

Diversity of Rare Tree Species in the Protected Forest of Tarakan Island

Keanekaragaman Spesies Pohon Langka di Hutan Lindung Pulau Tarakan

^{1*}Bimo Aji Nugroho, ¹Ahmad Fauzi, ¹Hardianto S Umar

¹Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Borneo Tarakan,
Tarakan, Indonesia

Email: bimoajinugroho29@borneo.ac.id

Abstract: *Since there is a dearth of information on the population of rare species in the Tarakan Island Protected Forest, this study intends to investigate the species diversity and distribution patterns of protected trees there. Determining the dominating rare tree species and the environmental factors influencing their distribution are among the issues that have been highlighted. The techniques involve statistical analysis to evaluate species diversity using the Shannon-Wiener index and field surveys to gather information on tree species, numbers, and habitat conditions. Five protected tree species with high levels of variety and balanced distribution—including *Dipterocarpus cinereus* and *Intsia palembanica*—were found in the results, demonstrating the resilience of the ecosystem. Climate, humidity, and soil quality are examples of abiotic variables that have a significant impact on tree development and spread. In summary, the occurrence of uncommon tree species is significantly influenced by the interplay between biotic and abiotic conditions, offering important information for Tarakan Island's biodiversity management and conservation. It is anticipated that this study will aid in the preservation of current natural resources.*

Keywords: *Species Diversity; Protected Trees; Tarakan Island; Environmental Factors; Biodiversity Conservation*

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan seluas sekitar 9 juta km² yang terletak diantara dua samudra dan dua benua dengan jumlah pulau sekitar 17.500 buah yang panjang garis pantainya sekitar 95.181 km. Kondisi geografis tersebut menyebabkan negara Indonesia menjadi suatu negara megabiodiversitas walaupun luasnya hanya sekitar 1,3% dari luas bumi. Dalam dunia tumbuhan, flora di wilayah Indonesia termasuk bagian dari flora dari Malesiana yang diperkirakan memiliki sekitar 25% dari spesies tumbuhan berbunga yang ada di dunia yang menempati urutan negara terbesar ketujuh dengan jumlah spesies mencapai 20.000 spesies, 40%-nya merupakan tumbuhan endemik atau asli Indonesia. Indonesia sangat kaya akan jenis-jenis tumbuhan, semua jenis tumbuhan yang hidup di bumi dapat ditemukan di Indonesia. Indonesia memiliki sekitar 38.000 jenis tumbuhan, 3.000 jenis lumut, 4.000 jenis paku, dan 20.000 jenis tumbuhan biji (8% dari dunia). Banyak sekali jenis tumbuhan yang belum diteliti yang diyakini berpotensi sebagai sumber obat, gizi, dan plasma nutfah (Ming et al., 2024).

Selain itu, sekitar 36 spesies pohon di Indonesia dinyatakan terancam punah, termasuk kayu ulin di Kalimantan Selatan, sawo kecil di Jawa Timur, Bali Barat, dan Sumbawa, kayu hitam di Sulawesi, dan kayu pandak di Jawa serta ada sekitar 58 spesies tumbuhan yang berstatus dilindungi (Chu et al., 2024). Tumbuhan langka merupakan tumbuhan yang persebaran dan populasinya mulai berkurang. Suatu jenis tumbuhan (dan satwa) wajib ditetapkan dalam golongan yang dilindungi apabila mempunyai populasi yang kecil, adanya penurunan yang tajam pada jumlah individu di alam dan daerah penyebarannya yang terbatas/endemik (PP RI no. 7 Tahun 1999). Eksploitasi terhadap keanekaragaman hayati, penebangan liar, konversi kawasan hutan menjadi areal lain, perburuan dan perdagangan liar adalah beberapa faktor yang menyebabkan terancamnya keanekaragaman hayati (Ricker et al., 2024). Perlu usaha untuk menyelamatkan sumberdaya alam yang ada, realitas dilapangan menunjukkan peningkatan ancaman dan kepunahan sumberdaya hayati, maka perlu adanya status kelangkaan suatu spesies (K. Liu et al., 2021).

Penelitian di berbagai belahan dunia telah menyoroti peran ekologis utama dari pohon-pohon langka di berbagai lingkungan hutan. Hal ini mencakup produktivitas jangka panjang, penyerapan karbon, konservasi keanekaragaman hayati, perlindungan tanah, layanan hidrologi, dan regulasi iklim mikro. Namun, meningkatnya tekanan terhadap pohon-pohon berharga memerlukan upaya konservasi yang lebih luas. Misalnya, penebangan hutan secara selektif menebang pohon-pohon besar dan tua di Dataran Tinggi Tengah Victoria, Australia, sehingga memotong struktur umur dan mengurangi habitat satwa liar. Gabungan gangguan abiotik (kekeringan, kebakaran hutan, angin topan, dll.) dan biotik (hama serangga, gangguan manusia, dll.) merupakan penyebab utama penurunan dan kematian pohon. Gangguan ini dapat mematikan pohon atau melemahkannya secara tidak langsung sehingga mengurangi pertahanannya terhadap patogen, dimana pohon besar dan tua merupakan pohon yang sangat rentan (Xi et al., 2023). Hal ini diperkuat dengan bukti lapangan bahwa pohon langka yang ada dipulau Tarakan banyak yang tumbang akibat gangguan biotik.

Dengan adanya kemajuan dalam pembangunan sosial-ekologi dan kesadaran perlindungan lingkungan di Tiongkok, konservasi pohon mulia semakin mendapat perhatian. Sebagian besar penelitian berfokus pada permasalahan dasar sumber daya pohon di berbagai wilayah, restorasi pohon, penilaian nilai, dll. Investigasi mendalam terhadap ciri-ciri utama yang melekat, hubungan ekologis, pola distribusi, dan dampak faktor-faktor penting terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup jangka panjang masih jarang dilakukan.

Kepedulian terhadap konservasi pohon terancam punah dan langka di pulau tarakan masih cukup rendah karena data dan informasi populasi spesies terancam sulit untuk diperoleh sehingga laju penurunannya tidak dapat terdokumentasi dengan baik (Chen et al., 2024). Kondisi tersebut menjadikan populasi tumbuhan langka semakin kecil dan mendekati ancaman kepunahan (Gillespie et al., 2023). Hal ini menjadi faktor lain yang dapat mempercepat menurunnya beberapa jenis tumbuhan pada ekosistem hutan (Wu et al., 2022). Analisis tumbuhan langka sangat diperlukan karena tumbuhan langka tersebut juga termasuk kekayaan flora yang ikut berperan dalam proses kehidupan.

Kelestarian ekosistem hutan dapat dicapai dengan adanya kegiatan pengelolaan yang sangat cepat sehingga populasinya dapat dipertahankan (Khadanga et al., 2023). Penelitian ini

menganalisis secara kualitatif dan kuantitatif komposisi flora, pola sebaran spasial dan faktor lingkungan pohon mulia di JP. Kami bertujuan untuk membangun landasan empiris dan teoritis untuk meningkatkan perlindungan pohon langka dan keanekaragaman spesies. Kajian ini bertujuan untuk menjawab dua pertanyaan: (1) Pohon langka apa saja yang dominan di wilayah pulau tarakan (2) Apa saja faktor lingkungan utama yang menentukan sebaran pohon langka? Temuan ini dapat memberikan informasi dalam pengambilan keputusan pengelolaan pohon langka di pulau Tarakan.

Metode

Daerah penelitian

Tarakan merupakan salah satu pulau yang ada dikalimantan, secara geografis terletak pada $3^{\circ}14'23'' - 3^{\circ}26'37''$ Lintang Utara dan $117^{\circ}30'50'' - 117^{\circ}40'12''$ Bujur Timur. Tarakan terdiri dari dua pulau yaitu pulau tarakan itu sendiri dan pulau sadau dengan luas wilayah mencapai 254,18 km² dimana 98,22%-nya atau 249,65 km² berupa daratan dan sisanya sebanyak 1,78% atau 4,53 km² berupa lautan. Pulau tarakan memiliki hutan primer tropis yang tersebar diberbagai titik. Ekologi situs yang spesifik dan tidak biasa ini menawarkan habitat bagi banyak spesies endemic. Karakteristik landscape pulau Tarakan dengan bukit-bukit yang tidak tinggi, dengan kondisi tanah berpasir. Karakter habitat ini menjadi ciri yang unik untuk habitat beberapa tumbuhan langka yang akan di teliti. Mengingat luasan hutan ditarakan dengan intensitas hujan yang hampir setiap tahun tanpa mengenal musim, Curah hujan dalam 5 tahun terakhir rata-rata sekitar 308,2 mm/bulan dan penyinaran rata-rata 49,82%, dengan suhu udara minimum 24,1 °C dan maksimum 31,1 °C, kondisi ini membuat Kota Tarakan memiliki Kelembapan rata-rata $\pm 84\%$.

Pengumpulan data

Survei lapangan yang komprehensif dilakukan pada pohon-pohon langka. Kami mencatat secara rinci jenis, jumlah pohon, umur, tinggi, diameter batang setinggi dada 1,3 m (DBH), diameter pangkal, lebar tajuk, koordinat geografis, dan kondisi habitat. Foto digital masing-masing pohon diambil dari berbagai orientasi. Bahan-bahan yang relevan tentang wilayah studi dikumpulkan, termasuk topografi, iklim, tanah, hidrologi, penggunaan lahan, ekonomi, budaya, dan kondisi ekologi. File dan arsip dibuat dengan mengacu pada 'Peraturan Teknis untuk Survei Pohon Tua dan Terkemuka' (kementerian kehutanan) untuk meningkatkan basis data dan sistem pemantauan dinamis untuk pohon-pohon di lindungi. Studi ini mendefinisikan pohon langka berdasarkan pedoman teknis yang dikeluarkan oleh organisasi profesional kehutanan Indonesia (Fatimata et al., 2024)

Analisis statistic

Beberapa indeks pohon dihitung secara kuantitatif. Kelimpahan relatif menggunakan persamaan: $RA = \text{jumlah pohon pada suatu spesies} / \text{jumlah total pohon pada wilayah penelitian}$. Dominasi relatif digunakan persamaan: $RD = \text{diameter batang setinggi dada 1,3 m pada suatu spesies} / \text{total lingkaran batang di wilayah penelitian}$. Nilai kepentingan spesies diperoleh dari: IV

= $(RA + RD)/2$. Untuk memahami pola kelimpahan pohon di pulau Tarakan, kami menghitung jumlahnya pada setiap spesies.

Pohon merupakan salah satu makhluk hidup terpenajng dan terbesar diplat ini. Pertumbuhannya dipengaruhi oleh kekuatan biotik dan abiotik (Bentsi-Enchill et al., 2022). Dalam interaksi yang kompleks, perubahan pada satu faktor lingkungan dapat menyebabkan perubahan pada faktor lain, sehingga mengakibatkan perubahan efek gabungan dari semua faktor lingkungan (Y. Liu et al., 2023). Kami menganalisis dan memeriksa faktor utama yang mempunyai pengaruh pertumbuhan pohon, suhu, kelembapan, intensitas Cahaya dan ketebalan tanah. Koordinat yang tepat dari masing-masing pohon mulia diukur di lapangan dan diplot pada peta. Grid dengan resolusi $1,5 \times 1,5$ km digunakan sebagai unit spasial untuk membatasi wilayah penelitian menjadi 110 sel grid.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 5 spesies pohon yang dilindungi di Pulau Tarakan, yang merupakan bagian dari ekosistem hutan tropis yang kaya akan keanekaragaman hayati. Berikut adalah rincian spesies yang ditemukan beserta karakteristiknya:

Tabel 1. Daftar Spesies Tumbuhan di Lindungi

No	Famili	Spesies	Status Perlindungan	Deskripsi Singkat
1	Dipterocarpaceae	<i>Dipterocarpus cinereus</i>	Dilindungi	Pohon besar dengan tinggi mencapai 50 m, memiliki kayu yang kuat dan tahan lama
2		<i>Dipterocarpus littoral</i>	Dilindungi	umbuh di daerah pesisir, memiliki karakteristik batang yang lurus dan tinggi
3	Lauraceae	<i>Beilschmiedia madang</i>	Dilindungi	Memiliki daun lebar dan beraroma khas, sering digunakan dalam pengobatan tradisional
4	Leguminosae	<i>Intsia palembanica</i>	Dilindungi	Dikenal sebagai kayu ulin, memiliki ketahanan tinggi terhadap air dan serangan hama
5	Arecaceae	<i>Borassodendron borneense</i>	Dilindungi	Pohon palem besar yang tumbuh di hutan hujan tropis, memiliki batang yang tinggi dan tegak
6	Moraceae	<i>Artocarpus Odoratissimus</i>	Dilindungi	Tinggi tumbuh hingga setinggi 25 meter. Daunnya berukuran panjang 16–50 cm dan

lebar 11–28 cm, mirip dengan daun sukun, tetapi sedikit lebih berlekuk. Banyak pohon yang kehilangan lekuk daunnya setelah dewasa.

Keanekaragaman spesies di Pulau Tarakan diukur menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dan indeks kekayaan spesies (S). Hasil analisis menunjukkan bahwa, tingkat keanekaragaman yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa hutan di Pulau Tarakan memiliki banyak spesies dengan distribusi yang relatif merata. Indeks ini mencerminkan bahwa tidak hanya ada banyak spesies, tetapi juga bahwa spesies-spesies tersebut memiliki populasi yang seimbang, yang penting untuk stabilitas ekosistem. Keberagaman ini penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung berbagai fungsi ekologis (LI et al., 2024). Keberadaan spesies yang beragam juga berkontribusi pada ketahanan ekosistem terhadap perubahan lingkungan (Xie et al., 2024).

Keberadaan tumbuhan dilindungi di Pulau Tarakan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi. Faktor-faktor ini dapat dibagi menjadi dua kategori utama: faktor biotik dan abiotik. Pemahaman yang mendalam tentang faktor-faktor ini sangat penting untuk upaya konservasi dan pengelolaan sumber daya hutan yang berkelanjutan (Atindehou et al., 2022). Faktor abiotik adalah komponen non-hidup yang mempengaruhi pertumbuhan dan distribusi tumbuhan. Di Pulau Tarakan, beberapa faktor abiotik yang signifikan meliputi, iklim merupakan faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan. Pulau Tarakan memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi dan suhu yang relatif stabil (Gunawan et al., 2019). Curah hujan rata-rata mencapai 308,2 mm per bulan, yang mendukung pertumbuhan vegetasi yang subur. Suhu udara yang berkisar antara 24,1 °C hingga 31,1 °C menciptakan kondisi yang ideal bagi banyak spesies pohon. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan dan reproduksi tumbuhan. Kelembapan yang tinggi (sekitar 84%) mendukung proses fotosintesis dan transpirasi, yang penting untuk pertumbuhan tumbuhan. Tumbuhan yang membutuhkan kelembapan tinggi, seperti *Nepenthes bicalcarata*, dapat tumbuh dengan baik di lingkungan ini (Bernardinis et al., 2023).

Kualitas tanah sangat mempengaruhi keberadaan tumbuhan. Tanah yang subur dan kaya akan nutrisi mendukung pertumbuhan spesies pohon tertentu. pH tanah yang sesuai (antara 5,5 hingga 7) sangat penting untuk penyerapan nutrisi. Kandungan nutrisi tanah yang kaya akan nitrogen, fosfor, dan kalium mendukung pertumbuhan vegetasi. Penelitian menunjukkan bahwa spesies pohon yang dilindungi cenderung tumbuh lebih baik di tanah yang memiliki kandungan organik tinggi (Zhi et al., 2021). Topografi Pulau Tarakan, yang terdiri dari bukit-bukit rendah dan dataran, mempengaruhi pola drainase dan akumulasi air. Ketinggian mempengaruhi suhu dan kelembapan. Spesies tertentu mungkin lebih menyukai ketinggian tertentu, yang dapat mempengaruhi distribusi mereka (Jacobsen et al., 2023). Area dengan drainase yang baik cenderung memiliki lebih banyak spesies pohon yang dilindungi, karena genangan air dapat merusak akar dan menghambat pertumbuhan.

Faktor biotik mencakup interaksi antara tumbuhan dengan organisme lain, termasuk hewan, mikroorganisme, dan tumbuhan lain (Gasper et al., 2021). Beberapa faktor biotik yang mempengaruhi keberadaan tumbuhan dilindungi di Pulau Tarakan. Kompetisi antara spesies tumbuhan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan distribusi (Kostensalo et al., 2023). Kompetisi untuk sumber daya tumbuhan bersaing untuk mendapatkan cahaya, air, dan nutrisi. Spesies yang lebih dominan dapat menghalangi pertumbuhan spesies lain, termasuk yang dilindungi (Bhattarai et al., 2024). Strategi adaptasi beberapa spesies pohon dilindungi mungkin memiliki adaptasi khusus untuk bersaing, seperti pertumbuhan yang lebih cepat atau kemampuan untuk memanfaatkan sumber daya yang kurang tersedia (Hayat et al., 2021; Zhu et al., 2023).

Simpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi enam spesies pohon yang dilindungi di Hutan Lindung Pulau Tarakan, menunjukkan tingkat keanekaragaman spesies yang tinggi dan distribusi yang seimbang, yang penting untuk stabilitas ekosistem. Faktor-faktor abiotik seperti iklim, kelembapan, dan kualitas tanah terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan distribusi pohon langka. Interaksi kompleks antara faktor biotik dan abiotik memainkan peran penting dalam keberadaan spesies pohon yang terancam punah. Temuan ini memberikan wawasan yang berharga untuk pengelolaan dan konservasi keanekaragaman hayati di Pulau Tarakan, serta menekankan perlunya upaya lebih lanjut dalam perlindungan sumber daya alam yang ada. Dengan demikian, penelitian ini menjadi landasan penting untuk strategi konservasi yang lebih efektif dan berkelanjutan di wilayah tersebut.

Daftar Rujukan

- Atindehou, M. M. L., Azihou, A. F., Dassou, H. G., Toyi, S. M., Dangnigbe, P., Adomou, A. C., Ouedraogo, A., Assogbadjo, A. E., & Sinsin, B. (2022). Management and protection of large old tree species in farmlands: Case of *Milicia excelsa* in southern Benin (West Africa). *Trees, Forests and People*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100336>
- Bentsi-Enchill, F., Dampney, F. G., Pappoe, A. N. M., Ekumah, B., & Akotoye, H. K. (2022). Impact of anthropogenic disturbance on tree species diversity, vegetation structure and carbon storage potential in an upland evergreen forest of Ghana, West Africa. *Trees, Forests and People*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100238>
- Bernardinis, G. B., Cobos, M. E., Brum, F. T., Marques, M. C. M., Peterson, A. T., Carlucci, M. B., & Zwiener, V. P. (2023). Ecological restoration and protection of remnants are key to the survival of the critically endangered *Araucaria* tree under climate change. *Global Ecology and Conservation*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02668>
- Bhattarai, S., Bhatta, B., Shrestha, A. K., & Kunwar, R. M. (2024). Ecology, economic botany and conservation of *Diploknema butyracea* in Nepal. *Global Ecology and Conservation*, 51. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e02869>
- Chen, Y., Wang, M. Q., Pan, X., Liang, C., Xie, Z., Scheu, S., Maraun, M., & Chen, J. (2024). Season affects soil oribatid mite communities more than tree diversity in subtropical forests. *Geoderma*, 443. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2024.116826>

- Chu, Z., Cosset, C. C. P., Finlayson, C., Cannon, P. G., Freckleton, R. P., Yusah, K. M., & Edwards, D. P. (2024). Tree diversity and liana infestation predict acoustic diversity in logged tropical forests. *Biological Conservation*, 291. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110488>
- Fatimata, N., Philippe, M., Bienvenu, S., & Nicole, F. (2024). Exploring the effects of forest management on tree diversity, community composition, population structure and carbon stocks in sudanian domain of Senegal, West Africa. *Forest Ecology and Management*, 559. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121821>
- Gasper, A. L. de, Gritz, G. S., Russi, C. H., Schwartz, C. E., & Rodrigues, A. V. (2021). Expected impacts of climate change on tree ferns distribution and diversity patterns in subtropical Atlantic Forest. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(3), 369–378. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.03.007>
- Gillespie, L. M., Prada-Salcedo, L. D., Shiha, A., Fromin, N., Goldmann, K., Milcu, A., Buscot, F., Buatois, B., & Hättenschwiler, S. (2023). Taxonomical and functional responses of microbial communities from forest soils of differing tree species diversity to drying-rewetting cycles. *Pedobiologia*, 97–98. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2023.150875>
- Gunawan, H., Sugiarti, & Wardani, M. (2019). *100 spesies pohon Nusantara : target konservasi ex situ taman keanekaragaman hayati* (Vol. 1). IPB Press.
- Hayat, W., Khan, S., Iqbal, A., Ahmad, S., & Abbasi, A. M. (2021). Protection is better than management to maintain tree species: A case study of lesser-Himalayan moist-temperate forests of Pakistan. *Trees, Forests and People*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100149>
- Jacobsen, R. M., Birkemoe, T., Evju, M., Skarpaas, O., & Sverdrup-Thygeson, A. (2023). Veteran trees in decline: Stratified national monitoring of oaks in Norway. *Forest Ecology and Management*, 527. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120624>
- Khadanga, S. S., Dar, A. A., Jaiswal, N., Dash, P. K., & Jayakumar, S. (2023). Elevation patterns of tree diversity, composition and stand structure in Mahendragiri Hill Forest, Eastern Ghats of Odisha, India. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 16(3), 391–405. <https://doi.org/10.1016/j.japb.2023.04.004>
- Kostensalo, J., Mehtätalo, L., Tuominen, S., Packalen, P., & Myllymäki, M. (2023). Recreating structurally realistic tree maps with airborne laser scanning and ground measurements. *Remote Sensing of Environment*, 298. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113782>
- LI, R., HU, X., LI, Q., LIU, L., HE, Y., & CHEN, C. (2024). Gap analysis of Firmiana danxiaensis, a rare tree species endemic to southern China. *Ecological Indicators*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111606>
- Liu, K., Wang, A., Zhang, S., Zhu, Z., Bi, Y., Wang, Y., & Du, X. (2021). Tree species diversity mapping using UAS-based digital aerial photogrammetry point clouds and multispectral imageries in a subtropical forest invaded by moso bamboo (*Phyllostachys edulis*). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102587>

- Liu, Y., Zhang, R., Lin, C. F., Zhang, Z., Zhang, R., Shang, K., Zhao, M., Huang, J., Wang, X., Li, Y., Zeng, Y., Zhao, Y. P., Zhang, J., & Xing, D. (2023). Remote sensing of subtropical tree diversity: The underappreciated roles of the practical definition of forest canopy and phenological variation. *Forest Ecosystems*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2023.100122>
- Ming, L., Liu, J., Quan, Y., Li, M., Wang, B., & Wei, G. (2024). Mapping tree species diversity in a typical natural secondary forest by combining multispectral and LiDAR data. *Ecological Indicators*, 159, 111711. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111711>
- Ricker, M., Santiago, M. Á. C., García, G. G., Salas, E. M. M., & Mondragón, E. (2024). Dataset about Mexico's forest diversity: Site locations of tree species, wood densities, and geographic database of forest-vegetation provinces. *Data in Brief*, 53, 1–15. <https://doi.org/10.17632/77w6mfzwj.3>
- Wu, A., Zhou, G., He, H., Hautier, Y., Tang, X., Liu, J., Zhang, Q., Wang, S., Wang, A., Lin, L., Zhang, Y., Xie, Z., & Chang, R. (2022). Tree diversity depending on environmental gradients promotes biomass stability via species asynchrony in China's forest ecosystems. *Ecological Indicators*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109021>
- Xi, Y., Zhang, W., Brandt, M., Tian, Q., & Fensholt, R. (2023). Mapping tree species diversity of temperate forests using multi-temporal Sentinel-1 and -2 imagery. *Science of Remote Sensing*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.srs.2023.100094>
- Xie, C., Chen, L., Luo, W., & Jim, C. Y. (2024). Species diversity and distribution pattern of venerable trees in tropical Jianfengling National Forest Park (Hainan, China). *Journal for Nature Conservation*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2023.126542>
- Zhi, J., Zhou, Z., & Cao, X. (2021). Exploring the determinants and distribution patterns of soil mattic horizon thickness in a typical alpine environment using boosted regression trees. *Ecological Indicators*, 133. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108373>
- Zhu, X., Zou, R., Tang, J., Deng, L., & Wei, X. (2023). Genetic diversity variation during the natural regeneration of *Vatica guangxiensis*, an endangered tree species with extremely small populations. *Global Ecology and Conservation*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02400>