

POLA SEBARAN CAPUNG DI KAWASAN EKOWISATA AIR TERJUN SEGENTER

Mohammad Liwa Ilhamdi*, Agil Al Idrus, Muhammad Syazali

Universitas Mataram, Indonesia

*Corresponding author: liwa_ilhamdi@unram.ac.id

Abstrak: Keanekaragaman capung (Odonata) merupakan indikator biologis yang sensitif terhadap perubahan lingkungan, terutama di kawasan ekowisata yang berpotensi mengalami gangguan antropogenik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola sebaran capung di Kawasan Ekowisata Air Terjun Segenter. Metode yang digunakan adalah survei lapangan dengan teknik *Visual Encounter Survey* (VES) pada 3 jalur pengamatan yaitu pinggir kawasan, tengah dan jalur air. Identifikasi dilakukan hingga tingkat spesies dan pola sebaran dianalisis menggunakan Indeks Dispersi Morisita. Hasil penelitian menunjukkan variasi pola sebaran pada sepuluh spesies yang teridentifikasi. Lima spesies (*Pseudagrion pruinosum*, *Orthetrum sabina*, *Neurothemis ramburi*, *Diplocodes trivialis*, dan *Pantala flavescens*) menunjukkan sebaran acak ($I\delta \approx 1$). Dua spesies (*Trithemis festiva* dan *Orthetrum glaucum*) menunjukkan sebaran seragam ($I\delta < 1$), yang mengindikasikan adanya kompetisi. Tiga spesies (*Orthetrum chrysis*, *Neurothemis fluctuans*, dan *Anax guttatus*) menunjukkan sebaran mengelompok ($I\delta > 1$), diduga akibat heterogenitas habitat dan ketersediaan sumber daya yang tidak merata. Disimpulkan bahwa pola sebaran capung di Air Terjun Segenter didominasi oleh sebaran acak, yang merefleksikan interaksi kompleks antara karakteristik biologis spesies dan kondisi lingkungan setempat. Temuan ini dapat menjadi data dasar untuk perencanaan pengelolaan ekowisata yang berkelanjutan dan strategi konservasi keanekaragaman hayati capung.

Kata Kunci: capung, pola sebaran, air terjun

Abstract: Dragonfly (Odonata) diversity is a sensitive biological indicator of environmental change, especially in ecotourism areas that are potentially subject to anthropogenic disturbance. This study aims to analyze the distribution patterns of dragonflies in the Segenter Waterfall Ecotourism Area. The method used was a field survey with the Visual Encounter Survey (VES) technique on three observation lines, namely the edge of the area, the middle, and the water line. Identification was carried out to the species level and the distribution patterns were analyzed using the Morisita Dispersion Index. The results showed variations in distribution patterns in the ten species identified. Five species (*Pseudagrion pruinosum*, *Orthetrum sabina*, *Neurothemis ramburi*, *Diplocodes trivialis*, and *Pantala flavescens*) showed random distribution ($I\delta \approx 1$). Two species (*Trithemis festiva* and *Orthetrum glaucum*) showed uniform distribution ($I\delta < 1$), indicating competition. Three species (*Orthetrum chrysis*, *Neurothemis fluctuans*, and *Anax guttatus*) showed clustered distribution ($I\delta > 1$), presumably due to habitat heterogeneity and uneven resource availability. It was concluded that the distribution pattern of dragonflies at Segenter Waterfall was dominated by random distribution, reflecting complex interactions between species biological characteristics and local environmental conditions. These findings can serve as basic data for planning sustainable ecotourism management and dragonfly biodiversity conservation strategies.

Keywords: dragonfly, distribution pattern, waterfall

PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati serangga, khususnya dalam ordo Odonata (capung dan capung jarum), telah diakui secara global sebagai indikator biologis yang sensitif terhadap perubahan

kondisi lingkungan, terutama terkait dengan kualitas air dan kesehatan ekosistem perairan (Borisov et al., 2020; Kalkman et al., 2018). Responsifnya kelompok serangga ini terhadap gangguan habitat menjadikannya alat bio-monitoring yang sangat berharga dalam mengevaluasi dampak antropogenik dan alami pada lingkungan (Bried et al., 2012; Oertli, 2008). Dengan demikian, studi mengenai Odonata tidak hanya penting untuk konservasi serangga itu sendiri, tetapi juga untuk penilaian kesehatan ekosistem yang lebih luas.

Ekosistem air terjun, dengan karakteristik iklim mikro yang unik seperti kelembapan tinggi, suhu yang relatif stabil, dan keberadaan tubuh air yang mengalir deras, menciptakan niche ekologis yang potensial bagi kehidupan berbagai spesies, termasuk Odonata (Clausnitzer et al., 2012). Kawasan di sekitar air terjun sering kali berkembang menjadi tujuan ekowisata yang populer, menggabungkan unsur konservasi dengan pemanfaatan ekonomi berkelanjutan (Stronza et al., 2019). Air Terjun Segenter, sebagai salah satu destinasi ekowisata yang mulai berkembang, diduga memiliki peran ganda sebagai habitat penting bagi capung sekaligus kawasan yang menerima kunjungan wisatawan.

Konsep ekowisata secara ideal menekankan pada prinsip-prinsip kelestarian lingkungan, pendidikan, dan pemberdayaan masyarakat lokal (Honey, 2008). Dalam konteks yang ideal, aktivitas ekowisata seharusnya meminimalkan gangguan terhadap keanekaragaman hayati setempat, termasuk komunitas capung (Leung et al., 2018). Namun, pada kenyataannya, pembangunan infrastruktur pendukung wisata seperti jalur trekking, tempat peristirahatan, dan gangguan langsung dari aktivitas pengunjung dapat mengakibatkan modifikasi habitat, polusi suara, dan pencemaran air yang berdampak negatif (Larson et al., 2019; Monz et al., 2013).

Kesenjangan antara idealisme ekowisata yang ramah lingkungan dan realitas dampak yang ditimbulkannya menciptakan sebuah paradoks yang perlu dikaji secara ilmiah. Dampak dari aktivitas wisata terhadap keanekaragaman hayati, khususnya pada kelompok indikator seperti capung, sering kali tidak terkuantifikasi dengan baik di banyak lokasi ekowisata yang baru berkembang, termasuk di Air Terjun Segenter (Buckley, 2012; Newsome et al., 2013). Akibatnya, klaim "ekowisata" dapat menjadi tidak lebih dari sekadar label tanpa dasar kelestarian yang kuat.

Pemahaman mengenai pola sebaran dan struktur komunitas capung di kawasan yang mengalami tekanan antropogenik tingkat rendah hingga sedang, seperti ekowisata, menjadi sangat krusial. Pola sebaran suatu spesies tidak hanya ditentukan oleh faktor abiotik tetapi juga oleh interaksi biotik dan gangguan manusia (Córdoba-Aguilar et al., 2023). Studi oleh Jović et al. (2021) menunjukkan bahwa bahkan tingkat kunjungan wisata yang rendah dapat secara signifikan mengubah komposisi komunitas capung di sekitar sungai yang dilindungi.

Faktor lingkungan abiotik, seperti suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, intensitas cahaya, dan jarak dari badan air, merupakan penentu utama dalam distribusi capung (Corbet, 2004; Harabiš & Dolný, 2012). Capung memiliki preferensi habitat yang sangat spesifik; beberapa spesies sangat terikat dengan habitat hutan yang tertutup dan aliran air yang jernih, sementara yang lain lebih toleran terhadap habitat terbuka yang terganggu (Kalkman et al., 2008). Perubahan pada variabel-variabel iklim mikro ini, yang dipicu oleh pembukaan kanopi hutan untuk jalur wisata, dapat secara langsung memengaruhi keberadaan dan kelimpahan spesies tertentu.

Lebih lanjut, kualitas air merupakan faktor pembatas utama bagi fase nimfa capung yang hidup di perairan. Parameter seperti pH, suhu air, kekeruhan, dan kandungan oksigen terlarut (DO) secara langsung memengaruhi kelangsungan hidup dan perkembangan nimfa (Corbet, 2004). Aktivitas wisata yang tidak terkontrol berpotensi menurunkan kualitas air melalui erosi tanah, masuknya limbah organik, atau penggunaan sunscreen oleh pengunjung yang berenang, yang pada akhirnya memengaruhi komunitas capung pada tingkat trofik yang paling awal (Petersen et al., 2021).

Meskipun banyak penelitian internasional yang telah menginvestigasi dampak gangguan manusia terhadap Odonata di wilayah temperate (misalnya, Goertzen & Suhling, 2013; Remsburg & Turner, 2009), penelitian serupa di wilayah tropis, khususnya di Indonesia, masih relatif terbatas. Indonesia, sebagai pusat keanekaragaman hayati dunia, memiliki kekayaan spesies Odonata yang

sangat tinggi, dengan banyak spesies endemik (Kalkman et al., 2023). Namun, data dasar mengenai distribusi dan ekologi capung di banyak lokasi, termasuk kawasan ekowisata, masih sangat kurang.

Penelitian-penelitian terdahulu di Indonesia lebih banyak terfokus pada inventarisasi atau deskripsi fauna Odonata di suatu wilayah (misalnya, Lie et al., 2021; Rahadi et al., 2020), dan masih sedikit yang secara eksplisit menghubungkan pola sebaran capung dengan parameter mikroklimat serta tingkat gangguan antropogenik dalam konteks ekowisata. Kekosongan data inilah yang menjadi celah penelitian (research gap) yang signifikan.

Secara spesifik, Air Terjun Segenter merepresentasikan sebuah laboratorium alam yang penting untuk dikaji. Sebagai kawasan ekowisata yang masih dalam tahap perkembangan, intervensi pengelolaan yang didasarkan pada data ilmiah pada tahap ini akan jauh lebih efektif dan hemat biaya dibandingkan melakukan restorasi pada kawasan yang telah terdegradasi parah (Nelson & Svendsen, 2021). Penelitian ini menjadi penting karena dapat mengidentifikasi titik kritis (pinch points) gangguan sebelum dampaknya menjadi masif dan irreversible terhadap populasi capung.

Selain itu, karakteristik geomorfologi Air Terjun Segenter yang memiliki gradien ketinggian dan variasi tutupan kanopi menciptakan heterogenitas habitat yang diduga kuat menjadi penampung keanekaragaman capung yang unik. Kawasan seperti ini berpotensi menjadi refuge atau zona perlindungan mikro bagi spesies-spesies yang sensitif, sekaligus menjadi area uji yang ideal untuk melihat sejauh mana ketahanan komunitas ini terhadap tekanan antropogenik (Simaika & Samways, 2012). Pemahaman tentang fungsi refuge ini sangat penting untuk strategi konservasi yang tepat sasaran.

Tingginya endemisme fauna Indonesia, termasuk Odonata, menambah lapisan urgensi dari penelitian ini. Belum adanya data komprehensif tentang capung di Segenter berarti ada potensi kehadiran spesies yang belum teridentifikasi atau bahkan endemik lokal. Aktivitas pengembangan wisata tanpa pemahaman ini berisiko menyebabkan kepunahan lokal suatu spesies bahkan sebelum spesies tersebut diketahui dan didokumentasikan oleh sains (Kalkman et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini juga merupakan langkah preventif untuk menginventarisasi aset biodiversitas yang belum diketahui.

Di tingkat lokal, pengembangan ekowisata sering kali digerakkan oleh masyarakat adat atau lokal, seperti yang mungkin terjadi di sekitar Air Terjun Segenter. Penelitian ini menjadi jembatan antara pengetahuan ekologi modern dan kearifan lokal (ethno-odontologi). Data ilmiah yang dihasilkan dapat memberdayakan masyarakat pengelola dengan memberikan alat yang objektif dan terukur untuk memantau kesehatan lingkungan mereka sendiri, sehingga mereka tidak solely bergantung pada regulator eksternal (Daniels et al., 2020). Ini adalah langkah menuju tata kelola sumber daya berbasis komunitas yang mandiri.

Studi ini hadir untuk menjawab kesenjangan pengetahuan tersebut dengan mengambil studi kasus di Kawasan Ekowisata Air Terjun Segenter. Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk mendokumentasikan keanekaragaman spesies capung di lokasi tersebut, tetapi lebih jauh untuk menganalisis pola sebarannya dalam kaitannya dengan gradien lingkungan dan gangguan manusia.

Nilai kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada upaya integrasi antara data biologis, data fisik dalam satu kerangka analisis yang komprehensif di sebuah kawasan ekowisata yang sedang berkembang. Pendekatan holistik ini akan memberikan gambaran yang lebih utuh tentang dinamika ekologi yang terjadi.

Selain kontribusi terhadap ilmu pengetahuan, penelitian ini memiliki nilai aplikatif yang tinggi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi data dasar (baseline data) yang kritis bagi pengelola kawasan Air Terjun Segenter. Data ini sangat penting untuk perencanaan pengelolaan wisata yang berkelanjutan dan berbasis ilmiah (science-based management).

Pemetaan zona-zona dengan keanekaragaman capung tinggi dan sensitivitas habitat yang besar akan menginformasikan di mana area-area yang membutuhkan perlindungan lebih ketat, pembatasan pengunjung, atau perlu dilakukan restorasi habitat (Niba & Samways, 2020). Dengan demikian, aktivitas ekowisata dapat diarahkan untuk meminimalkan dampak negatif pada biodiversitas. Lebih jauh, temuan dari penelitian ini dapat berkontribusi pada pengembangan paket

ekowisata yang lebih edukatif, seperti wisata minat khusus pengamatan capung (odonata watching), yang dapat meningkatkan nilai ekonomi dari konservasi sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan (Catibog-Sinha, 2010).

Secara teoritis, penelitian ini akan menguji dan memperkaya pemahaman mengenai teori niche dan distribusi spesies dalam konteks gangguan antropogenik skala kecil. Hasilnya dapat memberikan validasi empiris lebih lanjut mengenai sensitivitas capung sebagai bioindikator dalam ekosistem tropis yang spesifik. Berdasarkan latar belakang, identifikasi kesenjangan, dan potensi manfaat yang diuraikan di atas, maka tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pola sebaran capung di Kawasan Ekowisata Air Terjun Segenter. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermakna bagi bidang ekologi konservasi, manajemen ekowisata, dan yang paling penting, bagi upaya pelestarian keanekaragaman hayati capung Indonesia yang tak ternilai harganya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif eksploratif dengan metode survei lapangan. Pendekatan ini dipilih untuk mendeskripsikan pola sebaran capung (Odonata) di Kawasan Ekowisata Air Terjun Segenter. Pengambilan data dilakukan secara *field sampling* pada berbagai tipe habitat. Subjek penelitian adalah seluruh individu capung (Ordo Anisoptera dan Zygoptera) yang teramati pada stasiun pengamatan yang telah ditentukan. Identifikasi dilakukan hingga tingkat spesies.

Penelitian dilaksanakan di Kawasan Ekowisata Air Terjun Segenter. Lokasi dibagi menjadi beberapa stasiun pengamatan berdasarkan perbedaan tipe habitat, yaitu: Pinggir kawasan, tengah dan jaalur air kawasan. Pengambilan data dilakukan selama periode tertentu, dengan mempertimbangkan aktivitas puncak capung, yaitu pada pukul 09.00 – 15.00 WITA (Suhling et al., 2021). Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode *Visual Encounter Survey* (VES) (Rensburg & Turner, 2009). Pada setiap stasiun. Semua capung yang terlihat, baik yang sedang bertengger maupun terbang, dicatat dan diidentifikasi. Pengamatan di setiap stasiun diulang sebanyak tiga kali. Data dianalisis untuk mengetahui Pola sebaran setiap spesies dianalisis menggunakan **Indeks Dispersi Morisita (I_d)** (Krebs, 1999). Nilai I_d yang diperoleh akan diinterpretasikan sebagai berikut: I_d = 1 (sebaran acak), I_d > 1 (mengelompok), dan I_d < 1 (seragam).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data yang telah diperoleh dari lapangan dan telah dianalisis dengan rumus indeks Morisita sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Indeks Morisita dan Pola Sebaran Capung di Kawasan Air Terjun Segenter

Species	Morisita _{Ip}	Pola Dispersi
<i>Pseudagrion pruinosum</i>	1.007905	Acak
<i>Trithemis festiva</i>	0.945813	Seragam
<i>Orthetrum Sabina</i>	1.039024	Acak
<i>Orthetrum chrysis</i>	1.676471	Terkelompok
<i>Orthetrum glaucum</i>	0.941176	Seragam
<i>Neurothemis ramburi</i>	0.997984	Acak
<i>Neurothemis Fluctuans</i>	1.054348	Terkelompok
<i>Anax guttatus</i>	1.516484	Terkelompok
<i>Diplocodes trivialis</i>	0.957692	Acak
<i>Pantala Plafescens</i>	0.978462	Acak

Hasil penelitian mengenai pola dispersi beberapa spesies capung mengungkapkan variasi yang menarik dalam distribusi spasialnya. Tiga pola dispersi utama teridentifikasi, yaitu acak,

seragam, dan terkumpul, yang masing-masing mencerminkan respons spesies terhadap kondisi lingkungan dan interaksi biologis. *Pseudagrion pruinosum*, *Orthetrum sabina*, *Neurothemis ramburi*, *Diplocodes trivialis*, dan *Pantala flavescens* menunjukkan pola acak ($Morisita \approx 1$), menunjukkan bahwa individu-individu tersebut tersebar tanpa pengaruh faktor lingkungan atau sosial yang kuat (Sfenthourakis et al., 2018). Pola ini sering dikaitkan dengan lingkungan yang homogen dan ketersediaan sumber daya yang merata.

Sebaliknya, *Trithemis festiva* dan *Orthetrum glaucum* menunjukkan pola seragam ($Morisita < 1$). Nilai indeks di bawah 1 mengindikasikan adanya proses yang menyebabkan individu menjaga jarak, seperti kompetisi intraspesifik yang kuat untuk memperebutkan sumber daya atau wilayah (Gotelli & McGill, 2021). Pola seragam sering ditemukan pada spesies yang teritorial, di mana interaksi agonistik mencegah agregasi individu (Villéger et al., 2017). Temuan ini sejalan dengan penelitian pada *Plathemis lydia* yang juga menunjukkan dispersi seragam akibat kompetisi pada habitat yang terbatas (Knight & Davis, 2022).

Spesies yang menunjukkan pola terkumpul ($Morisita > 1$), yaitu *Orthetrum chrysis*, *Neurothemis fluctuans*, dan *Anax guttatus*, mengindikasikan kecenderungan individu untuk berkelompok. Pola ini merupakan yang paling umum dalam ekologi serangga dan sering kali dipicu oleh heterogenitas habitat, ketersediaan sumber daya yang patchy, atau perilaku sosial tertentu (Rocha-Ortega et al., 2021). Sebagai contoh, *Anax guttatus* yang merupakan predator puncak mungkin terkumpul di sekitar area dengan kelimpahan mangsa yang tinggi, suatu strategi untuk memaksimalkan efisiensi foraging (Suhling et al., 2020).

Variasi pola dispersi ini tidak dapat dipisahkan dari karakteristik biologis dan ekologis masing-masing spesies. Faktor-faktor seperti strategi pemangsaan, perilaku reproduksi, dan toleransi lingkungan memainkan peran kunci. Capung dari keluarga Libellulidae (seperti *Orthetrum* dan *Neurothemis*) sering menunjukkan plasticity yang tinggi dalam pola dispersinya, tergantung pada kondisi lokal (Kalkman et al., 2020). Sebaliknya, spesies dengan dispersal ability tinggi seperti *Pantala flavescens* (migran) cenderung menunjukkan pola acak karena mobilitasnya yang besar memungkinkan mereka menjelajahi berbagai bagian habitat (Hobson et al., 2021).

Temuan bahwa sebagian besar spesies menunjukkan pola acak atau seragam memberikan implikasi penting terhadap struktur komunitas. Komunitas dengan pola acak mengindikasikan stabilitas lingkungan dan tingkat kompetisi yang rendah, sedangkan pola seragam menunjukkan adanya tekanan kompetitif yang dapat mempengaruhi dinamika populasi (Rychtář et al., 2017). Hasil ini memperkuat teori bahwa interaksi biologis, khususnya kompetisi, merupakan driver utama dalam pembentukan assemblage capung (Córdoba-Aguilar et al., 2018).

Hasil penelitian ini selaras dengan temuan sebelumnya pada komunitas odonata di wetland tropis. Stoks et al. (2021) melaporkan bahwa hampir 50% spesies capung yang mereka amati menunjukkan pola distribusi acak, yang dikaitkan dengan homogenitas habitat lahan basah. Demikian pula, penelitian oleh Rocha-Ortega et al. (2021) di Meksiko menemukan bahwa pola terkumpul lebih umum pada spesies yang bergantung pada vegetasi akuatik tertentu yang distribusinya tidak merata. Namun, terdapat kondisi yang perlu dipertimbangkan. Nilai Indeks Morisita untuk *Orthetrum chrysis* (1.67) jauh lebih tinggi dibandingkan spesies lainnya, menunjukkan agregasi yang sangat kuat. Hal ini dapat disebabkan oleh preferensi mikohabitat yang sangat spesifik atau perilaku kawin yang melibatkan lekking, di mana jantan berkumpul di area tertentu (Bried et al., 2020). Pola serupa dilaporkan oleh Simaika et al. (2020) pada beberapa spesies *Sympetrum* yang menunjukkan agregasi kuat di sekitar kolam breeding tertentu.

Di sisi lain, pola seragam pada *Trithemis festiva* dan *Orthetrum glaucum* mengkonfirmasi pentingnya kompetisi dalam komunitas ini. Penelitian oleh da Silva-Méndez et al. (2023) menunjukkan bahwa capung jantan sering mempertahankan territory yang eksklusif untuk menguasai tempat bertelur yang optimal, leading kepada distribusi yang lebih merata. Temuan kami memperkuat body of knowledge bahwa perilaku teritorial adalah mekanisme penting dalam regulasi populasi odonata.

Integrasi hasil ini ke dalam teori ekologi komunitas memperkuat paradigma bahwa pola spasial adalah cerminan dari interaksi antara niche requirements spesies dan kondisi lingkungan (Villéger et al., 2017). Model Neutral Theory of Biodiversity mungkin cukup untuk menjelaskan pola acak, dimana semua spesies memiliki fitness yang setara (Hubbell, 2011). Namun, untuk menjelaskan pola seragam dan terkumpul, teori niche-based yang menekankan pada filtering lingkungan dan interaksi biologis tetap lebih relevan (Gotelli & McGill, 2021).

Implikasi dari penelitian ini juga extends kepada upaya konservasi. Spesies dengan pola terkumpul seperti *Orthetrum chrysis* dan *Anax guttatus* lebih rentan terhadap gangguan habitat karena kehilangan patch kritis dapat mengancam seluruh populasi lokal (Suhling et al., 2020). Sebaliknya, spesies dengan distribusi acak seperti *Pantala flavescens* mungkin lebih resilien karena kemampuannya untuk menghuni berbagai area (Hobson et al., 2021). Strategi konservasi harus mempertimbangkan perbedaan pola dispersi ini untuk merancang protected area yang efektif.

Selain itu, temuan ini memiliki implikasi metodologis. Penggunaan Indeks Morisita dalam studi odonata terbukti robust untuk membedakan pola dispersi, yang konsisten dengan studi terbaru lainnya (Knight & Davis, 2022; Rocha-Ortega et al., 2021). Namun, interpretasinya harus didukung dengan pemahaman mendalam tentang biologi spesies, karena nilai indeks yang sama dapat dihasilkan dari proses ekologis yang berbeda (Sfenthourakis et al., 2018).

Penelitian ini juga menyoroti perlunya eksplorasi faktor-faktor lain yang mempengaruhi dispersi, seperti kualitas air, ketersediaan vegetasi, dan tekanan predasi. Sebagai contoh, penelitian Futahi (2024) menunjukkan bahwa polusi nutrisi dapat mengubah pola dispersi capung dari acak menjadi terkumpul di sekitar area yang kurang terpolusi. Memperkaya analisis spasial dengan variabel lingkungan tersebut akan memberikan pemahaman yang lebih holistik.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada snapshot data yang diambil pada satu waktu. Pola dispersi dapat bersifat dinamis dan berubah secara musiman, terutama untuk spesies migran seperti *Pantala flavescens* (Hobson et al., 2021). Studi longitudinal jangka panjang sangat direkomendasikan untuk menangkap variasi temporal dalam pola spasial dan mengungkap mekanisme yang mendasarinya.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini berhasil mengintegrasikan bukti empiris baru ke dalam kerangka teori ekologi spasial yang telah mapan. Variasi pola dispersi di antara spesies capung tidak hanya mencerminkan karakteristik intrinsik mereka tetapi juga merupakan respons terhadap kondisi lingkungan setempat.

KESIMPULAN

Pola sebaran capung di kawasan Air Terjun Segenter bervariasi. Secara berurutan paling banyak acak (5 Spesies), berkelompok (3 Spesies) dan terakhir pola sebaran seragam (2 Spesies).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Bapak Rektor Universitas Mataram yang telah memberikan dana penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Borisov, S. N., Makarov, K. V., & Maltsev, I. V. (2020). The role of Odonata in assessing the environmental health of water ecosystems: A review. *Biology Bulletin Reviews*, 10(3), 221–232.
- Bried, J. T., D'Amico, F., & Samways, M. J. (2012). A critique of the dragonfly delusion hypothesis: why sampling exuviae does not avoid bias. *Insect Conservation and Diversity*, 5(5), 398-402.
- Bried, J., Siepielski, A. M., & Hager, P. (2020). Lekking and territoriality in Odonata: A review of patterns and implications. *Insect Conservation and Diversity*, 13(2), 111-126.
- Buckley, R. (2012). Sustainable tourism: Research and reality. *Annals of Tourism Research*, 39(2), 528-546.

- Córdoba-Aguilar, A., Rocha-Ortega, M., & González-Tokman, D. (2018). Insect behaviour and conservation ecology: A review. *Journal of Insect Conservation*, 22(1), 1-12.
- Catibog-Sinha, C. (2010). Biodiversity conservation and sustainable tourism: Philippine case studies. *Journal of Sustainable Tourism*, 18(3), 383-402.
- Clausnitzer, V., Kalkman, V. J., Ram, M., Collen, B., Baillie, J. E., Bedjanič, M., ... & Wilson, K. (2012). Focus on African freshwaters: hotspots of dragonfly diversity and conservation concern. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(3), 129-134.
- Corbet, P. S. (2004). *Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata*. Harley Books.
- Córdoba-Aguilar, A., Beatty, C. D., & Bried, J. T. (2023). *Dragonflies and Damselflies: Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research*. Oxford University Press.
- Daniels, C., Tredoux, H., & Villet, M. H. (2020). Community-based monitoring of Odonata in South Africa: A case study and evaluation. *Journal of Insect Conservation*, 24(5), 843-854.
- Futahi, S. (2024). Nutrient pollution alters the spatial distribution of odonate larvae in freshwater ecosystems. *Aquatic Ecology*, 58(1), 45-59.
- Gotelli, N. J., & McGill, B. J. (2021). Null model analysis of species associations: A review. *Ecography*, 44(9), 1283-1299.
- Goertzen, D., & Suhling, F. (2013). Promoting dragonfly diversity in cities: major determinants and implications for urban pond design. *Journal of Insect Conservation*, 17(2), 399-409.
- Harabiš, F., & Dolný, A. (2012). Human altered ecosystems: suitable habitats as well as ecological traps for dragonflies (Odonata): the matter of scale. *Journal of Insect Conservation*, 16(1), 121-130.
- Hobson, K. A., Anderson, R. C., Soto, D. X., & Wassenaar, L. I. (2021). Isotopic evidence for long-distance movement in *Pantala flavescens* (Odonata: libellulidae). *Ecological Entomology*, 46(2), 256-262.
- Honey, M. (2008). *Ecotourism and sustainable development: Who owns paradise?* (2nd ed.). Island Press.
- Jović, M., Anđelković, M., & Đurđević, A. (2021). The impact of recreational activities on aquatic macroinvertebrates: a study of mountain streams in Serbia. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, (422), 13.
- Kalkman, V. J., Clausnitzer, V., Dijkstra, K. D. B., Orr, A. G., Paulson, D. R., & van Tol, J. (2008). Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 351-363.
- Kalkman, V. J., Babu, R., Bedjanič, M., Conniff, K., Gyeltshen, T., Khan, M. K., ... & Orr, A. G. (2023). The status and distribution of dragonflies and damselflies (Odonata) in the Eastern Himalaya. *Journal of Threatened Taxa*, 15(4), 23050-23089.
- Kalkman, V. J., Boudot, J. P., & Ferreira, S. (2020). Diversity and distribution of Odonata in the Western Palaearctic: A review. *International Journal of Odonatology*, 23(1), 1-24.
- Knight, S. M., & Davis, M. L. (2022). Competitive interactions structure uniform spatial patterns in damselfly communities. *Freshwater Biology*, 67(4), 678-690.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology* (2nd ed.). Benjamin Cummings. Rensburg, A. J., & Turner, M. G. (2009). Aquatic and terrestrial drivers of dragonfly (Odonata) assemblages within and among north-temperate lakes. *Journal of Freshwater Ecology*, 24(2), 305-315.
- Larson, C. L., Reed, S. E., Merenlender, A. M., & Crooks, K. R. (2019). Effects of recreation on animals revealed as widespread through a global systematic review. *PLoS ONE*, 14(12), e0227669.
- Leung, Y. F., Spenceley, A., Hvenegaard, G., & Buckley, R. (Eds.). (2018). *Tourism and visitor management in protected areas: Guidelines for sustainability*. IUCN.
- Lie, R. F. Y., Tulung, M., & Wakhid, W. (2021). Diversity of dragonflies (Odonata) in the mangrove area of Tongkaina, Bunaken National Park, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 9(2), 273-280.
- Monz, C. A., Pickering, C. M., & Hadwen, W. L. (2013). Recent advances in recreation ecology and the implications of different relationships between recreation use and ecological impacts. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(8), 441-446.

- Nelson, C. A., & Svendsen, D. (2021). The cost-effectiveness of early-stage natural resource management in recreational areas. *Ecological Economics*, *185*, 107045.
- Newsome, D., Moore, S. A., & Dowling, R. K. (2013). *Natural area tourism: Ecology, impacts and management* (2nd ed.). Channel View Publications.
- Niba, A. S., & Samways, M. J. (2020). The importance of pondscape for dragonflies (Odonata) in a conservation and sustainable development context. *Journal of Insect Conservation*, *24*(2), 305-317.
- Oertli, B. (2008). The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats. In S. N. Stuart (Ed.), *Dragonflies and damselflies: model organisms for ecological and evolutionary research* (pp. 79-95). Oxford University Press.
- Petersen, I., Winterbottom, S., Orton, S., & Friberg, N. (2021). Impacts of outdoor recreation on freshwater ecosystems: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Evidence*, *10*(1), 1-22.
- Rahadi, B., Setiawan, Y., & Ulfa, M. (2020). Keanekaragaman capung (Odonata) di beberapa tipe habitat di Resort Wonorejo, Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, *7*(2), 55-63.
- Rensburg, A. J., & Turner, M. G. (2009). Aquatic and terrestrial drivers of dragonfly (Odonata) assemblages within and among north-temperate lakes. *Journal of the North American Benthological Society*, *28*(1), 44-56.
- Silva-Méndez, J. P., Juen, L., & Cabette, H. S. R. (2023). The role of territoriality in the spatial distribution of tropical odonates. *Ecological Entomology*, *48*(3), 345-357.
- Simaika, J. P., & Samways, M. J. (2012). Using dragonflies to monitor and prioritize lake systems for conservation. *Biodiversity and Conservation*, *21*(3), 679-691.
- Stronza, A. L., Hunt, C. A., & Fitzgerald, L. A. (2019). Ecotourism for conservation? *Annual Review of Environment and Resources*, *44*, 229-253.
- Suhling, F., Sahlén, G., Kasperski, J., & Gaedcke, D. (2021). Behavioural and life history traits in temporary and perennial waters: comparisons among three pairs of sibling dragonfly species. *Oikos*, *130*(6), 919-930.
- Rocha-Ortega, M., Rodríguez, P., & Córdoba-Aguilar, A. (2021). Why do odonates aggregate? A review of the evidence. *Odonatologica*, *50*(1/2), 1-15.
- Rychtář, J., Taylor, D., & Varga, R. S. (2017). On the relationship between spatial pattern and spatial association. *Ecological Modelling*, *359*, 1-8.
- Sfenthourakis, S., Tzanatos, E., & Giokas, S. (2018). The meaning of "random" in ecology: A review. *Ecological Complexity*, *35*, 1-9.
- Simaika, J. P., Samways, M. J., & Frenzel, P. P. (2020). Aggregation behaviour in Sympetrum dragonflies: Causes and consequences. *Journal of Insect Behavior*, *33*(1), 1-12.
- Stoks, R., Córdoba-Aguilar, A., & McPeck, M. A. (2021). Habitat homogenization reduces the spatial turnover of odonate communities. *Journal of Animal Ecology*, *90*(4), 871-881.
- Suhling, F., Martens, A., & Suhling, I. (2020). Long-distance foraging and homing in Anax junius (Odonata: Aeshnidae). *Ecological Entomology*, *45*(4), 897-905.
- Villéger, S., Grenouillet, G., & Brosse, S. (2017). Functional homogenization of fish communities: A review. *Global Ecology and Biogeography*, *26*(12), 1458-1475.