi habitat dan perilaku (Almaida *et al.*, 2019).

Kulit Anura jika diamati terlihat licin dan polos tanpa adanya sisik atau rambut. Kulit pada Anura dapat menyerap dan mengeluarkan air (Febri &

Pramana, 2013), kendati demikian katak mempunyai kelenjar mukosa yang menjaga kulitnya agar selalu lembab. Pada lingkungan kurang lembab kulit Anura akan mengering dan perilaku cenderung pasif. Berbeda dengan katak, kodok mempunyai kulit yang lebih kasar dan beberapa menjadi mekanisme pertahanan seperti adanya kelenjar racun (Febrezi, 2006; Pereyra *et al.*, 2021). Sebagian kodok menghasilkan senyawa hasil sekresi yang mencegah predator pemangsa untuk memakan. pada katak beracun biasanya dikenali dengan warna kulit yang mencolok. Racun yang dimiliki memiliki toksisitas yang berbeda pada tiap Spesies (Yudha *et al.*, 2019).

#### **2.4.2 Habitat Anura**

Umumnya Anura mendiami habitat yang tidak jauh-jauh dari perairan. Habitat dikatakan ideal jika memenuhi kebutuhan hidup dan melakukan regenerasi supaya dapat menjaga Spesies dari kepunahan. Menurut Chakraborty (2021) tipe habitat yang dapat didiami Anura meliputi sungai, danau, teluk, hutan, dan rawa. tipe habitat yang didiami Anura adalah :

##### **a. Terrestrial**

Anura terrestrial adalah jenis katak yang menjalani kehidupan di rantai-rantai ekosistem. jenis ini cenderung hidup di serasah dedaunan, lantai hutan, dan tipe dataran lain. Spesies katak terrestrial memanfaatkan genangan air sebagai tempat untuk menjaga kelembaban sekaligus bertelur. Beberapa famili yang mendiami wilayah terrestrial di antaranya adalah Bufonidae, Ceratophryidae, Megophryidae dan lain sebagainya (Indrawati *et al.*, 2018).

b. Arboreal

Arboreal adalah sebutan untuk makhluk hidup yang menghabiskan masa hidupnya di wilayah pepohonan. Beberapa katak pohon memiliki kaki yang dapat melekat di pohon. Adaptasi semacam ini adalah bentuk survival untuk menghindari predator dan mencari makan. Proses pemijahan dilakukan di atas genangan air, cekungan pohon atau wilayah perairan yang dekat dengan pepohonan. Telur yang keluar biasanya dibungkus semacam gel dan ketika menetas telur akan jatuh ke perairan. Beberapa keluarga Anura yang mendiami pepohonan di antaranya adalah Allophynidae, Arthroleptidae, Dendrobatidae, Hylidae dan yang lain (Manzano *et al.*, 2008; Langowski *et al.*, 2018).

c. Akuatik

Tipe habitat akuatik didiami oleh katak dari famili Asxaphidae, Limnodynastidae, Odontobatrachidae, Pelobatidae, Ranidae, dan Telmatobidae. Anura dengan tipe habitat akuatik menggantungkan hidup sepenuhnya dari perairan. Dalam hidupnya mulai dari berudu hingga dewasa katak jenis ini akan mendiami suatu perairan atau wilayah dekat air. Katak akuatik biasa mengkonsumsi invertebrata yang memungkinkan masuk dalam mulutnya. Pada famili Pipidae memiliki tubuh yang ramping dan jari berselaput penuh yang meningkatkan kemampuan berenang (Cannatella *et al.*, 1988; Gama *et al.*, 2022).

d. Fossorial

Fossorial merupakan sebutan bagi makhluk hidup yang hidup di bawah lapisan tanah. Katak fosorial hidup dengan masuk kedalam lubang

yang sebelumnya sudah ada. Perilaku ini memudahkan Anura dalam mencari makan seperti cacing dan larva serangga, sekaligus menyembunyikan diri dari para pemangsa. Anura yang biasa mendiami lubang-lubang pada tanah di antaranya Batrachylidae, Nasikabatrachidae, Rhynophrynidae dan Ranidae (Faivovich *et al.*, 2014).

### 2.4.3 Prilaku Anura

Makhluk hidup selalu berinteraksi dengan individu lain, begitu juga Anura yang memiliki hubungan dan perilaku sosial (Ardiansyah *et al.*, 2014). Tujuan suatu individu berinteraksi dengan individu lain adalah untuk memenuhi kebutuhan hidupnya baik interaksi predasi, simbiosis, atau reproduksi (Widodo *et al.*, 2021). Hal ini ditunjang dengan evolusi yang terjadi dalam kurun waktu yang lama. Suatu organisme mengembangkan mekanisme survive agar keberadaan jenisnya tidak terancam. Anura hidup dengan mengandalkan kelembaban udara. Pada siang hari Anura bersembunyi di baling daun, lubang, atau dekat dengan perairan untuk menjaga kelembaban kulitnya. Kulitnya sebagai perlindungan juga menjadi bagian penting dalam sistem pernapasan katak selain paru-paru (M. D. Kusri, 2013).

#### a. Perilaku Pertahanan Diri

Anura dalam ekosistem adalah konsumen tingkat rendah yang artinya banyak hewan yang menjadi pemangsa bagi Anura. Beberapa bentuk mekanisme pertahanan diri memperbesar peluang hidup bagi katak. Pertahan diri di antaranya adalah memiliki kulit dan kelenjar racun (paratoid) yang mensekresikan racun, memiliki rahang kuat dan gigi, Mempunyai kaki yang cukup kuat untuk melarikan diri dari pemangsa, kulit

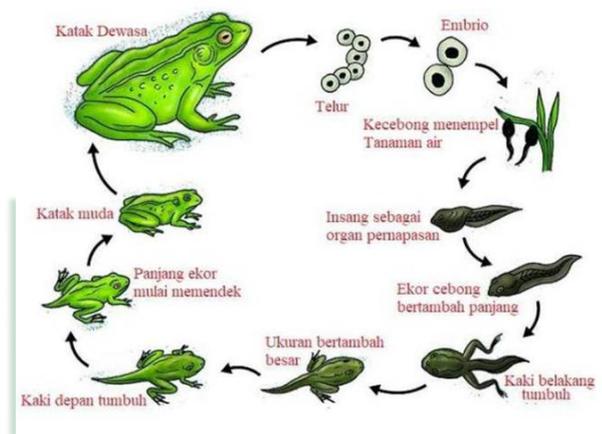
yang lengket mengeluarkan urine ketika tertangkap, dan pada beberapa Spesies mampu berhibernasi dengan membekukan diri dalam kondisi yang dikenal sebagai mati suri (Septina B. 2021) contoh pertahanan yang dimiliki katak adalah katak genus *Limnonectes* yang memiliki taring pada rahangnya dan dimiliki pada pejantan untuk mempertahankan diri dan berkompetisi dengan pejantan lain (Tjong *et al.*, 2011).

b. Perilaku Pemijahan

Masa kawin Anura berada pada musim penghujan. Musim hujan dengan curah hujan tinggi memungkinkan larva berkembang tanpa kesulitan dengan air yang merupakan media untuk hidup. Ketika musim kawin pejantan akan mengeluarkan suara dari kantung suara (*vocal sac*) yang berada pada bagian leher. Kantung suara dapat mengembang dan mengempis sehingga bisa menimbulkan suara yang beragam pada suatu Spesies, hal ini juga memudahkan identifikasi pada jenis Anura selain menjadi daya tarik untuk Anura betina (Erfanda. 2019).

Pemijahan berlangsung pada wilayah perairan yang tergenang sedikit air. Kebanyakan Anura betina memiliki ukuran tubuh yang lebih besar hal ini memungkinkan betina menghasilkan banyak telur. Telur yang dihasilkan akan dikeluarkan oleh jantan pada saat pemijahan, sekaligus pembuahan berlangsung eksternal, artinya sel telur yang keluar akan dibuahi sel sperma jantan diluar tubuh betina. Telur hasil pemijahan terkumpul dalam satu area dan dilapisi lendir atau jel. Dalam sekali Amplexus atau pemijahan Katak betina dapat menghasilkan sekitar 20.000 telur dan 3 periode reproduksi dalam satu tahun, bergantung pada Spesies

dan faktor lingkungan di habitat. Fase telur pada Anura membutuhkan 21 hari dan dalam mas tersebut embrio bergantung pada kuning telur sebagai sumber nutrisi, sampai embrio menetas dan menjadi kecebong (Kusrini, 2020).



Gambar 2. 8 Siklus Hidup Anura (Aulan *et al.*, 2020)

Fase kedua setelah telur menetas disebut kecebong (tadpole). Di Hari ke 21 embrio akan keluar menjadi kecebong. Fase ini kecebong akan memakan cangkang telurnya untuk berkembang hingga fungsi fisiknya mampu untuk berenang mencari makan. Berudu adalah dimana Anura masih menggunakan insang sebagai alat pernapasan. Berudu memiliki ekor yang bermembran untuk membantu bergerak dalam air. Kecebong dapat ditemui di wilayah air yang tergenang dengan macam warna yang beragam tergantung jenisnya. Berudu mampu menyesuaikan warna dengan lingkungan sebagai kamuflase dalam mencari makan dan menghindari pemangsa. Fase ini berudu memakan hewan yang lebih kecil seukuran mulutnya biasanya mulai dari planaria, amoeba, fitoplankton, zooplankton, hingga larva serangga seperti jentik nyamuk. Fase berudu terjadi selama kurang lebih 5 minggu dalam kurun waktu tersebut berudu akan terus

mengalami perkembangan berupa pertumbuhan kaki belakang dan diikuti kaki depan. (Gurkan *et al.*, 2016).

Fase selanjutnya adalah dimana Anura telah menjadi individu mirip dengan induknya. Fase Anura muda dilalui setelah munculnya kaki depan dan kaki belakang (Das & Haas, 2017). Ekor berselaput dan insang pada berudu akan tereduksi dan Anura muda mulai bernapas dengan paru-paru. Selain itu mulut dan mata mengalami perbesaran secara signifikan. Katak muda selanjutnya akan keluar dari habitat akuatiknya untuk hidup didarat (Magfirah *et al.*, 2019).

Dalam masa 11 minggu dimulai dari fase telur Anura sudah berkembang menjadi fase katak dewasa. Organ paru-paru sepenuhnya menjadi alat pernapasan utama. Kaki katak akan tumbuh dengan otot yang kuat dan dilengkapi selaput dalam membantunya berenang. Katak dewasa mengkonsumsi serangga, cacing, dan krustasea kecil. Peran katak dalam ekosistem adalah sebagai pengendali populasi hama serangga dan menjadi pakan alami bagi predator seperti ular dan reptil lain (Putri & Kurniawan, 2013; Utari *et al.*, 2020).

### c. Perilaku Makan

Anura adalah predator bagi serangga, larva, krustasea kecil, cacing dan hewan kecil lain. Mulut Anura cukup lebar dan besar yang memudahkan katak untuk memasukkan makanan ke dalam mulutnya, selain itu pada beberapa spesies memiliki kemampuan menjulurkan dan memanjangkan lidah dengan tekstur yang lengket akan membuat

mangsanya menempel pada lidah dan ditarik dengan cepat (Qurniawan, T.F. dan Suryaningtyas, 2013). Kaki depan katak membantu dalam memasukkan mangsa ke mulut. Kemampuan lain adalah mimikri yaitu menyesuaikan warna terhadap lingkungan, hal ini mempermudah Anura dalam mengelabui mangsanya dan menjaga agar tidak dikenali predator (Qurniawan&Eprilurshmsn. 2010).

#### **2.4.4 Identifikasi Anura**

Kunci identifikasi Anura merupakan acuan untuk mengidentifikasi hingga tingkat Spesies. Cara ini menggunakan beberapa pengenalan dan pencocokan sebagai berikut.

a. Permukaan kulit

Katak dan kodok letak perbedaanya terletak pada permukaan kulit. Sebutan untuk katak adalah Anura dengan kulit yang licin dan Halus, sedangkan Kodok atau bangkong adalah sebutan untuk Anura dengan permukaan kulit yang kasar dan berbintil. Dari setiap suku/famili juga memiliki perbedaan penampakan permukaan kulit. Setiap Spesies bahkan memiliki bentuk dan kulit yang berbeda satu dengan yang lain (Qurniawan & Pramana, 2013).

b. Bentuk kepala

Bentuk kepala adalah salah satu cara menentukan jenis Anura dengan melihat adanya supraorbital, supratimpatik, atau lipatan dorsolateral pada bagian kepala. Morfometri juga menjadi bagian penting dalam identifikasi terutama bagian kepala, dengan jarak antara bagian organ tiap

Spesies memiliki perbedaan mendasar. Jika Anura masih dalam satu suku kemungkinan mempunyai bentuk kepala yang sama (Hudson *et al.*, 2018; Tri Rima Setyawati, 2018).

c. Bentuk selaput/ web

Selaput kaki biasa digunakan untuk mengidentifikasi Anura, karena setiap Spesiesnya memiliki perbedaan mencolok. Selaput kaki dan tungkai pada katak biasanya berhubungan dengan habitat tempat tinggalnya, kebanyakan katak berselaput berhabitat di wilayah perairan akuatik atau semi akuatik. Meskipun tak jarang katak terrestrial juga memiliki selaput kaki (Kurniati, 2017).

d. Warna dan Pola

Selama ini Katak identik dengan warna hijau, padahal setiap katak memiliki warna yang sama sekali berbeda satu dengan yang lain. Warna ini berguna untuk berkamuflase dengan lingkungan sekitar habitat. Katak pohon kebanyakan akan berwarna hijau atau kuning cerah, katak akuatik biasa berwarna gelap atau coklat lumpur bergantung pada kemampuannya dalam kamuflase dan habitat. Terdapat jenis katak beracun (*poison dart frog*) yang memiliki warna cerah dan mencolok, ini mengindikasikan kepada pemangsa bahwa katak jenis ini memiliki racun yang mematikan (Gosner, 1960; Márquez *et al.*, 2020; Patrick & Sasa, 2009).

e. Bentuk tubuh

Bentuk tubuh dapat menjadi acuan dalam identifikasi Anura, setiap famili dari Anura memiliki ciri bentuk dan morfologi yang berbeda, dari famili Bufonidae Misal, memiliki bentuk tubuh yang agak membulat dengan kaki yang kuat dan gemuk, berbeda dengan famili Ranidae yang berbentuk lebih aerodinamis dan ramping, atau Microhylidae yang berbentuk bulat dengan mulut yang kecil (Addaha *et al.*, 2017; Chan *et al.*, 2020; Hudson *et al.*, 2018).

f. Habitat

Habitat ditemukannya Anura adalah indikasi untuk Anura. Misalkan katak Rhacophoridae merupakan salah satu suku Anura yang hidup di bagian pohon (Arboreal), atau katak dari suku Megophryidae adalah katak yang mendiami daratan hutan (terrestrial) dan biasa bersembunyi di serasah seperti Spesies *Leptobrachium hasseltii* (Almeida-Gomes *et al.*, 2019; Vera *et al.*, 2020).

g. Ukuran tubuh

Panjang tubuh Anura diukur dari moncong hingga bagian belakang tubuh/kloaka. Pengukuran ini disebut SVL atau *Snout Vent Length*). Ukuran tubuh dari setiap individu dapat sama sekali berbeda, perbedaan ini karena didasarkan pada usia Anura. Karena itu untuk mengukur panjang tubuh diperlukan Anura dalam fase dewasa atau Juvenil, pembahasan mengenai ukuran tubuh disebut morfometri. Pengukuran morfometri memudahkan dalam menentukan suatu Spesies dari perbedaan morfologi yang diukur sesuai ketentuan. (Addaha *et al.*, 2017; Septian, 2022; Triesita *et al.*, 2016).

#### h. Kelenjar paratoid

Kelenjar paratoid biasa dimiliki Anura dari suku Bufonidae. Kelenjar paratoid adalah organ yang dapat mensekresi senyawa racun yang disebut Bufotoxins yang berguna untuk menghindari pemangsa, senyawa ini biasa bereaksi pada saat kodok tertangkap. Letak kelenjar ini berada pada bagian atas/dorsal pada kedua sisi bahu kodok. Setiap Spesies memiliki letak dan bentuk yang sangat berbeda karena itulah kelenjar paratoid dapat dijadikan kunci identifikasi (Qurniawan & Pramana, 2013).

#### i. Suara

Suara merupakan sinyal komunikasi yang sangat berpengaruh pada saat musim kawin. Panggilan pada memiliki beberapa bentuk di antaranya adalah panggilan kawin (*Advertisement call*), suara betina meresponj antan (*reciprocation call*), *release call*/suara betina yang menolak amplexus. *Defensif call/ distress call* merupakan suara pada saat katak terancam. Suara pada katak dihasilkan oleh *Voice sac* atau kantung suara, suara ini kemudian dapat dijadikan acuan dalam mengidentifikasi katak, meskipun ada beberapa Spesies yang tidak dapat memiliki *voice sac* dan tidak bersuara (De Carvalho *et al.*, 2019; Kurniati & Hamidy, 2016; Orrico *et al.*, 2014).

#### j. Lipatan supratimpanik dan dorsolateral

Lipatan supratimpanik dan dorsolateral dapat juga digunakan sebagai salah satu parameter identifikasi dalam menentukan jenis Anura. Lipatan ini dapat terlihat jelas pada bagian dorsal. Beberapa Spesies memiliki lipatan dan garis yang berbeda. Pada suku Ranidae beberapa

Spesiesnya memiliki lipatan berwarna putih kekuning-kuningan, transparan, putus-putus dan sebagainya (Adhiaramanti & Sukiya, 2016; M. Kusri, 2021; Rofiq & Wahyuni, 2020).

#### **2.4.5 Peran Anura**

Merupakan agen pengendali dari populasi serangga yang berkembang sangat pesat. Sebagai konsumen. Anura bergantung sekaligus berperan pada ekosistem. Ekosistem Anura dewasa ini semakin mendekati kerusakan penyebabnya tidak lain adalah perilaku manusia yang destruktif, misalnya pengalihan lahan menjadi pemukiman dan agrikultur, pencemaran lingkungan, dan perburuan (Rohadian *et al.*, 2022). Status konservasi beberapa Spesies Anura cukup rentan dan seiring waktu populasi Anura semakin menipis. Pada lingkungan perairan dan hutan sudah jarang ditemui Anura dengan banyak ragam. Dampaknya terjadi peningkatan populasi serangga hama dan vektor penyakit yang merugikan (Golcaves *et al.*, 2017)

Manfaat lain bagi ekosistem Anura sebagai indikator kondisi lingkungan contohnya adalah Spesies *Leptobrachium hasseltii* yang menjadi indikator wilayah tercemar. Wilayah manusia tidak banyak dijumpai Spesies ini karena kemampuan adaptasi yang lemah atau tidak Toleran dengan lingkungan tercemar. Katak ini hanya dapat ditemukan di hutan yang masih alami. Berbeda dengan *Duttaphrynus melanostictus* yang mampu hidup pada hampir semua lingkungan, bahkan di wilayah perkotaan dengan lingkungan tercemar. (Perry., 2008).

## 2.5 Penurunan Populasi Anura

Penurunan populasi diakibatkan oleh beberapa faktor di antaranya adalah :

### a. Alih fungsi lahan

Hutan merupakan habitat utama Anura, hutan seringkali mengalami deforestasi untuk kepentingan masyarakat. Hilangnya habitat hutan bagi Anura adalah bentuk kepunahan lokal, Karena hutan menunjang kebutuhan biotik dan abiotik bagi Anura. Terlebih kebanyakan hutan adalah lahan basah yang didominasi perairan dan berperan bagi kelangsungan hidup Anura. Alih fungsi lahan dan berbagai ancaman lain dapat dengan mudah menurunkan kedua populasi Spesies tersebut. Lahan yang menjadi habitat Anura juga mengalami penurunan kualitas seiring dengan menipisnya sumber air akibat penebangan hutan skala besar, eutrofikasi, dan tercemarnya habitat (Hadryanti & Hafizianor Jurusan Kehutanan, 2019; Hatu, n.d.; Saputra *et al.*, 2016).

### b. Pencemaran

Habitat yang biasa dihuni oleh amfibi mulai terintervensi dengan adanya bahan pencemar yang tersebar di sebagian wilayah dan berakibat fatal bagi organisme yang mendiami daerah tersebut. Kusrini (2008) dalam bukunya menyebut bahan pencemar yang terbukti membahayakan amfibi adalah senyawa logam berat, *petroleum product*, pestisida dan herbisida. Larva katak sangat sensitif dengan pestisida setelah dilakukan uji dan dibandingkan ikan, hasilnya berudu lebih terpengaruh terhadap pestisida dan sejenisnya (Goncalves *et al*, 2017). Selain senyawa di atas dewasa ini yang perlu diwaspadai adalah mikro plastik.

Mikroplastik merupakan pecahan renik dari plastik atau sejenisnya dan dapat menyebabkan masalah serius bagi lingkungan dan makhluk hidup, termasuk Anura (Yona *et al.*, 2020). Jika lingkungan hidup atau makanan yang dikonsumsi Anura mengandung senyawa berbahaya seperti mikroplastik besar kemungkinan akan mempengaruhi kehidupan Anura dengan timbulnya banyak penyakit dan kecacatan pada Anura (Joetidawati, 2018).

c. Spesies invasif

Hewan atau tumbuhan yang diintroduksi atau didatangkan dari luar habitatnya tidak selalu memberikan manfaat, karena hewan atau tumbuhan tersebut bisa jadi memberikan dampak buruk bagi lingkungan dan Native Spesies. Seperti halnya banyak dijumpai jenis Bullfrog atau *Rana catesbeiana* yang memakan katak dan ikan endemik dan berudu katak ini sangat mendominasi perairan dengan ukuran yang jauh lebih besar dibandingkan berudu katak lain. Selain sebagai predator spesies invasif, sebutan untuk spesies asing yang mendominasi habitat, juga dapat menimbulkan penyakit menular baru bagi organisme asli. Sehingga organisme asli yang belum beradaptasi dengan penyakit tersebut akan terpengaruh secara signifikan (Mohanty *et al.*, 2021; Park *et al.*, 2022).

d. Penyakit dan kecacatan

Penyakit pada katak dapat disebabkan karena parasit dan mikroorganisme parasit. Parasit bisa berupa cacing, lintah, kutu, dan mikroorganisme seperti virus dan jamur. Suatu kasus tercatat terjadi kematian massal pada Anura di berbagai negara, setelah diteliti ternyata penyebab

banyaknya kematian tersebut adalah jamur *Batrachochytrium dendrobatidis* yang dapat menyebabkan penyakit Chytridiomycosis (Rumschlag & Boone, 2020). Terdapat banyak masalah parasit penyebab penyakit yang memperparah penurunan populasi. Penyakit juga dapat dibawa oleh hewan yang diintroduksi dan membawa penyakit yang dapat ditularkan ke Anura asli. Kondisi ini jika terus berlangsung merusak ekosistem dan struktur komunitas Anura pada habitat asli karena katak lokal tidak memiliki kekebalan tubuh yang dapat melawan penyakit baru (Döring *et al.*, 2017; Drake *et al.*, 2014).

Pencemaran menjadi penyebab lanjutan dari penyakit yang dialami Anura, misalkan logam berat dan mikroplastik yang terkontaminasi dalam suatu habitat akan menimbulkan permasalahan sistem organ pada Anura serta menurunkan kualitas hidup dengan adanya kecacatan. Cacatan tersebut besar kemungkinan dapat diturunkan dari generasi ke generasi. Cepat atau lambat jika kondisi ini terus berlangsung penurunan populasi Anura akan semakin merosot tajam (Lent *et al.*, 2021).

e. Perburuan dan perdagangan

Perburuan adalah penyebab kepunahan bagi banyak satwa, bagi Anura penangkapan secara massal biasa dilakukan oleh para pemburu untuk diburu biasanya dari jenis *Fejervarya cancrivora* dan *Limnonectes macrodon* kemudian dikuliti dan diambil dagingnya untuk dijual di dalam maupun luar negeri. Indonesia sendiri merupakan salah satu penyuplai terbesar daging katak ke berbagai negara di Asia dan Eropa. Permintaan pasar yang besar kemungkinan meningkatkan penangkapan katak di alam. Imbasnya adalah

populasi dan ketidakseimbangan ekosistem alami (Auliya *et al.*, 2022; Kusri & Alford, 2006).

Selain dijual untuk dijadikan bahan konsumsi, Anura banyak ditangkap untuk dijadikan hewan peliharaan dan hewan uji laboratorium. Katak biasanya dipelihara dalam sebuah kotak kaca/ akuarium yang ditambahkan tumbuhan hidup dan substrat dari bahan lembab, dalam Terrarium biasa di *setting* sesuai kebutuhan hidup katak. Setiap harinya katak akan diberikan pakan berupa lalat tanpa sayap, isotop, jangkrik dan lain sebagainya. Katak juga dijadikan hewan uji dalam praktikum dan penelitian di bidang Biologi atau MIPA, katak umumnya akan dibedah untuk diamati sistem organ dan anatomi tubuhnya (Govindarajulu *et al.*, 2017; Kopecký *et al.*, 2016; Varela *et al.*, 2022).

## 2.6 Perubahan Lingkungan

Perubahan lingkungan merupakan kondisi suatu wilayah yang mengalami perubahan karena faktor internal maupun eksternal. Faktor internal adalah faktor yang diakibatkan adanya perubahan suatu wilayah karena pengaruh dari alam, contohnya adalah adanya bencana alam (Chen *et al.*, 2019). Faktor eksternal dipengaruhi keterlibatan dari luar yang mempengaruhi kondisi suatu lingkungan. Manusia adalah salah satu penyebab perubahan lingkungan. Aktivitas manusia selama ini menyebabkan banyak masalah lingkungan. Permasalahan paling sering adalah pencemaran. Pencemaran ialah terkontaminasinya suatu wilayah karena bahan-bahan berbahaya yang bersifat biologis, fisiologis maupun kimia (Rey *et al.*, 2019; Zandalinas *et al.*, 2021).

Berdasarkan sumbernya pencemaran terdiri dari pencemaran yang berasal dari bahan organik dan sintetik. Bahan tersebut dapat bersifat biodegradable (dapat

dirombak) dan non-degradable. Bahan tersebut memiliki bahaya dan tingkat toksisitas yang berbeda. Dewasa ini banyak upaya untuk mengurangi bahan-bahan yang berbahaya bagi lingkungan. Cara yang dilakukan dengan metode fisika, kimia hingga biologi. Cara berkelanjutan dari ketiganya adalah dengan agen biologi, disamping tidak menimbulkan permasalahan baru, agen biologi dirasa lebih mudah dan efektif untuk menangani permasalahan lingkungan secara berkelanjutan (Rahman & Bhoi, 2021).

Lingkungan pada zaman ini didominasi oleh manusia (*antropocen*), dan kegiatan manusia sangat berdampak pada perubahan yang terjadi selama ini (Mahaswa, 2021). Aktivitas alih fungsi lahan semakin lama semakin mengalami peningkatan, apalagi diiringi populasi manusia yang ikut meningkat. Kebutuhan akan pangan, pemukiman, pertambangan, industri mengurangi lahan hutan yang menjadi habitat bagi banyak flora dan fauna. Penurunan laju populasi dan biodiversitas menjadi salah satu indikator penanda ketidakseimbangan ekosistem (Bellard *et al.*, 2012; Hadryanti & Hafizianor Jurusan Kehutanan, 2019; Kusri, 2007).

M. Quraish shihab dalam tafsir Al-Azhar dan Al-Misbah menjelaskan mengenai larangan manusia untuk melakukan perusakan di muka bumi. Larangan ini ditujukan supaya manusia sadar akan pentingnya menjaga lingkungan dan konservasi lingkungan. Berikut adalah ayat Al-Quran yang menjelaskan larangan bagi mereka yang melakukan kerusakan yang mengakibatkan perubahan lingkungan menuju kehancuran termaktub dalam ayat 11 surah al-Baqarah :

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ۝ ۱۱

Artinya : Dan bila dikatakan kepada mereka: "Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi". Mereka menjawab: "Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan".

Lingkungan yang mengalami perubahan disinyalir berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem. Organisme dapat dijadikan agen Biomonitoring. Biomonitoring dimaksud adalah suatu metode dengan bantuan mikroorganisme atau makroorganisme sebagai faktor penentu untuk menganalisis keadaan lingkungan yang mengalami perubahan. Adanya suatu organisme menjadi tolak ukur kualitas ekosistem dan kondisi lingkungan secara rinci (Husamah, 2019).

Biomonitoring dianggap lebih efisien, rendah biaya dan berkelanjutan untuk mengukur ekosistem berdasarkan respon Spesies, komunitas, keanekaragaman dan pemerataan. Biomonitoring memiliki banyak jenis, dalam kasus ini yang digunakan adalah *Bioassessments study*, suatu penilaian yang didasarkan pada struktur dan peranan komunitas. Penentuan kesejahteraan biologis (Husamah, 2019).

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Rancangan dan Metode Penelitian**

Penelitian ini berbentuk *Survey Explorative*. Data hasil pengamatan Anura di air terjun Tretes dan air terjun Dlundung akan menunjukkan kualitas lingkungan wilayah tersebut. Nilai indeks keanekaragaman, dominansi, pemerataan akan menentukan dan menjelaskan perubahan lingkungan di kawasan tersebut.

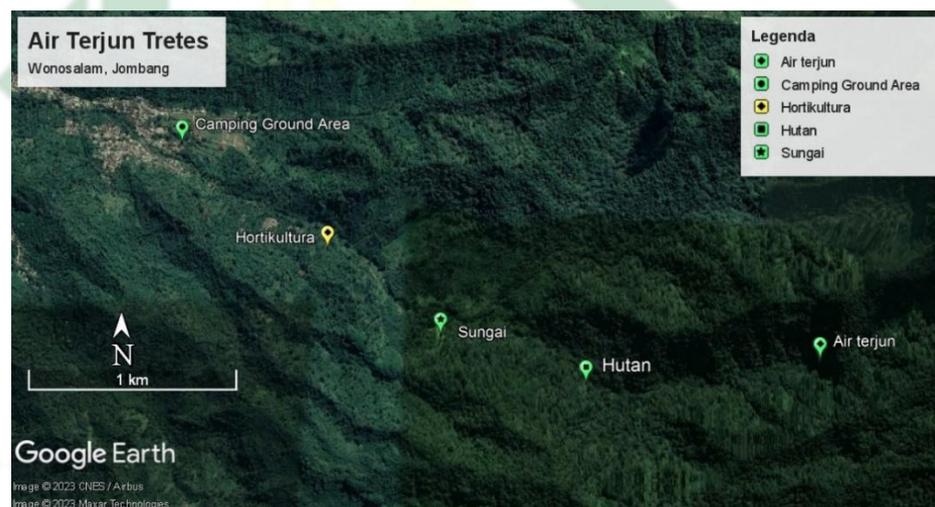
Pengamatan Anura menggunakan metode pengembangan *Visual Encounter survey* (VES) yang dikombinasikan dengan *day explore* dan *line transek*. *Visual Encounter Survey* adalah metode pengamatan yang dilakukan dengan menghitung dan memonitor setiap Spesies yang ditemukan. Sedangkan *day explore* merupakan metode jelajah dengan cakupan wilayah yang luas. Transek adalah sebutan untuk pengamatan dengan menyusuri jalan yang telah ditentukan di kawasan Air terjun Tretes. Metode sampling yang dilakukan adalah metode *purposive sampling*. Metode ini adalah cara pengambilan sampel yang menjadi tujuan pengamatan.

Sebagai data tambahan dilakukan pengukuran faktor lingkungan berupa kualitas air, suhu udara dan intensitas cahaya, menggunakan instrumen pendukung dan kondisi ekologi. Sekaligus untuk menganalisis kondisi lingkungan di lokasi tersebut. Sehingga dapat menjelaskan keadaan habitat yang didiami Anura.

### 3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

#### a. Lokasi I

Penelitian ini akan dilakukan di Taman Hutan Raya Raden Soerjo, Tepatnya di Air terjun Tretes Wonosalam, dan Air terjun Dlundung. Air terjun Tretes merupakan wilayah bagian dari Taman Hutan Raya Raden Soerjo yang berada di wilayah Wonosalam Kabupaten Jombang, Jawa Timur pada  $7^{\circ} 46' 20,867''$  –  $7^{\circ} 46' 41,543$  LS dan  $112^{\circ} 23' 39,485''$  –  $112^{\circ} 24' 23,804''$  BT dengan ketinggian 1220 mdpl. Air terjun Tretes memiliki ketinggian mencapai 158 meter, merupakan salah satu Air terjun tertinggi di Jawa timur.



Gambar 3. 1 Peta air terjun Tretes (G. Earth, 2022)

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa lokasi pengamatan, untuk mempermudah proses pengamatan setiap lokasi dibedakan menjadi beberapa berdasarkan tipe habitat, di antaranya sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Lokasi pengamatan Air terjun Tretes

Lokasi penelitian	Deskripsi
<p data-bbox="316 459 790 492"><b>Area <i>camp</i>/bumi perkemahan (A1)</b></p>  <p data-bbox="316 779 762 813"><b>112°22'41.49"BT 7°46'28.82"LS</b></p>	<p data-bbox="826 459 1353 824">Area <i>camp</i> merupakan bumi perkemahan, tipe habitat terbuka mempunyai vegetasi rumput, herba, semak dan sedikit pohon. Dekat dengan pemukiman, terdapat kolam dan kubangan air. Lokasinya dekat dengan sungai.</p>
<p data-bbox="316 846 550 880"><b>Area sungai (A2)</b></p>  <p data-bbox="316 1339 762 1373"><b>112°23'30.34"BT 7°46'20.03"LS</b></p>	<p data-bbox="826 891 1353 1317">Sungai memiliki jarak yang panjang. Pengamatan dilakukan pada sungai yang bisa diakses. Memiliki vegetasi yang beragam, pada bagian tepi banyak semak dan herba, substrat berbatu dengan aliran air yang deras. Pengamatan dilakukan pada bagian tepi. Tipe habitat kanopi tertutup dan terbuka</p>
<p data-bbox="316 1373 635 1406"><b>Area hortikultura (A3)</b></p>  <p data-bbox="316 1776 754 1809"><b>112°23'2.51"BT 7°46'10.44"LS</b></p>	<p data-bbox="826 1429 1353 1742">Merupakan lokasi perkebunan dengan vegetasi tanaman hortikultura. Tipe habitat kanopi terbuka, terdapat jalan setapak yang menuju arah wisata. Vegetasi berupa rumput hingga tanaman budidaya.</p>

**Area hutan (A4)**

**112°23'51.69"BT 7°46'34.18"LS**

Hutan memiliki vegetasi tertutup dan terbuka, terdapat riparian yang beragam mulai dari semak dan herba. Substrat berupa tanah yang ditutupi serasah. Kemiringan curam kecuali pada jalur setapak sehingga pengamatan dilakukan pada bagian yang dapat diakses

**Area air terjun (A5)**

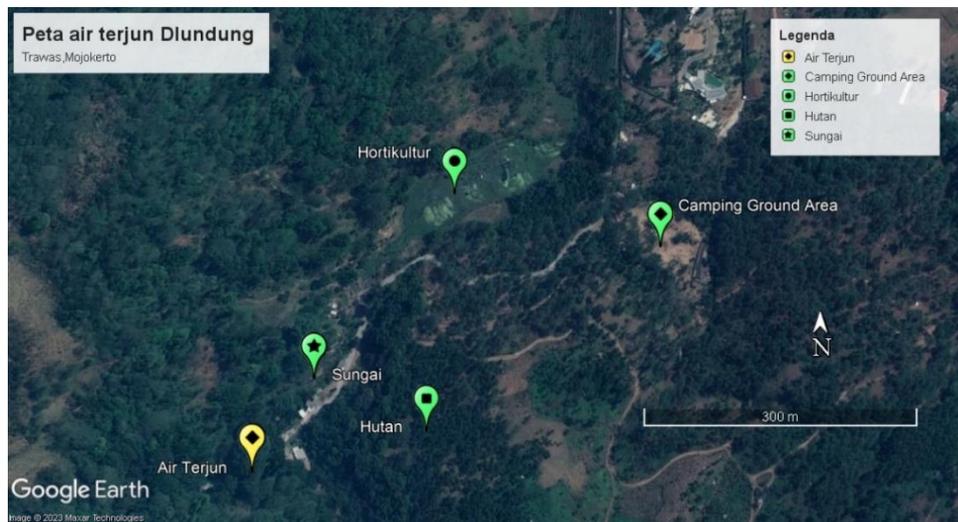
**112°24'24.25"BT 7°46'28.82"LS**

Merupakan area wisata dengan aliran air yang deras, vegetasi berupa tumbuhan paku, herba, semak, pancang dan pohon. Substrat berbatu, tipe habitat berupa kanopi tertutup dan sebagian terbuka. Pengamatan dilakukan pada daerah yang bisa diakses, lokasi ini dimulai dari pos penjaga melalui jalur setapak hingga ke air terjun.

Keterangan : A1= area *camp*, A2= area sungai, A3=Area hortikultura, A4=Area Hutan dan A5=area Air terjun

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## b. Lokasi II



Gambar 3. 2 peta air terjun Dlundung (G.earth 2023)

Lokasi kedua adalah air terjun Dlundung. Secara administratif air terjun ini terletak di kabupaten Mojokerto Jawa Timur. Air terjun Dlundung berada di Desa Ketapanrame, Kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto. Kawasan air terjun Dlundung seluas 4,5 hektar dan mempunyai daya tarik karena letaknya di dalam hutan lindung Perhutani seluas 1600 hektar dengan ketinggian sekitar 814 mdpl. Wisata air terjun Dlundung mempunyai ketinggian 50-60 meter dan sumber airnya yang jernih dan tata kelola yang rapi (Handoko, 2019). Fasilitas yang dimiliki wisata air terjun Dlundung di antaranya adalah objek air terjun, sungai, kawasan hutan, bumi Perkemahan, wahana outbond, tracking gunung dan beberapa warung yang menjajakan aneka barang, selain itu terdapat hamparan persawahan yang menambah daya tarik wisatawan (Handoko, 2019). Penelitian Anura pada kawasan air terjun Dlundung masih belum dilakukan, sehingga pendataan dan observasi perlu dilakukan, untuk mengetahui komposisi Anura yang hidup di kawasan air terjun Dlundung.

Pada lokasi kedua, zona pengamatan dibagi menjadi beberapa titik berdasarkan perbedaan tipe habitat. di antaranya adalah :

Tabel 3. 2 Lokasi penelitian air terjun Dlundung

Lokasi penelitian	Deskripsi
<p data-bbox="316 551 794 582"><b>Area <i>camp</i>/bumi perkemahan (B1)</b></p>  <p data-bbox="316 969 794 1001">112°35'53.70"BT. 7°40'46.24"LS</p>	<p data-bbox="884 600 1323 952">Area <i>camp</i> merupakan lokasi dengan tipe habitat terbuka mempunyai vegetasi herba, rerumputan, telah mengalami rekayasa lahan, terdapat aliran air buangan (selokan) di bawah lokasi, kemiringan berundak dengan jalan setapak dan sedikit jauh dari sumber air (sungai).</p>
<p data-bbox="316 1032 794 1064"><b>Area sungai (B2)</b></p>  <p data-bbox="316 1451 794 1482">112°35'41.28"BT. 7°40'50.97"LS</p>	<p data-bbox="884 1081 1323 1433">Sungai mengalir dari air terjun dengan kolam yang dibendung untuk mengurangi kecepatan arus, vegetasi berupa tumbuhan semi akuatik dan herba di tepian sungai, kondisi substrat berbatu, area ini dimulai pada kawasan wisata hingga dekat dengan area hortikultura (pertanian)</p>
<p data-bbox="316 1514 794 1545"><b>Area hortikultura (B3)</b></p>  <p data-bbox="316 1933 794 1964">112°35'46.32"BT, 7°40'44.35"LS</p>	<p data-bbox="884 1603 1323 1877">Area hortikultura berupa lahan garapan yang kemungkinan biasa ditanami padi, namun pada saat survey, lokasi masih berupa genangan dengan tanaman liar, substrat berupa lumpur dan batuan dengan arus air sedang.</p>

---

Area hutan (B4)



Area hutan memiliki sungai berbatu dengan banyak vegetasi dari setiap kelompok terdapat riparian berupa herba di tepian sungai dan terdapat pepohonan yang heterogen. Substrat pada area ini berupa batuan dan serasah

112°35'45.31"BT 7°40'52.84"LS

---

Area air terjun (B5)



Area air terjun merupakan wisata utama dengan aliran air deras, namun agak dibendung di bagian bawah, ketinggian air dari mata kaki hingga lutut. Substrat berupa batuan dengan vegetasi heterogen.

112°35'39.06"BT 7°40'54.30"LS

---

Keterangan : B1= area *camp*, B2= area sungai, B3=Area hortikultura, B4=Area Hutan dan B5=area Air terjun

c. Waktu Penelitian

Rincian Waktu penelitian di Kawasan Air terjun Tretes dapat dilihat pada tabel berikut



### 3.4 Prosedur penelitian

#### 1. Observasi Anura

Metode pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, yaitu sampel yang telah dituju berupa Anura (Juvenil). Pengamatan Anura menggunakan metode pengembangan *Visual Encounter survey* (VES) yang dikombinasikan *line transect*. *Visual Encounter Survey* adalah metode pengamatan yang dilakukan dengan menghitung dan memonitor setiap Spesies yang ditemukan. Transek/Jelajah adalah sebutan untuk pengamatan dengan menyusuri jalan yang telah ditentukan di kawasan Air terjun Tretes. Jalur yang dilalui berupa jalur setapak dan sungai dengan memperhatikan beberapa aspek seperti, kontur wilayah, geografi, aksesibilitas dan keselamatan jiwa.

#### 2. Pengambilan Sampel Dan Koleksi

Pengambilan sampel dilakukan dengan mendokumentasikan dan mencatat setiap Spesies yang ditemukan. Koleksi Spesies dilakukan dengan mengambil beberapa sampel Spesies (Jika dibutuhkan) untuk diidentifikasi lebih lanjut di laboratorium. Pengambilan koleksi dilakukan dengan penuh kesadaran akan arti konservasi, sampel diambil secukupnya apabila sudah ada spesimen/awetan di laboratorium taksonomi UIN Sunan Ampel, tidak diperlukan pengambilan koleksi spesimen.

#### 3. Pengukuran Parameter Abiotik

Pengukuran kondisi lingkungan bertujuan sebagai indikator fisika, parameter atau variabel yang diukur meliputi, suhu udara, pH air, kelembaban

udara, intensitas cahaya, menggunakan instrumen yang telah dipersiapkan pada setiap zona di dua lokasi penelitian.

#### 4. Identifikasi

Proses identifikasi dilakukan dengan mengamati kesamaan dan deskripsi Spesies yang ditemukan dengan buku panduan lapangan *Amphibians of Asia*, *Amphibian and Reptil of Mount Kinabalu* (Malkmus, et al 1890), Panduan lapang herpetofauna (amfibi dan reptil) Taman Nasional Alas Purwo (Yanuerfa et al., 2012), dan Panduan Bergambar Amfibi Jawa Barat (Kusrini, 2013), dan buku Amfibi Jawa Bali (Iskandar, 2000). Spesies yang ditemukan kemudian dicatat lokasi penemuan dan diklasifikasikan berdasarkan taksa. Pengukuran morfometri juga dilakukan pada individu baik juvenil, dewasa jantan dan betina guna memperkuat proses identifikasi.

### 3.5 Analisis data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan *Bioassessments study*, yaitu menentukan pengaruh perubahan lingkungan dengan agen organisme sebagai indikator. Parameter yang dijadikan rujukan meliputi indeks keanekaragaman *Shannon -Wiener*, pemerataan *Evennes* dan Indeks Dominansi (Shannon& Wiener. 1949)

#### 1. Indeks keanekaragaman *Shannon -Wiener*

Data yang diperoleh dianalisis dengan indeks keanekaragaman Shannon -Wiener yang dinotasikan dalam bentuk (Krebs 1989; Bibi dan Ali,2013 ; Yudha et al, 2019) :

$$H' = \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

Keterangan :

$H'$	=	indeks diversitas Shannon n-Wiener
$P_i$	=	rasio $n_i/N$
$n_i$	=	jumlah individu Spesies $i$
$N$	=	jumlah total individu

Kriteria nilai indeks diversitas Shannon n-Wiener ( $H'$ ) :

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

## 2. Indeks pemerataan *Evennes*

Untuk mengetahui pemerataan Spesies suatu wilayah digunakan pemerataan Simpson yang dirumuskan dengan (Magurran. 2004; Azhari *et al.*, 2022) :

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan :

$E$	=	Indeks pemerataan Simpson atau Evenness
$H'$	=	Indeks diversitas Shannon n-Wiener
$S$	=	Jumlah Spesies

Kriteria indeks pemerataan Simpson ( $E$ ) :

$0,75 < E \leq 1$	=	Kemerataan stabil
$0,5 < E \leq 0,75$	=	Kemerataan labil
$0 < E \leq 0,5$	=	Kemerataan tertekan

## 3. Indeks Dominansi

Indeks Dominansi yang digunakan oleh Odum (1993), dan Rafi & Nugraha (2022) digunakan untuk mengetahui Dominansi dari Spesies dalam suatu wilayah. Indeks pemerataan dinotasikan dalam bentuk :

$$D = \sum (p_i)^2; p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

D = Indeks dominansi Simpson

$p_i = \text{Rasio } \frac{n_i}{N}$

$n_i = \text{Jumlah individu suatu Spesies}$

$N = \text{Jumlah total individu}$

Kriteria indeks Dominansi Simpson :

0,01-0,30 = Dominansi rendah

0,31-0,60 = Dominansi sedang

0,61-1,0 = Dominansi tinggi

#### 4. Frekuensi relatif

Hasil data pengamatan melalui perhitungan jumlah Spesies dan individu dianalisis dengan Frekuensi relatif, dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$Fr = \frac{\text{Jumlah pos ditemukan spesies } i}{\text{jumlah keseluruhan pos}} \times 100\%$$

Kriteria nilai Frekuensi relatif (Fr)

75-100 = Kehadiran melimpah

50-75 = Kehadiran sedang

25-50 = Kehadiran jarang

0-25 = Kehadiran sangat jarang

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Struktur Komunitas Anura Di Kawasan Air Terjun Tretes Dan Air Terjun Dlundung**

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan di berbagai habitat pada kawasan air terjun Tretes dan Dlundung, menggunakan teknik VES (*visual encounter survey*), tercatat terdapat beberapa spesies yang ditemukan selama pengamatan, Spesies Anura di antaranya adalah :

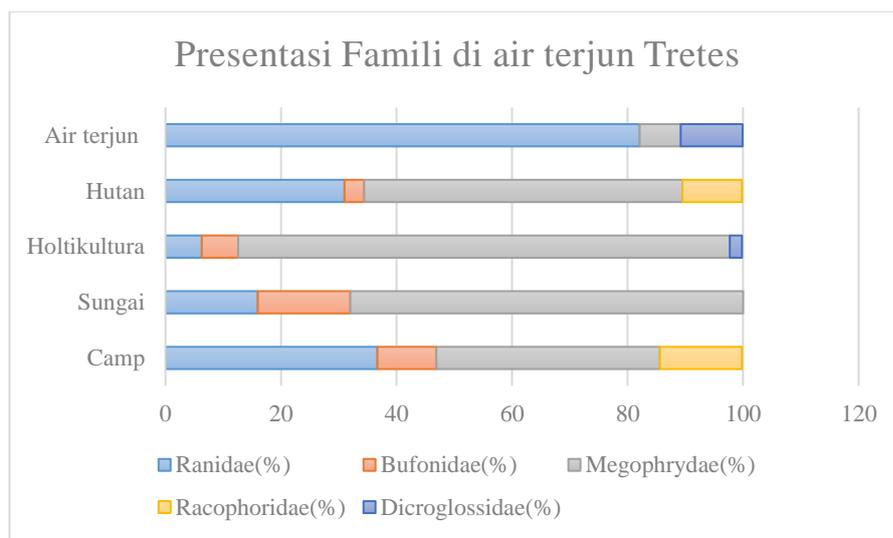
Tabel 4. 1 Daftar Spesies Anura yang ditemukan

No	Famili	Spesies	Air Terjun Tretes					Air terjun Dlundung				
			A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
1.	Ranidae	<i>Chalcorana chalconota</i>	14	3		1		36	85	151	43	98
2.		<i>Huia masonii</i>	2		3	8	22		12			5
3.		<i>Odorrana hosii</i>	2	1			1			1	7	
4.	Bufonidae	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>						1				
5.		<i>Ingerophrynus biporcatus</i>	5	4								
6.		<i>Phrynooidis asper</i>			3	1					1	
8.	Dicroglossidae	<i>Fejervarya limnocharis</i>			1		3					7
7.		<i>Occidozyga lima</i>									79	
9.	Megophryidae	<i>Leptobrachium hasseltii</i>	19	17	40	16	2	5	4	1	2	
10.	Racophoruridae	<i>Polypedates leucomystax</i>	7			3		7				3

Keterangan : A=air terjunTretes, A1= area camp, A2= sungai, A3=hortikultura, A4=hutan, A5= air terjun. B=air terjun Dlundngs, B1= area camp, B2= sungai, B3=hortikultura, B4=hutan, B5= air terjun.

Berdasarkan tabel pengamatan terdapat 5 famili pada air terjun Tretes dan Air terjun Dlundung yang terdiri dari Famili Ranidae, Bufonidae, Dicroglossidae,

Megophryidae dan Rhacophoridae. Terdapat 8 Spesies pada air terjun Tretes yang terdiri dari *Chalcorana chalconota*, *Huia Masonii*, *Odorrana hosii*, *Ingerophrynus biporcatus*, *Phrynoidis asper*, *Fejervarya limnocharis*, *Leptobrachium hasseltii*, dan *Polypedates leucomystax*. Total individu yang ditemukan pada air terjun Tretes adalah 178 individu.



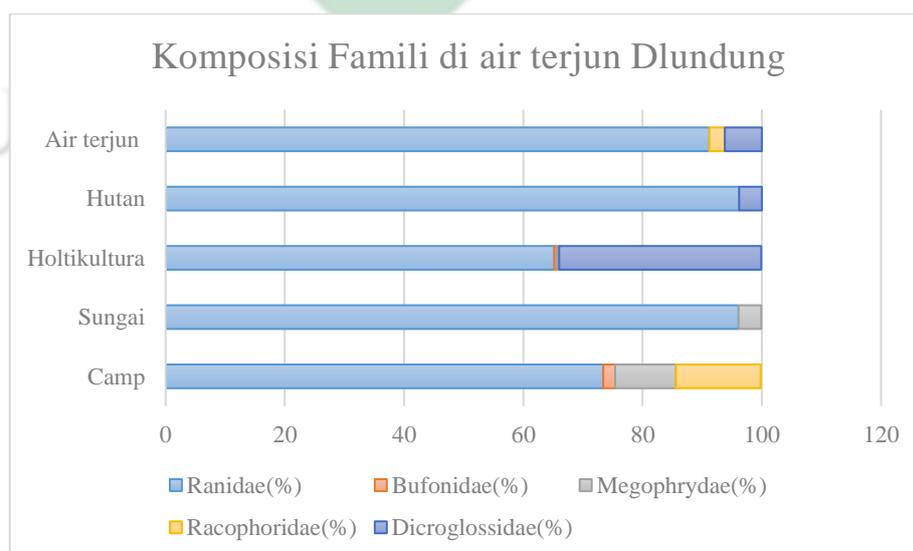
Gambar 4. 1 Grafik persentasi Famili air terjun Tretes

*Chalcorana chalconota* ditemukan 18 individu, Spesies ini ditemukan pada area *camp* sejumlah 14 individu, sungai 3 individu, dan di area hutan sebanyak 1 individu. *Odorrana Hosii* ditemukan 4 individu yang dapat dijumpai area *camp* sebanyak 2 individu, pada sungai 1 individu dan pada air terjun 1 individu. *Ingerophrynus biporcatus* ditemukan 9 ekor pada air terjun Tretes, dengan komposisi pada area *camp* terdapat 5 individu, dan area sungai ditemukan 4 individu. *Fejervarya limnocharis* dijumpai 4 individu di area hortikultura terdapat 1 individu dan pada area air terjun 3 ekor.

Spesies *Huia Masonii* dijumpai 35 individu, dengan lokasi penemuan pada area *camp* 2 individu, area hortikultur 3 individu, 8 individu ditemukan di Hutan dan 22 individu ditemukan pada area air terjun. Spesies lain yang ditemukan adalah

*Phrynoidis asper* dengan jumlah 4 individu yang ditemukan pada area hortikultura, dan area hutan. , *Leptobrachium hasseltii* adalah Spesies yang ditemukan dalam jumlah *terbesar* yakni 94 individu, yang terdiri dari area *camp* sebanyak 19 individu, area sungai 17 individu, area hortikultura 40 individu, area hutan 16 individu dan area air terjun 2 individu. Spesies *Polypedates leucomystax* ditemukan dengan jumlah 10 individu pada area *camp* 7 individu dan area hutan 3 individu.

Terdapat 5 famili dengan 9 Spesies pada air Dlundung, terdiri dari *Chalcorana chalconota*, *Huia Masonii*, *Odorrana hosii*, *Duttaphrynus melanostictus*, *Phrynoidis asper*, *Fejervarya limnocharis*, *Occidozyga lima*, *Leptobrachium hasseltii*, dan *Polypedates leucomystax*. Total individu yang ditemukan pada lokasi ini adalah 553 individu. Jumlah individu *Chalcorana chalconota* yang ditemukan sebanyak 418 individu, pada area *camp* dijumpai sebanyak 36 individu, pada area sungai ditemukan 89 individu, pada area hortikultura ditemukan 152 individu, pada area hutan ditemukan 43 individu dan pada air terjun ditemukan 98 individu.



Gambar 4. 2. KOMPOSISI Famili di air terjun Dlundung

Spesies *Occidozyga lima* dijumpai sebanyak 79 individu yang hanya ditemukan pada area hortikultura. Total Spesies *Fejervarya limnocharis* yang ditemukan sebanyak 7 individu yang terdapat pada area air terjun. Spesies *Huia masonii* ditemukan 17 individu, dengan 12 individu ditemukan pada sungai dan 5 individu ditemukan pada air terjun. Spesies *Phrynoidis asper* hanya ditemukan 1 individu di kawasan hortikultura. *Odorrana hosii* dijumpai 8 individu, 1 individu ditemukan pada area hortikultura, 7 individu ditemukan pada area hutan. Jumlah individu *Leptobrachium hasseltii*, sebanyak 12 Individu, ditemukan pada 4 tipe habitat yaitu 5 individu pada area *camp*, 4 individu di area sungai, 1 individu di area hortikultura dan 2 individu pada area hutan. Spesies terakhir yang ditemukan pada air terjun Dlundung adalah *Polypedates leucomystax* yang ditemukan sebanyak 10 individu dengan komposisi 7 individu ditemukan di area sungai dan 3 individu di area air terjun.

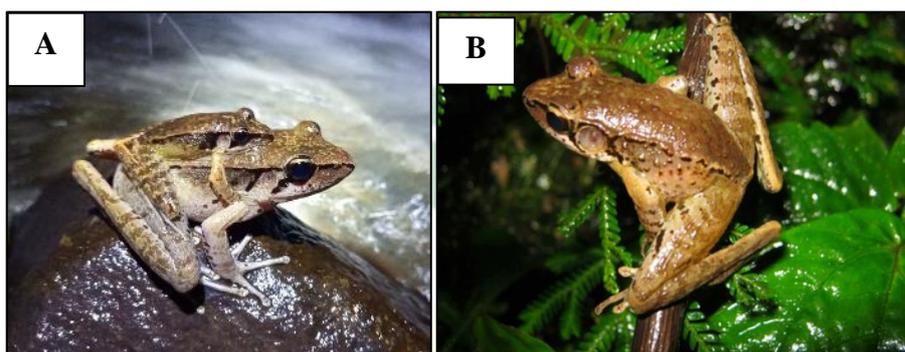
#### 4.1.1 Deskripsi Spesies

##### a. *Huia masonii*

**Morfologi dan karakter :** *Huia masonii* atau kongkang jeram adalah salah satu katak yang termasuk dalam Famili Ranidae (Izza & Kurniawan, 2014), yang dapat ditemukan pada dua lokasi air terjun.

Morfologi kongkang jeram dikenali dari bagian femur dan tibia yang panjang, postur tubuh yang ramping, permukaan kulit berwarna coklat dan perpaduan putih kebiru-biruan di bagian abdomen dan lateral. Lipatan dorsolateral terlihat jelas (Kusrini, 2013). Selaput renang *Huia masonii* mencapai jari terluar (penuh). Timpanium berukuran relatif kecil. Jari lengan dan tungkai memiliki piringan yang lebar serta terdapat sirkum

marginal (Iskandar, 1998). Pernyataan tersebut didukung oleh Haekal *et al* (2020), yang menyebut *Huia masonii* dicirikan dengan tubuhnya yang ramping dan kakinya yang jenjang. Individu jantan biasa berbunyi di antara tumbuhan di tepian sungai. Sedangkan betina cukup jarang dijumpai kecuali pada musim kawin.



Gambar 4. 3 *Huia masonii*

Sumber : A. Dok. Pribadi (2022), dan B. Kusrini (2013)

Klasifikasi *Huai masonii* (Boulenger, 1884) dideskripsikan sebagai berikut :

Kingdom : Animalia  
 Filum : Chordata  
 Subfilum : Vertebrata  
 Kelas : Amphibia  
 Ordo : Anura  
 Famili : Ranidae  
 Genus : *Huia*  
 Spesies : *Huia masonii*

**Habitat dan persebaran** : *Huia masonii* ditemukan pada zona dengan aliran air deras hingga sedang. Air terjun Tretes merupakan Air terjun dengan aliran yang deras sehingga kongkang jeram dapat ditemukan di tepian dan di atas batu sungai, seperti pada gambar yang ditemukan amplexus di atas batu. Berudu yang mengindikasikan larva *Huia masonii* ditemukan di lokasi yang tidak jauh dari tempat ditemukannya katak

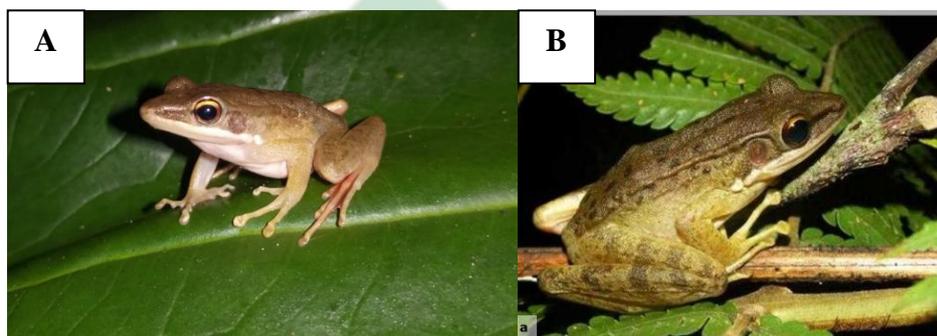
dewasa. Hal ini dikuatkan dengan pernyataan (Iskandar, 2000; Kusri, 2013) yang menyebut Habitat *Huia masonii* adalah sungai dengan aliran air yang deras dan berbatu. Kebanyakan ditemukan pada dataran tinggi yang merupakan kawasan gunung (Kusri, 2013). Katak ini menurut Haekal *et al.*, (2020) katak ini merupakan endemik Pulau Jawa.

**Status konservasi :** *Huia masonii* merupakan Spesies endemik pulau jawa (Haekal *et al.*, 2020; Kusri, 2013), ditemukan pada kawasan pegunungan dengan aliran air yang masih terpelihara dengan baik. Status konservasi menurut IUCN *Huia masonii* tergolong VU (vulnerable) atau rentan (Hidayah *et al.*, 2018, Iskandar, 1998). Namun diubah menjadi LC (*Least concern*) pada tahun 2018 oleh IUCN.

b. *Chalcorana chalconota*

**Morfologi dan karakter :** *Chalcorana chalconota* atau kongkang kolam merupakan salah satu Spesies dari famili Ranidae (Inger *et al.*, 2009; Izza & Kurniawan, 2014), yang memiliki kelimpahan tertinggi di air terjun Dlundung. Morfologi kongkang kolam dapat dikenali dari tubuh ramping yang berwarna coklat hingga hijau, kaki panjang dengan selaput renang berwarna merah. moncong lebih runcing dengan garis bibir putih dan lipatan dorsal terlihat cukup jelas. Beberapa individu berwarna agak kemerahan dan terdapat corak atau bintil pada bagian punggung. Ditemukan pada zona persawahan dan lokasi wisata dalam jumlah besar, dan sedikit individu ditemukan di aliran sungai dan hutan. Penyebutan kongkang kolam karena kegemaran katak ini mendiami dengan perairan tenang seperti kolam, hal ini dikuatkan oleh pernyataan Kusri (2013) yang menyebut katak ini

berukuran sedang dengan tympanium coklat tua, kulit punggung berbintil kasar, mempunyai lipatan dorsolateral dan terdapat bejolan halus pada bagian dorsal. Kulit bagian bawah berbintil kasar. Biasa ditemui bertengger pada tanaman yang dekat dengan perairan. Spesies ini sangat adaptif dan mampu tinggal di wilayah yang dekat dengan pemukiman manusia. Seperti perjumpaan pada wilayah *camp* air terjun Dlundung dan Tretes.



Gambar 4. 4 *Chalcorana chalconota*

Sumber : A. Dok. Pribadi (2022), dan B. Kusri (2013)

Kongkang kolam diklasifikasikan (Schlegel, 1837) (Dubois, 1992, Inger *et al.*, 2009) menjadi :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Amphibia
Ordo	: Anura
Famili	: Ranidae
Genus	: <i>Chalcorana</i>
Spesies	: <i>Chalcorana chalconota</i>

**Habitat dan persebaran** : Kongkang kolam adalah Spesies semi akuatik yang sering terlihat di perairan dengan arus tenang, namun mampu beradaptasi dengan perairan dengan arus deras, terbukti Spesies ini dapat dijumpai pada wilayah air terjun dengan arus deras dan pada bagian kolam kawasan air terjun Dlundung dan Tretes. Kongkang kolam dapat hidup pada

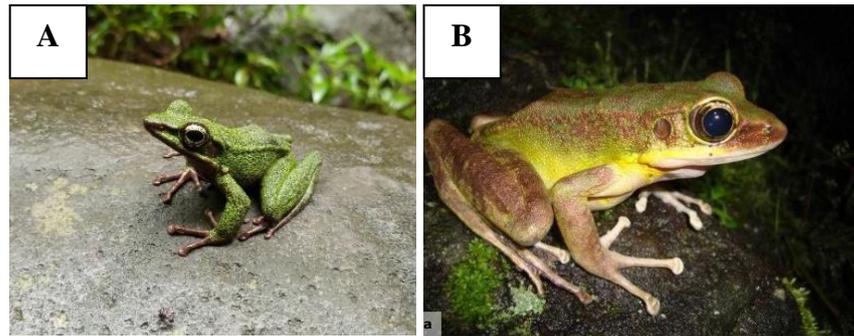
ketinggian 1200 mdpl. Menurut Kusriani, (2013) *Chalcorana chalconota* atau kongkang kolam dapat ditemukan di sebagian Asia Tenggara, seperti Thailand, Semenanjung Malaysia, Sumatra, Jawa, Kalimantan hingga Sulawesi.

**Status konservasi :** *Chalcorana chalconota*, dikategorikan IUCN kedalam golongan LC (*Least concern*) atau melimpah. sesuai dengan hasil pengamatan yang menjelaskan jumlah individu Spesies ini sangat melimpah.

c. *Odorrana hosii*

**Morfologi dan karakteristik :** *Odorrana hosii* atau kongkang racun termasuk kedalam famili Ranidae (Arroyan *et al.*, 2020). Kongkang racun mendiami wilayah dengan aliran deras hingga sedang yang masih terjaga, kebiasaan katak ini dapat dijumpai di atas batu pada sungai untuk mengatur suhu tubuhnya atau menarik pasangan dengan suara. Menurut Kusriani, (2013), penyebutan kongkang racun karena pada saat terancam atau tertangkap, katak ini mampu mengeluarkan racun berupa lendir. Racun tersebut memiliki aroma kurang sedap, mirip seperti walang sangit.

Morfologi *Odorrana hosii*, secara umum hampir sama dengan famili Ranidae, bertubuh ramping. memiliki moncong runcing, memiliki kaki yang panjang, berwarna hijau terang, hijau zaitun, atau hijau kecoklatan pada dorsal abdomen berwarna sedikit terang. Sesuai dengan yang dijelaskan oleh Iskandar (1998).



Gambar 4. 5 *Odorrana Hosii*

Sumber : A. Dok. Pribadi (2022), dan B. Kusrini (2013)

Kongkang racun diklasifikasikan oleh Boulenger, (1891) sebagai :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Amphibia
Ordo	: Anura
Famili	: Ranidae
Genus	: <i>Odorrana</i>
Spesies	: <i>Odorrana hosii</i>

Hasil pengamatan menunjukkan warna pada katak racun bergantung pada habitat, terbukti katak yang ditemukan pada wilayah berkanopi memiliki warna yang lebih gelap jika dibandingkan dengan Spesies yang ditemukan di wilayah terbuka. lipatan dorsolateral terlihat jelas, pada betina kurang terlihat karena ukurannya yang lebih besar dan sedikit gemuk.

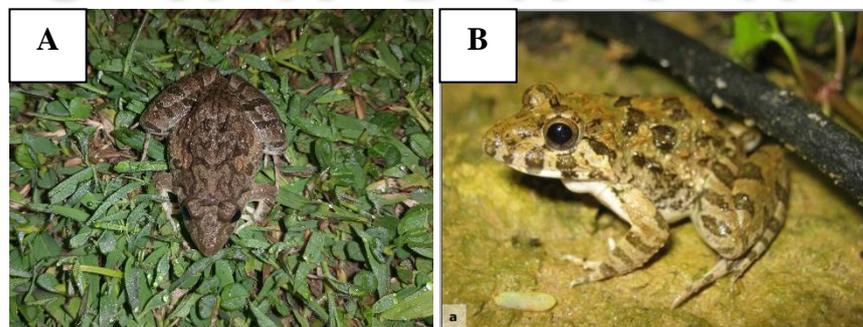
**Habitat dan persebaran :** katak jenis ini dapat dijumpai di kedua lokasi di air terjun Tretes dan Dlundung. Biasa dijumpai berada di atas batu pada sungai, atau bersembunyi di antara celah batu atau kayu. Ditemukan di dekat sungai, menurut Kusrini, (2013) Katak ini dijumpai pada hutan dengan sungai yang masih terpelihara, beberapa pernah ditemukan pada hutan bekas tebangan. Menurut Kusrini, (2013) juga, Persebaran katak ini ditemukan pada pulau Kalimantan, terutama dengan ketinggian 750, sesuai

dengan air terjun Dlundung dengan ketinggian 800 mdpl dan air terjun Tretes dengan 1200an mdpl. Ditemukan pula hingga Semenanjung Malaya, Sumatra dan Jawa.

**Status konservasi :** Status konservasi untuk katak ini adalah LC namun, menurut IUCN populasinya mengalami penurunan.

d. *Fejervarya limnocharis*

**Morfologi dan karakteristik :** Berdasarkan pengamatan katak tegalan memiliki ciri yang hampir sama dengan *Fejervarya cancrivora*, hanya saja berukuran lebih kecil dibandingkan katak sawah. Memiliki tubuh ramping dengan abdomen besar. Tubuh berwarna kecoklatan, hijau lumpur dengan garis dorsal yang kuat. Terdapat bintil dan bercak pada bagian punggung. Tubuh sedikit pendek, moncong runcing. Tidak memiliki kelenjar paratoid. Tymphanium katak tegalan terlihat samar serasi dengan warna tubuhnya. Selaput tidak penuh hanya sampai ruas jari kaki keempat. Menurut Kusri (2013) dan Iskandar, (2000), katak ini memiliki tubuh yang sedang tekstur kulit berbintil halus, dengan bintil memanjang ujung jari menumpul dan tidak lebar,



Gambar 4. 6 *Fejervarya limnocharis*

Sumber : A. Dok. Pribadi (2022), dan B. Kusri (2013)

*Fejervarya limnocharis* (Gravenhorst, 1829) diklasifikasikan sebagai :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Amphibia
Ordo	: Anura
Famili	: Dicroglossidae
Genus	: <i>Fejervarya</i>
Spesies	: <i>Fejervarya limnocharis</i>

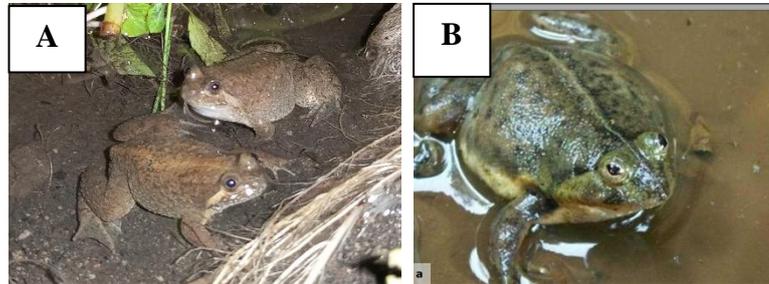
**Habitat dan persebaran** : katak ini biasa dijumpai pada area persawahan kebun, hutan, dan lokasi yang tidak jauh dari pemukiman. Menurut Kusri (2013) katak ini tersebar di Asia, seperti India, hingga Asia tenggara, Jawa, Kalimantan, Sumatra Sulawesi dan Nusa Tenggara.

**Status konservasi** : menurut IUCN, Status konservasi Spesies ini masih tergolong LC (*Least concern*).

e. *Occidozyga lima*

**Morfologi dan Karakteristik** : *Occidozyga lima* dikenal dengan nama daerah, Bencet hijau, Katak padi, marmoyo atau kartolo. Katak jenis ini tergolong akuatik karena lebih sering dijumpai berenang di area persawahan dengan air menggenang atau tenang. Karakteristik *Occidozyga lima* bertubuh bulat pendek, dengan banyak bintil di bagian ventral dan dorsal, kulit kasar seperti kulit jeruk. Mata kecil dan hampir menghadap ke atas, serta menonjol. Jari kaki meruncing dengan selaput penuh. Sisi dorsolateral kurang jelas karena kulitnya dipenuhi bintil-bintil. Warna kulit biasanya berasosiasi dengan substrat pada habitatnya, untuk berkamuflase dengan lumpur. Kusri (2013) menambahkan ukuran tubuhnya sekitar 40

mm dengan bintil berbentuk mutiara. Katak jantan biasa berbunyi menjelang sore hari dan di malam hari untuk menarik betina.



Gambar 4. 7 *Occidozyga lima*

Sumber : A. Dok. Pribadi (2022), dan B. Kusri (2013)

*Occidozyga lima* (Kuhl & van Hasselt, 1822) deskripsikan sebagai :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Amphibia
Ordo	: Anura
Famili	: Dicroglossidae
Genus	: <i>Occidozyga</i>
Spesies	: <i>Occidozyga lima</i>

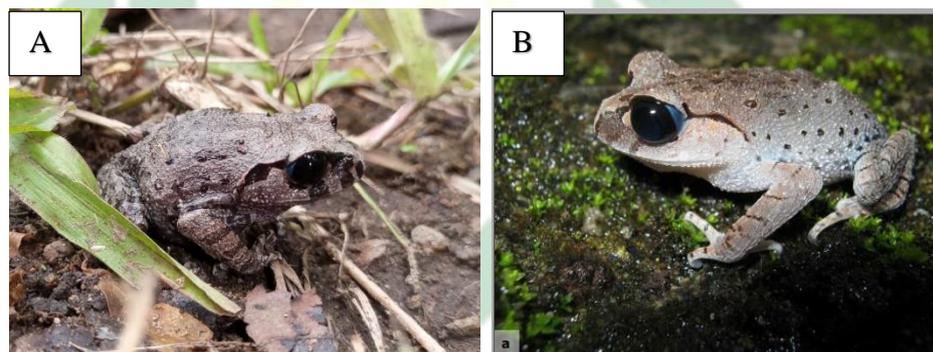
**Habitat dan Persebaran :** Katak ini mendiami habitat seperti persawahan, dan genangan air berlumpur. Tersebar mulai dari India hingga sebagian besar wilayah Asia tenggara, di Indonesia dapat dijumpai pada pulau Jawa, Bali dan Sumatra (Iskandar, 2000).

**Status konservasi :** Menurut IUCN, Status konservasi Spesies ini masih tergolong LC (*Least concern*). Di air terjun Dlundung jumlah individu yang ditemukan cukup melimpah.

f. *Leptobrachium hasseltii*

*Leptobrachium hasseltii* merupakan salah satu kodok dari famili Megophryidae yang ditemukan saat pengamatan. Kodok ini berukuran kecil, dengan warna kulit coklat kebiru-biruan. Memiliki moncong yang

pendek dan besar, dengan garis supraorbital yang terlihat ditutupi warna hitam, punggung memendek dan gemuk di bagian depan, terdapat bintil dan corak berwarna hitam yang tersusun linier. Kaki depan terlihat tinggi dan tegap dengan kaki belakang agak kecil, dengan kaki belakangnya yang kecil katak ini tidak terlalu lincah dalam bergerak, sehingga sering diamati menyamarkan diri pada serasah daun kering dan menimbun tubuhnya diantartumpukan serasah atau tanah. Musthofa *et al*, (2021) menambahkan katak ini berukuran sekitar 70 mm dengan permukaan halus dan memiliki lipatan di belakan orbital. Warna silver, kehitaman dengan bercak hitam di bagian punggung.



Gambar 4. 8 *Leptobrachium hasseltii*  
Sumber : A. Dok. Pribadi (2022), dan B. Kusrini (2013)

Katak serasah atau *Leptobrachium hasseltii* (Tschudi, 1838) diklasifikasikan sebagai :

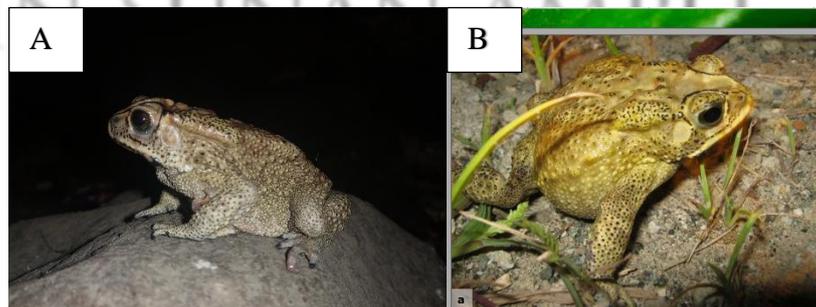
Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Amphibia
Ordo	: Anura
Famili	: Megophryidae
Genus	: <i>Leptobrachium</i>
Spesies	: <i>Leptobrachium hasseltii</i>

**Habitat dan persebaran :** Biasa dijumpai di sekitar jalan setapak dan serasah yang terdapat pada kawasan hutan ( Musthofa, *et al.*, 2021) dengan kondisi bersih dan terjaga, menurut Kusri (2013) dapat ditemukan di pulau Jawa, Madura, Bali dan pulau Kangean.

**Status konservasi :** menurut IUCN, Status konservasi Spesies ini masih tergolong LC (*Least concern*). Di air terjun Tretes jumlah individu yang ditemukan cukup melimpah.

g. *Duttaphrynus melanostictus*

**Morfologi dan karakteristik :** Berdasarkan hasil pengamatan, *Duttaphrynus melanostictus* memiliki tampilan kulit yang kasar dan terdapat tonjolan-tonjolan yang tersebar di seluruh tubuh. Dengan ukuran tubuh yang besar. Tubuhnya berwarna coklat gelap hingga coklat terang, pada bagian ventral lebih terang. Moncong berbentuk meruncing, kelenjar paratoid yang membulat agak besar, di antara matanya yang menonjol, terdapat supraorbital yang terhubung dengan supratimpanik. panjang tubuh (SVL) *Duttaphrynus melanostictus* mencapai 80 mm (Kusri, 2013).



Gambar 4. 9 *Duttaphrynus melanostictus*

Sumber : A. Dok. Pribadi (2022), dan B. Kusri (2013)

Kodok buduk, *Duttaphrynus melanostictus* (Schneider, 1799) diklasifikasikan sebagai :

Kingdom : Animalia  
Filum : Chordata  
Subfilum : Vertebrata  
Kelas : Amphibia  
Ordo : Anura  
Famili : Bufonidae  
Genus : *Duttaphrynus*  
Spesies : *Duttaphrynus melanostictus*

**Habitat dan persebaran :** *Duttaphrynus melanostictus* dikenal dengan nama daerah kodok buduk. Kodok ini dapat hidup pada lingkungan yang tercemar dan terganggu, seperti perkotaan, pemukiman, perkebunan hingga lahan pertanian. *Duttaphrynus melanostictus* merupakan Spesies terrestrial yang aktif di malam hari, pada siang hari kodok buduk bersembunyi di bawah kolong, lubang tanah, celah pondasi, di bawah pohon atau kayu. Kodok ini memiliki toleransi terhadap perubahan lingkungan yang tinggi, karena itu status konservasinya masih beresiko rendah.

Menurut Kusri (2013), kodok buduk tersebar dari Myanmar, Laos, Cina Selatan, India, Indo-China, Thailand, Kamboja, Semenanjung Malaya, Sulawesi, Kalimantan, Sumatra, Jawa, Bali, dan Wilayah Indonesia Timur (di Introduksi).

**Status konservasi :** menurut IUCN, Status konservasi Spesies ini masih tergolong LC (*Least concern*). Di air terjun Tretes jumlah individu yang ditemukan cukup melimpah.

#### h. *Phrynoidis asper*

**Morfologi dan karakteristik :** *Phrynoidis asper* memiliki tekstur kulit yang kasar dan berbintil, tubuhnya besar berwarna coklat gelap dan bagian ventral lebih terang. Terdapat paratoid yang memanjang pada bagian lateral-dorsal. Kaki runcing dan panjang, terdapat bantalan kawin (nuptial path). Kepala lebih lebar, moncong tumpul, timpanium kecil. Merupakan kodok terrestrial yang dijumpai di sekitar sungai dataran tinggi, perkebunan, hingga hutan sekunder. Pada air terjun Tretes dan Dlundung ditemukan di area Hortikultura dengan individu. Katak ini juga ditemukan oleh Izza & Kurniawan, (2014) yang merupakan tempat wisata air terjun.



Gambar 4. 10 *Phrynoidis asper*

Sumber : A. Dok. Pribadi (2022), dan B. Kusrini (2013)

Menurut kusrini (2013) kodok jenis ini berukuran sekitar 200mm, memiliki tubuh besar, dengan kepala lebar terdapat selaput renang pada kaki. Sering diamati berada di sungai atau genangan yang berarus lambat.

*Phrynoidis asper* (Gravenhorst, 1829) dideskripsikan berdasarkan :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata

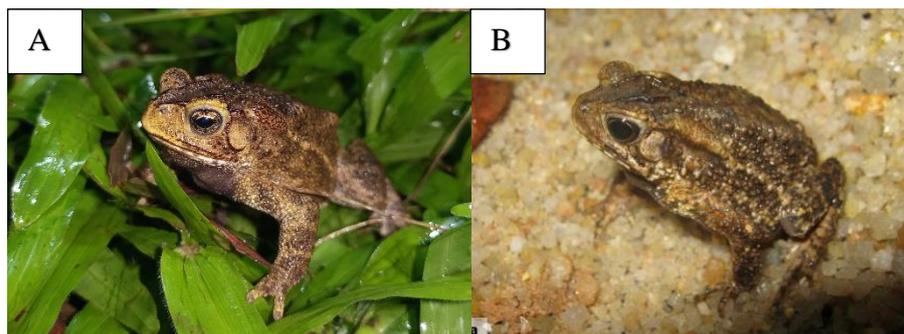
Kelas : Amphibia  
 Ordo : Anura  
 Famili : Bufonidae  
 Genus : *Phrynoidis*  
 Spesies : *Phrynoidis asper*

**Habitat dan persebaran** : biasa dijumpai di sepanjang tepian sungai, habitat berupa hutan dapat ditemukan di hunian manusia, di dekat air terjun, sungai dengan vegetasi di sekitarnya. Menurut Kusriani (2013), kodok jenis ini tersebar dari Asia tenggara, termasuk Indonesia, ditemukan di pulau-pulau besar seperti Jawa, Kalimantan, Sumatra, dan Sulawesi.

**Status konservasi** : menurut IUCN, Status konservasi Spesies ini masih tergolong LC (*Least concern*) .

i. *Ingerophrynus biporcatus*

Kodok puru hutan atau *Ingerophrynus biporcatus*, merupakan kodok yang digolongkan kedalam famili Bufonidae, yang memiliki tubuh kokoh dengan kaki agak kecil, kulit berbintil dengan tekstur kasar. Terdapat kelenjar paratoid pada alur lipatan dorsolateral. Terdapat semacam sepasang lipatan menonjol (alur suprapariential) di kepala bagian atas, di antara mata. Terdapat supra timpanik yang mengitari timpanium yang berwarna kecoklatan. Tungkai kaki depan berukuran kecil tanpa selaput. Tungkai belakang memiliki selaput yang sebagian selaputnya hanya setengah dari jari kaki. Kusriani, (2013) menambahkan ukuran kodok ini berkisar 50-70 mm untuk jantan dan 60-80 mm untuk betina. Nama daerah untuk kodok ini adalah kodok puru hutan. (Yanuerfa *et al.*, 2012)



Gambar 4. 11 *Ingerophrynus biporcatus*  
 Sumber : A. Dok. Pribadi (2022), dan B. Kusri (2013)

Klasifikasi kodok puru hutan, *Ingerophrynus biporcatus* (Gravenhorst, 1829) adalah sebagai berikut :

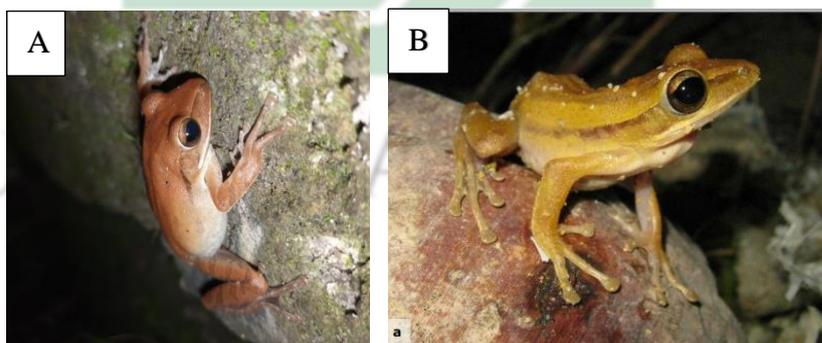
Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Amphibia
Ordo	: Anura
Famili	: Bufonidae
Genus	: <i>Ingerophrynus</i>
Spesies	: <i>Ingerophrynus biporcatus</i>

**Habitat dan persebaran :** *Ingerophrynus biporcatus* ditemukan pada hutan primer dan sekunder, di dekat pemukiman penduduk yang memiliki aliran air dan tumbuhan yang tertutup. Pada Air Terjun Tretes, Kodok ini ditemukan pada zona pertama yang berdekatan dengan pemukiman (area perkemahan) saat sedang berbunyi untuk memanggil pasangannya. Menurut Imam Musthofa *et al*, (2021) kodok jenis ini berukuran sekitar 80 mm, dengan permukaan kulit berbintil. Warna coklat kehitaman, terdapat garis lipatan kepala dan memiliki kaki dengan selaput renang penuh. Yanuerfa *et al.*, (2012) menambahkan jenis ini ditemukan pada kolam, genangan air dan perairan tenang dan sering berpindah jika terdapat gangguan. Sesuai dengan pengamatan ditemukan pada genangan air di area *camp* air terjun Dlundung.

**Status konservasi :** menurut IUCN, Status konservasi Spesies ini masih tergolong LC (*Least concern*).

j. *Polypedates leucomystax*

**Morfologi dan karakteristik :** *Polypedates leucomystax* memiliki tubuh sedang, berwarna coklat kekuningan, terkadang agak gelap dengan garis yang terkadang terlihat jelas pada punggung dan femur. Badan agak memanjang, kulit bertekstur licin dan lengket saat dipegang. memiliki mata besar dan lipatan supraorbital yang jelas, merupakan katak arboreal dengan kaki yang lengket dan memiliki benjolan. dijumpai beristirahat pada pohon, atau rumah hunian manusia. Menurut Imam Musthofa *et al*, (2021) katak ini memiliki jari kaki yang datar dan lengket dengan kaki belakang berselaput yang digunakan untuk menempel pada bidang permukaan seperti pohon dan dinding. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan yang dijumpai pada toilet di air terjun Dlundung.



Gambar 4. 12 *Polypedates leucomystax*

Sumber : A. Dok. Pribadi (2022), dan B. Kusri (2013)

Klasifikasi Katak pohon bergaris, *Polypedates leucomystax* (Gravenhorst, 1829) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia  
 Filum : Chordata  
 Subfilum : Vertebrata  
 Kelas : Amphibia  
 Ordo : Anura  
 Famili : Rhacophoridae  
 Genus : *Polypedates*  
 Spesies : *Polypedates leucomystax*

**Habitat dan persebaran :** dapat ditemukan pada area hutan primer, sekunder, dan hunian manusia. Merupakan katak arboreal yang sebagian hidupnya berada di pepohonan atau tanaman herba dekat dengan sumber air. Seseekali terlihat berada di tepi perairan untuk bertelur, membangun sarang mirip gelembung yang dibuat di atas air, sehingga ketika berudu menetas akan jatuh ke badan air. Menurut Kusriani (2013) katak ini tersebar dari Asia Tenggara, hingga Indonesia. Ditemukan pada hampir setiap pulau besar di Indonesia seperti Jawa, Sumatra, Kalimantan, Nusa Tenggara dan Irian Jaya.

**Status konservasi :** menurut IUCN katak ini masuk dalam kategori (*Least concern*), artinya masih aman, namun mengalami penurunan populasi.

#### 4.1.2 Indeks Keanekaragaman Air Terjun Tretes dan Dlundung

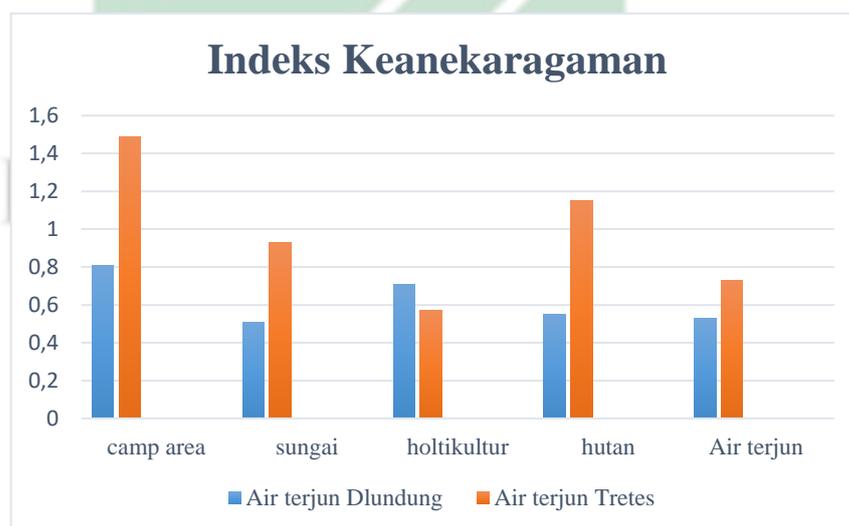
Hasil pengamatan dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman Shannon -wiener, berdasarkan hasil tersebut nilai tertinggi terdapat pada air terjun Tretes, yaitu dengan nilai  $H' = 1,49$  pada area *camping*. Sementara urutan selanjutnya pada area hutan yaitu bernilai  $H' = 1,15$ , pada lokasi sungai nilai indek

keanekaragaman berkisar  $H'=0,93$ . Lokasi air terjun didapatkan nilai  $H'=0,73$  dan nilai terendah pada area hortikultura dengan nilai  $H'=0,57$ . Hasil tersebut dapat menjelaskan indeks keanekaragaman setiap lokasi di air terjun tergolong rendah.

Tabel 4. 2 Indeks keanekaragaman

No	Spesies	Indeks keanekaragaman				
		Camp	Sungai	Hortikultur	Hutan	Air terjun
1.	Air terjun Tretes	1,49	0,93	0,57	1,15	0,73
2.	Air terjun Dlundung	0,81	0,51	0,71	0,55	0,53

Pada air terjun Dlundung nilai tertinggi terdapat pada area *camp* dengan nilai  $H'=0,81$ , selanjutnya pada lokasi hortikultura dengan nilai  $H'=0,71$ , pada lokasi hutan mempunyai nilai keanekaragaman  $H'=0,55$ . Area air terjun memiliki nilai  $H'=0,53$  dan nilai keanekaragaman terendah terdapat pada area sungai dengan nilai  $H'=0,51$ . berdasarkan hasil tersebut indeks keanekaragaman pada air terjun Dlundung tergolong rendah.



Gambar 4. 13 Grafik Indeks keanekaragaman

Hasil analisis indeks keanekaragaman menunjukkan perbedaan di antara setiap tipe habitat pada air terjun Tretes dan Dlundung, indeks keanekaragaman di

air terjun Tretes lebih tinggi jika dibandingkan dengan air terjun Dlundung. hal ini didasarkan pada pernyataan Fathoni *et al*, (2022) yang menyatakan bahwa nilai indeks keanekaragaman kurang dari 1,5 tergolong nilai keanekaragaman yang rendah, sebaliknya jika nilai lebih dari 1,5 merupakan nilai keanekaragaman yang tinggi.

Pada area *camp* terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara air terjun Tretes dan Dlundung. Nilai keanekaragaman paling tinggi di air terjun Tretes terdapat pada area *camp* yaitu 1,49. Pada lokasi ini dijumpai 6 Spesies dari 4 Famili dengan jumlah 49 individu, sedangkan pada air terjun Dlundung juga terdapat pada area *camp* dengan nilai  $H' = 0,81$ . Terdapat 4 Spesies Anura dari 4 Famili dengan 49 individu. Air terjun Tretes memiliki keanekaragaman yang tinggi karena lokasinya yang masih alami dengan kubangan air dan dekat dengan aliran sungai dan vegetasi kanopi yang memadai hal ini sesuai dengan Fathoni & Hakim, (2022) adanya kubangan air atau kolam menjadi faktor lingkungan dalam strategi reproduksi untuk Spesies seperti *Chalcorana chalconota*, *P. leucomystax* dan *Ingerophrynus biporcatus*. , lain halnya dengan air terjun Dlundung yang habitatnya telah banyak direkayasa untuk kepentingan wisata, terdapat jalan setapak, warung, dan lokasi nya yang agak jauh dari badan air. Pembangunan dengan seperti yang dilakukan pada air terjun menurut Cahyadi & Arifin, (2019) merupakan tantangan bagi keberlangsungan anura dan mengganggu keseimbangan ekosistem.

Keduanya merupakan lokasi dengan nilai indeks keanekaragaman tertinggi di antara tipe habitat yang lain, meskipun tergolong rendah. Hal ini dikarenakan lokasi ini memiliki tipe kanopi terbuka, dengan vegetasi rerumputan, herba dan pepohonan di area *camp* terdapat aliran air yang sama yang mengalir dari air terjun.

Hal ini berkaitan dengan yang dikemukakan oleh (Syazali *et al.*, 2019) bahwa kanopi memiliki pengaruh terhadap kehadiran Anura, kanopi yang terbuka akan mempengaruhi kelembaban dan faktor lain. Ketika kelembaban terlalu tinggi Anura akan memilih tempat terbuka untuk menyesuaikan suhu tubuhnya.

Habitat yang terbuka dengan rerumputan di sekitar badan air merupakan tempat bagi Anura terrestrial, meskipun dengan kanopi terbuka lokasi tersebut memudahkannya dalam berpindah dan mencari sumber pakan (Azhari *et al.*, 2022) berupa serangga seperti Orthoptera, yang bisa di jumpai di wilayah rerumputan. Pada area *camp* air terjun Tretes dan Dlundung terdapat kubangan air baik alami maupun buatan yang banyak dijumpai Anura berkumpul untuk bereproduksi, menurut Magfiroh, dan Nisfi L., (2019) wilayah perairan seperti kubangan air sangat penting bagi Anura untuk bereproduksi mengingat fase hidupnya sebagian bergantung pada air. Berdasarkan hasil pengamatan, lokasi ini cukup ideal untuk keberlangsungan hidup Anura.

Area sungai pada air terjun Tretes dan Dlundung merupakan sungai beraliran sedang hingga deras, memiliki kondisi fisik batuan, dengan vegetasi yang rimbun di sekitar tepian sungai. Air terjun Tretes memiliki nilai indeks keanekaragaman yang lebih tinggi dengan nilai 0,93 dibandingkan dengan air terjun Dlundung yang nilainya 0,51, karena sungai pada air terjun tretes masih alami berbeda dengan air terjun Dlundung yang sudah mengalami perubahan akibat degradasi untuk keperluan wisata sehingga secara fisik mengalami perubahan. Hal ini sesuai dengan penelitian Adistya *et al.*, (2019) pada Coban Watu Ondo dan kawasan Owa, yang menjelaskan keanekaragaman yang rendah pada lokasi tersebut di angka  $H' = 1,57$ . Hasil ini menggambarkan kawasan air terjun Coban Watu Ondo

yang berubah untuk daerah pemanfaatan berupa wisata. Aliran sungai juga berperan dalam keanekaragaman Spesies pada wilayah sungai. Arus air juga berpengaruh terhadap keanekaragaman Spesies yang banyak ditemukan pada air terjun Tretes salah satunya *Huia masoniii*, Spesies ini banyak dijumpai pada arus deras karena bentuk adaptasi morfologi yang telah dikembangkan, bahkan tingkat larva, berudu katak ini memiliki mulut yang dapat melekat pada substrat sungai yang biasa berupa batuan (Arifin *et al.*, 2018).

Area hortikultura merupakan lokasi budidaya yang diperuntukkan untuk tanaman hortikultura, pada air terjun Tretes tanaman yang dibudidayakan adalah tanaman berbuah dan pakan ternak. Sedangkan pada air terjun Dlundung merupakan area persawahan yang dimanfaatkan untuk tanaman padi. Hal ini yang membuat air terjun Dlundung mempunyai nilai keanekaragaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan air terjun Tretes, area hortikultura pada air terjun Dlundung didominasi wilayah air, sehingga banyak dijumpai Spesies Anura akuatik dan semi akuatik yang melimpah. pernyataan ini dibenarkan oleh (Ayu *et al.*, 2016) yang menyebut bahwa ada beberapa katak yang dapat dijumpai di area persawahan seperti *Occidozyga lima* yang banyak dijumpai pada lokasi persawahan kabupaten Gianyar, Bali. Kedua tipe habitat tersebut tergolong kedalam keanekaragaman yang rendah, hal ini kemungkinan karena adanya senyawa-senyawa berbahaya akibat pemakaian pestisida di lokasi ini, menurut Sparling (2000), Anura sangat rentan terhadap logam berat, produk petroleum, herbisida dan segala bentuk pestisida sintetis. Mistar (2003) menambahkan pemakaian produk pertanian seperti pupuk sintetis dan pestisida menjadi ancaman bagi keberlangsungan hidup anura yang berada di kawasan Hortikultura.

Area hutan pada kawasan air terjun Tretes dan Dlundung merupakan hutan sekunder yang sebagian wilayahnya telah dimanfaatkan sebagai lokasi wisata, dan perkebunan. Nilai indeks keanekaragaman pada air terjun Dlundung lebih rendah dibandingkan dengan kawasan air terjun Tretes, hal ini dikarenakan kawasan hutan di air terjun Tretes lebih luas dan terpelihara mengingat wilayah tersebut termasuk dalam kawasan Tahura, berbeda dengan wilayah air terjun Dlundung yang telah mengalami perubahan akibat perluasan area pemanfaatan sebagai wisata, pertanian, perkebunan dan pemukiman. Menurut Mardinata, dan Gunardi, (2018). Keanekaragaman dapat dipengaruhi oleh tutupan riparian dan jenis vegetasi pada suatu habitat yang kemudian berpengaruh pada kelembaban. Luas wilayah juga dapat berpengaruh karena daya jelajah katak yang lebih luas membutuhkan *effort* yang lebih besar (Kusrini *et al.*, 2021)

Pada area air terjun utama, memiliki beberapa perbedaan di antaranya adalah ketinggian (Izza & Kurniawan, 2014), konversi lahan (Saputra *et al.*, 2016), arus air (Haekal *et al.*, 2020) dan kondisi lingkungan (Azhari *et al.*, 2022). Kondisi lingkungan pada air terjun Tretes masih terpelihara dengan baik jika dibandingkan dengan air terjun Dlundung yang telah mengalami banyak perubahan, karena itulah nilai indeks keanekaragaman pada air terjun Dlundung lebih rendah dibandingkan air terjun Tretes.

Pada air terjun Tretes nilai keanekaragaman terendah terdapat pada lokasi air terjun dengan nilai  $H' = 0,53$ . Terdapat 4 Spesies Anura yang ditemukan dari 3 famili dengan 28 individu dan pada air terjun Dlundung terdapat pada lokasi sungai dengan Nilai 0,51. Terdapat 4 Spesies Anura yang ditemukan dari 3 Famili dengan 113 individu. Nilai terendah pada air terjun tretes dikarenakan hanya Spesies

tertentu (spesifik) yang dapat hidup dan menyesuaikan diri dengan lingkungan air terjun.

Air terjun tretes memiliki aliran air yang deras dengan sungai berbatu. Hal ini yang mempengaruhi keberagaman Spesies pada wilayah tersebut sesuai dengan Ardiansyah *et al.*, (2014), dalam penelitian tentang *Leptophryne borbonica* di Taman nasional Gunung Gede, yang menyebut kelimpahan Spesies tersebut dipengaruhi oleh Konduktivitas, suhu dan kecepatan arus. Berbeda dengan air terjun Tretes, di air terjun Dlundung kondisi air terjun telah banyak mengalami rekayasa dengan banyak bendungan untuk mengurangi derasnya aliran air. Selain itu terdapat banyak kolam yang dapat dihuni oleh Anura. Area sungai pada air terjun Dlundung merupakan lokasi dengan keanekaragaman rendah. Meskipun rendah namun jumlah individu cukup melimpah, hal ini karena wilayah sungai didominasi oleh salah satu Spesies katak. Kongkang kolam (*Chalcorana chalconota*) ditemukan 98 individu di lokasi ini.

Perbedaan keanekaragaman di berbagai tipe habitat dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya adalah tipe habitat, kondisi lingkungan, mikro iklim dan ketersediaan sumber daya (Qurniawan & Mada, 2015). Hal tersebut berkorelasi dengan hasil pengamatan yaitu adanya perbedaan keanekaragaman di berbagai tipe habitat. Jumlah Spesies juga dipengaruhi hal yang sama dengan keanekaragaman, jumlah Spesies yang ditemukan pada air terjun Tretes lebih sedikit dibandingkan jumlah Spesies di air terjun Dlundung.

Jumlah individu yang tinggi pada air terjun Dlundung dikarenakan populasi salah satu Anura sangat tinggi. Berbanding terbalik dengan air terjun Tretes yang memiliki pemerataan Spesies lebih baik. Hal tersebut karena air terjun Dlundung

memiliki sumber daya yang cukup untuk kehidupan Spesies yang mendominasi. Seperti pada wilayah hortikultura, pada lokasi ini terdapat genangan air dengan aliran air yang lemah, sehingga memungkinkan Anura berkembang biak dengan optimal, lain halnya dengan air terjun Tretes yang memiliki wilayah arus lebih deras beberapa anura akan memilih lokasi yang lebih menguntungkan untuk mempertahankan populasi.

Anura memulai fase hidupnya dengan fase berudu, berudu atau kecebong sangat bergantung dengan kondisi air. Setiap Spesies memiliki perbedaan morfologi berudu. air terjun Tretes yang mempunyai aliran deras adalah wilayah yang cocok untuk berudu dengan kemampuan renang dan kelengkapan fisiologis seperti mulut penghisap. Sehingga Spesies yang ditemukan adalah Anura dengan kemampuan tersebut seperti *Huia masonii*, dan *Odorrana hosii* (Arifin *et al.*, 2018; Haekal *et al.*, 2020). Lain halnya pada air terjun Dlundung dengan aliran air lemah, banyak Spesies Anura yang dapat tinggal pada aliran air dengan kondisi tersebut karena habitat lebih menguntungkan untuk lebih banyak Spesies. Salah satunya adalah kongkang kolam. Oleh karena itu jumlah individu yang ditemukan pada air terjun Dlundung hampir lima kali lipat dari Anura yang ditemukan di air terjun Tretes.

Jumlah Spesies yang ditemukan pada air terjun Dlundung adalah 9 Spesies sedangkan pada air terjun Dlundung sebanyak 8 Spesies. Jumlah Spesies dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan karakteristik Anura. Kedua lokasi merupakan wilayah dengan elevasi yang tinggi oleh karena itu komposisi Spesies pada lokasi memiliki kesamaan. Berdasarkan pengukuran *G. Earth* (2023) air terjun Tretes berada di ketinggian 1200 mdpl, dan air terjun Dlundung memiliki

ketinggian 800 mdpl. Spesies Anura memiliki persebaran dan karakteristik yang berbeda. Terdapat Spesies yang hanya bisa ditemukan pada kondisi lingkungan tertentu ada juga yang bisa ditemukan pada berbagai kondisi habitat. Spesies yang seringkali ditemukan pada wilayah dengan kondisi elevasi yang tinggi. seperti yang dilakukan oleh (Septian., 2022) dengan Spesies yang ditemukan di Gunung Rinjani antara lain adalah *L. dammermani*, *L. kadarsani*, *Hylarana florensis*, *Fejervarya cancrivora*, *F. Limnocharis*, *Ingerophrynus biporcatus*, *Duttaphrynus melanostictus*, *Oreophryne monticola*, dan *Polypedates leucomystax*. Yang beberapa di antaranya terdapat juga di air terjun Tretes dan Dlundung.

#### 4.1.3 Indeks Dominansi Air Terjun Tretes dan Air Terjun Dlundung

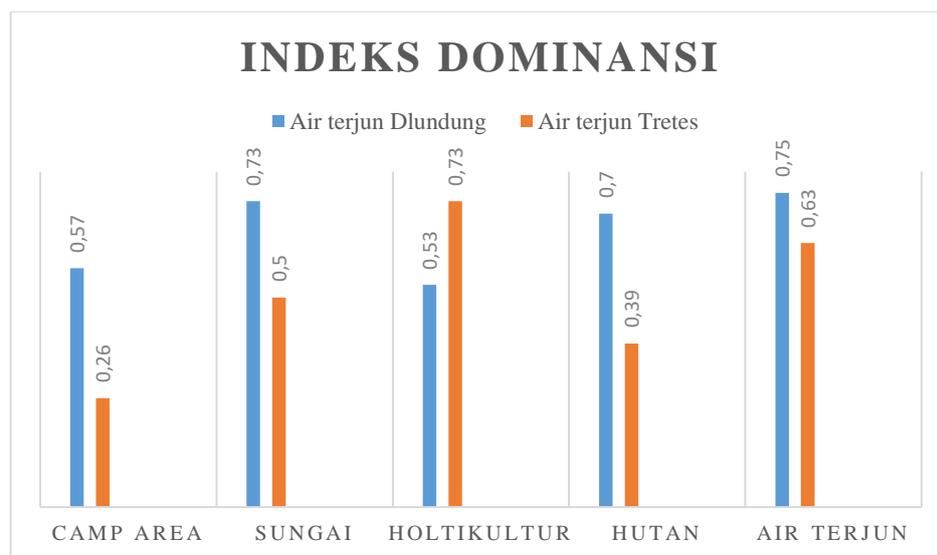
Berdasarkan hasil pengamatan analisis indeks dominansi menjelaskan nilai dominansi tertinggi pada air terjun Tretes terdapat pada lokasi Hortikultura dengan nilai  $D=0,73$ . Selanjutnya terdapat pada air terjun dengan nilai  $D=0,60$ , nilai indeks pada lokasi sungai  $D=0,50$ , pada area hutan nilai  $D=0,39$  dan area *camp* merupakan wilayah dengan dominansi terendah yaitu  $0,26$ .

Tabel 4. 3 Indeks Dominansi

No	Spesies	Indeks Dominansi				
		<i>Camp</i>	Sungai	Hortikultur	Hutan	Air terjun
1.	Air terjun Tretes	0,26	0,50	0,73	0,39	0,60
2.	Air terjun Dlundung	0,57	0,73	0,53	0,70	0,75

Pada air terjun Dlundung mempunyai indeks dominansi yang tinggi di berbagai tipe habitat. Nilai dominansi tertinggi terdapat pada area air terjun dengan nilai  $D=0,75$ , area sungai nilai  $D= 0,73$  kemudian pada area hutan dengan nilai  $D=0,70$ , pada area *camp* indeks Dominansi bernilai  $D= 0,57$ , dan nilai terendah

pada lokasi Hortikultura dengan nilai  $D=0,53$ . Menurut Odum (1993) dalam (Rafi *et al.*, 2022) Indeks dominansi berkisar dari 0-1, semakin besar indeks dominansi dapat diartikan bahwa ada Spesies yang menDominansi di suatu habitat begitu juga sebaliknya semakin kecil indeks Dominansi berarti tidak terdapat Spesies yang menDominansi.



Gambar 4. 14 Grafik indeks dominansi

Pada area *camp*, indeks dominansi tertinggi terdapat pada air terjun Dlundung, sedangkan pada area *camp* memiliki nilai indeks dominansi yang rendah dan merupakan nilai terendah di antara tipe habitat lain di air terjun Tretes. Hal ini dikarenakan jumlah salah satu Spesies yang ditemukan pada air terjun Dlundung sangat menDominansi, Spesies tersebut adalah kongkang kolam (*Chalcorana chalconota*), menurut Fathoni & Luchman, ( 2022) katak jenis ini termasuk katak kosmopolitan yang sangat adaptif sehingga mampu beradaptasi dengan lingkungan yang kurang menguntungkan seperti hunian manusia dan perairan arus deras. hal ini bisa dikarenakan adanya perbedaan kondisi lingkungan, dan lingkungan tersebut sangat ideal untuk satu Spesies, sehingga Spesies tersebut mengalami pertumbuhan populasi yang pesat.

Dominansi pada area *camp* di air terjun Tretes lebih rendah, karena setiap Spesies memiliki jumlah individu yang seimbang. Hal ini berhubungan dengan pernyataan Primack *et al* (1998) pada tulisan Irwanto *et al.*, (2019) yang menyebut kelimpahan Spesies anura dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan. Kondisi lingkungan pada air terjun Tretes berupa kawasan terbuka dengan kubangan, kolam dan vegetasi rendah, seperti rerumputan han ini mendukung keberlangsungan hidup banyak Spesies katak. Sedangkan pada area *camp* Dlundung memiliki kondisi lingkungan vegetasi yang hampir sama, hanya saja terdapat area yang menjadi tempat pembuangan sampah. Hal ini tentu kurang mendukung untuk sebagian anura, dan hanya anura kosmopolitan yang bisa dijumpai pada area tersebut.

Pada area sungai di air terjun Dlundung nilai indeks dominansi lebih tinggi dibandingkan air terjun Tretes, hal ini dikarenakan kongkang kolam (*Chalcorana chalconota*) ditemukan dalam jumlah yang banyak. Faktor yang mempengaruhi tingginya dominansi adalah toleransi Spesies terhadap habitatnya (Haekal *et al.*, 2020) . Air terjun Tretes memiliki nilai yang dikategorikan sedang, karena beberapa Spesies memiliki jumlah yang sedikit lebih banyak dibandingkan Spesies lain.

Area hortikultura pada air terjun Tretes memiliki nilai indeks dominansi yang lebih tinggi dibandingkan dengan air terjun Dlundung, dari hasil analisis indek dominansi pad air terjun Tretes lebih tinggi karena ada satu Spesies yang ditemukan dengan jumlah lebih banyak. Sedangkan pada air terjun Dlundung dikategorikan dominansi yang sedang, karena terdapat satu Spesies dengan jumlah yang sedikit lebih banyak. Hal ini dikarenakan pada air terjun Tretes, area Hortikultura memiliki wilayah yang lebih luas dan ditemukan lebih banyak Anura terrestrial dibandingkan akuatik, mengingat kondisi hortikultura yang berupa perkebunan, sedangkan area

hortikultura pada Dlundung banyak dijumpai Anura akuatik dan semi akuatik dalam cakupan yang lebih sempit. Luas area dapat mempengaruhi jumlah individu yang ditemukan. pernyataan ini sesuai dengan Yani & Said, (2015) dimana terdapat perbedaan jelas pada komposisi anura di area terrestrial dan akuatik di kawasan hutan lindung Gunung Semahung Kecamatan Sengah Temila Kabupaten Landak Kalimantan Barat.

Pada kawasan air terjun air terjun Dlundung dan Tretes nilai indeks dominansi tergolong tinggi dengan satu Spesies ditemukan dalam jumlah individu yang lebih banyak. Dari nilai tersebut dapat mengindikasikan adanya ketidakseimbangan komposisi Spesies Anura pada area air terjun. Air terjun yang merupakan lokasi dengan aliran air yang cukup deras, oleh karena itu hanya Spesies yang memiliki kemampuan toleransi atau adaptasi tinggi yang dapat bertahan pada habitat tersebut. katak dengan kemampuan seperti yang disebut Haekal *et al.*, (2020) *Huia masonni* yang telah beradaptasi dengan habitat dengan air deras.

Nilai indeks dominansi dapat mempresentasikan komposisi Spesies pada suatu habitat jika terdapat satu atau lebih Spesies yang memiliki jumlah lebih tinggi dibandingkan dengan Spesies yang lain maka nilai indeks akan berbanding lurus (Erika *et al.*, 2022). Nilai indeks dominansi tertinggi terdapat pada area hortikultura di air terjun Tretes. Hal ini karena Spesies yang ditemukan dengan jumlah paling tinggi adalah katak serasah (*Leptobrachium hasseltii*). Kondisi ini menyiratkan adanya dominansi dari Spesies tersebut dibanding Spesies yang ditemukan di lokasi yang sama. Kusri (2013) menyebut katak serasah banyak dijumpai pada dataran tinggi di sekitar hutan, selain itu (Izza & Kurniawan, 2014) juga menemukan katak serupa di Coban Watu Ondo, Mojokerto. Dominansi terendah terdapat pada air

terjun Tretes terletak pada area hutan. Area hutan memiliki jumlah Spesies dan jumlah individu yang seimbang karena habitat tersebut mendukung kelangsungan hidup banyak Spesies anura.

Indeks dominansi pada air terjun Dlundung tergolong tinggi karena nilai indeks  $D > 0,5$ . Nilai dominansi tertinggi terdapat pada area air terjun, perjumpaan dengan Anura terdapat pada badan air yang mengenang di sekitar air terjun. Spesies Anura yang menDominansi pada berbagai tipe habitat adalah kongkang kolam (*Chalcorana chalconota*). Katak ini dapat berkembang pesat dan dijumpai di berbagai habitat. tingginya jumlah individu pada kongkang kolam disebabkan lingkungan yang mendukung untuk katak ini berkembang, selain itu terdapat faktor penyebab lain di antaranya adalah faktor abiotik (Izza & Kurniawan, 2014), sumber daya (Azhari *et al.*, 2022), berkurangnya parasit dan predator (Döring *et al.*, 2017), serta kemampuan adaptasi yang tinggi (Fauzan, 2021).

Indeks dominansi dapat menggambarkan adanya ketidakseimbangan ekosistem pada air terjun (Riastuti *et al.*, 2020). Jika terdapat Spesies yang menDominansi, kemungkinan Spesies lain akan terpengaruh, misalnya dalam kompetisi pakan (Ningsih *et al.*, 2013). Spesies yang dominan akan mendapatkan sumber daya yang unggul dan dapat berkembang lebih maju dibanding dengan Spesies minoritas. Kemampuan toleransi terhadap lingkungan juga berperan penting dalam perkembangan Anura. Spesies yang tidak toleran terhadap perubahan akan mengalami tekanan, kemudian terjadi penurunan populasi. Hal ini yang menyebabkan Spesies seperti *Odorrana hosii*, *Leptobrachium hasseltii* dan *Polypedates leucomystax* mengalami penurunan populasi, karena Spesies-Spesies

tersebut memiliki kemampuan adaptasi dan toleransi yang rendah dibandingkan kongkang kolam (Iskandar, 2000).

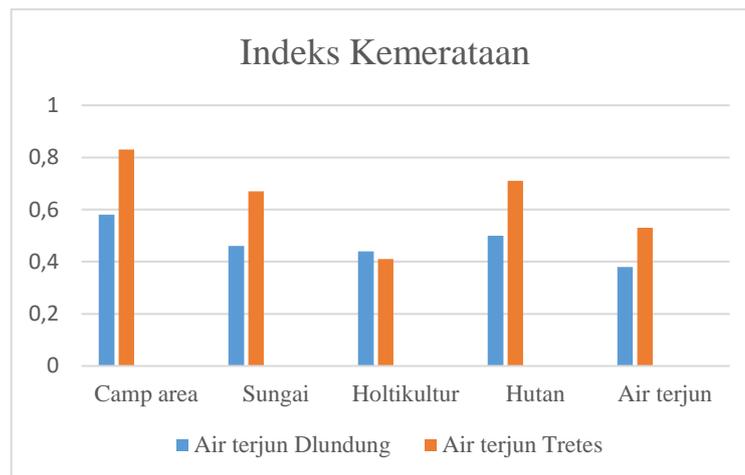
#### 4.1.4 Indeks Kemerataan Air Terjun Tretes dan Air Terjun Dlundung

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dianalisis indeks kemerataan pada air terjun Tretes tertinggi terdapat pada area *camp* dengan nilai  $E=0,83$ , setelahnya terdapat pada wilayah hutan dengan nilai  $E=0,71$ . Pada area sungai Nilai  $E=0,67$ , selanjutnya pada area air terjun dengan  $E=0,53$  dan nilai kemerataan terendah terdapat pada area Hortikultura dengan  $E=0,41$ .

Tabel 4. 4 Indeks kemerataan

No	Spesies	Indeks Kemerataan				
		<i>Camp</i>	Sungai	Hortikultur	Hutan	Air terjun
1.	Air terjun Tretes	0,83	0,67	0,41	0,71	0,53
2.	Air terjun Dlundung	0,58	0,46	0,44	0,50	0,38

Pada air terjun Dlundung Nilai kemerataan tertinggi terdapat pada area *camp* dengan nilai  $E=0,58$ , selanjutnya terdapat pada area hutan dengan nilai  $E=0,50$ , pada wilayah sungai nilai kemerataan berkisar  $E=0,46$ , nilai kemerataan pada area hortikultura adalah  $E=0,44$  dan nilai terendah adalah pada area air terjun  $E=0,38$ .



Gambar 4. 15 Grafik Indeks Kemerataan

Pada area *camp* air terjun tretes memiliki nilai indeks kemerataan yang lebih tinggi dibanding air terjun Dlundung. Kemerataan pada area camp tergolong stabil, sedangkan air terjun Dlundung tergolong labil, hal ini karena Spesies yang ditemukan pada area *camp* di air terjun Tretes ditemukan dalam jumlah yang hampir sama dan tidak terdapat satu Spesies dengan jumlah yang lebih unggul. Pada air terjun Dlundung ditemukan Spesies *Chalcorana chalconota* yang mendominasi wilayah tersebut. Hal ini dibenarkan oleh Inger *et al.*, (2009) yang menyebut kongkang kolam memiliki kemampuan reproduksi yang pesat di sepanjang musim.

Pada area sungai di air terjun Tretes lebih tinggi dibandingkan dengan nilai indeks kemerataan di air terjun Dlundung. Hal ini disebabkan adanya tekanan dari Spesies kongkang kolam (*Chalcorana chalconota*) di air terjun Dlundung yang membuat Spesies lain kalah dalam jumlah individu. Indeks kemerataan yang rendah menggambarkan suatu habitat memiliki dominansi yang tinggi dan ketidakseimbangan ekosistem (Azhari *et al.*, 2022).

Area hortikultura pada kedua air terjun mempunyai nilai indeks pemerataan yang rendah hal ini dikarenakan satu Spesies mendominasi pada habitat tersebut. Hortikultura pada air terjun Tretes merupakan wilayah perkebunan sehingga Spesies yang mendominasi adalah jenis terestrial, dan pada air terjun Dlundung yang merupakan lahan pertanian dihuni oleh Spesies akuatik yang memanfaatkan habitat tersebut untuk bereproduksi. habitat tersebut mampu menyediakan sumber daya serta mikro iklim yang sesuai dengan karakteristik Anura. Berdasarkan hasil ini pemerataan pada kedua lokasi memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan pengamatan oleh Triesita *et al.*, (2016) di air terjun Ironggolo, Yogyakarta, dengan indeks pemerataan di angka 0,86 yang menunjukkan pemerataan stabil.

Area hutan di area air terjun Tretes memiliki pemerataan lebih tinggi dibanding pada air terjun Dlundung. Alasan utama nilai pada area hutan air terjun Tretes adalah jumlah antar Spesies tidak saling menekan, jumlah setiap Spesies yang ditemukan tidak berbeda secara signifikan. Perbedaan pada air terjun Dlundung adalah jumlah Spesies yang ditemukan sedikit dengan jumlah salah satu Spesies lebih tinggi. Berdasarkan nilai keanekaragaman area hutan pada air terjun Dlundung tergolong pemerataan sedang atau labil. Hasil pada air terjun sejalan dengan pengamatan yang dilakukan Sari, (2016) di gunung Ambawang, Kubu Raya dengan pemerataan rata-rata 0,6, dengan pemerataan yang sedang.

Hasil dari analisis indeks pemerataan pada seluruh lokasi Di air terjun Tretes terbilang tinggi, karena pada berbagai tipe habitat nilai pemerataan  $E > 0,5$ , hanya saja untuk area Hortikultura masih tergolong rendah karena nilai berada di bawah batas. Habitat yang memiliki nilai pemerataan tinggi adalah area *camp*, pada lokasi ini terdapat 6 Spesies dari 4 Famili dengan 49 individu yang ditemukan. Hal

tersebut mengindikasikan bahwa pada area *camp* Anura yang ditemukan berdistribusi normal atau stabil, karena satu atau lebih Spesies Anura tidak mendominasi secara signifikan. Kemerataan Spesies yang tinggi dikarenakan habitat tersebut memiliki karakteristik yang sesuai untuk keberlangsungan Anura, kondisi ini didukung dengan perjumpaan organisme yang menjadi sumber pakan bagi Anura seperti Odonata, Lepidoptera, Coleoptera, Isopoda, Hemiptera, Orthoptera dan sejenisnya, sesuai dengan penjelasan Qurniawan, T.F. dan Suryaningtyas, (2013; Santos *et al.*, (2004). Vegetasi yang tidak terlalu rimbun sehingga memudahkan Spesies-Spesies terrestrial dan akuatik dapat beraktivitas. Pada sekitar aliran air juga berpotensi menjadi faktor pendukung bagi berbagai Spesies Anura.

Berdasarkan hasil analisis air terjun Dlundung memiliki nilai indeks kemerataan yang tergolong rendah, karena nilai indeks berkisar  $E \leq 0,5$ . Nilai tertinggi pada area *camp* masih tergolong tinggi karena jumlah Spesies yang ditemukan tidak terlalu mendominasi. Jumlah individu yang ditemukan adalah 49 dari 4 Spesies. Nilai indeks kemerataan terendah terletak pada lokasi hortikultura dengan nilai  $E=0,44$ . Kemerataan pada habitat tersebut tergolong rentan dengan Spesies yang mendominasi adalah kongkang kolam (*Chalcorana chalconota*) dengan 151 individu yang ditemukan. Nilai indeks kemerataan dapat menjadi gambaran suatu habitat dalam menilai kondisi lingkungan atau keseimbangan ekosistem di lokasi tersebut (Kartono *et al.*, 2017). Indeks kemerataan dipengaruhi jumlah individu suatu Spesies yang terdapat pada suatu habitat. nilai indeks kemerataan yang tinggi dapat menjadi tolak ukur kualitas ekosistem yang bagus,

sebaliknya, jika suatu ekosistem mengalami perubahan atau ketidakseimbangan indeks pemerataan bersifat labil (Hasibuan *et al.*, 2022).

#### 4.1.5 Frekuensi Relatif di Air Terjun Tretes dan Air Terjun Dlundung

Hasil pengamatan yang didasarkan pada jumlah Spesies yang ditemukan dalam suatu plot dibagi dengan keseluruhan plot merupakan suatu ukuran dalam menentukan kategori frekuensi kehadiran Spesies pada suatu lokasi. Spesies Anura yang memiliki nilai Spesies frekuensi relatif tertinggi pada air terjun Tretes adalah *Leptobrachium hasseltii*. Katak serasah dapat dijumpai di berbagai tipe habitat pada kawasan air terjun, nilai frekuensi relatif kehadiran Anura jenis ini adalah 100% dengan 94 individu, dan termasuk Spesies yang mendominasi di air terjun Tretes. Katak serasah terdapat juga di wilayah yang hampir sama seperti dilaporkan oleh Hidayah *et al.*, (2018) di Coban Putri Batu, Jawa timur., oleh Rohman *et al.*, (2022) di kawasan sungai Brantas dan di pemandian air panas Cangar, Jawa timur oleh Mahendra dan Zabrina, (2020).

Spesies dengan nilai frekuensi tertinggi setelah katak serasah adalah kongkang jeram (*Huia masonni*). Kongkang serasah memiliki nilai 80% dengan individu yang ditemukan berjumlah 35. Spesies lain seperti *Chalcorana chalconota*, *Odorrana hosii* memiliki nilai 60%, nilai tersebut masuk dalam kategori sedang. Nilai terendah dan masuk pada kategori jarang adalah *Fejervarya limnocharis*, *Polypedates leucomystax*, *Ingerophrynus biporcatus*, dan *Phrynoidis asper*, nilai frekuensi relatif berkisar 20%, yang masing-masing ditemukan pada 2 tipe habitat.

Spesies dengan nilai tertinggi pada air terjun Dlundung, termasuk dalam kategori melimpah adalah *Chalcorana chalconota* yang dapat ditemukan pada

setiap tipe habitat dengan nilai frekuensi di angka 100%. Setelahnya terdapat Spesies *Leptobrachium hasseltii* dengan nilai 80%, dan ditemukan dalam 4 lokasi di berbagai tipe habitat. Spesies yang masuk dalam kategori jarang pada air terjun Dlundung adalah *Huia Masonii*, *Polypedates leucomystax*, dan *Odorrana hosii* dengan nilai frekuensi relatif 40%. Ketiga Spesies tersebut dijumpai pada 3 lokasi yang berbeda. Perjumpaan dengan nilai frekuensi terendah adalah *Occidozyga lima*, *Duttaphrynus melanostictus*, *Fejervarya limnocharis* dan *Phrynoidis asper*, frekuensi nilainya adalah 20%, dengan nilai ini Spesies-Spesies tersebut masuk dalam kategori sangat jarang dijumpai. Spesies tersebut merupakan Spesies yang ditemukan pada tipe habitat tertentu, atau hanya ditemukan pada 1 lokasi pengamatan.

Tabel 4. 5 Tabel Frekuensi relatif

Spesies	Status konservasi (IUCN)	Air terjun Tretes		Air terjun Dlundung	
		Frekuensi relatif (%)	Kategori	Frekuensi relatif (%)	Kategori
<i>Chalcorana chalconota</i>	LC	60	Sedang	100	Melimpah
<i>Occidozyga lima</i>	LC	–	–	20	Sangat jarang
<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	LC	–	–	20	Sangat jarang
<i>Fejervarya limnocharis</i>	LC	40	Jarang	20	Sangat jarang
<i>Huia Masonii</i>	LC	80	Melimpah	40	Jarang
<i>Phrynoidis asper</i>	LC	40	Jarang	20	Sangat jarang
<i>Odorrana hosii</i>	LC	60	Sedang	40	Jarang
<i>Leptobrachium hasseltii</i>	LC	100	Melimpah	80	Melimpah
<i>Polypedates leucomystax</i>	LC	40	Jarang	40	Jarang
<i>Ingerophrynus biporcatus</i>	LC	40	Jarang	–	–

Spesies dengan frekuensi relatif tertinggi pada air terjun Tretes adalah *Leptobrachium hasseltii*, kelimpahan katak ini dilaporkan oleh Hanifa *et al*, (2016) di kawasan wisata karesidenan Kediri dengan jumlah 153 yang merupakan Spesies dengan perjumpaan tertinggi di lokasi tersebut. sedangkan Spesies dengan angka frekuensi rendah adalah *Fejervarya limnocharis*, *Polypedates leucomystax*, *Ingerophrynus biporcatus*, dan *Phrynooidis asper*.

*Leptobrachium hasseltii* merupakan Spesies Anura terrestrial, yang hidup di antara serasah hutan kelimpahan Spesies ini dapat mengindikasikan lingkungan pada air terjun Tretes terpelihara dengan baik (Izza & Kurniawan, 2014). Katak serasah juga ditemukan dengan individu paling banyak yang berarti lingkungan pada air terjun mampu menunjang kehidupan Anura untuk mengembangkan populasi. Kehadiran *Leptobrachium hasseltii* pada air terjun dipengaruhi oleh faktor biotik seperti sumber pakan, predator, kompetitor, parasit vegetasi dan faktor Abiotik atau mikro iklim seperti intensitas cahaya, suhu, kelembaban, ph air, dan arus air (Kusrini, 2013). Qurniawan, T.F. dan Suryaningtyas, (2013) menambahkan bahwa keberadaan *Leptobrachium hasseltii* dalam jumlah yang tinggi, karena termasuk katak oportunistis, yang tidak terlalu selektif pada makanan. Habitat Tretes yang didominasi wilayah hutan dengan serasah juga mendukung katak ini dalam pemenuhan sumber pakan, dengan menyisir serangga pada serasah hutan.

Katak yang dijumpai dengan angka frekuensi rendah di antaranya adalah *Polypedates leucomystax*, merupakan Spesies arboreal yang mendiami wilayah dengan banyak pepohonan, meskipun sesekali turun untuk amplexus (Jusmaldi *et al.*, 2019), *Fejervarya limnocharis*, *Ingerophrynus biporcatus*, dan *Phrynooidis asper*, merupakan katak semi akuatik dan terrestrial yang memiliki mobilitas tinggi.

Pada air terjun Dlundung, Spesies dengan nilai frekuensi tertinggi adalah *Chalcorana chalconota*, pada saat pengamatan jumlah individu kongkang kolam yang ditemukan sangat melimpah di berbagai habitat di air terjun Dlundung. Kongkang kolam merupakan Spesies yang adaptif, reproduksi tanpa mengenal musim (Inger *et al.*, 2009), dan dapat mentoleransi perubahan lingkungan. Spesies ini dapat dijumpai di antara hunian manusia.

Katak dengan nilai frekuensi rendah adalah *Occidozyga lima*, *Duttaphrynus melanostictus*, *Fejervarya limnocharis* dan *Phrynooidis asper*. tingkat perjumpaan di bagian kecil lokasi membuat nilai frekuensi rendah. Terdapat satu Spesies spesifik yaitu *Occidozyga lima* yang merupakan katak akuatik, dan biasa dijumpai pada habitat dengan perairan berlumpur (Yudha, *et al.*, 2015), oleh karena itu Spesies ini hanya dijumpai pada wilayah hortikultura yang merupakan wilayah pertanian. *Duttaphrynus melanostictus*, *Fejervarya limnocharis* dan *Phrynooidis asper* adalah Spesies terestrial yang bergantung pada wilayah perairan, karena daya jelajahnya yang tinggi (Iskandar, 2000) . Spesies-Spesies ini dapat ditemukan pada lingkungan yang jauh dari perairan. Sehingga proses reproduksi bergantung pada kehadiran genangan dari air hujan.

Frekuensi pada Spesies yang dijumpai pada area terbatas dapat juga dipengaruhi oleh *effort* atau besar usaha, besar usaha dapat dinilai dari jumlah pengamatan, jumlah personil, kondisi medan, dan perlengkapan yang memadai sesuai dengan penelitian Kusriani *et al.*, (2021). Yang menyebutkan perbedaan hasil pengamatan dipengaruhi oleh besar usaha, besar usaha dinilai dari luasan area dan waktu pengamatan.

## 4.2 Hubungan Faktor Biotik dan Abiotik di Air Terjun Tretes dan Air

### Terjun Dlundung

Anura merupakan hewan yang sangat bergantung dengan lingkungan. hubungan antara Anura dengan lingkungan tidak dapat dipisahkan, lingkungan yang terpelihara memungkinkan Anura dapat hidup dan mengembangkan populasi (Yani & Said, 2015). Lingkungan yang mengalami perubahan berdampak pada ekosistem hingga akhirnya Anura sebagai bagian dari ekosistem juga terpengaruh. Pengaruh lingkungan dirasakan langsung oleh Anura di antara adalah alih fungsi lahan (Rejeki & Santosa, 2019), perubahan iklim (Spence & Tingley, 2020), deforestasi (Luskin & Potts, 2011) dan urbanisasi (Hamer & Mcdonnell, 2010).

Anura yang hidup pada suatu habitat bergantung pada mikro iklim serta berperan langsung mendiferensiasi komposisi Anura. Mikro iklim adalah faktor abiotik berupa suhu (Izza & Kurniawan, 2014), kualitas air (Handayani *et al.*, 2020), kualitas udara (Weiskopf *et al.*, 2020), kelembaban udara (Syazali *et al.*, 2019), dan intensitas cahaya. Selain faktor abiotik, unsur biotik juga menjadi komponen penting dalam kelangsungan hidup anura. Unsur abiotik dapat berupa vegetasi atau tutupan kanopi (Banville & Bateman, 2012), sumber pakan (Döring *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2004), predator (Raven & Wagner, 2021), kompetitor (M. D. Kusrini, 2013), dan penyakit (Döring *et al.*, 2017)

Air terjun Tretes dan Dlundung mempunyai berbagai tipe habitat, dalam penelitian ini untuk memudahkan dalam pengolahan data, tipe habitat kedua lokasi digolongkan menjadi 5 tipe habitat yang sama, di antaranya adalah area *camp*, area sungai, are hortikultura, area hutan dan area air terjun. Penggolongan habitat tersebut dikarenakan kesamaan karakteristik habitat di kedua lokasi. hasil

pengamatan menunjukkan adanya perbedaan komposisi baik strata famili, Spesies hingga individu, meskipun terdapat karakteristik yang sama pada kondisi mikro iklim Anura di kedua lokasi.

#### 4.2.1 Komposisi Anura di Kawasan Air Terjun Tretes dan Dlundung

Setiap lokasi pada air terjun Dlundung dan Tretes memiliki komposisi Anura yang berbeda, dikarenakan terdapat perbedaan karakteristik habitat. perbedaan komposisi dan struktur komunitas Anura pada setiap lokasi menggambarkan bahwa setiap Spesies Anura memiliki respon dan interaksi yang beragam. Pada air terjun Tretes dan Dlundung ditemukan 5 famili Anura dengan Komposisi famili pada kedua lokasi adalah sebagai berikut :

Pada air terjun Tretes Famili Ranidae dijumpai dengan persentase 32%, Bufonidae dengan 7,3%, Famili Megophryidae 52,8%, famili Rhacophoridae 5,6% dan Family Dicroglossidae 2,2%. Famili yang dijumpai paling banyak adalah Megoprydae yang terdiri dari satu Spesies yakni *Leptobrachium hasseltii*. Famili terendah adalah family Dicroglossidae dengan Spesies *Fejervarya limnocharis*. Famili Megophryidae memiliki persentase terbanyak dikarenakan pada berbagai tipe habitat di air terjun Tretes ditemukan Spesies *Leptobrachium hasseltii* dalam jumlah yang melimpah. perjumpaan yang tinggi disebabkan oleh faktor mikro iklim yang sesuai, dan masih terpelihara sehingga populasi dapat berkembang (Samedi, 2021). Selain itu *Leptobrachium hasseltii* adalah Anura dengan mobilitas yang terbatas, sehingga mudah dijumpai dan tidak memerlukan usaha yang besar (Kusrini *et al.*, 2021).

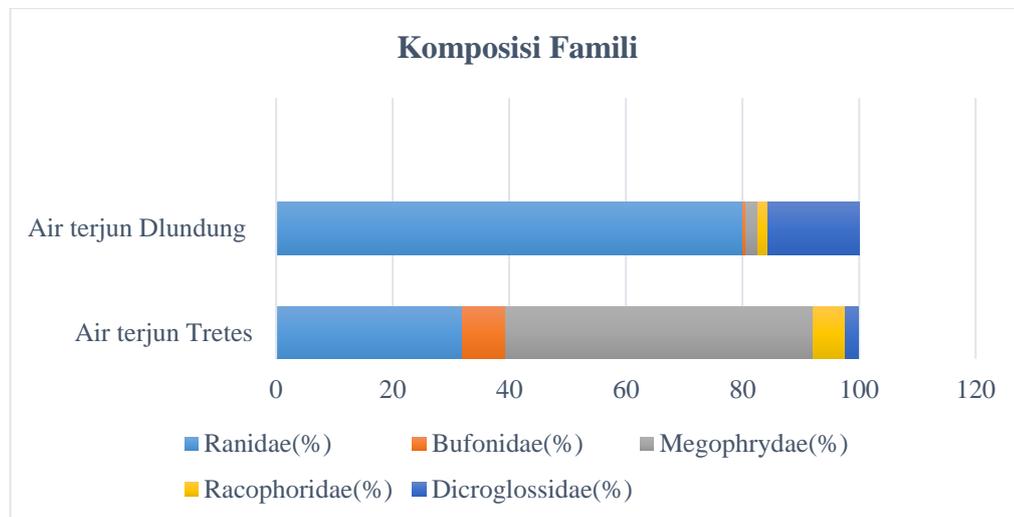
Dicroglossidae merupakan famili dengan persentase terendah, Spesies *Fejervarya limnocharis* ditemukan dalam jumlah yang sedikit, bisa jadi disebabkan

karena faktor lingkungan, atau faktor internal. Faktor lingkungan yang bisa mempengaruhi di antaranya adalah mikro iklim, sumber pakan, dan perubahan lingkungan (Fathoni dan Luchman, 2022). selain itu faktor internal yang membuat katak ini dijumpai dalam jumlah sedikit adalah mobilitas yang tinggi yang memungkinkan daya jelajah lebih jauh, terlebih kawasan air terjun Tretes memiliki area yang luas, sehingga membutuhkan usaha yang lebih besar untuk menemukan Spesies dengan mobilitas yang tinggi (Rohman *et al.*, 2022).

Pada air terjun Dlundung terdapat 5 famili dengan presentasi Famili tertinggi dimiliki Famili Ranidae dengan persentase 80% dan persentase terendah adalah Bufonidae dengan 0,3 %. Ranidae memiliki persentase tinggi yang terdiri dari 3 Spesies yaitu *Chalcorana chalconota*, *Huia masoni* dan *Odorrana hosii*. Dari ketiga Spesies tersebut, merupakan Spesies yang ditemukan terbanyak. Hal ini dikarenakan pada berbagai tipe habitat memiliki karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan *Chalcorana chalconota*, katak ini memiliki kemampuan yang adaptif dan dikenal dengan reproduksi tanpa mengenal musim selagi kondisi habitat memungkinkan *Chalcorana chalconota* akan berkembang dengan pesat (Inger *et al.*, 2009).

Bufonidae merupakan famili dengan persentase paling rendah, hanya dijumpai 2 individu dari 2 Spesies. Persentase yang rendah kemungkinan karena adanya faktor eksternal yang menekan populasi bufonidae, seperti kondisi habitat yang kurang menguntungkan, atau tekanan dari Spesies yang mendominasi dalam kasus ini adalah *Chalcorana chalconota*. Bufonidae biasanya memiliki kemampuan adaptif yang tinggi terutama *Duttaphrynus melanostictus*, diketahui Spesies ini

mampu hidup pada wilayah yang tercemar hingga pada hunian manusia (Inger *et al.*, 2009). Hal ini berbanding terbalik dengan perjumpaan yang minim.



Gambar 4. 16 Grafik Komposisi Famili

Pengamatan dari kawasan air terjun Tretes dan Dlundung dilakukan pada lima zona di masing-masing lokasi, hasil pengamatan tercatat terdapat 9 Spesies dengan 553 individu di air terjun Dlundung dan 8 Spesies dengan 178 Spesies di air terjun Tretes. Hasil pengamatan menunjukkan komposisi Spesies Anura yang ada di kawasan air terjun Tretes dan Dlundung. Spesies yang dijumpai di kedua lokasi di antaranya adalah *Chalcorana chalconota*, *Fejervarya limnocharis*, *Odorrana hosii*, *Phrynoidis asper*, *Leptobrachium hasseltii*, *Polypedates leucomystax*. Sedangkan Spesies Anura yang hanya dapat ditemukan di air terjun Tretes adalah kodok puru hutan (*Ingerophrynus boforcatus*). Kodok puru hutan ditemukan pada zona satu dan dua yang merupakan daerah area *camping ground* dan perkebunan di kawasan air terjun Tretes.

Spesies yang tidak dapat ditemukan di air terjun Tretes dan hanya ditemukan di air terjun Dlundung adalah *Duttaphrynus melanostictus*, dan *Occidozyga lima*. Bencet jawa (*Occidozyga lima*) ditemukan pada area persawahan

yang terdapat pada zona lima air terjun Dlundung. Area persawahan memungkinkan Spesies ini bertahan dengan kondisi mikro iklim yang ideal bagi Spesies akuatik. Pernyataan tersebut didukung dengan laporan Wanda *et al.*, (2012) dengan perjumpaan *Occidozyga lima*, dia area persawahan di Jambi. *Duttaphrynus melanostictus* dijumpai pada area *camping* di di dekat rumah makan, katak ini sering dijumpai pada wilayah penduduk dan menjadi indikator lingkungan tercemar (Wanto, 2019). Sokma dkk. (2019) menyebutkan temuan *Duttaphrynus melanostictus* di air terjun Tretes, namun di tahun 2022-2023 selama pengamatan belum dijumpai katak ini di air terjun Tretes. Keberadaan *Duttaphrynus melanostictus* yang tidak ditemukan pada kawasan diasumsikan adanya perubahan mikrohabitat ke arah yang lebih baik.

Pada kedua lokasi penelitian yang memiliki kesamaan habitat berpotensi sebagai habitat alami bagi berbagai Spesies Anura. Hal ini karena sebagian besar masa hidup Anura bergantung pada wilayah perairan dan habitat dengan kelembaban yang tinggi. Beberapa Anura dapat hidup di lingkungan kurang menguntungkan dengan kemampuan adaptasi yang tinggi (Fauzan. Djong Hon Tjong. Syaifullah, 2021). Salah satu contoh Spesies yang mampu beradaptasi dengan wilayah yang kurang menguntungkan adalah *Duttaphrynus melanostictus* dan beberapa Spesies lain dari famili Bufonidae dan Ranidae (Saputra *et al.*, 2016). Kemampuan adaptasi juga menjadi salah satu yang berpengaruh dalam menentukan Spesies yang dijadikan sebagai indikator lingkungan. Spesies Anura dengan toleransi yang rendah tidak dapat hidup di habitat atau lingkungan yang kurang menguntungkan (Jusmaldi *et al.*, 2019).

Hasil pengamatan menjelaskan adanya perbedaan komposisi Anura di setiap zona dan lokasi yang dijadikan lokasi penelitian. perbedaan Spesies yang ditemukan dipengaruhi tipe habitat di setiap lokasi. Lokasi penelitian memiliki tipe habitat yang hampir sama, hanya saja terdapat perbedaan mikro iklim dan riparian di zona yang dipilih. Hal ini juga menjadi salah satu penyebab persebaran Anura yang beragam di setiap zona, contohnya adalah Zona 5 yang terdiri dari area persawahan di air terjun Dlundung ditemukan Spesies bencet jawa (*Occidozyga lima*) Spesies ini hanya dijumpai di zona tersebut dan tidak ditemukan di wilayah air terjun Tretes yang tidak terdapat area persawahan. Perbedaan habitat juga dapat dipengaruhi oleh sumber pakan yang berbeda pada setiap Spesies, hal ini berbanding lurus dengan kemampuan dan kemampuan fisiologis dari Anura.

Anura memiliki karakteristik yang unik dan menjadi pembeda pada tiap Spesies. Beberapa jenis hanya dapat ditemukan pada habitat yang spesifik sedangkan yang lain dapat dijumpai tidak hanya pada habitat yang spesifik. Banyak Spesies Anura yang mendiami mikro iklim yang spesifik yang ditentukan oleh kondisi geografis, vegetasi, kualitas perairan, temperatur, dan sebagainya. Tipe habitat dengan kondisi lingkungan yang ideal berpotensi besar dapat ditemukan Spesies Anura dalam jumlah besar.

#### **4.2.2 Faktor Abiotik dan Mikro Iklim pada Air terjun Tretes dan Dlundung**

Faktor abiotik pada setiap lokasi pengamatan memiliki beberapa perbedaan karena setiap lokasi memiliki karakterisasi habitat yang berbeda. Perbedaan faktor abiotik dan mikro iklim berpotensi mempengaruhi komposisi struktur komunitas Anura pada suatu habitat. Parameter yang diukur di antaranya adalah suhu udara,

suhu air, kelembaban, intensitas cahaya, Ph air dan substrat. Hasil pengukuran rata-rata dari parameter abiotik disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4. 6 Hasil rata-rata pengukuran faktor abiotik

Lokasi	Habitat	suhu udara (°C)	suhu air (°C)	Humidity (%)	Light (lux)	Ph air	Substrat
	<i>Camp</i>	23	21,3	89,6	0,6	7	Rumput
	Sungai	22,3	21	89,3	0,6	7	Batuan
	Hortikultura	21,6	20,3	86,6	0,4	7	Lumpur
	Hutan	22,3	20,8	90	0,3	7	Serasah
	Air terjun	22,3	21,6	89,6	0,4	7	Batuan
<b>Air terjun Tretes</b>	<i>Camp</i>	26	23,3	90	0,8	7	Rumput
	Sungai	24,3	23,3	92	0,6	7	Batuan
	Hortikultura	24,3	22,3	93	0,5	7	Serasah
	Hutan	23,6	22,6	91,6	0,6	7	Serasah
	Air terjun	23,6	23	91	0,6	7	Batuan

Hasil pengukuran mikro iklim yang dilakukan pada malam hari pada lokasi menunjukkan bahwa pada setiap tipe habitat memiliki parameter yang tidak berbeda secara signifikan.. Suhu udara rata-rata tertinggi pada air terjun Tretes terdapat pada area *camp* dengan 26°C dan suhu terendah adalah 23,6°C, pada air terjun Dlundung suhu udara tertinggi adalah 23°C dan suhu terendah adalah 21,6°C. suhu rata-rata di air terjun Tretes lebih tinggi dibandingkan di air terjun Dlundung, hal ini dikarenakan sebagian besar tipe habitat di air terjun Tretes memiliki vegetasi atau kanopi yang beragam dan lebat dibanding pada Dlundung. Menurut Luskin & Potts, (2011) berkurangnya struktur vegetasi dan tutupan kanopi dapat memperbesar fluktuasi temperatur antara siang dan malam hari serta berkurangnya kelembaban udara.

Katak dipengaruhi oleh suhu udara, suhu udara tersebut masih dapat di tolerir oleh anura, Kanna (2005) menyebut membutuhkan suhu 20°C-35 °C untuk berkembang dan menjalani kehidupan. Sedang menurut Goin *et al* (1978) katak dapat hidup pada suhu 3-41 °C, dengan suhu yang biasa di tolerir kebanyakan katak adalah 25-30 °C. berdasarkan pernyataan di atas suhu di air terjun Tretes dan Dlundung merupakan suhu yang masih mendukung perkembangan dan perkembang biakan anura (Mardinata, & Gunardi, 2018).Suhu mempunyai hubungan dengan kelimpahan meskipun menurut Ardiansyah *et al.*, (2014) tidak terlalu signifikan. Namun katak cenderung memilih habitat dengan kisaran suhu tertentu untuk hidup. Selain itu suhu berhubungan dengan mekanisme komunikasi anura yang akan mendukung keberlangsungan regenerasi (Duellman, W. E., & Trueb, L. 994).

Suhu air rata-rata tertinggi pada air terjun Tretes terdapat pada area *camp* dan sungai dengan rata-rata 23,3 °C dan terendah terdapat pada area Hortikultura sebesar 22,3 °C. pada air terjun Dlundung suhu air tertinggi terdapat pada area air terjun dengan 21,6 °C dan terendah pada area hortikultura dengan suhu rata-rata 20,3 °C. secara spesial kondisi fisik pada tipe habitat bervariasi, termasuk suhu air, menurut Coutant (1999), Suhu, konduktivitas, salinitas dan pH dapat mempengaruhi kondisi proses fisik dan biologi. Suhu mempengaruhi proses biologi seperti metabolisme, pertumbuhan, perilaku, kompetisi, ketahanan penyakit, dan mortalitas.

Kelembaban udara tertinggi pada air terjun Tretes terdapat pada area Hortikultura dengan rata-rata 93%, area dengan kelembaban rata-rata terendah adalah area *camp* dengan 90%. Pada air terjun Dlundung kelembaban rata-rata

tertinggi terdapat pada area Hutan, dengan nilai 90%, dan terendah pada sungai dengan rata-rata 89,3%, dari hasil tersebut, kelembaban di kedua lokasi pengamatan termasuk tinggi. sebagaimana yang disampaikan Izza & Kurniawan, (2014) anura adalah hewan yang mendiami wilayah dengan kelembaban tinggi, walaupun beberapa Spesies mampu bertahan di kelembaban yang rendah. Tingginya kelembaban dikarenakan waktu penelitian dilakukan di musim penghujan, selain itu karena kedua lokasi merupakan lereng gunung dengan ketinggian yang cukup tinggi, sehingga suhu udara yang rendah mempengaruhi kelembaban udara di air kedua air terjun. Vegetasi juga menjadi parameter kelembaban udara, karena tutupan kanopi mampu menahan uap air yang terevaporasi. (Luskins & Potts2011), terlebih air terjun Dlundung dan air terjun Tretes, memiliki hutan, serta habitat dengan kanopi tertutup yang mendukung kehidupan anura.

Intensitas cahaya pada air terjun Tretes tertinggi terdapat pada area *camp* dengan rata-rata 0,8 lux. Nilai terendah terdapat pada area hortikultura dengan nilai rata-rata 0,5 lux. Pada air terjun Dlundung nilai intensitas rata-rata tertinggi terdapat pada *camp* dan sungai dengan rata-rata 0,6 lux dan nilai terendah terdapat pada area hutan dengan rata-rata 0,3 lux. Intensitas cahaya dapat berpengaruh terhadap kehidupan anura yang merupakan herpetofauna (Arroyan *et al.*, 2020), intensitas cahaya yang tinggi akan meningkatkan suhu udara lingkungan, sehingga berdampak pada aktivitas anura (Kurniawati, 2012). Intensitas cahaya pada air terjun Dlundung dan Tretes terbilang sangat rendah karena pengamatan dilakukan pada malam hari, mengingat aktivitas anura dilakukan di malam hari (nokturnal).

pH pada Setiap lokasi berkisar 7,0 baku mutu ideal, tingkat keasaman menurut Beschta *et al* (1987) dapat mempengaruhi pertumbuhan dan

perkembangan anura. Kondisi pH yang tergolong netral dapat mendukung keberlangsungan hidup anura, karena pH yang terlalu tinggi atau rendah dapat berpengaruh pada perkembangan anura baik berupa berudu maupun dewasa (Fathoni &, Luchman, 2022),

Berdasarkan hasil pengamatan, faktor abiotik seperti suhu udara, suhu air, kelembaban, intensitas cahaya, dan pH di air terjun Tretes dan Dlundung, tidak berpengaruh signifikan terhadap struktur komunitas yang terdiri dari keanekaragaman, dominansi dan pemerataan, karena faktor-faktor tersebut memiliki nilai yang tidak jauh berbeda, dan hal ini tidak mempengaruhi jumlah individu dan Spesies yang ditemukan. Namun, besar kemungkinan mempunyai korelasi terhadap respon individu terhadap faktor abiotik atau mikro iklim. Hasil ini memang sedikit berbeda dari penelitian terhadap *Leptophryne borbonica* oleh Ardiansyah *et al.*, (2014) yang menyebut adanya pengaruh suhu, konduktivitas, kelembaban dan kecepatan terhadap persebaran katak jam pasir ini.

#### **4.2.3 Struktur Komunitas dan Kelompok Spesies Indikator Lingkungan di Air Terjun Tretes dan Dlundung**

Hasil pengamatan yang terakumulasi dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman, dominansi dan pemerataan. Anura yang dijumpai pada pengamatan pertama hingga ketiga dijumlahkan dan dinotasikan pada rumus. Nilai indeks keanekaragaman di antaranya adalah :

Tabel 4. 7 Struktur komunitas Anura di air terjun Tretes dan Dlundung

No.	Spesies	H'	D	E	R
1.	Air terjun Tretes	1,45	0,33	0,7	1,3
2.	Air terjun Dlundung	0,89	0,59	0,4	1,2

Keterangan : H'= indeks keanekaragaman, D=Indeks dominansi, E=Indeks pemerataan dan R=kekayaan jenis.

Data tersebut menyebutkan nilai indeks keanekaragaman, dominansi dan pemerataan. Nilai indeks keanekaragaman pada air terjun Tretes berkisar 1,45. Nilai ini menunjukkan keanekaragaman mendekati golongan sedang. Dominansi Spesies cukup rendah dengan angka 0,33 dan pemerataan tergolong stabil di angka 0,7 kekayaan relatif berkisar 1,3. Terdapat 4 famili dari 8 Spesies yang telah ditemukan. Beberapa Spesies yang sebelumnya dijumpai oleh Sokma *et al* (2019) di lokasi yang sama tidak ditemukan, Spesies tersebut di antaranya adalah *Rhacophorus reinwardtii*, *Mycrohyla achatina*, dan *Duttaphrynus melanostictus*. Ketidakhadiran katak pohon jawa, dapat terjadi akibat faktor internal dan eksternal, faktor internal merupakan keterbatasan peneliti dalam mengakses habitat dari katak tersebut, dengan cakupan wilayah yang luas dan perilaku yang biasa mendiami pohon tinggi serta sulit diakses. Selain itu faktor penyebab eksternal adalah berkurangnya jumlah individu maupun populasi katak pohon hijau akibat pengaruh lingkungan termasuk aktivitas manusia.

*Mycrohyla aachina* yang sebelumnya ditemukan, tidak terdapat perjumpaan selama pengamatan. Katak dengan nama daerah percil jawa, berukuran sangat kecil sehingga sering luput oleh pandangan (Kusrini, 2013). Percil jawa sering mendiami habitat dengan kondisi air yang masih bersih, sehingga dapat dimungkinkan adanya perubahan badan air dari segi kualitas di air terjun Tretes,

namun sebaliknya tidak terdapat kongkang kolong (*Duttaphrynus melanostictus*). Kongkang kolong adalah katak yang sangat adaptif dan disebut Spesies generalis, karena kemampuan toleransi yang tinggi terhadap pencemaran dan perubahan lingkungan. katak ini menjadi indikator lingkungan tercemar karena dapat ditemukan di wilayah dengan fluktuasi lingkungan yang tinggi seperti pemukiman, perkotaan dan sungai tercemar.

Dominansi di air terjun Tretes masih tergolong rendah. Kondisi ini mengindikasikan jumlah salah satu Spesies tidak mempengaruhi jumlah Spesies lain. *Leptobrachium hasseltii* merupakan katak dengan jumlah individu terbanyak selama pengamatan. Spesies lain hanya ditemukan tidak lebih dari sepuluh dan tergolong jarang. Kemerataan Spesies di setiap lokasi mengindikasikan lingkungan yang stabil.

Dominansi yang tinggi pada air terjun Dlundung akibat dari perjumpaan dengan *Chalcorana chalconota* dalam jumlah besar, menurut Fathoni *et al.*, (2022) kongkang kolam adalah Spesies kosmopolitan yang dapat beradaptasi dengan pemukiman penduduk, bersama dengan *Duttaphrynus melanostictus* dan *P. leucomystax*, sehingga ketiga Spesies tersebut tidak dapat dijadikan bioindikator, atau bisa menjadi indikator lingkungan tercemar.

Setiap Spesies memiliki karakteristik tersendiri dalam merespon kondisi habitat (Braga *et al.*, 2022). hal ini yang kemudian dijadikan dasar penggolongan bioindikator lingkungan. bioindikator digolongkan menjadi tiga kelompok, kelompok pertama terdiri dari Spesies yang menjadi indikator lingkungan baik, kelompok kedua adalah Spesies yang termasuk dalam indikator lingkungan

menengah, dan kelompok ketiga adalah Spesies yang termasuk dalam indikator lingkungan yang mengalami kerusakan.

Pada air terjun Tretes terdapat Spesies yang menjadi indikator kualitas lingkungan baik, di antaranya *Leptobrachium hasselti*, *Odorrana hosii*, *Huia masonii*, kelompok kedua, terdapat *Ingerophrynus biporcatus*, *Fejervarya limnocharis*, dan *Polypedates leucomystax*, yang menjadi indikator lingkungan menengah. Kelompok ketiga terdapat *Chalcorana chalconota* dan *Phrynoidis asper* yang merupakan indikator lingkungan yang buruk.

Pada air terjun Dlundung kelompok pertama terdiri dari Spesies *Leptobrachium hasselti*, *Odorrana hosii*, dan *Huia masonii*. Kelompok kedua terdiri atas *Occidozyga lima*, *Fejervarya limnocharis*, *Polypedates leucomystax* dan kelompok ketiga terdiri dari *Chalcorana chalconota*, *Duttaphrynus melanostictus*, dan *Phrynoidis asper*

*Leptobrachium hasselti* merupakan Spesies indikator lingkungan baik (Izza & Kurniawan, 2014). Karena karakteristiknya yang mudah stress dalam mentolerir perubahan lingkungan. *Odorrana hosii* merupakan katak yang dijumpai di hutan primer dan sekunder, dan hanya bisa dijumpai pada kawasan hutan dengan sungai bersih dan vegetasi yang rimbun (Jusmaldi *et al.*, 2019). *Huia masonni* merupakan Spesies katak spesifik yang hidup di wilayah hutan sekunder, dan hutan primer, katak ini hanya dapat ditemui di sungai dengan aliran air deras dan bersih (Haekal *et al.*, 2020). Ketiganya merupakan Spesies spesifik yang hidup dengan bergantung pada kondisi habitat, oleh karena itu katak-katak ini digolongkan sebagai indikator lingkungan baik.

*Occidozyga lima*, *Fejervarya limnocharis*, *Polypedates leucomystax*, dan *Ingerophrynus biporcatus* merupakan Spesies generatif yang bisa dijumpai pada lingkungan sehat dan lingkungan yang mulai rusak (Wanto, 2019). *Occidozyga lima*, dan *Fejervarya limnocharis* adalah katak yang bisa dijumpai pada habitat persawahan dan area persawahan (Kurniati *et al.*, 2020), yang sering terkontaminasi limbah seperti pestisida dan pupuk sintetis (Goncalves *et al.*, 2017), namun Spesies ini dapat dijumpai pada wilayah dengan kondisi bersih, seperti pada hutan dan gunung.

Berdasarkan laporan Yanuerfa *et al.*, (2012) kedua Spesies tersebut dapat ditemukan di Taman Nasional Alas Purwo. *Polypedates leucomystax* dan *Ingerophrynus biporcatus* adalah Spesies generatif yang mampu menyesuaikan diri dengan habitat (Yudha *et al.*, 2015), dikenal cukup adaptif katak-katak tersebut dijumpai di lingkungan yang mengalami kerusakan seperti *Polypedates leucomystax* yang ditemukan pada wilayah manusia untuk mencari serangga di bawah lampu (Adhiaramanti & Sukiya, 2016). Namun kelimpahannya tidak setinggi di lingkungan yang masih terjaga. Oleh karena itu katak-katak ini digolongkan pada kelompok kedua.

*Chalcorana chalconota*, *Duttaphrynus melanostictus*, dan *Phrynooidis asper* digolongkan pada kelompok ketiga karena Spesies ini sangat adaptif dan mampu beradaptasi dengan pesat pada lingkungan yang kurang menguntungkan, meskipun beberapa laporan seperti Jusmaldi *et al.*, (2019) menyebut Spesies *Chalcorana chalconota*, dan *Duttaphrynus melanostictus*, dapat dijumpai di lingkungan sehat seperti air terjun Berambai, Samarinda, Kalimantan Timur. Meskipun demikian katak ini dijumpai pada wilayah yang rusak dengan kelimpahan yang tinggi

Berdasarkan pengelompokan air terjun Tretes merupakan kawasan dengan habitat yang masih terpelihara dan lingkungan yang sehat bagi Anura. Kondisi ini dikuatkan oleh hasil pengamatan dengan perjumpaan Spesies katak kelompok pertama, dengan kelimpahan yang tinggi dengan Spesies yang paling banyak dijumpai adalah *Leptobrachium hasselti* dengan 94 individu dan termasuk kategori kelimpahan tertinggi. Perjumpaan pada katak kelompok kedua, dan kelompok pertama lebih sedikit dibandingkan kelompok pertama, kelompok ketiga yang terdiri dari *Chalcorana chalconota* ditemukan 18 individu dan *Phrynoedis asper* hanya 4 individu.

Air terjun Dlundung berada pada lingkungan yang mulai mengalami kerusakan, hal ini didukung dengan hasil pengamatan yaitu jumlah individu kelompok ketiga (*Chalcorana chalconota*, *Duttaphrynus melanostictus*, dan *Phrynoedis asper*) lebih banyak dibandingkan jumlah individu pada Spesies kelompok pertama dan kedua. Anggota kelompok ketiga *Chalcorana chalconota* memiliki jumlah individu dengan kelimpahan tinggi sejumlah 418 individu serta adanya temuan *Duttaphrynus melanostictus*, dan *Phrynoedis asper* menguatkan lingkungan air terjun Dlundung yang mulai mengalami perubahan. Karena anura tersebut termasuk dalam indikator lingkungan yang rusak (Wanto, 2019), Meskipun ditemukan juga kelompok pertama seperti *Leptobrachium hasselti*, *Odorrana hosii*, dan *Huia masonii*, namun kelompok Spesies ini ditemukan dalam kelimpahan Spesies yang lebih rendah dibanding kelompok pertama.

## BAB V

### PENUTUP

#### 4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengamatan setiap tipe habitat memiliki struktur komunitas anura yang berbeda, ditemukan 8 Spesies dengan 178 individu dari 5 Famili, yang terdiri dari Ranidae, Bufonidae, Megophryidae, Dicroglossidae dan Rhacophoridae pada air terjun Tretes, secara umum nilai Indeks keanekaragaman pada air terjun Tretes adalah  $H'=1,45$  yang masuk dalam kategori sedang, nilai indeks Dominansi  $D=0,33$  yang tergolong Dominansi rendah dan indeks pemerataan  $E=0,70$ , nilai ini menunjukkan pemerataan yang stabil.

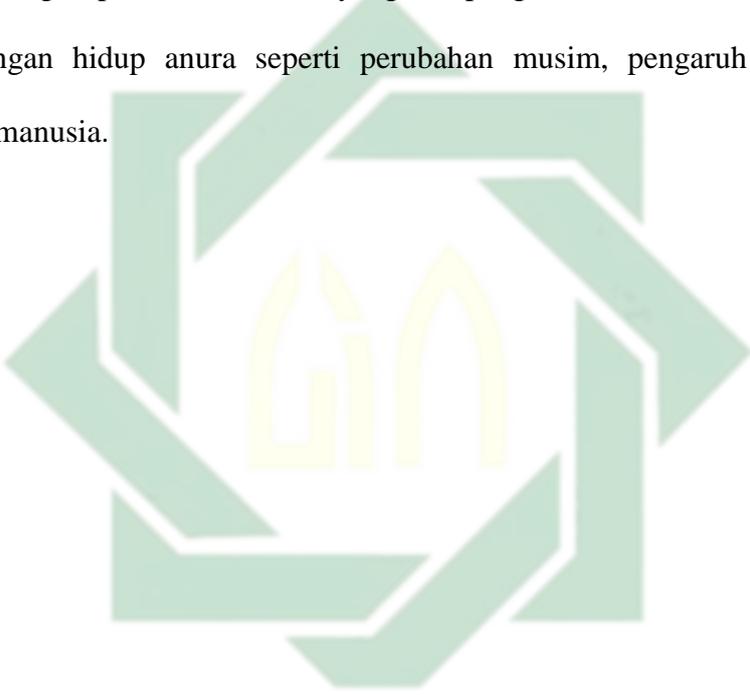
Pada air terjun Dlundung ditemukan 9 Spesies Anura dengan 553 individu dari 5 Famili yang terdiri dari, Ranidae, Bufonidae, Megophryidae, Dicroglossidae dan Rhacophoridae. Secara umum nilai Indeks keanekaragaman pada air terjun Dlundung adalah  $H'=0,89$  yang masuk dalam kategori rendah, nilai indeks Dominansi  $D=0,55$  yang tergolong Dominansi tinggi dan indeks pemerataan  $E=0,40$ , nilai ini menunjukkan pemerataan yang labil.

Berdasarkan hasil pengukuran unsur abiotik pada setiap tipe habitat di kedua lokasi, menyatakan bahwa adanya perbedaan faktor abiotik seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan Ph, tidak menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap struktur komunitas yang ada di air terjun Tretes dan Dlundung. Hal ini dikarenakan parameter abiotik masih mendukung untuk keberlangsungan hidup anura, penemuan Spesies *Leptobrachium hasseltii* di berbagai lokasi di air terjun Tretes dapat dijadikan bioindikator lingkungan yang masih terpelihara.

sedangkan adanya Dominansi dari Spesies *Chalcorana chalconota* dapat menjadi bioindikator lingkungan yang mengalami tekanan pada air terjun Dlundung.

#### 4.2 Saran

Diperlukan penelitian lanjutan terkait anura untuk mengkaji lebih komprehensif yang dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas informasi terkait anura, Mengeksplorasi variabel yang berpengaruh dan berkorelasi dengan kelangsungan hidup anura seperti perubahan musim, pengaruh iklim hingga aktivitas manusia.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo, A. A., Lampo, M., & Cipriani, R. (2016). The cane or marine toad, *Rhinella marina* (Anura, Bufonidae): two genetically and morphologically
- Addaha, H., Hon Tjong, D., Wilson Novarino, D., Taksonomi Hewan, L., & Biologi, J. (2017). Variasi Morfologi Katak Pohon Bergaris *Polypedates leucomystax* Gravenhorst, 1829 (Anura; Rhacophoridae) di Sumatera Barat Morphological Variation of Striped Tree Frog *Polypedates leucomystax* Gravenhorst, 1829 (Anura; Rhacophoridae) in West Sumatera. *Online Jurnal of Natural Science*, 4 (3), 348–354.
- Adhiaramanti, T., & Sukiya. (2016). Keanekaragaman Anggota Ordo Anura di Lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta Anura. *Journal Biologi*, 5 (6), 62–72.
- Adistyana, R., Aula, N., Hilman, M., & Amin, F. (2019). Inventarisasi Dan Status Konservasi Jenis Herpetofauna Di Air Terjun Watu Ondo. February 2020.
- Afnan, M. Z., Fitriandini, M. S., & Firmansyah, M. E. (2022). Potential of Forest Bird Diversity and Abundance in Tretes Waterfall, Wonosalam as an Avitourism Location. *Jurnal Biologi Tropis*, 22 (1), 158–172. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3152>
- Aji, L. P., Widyastuti, A., & Capriati, A. (2018). Struktur Komunitas Moluska di Padang Lamun Perairan Kepulauan Padaido dan Aimando Kabupaten Biak Numfor, Papua. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 3 (3), 219. <https://doi.org/10.14203/oldi.2018.v3i3.184>
- Alamsjah, F., Tjong, D. H., & Rahma, Z. F. (2020). Antimicrobial Activity of Skin Secretion of *Rana hosii* Frog (Anura: Ranidae) against several pathogenic microbes. *Jurnal Biologi UNAND*, 8 (2), 48-53.
- Almeida-Gomes, M., Vieira, M. V., Rocha, C. F. D., & Melo, A. S. (2019). Habitat amount drives the functional diversity and nestedness of anuran communities in an Atlantic Forest fragmented landscape. *Biotropica*, 51 (6), 874–884. <https://doi.org/10.1111/btp.12687>
- Altherr, S., & Schubert, D. J. (2011). *Canapés to Extinction The International Trade In Frogs ' Legs*. Animal Welfare Institute.
- Altherr, S., Goyenechea, A., & Schubert, D. J. (2011). *The International Trade In Frogs'legs And Its Ecological Impact*. Pro Wildlife Munich (DE): München, Germany.
- Ambayoen, M. A. (2019). Persepsi masyarakat desa penyangga kawasan tahura raden soerjo pada fungsi hutan konservasi. *Buku prosiding*, 1.

- Amphibiweb, 2022, [https://amphibiweb-org.translate.goog/lists/Dicroglossidae.shtml?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://amphibiweb-org.translate.goog/lists/Dicroglossidae.shtml?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=sc), diakses tanggal 16 November 2022 pukul 01:20
- Anisah, A. P., Ju, A. B., Tng, A., Zikra, E., Weley, N. C., & Fitri, W. (2021). Dampak Alih Fungsi Lahan Terhadap Keberlanjutan Suplai Air Bersih dalam Menjaga Ekosistem Darat. *Jurnal Syntax Admiration*, 2 (12), 2246-2259.
- Anwar, K., Junardi, J., & Riyandi, R. (2022). Struktur Populasi Katak Batu Berbintik Hitam *Staurois guttatus* (Ranidae: Amphibia) di Gunung Poteng, Kalimantan Barat. *Biologica Samudra*, 4 (1), 60-68.
- Ardiansyah, D., Karunia, A., Auliandina, T., Putri, D. A., & Noer, M. I. (2014). Kelimpahan Kodok Jam Parifinasir *Leptophryne borbonica* di Sepanjang Aliran Sungai Cisuren, Bodogol, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Bioma*, 10 (2), 11. [https://doi.org/10.21009/bioma10\(2\).2](https://doi.org/10.21009/bioma10(2).2)
- Arifin, U., Smart, U., Hertwig, S. T., Smith, E. N., Iskandar, D. T., & Haas, A. (2018). Molecular phylogenetic analysis of a taxonomically unstable ranid from Sumatra, Indonesia, reveals a new genus with gastromyzophorous tadpoles and two new species. *Zoosystematics and Evolution*, 94 (1), 163–193. <https://doi.org/10.3897/zse.94.22120>
- Aripin, I., Hidayat, T., Rustaman, N., & Riandi, R. (2021, December). Monitoring Biodiversitas Kupu-Kupu di Perkebunan Jeruk Limau (*Citrus amblycarpa*) Berbasis Citizen Science. In *Gunung Djati Conference Series* (Vol. 6, pp. 111-121).
- Arroyan, A. N., Idrus, M. R., & Aliffudin, M. F. (2020). Keanekaragaman Herpetofauna di Kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) Kabupaten Lumajang Jawa Timur. *Jurusan Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar*, September, 263–269.
- Aulan, Rahmadi. Kusriani, M.D., Mardiasuti A. 2020. Keanekaragaman Amfibi di sipirok Tapanuli Selatan. Sekretariat Kelompok Kerja Pengelolaan Lanskap Batang Toru
- Auliya, M., Altherr, S., Nithart, C., Hughes, A., & Bickford, D. (2022). Numerous uncertainties in the multifaceted global trade in frogs’ legs with the EU as the major consumer. *ARPHA Preprints*, 3, e94243-. <https://preprints.arphahub.com/article/94243/>
- Ayu, I., Janiawati, A., Kusriani, M. D., & Mardiasuti, A. (2016). Structure and composition of amphibian communities in human modified landscape at Gianyar regency , Bali. August.
- Azhari, A., Sukmono, T., Prima Nugraha, A., Ihsan, M., & Suprayogi, D. (2022). Keanekaragaman Amfibi (Ordo Anura) Di Hutan Lindung Gambut

- Londerang Tanjung Jabung Timur. *Biospecies*, 15 (1), 10–15. <https://doi.org/10.22437/biospecies.v15i1.14833>
- Baihaqi, A. P. (2022). Keanekaragaman herpetofauna di kawasan wisata alam Ledok Ombo Kabupaten Malang Jawa Timur (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Beljai, M., & worabai, M. S. (2018, June). The structure and composition of vegetation and Amfibian diversity in Arfak Mountain, West Papua. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* (Vol. 4, No. 1, pp. 1-12).
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15 (4), 365–377. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x>
- Beschta, R. L., Bilby, R. E., Brown, G. W., Holtby, L. B., & Hofstra, T. D. (1987). Stream temperature and aquatic habitat: fisheries and forestry interactions. *Streamside Management: Forestry and Fishery Interactions*, 57, 191–232.
- Bhardwaj, L., Chauhan, A., Ranjan, A., & Jindal, T. (2018). Persistent Organic Pollutants in Biotic and Abiotic Components of Antarctic Pristine Environment. *Earth Systems and Environment*, 2 (1), 35–54. <https://doi.org/10.1007/s41748-017-0032-8>
- Bhardwaj, L., Chauhan, A., Ranjan, A., & Jindal, T. (2018). Persistent Organic Pollutants in Biotic and Abiotic Components of Antarctic Pristine Environment. *Earth Systems and Environment*, 2 (1), 35–54. <https://doi.org/10.1007/s41748-017-0032-8>
- Bibi, F., and Z. Ali. 2013. Measurement of Diversity Indices of Avian Communities at Taunsa Barrage Wildlife Sanctuary Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 23 (2): 469-474.
- Briscoe Runquist, R. D., Gorton, A. J., Yoder, J. B., Deacon, N. J., Grossman, J. J., Kothari, S., ... & Moeller, D. A. (2020). Context dependence of local adaptation to abiotic and biotic environments: a quantitative and qualitative synthesis. *The American Naturalist*, 195 (3), 412-431.
- Budhi Utami, Berry Fakhry Hanifa, N. N. C. (2016). Kajian Keanekaragaman dan Kemelimpahan. Ordo Anura Sebagai Indikator Lingkungan Pada Tempat Wisata di Karesidenan Kediri. *Prosiding. Universtas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. 2016*. In *Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek* (Issue July).
- Cahyadi, G., & Arifin, U. (2019). Potential and challenges on amphibians and reptils research in West Java. *Jurnal Biodjati*, 4 (2), 149-162.
- Cannatella, d. C., & Trueb, l. (1988). Evolution of pipoid frogs: intergeneric relationships of the aquatic frog family Pipidae (Anura). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 94 (1), 1-38.

- Chakraborty, S. K. (2021). Diversity and Conservation of Wildlife Associated with Rivers: An Eco-ethological Analysis. In *Riverine Ecology Volume 2* (pp. 287-441). Springer, Cham.
- Chan, K. O., Abraham, R. K., & Badli-sham, B. H. (2020). A revision of the Asian tree toad complex *Rentapia hosii* (Anura : Bufonidae) with the description of a new species from Peninsular Malaysia A revision of the Asian tree toad complex *Rentapia hosii* (Anura : Bufonidae) with the description of a new spec. June. <https://doi.org/10.26107/RBZ-2020-0075>
- Chen, F., Chen, J., Huang, W., Chen, S., Huang, X., Jin, L., Jia, J., Zhang, X., An, C., Zhang, J., Zhao, Y., Yu, Z., Zhang, R., Liu, J., Zhou, A., & Feng, S. (2019). Westerlies Asia and monsoonal Asia: Spatiotemporal differences in climate change and possible mechanisms on decadal to sub-orbital timescales. *Earth-Science Reviews*, 192 (February 2018), 337–354. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.03.005>
- Correia, L. O., Siqueira Junior, S., Carneiro, P. L., & Bezerra, M. A. (2014). Evaluation of the use of *Leptodactylus ocellatus* (Anura: Leptodactylidae) frog tissues as bioindicator of metal contamination in Contas River, Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86, 1549-1561.
- D'Errico, G., Vitiello, G., De Tommaso, G., Abdel-Gawad, F. K., Brundo, M. V., Ferrante, M., ... & Guerriero, G. (2018). Electron Spin Resonance (ESR) for the study of Reactive Oxygen Species (ROS) on the isolated frog skin (*Pelophylax bergeri*): A non-invasive method for environmental monitoring. *Environmental Research*, 165, 11-18.
- da Rocha Braga, R., de Menezes Gondim, P., Pereira, R. M., Batista, B. L., & Matushima, E. R. (2022). *Leptodactylus macrosternum* (Anura: Leptodactylidae) as a bioindicator of potentially toxic chemical elements in irrigated perimeters in northeastern Brazil. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 4, 124-131.
- Das, I., & Haas, A. (2017). Sources of Larval Identities for Amphibians from Borneo. December 2005.
- De Carvalho, T. R., Giaretta, A. A., Angulo, A., Haddad, C. F. B., & Peloso, P. L. V. (2019). A New Amazonian Species of *Adenomera* (Anura: Leptodactylidae) from the Brazilian State of Pará: A Tody-Tyrant Voice in a Frog. *American Museum Novitates*, 3919 (1), 1–24. <https://doi.org/10.1206/3919.1>
- Dewi, N. A. K., Kristina, M., Puastuti, D., Andriyani, N., Yolanda, N., & Sari, P. S. (2022). Sosialisasi peningkatan kepedulian masyarakat terhadap lingkungan hidup. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1 (3), 215-221
- Dilla Farhana, A. (2021). Keanekaragaman Ordo Anura Dikebun Kopi Desa Karang Rejo Kabupaten Bener Meriah. *Jurnal Jeumpa*, 7 (1), 363–370. <https://doi.org/10.33059/jj.v7i1.3836>

- Do, M. S., Son, S. J., Choi, G., Yoo, N., Koo, K. S., & Nam, H. K. (2021). Anuran community patterns in the rice fields of the mid-western region of the Republic of Korea. *Global Ecology and Conservation*, 26, e01448.
- Döring, B., Mecke, S., Kieckbusch, M., O'Shea, M., & Kaiser, H. (2017). Food spectrum analysis of the Asian toad, *Duttaphrynus melanostictus* (Schneider, 1799) (Anura: Bufonidae), from Timor Island, Wallacea. *Journal of Natural History*, 51 (11–12), 607–623. <https://doi.org/10.1080/00222933.2017.1293182>
- Drake, M. C., Zieger, U., Groszkowski, A., Gallardo, B., Sages, P., Reavis, R., Faircloth, L., Jacobson, K., Lonce, N., Pinckney, R., & Cole, R. A. (2014). Survey of helminths, ectoparasites, and chytrid fungus of an introduced population of cane toads, *Rhinella marina* (Anura: Bufonidae), from Grenada, West Indies. *Journal of Parasitology*, 100 (5), 608–615. <https://doi.org/10.1645/13-470.1>
- Duellman, W. E., & Trueb, L. (1994). *Biology of amphibians*. JHU press.
- Dyah Widodo, Sonny Kristianto, Andi Susilawaty, Rakhmad Armus Mila Sari, Muhammad Chaerul, Siti Nurjanah Ahmad Darwin Damanik, Efbertias Sitorus, I. M., & Erni Mohamad, Abdus Salam Junaedi, F. M. (2021). *Ekologi dan Ilmu Lingkungan*. Yayasan kita menulis.
- Erfanda, M. P. (2019). Variasi morfologis Kongkang jeram *Huia masonii* (Boulenger, 1884) dari beberapa populasi di Pulau Jawa (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Erika, A., Hudatwi, M., & Akhrianti, I. (2022). Identifikasi Jenis *Bivalvia* Pada Ekosistem Mangrove Di Sekitar Perairan Kota Pangkalpinang. *Journal of Marine Research*, 11 (4), 695–705. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i4.34036>
- Fabrezi, M. (2006). Morphological evolution of Ceratophryinae (Anura, Neobatrachia). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 44 (2), 153-166.
- Faivovich, J., Nicoli, L., Blotto, B. L., Pereyra, M. O., Baldo, D., Barrionuevo, J. S., ... & Haddad, C. F. (2014). Big, bad, and beautiful: phylogenetic relationships of the horned frogs (Anura: Ceratophryidae). *South American Journal of Herpetology*, 9 (3), 207-227.
- Fathoni Mumamad, Luchman Hakim, N. K. (2022). ANURAN DIVERSITY AND COMMUNITY STRUCTURE IN LESTI UPRIVER ACROSS BUFFER ZONE HABITAT IN BROMO TENGGER SEMERU NATIONAL PARK. 10 (1). <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2022.010.01.10>
- Fattah, A., Ummah, I. M., Parazulfa, A., Maireda, N. L., Fadhilah, D., Rizky, E. P. S., & Eprilurrahman, R. (2017, January). Keanekaragaman dan persebaran Anura di taman wisata air terjun Kembangsoka dan Kedungpedut, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. In *Seminar Nasional Biodiversitas*.

- Fauzan. Djong Hon Tjong. Syaifullah. (2021). Diferensiasi Morfometri Fejervarya Limnocharis ( Anura : Ranidae ) Gravenhorst 1829 Di Sumatera Fejervarya Limnocharis ( Anura : Ranidae ) GRAVENHORST 1829. XV (02), 12–21.
- Firdaus, N. (2016). Zoologi Vertebrata: Dasar-dasar Taksonomi dan Keanekaragaman Vertebrata.
- Gama, J. M., Ludwig, A., Gazolla, C. B., Guizelini, D., Recco-Pimentel, S. M., & Bruschi, D. P. (2022). A genomic survey of LINE elements in Pipidae aquatic frogs shed light on Rex-elements evolution in these genomes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 168, 107393.
- Garwan, M. S. (2019). Telaah Tafsir Ekologi Qs Al-Baqarah Ayat 30: Mengungkap Sikap Antroposentris Manusia Pada Kawasan Ake Jira Halmahera. *TAJDID: Jurnal Ilmu Ushuluddin*, 18 (1), 23-56.
- Goin, C. J., Goin, O. B., dan Zug, G. R. 1978. *Introduction to Herpetology*. Buku. W. H Freeman and Company. San Fransisco. 378 halaman.
- Gonçalves, M. W., Gambale, P. G., Godoy, F. R., Alves, A. A., Rezende, P. H., Cruz, A. D. D., ... & Silva, D. D. M. (2017). The agricultural impact of pesticides on *Physalaemus cuvieri* tadpoles (Amphibia: Anura) ascertained by comet assay. *Zoologia (Curitiba)*, 34.
- Gonçalves, M. W., Gambale, P. G., Godoy, F. R., Alves, A. A., Rezende, P. H., Cruz, A. D. D., ... & Silva, D. D. M. (2017). The agricultural impact of pesticides on *Physalaemus cuvieri* tadpoles (Amfibia: Anura) ascertained by comet assay. *Zoologia (Curitiba)*, 34.
- Googleearth, 2022. [https://earth.google.com/web/search/bumi+perkemahan+pengajaran/@7.7717832,112.39312906,964.40837956a,4159.10746927d,34.9999995y,44.87984761h,0t,0r/data=CigiJgokCYfWQFv9Cx\\_AEU5jru9iJx\\_AGQjgStuiGlxAIQk49\\_dnGVxA](https://earth.google.com/web/search/bumi+perkemahan+pengajaran/@7.7717832,112.39312906,964.40837956a,4159.10746927d,34.9999995y,44.87984761h,0t,0r/data=CigiJgokCYfWQFv9Cx_AEU5jru9iJx_AGQjgStuiGlxAIQk49_dnGVxA) diakses tanggal 2 november 2022
- Gordon, M.S., and Tucker, V.A. (1965). Osmotic regulation in the tadpoles of the crab-eating frog (*Rana cancrivora*). *J. Experimental Biol.* 42: 437-445.
- Gosner, K. L. (1960). A Simplified Table for Staging Anuran Embryos and Larvae with Notes on Identification. *Herpetologica*, 5 (3), 183–190.
- Govindarajulu, P., Matthews, E., & Ovaska, K. (2017). Swabbing for *Batrachochytrium* salamandrivorans on Wild Rough-skinned Newts (*Taricha granulosa*) and Pet-Traded Amphibians on Southern Vancouver Island, British Columbia, Canada. *Herpetological Review*, 48 (3), 564–568.
- Grano, M. (2020). The Asian market of frogs as food for humans during COVID-19. Risk and consequences for public health. *Medicine Papers*, 6 (4), 77-87.

- Gürkan, M., Serbest, S., & Hayretdağ, S. (2016). Acute toxicity of the synthetic pyrethroid alpha-cypermethrin on the tadpoles of variable green toad, *Bufo variabilis* (Amphibia: Anura). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33 (4), 367-371.
- Haddad, L. R., Tejada-Ortigoza, V., Martín-del-Campo, S. T., Balderas-León, I., Morales-de la Peña, M., Garcia-Amezquita, L. E., & Welti-Chanes, J. (2022). Evaluation of nutritional composition and technological functionality of whole American Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*), its skin, and its legs as potential food ingredients. *Food Chemistry*, 372, 131232.
- Hadryanti, I., & Hafizianor Jurusan Kehutanan, D. (2019). Analisis alih fungsi lahan kawasan hutan lindung gunung sebatung di dusun sasapit kecamatan pulau laut utara kabupaten kotabaru. *Jurnal Sylva Scientiae*, 02 (3), 413–422.
- Haekal, M., Hamidy, A., Satria, D., & Eprilurahman, R. (2020). Sistematika Kongkang Jeram Huia masonii ( Boulenger , 1884 ) Berdasarkan Karakter Morfologi Systematics of the Kongkang Jeram Huia masonii ( Boulenger , 1884 ) Based on Morphological Characters. *Jurnal Bioma*, 22 (2), 161–169.
- HANDOKO, R. T. (2019). Pengembangan Air Terjun Dlundung Untuk Menjadi Destinasi Pariwisata Unggulan Di Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Manajemen Pelayanan Hotel*, 2 (2), 93. [https://doi.org/10.37484/manajemen\\_pelayanan\\_hotel.v2i2.43](https://doi.org/10.37484/manajemen_pelayanan_hotel.v2i2.43)
- Handziko, R. C., Prabowo, Y., Fathin, M. I., Falach, A. I., & Mahesa, R. (2021). Keanekaragaman Herpetofauna Diurnal di Kawasan Taman Nasional Gunung Merbabu (Diversity of Diurnal Herpetofauna in Gunung Merbabu National Park). *Journal Penelitian Kehutanan FALOKA*, 5 (1), 1-15.
- Harding, J. H., & Mifsud, D. A. (2017). *Amphibians and reptils of the Great Lakes region*. University of Michigan Press.
- Hasanuddin, M. A. (2022). Keanekaragaman herpetofauna di coban tengah desa pandesari kecamatan pujon kabupaten malang (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Hasibuan, M. M., Dwiputro, A., Fajri, S. R., & Tohir, R. K. (2022). Keragaman Jenis Herpetofauna di Kawasan Hutan Kota Ranggawulung Kota Subang. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10 (2), 1150. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.6460>
- Hatu, R. A. (n.d.). *Problematika Tanah Alih fungsi Lahan dan Masyarakat Petani*. CV. ABSOLUTE MEDIA.
- Hayati, S. N. (2016). *Komposisi Amfibi Ordo Anura di Kawasan Wisata Air terjun Ironggolo Kediri Sebagai Bio Indikator Alami Pencemaran*

- Hidayah, A., Hanifa, B. F., Devi, S. R., Septiadi, L., Alwi, M. Z., & Afifudin, F. A. (2018, September). Keanekaragaman Herpetofauna di Kawasan Wisata Alam Coban Putri Desa Tlekung Kecamatan Junrejo Kota Batu Jawa Timur. In *Prosiding Seminar Nasional Hayati* (Vol. 6, pp. 79-91). <https://doi.org/10.14203/oldi.2018.v3i3.184>
- Hudson, C. M., Brown, G. P., Stuart, K., & Shine, R. (2018). Sexual and geographical divergence in head widths of invasive cane toads, *Rhinella marina* (Anura: Bufonidae), is driven by both rapid evolution and plasticity. *Biological Journal of the Linnean Society*, 124 (2), 188–199. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/bly040>
- Husamah, & R. (2019). *Bioindikator (Teori dan Aplikasi dalam Biomonitoring)*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Ilhamdi, M. L., & Syazali, M. (2022). Dynamics of Amphibian Community in Kerandangan Nature Reserve. *Jurnal Biologi Tropis*, 22 (2), 441-448.
- Imam Musthofa, Raafi Nur Ali, K. T. P. (2021). *Panduan Lapangan Herpetofauna (amfibi/7 reptile) di Kawasan ekowisata desa Jatimulyo*.
- Imran, A., Biologi, P. P., Program, D., & Pendidikan, S. (2011). Struktur Komunitas Amphibi Di Taman Wisata Alam ( Twa ) Kerandangan Dalam Upaya Penyusunan. 4 (1), 21–26.
- Indrawati, Y., Hanifa, B. F., Septiadi, L., Alwi, M. Z., Khatimah, A., & Azizah, I. (2018, September). Keanekaragaman Jenis Herpetofauna Nokturnal di Area Coban Jahe, Desa Pandansari Lor, Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang, Jawa Timur. In *Prosiding Seminar Nasional Hayati* (Vol. 6, pp. 277-285).
- Inger RF dan Voris, HK. 1993. A comparison of amphibian communities through time and from place to place in Bornean Forests. *Journal of Tropical ecology*. 2 (2):193-205
- Inger, R. F., Stuart, B. L., & Iskandar, D. T. (2009). Systematics of a widespread Southeast Asian frog , *Rana chalconota* ( Amphibia : Anura : Ranidae ). 123–147.
- Irwanto, R., Lingga, R., Pratama, R., & Ifafah, S. A. (2019). Identifikasi Jenis-jenis Herpetofauna di Taman Wisata Alam Gunung Permisan , Bangka Selatan , Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. 3 (2), 106–113.
- Iskandar, D. T. (2000). The Amphibians of Java and Bali. In *Copeia* (Vol. 2000, Issue 4). [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2000\)000\[1143:br\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2000)000[1143:br]2.0.co;2)
- IUCN, 2022, <https://www.iucnredlist.org/species/54444/3015179> diakses tanggal 14 November 2022 pukul 23.02
- IUCN, 2022, <https://www.iucnredlist.org/species/54471/114916284> diakses tanggal 14 November 2022 pukul 23.00

- IUCN, 2022, <https://www.iucnredlist.org/species/54610/114916976> diakses tanggal 14 November 2022 pukul 23.02
- IUCN, 2022, <https://www.iucnredlist.org/species/57738/71675862> diakses tanggal 14 November 2022 pukul 23.01
- IUCN, 2022, <https://www.iucnredlist.org/species/59017/11869494> diakses tanggal 13 Oktober 2022 pukul 12.32
- Izza, Q., & Kurniawan, N. (2014). Eksplorasi Jenis-Jenis Amfibi di Kawasan OWA Cagar dan Air Terjun Watu Ondo, Gunung Welirang, TAHURA R.Soerjo. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 2 (2), 103–108. <https://biotropika.ub.ac.id/index.php/biotropika/article/view/248>
- Jacken, A., Rödder, D., & Ziegler, T. (2020). Amphibians in zoos: a global approach on distribution patterns of threatened amphibians in zoological collections. *International Zoo Yearbook*, 54 (1), 146-164.
- Janes, T. A., Rousseau, J. P., Fournier, S., Kiernan, E. A., Harris, M. B., Taylor, B. E., & Kinkead, R. (2019). Development of central respiratory control in anurans: The role of neurochemicals in the emergence of air-breathing and the hypoxic response. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, 270 (March), 103266. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2019.103266>
- Joesidawati, M. I. (2018). Pencemaran Mikroplastik Di Sepanjang Pantai Kabupaten Tuban. *Pencemaran Mikroplastik Di Sepanjang Pantai Kabupaten Tuban*, 3 (1), 8–15.
- Jusmaldi, J., Setiawan, A., & Hariani, N. (2019). Keanekaragaman Dan Sebaran Ekologis Amfibi Di Air Terjun Barambaisamarinda, Kalimantan Timur. *Berita Biologi*, 18 (3). <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v18i3.3730>
- Juwono, P. T., & Subagiyo, A. (2018). Sumber Daya Air dan Pengembangan Wilayah: Infrastruktur Keairan Mendukung Pengembangan Wisata, Energi, dan Ketahanan Pangan. Universitas Brawijaya Press.
- Kamsi, M., Handayani, S., Siregar, A. J., & Fredriksson, G. (2017). Buku Panduan Lapangan Amfibi Reptil Kawasan Hutan Batang Toru. Medan: Herpetologer Mania Publishing.
- Kanna I. 2005. *Bulfrog Pembenuhan dan Pembesaran-Seri Budi Daya*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Kartono, A. P., Prayogi, K. D., & Maryanto, I. (2017). Keanekaragaman Jenis Kelelawar Di Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi Jawa Barat. *Zoo Indonesia*, 26 (1), 33–43. [https://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/zoo\\_indonesia/article/view/3533](https://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/zoo_indonesia/article/view/3533)
- Katsir, Ibnu.2022. <http://www.ibnukatsironline.com/2014/08/tafsir-surat-al-baqarah-ayat-30>.html diakses tanggal 07 oktober 2022 pukul 09:16

- Khairuddin, M. Y., & Syukur, A. (2016). Analisis kualitas air Kali Ancar dengan menggunakan bioindikator makroinvertebrata. *Jurnal Biologi Tropis*.
- Köhler, G., Vargas, J., Than, N. L., Schell, T., Janke, A., Pauls, S. U., & Thammachoti, P. (2021). A taxonomic revision of the genus *Phrynoglossus* in Indochina with the description of a new species and comments on the classification within *Occidozyginae* (Amphibia, Anura, Dicroglossidae). *Vertebrate Zoology*, 71, 1-26.
- Kopecký, O., Patoka, J., & Kalous, L. (2016). Establishment risk and potential invasiveness of the selected exotic amphibians from pet trade in the European Union. *Journal for Nature Conservation*, 31, 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2016.02.007>
- Kroeker, K. J., Bell, L. E., Donham, E. M., Hoshijima, U., Lummis, S., Toy, J. A., & Willis-Norton, E. (2020). Ecological change in dynamic environments: Accounting for temporal environmental variability in studies of ocean change biology. *Global Change Biology*, 26 (1), 54–67. <https://doi.org/10.1111/gcb.14868>
- Kurniati, H. (2013). Vocalizations of *Microhyla achatina* Tschudi, 1838 (Anura: Microhylidae) from the foot hills of Mount Salak, West Java. *Jurnal Biologi Indonesia*, 9 (2).
- Kurniati, H. (2017). Metode cepat penentuan keragaman, kepadatan dan kelimpahan jenis kodok (Issue December).
- Kurniati, H., & Hamidy, A. (2016). Variasi Suara Panggilan Kodok *Hylarana nicobariensis* (Stoliczka, 1870) Dari Lima Populasi Berbeda di Indonesia (Anura: Ranidae). *Jurnal Biologi Indonesia*, 12 (2), 165–173.
- Kurniati, H., & Laksono, W. T. (2021). Keragaman Jenis Kodok Pegunungan Mekongga, Sulawesi Tenggara, Indonesia, dan Catatan Suara Sebagai Pembeda Jenis (Frogs Diversity of the Mekongga Mountains, Southeast Sulawesi, Indonesia, and Notes on Vocally Distinct Species). *Jurnal Biologi Indonesia*, 17 (1), 27-38.
- Kusrini
- Kusrini, M. (2021). Amfibi dan reptil sumatera selatan: areal sembilang-dangku dan sekitarnya (Issue April 2020).
- Kusrini, m. D. (2007). Konservasi amfibi di indonesia : masalah global dan tantangan 1 ) ( Conservation of Amphibian in Indonesia : Global Problems and Challenges ). XII (2), 89–95.
- Kusrini, M. D. (2019). Metode survei dan penelitian herpetofauna. PT Penerbit IPB Press.
- Kusrini, M. D. (2020). Amfibi dan Reptil Sumatera Selatan. Bogor: Pustaka Media Konservasi.

- Kusrini, M. D., & Alford, R. A. (2006). Indonesia's Exports of Frogs' Legs. *TRAFFIC Bulletin*, 21 (1), 13–24.
- Kusrini, M. D., Hamidy, A., Prasetyo, L. B., Nugraha, R., & Andriani, D. (2021). Creation of an amphibian and reptile atlas for the Indonesian islands of Java and Bali reveals gaps in sampling effort. 14 (July), 1009–1025.
- Kusrini, M., Hamidy, A., Nugraha, R., & Munir, M. (2019). Mobilizing Citizen to Document Herpetofauna Diversity in Indonesia. November.
- Langowski, J. K., Dodou, D., Kamperman, M., & van Leeuwen, J. L. (2018). Tree frog attachment: mechanisms, challenges, and perspectives. *Frontiers in zoology*, 15 (1), 1-21.
- Latuconsina, H. (2019). *Ekologi perairan tropis: prinsip dasar pengelolaan sumber daya hayati perairan*. UGM PRESS.
- Lent, E. M., Babbitt, K. J., & Pinkney, A. E. (2021). Effects of Environmental Contaminants at Great Bay National Wildlife Refuge on Anuran Development, Gonadal Histology, and Reproductive Steroidogenesis: A Comparison of In Situ and Laboratory Exposures. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 80 (4), 663–679. <https://doi.org/10.1007/s00244-020-00741-y>
- Lubis, M., Alifuddin, M., Hasdin, H. M., & Zuhrah, N. (2021). Makna Khalifah Dalam Al-Qur'an (Kajian Tafsir Muqaran Qs. Al-Baqarah/2:30 Dan Qs. Sad/38:26). *El-Maqra'*, 1 (1), 84–101.
- Lusiana, N., Prihanta, W., & Rahardjanto, A. (2016). Pemanfaatan Pteridophyta Kawasan Hutan Pacet Taman Hutan Raya (Tahura) Raden Soerjo Kecamatan Pacet Kabupaten Mojokerto Sebagai Sumber Belajar Biologi Sma. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 1 (2), 169–176. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v1i2.3328>
- Luskin, M. S., & Potts, M. D. (2011). Microclimate and habitat heterogeneity through the oil palm lifecycle. *Basic and Applied Ecology*, 12 (6), 540–551. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2011.06.004>
- Magfiroh, Nisfi L., R. E. (2019). Berudu ( Amphibia : Anura ) di Taman Wisata Air Terjun ( TWAT ) Kembang Soka , Kulon Progo , Daerah Istimewa Yogyakarta Pada Musim Kemarau. May. <https://doi.org/10.31957/jbp.633>
- Magurran AE. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey (US): Princeton University Press.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. United Kingdom
- Mahaswa, R. K. (2021). De-Antroposentrisme Pancasila: Sebuah Riset Awal Filsafat. *Pancasila: Jurnal Keindonesiaan*, 01 (01), 57–69. <https://doi.org/10.52738/pjk.v1i1.10>

- Mahmoud, M. I., Campbell, M. J., Sloan, S., Alamgir, M., & Laurance, W. F. (2020). Land-cover change threatens tropical forests and biodiversity in the Littoral Region, Cameroon. *Oryx*, 54 (6), 882–891. <https://doi.org/10.1017/S0030605318000881>
- Manzano, A. S., Abdala, V., & Herrel, A. (2008). Morphology and function of the forelimb in arboreal frogs: specializations for grasping ability?. *Journal of Anatomy*, 213 (3), 296-307.
- Marfai, M. A. (2019). Pengantar etika lingkungan dan Kearifan lokal. UGM PRESS.
- Markus, M., Rifanjani, S., & Ardian, H. Keanekaragaman ordo Anura di sungai madi dalam kawasan hutan gunung bawang desa tiga berkat kecamatan lumar kabupaten bengkayang. *Jurnal hutan lestari*, 9 (1), 83-92.
- Márquez, R., Corredor, G., Galvis, C., Góez, D., & Amézquita, A. (2012). Range extension of the critically endangered true poison-dart frog, *Phyllobates terribilis* (Anura: Dendrobatidae), in western Colombia. *Acta Herpetologica*, 7 (2), 341–345.
- Márquez, R., Mejía-vargas, T. P. L. D., Nielsen, R., Amézquita, A., & Kronforst, M. R. (2020). Divergence , gene flow , and the origin of leapfrog geographic distributions : The history of colour pattern variation in *Phyllobates* poison-dart frogs. April 2019, 3702–3719. <https://doi.org/10.1111/mec.15598>
- Matsui, M., Hamidy, A., & Eto, K. (2013). Description of a new species of *Microhyla* from Bali, Indonesia (Amphibia, Anura). November 2014. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3670.4.9>
- Matsui, M., Koshiro, E. T. O., Michael, W. N., Wanzhao, L. I. U., & Nishikawa, K. (2015). Unexpected phylogenetic position of *Parapelophryne* among Southeast Asian bufonids as revealed by mitochondrial DNA sequence (Amphibia, Anura, Bufonidae). *Current Herpetology*, 34 (2), 182-187.
- Matsui, M., Panha, S., Khonsue, W., & Kuraishi, N. (2010). Two new species of the “*kuhlii*” complex of the genus *Limnonectes* from Thailand (Anura: Dicroglossidae). *Zootaxa*, 2615 (1), 1-22.
- Maya, S., & Nur, R. A. (2021). Zoologi Vertebrata. Widina. Bandung
- McDiarmid, B. R. O. Y. W. (1971). Comparative Morphology And Evolution Of Frogs Of The Neotropical Genera *Atelopus* ,. 12.
- Medina, R. G., Lira-Noriega, A., Aráoz, E., & Ponssa, M. L. (2020). Potential effects of climate change on a Neotropical frog genus: changes in the spatial diversity patterns of *Leptodactylus* (Anura, Leptodactylidae) and implications for their conservation. *Climatic Change*, 161 (4), 535-553.

- Miller, A. H., Zug, G. R., Wogan, G. O., Lee, J. L., & Mulcahy, D. G. (2021). Phylogeny, diversity, and distribution of *Micryletta* (Anura: Microhylidae) in Myanmar. *Ichthyology & Herpetology*, 109 (1), 245-257.
- Mistar. (2003). *Panduan Lapangan Anfibi Kawasan Ekosistem Leuser*. Bogor: The Gibbon Foundation & PILI-NGO Movement
- Mohanty, N. P., Crottini, A., Garcia, R. A., & Measey, J. (2021). Non-native populations and global invasion potential of the Indian bullfrog *Hoplobatrachus tigerinus*: a synthesis for risk-analysis. *Biological Invasions*, 23 (1), 69–81. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02356-9>
- Muhammad Syazali\*, Agil Al Idrus, Gito Hadiprayitno (2022). Eksplorasi Jenis Katak (Kelas : Amphibia, Ordo Anura) Di Taman Nasional Gunung Rinjani Lombok. 5 (1), 211–217.
- Negara, Ken Pandu diakses pada tanggal 09 Juli 2020, dari situs: <http://www.ebiologi.com/2016/10/perbedaan-metamorfosis-sempurna-dan-tidak-sempurna/pdf>.
- Nguyen, T. Q., & Ziegler, T. (2015). First record of *Amolops cremnobatus* from Thanh Hoa Province, Vietnam, including an extended tadpole description and the first larval staging for *Amolops*. *Salamandra*, 51 (2), 111-120.
- Ningsih, W. E. D. W., Kusri, M. I. D., & Kartono, A. P. (2013). Struktur Komunitas Berudu Anura Di Sungai Cibeureum Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat ( Anura Tadpoles Community Structure In Cibeureum Stream Gunung Gede Pangrango National Park , West Java ). *Media Konservasi*, 18 (1), 10–17.
- Novita Sari, B. N. dan E. (2016). Keanekaragaman jenis ampibi (ordo anura) dalam kawasan hutan lindung gunung ambawang kecamatan kubu kabupaten kubu raya. 1–23.
- Nurza, I. S. A. (2021). Identifikasi Morfologi dan Morfometrik Ordo Anura di Kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Cibodas, Sukabumi. *Risenologi*, 6 (2), 93-96.
- Odum EP. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*, Terjemahan Tjahjono Samingan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Orrico, V. G. D., Peloso, P. L. V., Sturaro, M. J., Da Silva-Filho, H. F., Neckel-Oliveira, S., Gordo, M., Faivovich, J., & Haddad, C. F. B. (2014). A new “Bat-Voiced” species of *Dendropsophus* Fitzinger, 1843 (Anura, Hylidae) from the Amazon Basin, Brazil. *Zootaxa*, 3881 (4), 341–361. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3881.4.3>
- Orrico, V. G. D., Peloso, P. L. V., Sturaro, M. J., Da Silva-Filho, H. F., Neckel-Oliveira, S., Gordo, M., Faivovich, J., & Haddad, C. F. B. (2014). A new “Bat-Voiced” species of *Dendropsophus* Fitzinger, 1843 (Anura, Hylidae)

from the Amazon Basin, Brazil. *Zootaxa*, 3881 (4), 341–361.  
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.3881.4.3>

- Owens, P. N. (2020). Soil erosion and sediment dynamics in the Anthropocene: a review of human impacts during a period of rapid global environmental change. *Journal of Soils and Sediments*, 20 (12), 4115–4143. <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02815-9>
- Owens, P. N. (2020). Soil erosion and sediment dynamics in the Anthropocene: a review of human impacts during a period of rapid global environmental change. *Journal of Soils and Sediments*, 20 (12), 4115–4143. <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02815-9>
- Padian, K., & De Ricqlès, A. (2020). Inferring the physiological regimes of extinct vertebrates: Methods, limits and framework. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375 (1793). <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0147>
- Park, H. R., Rahman, M. M., Park, S. M., Choi, J. H., Kang, H. J., & Sung, H. C. (2022). Risk assessment for the native anurans from an alien invasive species, American bullfrogs (*Lithobates catesbeianus*), in South Korea. *Scientific Reports*, 12 (1), 13143. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17226-8>
- Patrick, L. D., & Sasa, M. (2009). Phenotypic and molecular variation in the green and black poison-dart frog *Dendrobates auratus* (Anura: Dendrobatidae) from Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 57 (SUPPL. 1), 313–321.
- Paul, B., Sterner, Z. R., Buchholz, D. R., Shi, Y. B., & Sachs, L. M. (2022). Thyroid and Corticosteroid Signaling in Amphibian Metamorphosis. *Cells*, 11 (10). <https://doi.org/10.3390/cells11101595>
- Pereyra, M. O., Blotto, B. L., Baldo, D., Chaparro, J. C., Ron, S. R., Elias-Costa, A. J., ... & Faivovich, J. (2021). Evolution in the genus *Rhinella*: a total evidence phylogenetic analysis of Neotropical true toads (Anura: Bufonidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 447 (1), 1-156.
- Petavratzi, E., Sanchez-Lopez, D., Hughes, A., Stacey, J., Ford, J., & Butcher, A. (2022). The impacts of environmental, social and governance (ESG) issues in achieving sustainable lithium supply in the Lithium Triangle. *Mineral Economics*, 35 (3–4), 673–699. <https://doi.org/10.1007/s13563-022-00332-4>
- Phillips, J. R., Hewes, A. E., Womack, M. C., & Schwenk, K. (2022). The mechanics of air breathing in African clawed frog tadpoles, *Xenopus laevis* (Anura: Pipidae). *Journal of Experimental Biology*, 225 (10), jeb243102.
- Pough, F. H., R. M. Andrews, M. L. Crump, A. H. Savitzky, K. D. Wells, and M. C. Brandley. 2015. *Herpetology*. Fourth Edition. Massachusetts: Sinauer.

- Prasetyo, L. B. (2017). Pendekatan ekologi lanskap untuk konservasi biodiversitas. Institut Pertanian Bogor (IPB) Press, Bogor, Indonesia
- Pratiwi, M. A., & Ernawati, N. M. (2018). Struktur Komunitas Ekosistem Padang Lamun Pada Daerah Intertidal di Pantai Sanur, Bali. *Ecotrophic*, 12 (1), 50-56.
- Purwanto, Y., Sukara, E., Ajiningrum, P. S., & Priatna, D. (2020). Cultural diversity and biodiversity as foundation of sustainable development. *Indonesian Journal of Applied Environmental Studies*, 1 (1), 2–10. <https://doi.org/10.33751/injast.v1i1.1976>
- Putri, A., & Kurniawan, N. (2013). Pengaruh Hormon Hipofisa dan Ovaprim Terhadap Ovulasi Serta Pengaruh Pakan Terhadap Pertumbuhan Berudu Katak *Fejervarya cancrivora*. *Biotropika*, 1 (5), 191–195. <http://www.biotropika.ub.ac.id/index.php/biotropika/article/view/178>
- Qurniawan, T. F., & Mada, U. G. (2015). Model Of Microclimatic Influence On Fluctuation Of Herpetofauna Diversity In Campus Area. 4 (2), 172–178.
- Qurniawan, T. F., & Pramana, D. A. (2013). Mikroanatomi Kelenjar Kulit *Duttaphrynus melanostictus* dan *Kalaoula baleata* (Amphibia, Anura). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 21 (2), 1–8.
- Qurniawan, T.F. dan Suryaningtyas, I. . (2013). PREFERENSI PAKAN ALAMI EMPAT JENIS ANURA (*Hylarana chalconota*, *Phrynooidis aspera*, *Leptobrachium haseltii* dan *Odorrana hosii*) DI KAWASAN KARST
- Rafi, M., Arya, F., & Nugraha, D. (2022). The Diversity of Anura Species in the Anai Valley Nature Reserve Tanah Datar Regency West Sumatra Keanekaragaman Jenis Anura Daerah Cagar Alam Lembah Anai Kabupaten Tanah Datar Sumatera Barat Abstrak. 7 (1), 52–58.
- Rahman, M. H., & Bhoi, P. R. (2021). An overview of non-biodegradable bioplastics. *Journal of Cleaner Production*, 294. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126218>
- Raven, P. H., & Wagner, D. L. (2021). Agricultural intensification and climate change are rapidly decreasing insect biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118 (2), 1–6. <https://doi.org/10.1073/PNAS.2002548117>
- Rejeki, S. S. S., & Santosa, Y. (2019, October). Impact of oil palm plantation on herpetofauna species diversity at PT Waimusi Agroindah South Sumatera. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 336, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.
- Rey, F., Bifulco, C., Bischetti, G. B., Bourrier, F., De Cesare, G., Florineth, F., Graf, F., Marden, M., Mickovski, S. B., Phillips, C., Peklo, K., Poesen, J., Polster, D., Preti, F., Rauch, H. P., Raymond, P., Sangalli, P., Tardio, G., & Stokes, A. (2019). Soil and water bioengineering: Practice and research needs for reconciling natural hazard control and ecological restoration.

Science of the Total Environment, 648, 1210–1218.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.217>

- Riastuti, R. D., Widiya, M., & Rawas, U. (2020). INVENTARISASI ORDO ANURA DI KAWASAN AIR TERJUN DESA SOSOKAN KECAMATAN ULU RAWAS KABUPATEN MUSI RAWAS UTARA Inventory of the Anura Order in the Waterfall Area of Sosokan Village, Ulu Rawas District, North Musi Rawas Regency. *Borneo Jurnal Of Biology Education*, 2 (2), 84–91.
- Ribeiro, A. C., Ribeiro, G. C., Varejão, F. G., Battirola, L. D., Pessoa, E. M., Simões, M. G., ... & Poyato-Ariza, F. J. (2021). Towards an actualistic view of the Crato Konservat-Lagerstätte paleoenvironment: a new hypothesis as an Early Cretaceous (Aptian) equatorial and semi-arid wetland. *Earth-Science Reviews*, 216, 103573.
- Rizcho Afrizal Mahendra\*, Jihan Zabrina, Muhammad Hilman Fu'adil Amin. (2020). Inventarisasi Herpetofauna Di Pemandian Air Panas Cangar. April 2019.
- Rizcho Afrizal Mahendra\*, Jihan Zabrina, Muhammad Hilman Fu'adil Amin. (2020). Inventarisasi Herpetofauna Di Pemandian Air Panas Cangar. April 2019.
- Rofiq, M. A., & Wahyuni, I. (2020). Keanekaragaman Amfibi ( Ordo Anura ) Berdasarkan Tipe Habitat Di Taman Wisata Alam Pulau Sangiang Amphibi Diversity ( Ordo Anura ) Based On Habitat Type In Sangiang Island Tourism Park. 202–213.
- Rofiq, M. A., Usman, U., & Wahyuni, I. (2021, December). Keanekaragaman Amfibi (Ordo Anura) Berdasarkan Tipe Habitat Di Taman Wisata Alam Pulau Sangiang. In *Seminar Nasional Biologi Vol. 9*, pp. 202-213.
- Rohadian, A. R., Susatya, A., & Saprinurdin, S. (2022). Keanekaragaman Jenis Ordo Anura pada beberapa Habitat di Kawasan Hutan Pendidikan Palak Siring Kemumu Kabupaten Bengkulu Utara. *Journal of Global Forest and Environmental Science*, 2 (1), 1-15.
- Rohman, F., Priambodo, B., Akhsani, F., Rahayu, S. E., Wangkulang, S., & Kundariati, M. (2022). Revealing herpetofauna diversity at Brantas River, East Java, Indonesia: Evidence of decreasing populations. *Biodiversitas*, 23 (3), 1475–1481. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230335>
- Rolymardinata1\*, Gunardi Djoko Winarno1, N. N. (2018). Habitat berbeda resort balik bukit taman nasional bukit barisan selatan the diversity amphibian ( order Anura ) on defferent habitat types in balik bukit resort. *Jurnal Sylva Lestari*, 6 (1), 58–65.
- Rudolf Malkmus, Ulrich Manthey, Gernot Vogel, P. H. & J. K. (1890). Amphibians & reptile of Mount Kinabalu (North Borneo).

- Rumschlag, S. L., & Boone, M. D. (2020). Lethal and sublethal amphibian host responses to batrachochytrium dendrobatidis exposure are determined by the additive influence of host resource availability. *Journal of Wildlife Diseases*, 56 (2), 338–349. <https://doi.org/10.7589/2019-01-021>
- Runquist, R. D. B., Gorton, A. J., Yoder, J. B., Deacon, N. J., Grossman, J. J., Kothari, S., Lyons, M. P., Sheth, S. N., Tiffin, P., & Moeller, D. A. (2020). Context dependence of local adaptation to abiotic and biotic environments: A quantitative and qualitative synthesis. *American Naturalist*, 195 (3), 412–431. <https://doi.org/10.1086/707322>
- Ruthsatz, K., Lyra, M. L., Lambertini, C., Belasen, A. M., Jenkinson, T. S., da Silva Leite, D., ... & Vences, M. (2020). Skin microbiome correlates with bioclimate and Batrachochytrium dendrobatidis infection intensity in Brazil's Atlantic Forest treefrogs. *Scientific reports*, 10 (1), 1-15.
- Santos, E. M., Almeida, A. V., & Vasconcelos, S. D. (2004). Feeding habits of six anuran (Amphibia: Anura) species in a rainforest fragment in Northeastern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 94 (4), 433–438. <https://doi.org/10.1590/s0073-47212004000400014>
- Saputra, R., Yanti, A. H., & Setyawati, T. R. (2016). Inventarisasi Jenis-jenis Amfibi (Ordo Anura) di Areal Lahan Basah Sekitar Danau Sebedang Kecamatan Sebawi Kabupaten Sambas. *Protobiont*, 5 (3), 34–40. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jprb/article/view/16998>
- Septian, I. G. N. (2022). Eksplorasi Jenis Katak (Kelas : Amphibia, Ordo Anura) Di Taman Nasional Gunung Rinjani Lombok. 5 (1), 211–217.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication., (The University of Illinois Press: Urbana, IL, USA)Protected and Utilization Blocks of Integrated Educational Conservation Forest, Wan Abdul Rachman Great Forest Park). *Jurnal Sylva Lestari*, 7 (3), 370-378.
- Shofan, M. (2019). Konsep khalifah fi al-ardh dalam surat al-baqarah ayat 30 dan implikasinya pada tujuan pendidikan islam. *Tazkiyah*, 1 (1), 139-161.
- Siahaan, K., Dewi, B. S., & Darmawan, A. (2019). Keanekaragaman Amfibi Ordo Anura di Blok Perlindungan dan Blok Pemanfaatan Hutan Pendidikan Konservasi Terpadu, Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman (The Diversity of Amphibian from Order Anura in the Protected and Utilization Blocks of Integrated Educational Conservation Forest, Wan Abdul Rachman Great Forest Park). *Jurnal Sylva Lestari*, 7 (3), 370-378.
- Sparling, D. W. (2000). Ecotoxicology of organic contaminants to amphibians. *Ecotoxicology of amphibians and reptiles*, 461-494.
- Spence, A. R., & Tingley, M. W. (2020). The challenge of novel abiotic conditions for species undergoing climate-induced range shifts. *Ecography*, 43 (11), 1571–1590. <https://doi.org/10.1111/ecog.05170>

- Sumarni, S. (2020). Mikrohabitat Katak Bertanduk (*Megophrys nasuta*) di Hutan Bukit Beluan Kecamatan Hulu Gurung Kabupaten Kapuas Hulu. *PIPER*, 16 (31).
- Susilawaty, A., Sitorus, E., Gala, S., Chaerul, M., Tangio, J. S., Tanri, C. S., ... & Mohamad, E. (2021). *Ilmu Lingkungan*. Yayasan Kita Menulis.
- Syazali, M., Al Idrus, A., & Hadiprayitno, G. (2019). Analisis Multivariat Dari Faktor Lingkungan yang Berpengaruh terhadap Struktur Komunitas Amfibi di Pulau Lombok Multivariate Analysis of Environmental Factors Affecting Amphibian Community Structure in Lombok Island. 12, 147–154.
- Tahura Raden Soerjo.2020. <https://tahuraradensoorjo.or.id> diakses tanggal 10 juli 2022 pukul 12.26
- Tjong, D. H., Iskandar, D. T., & Gusman, D. (2011). Hubungan Filogenetik Spesies *Limnonectes* (Ranidae: Amphibia) Asal Sumatera Barat Dan Asal Asia Tenggara Berdasarkan Gen 16S Ribosomal Rna. *MAKARA of Science Series*, 14 (1). <https://doi.org/10.7454/mss.v14i1.463>
- Tjong, D. H., M. Matseu, M. Kuramoto, D. M. Belabut, Y. H. Sen, M. Nishioka and M. Sumida. 2007. Morphological Divergence, Reproductive Isolating Mechanism and Molecular Phylogenetic Relationship, Among Indonesia, Malaysia, and Japan Population of the *Fejervaria limnocharis* Complex (Anura, Ranidae). *Zoological Science* 24: 1197-1212.
- Toiba, H., Kusuma, B. A., Hartono, R., Laili, F., Fibrianingtyas, A., & Ambayo, M. A. (2019). Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Era Digital dan Uncertainty. *Buku Seminar Nasional Pembangunan Pertanian IV*, 1–327.
- Tri Rima Setyawati, M. S. J. (2018). Komposisi Jenis Katak (Anura) di Taman Nasional Gunung Palung, Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*, 7 (3), 97–110. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v7i3.29852>
- Triesita, N. I. P., Pratama, M. Y. A., Pahlevi, M. I., Jamaluddin, M. A., & Hanifa, B. F. (2016). Komposisi Amfibi Ordo Anura di Kawasan Wisata Air Terjun Ironggolo Kediri Sebagai Bio Indikator Alami Pencemaran Lingkungan. *Prosiding Semnas Hayati IV*, 46–52.
- Ukaogo, P. O., Ewuzie, U., & Onwuka, C. V. (2020). Environmental pollution: Causes, effects, and the remedies. In *Microorganisms for Sustainable Environment and Health*. INC. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819001-2.00021-8>
- Utari, S. N., Kusri, M. D., & Haneda, N. F. (2020). POTENSI KODOK BUDUK (*Duttaphrynus melanostictus* Schneider 1799) SEBAGAI PENGENDALI ALAMI HAMA DI DAERAH URBAN. *Media Konservasi*, 25 (1), 10–16. <https://doi.org/10.29244/medkon.25.1.10-16>

- Vairappan, dan M. Y. Hossman. 2016. "Unusually high genetic diversity in the Bornean *Limnonectes kuhlii*-like fanged frogs (Anura: Dicroglossidae)." *Molecular Phylogenetics and Evolution* 102:305–19.
- Varela, K., Brown, J. A., Lipton, B., Dunn, J., Stanek, D., Behravesh, C. B., Chapman, H., Conger, T. H., Vanover, T., Edling, T., Holzbauer, S., Lennox, A. M., Lindquist, S., Loerzel, S., Mehlenbacher, S., Mitchell, M., Murphy, M., Olsen, C. W., & Yager, C. M. (2022). A Review of Zoonotic Disease Threats to Pet Owners: A Compendium of Measures to Prevent Zoonotic Diseases Associated with Non-Traditional Pets: Rodents and Other Small Mammals, Reptiles, Amphibians, Backyard Poultry, and Other Selected Animals. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 22 (6), 303–360. <https://doi.org/10.1089/vbz.2022.0022>
- Vera, M. C., Ferretti, J. L., Abdala, V., & Cointry, G. R. (2020). Biomechanical properties of anuran long bones: correlations with locomotor modes and habitat use. *Journal of Anatomy*, 236 (6), 1112–1125. <https://doi.org/10.1111/joa.13161>
- Vijayakumar, S. P., Riya C. Menezes, Aditi Jayarajan, Kartik Shanker. 2016. Glaciations, gradients, and geography: multiple drivers of diversification of bush frogs in the Western Ghats Escarpment. *Proc. R. Soc.*10. 1098
- Vitt, L. J., and J. P. Caldwell. 2013. *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptils*. Fourth Edition. Amsterdam: Elsevier.
- 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. <https://doi.org/10.3897/rio.3.e20860>
- Wanda, I. F., Novarino, W., & Tjong, D. H. (2012). Jenis-Jenis Anura (Amphibia) Di Hutan Harapan, Jambi. *Jurnal Biologi Unand*, 1 (2).
- Wanda, I. F., Novarino, W., & Tjong, D. H. (2012). Jenis-Jenis Anura (Amphibia) Di Hutan Harapan, Jambi. *Jurnal Biologi Unand*, 1 (2).
- Weiskopf, S. R., Rubenstein, M. A., Crozier, L. G., Gaichas, S., Griffis, R., Halofsky, J. E., Hyde, K. J. W., Morelli, T. L., Morisette, J. T., Muñoz, R. C., Pershing, A. J., Peterson, D. L., Poudel, R., Staudinger, M. D., Sutton-Grier, A. E., Thompson, L., Vose, J., Weltzin, J. F., & Whyte, K. P. (2020). Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of the Total Environment*, 733 (137782). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137782>
- Widodo, D., Kristianto, S., Susilawaty, A., Armus, R., Sari, M., Chaerul, M., ... & Mastutie, F. (2021). *Ekologi dan Ilmu Lingkungan*. Yayasan Kita Menulis. malanG

- Wonosalamcitypark. 2022. <https://wonosalamcitypark.id/air-terjun-terpopuler-di-jombang/> diakses tanggal 3 oktober 2022 pukul 00.25
- Yani, A., & Said, S. dan erianto. (2015). Keanekaragaman Jenis Amfibi Ordo Anura Di Kawasan Hutan Lindung Gunung Semahung Kecamatan Sengah Temila Kabupaten Landak Kalimantan Barat Species Amphibians Diversity Ordo Anura in Gunung Semahung Protected Forest Areas Sengah Temila District Landak Regen. *Jurnal Hutan Lestari*, 3 (1), 15–20.
- Yanuerfa, F. M., Hariyanto, G., & Utami, J. (2012). *Buku Panduan Lapang Herpetofauna Taman Nasional Alas Purwo* (p. 67).
- Yona, D., Maharani, M. D., Cordova, M. R., Elvania, Y., & Dharmawan, I. W. E. (2020). Analisis Mikroplastik Di Insang Dan Saluran Pencernaan Ikan Karang Di Tiga Pulau Kecil Dan Terluar Papua, Indonesia: Kajian Awal. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12 (2), 497–507. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i2.25971>.
- Yudha, D. S., Eprilurahman, R., Asti, H. A., Azhar, H., Wisudhaningrum, N., Lestari, P., & Sujadi, I. (2019). Keanekaragaman katak dan kodok (Amphibia: Anura) di Suaka Margasatwa Paliyan, Gunungkidul, Yogyakarta. *Jurnal Biologi Udayana*, 23 (2), 59-67.
- Yudha, D.S; Eprilurahman, R.; Trijoko; Alawi, M. F.; Tarekat, A. (2015). Keanekaragaman Jenis Katak Dan Kodok (Ordo Anura) Di Sepanjang Sungai Opak Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Biologi*, 18 (2), 52–59.
- Zandalinas, S. I., Fritschi, F. B., & Mittler, R. (2021). Global Warming, Climate Change, and Environmental Pollution: Recipe for a Multifactorial Stress Combination Disaster. *Trends in Plant Science*, 26 (6), 588–599. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.02.011>
- Zeitler, E. F., Cecala, K. K., & McGrath, D. A. (2021). Carryover effects minimized the positive effects of treated wastewater on anuran development. *Journal of Environmental Management*, 289 (April), 112571. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112571>
- Zhelev, Z., Arnaudov, A. T., & Boyadzhiev, P. (2014). Colour polymorphism, sex ratio and age structure in the populations of *Pelophylax ridibundus* and *Pseudepidalea viridis* (Amphibia: Anura) from anthropogenically polluted biotopes in southern Bulgaria and their usage as bioindicators. *Trakia Journal of Sciences*, 12 (1), 1.
- Zug, G. R. 1993. *Herpetology: an introductory biology of Amfibians and reptils*.academic press. San diego california