

Bird Community in Vegetated Area in Manado City.

Komunitas Burung di Lahan Bervegetasi di Kota Manado

Muhammad Ibnu Yusan B. Marsaoly^{1*}, Johny Suwodjo Tasirin¹, Martina Agustina Langi¹

Program Studi Agronomi, Program Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

*Corresponding author:
mibny5nm@gmail.com

Manuscript received: 23 Sept 2025.
Revision accepted: 20 Oct. 2025.

Abstract: This study analyzed bird diversity and community structure across three habitat types in Manado City—urban areas, the Gunung Tumpa H.V. Worang Forest Park (TAHURA), and mangrove ecosystems. Bird surveys were conducted using 100-meter line transects from March to April 2025. Analyses included Shannon and Margalef indices, beta-diversity, K-Means clustering, logistic regression, and Principal Component Analysis (PCA). A total of 45 species from 26 families were recorded, with the highest diversity in TAHURA (33 species) and the lowest in Sparta Tikala Green Park (13 species). Shannon (1.28) and Margalef (12.95) indices indicated moderate diversity and high richness. Environmental factors such as illumination, noise, temperature, and humidity significantly affected bird distribution. High illumination and noise reduced diversity, whereas higher humidity increased it. PCA revealed that habitat differences were mainly influenced by anthropogenic disturbance and microclimatic conditions.

Keywords: Bird Community, Vegetated Land, Manado City

Abstrak. Penelitian ini menganalisis keanekaragaman dan struktur komunitas burung pada tiga tipe habitat di Kota Manado—kawasan urban, TAHURA Gunung Tumpa H.V. Worang, dan ekosistem mangrove. Pengamatan dilakukan dengan metode transek jalur (100 m) selama Maret–April 2025. Analisis menggunakan indeks Shannon, Margalef, beta-diversity, K-Means, regresi logistik, dan PCA. Tercatat 45 spesies dari 26 famili, dengan keanekaragaman tertinggi di TAHURA (33 spesies) dan terendah di RTH Sparta Tikala (13 spesies). Nilai Shannon sebesar 1,28 dan Margalef 12,95 menunjukkan keanekaragaman sedang dan kekayaan tinggi. Faktor lingkungan seperti iluminasi, kebisingan, suhu, dan kelembaban berpengaruh signifikan terhadap distribusi burung. Iluminasi dan kebisingan tinggi menurunkan keanekaragaman, sedangkan kelembaban tinggi meningkatkannya. PCA menunjukkan bahwa perbedaan habitat terutama dipengaruhi oleh faktor antropogenik dan iklim mikro.

Keywords: Komunitas Burung, Lahan Bervegetasi, Kota Manado.

PENDAHULUAN**Latar Belakang**

Burung merupakan salah satu komponen penting dalam ekosistem daratan yang memiliki peranan ekologis sebagai penyerbuk, penyebar biji, pengendali hama, dan indikator kualitas lingkungan. Keberadaan burung dalam suatu ekosistem mencerminkan kondisi ekologis suatu habitat, karena sebagian besar spesies burung sangat peka terhadap perubahan lingkungan. Menurut Koneri dan Saroyo (2012), keanekaragaman burung di suatu kawasan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan vegetasi, struktur tajuk, dan intensitas gangguan manusia. Kota Manado sebagai pusat pertumbuhan ekonomi dan

aktivitas manusia di Sulawesi Utara mengalami peningkatan alih fungsi lahan yang signifikan, dari kawasan hutan dan pesisir alami menjadi wilayah terbangun seperti permukiman, fasilitas wisata, dan ruang publik. Perubahan tersebut berdampak langsung pada pola distribusi, kelimpahan, dan keanekaragaman burung di kawasan ini.

Seiring perkembangan wilayah perkotaan, keberadaan ruang terbuka hijau (RTH) menjadi elemen penting untuk mempertahankan keanekaragaman hayati di tengah tekanan urbanisasi. RTH berfungsi sebagai habitat alternatif bagi satwa liar, termasuk burung, yang sebelumnya bergantung pada ekosistem alami. Namun,

perbedaan struktur vegetasi, kebisingan, dan tingkat aktivitas manusia menyebabkan variasi yang mencolok pada komunitas burung di tiap tipe habitat (Endah & Partasmita, 2015). Studi keanekaragaman burung di wilayah perkotaan menjadi penting tidak hanya untuk mengetahui kondisi ekologis tetapi juga sebagai dasar dalam perencanaan pengelolaan lingkungan perkotaan berbasis keanekaragaman hayati. Kawasan konservasi seperti Taman Hutan Raya (TAHURA) Gunung Tumpa H.V. Worang masih menyimpan tutupan vegetasi alami dengan struktur tajuk kompleks yang menjadi habitat bagi burung hutan primer maupun sekunder. Sebaliknya, kawasan pesisir seperti mangrove Bahowo menjadi habitat khas bagi burung air, burung pantai, dan beberapa spesies endemik pesisir Sulawesi. Di sisi lain, RTH Sparta Tikala yang berada di pusat Kota Manado mewakili kondisi lingkungan dengan tingkat kebisingan dan iluminasi tinggi akibat aktivitas kendaraan dan pencahayaan buatan pada malam hari. Ketiga kawasan tersebut secara ekologis merepresentasikan gradasi ekosistem dari alami hingga sangat terpengaruh manusia.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keanekaragaman jenis burung pada tiga tipe habitat yang berbeda, yaitu kawasan urban, Tahura Gunung Tumpa H.V. Worang, dan ekosistem mangrove, menganalisis hubungan antara pemanfaatan lahan dengan struktur komunitas burung, termasuk distribusi dan aktivitas burung disetiap tipe habitat serta mengevaluasi kondisi habitat yang mendukung kelimpahan dan keanekaragaman burung, serta menentukan faktor utama yang memengaruhi preferensi habitat burung.

Manfaat Penelitian

Menyediakan data ilmiah tentang keanekaragaman burung di kawasan urban, TAHURA, ekosistem mangrove yang dapat

menjadi referensi penelitian lanjutan tentang ekologi burung dan pengelolaan habitat, Memberikan rekomendasi pengelolaan ruang terbuka hijau di kawasan urban untuk meningkatkan daya dukung habitat bagi burung, serta memberikan potensi nilai tambah melalui ekowisata berbasis pengamatan burung di kawasan penelitian.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada Maret–April 2025 di tiga tipe habitat di Kota Manado: TAHURA Gunung Tumpa H.V. Worang (hutan konservasi), Ruang Terbuka Hijau Sparta Tikala (urban), dan Mangrove Bahowo (pesisir).

Jenis Data

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif, yang merupakan metode penelitian dengan menggunakan data numerik dan analisis statistik untuk menguji suatu hipotesis. Sugiyono (2016) menjelaskan bahwa penelitian kuantitatif merupakan metode yang digunakan untuk meneliti pada suatu populasi atau sampel tertentu dengan menggunakan teknik pengambilan data yang bersifat statistik atau kuantitatif dengan menguji hipotesis yang sudah ada.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian transek jalur (*line transect*) sepanjang 100 meter per titik pengamatan, dengan radius visual 100 meter dan audio 10 meter. Pengamatan dilakukan pagi dan sore selama satu bulan. Burung diidentifikasi berdasarkan pengamatan langsung dan suara, menggunakan panduan *Birds of the Indonesian Archipelago* dan *Software Xano Canto*.

Analisis Data

Parameter lingkungan yang diukur meliputi suhu udara, kelembaban, intensitas cahaya, dan tingkat kebisingan. Analisis data mencakup indeks Shannon-Wiener

(H'), Margalef (Da), dan kesamaan komunitas Bray-Curtis (B'). Analisis statistik dilakukan menggunakan PCA dan K-Means untuk mengidentifikasi faktor dominan yang memengaruhi distribusi spesies, serta uji ANOVA dan regresi logistik untuk menguji pengaruh faktor lingkungan terhadap keanekaragaman burung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

RTH Sparta Tikala merupakan ruang terbuka hijau di pusat Kota Manado yang berfungsi sebagai area rekreasi, olahraga, dan kegiatan budaya. Vegetasinya terdiri atas pepohonan peneduh, semak, tanaman hias, dan hamparan rumput, yang mendukung spesies burung generalis adaptif terhadap lingkungan urban (Indrawan *et al.*, 2007; Rembet *et al.*, 2021). Taman Hutan Raya (TAHURA) Gunung Tumpa H.V. Worang, seluas ± 214 hektar dengan ketinggian 0–623 mdpl, merupakan kawasan konservasi berhutan sekunder dan alami yang mendukung keberadaan burung spesialis hutan tropis (Koneri & Saroyo, 2012). Sementara itu, ekosistem Mangrove Bahowo di pesisir Kecamatan Bunaken didominasi oleh *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp., dan *Sonneratia* sp.. Kawasan ini berfungsi sebagai pelindung pantai dan habitat penting bagi burung air, pantai, serta migran, sekaligus dikembangkan sebagai

destinasi ekowisata berbasis masyarakat (Kambey *et al.*, 2019).

Keanekaragaman Jenis Burung di Tiga Tipe Habitat

Hasil pengamatan komunitas burung di lahan bervegetasi di kota Manado yang diantaranya Ruang Terbuka Hijau (RTH) Taman Sparta Tikala, Taman Hutan Raya (TAHURA) Gunung Tumpa H.V. Worang dan Ekosistem Mangrove Bahowo terdiri dari 45 jenis burung dari 26 famili (Tabel 1). Pengamatan yang dilakukan di RTH Taman Sparta Tikala terdapat 13 jenis burung dari 10 famili. Jenis dari famili Apodidae dan Sturnidae merupakan famili yang banyak teramati dan tercatat selama pengamatan (2 jenis). Pada lokasi TAHURA Gn. Tumpa H.V. Worang terdapat 33 jenis burung dari 21 famili. Jenis dari famili Cuculidae merupakan famili yang paling banyak teramati dan tercatat selama pengamatan diantaranya yaitu sebanyak 5 jenis. Tingginya kekayaan jenis ini juga diperkuat dengan ditemukannya 15 jenis burung endemik Sulawesi di TAHURA, dan nilainya sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya di kawasan tersebut (Sumbaluwu, 2020). Terdapat 14 jenis burung dari 11 famili yang ditemukan dari hasil pengamatan di ekosistem mangrove Bahowo. *Columbidae* dan *Cuculidae* merupakan famili yang dominan ditemukan yaitu 2 jenis dari tiap famili.

Table 1. Data Selection and Inclusion Criteria

Family	Species	R	T	M
Accipitridae	<i>Haliastur indus</i>		3	
Accipitridae	<i>Ichthyophaga leucogaster</i>		2	
Accipitridae	<i>Spilornis rufipectus</i>		1	
Alcedinidae	<i>Todiramphus chloris</i>		72	87
Alcedinidae	<i>Pelargopsis melanorhyncha</i>			43
Apodidae	<i>Aerodramus sororum</i>	21	6	
Apodidae	<i>Collocalia esculenta</i>	232	95	78
Ardeidae	<i>Egretta sacra</i>	1	1	9
Ardeidae	<i>Ardea ibis</i>	7		
Bucerotidae	<i>Rhyticeros cassidix</i>		3	
Bucerotidae	<i>Rhabdotorrhinus exarhatus</i>		5	
Campephagidae	<i>Coracina leucopygia</i>			30
Charadriidae	<i>Anarhynchus leschenaultii</i>			9

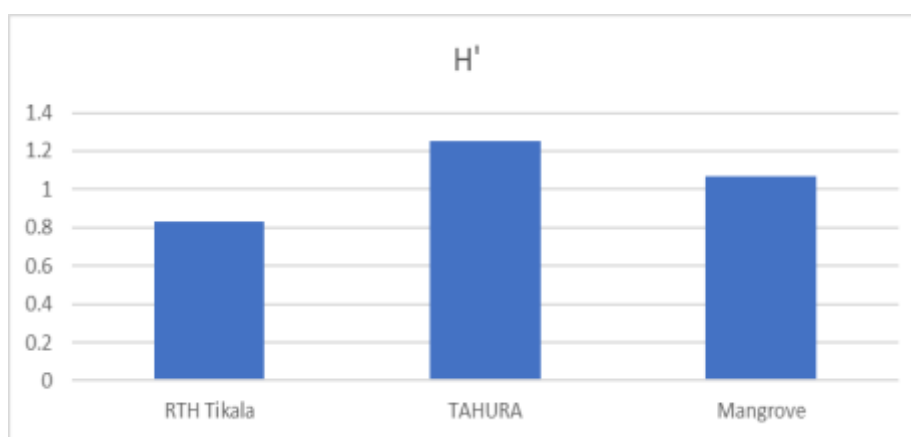
<i>Columbidae</i>	<i>Turacoena manadensis</i>	32		
<i>Columbidae</i>	<i>Ducula aenea</i>	60		
<i>Columbidae</i>	<i>Ducula bicolor</i>			59
<i>Columbidae</i>	<i>Geopelia striata</i>	169		120
<i>Columbidae</i>	<i>Ptilinopus melanospilus</i>		87	
<i>Corvidae</i>	<i>Corvus celebensis</i>		32	58
<i>Cuculidae</i>	<i>Centropus bengalensis</i>		38	31
<i>Cuculidae</i>	<i>Centropus celebensis</i>		1	
<i>Cuculidae</i>	<i>Rhamphococcyx calyphorhyncus</i>		19	
<i>Cuculidae</i>	<i>Surniculus lugubris</i>		13	
<i>Cuculidae</i>	<i>Eudynamis melanorhyncus</i>		18	39
<i>Dicaeidae</i>	<i>Dicaeum aureolimbatus</i>		17	
<i>Dicaeidae</i>	<i>Dicaeum celebicum</i>		10	
<i>Dicruridae</i>	<i>Dicrurus montanus</i>		86	
<i>Estrildidae</i>	<i>Lonchura atricapilla</i>	29		
<i>Hirundinidae</i>	<i>Hirundo javanica</i>	53	47	73
<i>Meropidae</i>	<i>Meropogon forsteni</i>		5	
<i>Nectariniidae</i>	<i>Leptocoma aspasia</i>			61
<i>Nectariniidae</i>	<i>Anthreptes malacensis</i>		6	
<i>Nectariniidae</i>	<i>Cinnyris ornatus</i>	32	13	
<i>Oriolidae</i>	<i>Oriolus chinensis</i>		20	
<i>Pandionidae</i>	<i>Pandion haliaetus</i>		1	
<i>Passeridae</i>	<i>Passer montanus</i>	193		
<i>Phasianidae</i>	<i>Gallus gallus</i>		1	
<i>Picidae</i>	<i>Dryocopus fulvus</i>		3	
<i>Pittidae</i>	<i>Erythropitta celebensis</i>		1	
<i>Pycnonotidae</i>	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	206	79	29
<i>Rallidae</i>	<i>Gallirallus torquatus</i>		16	
<i>Sturnidae</i>	<i>Scissirostrum dubium</i>		17	
<i>Sturnidae</i>	<i>Acridotheres javanicus</i>	7		
<i>Sturnidae</i>	<i>Aplonis panayensis</i>	9		
<i>Zosteropidae</i>	<i>Zosterops japonicus</i>	6		
Jumlah		45		

Hasil analisis menggunakan *Shannon diversity* menunjukkan bahwa secara keseluruhan lokasi pengamatan memiliki nilai keanekaragaman yang sedang yaitu 1,28. Indeks keanekaragaman yang diperoleh pada dua titik pengamatan yakni TAHURA dan Mangrove tergolong dalam kategori $1 \leq H' < 2$ (sedang) (Gambar 1). Sedangkan nilai indeks dari RTH Taman Sparta Tikala tergolong dalam kategori $H' < 1$ (rendah). Variasi nilai menunjukan bahwa TAHURA Gn. Tumpa H.V Worang memiliki nilai indeks keanekaragaman tertinggi yaitu 1,25, Kawasan ekosistem mangrove dengan nilai 1,07 dan RTH Taman Sparta Tikala memiliki nilai terendah yaitu 0,83. Sumbaluwu (2020)

dalam temuannya juga menyebutkan bahwa hasil indeks *Shannon Diversity* pada kawasan TAHURA Gn. Tumpa H.V Worang memiliki nilai indeks yang tinggi yaitu 3,01. Ekosistem mangrove Bahowo merupakan wilayah estuari yaitu wilayah perairan semi-tertutup yang menunjang ketersediaan pakan burung. Howes et al. (2003) dalam jurnalnya menyebutkan bahwa kawasan ekosistem mangrove adalah habitat penting bagi sebagian besar burung air yang kerap mencari makan dengan jumlah yang banyak disebabkan adanya genangan air yang berlumpur pada mangrove. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman burung di kawasan bervegetasi Kota Manado tergolong sedang

dengan nilai indeks Shannon-Wiener yaitu 1,28 (1,3). Nilai ini relatif sebanding dengan hasil penelitian di Kota Bogor oleh Utama & Nurvianto (2022), yang melaporkan indeks keanekaragaman berkisar antara 1,0–1,8 pada kawasan perkotaan Yogyakarta. Penelitian serupa oleh Yang *et al.* (2020) di taman kota Nanjing, Tiongkok, juga menunjukkan bahwa taman berukuran kecil di pusat kota memiliki nilai H' sekitar 1,2–1,5. Persamaan ini mengindikasikan bahwa kawasan urban pesisir dengan heterogenitas vegetasi tinggi mampu mendukung komunitas burung yang beragam meskipun berada di tengah tekanan aktivitas manusia.

Sementara itu, studi di Kota Fuzhou, China oleh Zhang *et al.* (2021) yang mengevaluasi keanekaragaman burung pada lima taman pegunungan perkotaan memperlihatkan pola yang berbeda. Meskipun aktivitas manusia dan tingkat urbanisasi tinggi, keanekaragaman burung di kelima taman kota mencapai indeks 3,5, lebih tinggi dari Manado. Perbedaan ini menunjukkan kompleksitas struktur vegetasi dan konektivitas ekologis antar habitat alami berperan besar dalam mempertahankan komunitas burung yang beragam, bahkan di tengah lingkungan perkotaan yang padat.



Gambar 1. Indeks shannon diversity di tiga titik pengamatan

Berdasarkan hasil perhitungan indeks kekayaan jenis (*Margalef index*) diperoleh nilai kekayaan jenis (D_a) pada Komunitas burung di lahan bervegetasi di kota Manado sebesar 12,95 (sangat tinggi). Nilai kekayaan jenis yang tinggi menunjukkan bahwa adanya ketersediaan pakan bagi burung yang terpenuhi serta keberadaannya masih melimpah (Mulyani, *et al.*, 2013). TAHURA Gn. Tumpa H.V Worang memiliki nilai indeks kekayaan tertinggi yaitu 11,01 dibandingkan dengan kedua titik pengamatan lainnya yang masing-masing memiliki nilai indeks kekayaan 4,54 untuk kawasan ekosistem mangrove dan 4,02 pada area RTH Taman Sparta Tikala (Gambar 2). TAHURA Gn. Tumpa H.V. Worang menunjukkan keanekaragaman dan kekayaan jenis paling tinggi,

mencerminkan habitat yang lebih kompleks dan alami. Sebaliknya, RTH Taman Sparta Tikala yang terbangun dan bising memiliki keanekaragaman jenis paling rendah.

Hubungan Pemanfaatan Lahan dan Struktur Komunitas Burung

Kelimpahan relatif jenis burung adalah nilai presentase dari jumlah individu jenis burung yang teramati selama penelitian berlangsung. Spesies yang dominan dan tidak dominan pada titik pengamatan adalah nilai dari kelimpahan relatif (Puasa, 2018). *Collocalia esculenta* merupakan jenis burung yang melimpah pada keseluruhan lokasi pengamatan yaitu 16,18%. Hasil analisis data pada RTH Taman Sparta Tikala menunjukkan bahwa spesies yang paling melimpah adalah *Pycnonotus aurigaster* dengan presentase

21,30%. Sedangkan kelimpahan relatif terendah yaitu *Egretta sacra* dengan presentase 0,10%. Pada beberapa kawasan perkotaan lain seperti Taman Berkat Manado memiliki nilai kelimpahan relatif yang berbeda dibandingkan dengan RTH Taman Sparta Tikala. Spesies yang melimpah di Taman Berkat Manado adalah *Passer montanus* yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi 29,52%. Sedangkan kelimpahan relatif terendah yaitu *Falco moluccensis*, *Todiramphus chloris*, *Todiramphus sanctus*, *Haliastur indus* dan *Butorides striatus* dengan nilai kelimpahan relatif 1,3% (Puasa, 2018). Spesies dengan nilai kelimpahan relatif tertinggi pada titik pengamatan TAHURA Gn. Tumpa H.V Worang adalah *Collocalia esculenta* dengan nilai presentase 11,77%. Hasil yang sama juga ditemukan oleh Sumbaluwu (2020) dalam penelitiannya yang menyebutkan bahwa jenis *Collocalia esculenta* adalah jenis yang memiliki nilai kelimpahan relatif tertinggi yaitu 21,04%. Burung dengan kelimpahan relatif terendah yaitu *Gallus gallus*, *Centropus celebensis*, *Spilornis rufipectus*, *Pandion haliaetus*, *Egretta sacra* dan *Erythropitta celebensis* dengan nilai 0,10%. Pada titik pengamatan

ekosistem mangrove, *Geopelia striata* memiliki nilai kelimpahan relatif tertinggi dengan nilai 16,46%. Sedangkan nilai kelimpahan relatif terendah adalah *Anarhynchus leschenaultia* yaitu 1,23%. Terdapat tiga spesies yang paling mendominasi pada masing-masing tipe habitat diantaranya *Collocalia esculenta* yang mendominasi di ketiga tipe habitat, *Pycnonotus aurigaster* yang mendominasi area RTH Taman Sparta Tikala, dan *Geopelia striata* yang mendominasi ekosistem mangrove Bahowo.

Indeks kesamaan tertinggi pada perbandingan RTH Taman Sparta Tikala dan Ekosistem Mangrove Bahowo adalah 0,76. Perbandingan antara TAHURA Gn. Tumpa H.V Worang dan Ekosistem Mangrove memiliki nilai 0,71. Sedangkan nilai terendah yang didapat adalah 0,67 pada perbandingan RTH Taman Sparta Tikala dan TAHURA Gn. Tumpa H.V Worang (Gambar 3). Dari hasil diatas menunjukkan nilai untuk kesamaan jenis pada ketiga titik pengamatan berbeda. Hal ini dikarenakan perbedaan tutupan vegetasi serta adanya aktivitas manusia yang menyebabkan hanya ditemukannya jenis yang sama pada beberapa lokasi.

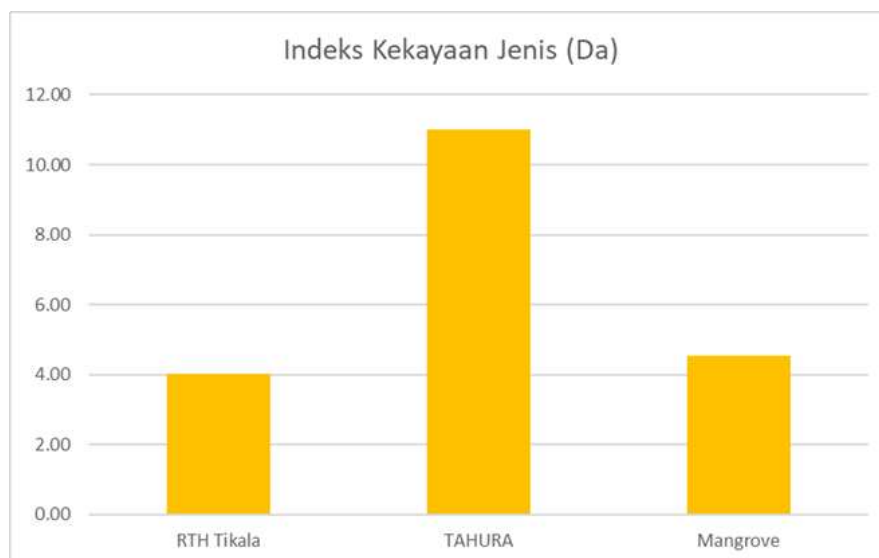
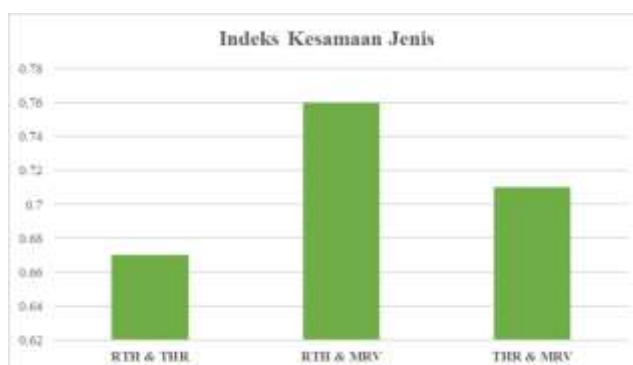


Figure 1. Analyzed Articles Descriptive Result



Gambar 3. Nilai indeks kesamaan jenis komunitas burung di lahan bervegetasi di kota Manado

Evaluasi Faktor Habitat yang Mempengaruhi Preferensi Burung

Cluster Analysis (K-Means Clustering)

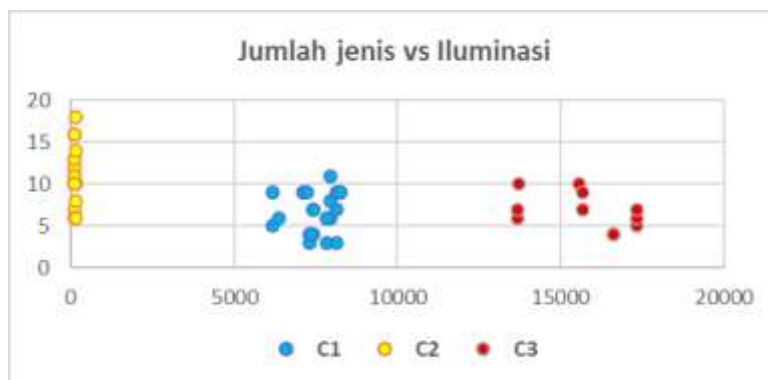
Jumlah Jenis Burung vs Iluminasi

Analisis K-Means Clustering dilakukan untuk mengelompokkan 54 segmen waktu pengamatan berdasarkan nilai iluminasi (Lux). Hasil analisis menunjukkan bahwa data terbagi ke dalam tiga kluster utama dengan karakteristik intensitas cahaya berbeda-beda (Tabel 2). Pada kluster satu tingkat pencahayaan sedang hingga tinggi, kluster dua pencahayaan sangat rendah, sedangkan kluster tiga tingkat pencahayaan yang sangat rendah (Gambar 4). Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai F sebesar

1464,014 dengan tingkat signifikansi $p < 0,001$, yang mengindikasikan bahwa adanya perbedaan pencahayaan antar kluster adalah signifikan secara statistik. Kluster satu dan tiga adalah RTH Taman Sparta Tikala dan Ekosistem yang memiliki kesamaan jenis seperti *Collocalia esculenta*, *Passer montanus* dan *Pycnonotus aurigaster*. TAHURA Gn. Tumpa H.V Worang tergolong dalam kluster dua yang memiliki nilai iluminasi rendah. Terdapat beberapa spesies yang menghuni kluster dua antara lain spesies predator seperti Elang bondol, Elang-ular Sulawesi, Walik kembang, Merpati-hitam Sulawesi, Julang Sulawesi dan Kangkareng Sulawesi.

Tabel 2. Nilai pusat kluster akhir berdasarkan iluminasi

Kluster	Rata-rata Iluminasi	Segmen Waktu
1	7.536	24
2	119	18
3	15.822	12
Jumlah		



Gambar 4. Penyebaran jumlah jenis pada tiap kluster

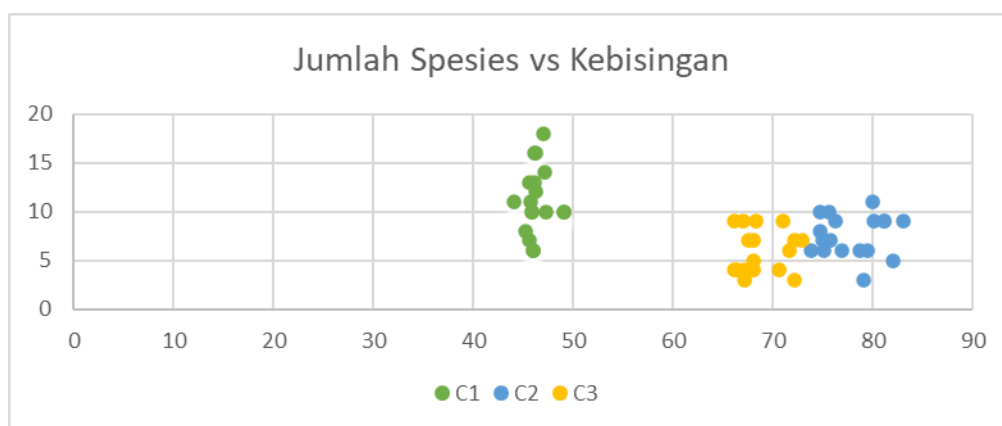
Jumlah Jenis vs Kebisingan

Hasil analisis menunjukkan bahwa data terbagi ke dalam tiga kluster utama berdasarkan tingkat kebisingan (Tabel 3). Kluster satu merepresentasikan titik pengamatan dengan kebisingan yang rendah, kluster dua menunjukkan tingkat kebisingan yang tinggi, sedangkan pada kluster tiga merupakan titik pengamatan dengan kebisingan yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa adanya variasi lingkungan akustik antar titik pengamatan. Titik pengamatan yang tergolong dalam kluster kebisingan rendah (kluster 1) cenderung memiliki jumlah spesies burung yang lebih tinggi dan stabil dibandingkan lokasi pada kluster dua dan tiga yang diduga mengalami penurunan keanekaragaman akibat kebisingan. Sementara itu, titik pengamatan pada kluster kebisingan tinggi (kluster 2) menunjukkan penurunan jumlah spesies yang cukup signifikan. Sedangkan pada kluster tiga (kebisingan sedang)

menunjukkan pola jumlah spesies yang lebih bervariasi namun umumnya tidak setinggi kluster satu (Gambar 5). Uji ANOVA menghasilkan nilai $F = 932,487$ dengan signifikansi $p < 0,001$. TAHURA Gn. Tumpa H.V Worang tergolong dalam kluster satu, dihuni oleh spesies pada vegetasi tertutup yaitu *Corvus celebensis*, *Scissirostrum dubium*, *Rhyticeros cassidix*, *Rhamphococcyx calyrorhynchus*, *Rhabdotorrhinus exarhatus*. Pada RTH Taman Sparta Tikala dan Ekosistem Mangrove Bahowo (kluster 2 & 3) yaitu *Lonchura atricapilla*, *Centropus bengalensis*, *Leptocoma Aspasia*, *Cinnyris ornatus*, *Todiramphus chloris*, *Anarhynchus leschenaultia*, *Pycnonotus aurigaster*, *Corvus celebensis*, *Passer montanus*, *Zosterops japonicus*. Berdasarkan hasil yang didapat menunjukkan bahwa tingkat kebisingan pada lingkungan dapat mempengaruhi jumlah spesies komunitas burung di suatu lokasi.

Tabel 3. Nilai pusat kluster akhir berdasarkan kebisingan

Kluster	Rata-rata SPL	Segmen Waktu	Karakteristik
1	46,33	18	Rendah
2	77,88	18	Tinggi
3	68,78	18	Sedang



Gambar 5. Pola distribusi jumlah spesies berdasarkan tingkat kebisingan

Jumlah Jenis vs Temperatur

Analisis K-Means Clustering dilakukan terhadap 54 segmen waktu pengamatan berdasarkan variabel suhu udara (Tabel 4). Hasil analisis

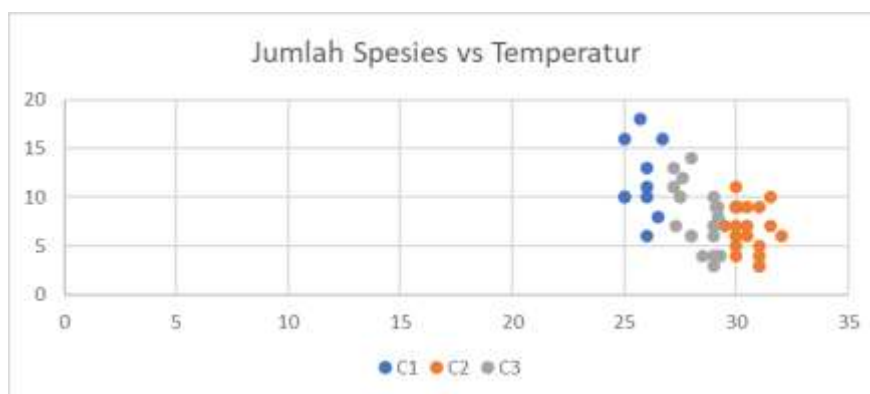
menunjukkan bahwa RTH Tikala dan Mangrove (kluster 2) merupakan lokasi dengan suhu yang tinggi. TAHURA, RTH Tikala dan sebagian ekosistem Mangrove (kluster 3) memiliki suhu dengan sedang.

Sedangkan klaster satu yang memiliki suhu relatif rendah adalah titik pengamatan TAHURA dan RTH Tikala (Gambar 6). Jumlah spesies komunitas burung cenderung lebih tinggi pada lokasi titik pengamatan dengan suhu rendah hingga sedang. Uji ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 164,597 dengan tingkat signifikansi $p < 0,001$, menunjukkan bahwa rata-rata suhu antar klaster berbeda secara signifikan. Pada klaster satu yang memiliki nilai suhu rendah ditemukan sebanyak 34 jenis burung, beberapa diantaranya yaitu *Gallus gallus*, *Centropus celebensis*, *Rhamphococcyx calyborhynchus*, *Rhabdotorrhinus exarhatus*, *Rhyticeros*

cassidix, *Haliastur indus*, *Pandion haliatus* dan *Spilornis rufipectus*. Klaster dua dengan suhu yang tinggi memiliki jumlah jenis relatif sedikit yaitu berjumlah 22 jenis, diantaranya urban dan atau area semi-terbuka: *Pycnonotus aurigaster*, *Hirundo javanica*, *Ducula bicolor*, *Aplonis panayensis*, *Passer montanus* dan *Todiramphus chloris*. Untuk klaster tiga dengan nilai suhu sedang, memiliki jumlah jenis burung yang relatif sama dengan klaster satu yaitu sebanyak 35 jenis. Berdasarkan hasil di atas memperkuat pemahaman bahwa burung memiliki preferensi suhu tertentu untuk beraktivitas dan bertahan hidup.

Figure 3. Term Frequency Trends

Klaster	Rata-rata suhu (°C)	Segmen Waktu	Karakteristik
1	25,8	10	Rendah
2	30,5	23	Tinggi
3	28,4	21	Sedang



Gambar 6. Pola distribusi jumlah spesies berdasarkan temperatur

Jumlah Jenis vs Kelembaban Relatif

Analisis K-Means Clustering dilakukan terhadap 54 segmen waktu pengamatan berdasarkan kelembaban relatif (Tabel 5). Pada TAHURA, ekosistem Mangrove dan sebagian dari RTH Tikala (klaster 2) merupakan kelompok terbesar dengan tingkat kelembaban yang tinggi. Pada RTH Tikala dan ekosistem Mangrove (klaster 1 & 3) memiliki tingkat kelembaban yang sedang hingga rendah. Hubungan antara kelembaban dengan

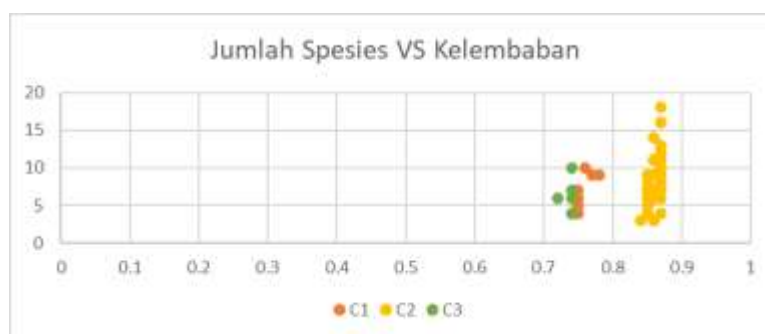
jumlah spesies burung menjadikan sebagian besar titik pengamatan berada dalam klaster dengan kelembaban yang tinggi sehingga ditemukan banyaknya variasi dari jumlah spesies komunitas burung (Gambar 7). Ditemukan 19 jenis pada klaster satu dan 16 jenis pada klaster tiga, yang 13 diantaranya memiliki jenis yang sama beberapa diantaranya ialah *Aerodramus sororum*, *Aplonis panayensis*, *Centropus bengalensis*, *Cinnyris ornatus*, *Collocalia esculenta*, *Corvus celebensis*, *Ducula*

bicolor. Pada klaster dua ditemukan sebanyak 45 jenis beberapa diantaranya yaitu *Rhabdotorrhinus exarhatus*, *Rhyticeros cassidix*, *Rhamphococcyx calyrorhyncus*, *Ducula aenea*, *Dicrurus montanus*, *Spilornis rufipectus* dan *Haliastur indus*. Hasil di atas mengindikasikan bahwa adanya

kelembaban yang tinggi dapat mendukung aktivitas dan keberadaan burung pada lingkungannya. Uji ANOVA terhadap nilai RH antar klaster menghasilkan nilai F sebesar 726,696 dengan tingkat signifikansi $p < 0,001$, menunjukkan adanya perbedaan kelembaban yang signifikan.

Table 3. Correlation and Significance of Keyword Relationships

Klaster	Rata-rata Kelembaban (RH)	Segmen Waktu	Karakteristik
1	76%	7	Sedang
2	86%	41	Tinggi
3	74%	6	Rendah



Gambar 7. Pola sebaran jumlah spesies burung berdasarkan kelembaban

Nilai Margalef vs Iluminasi

Berdasarkan hasil analisis data lapangan menunjukkan bahwa terdapat tiga klaster utama dengan pencahayaan yang berbeda. Hasil klaster menunjukkan pola ekologis yang menarik. Klaster dengan intensitas cahaya rendah (klaster 2) cenderung berasosiasi dengan nilai indeks keanekaragaman (*Margalef index*) yang bervariasi namun memiliki kecenderungan mendukung spesies burung yang sensitif terhadap gangguan cahaya seperti burung hutan *Ducula aenea*, *Ptilinopus melanospilus* dan *Turacoena manadensis* serta burung kecil yang membutuhkan habitat teduh dan rimbun seperti *Dicaeum celebicum*, *Dicaeum aureolimbatum* dan *Anthrepts malacensis*. Pada klaster dengan tingkat pencahayaan yang tinggi (klaster 3) dapat mendukung spesies generalis atau spesies yang telah beradaptasi dalam berbagai kondisi lingkungan seperti

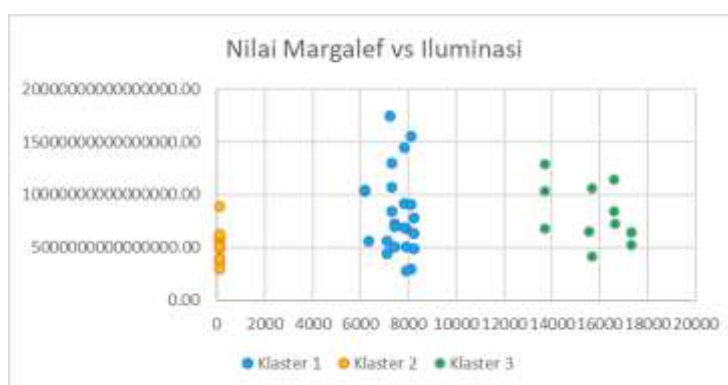
kawasan urban antara lain spesies *Lonchura atricapilla*, *Passer montanus* dan *Geopelia striata*. Sedangkan pada klaster satu yang memiliki tingkat pencahayaan sedang, cenderung memiliki nilai Da yang sama dengan klaster tiga. Hal ini menunjukkan bahwa pencahayaan merupakan faktor lingkungan yang efektif untuk mengelompokkan komunitas hayati, khususnya pada skala bentang alam urban (Gambar 8).

Nilai Margalef vs Kebisingan

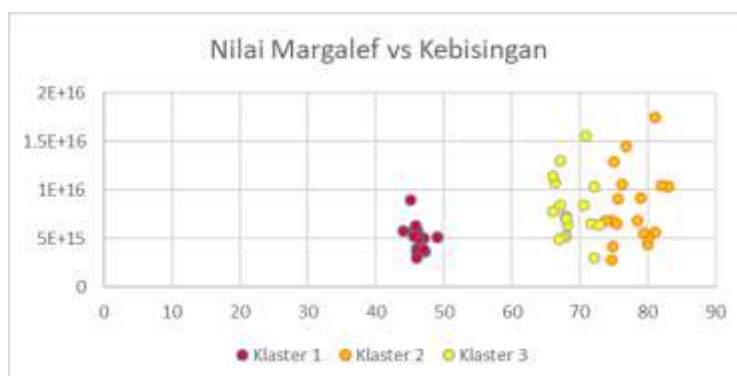
Hasil analisis K-Means Clustering yang dilakukan pada 54 segmen waktu pengamatan dengan menggunakan variabel tingkat kebisingan lingkungan (SPL) menunjukkan bahwa data dikelompokkan menjadi tiga klaster. Berdasarkan pola penyebaran nilai Da (Gambar 9) menunjukkan bahwa pada lokasi dengan kebisingan rendah (klaster 1) umumnya

memiliki tingkat keanekaragaman komunitas spesies burung yang tinggi. Uji Anova (Tabel 20) menghasilkan nilai $F = 932,487$ dengan signifikansi $p < 0,001$, yang menunjukkan bahwa perbedaan tingkat kebisingan antar klaster bersifat signifikan secara statistik. Pada titik pengamatan dengan tingkat kebisingan yang tinggi (klaster 2) cenderung memiliki nilai D_a yang rendah dan menunjukkan fluktuasi yang cukup besar. Adanya gangguan yang bersumber dari aktivitas manusia atau kendaraan dapat mempengaruhi gangguan komunikasi vokal burung yang digunakan

untuk pertahanan teritorial maupun aktivitas reproduksi. Hal tersebut diperkuat oleh Tryjanowski *et al.* (2016), yang menyatakan bahwa polusi suara secara signifikan menjelaskan variasi komposisi spesies di lingkungan urban. Pada klaster tiga dengan tingkat kebisingan sedang, memiliki nilai D_a yang menunjukkan keanekaragaman yang luas. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian spesies mampu beradaptasi dengan lingkungan namun tidak sedikit juga yang dapat bertahan.



Gambar 8. Pola sebaran nilai indeks Margalef berdasarkan iluminasi



Gambar 9. Pola sebaran nilai indeks Margalef berdasarkan kebisingan

Nilai Margalef vs Temperatur

Berdasarkan hasil analisis data lapangan menunjukkan bahwa terdapat tiga klaster utama pada 54 segmen waktu pengamatan. Pada klaster dua dengan nilai suhu yang lebih tinggi memperlihatkan adanya penurunan keanekaragaman spesies komunitas (Gambar 10). Tekanan suhu yang tinggi memungkinkan hanya terdapat beberapa spesies yang mampu beradaptasi.

Klaster tiga yang mencerminkan rentang suhu sedang, menunjukkan nilai D_a yang relatif stabil. Hasil analisis ANOVA (Tabel 22) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan dalam nilai suhu antar klaster, dengan nilai $F = 164,597$ dan tingkat signifikansi $p < 0,001$.

Nilai Margalef vs Kelembaban Relatif

Hasil analisis pada data yang didapat menghasilkan tiga kluster utama. Pada kluster dua dengan nilai kelembaban tinggi yaitu 0,76 menunjukkan nilai indeks Margalef (Da) yang relatif tinggi. Pada kelompok dengan kelembaban menengah (kluster 1), nilai indeks Margalef (Da) cenderung berada pada tingkat sedang hingga tinggi, namun tidak merata dibandingkan kluster dengan kelembaban yang tinggi. Kluster tiga dengan kelembaban rendah menunjukkan nilai Da yang cenderung rendah. Hal ini

menandakan adanya penurunan keanekaragaman spesies burung (Gambar 11). Lingkungan dengan RH rendah sering kali bersifat lebih kering, panas, dan memiliki tingkat evaporasi yang tinggi. Komunitas burung yang terbentuk pada kluster ini lebih homogen dan terdiri dari spesies generalis atau yang dapat toleran terhadap lingkungan yang kering contohnya yaitu *Passer montanus*, *Pycnonotus aurigaster*, *Collocalia esculenta*, *Aeridramus vanikorensis* dan *Lonchura atricapilla*.



Gambar 10. Pola sebaran nilai indeks margalef berdasarkan temperatur



Gambar 11. Pola sebaran nilai indeks margalef berdasarkan kelembaban relative

Analisi Regresi Logistik Multivariat dan Principal Component Analysis (PCA)

Tabel 6. Hasil Analisis Regresi Logistik Multivariat

Variabel	Koefisien β	SE	Wald	Sig. (p)	Exp β
Tutupan vegetasi (%)	0.32	0.12	7.16	0.009	1.38
Kebisingan (dB)	-0.27	0.10	6.84	0.011	0.76
Suhu udara (°C)	0.05	0.08	0.35	0.554	1.05
Kelembaban (%)	0.04	0.06	0.41	0.523	1.04
Jarak sumber air (m)	-0.02	0.07	0.10	0.747	0.98
Konstanta	-1.73	0.60	8.33	0.004	-

Hasil analisis regresi logistik menunjukkan bahwa dua variabel lingkungan utama yang berpengaruh signifikan terhadap kehadiran spesies burung adalah tutupan vegetasi dan tingkat kebisingan. Model logistik yang dihasilkan memiliki nilai Nagelkerke R^2 sebesar 0,43, yang berarti sekitar 43% variasi kehadiran burung dapat dijelaskan oleh faktor lingkungan dalam model ini (Tabel 6). Model regresi logistik memperlihatkan bahwa tutupan vegetasi berpengaruh positif signifikan ($p < 0,01$) terhadap peluang kehadiran burung, sedangkan kebisingan berpengaruh negatif signifikan ($p < 0,05$). Artinya, semakin tinggi persentase tutupan vegetasi di suatu lokasi, semakin besar peluang ditemukannya spesies burung. Sebaliknya, meningkatnya tingkat kebisingan menurunkan kemungkinan kehadiran burung secara nyata. Secara ekologis, hasil ini sejalan dengan penelitian di Makassar Bogor (Utama & Nurvianto, 2022) dan Nanjiang, Tiongkok (Yang *et al.*, 2020) yang melaporkan bahwa struktur vegetasi yang kompleks dan rendahnya gangguan suara merupakan faktor utama yang mendukung kelimpahan burung di kawasan urban. Temuan ini menegaskan

pentingnya peningkatan kualitas vegetasi dan pengendalian kebisingan sebagai strategi pengelolaan ruang hijau di Kota Manado untuk mempertahankan keanekaragaman burung urban. Sementara itu, analisis PCA (Tabel 7) mengonfirmasi bahwa komponen utama yang menjelaskan variasi antar habitat dikendalikan oleh kombinasi faktor gangguan manusia (iluminasi + kebisingan) dan mikroklimat alami (suhu + kelembaban). TAHURA sebagai habitat alami menempati spektrum yang berlawanan dengan RTH Tikala, yang lebih tertekan oleh kondisi antropogenik. Secara keseluruhan, hasil PCA memperlihatkan pola pemisahan habitat berdasarkan dua faktor utama, yaitu faktor antropogenik (iluminasi dan kebisingan) yang mendominasi perbedaan antara RTH dengan habitat lainnya, serta faktor mikroklimat (suhu dan kelembaban) yang menjadi penentu karakteristik habitat alami seperti TAHURA. Dengan demikian, PCA berhasil mengidentifikasi bahwa masing-masing tipe habitat memiliki kondisi lingkungan yang khas, yang berimplikasi terhadap struktur komunitas biota yang berasosiasi di dalamnya.

Tabel 7. Principal Component Analysis

Variabel	PC1	PC2
Iluminasi	0.500	0.490
Kebisingan	0.467	-0.842
Suhu	0.520	0.075
Kelembaban	-0.512	-0.214

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa komunitas burung di lahan bervegetasi Kota Manado memiliki keanekaragaman yang sedang (indeks Shannon = 1,28) dengan kekayaan jenis sangat tinggi (indeks Margalef = 12,95), mencakup total 45 jenis burung dari 26 famili. Tingkat

keanekaragaman tertinggi ditemukan di TAHURA (33 spesies), sedangkan terendah berada pada RTH Sparta Tikala (13 spesies). Pola dominasi spesies bervariasi antarhabitat, dengan *Collocalia esculenta* (16,18%) paling melimpah secara keseluruhan. Secara spesifik, *Pycnonotus aurigaster* (21,20%) mendominasi RTH Tikala, sementara *Geopelia striata* (16,46%) dominan pada ekosistem

Mangrove. Nilai indeks kesamaan Bray-Curtis menegaskan perbedaan ini, dengan kesamaan tertinggi pada perbandingan RTH Tikala dan Mangrove (0,76) dan kesamaan terendah antara RTH Tikala dan TAHURA (0,67). Analisis ekologi lebih lanjut mengidentifikasi bahwa faktor lingkungan memiliki peran signifikan, di mana iluminasi, kebisingan, dan suhu tinggi terbukti menurunkan keanekaragaman, sementara kelembaban tinggi memiliki pengaruh positif. Analisis regresi logistik dan PCA menegaskan bahwa perbedaan habitat dipengaruhi kuat oleh faktor antropogenik (iluminasi dan kebisingan) dan kondisi iklim. Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan cahaya, kebisingan, suhu, dan kelembaban dalam upaya konservasi komunitas burung di kawasan urban maupun semi-urban.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi ilmiah dan praktis yang signifikan terhadap perencanaan tata ruang serta strategi konservasi keanekaragaman hayati di Kota Manado. Keanekaragaman burung yang tergolong sedang dengan kekayaan jenis yang tinggi menunjukkan bahwa ruang terbuka hijau (RTH) dan kawasan bervegetasi memiliki fungsi ekologis yang esensial dalam menopang keberlanjutan komunitas burung di wilayah urban dan semi-urban. Oleh karena itu, pengelolaan tata ruang kota perlu diarahkan pada pendekatan berbasis ekologi lanskap yang menekankan konektivitas habitat dan pengendalian faktor antropogenik yang terbukti berpengaruh, seperti tingkat iluminasi, kebisingan, suhu, dan kelembaban. Integrasi aspek-aspek lingkungan tersebut dalam kebijakan tata ruang diharapkan dapat mengurangi degradasi habitat dan meningkatkan daya dukung ekologis kawasan. Dengan demikian, temuan penelitian ini dapat dijadikan dasar ilmiah dalam penyusunan kebijakan pengelolaan ruang terbuka hijau dan konservasi burung perkotaan yang

berkelanjutan, adaptif, serta selaras dengan dinamika ekosistem lokal Kota Manado.

Saran

Penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel struktural vegetasi serta musim dan waktu pengamatan untuk memahami dinamika komunitas burung secara lebih komprehensif. Perlindungan kawasan alami seperti TAHURA dan ekosistem mangrove perlu diutamakan dalam perencanaan konservasi kota. Integritas ekologi ke dalam desain kota penting untuk meningkatkan keberlanjutan lingkungan dan keanekaragaman hayati.

REFERENCES

- Endah, G.P. dan Partasasmita, R.. 2015. Keanekaragaman Jenis Burung di Taman Kota Bandung, Jawa barat. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon, 1(6):1289-1294.
- Howes, J., Bakewell, D. & Noor, Y.R.. 2003. *Panduan studi burung pantai*. Bogor, Indonesia: Wetlands International-Indonesia Programme.
- Indrawan, M., Primack, R. B., & Supriatna, J. 2007. *Biologi Konservasi*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Kambey, C. S., Mantiri, D. M. H., & Lumingas, L. J. 2019. Keanekaragaman burung pada ekosistem mangrove di Desa Bahowo, Kecamatan Bunaken. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 7(1), 34–43.
- Koneri, R., & Saroyo, S. 2012. Keanekaragaman burung di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa H.V. Worang Manado. *Zoo Indonesia*, 21(1), 9–18.
- Mulyani, Y. A., Ulfah, M. & Sutopo. 2013. Bird Use of Several Habitat Types in An Academic Campus of Institut Pertanian Bogor In Darmaga, Bogor, West Java. *J. Media Konservasi*. 18(1) : 18–27.
- Puasa, G.Ch., Tasirin, J.S. & Frans, T.M.. 2018. Perbandingan Keanekaragaman Jenis Burung di

- Teluk Manado. *Jurnal Cocos*, Vol 10(1).
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumbaluwu, K.R., Tasirin, J.S. & Kainde, R.P.. 2020. Keanekaragaman Jenis Burung di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa Sulawesi Utara. *Jurnal Cocos*, Vol 12(2).
- Tryjanowski, P., Moller, A.P., Morelli, F., Biadun, W., Brauze, T., Ciach, M., Czechowski, P., Czyż, S., Dulisz, B., Goławski, A., Hetmański, T., Indykiewicz, P., Mitrus, C., Myczko, Ł., Nowakowski, J.J., Polakowski, M., Takacs, V., Wysocki, D., & Zduniak, P.. 2016. Urbanization affects neophilia and risk-taking at bird-feeders. *Scientific Reports*, 6:28575.
- Utama, A.A. & Nurvianto, S.. 2022. The Building Size Effect on Bird Community Assemblages in Tropical Urban Ecosystem. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(3), 1452-1459.
- Yang, X., Tan, X., Chen, C., & Wang, Y.. 2020. The influence of urban park characteristics on bird diversity in Nanjing city parks. *Avian Research*, 11(1), 1–9.
- Zhang, H., Wang, Z., Li, Z., & Ma, C.. 2021. Relationship between Vegetation Habitats and Bird Communities in Urban Mountain Parks: A Case Study of Fuzhou City, China. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 658801.