



REVIEW LITERATUR: DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP SATWA LIAR

Sundari Marsudi^{1*}, Dayun Ifanda², Hardiansyah Tambunan³, Hanna Tresia Silalahi⁴ & Dela Arinda⁵

^{1,2,3,&4}Program Studi Manajemen Hutan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Satya Terra Bhinneka, Jalan Sunggal, Medan, Sumatera Utara 20128, Indonesia

⁵Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Satya Terra Bhinneka, Jalan Sunggal, Medan, Sumatera Utara 20128, Indonesia

*Email: sundarimarsudi@satyaterabhinneka.ac.id

Submit: 13-07-2025; Revised: 24-07-2025; Accepted: 25-07-2025; Published: 31-07-2025

ABSTRAK: Perubahan iklim merupakan salah satu ancaman global yang signifikan terhadap keberlangsungan satwa liar, terutama di wilayah tropis yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati tinggi namun rentan terhadap tekanan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak perubahan iklim terhadap distribusi, fenologi, perilaku, dan respons fisiologis satwa liar melalui telaah pustaka terhadap 23 artikel ilmiah tahun 2015–2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies dengan habitat sempit dan sensitivitas tinggi terhadap suhu sangat rentan terhadap perubahan iklim, terutama jika disertai gangguan antropogenik seperti deforestasi dan fragmentasi habitat. Berbagai dampak perubahan iklim telah teridentifikasi pada satwa liar di kawasan tropis. Burung endemik hutan dataran tinggi di Pegunungan Andes terdorong ke elevasi lebih tinggi akibat peningkatan suhu, sementara amfibi Asia Tenggara terancam oleh penurunan kelembapan mikrohabitat. Perubahan ritme reproduksi juga tercermin pada anjing liar Afrika yang mengalami pergeseran musim kelahiran. Selain itu, peningkatan aktivitas nokturnal diamati pada mamalia besar di Afrika dan Asia sebagai respons terhadap stres termal. Strategi konservasi adaptif yang dibahas meliputi koridor ekologis, restorasi habitat, dan pemodelan distribusi spesies. Pendekatan konservasi berbasis bukti ilmiah diperlukan untuk menjawab tantangan ekologis masa depan.

Kata Kunci: Perubahan Iklim, Satwa Liar, Konservasi Adaptif.

ABSTRACT: Climate change is one of the most significant global threats to the survival of wildlife, particularly in tropical regions that harbor high biodiversity yet remain vulnerable to environmental pressures. This study aims to examine the impacts of climate change on the distribution, phenology, behavior, and physiological responses of wildlife through a literature review of 23 scientific articles published between 2015 and 2025. The findings indicate that species with narrow habitat ranges and high sensitivity to temperature are especially vulnerable to climate change, particularly when compounded by anthropogenic disturbances such as deforestation and habitat fragmentation. Various impacts of climate change have been identified in tropical wildlife. Montane forest-endemic birds in the Andes have shifted to higher elevations due to rising temperatures, while Southeast Asian amphibians are threatened by declining microhabitat humidity. Changes in reproductive rhythms are evident in African wild dogs (*Lycaon pictus*), which have experienced shifts in their birthing seasons. In addition, increased nocturnal activity has been observed in large mammals in Africa and Asia as a response to thermal stress. Adaptive conservation strategies discussed include the establishment of ecological corridors, habitat restoration, and species distribution modeling. A science-based conservation approach is essential to address future ecological challenges.

Keywords: Climate Change, Wildlife, Adaptive Conservation

How to Cite: Marsudi, S., Ifanda, D., Tambunan, H., Silalahi, H. T., & Arinda, D. (2025). Review Literatur: Dampak Perubahan Iklim terhadap Satwa Liar. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 5(3), 461-469. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v5i3.583>



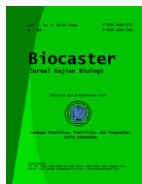
PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan salah satu ancaman terbesar terhadap keberlanjutan lingkungan hidup di seluruh dunia. Laporan Sintesis Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, 2023) menegaskan bahwa waktu untuk mencegah dampak terburuk perubahan iklim semakin terbatas. Peningkatan suhu global, emisi gas rumah kaca dari aktivitas manusia, serta perubahan pola cuaca ekstrem telah memberikan tekanan besar terhadap berbagai ekosistem, terutama di wilayah tropis dan negara berkembang. Dampak tersebut tidak hanya memengaruhi kehidupan manusia, tetapi juga mengancam kelangsungan hidup berbagai jenis satwa liar.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa perubahan iklim berdampak langsung terhadap aspek ekologi dan perilaku satwa liar. Perubahan suhu dan curah hujan dapat memengaruhi waktu migrasi, pola reproduksi, dan distribusi geografis spesies (Scheffers et al., 2016; Pacifici et al., 2015). Spesies dengan habitat sempit, daya adaptasi rendah, dan kemampuan dispersal terbatas cenderung lebih rentan terhadap perubahan lingkungan yang cepat (Wiens, 2016). Selain itu, interaksi antara tekanan iklim dan gangguan antropogenik seperti fragmentasi habitat dan perburuan semakin memperburuk kondisi populasi satwa di berbagai wilayah. Data menunjukkan bahwa lebih dari 50 % mamalia dan burung darat telah mengalami pergeseran distribusi sebagai respons terhadap perubahan iklim (Ceballos et al., 2015). Di belahan bumi utara, pergeseran ini diperkirakan mencapai 1,5–3,3 km per tahun untuk kelompok seperti serangga dan burung, tergantung pada skenario emisi. Jika suhu global meningkat sebesar 2 °C, sekitar 6 % spesies diperkirakan akan punah, dan angka ini bisa meningkat hingga 16 % pada skenario kenaikan suhu 4,3 °C (Pelissie et al., 2022).

Kebaruan ilmiah dalam kajian ini terletak pada pendekatan yang komprehensif dalam mengkaji dampak perubahan iklim terhadap satwa liar. Kajian ini tidak hanya membahas perubahan distribusi geografis spesies, tetapi juga meliputi respons perilaku, fisiologis, serta dampak ekologis yang lebih luas. Selain itu, kajian ini memberikan perhatian khusus pada spesies yang hidup di wilayah tropis yang selama ini relatif kurang terwakili dalam literatur global, padahal tingkat keanekaragaman hayatinya sangat tinggi dan rentan terhadap perubahan iklim.

Permasalahan utama yang ingin dijawab melalui kajian ini adalah perubahan iklim dapat memengaruhi berbagai aspek kehidupan satwa liar dan sejauh mana kemampuan adaptasi spesies terhadap perubahan tersebut. Selain itu, kajian ini juga menyoroti keterbatasan strategi konservasi yang ada dalam menjawab tantangan iklim yang semakin kompleks. Oleh karena itu, perlu dilakukan telaah mendalam terhadap hasil-hasil penelitian terdahulu agar dapat membangun dasar ilmiah untuk penyusunan strategi adaptasi konservasi ke depan.



Tujuan dari artikel ini adalah untuk menganalisis secara sistematis temuan-temuan ilmiah terkini mengenai dampak perubahan iklim terhadap satwa liar. Fokus kajian mencakup pola-pola respons ekologis dan biologis spesies terhadap perubahan iklim, identifikasi kelompok spesies yang paling rentan, serta evaluasi implikasi konservasi di masa depan. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap penyusunan strategi perlindungan keanekaragaman hayati yang adaptif terhadap perubahan iklim.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan kajian pustaka (*literature review*). Kajian pustaka merupakan kegiatan pengumpulan artikel yang berkaitan dengan satu topik, baik dari jurnal nasional maupun internasional. Penelitian ini dilakukan dengan mengkaji beberapa literatur yang bersumber dari ERIC, DOAJ, Scimago, ScienceDirect, Google Scholar, buku, dan sumber lainnya yang dapat memberikan telaah mendalam mengenai dampak perubahan iklim terhadap satwa liar. Pemilihan sumber dilakukan berdasarkan publikasi dalam sepuluh tahun terakhir (2015-2025), untuk memastikan relevansi; studi yang berfokus pada dampak perubahan iklim terhadap satwa liar (mamalia, aves, pisces, dan sebagainya); serta sumber yang memiliki reputasi baik dan telah melalui proses penelaahan sejawat (*peer-reviewed*). Analisis dilakukan secara tematik dengan mengelompokkan temuan berdasarkan empat kategori utama: distribusi geografis, perubahan fenologi, respons perilaku, dan respons fisiologis satwa liar.

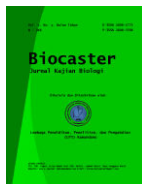
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pergeseran Distribusi dan Habitat

Perubahan iklim telah menyebabkan pergeseran geografis berbagai spesies satwa liar sebagai respons terhadap peningkatan suhu dan perubahan pola iklim. Spesies-spesies tersebut cenderung berpindah ke lintang yang lebih tinggi (mendekati kutub) atau ke elevasi yang lebih tinggi (seperti daerah pegunungan) untuk mencari habitat dengan kondisi suhu yang lebih cocok. Perpindahan ini merupakan bentuk adaptasi spasial terhadap kondisi lingkungan yang semakin tidak sesuai di habitat asli mereka (Pech et al., 2017; Trisos et al., 2020).

Lebih dari separuh spesies mamalia dan burung darat menunjukkan respons pergeseran distribusi akibat tekanan iklim (Pacifi et al., 2015). Pergeseran ini juga terjadi pada taksa lain seperti serangga dan reptil, sebagaimana ditunjukkan dalam studi yang menemukan pergerakan signifikan spesies ke wilayah yang lebih tinggi dari sebelumnya (Chen et al., 2011). Perubahan ini dapat memicu ketidakseimbangan ekologis, karena spesies-spesies yang sebelumnya tidak berinteraksi kini berada dalam habitat yang sama dan bersaing untuk sumber daya.

Akan tetapi, tidak semua spesies mampu berpindah. Spesies dengan sebaran sempit, mobilitas rendah, atau ketergantungan terhadap habitat mikro sangat rentan terhadap kepunahan lokal. Di wilayah tropis, keterbatasan spasial dan tingginya fragmentasi habitat membuat migrasi menjadi semakin sulit. Banyak spesies endemik tropis berada pada ambang batas toleransi suhu, dan



peningkatan suhu lebih lanjut dapat mengakibatkan keruntuhan populasi secara mendadak (Trisos et al., 2020). Dalam konteks ini, dikenal istilah escalator to extinction, yaitu situasi ketika spesies pegunungan terdorong ke elevasi lebih tinggi hingga akhirnya tidak memiliki tempat lagi untuk bertahan hidup (Freeman et al., 2018).

Selain pergeseran spasial, perubahan iklim juga mengubah kualitas habitat. Perubahan struktur vegetasi, komposisi jenis tanaman, dan siklus fenologis tumbuhan menyebabkan gangguan pada ketersediaan pakan dan tempat berlindung. Peningkatan suhu di bawah tajuk hutan tropis menyebabkan penurunan kelembapan mikrohabitat, yang berdampak pada spesies kecil seperti amfibi dan reptil yang sangat bergantung pada kelembapan lingkungan untuk bertahan hidup (Safnowandi, 2021; Scheffers et al., 2016).

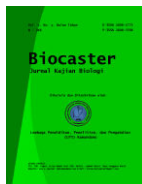
Selain berdampak ekologis, pergeseran distribusi spesies juga menimbulkan dampak sosial dan ekonomi. Ketika satwa liar berpindah ke wilayah manusia, potensi konflik meningkat, seperti pada kasus gajah yang memasuki lahan pertanian akibat perubahan habitat (Shaffer et al., 2019). Oleh karena itu, strategi konservasi perlu diarahkan pada pendekatan adaptif, seperti pembangunan koridor ekologis dan restorasi habitat (Atmoko et al., 2021).

Gangguan Fenologi dan Perilaku Satwa

Perubahan iklim telah menyebabkan gangguan pada ritme musiman atau fenologi satwa liar, terutama pada spesies di wilayah tropis. Fenomena phenological mismatch, yaitu ketidaksesuaian antara waktu aktivitas biologis satwa dengan ketersediaan sumber daya seperti pakan dan habitat, menjadi semakin umum. Misalnya, Abrahms et al. (2022) mencatat bahwa anjing liar Afrika (*Lycaon pictus*) mengalami pergeseran musim kelahiran sekitar 7 hari per dekade. Perubahan ini, meskipun tampak sebagai bentuk adaptasi terhadap suhu yang meningkat, justru menempatkan anak-anak yang baru lahir pada kondisi suhu ekstrem yang tidak menguntungkan, sehingga menurunkan keberhasilan reproduksi.

Selain gangguan waktu reproduksi, banyak spesies menunjukkan perubahan perilaku harian untuk menghindari stres termal akibat kenaikan suhu. Salah satu respons yang umum ditemukan adalah peningkatan aktivitas malam atau pergeseran menjadi lebih nokturnal. Melalui analisis data kamera jebak di beberapa ekosistem tropis, diketahui bahwa mamalia besar dan sedang, termasuk herbivora dan karnivora, cenderung beraktivitas lebih banyak pada malam hari saat suhu lingkungan lebih rendah. Namun, perubahan ini dapat menyebabkan persaingan temporal dengan predator nokturnal alami, meningkatkan risiko predasi, serta memunculkan stres fisiologis yang berdampak negatif terhadap kelangsungan hidup satwa tersebut (Frey et al., 2017).

Pergeseran fenologi dan perilaku ini menunjukkan bahwa perubahan iklim memengaruhi tidak hanya aspek distribusi geografis, tetapi juga dinamika internal kehidupan spesies liar. Ketika perubahan tersebut terjadi secara cepat dan drastis, banyak spesies kesulitan beradaptasi karena keterbatasan fisiologis dan ekologi. Oleh karena itu, pemahaman terhadap pola perubahan ini sangat penting untuk mengembangkan strategi konservasi yang adaptif dan berbasis bukti ilmiah.



Respons Fisiologis dan Batas Adaptasi

Perubahan iklim memberikan tekanan fisiologis yang signifikan terhadap satwa liar, terutama pada spesies tropis yang memiliki toleransi suhu sempit. Burung di wilayah tropis memiliki thermal safety margin yang lebih kecil dibandingkan burung di zona sedang, sehingga lebih rentan terhadap stres termal saat terjadi gelombang panas. Penurunan kondisi tubuh, seperti bobot dan kondisi fisik, secara langsung dipengaruhi oleh suhu ekstrem dan berdampak negatif terhadap kesehatan serta daya tahan hidup (Pollock et al., 2021).

Lebih lanjut, pengaturan perilaku menjadi strategi adaptif penting bagi satwa dalam menghadapi suhu tinggi. Mamalia dan burung tropis cenderung mengurangi aktivitas di siang hari dan beralih ke malam hari untuk menjaga kestabilan suhu tubuh. Namun, adaptasi ini memiliki konsekuensi ekologis, antara lain berkurangnya waktu pencarian pakan dan meningkatnya kompetisi dengan spesies nokturnal, yang berpotensi mengganggu pertumbuhan dan reproduksi. Selain itu, laju kehilangan air melalui evaporasi yang tinggi pada suhu ekstrem dapat menyebabkan stres fisiologis lanjutan (van de Ven et al., 2019).

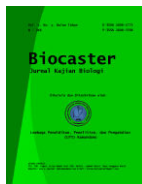
Penelitian di pulau-pulau tropis juga menunjukkan bahwa saat suhu mendekati batas maksimum toleransi, burung masih mampu mempertahankan suhu tubuh melalui mekanisme evaporative cooling, namun hanya dalam waktu terbatas. Ketika suhu terus meningkat, kapasitas pendinginan ini menjadi tidak memadai, dan risiko kematian akibat overheating meningkat tajam (McWhorter et al., 2018). Temuan ini menunjukkan bahwa batas adaptasi fisiologis satwa liar tropis tidak hanya sempit secara biologis, tetapi juga sangat rentan terhadap percepatan perubahan iklim. Oleh karena itu, strategi konservasi adaptif yang mempertimbangkan tekanan fisiologis dan batas toleransi suhu menjadi sangat mendesak untuk diterapkan di kawasan tropis.

Interaksi Perubahan Iklim dan Gangguan Antropogenik

Perubahan iklim dan gangguan antropogenik seperti deforestasi, fragmentasi habitat, polusi, serta perburuan liar sering terjadi secara bersamaan dan menimbulkan efek sinergis terhadap kelangsungan hidup satwa liar. Interaksi antara kedua tekanan ini dapat meningkatkan risiko kepunahan, karena spesies tidak hanya harus menyesuaikan diri terhadap perubahan kondisi iklim, tetapi juga menghadapi hilangnya habitat alami yang esensial untuk bertahan hidup. Kombinasi antara perubahan iklim dan kehilangan habitat meningkatkan risiko kepunahan spesies hingga dua kali lipat dibandingkan jika tekanan tersebut terjadi secara terpisah (Kim et al., 2024).

Dalam konteks wilayah tropis, konversi hutan menjadi lahan pertanian atau permukiman menyebabkan hilangnya tutupan kanopi yang sebelumnya berfungsi dalam menjaga suhu dan kelembapan mikrohabitat. Akibatnya, satwa yang sensitif terhadap fluktuasi suhu dan kelembapan, seperti amfibi dan burung hutan, harus menghadapi kondisi lingkungan yang semakin ekstrem. Gangguan habitat di kawasan tropis dapat menyebabkan penurunan tajam dalam keanekaragaman hayati, terutama di wilayah dengan tekanan antropogenik yang tinggi (Alroy, 2017).

Selain itu, gangguan antropogenik turut memperkecil peluang adaptasi jangka panjang, karena menyebabkan penurunan ukuran populasi dan



keanekaragaman genetik. Ketika populasi suatu spesies mengalami fragmentasi dan jumlah individunya menurun drastis, kemampuan evolusioner spesies tersebut dalam merespons perubahan iklim menjadi terbatas. Interaksi antara perubahan iklim dan tekanan antropogenik mempercepat penurunan kapasitas adaptif satwa liar, khususnya di kawasan tropis yang sangat rentan terhadap gangguan ekologis (Fadhilah et al., 2016).

Strategi Konservasi Adaptif di Era Perubahan Iklim

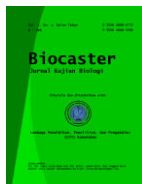
Dampak perubahan iklim terhadap satwa liar menuntut penerapan strategi konservasi yang lebih adaptif dan responsif terhadap dinamika lingkungan yang terus berubah. Pendekatan konservasi konvensional, seperti penetapan kawasan lindung dengan batas spasial yang statis, dinilai tidak lagi memadai dalam melindungi spesies yang mengalami pergeseran distribusi akibat perubahan suhu dan pola curah hujan. Oleh karena itu, diperlukan strategi konservasi berbasis adaptasi iklim yang mempertimbangkan proyeksi iklim jangka panjang serta kebutuhan ekologis spesifik dari masing-masing spesies (Zeng, 2016).

Salah satu pendekatan yang direkomendasikan adalah pembangunan jaringan koridor ekologis untuk menghubungkan habitat yang terfragmentasi. Koridor ini memungkinkan pergerakan alami spesies dalam merespons perubahan iklim dan memperbesar peluang bertahan hidupnya di lanskap yang telah termodifikasi. Restorasi habitat dan peningkatan konektivitas ekologis menjadi kunci dalam mempertahankan populasi satwa liar, terutama di wilayah tropis yang memiliki tingkat endemisitas tinggi namun rentan terhadap tekanan iklim dan antropogenik (Massarelli, 2024).

Langkah strategis lain adalah integrasi data pemodelan distribusi spesies dengan skenario iklim masa depan untuk memandu prioritas konservasi. Pendekatan ini membantu dalam mengidentifikasi area penting yang mungkin menjadi habitat baru bagi spesies terdampak (Lenoir et al., 2020). Upaya konservasi juga harus melibatkan masyarakat lokal, mengingat banyak spesies berbagi ruang hidup dengan manusia. Strategi berbasis bukti ilmiah dan berskala lokal-global menjadi fondasi penting untuk perlindungan keanekaragaman hayati di tengah perubahan iklim yang tak terelakkan (Araújo, 2023).

SIMPULAN

Kajian ini menyimpulkan bahwa perubahan iklim memberikan tekanan signifikan terhadap satwa liar melalui pergeseran distribusi geografis, gangguan fenologi, perubahan perilaku, serta respons fisiologis yang menurunkan kapasitas adaptif spesies, khususnya di wilayah tropis. Risiko ini meningkat ketika perubahan iklim terjadi bersamaan dengan gangguan antropogenik seperti deforestasi dan fragmentasi habitat. Oleh karena itu, strategi konservasi masa depan perlu bersifat adaptif, berbasis bukti ilmiah, serta mempertimbangkan batas toleransi ekologis spesies. Kajian ini juga menyoroti keterbatasan data untuk kelompok taksonomi tertentu dan kawasan tropis tertentu, sehingga diperlukan penelitian lanjutan yang lebih representatif secara spasial dan taksonomi untuk mendukung kebijakan konservasi pada masa yang akan datang.



SARAN

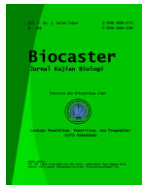
Diperlukan penelitian lanjutan berbasis data jangka panjang untuk memahami respons spesies tropis terhadap perubahan iklim. Strategi konservasi perlu disesuaikan dengan dinamika iklim dan melibatkan partisipasi masyarakat secara aktif. Kolaborasi lintas sektor penting untuk mengatasi keterbatasan data dan sumber daya konservasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

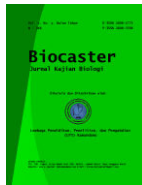
Dalam penulisan artikel ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyediaan literatur.

DAFTAR RUJUKAN

- Alroy, J. (2017). Effects of habitat disturbance on tropical forest biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(23), 6056–6061. <https://doi.org/10.1073/pnas.1611855114>
- Araújo, M. B. (2023). Climate Change and Spatial Conservation Planning. *Spatial Conservation Prioritization*, April, 172–184. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199547760.003.0013>
- Atmoko, T., Sudiono, E., Rifqi, A. M., & Dharma, P. A. (2021). *Praktik Terbaik Pengelolaan Habitat Satwa Terancam Punah dalam Skala Bentang Alam*. 1–128. <https://www.ykan.or.id/content/dam/tnc/nature/en/documents/ykan/buku-dan-jurnal/itp/Praktik-Terbaik-Pengelolaan-Habitat-Satwa-Terancam-Punah-Atmoko-Et-al-2021.pdf>
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., & Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, 1(5). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>
- Chen, I. C., Hill, J. K., Ohlemüller, R., Roy, D. B., & Thomas, C. D. (2011). Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science*, 333(6045), 1024–1026. <https://doi.org/10.1126/science.1206432>
- Core Writing Team, H. L. and J. R. (2023). IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. *Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 1–34.
- Fadhilah, Susilawaty, A., Noviana, L., Teristiandi, N., Smarmata, Marulam MT Nugraha, Erick Maisarah, Yunnita Rahim Yunus, A. T., Pahlevi, Reza Shah Gusri, L., & Delly, J. (2016). *Ekologi dan Manajemen Lingkungan*.
- Freeman, B. G., Scholer, M. N., Ruiz-gutierrez, V., & Fitzpatrick, J. W. (2018). *Climate change causes upslope shifts and mountaintop extirpations in a tropical bird community*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1804224115>
- Frey, S., Fisher, J. T., Burton, A. C., & Volpe, J. P. (2017). Investigating animal activity patterns and temporal niche partitioning using camera-trap data: challenges and opportunities. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 3(3), 123–132. <https://doi.org/10.1002/rse2.60>
- Kim, A. Y., Lee, W. S., & Son, Y. (2024). The Interaction between Climate



- Change and Biodiversity Can Be Assessed from a Material Cycle Perspective. *Diversity*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/d16080506>
- Lenoir, J., Bertrand, R., Comte, L., Bourgeaud, L., Hattab, T., Muriene, J., & Grenouillet, G. (2020). Species better track climate warming in the oceans than on land. *Nature Ecology and Evolution*, 4(8), 1044–1059. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1198-2>
- Massarelli, C. (2024). Developing a Calculation Workflow for Designing and Monitoring Urban Ecological Corridors: A Case Study. *Urban Science*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/urbansci8040169>
- McWhorter, T. J., Gerson, A. R., Talbot, W. A., Smith, E. K., McKechnie, A. E., & Wolf, B. O. (2018). Avian thermoregulation in the heat: Evaporative cooling capacity and thermal tolerance in two Australian parrots. *Journal of Experimental Biology*, 221(6). <https://doi.org/10.1242/jeb.168930>
- Pacifici, M., Foden, W. B., Visconti, P., Watson, J. E. M., Butchart, S. H. M., Kovacs, K. M., Scheffers, B. R., Hole, D. G., Martin, T. G., Akçakaya, H. R., Corlett, R. T., Huntley, B., Bickford, D., Carr, J. A., Hoffmann, A. A., Midgley, G. F., Pearce-Kelly, P., Pearson, R. G., Williams, S. E., ... Rondinini, C. (2015). Assessing species vulnerability to climate change. *Nature Climate Change*, 5(3), 215–225. <https://doi.org/10.1038/nclimate2448>
- Pecl, G. T., Araújo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I. C., Clark, T. D., Colwell, R. K., Danielsen, F., Evengård, B., Falconi, L., Ferrier, S., Frusher, S., Garcia, R. A., Griffiths, R. B., Hobday, A. J., Janion-Scheepers, C., Jarzyna, M. A., Jennings, S., ... Williams, S. E. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, 355(6332). <https://doi.org/10.1126/science.aai9214>
- Pelissie, M., Johansson, F., & Hyseni, C. (2022). Pushed Northward by Climate Change: Range Shifts With a Chance of Co-occurrence Reshuffling in the Forecast for Northern European Odonates. *Environmental Entomology*, 51(5), 910–921. <https://doi.org/10.1093/ee/nvac056>
- Pollock, H. S., Brawn, J. D., & Cheviron, Z. A. (2021). Heat tolerances of temperate and tropical birds and their implications for susceptibility to climate warming. *Functional Ecology*, 35(1), 93–104. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13693>
- Safnowandi, S. (2021). Struktur Komunitas Mangrove di Pesisir Pantai Cemara Selatan Kabupaten Lombok Barat sebagai Bahan Penyusunan Modul Ekologi. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 3(1), 60-71. <https://doi.org/10.31605/bioma.v3i1.1030>
- Scheffers, B. R., De Meester, L., Bridge, T. C. L., Hoffmann, A. A., Pandolfi, J. M., Corlett, R. T., Butchart, S. H. M., Pearce-Kelly, P., Kovacs, K. M., Dudgeon, D., Pacifici, M., Rondinini, C., Foden, W. B., Martin, T. G., Mora, C., Bickford, D., & Watson, J. E. M. (2016). The broad footprint of climate change from genes to biomes to people. *Science*, 354(6313). <https://doi.org/10.1126/science.aaf7671>
- Shaffer, L. J., Khadka, K. K., Van Den Hoek, J., & Naithani, K. J. (2019).



- Human-elephant conflict: A review of current management strategies and future directions. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6(JAN), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00235>
- Trisos, C. H., Merow, C., & Pigot, A. L. (2020). The projected timing of abrupt ecological disruption from climate change. *Nature*, 580(7804), 496–501. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2189-9>
- van de Ven, T. M. F. N., McKechnie, A. E., & Cunningham, S. J. (2019). The costs of keeping cool: behavioural trade-offs between foraging and thermoregulation are associated with significant mass losses in an arid-zone bird. *Oecologia*, 191(1), 205–215. <https://doi.org/10.1007/s00442-019-04486-x>
- Wiens, J. J. (2016). Climate-Related Local Extinctions Are Already Widespread among Plant and Animal Species. *PLoS Biology*, 14(12), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001104>
- Zeng, Y. (2016). The impact of climate change on wildlife in East Africa. *None*, 11(7), 58–60. <https://doi.org/10.37421/2332-2543.2023.11.478>