

## INFO ARTIKEL

*Riwayat Artikel:*

Diterima : 14 Juni 2025

Disetujui : 1 Juli 2025

## GEOGRAFI

**GEO-ENVIRONMENTAL LAND CHARACTERIZATION AND ITS IMPLICATIONS FOR SUSTAINABLE TOURISM PLANNING IN BATU BELIMBING, WEST KALIMANTAN****Ludovicus Manditya Hari Christanto<sup>1</sup>, Nur Meily Adlika<sup>1\*</sup>, Putri Tipa Anasi<sup>1</sup>, Agus Sugiarto<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Geografi, FKIP, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat(✉) [\\*nurmeilyadlika@fkip.untan.ac.id](mailto:*nurmeilyadlika@fkip.untan.ac.id)**ABSTRAK**

Kawasan Batu Belimbing di Kota Singkawang, Kalimantan Barat memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan menjadi ekowisata berkelanjutan berkat lanskap alamnya yang unik dan keanekaragaman hayati yang melimpah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik fisik lahan termasuk topografi, jenis tanah, dan iklim sebagai dasar perencanaan tata guna lahan yang mendukung pengembangan pariwisata berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif, melalui observasi lapangan, studi literatur, dan interpretasi citra penginderaan jauh. Hasil penelitian menunjukkan dominasi kemiringan lereng landai (8–15°), hal ini mendukung aksesibilitas dan keselamatan wisatawan. Secara geologi, kawasan ini didominasi oleh endapan aluvium dengan jenis tanah Arenosol Albik, yang memiliki potensi pemanfaatan untuk kegiatan wisata dan pertanian. Iklim setempat ditandai oleh suhu udara relatif nyaman (26,13°C – 28,72°C) dengan tingkat kelembapan tinggi (79% – 93%). Hal ini berpengaruh terhadap kenyamanan pengunjung dan memerlukan strategi adaptif dalam pengelolaan wisata. Temuan ini menegaskan pentingnya pemahaman holistik karakteristik fisik lahan dalam perencanaan kawasan wisata berbasis keberlanjutan. Partisipasi masyarakat lokal dalam pengelolaan sumber daya alam menjadi faktor kunci dalam menjaga keseimbangan antara pelestarian lingkungan dan manfaat ekonomi. Studi ini memberikan rekomendasi strategis untuk perencanaan pariwisata yang responsif terhadap kondisi ekologis dan sosial di Batu Belimbing.

**Kata kunci:** *karakteristik fisik lahan, ekowisata, penginderaan jauh, perencanaan wisata berkelanjutan, Batu Belimbing*

**ABSTRACT**

Kawasan Batu Belimbing in Singkawang City, West Kalimantan has high potential to be developed into sustainable ecotourism due to its unique natural landscape and abundant biodiversity. The purpose of this study was to analyze the physical characteristics of the land including topography, soil type, and climate as a basis for land use planning that supports sustainable tourism development. This study used a qualitative approach, through field observations, literature studies, and interpretation of remote sensing imagery. The results showed the dominance of gentle slopes (8–15°), which supports tourist accessibility and safety. Geologically, this area is dominated by alluvium deposits with Arenosol Albic soil types, which have the potential to be utilized for tourism and agricultural activities. The local climate is characterized by relatively comfortable air temperatures (26.13°C – 28.72°C) with high humidity levels (79% – 93%). This affects visitor comfort and requires adaptive strategies in tourism management. These findings emphasize the importance of a holistic understanding of the physical characteristics of the land in planning sustainable tourism areas. Local community participation in natural resource management is a key factor in maintaining

a balance between environmental conservation and economic benefits. This study provides strategic recommendations for tourism planning that is responsive to ecological and social conditions in Batu Belimbing.

**Keywords:** *physical characteristics of land, ecotourism, remote sensing, sustainable tourism planning, Batu Belimbing*

## PENDAHULUAN

Kawasan yang sensitif secara ekologis memerlukan pemahaman karakteristik fisik lahan yang komprehensif jika dikembangkan sebagai kawasan wisata (Leman et al., 2016; Skiniti et al., 2024; Yuxi & Linsheng, 2020). Hal ini guna memastikan keberlanjutan lingkungan serta memberikan manfaat bagi masyarakat lokal. Kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan pemangku kepentingan sangat penting (Macedo et al., 2020), hal ini untuk memastikan keberlanjutan lingkungan dan manfaat ekonomi jangka panjang (Andriollo et al., 2021).

Batu Belimbing di Kota Singkawang, Kalimantan Barat, adalah destinasi ekowisata yang sedang berkembang dan dikenal dengan formasi batu unik, keanekaragaman hayati yang tinggi, serta bentang alam perbukitan yang indah di kaki Gunung Poteng. Bertumbuhnya kunjungan wisatawan domestik maupun mancanegara ke kawasan ini menunjukkan urgensi perencanaan tata ruang yang selaras dengan daya dukung lingkungan setempat.

Kawasan ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai destinasi pariwisata melalui pemanfaatan sumber daya alam dan budaya secara berkelanjutan. Karakteristik fisik seperti topografi, jenis tanah, dan iklim mikro memainkan peran penting dalam menentukan kesesuaian lahan bagi pembangunan sarana dan aktivitas wisata (Dai et al., 2022; Kalahroudi et al., 2023). Kondisi perbukitan dan iklim yang sejuk tidak hanya memberikan kenyamanan bagi pengunjung (Zhong et al., 2020), tetapi juga menciptakan peluang dan batasan tertentu dalam pemanfaatan ruang, khususnya terkait dengan aksesibilitas, keamanan, dan konservasi ekosistem (Tarolli & Straffolini, 2020).

Penelitian terdahulu menunjukkan pentingnya integrasi analisis karakteristik lahan

dalam perencanaan pariwisata (Kangas et al., 2022). Karakteristik fisik yang sesuai dapat meningkatkan daya tarik dan kualitas pengalaman wisata (Alzaydi, 2023; Mohammad Shafiee et al., 2021). Pengelolaan lahan yang terpadu dan terencana dengan baik dapat mencapai keseimbangan antara keberlanjutan ekologi dan pertumbuhan ekonomi, yang akan menguntungkan lingkungan dan masyarakat setempat (Keesstra et al., 2018; Valujeva et al., 2023). Pembangunan pariwisata berkelanjutan memerlukan pemahaman mendalam tentang dinamika lahan dan lingkungan untuk meminimalkan dampak negatif (Baloch et al., 2023; Cui, 2025; Wang & Wu, 2022).

Lebih lanjut, partisipasi masyarakat lokal menjadi faktor krusial. Keterlibatan aktif warga dalam pengelolaan kawasan wisata dapat menumbuhkan rasa kepemilikan dan tanggung jawab terhadap lingkungan (Liu et al., 2022; Safshekan et al., 2020). Hubungan yang seimbang antara manusia dan lingkungan sangat penting untuk mempertahankan kehidupan, kesehatan, dan kesejahteraan (Galvani et al., 2016; Nesmith et al., 2021). Sementara Roxas et al. (2020) menyoroti bahwa kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta merupakan kunci tata kelola pariwisata yang berkelanjutan.

Meskipun Batu Belimbing memiliki nilai ekologis dan rekreasi yang tinggi, kawasan ini belum banyak diteliti secara akademik, khususnya terkait penilaian spasial terhadap karakteristik fisik lahannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik fisik lahan—termasuk topografi, jenis tanah, dan iklim—sebagai dasar perencanaan tata guna lahan yang mendukung pengembangan pariwisata berkelanjutan. Temuan dari studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi perencanaan penggunaan lahan dan pengelolaan

pariwisata yang berkelanjutan di Kota Singkawang maupun wilayah lainnya yang memiliki kondisi serupa.

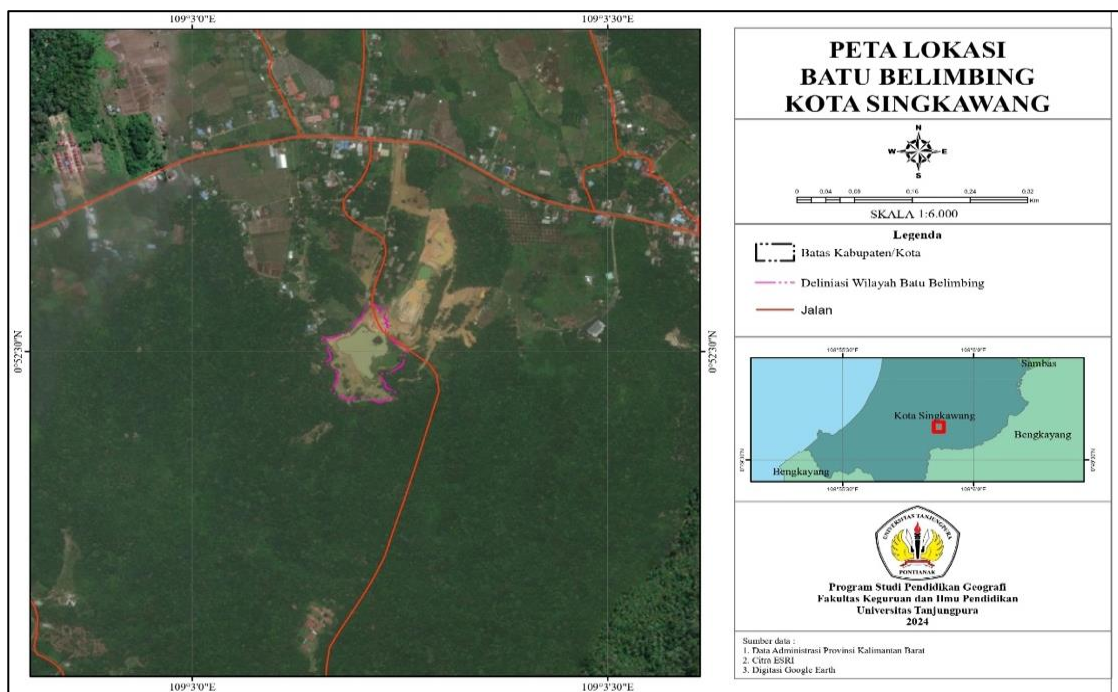
**METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis dan faktual kondisi fisik lahan di kawasan Batu Belimbing serta menganalisis potensi pengembangannya sebagai destinasi wisata berkelanjutan. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu: (1) observasi langsung di lapangan untuk mengidentifikasi kondisi topografi, penggunaan lahan, serta aksesibilitas; (2) studi literatur terhadap referensi terdahulu yang relevan dengan karakteristik fisik wilayah dan pengembangan pariwisata; (3) analisis data sekunder yang diperoleh dari lembaga terkait seperti Badan Pusat Statistik (BPS) dan instansi lingkungan; serta (4) interpretasi citra penginderaan jauh untuk memperoleh informasi spasial mengenai kemiringan lereng, tutupan lahan, dan distribusi vegetasi.

Metode deskriptif kualitatif dipilih karena sangat fleksibel, memungkinkan peneliti menggunakan berbagai teknik pengumpulan data seperti wawancara, observasi, dan diskusi kelompok untuk mendapatkan pemahaman yang kaya tentang fenomena (Bradshaw et al., 2017; Colorafi & Evans, 2016; Kim et al., 2017)

Sementara itu, Citra penginderaan jauh dapat mencakup area yang sangat luas dalam satu waktu pengambilan, sehingga sangat efisien untuk analisis spasial skala besar dan pemantauan perubahan wilayah secara berkala (Li et al., 2023; Tu et al., 2018; Yuan et al., 2021). Seluruh data yang dikumpulkan dianalisis secara kualitatif dengan mengintegrasikan hasil observasi dan interpretasi spasial guna memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi fisik lahan dan potensi pengembangannya.

Penelitian ini dilakukan di Obyek Wisata Batu Belimbing yang berada di kawasan kaki Gunung Poteng, Kelurahan Nyarungkop, Kecamatan Singkawang Timur, Kota Singkawang.



Gambar 1. Peta Lokasi Wisata Batu Belimbing Kota Singkawang

Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan tahap

akhir. Pada tahap persiapan, dilakukan studi pustaka dan penyusunan instrumen mengenai tema

penelitian. Tahap pelaksanaan mencakup pengumpulan data dan pengolahan data yang diperoleh melalui observasi, dokumentasi dan kuesioner. Pada tahap akhir adalah penyusunan hasil penelitian.

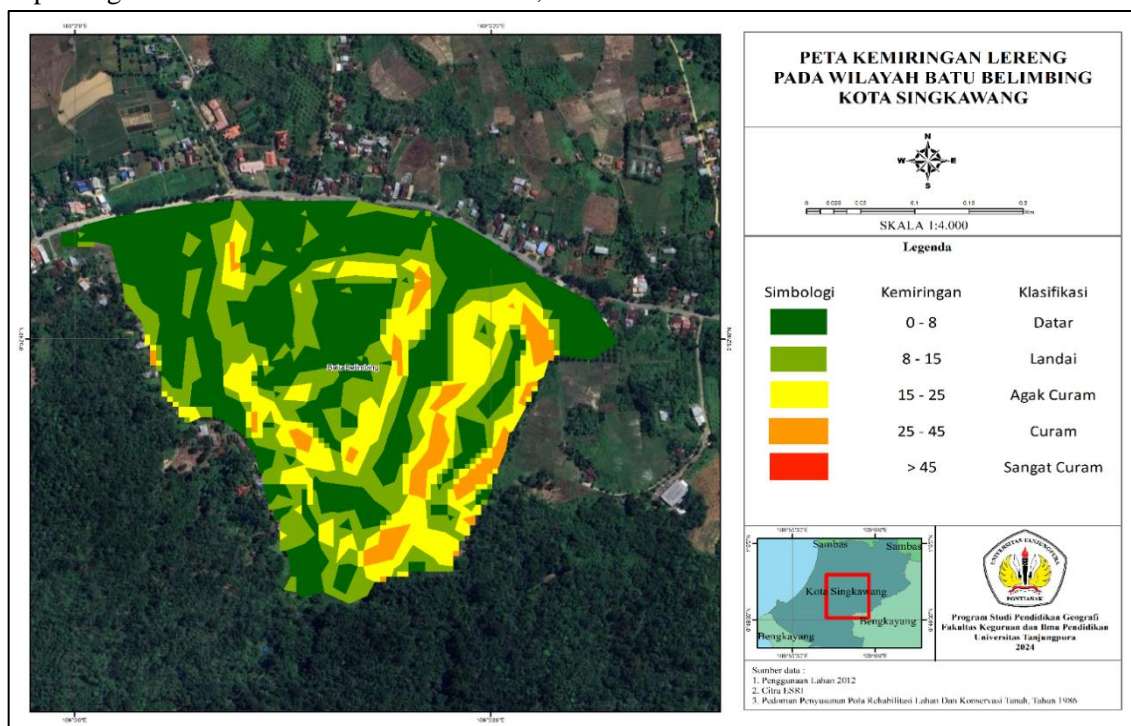
**HASIL**

Penelitian ini menghasilkan peta analisis karakteristik fisik lahan di kawasan wisata Batu Belimbing, Kota Singkawang, yang meliputi kemiringan lereng, kondisi geologi, jenis tanah, dan iklim. Setiap elemen fisik dianalisis berdasarkan data spasial dan observasi lapangan, untuk mendukung pemahaman potensi dan tantangan dalam pengembangan kawasan tersebut sebagai destinasi wisata berkelanjutan.

**Kemiringan Lereng**

Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor penting dalam analisis kesesuaian lahan,

terutama dalam konteks pengembangan wisata. Lereng yang terlalu curam dapat menyulitkan akses dan meningkatkan risiko bencana, sedangkan lereng yang landai lebih mudah diakses dan cenderung lebih aman. Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 2, dapat diketahui bahwa kemiringan lereng wisata Batu Belimbing termasuk dalam 4 klasifikasi yaitu datar, landai, agak curam, dan curam. Peta menunjukkan bahwa wilayah tersebut didominasi oleh lereng dengan kemiringan 8-15 derajat, yaitu landai. Ada beberapa wilayah dengan kemiringan 0-8 derajat, yaitu datar, 15-25 derajat, yaitu agak curam, dan sedikit wilayah dengan kemiringan 25-45 derajat, yaitu curam. Tidak terlihat wilayah dengan kemiringan lebih dari 45 derajat, yaitu sangat curam. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah cukup mendukung untuk kegiatan wisata secara fisik.



Gambar 2. Peta Kemiringan Lereng Kawasan Wisata Batu Belimbing Kota Singkawang

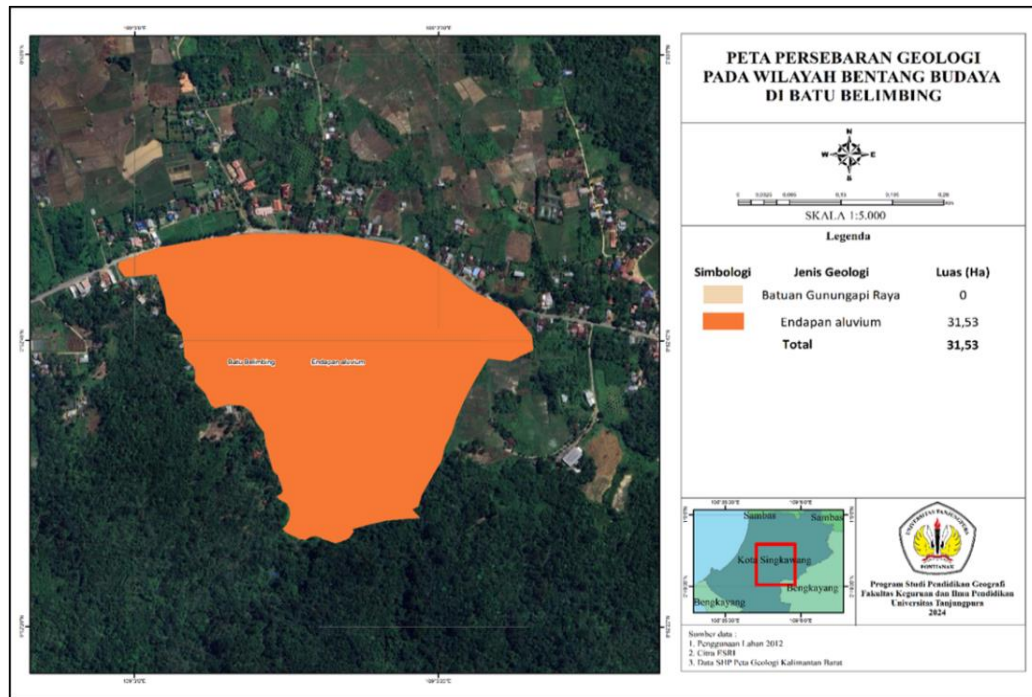
**Kondisi Geologi**

Geologi suatu kawasan memengaruhi kestabilan tanah, struktur bentang alam, serta potensi sumber daya alam. Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 3, yaitu peta persebaran

geologi pada wilayah bentang budaya di batu belimbing dengan skala 1:5.000. Diketahui terdapat dua jenis geologi yaitu batuan gunungapi raya dan endapan aluvium. Peta ini menggunakan warna oranye untuk menunjukkan endapan

aluvium yang mendominasi wilayah tersebut dengan luas 31,53 Ha. Batu Gunungapi Raya tidak ditemukan di wilayah tersebut. Dominasi endapan

aluvium memberikan indikasi bahwa lahan memiliki potensi yang cukup baik untuk pengembangan fasilitas wisata pendukung.

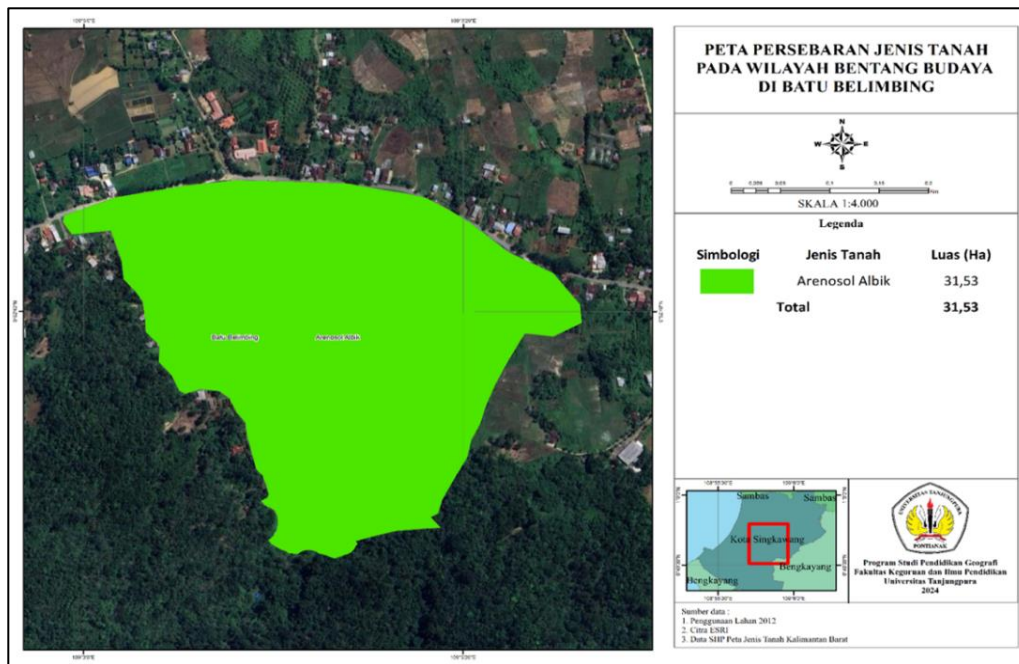


Gambar 3. Peta Persebaran Geologi Kawasan Wisata Batu Belimbing Kota Singkawang

**Jenis Tanah**

Jenis tanah berperan penting dalam menilai kesesuaian lahan untuk konstruksi, pertanian, maupun pelestarian vegetasi alam. Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4, menunjukkan persebaran jenis tanah pada wilayah Bentang Budaya di Batu Belimbing yang menunjukkan bahwa wilayah tersebut didominasi oleh jenis tanah Arenosol Albik dengan luas 31,53 hektar. Arenosol

merupakan tanah berpasir yang umumnya memiliki drainase baik namun daya simpan air rendah, sehingga memerlukan perhatian khusus dalam perencanaan penggunaan lahan, terutama untuk pembangunan sarana wisata dan penghijauan. Jenis tanah ini juga dapat menunjang pengembangan tanaman tertentu yang sesuai dengan kondisi tanah berpasir.



Gambar 4. Peta Persebaran Jenis Tanah Kawasan Wisata Batu Belimbing Kota Singkawang

**Iklm**

Kondisi iklim lokal sangat berpengaruh terhadap kenyamanan wisatawan serta kelangsungan aktivitas di luar ruangan. Berdasarkan hasil penelitian, pada tabel 1 ini menunjukkan bahwa cuaca pada waktu pengamatan adalah berawan, dengan suhu berkisar antara 26.13 °C hingga 28.72°C, kelembapan 79-

93%, dan kecepatan angin 6,91-7,56 km/Jam. Tidak ada hujan yang tercatat pada waktu tersebut. Suhu yang relatif sejuk dan kecepatan angin yang moderat menunjukkan bahwa kawasan ini memiliki kondisi iklim yang cukup nyaman bagi wisatawan, meskipun kelembapan tinggi berpotensi menimbulkan rasa gerah pada waktu tertentu.

Tabel 1. Deskripsi Iklim di Batu Belimbing

Waktu	Suhu Tertinggi	Suhu Terendah	Kelembapan	Kecepatan Angin	Curah Hujan	Keterangan
07.45-11.00 WIB	28.72°C	26.13 °C	79-93%	6,91- 7,56 km/Jam	Tidak hujan	Berawan

**PEMBAHASAN**

**Kemiringan Lereng**

Kemiringan lereng merupakan salah satu karakteristik fisik utama yang sangat menentukan dalam perencanaan dan pengembangan kawasan wisata. Pengelolaan kemiringan lereng yang tepat sangat penting untuk pariwisata berkelanjutan, keselamatan, stabilitas infrastruktur, dan perlindungan lingkungan (Ishfaq Gujree et al., 2020). Hasil analisis kemiringan di kawasan Batu Belimbing menunjukkan terdapat empat tingkat

klasifikasi lereng: datar (0–8°), landai (8–15°), agak curam (15–25°), dan curam (25–45°). Mayoritas wilayah berada pada kategori landai dengan kemiringan 8–15°, yang merupakan tingkat kemiringan ideal untuk pembangunan sarana dan prasarana wisata karena relatif mudah diakses, memiliki risiko bencana tanah longsor yang rendah, serta aman bagi wisatawan. Ishfaq Gujree et al. (2020) mengungkapkan bahwa lereng sedang (8–15°) menawarkan keseimbangan terbaik antara

keselamatan, aksesibilitas, dan keberlanjutan lingkungan.

Selain itu, Pemanfaatan lahan datar sangat penting dalam pengembangan fasilitas pendukung wisata seperti tempat parkir, pusat informasi, dan area rekreasi keluarga. Lahan datar dinilai sangat potensial dan umumnya cocok untuk pembangunan fasilitas wisata, asalkan perencanaan memperhatikan daya dukung lingkungan dan keberlanjutan (Chen et al., 2022; Galuh Pamungkas et al., 2025; Widaningrum et al., 2020). Namun, pada area dengan kemiringan lebih dari  $15^\circ$ , perlu dilakukan pengelolaan yang hati-hati, seperti pembuatan jalur khusus dengan sistem penahan tanah dan mitigasi longsor. Kawasan dengan lereng curam ( $25\text{--}45^\circ$ ) sebaiknya dibatasi pemanfaatannya untuk aktivitas wisata intensif, dan difokuskan untuk fungsi konservasi atau wisata alam terbatas dengan pengawasan khusus. Temuan ini mendukung pendapat (Hidayat & Sari, 2021) yang menyatakan bahwa tingkat kemiringan lereng antara  $0^\circ$  hingga  $15^\circ$  merupakan zona optimal untuk pembangunan wisata karena memiliki aksesibilitas tinggi dan risiko rendah terhadap bahaya geomorfologis.

### **Kondisi Geologi**

Struktur geologi suatu wilayah memiliki pengaruh besar terhadap stabilitas tanah, potensi kerawanan bencana, serta ketersediaan sumber daya alam. Pada kawasan Batu Belimbing, hasil interpretasi peta menunjukkan dominasi formasi geologi berupa endapan aluvium, yang tersebar di seluruh wilayah dengan luas sekitar 31,53 hektar. Endapan ini umumnya terbentuk dari material halus yang dibawa oleh air dan mengendap di dataran rendah atau sepanjang aliran sungai. Kehadiran endapan aluvium ini mengindikasikan proses geologi dominan berupa sedimentasi (Chakraborty et al., 2022; El Asmi et al., 2023). Endapan tersebut dibangun oleh akumulasi sedimen yang ditransportasi oleh air yang dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan dan iklim, dan dimodifikasi lebih lanjut oleh proses geologi sekunder .

Ketiadaan batuan Gunungapi Raya menunjukkan bahwa wilayah ini tidak dipengaruhi secara langsung oleh aktivitas vulkanik masa lalu. Hal ini berdampak positif terhadap keberlanjutan lahan karena minimnya potensi aktivitas tektonik atau vulkanik aktif. Dominasi endapan aluvium juga dapat dimanfaatkan untuk aktivitas pertanian pendukung ekowisata serta mempermudah proses pembangunan infrastruktur pariwisata. Penelitian ini sejalan dengan pendapat (Suhendra, 2020) yang menjelaskan bahwa wilayah dataran rendah dan lembah sungai sering kali didominasi oleh endapan aluvium, yang memiliki karakteristik fisik cukup stabil dan subur untuk berbagai jenis pemanfaatan lahan.

### **Jenis Tanah**

Berdasarkan temuan dari penelitian dalam gambar 4, bahwa tanah di daerah tersebut mayoritasnya merupakan jenis tanah Arenosol Albik. Tanah ini seluas sekitar 31,53 hektar, menunjukkan bahwa mayoritas area di Batu Belimbing didominasi oleh tanah dengan tipe Arenosol Albik. Jenis tanah Arenosol Albik adalah tanah berpasir dengan horison albik dan sedikit bahan organik, sering ditemukan di daerah yang memiliki curah hujan jarang hingga sedang (Desyatkin et al., 2021; Konstantinov et al., 2019). Tanah ini terbentuk dari proses pencucian dan dipengaruhi angin, serta kondisi lingkungan yang ekstrem dan vegetasi yang terbatas (Pollmann et al., 2020). Tanah ini memiliki porositas tinggi yang memudahkan pergerakan air, tetapi juga menyebabkan tantangan dalam menjaga kelembaban tanah, terutama saat musim kemarau (Fomin et al., 2023).

Adanya Arenosol Albik di Batu Belimbing menunjukkan wilayah tersebut memiliki kondisi fisik yang mendukung pertanian atau penggunaan lahan tertentu. Namun, hal tersebut juga dapat menimbulkan tantangan terkait konservasi tanah serta keberlanjutan penggunaan lahan. Tanah ini, meskipun cukup subur dalam keadaan tertentu, memerlukan penanganan yang hati-hati agar terhindar dari erosi dan kerusakan struktural tanah

(Wu et al., 2024). Karena itu, penting untuk memahami bagaimana persebaran Arenosol Albik di wilayah Bentang Budaya Batu Belimbing, agar pengelolaan lahan dapat direncanakan secara berkelanjutan.

Dominasi Arenosol Albik memberikan batasan terkait penggunaan lahan terutama pada sektor pertanian, pemukiman. Penggunaan lahan pada daerah tersebut lebih tepat untuk padang rumput, kehutanan, atau penggunaan lahan lain dengan input rendah (Tripolskaja et al., 2024). Mengenali jenis tanah yang paling umum di daerah tersebut sangat bermanfaat untuk memahami potensi serta keberlanjutan pengelolaan lahan di wilayah tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian Martinez (2021), bahwa pengenalan jenis tanah seperti Arenosol Albik sangat penting untuk merencanakan penggunaan lahan yang berkelanjutan, terutama dalam konteks pertanian dan pengelolaan sumber daya alam.

### **Iklm**

Kondisi iklim turut memengaruhi kenyamanan dan keselamatan aktivitas wisata, terutama dalam kegiatan luar ruangan. Berdasarkan hasil observasi, cuaca saat pengamatan adalah berawan. Hal ini berarti bahwa sebagian besar langit tertutup awan, yang bisa memengaruhi cahaya dan suhu di bawahnya. Suhu udara sekitar 26,13°C hingga 28,72°C. Rentang suhu ini menunjukkan bahwa cuaca tersebut hangat dan tidak ekstrem (Sadakorn et al., 2025). Suhu yang stabil bisa disebabkan oleh awan yang menghalangi sinar matahari langsung. Awan berperan penting dalam menstabilkan suhu permukaan dengan menghalangi sinar matahari langsung, yang mengurangi pemanasan di siang hari dan meredam fluktuasi suhu (Goldblatt et al., 2021; Luo et al., 2024). Kelembapan udara di daerah ini cukup tinggi, berkisar antara 79% hingga 93%. Kelembapan udara yang tinggi sering terjadi saat cuaca mendung atau menjelang hujan, dan berperan penting dalam memengaruhi kondisi cuaca serta kesehatan manusia (Raymond et al., 2020). Kelembapan yang tinggi dapat membuat

lingkungan terasa kurang nyaman, terutama bagi manusia atau makhluk lain yang berada di area tersebut. Kecepatan angin di lingkungan itu berkisar antara 6,91 km/jam hingga 7,56 km/jam, menunjukkan bahwa terdapat angin yang berhembus secara ringan. Kecepatan angin yang rendah menunjukkan tidak ada cuaca ekstrem seperti badai atau angin kencang pada saat itu (Zhang & Wang, 2020).

Selama periode observasi di lapangan, tidak terjadi hujan meskipun langit tampak berawan. Kondisi cuaca yang berawan tanpa disertai hujan menunjukkan adanya potensi perubahan cuaca, yang dapat berujung pada hujan atau justru kembali cerah. Secara umum, data pengamatan mencerminkan kondisi cuaca yang stabil dan normal, dengan suhu yang terasa nyaman, kelembapan udara yang tinggi, serta hembusan angin yang ringan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian (Suhendra, 2021), yang menyatakan bahwa cuaca berawan cenderung menghasilkan suhu yang lebih stabil. Awan berperan dalam menyaring sinar matahari langsung, sehingga mampu menjaga suhu tetap hangat tanpa mengalami fluktuasi ekstrem.

### **KESIMPULAN**

Kawasan pariwisata Batu Belimbing di Kota Singkawang, Kalimantan Barat, memiliki potensi yang penting sebagai tujuan wisata yang menarik, dengan keindahan alam dan keanekaragaman hayati yang melimpah. Memahami karakteristik fisik lahan di kawasan ini, seperti topografi, jenis tanah, dan iklim, sangat krusial dalam pengembangan pariwisata yang berkelanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemiringan lereng yang mayoritas tergolong dalam kategori landai (8-15 derajat). Hal ini membuat kawasan ini yang terbilang mudah diakses dan aman bagi aktivitas pariwisata. Keberadaan endapan aluvial dan sifat tanah Arenosol Albik memberikan petunjuk penting tentang kemungkinan penggunaan lahan dan tantangan pengelolaan. Iklim mendung dengan suhu yang nyaman dan tinggi kelembapan juga berdampak pada

pengalaman pengunjung, walaupun harus diingat bahwa kelembapan yang tinggi dapat memengaruhi kenyamanan mereka. Karena itu, manajemen yang efektif terhadap karakteristik fisik lahan, serta partisipasi masyarakat lokal, sangat penting dalam mencapai keberlanjutan lingkungan dan pelestarian budaya. Dengan demikian, analisis yang komprehensif mengenai karakteristik fisik lahan di Batu Belimbing memiliki manfaat tidak hanya untuk merumuskan strategi pengelolaan yang efektif, tetapi juga untuk memastikan kelangsungan pengembangan pariwisata di kawasan ini, yang diharapkan menjadi sumber manfaat ekonomi bagi penduduk setempat, serta menjaga kelestarian lingkungan. Harapan dari hasil penelitian ini adalah agar dapat memberikan arahan yang berguna dalam upaya pengembangan yang lebih baik untuk kawasan pariwisata Batu Belimbing di masa mendatang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alzaydi, Z. (2023). Using Service Quality and Destination Attractiveness to Encourage Pro-Tourism Behaviour. *The Academic Journal of Contemporary Commercial Research*, 3(4), 31–51. <https://doi.org/10.21608/ajccr.2023.206211.1058>
- Andriollo, E., Caimo, A., Secco, L., & Pisani, E. (2021). Collaborations in Environmental Initiatives for an Effective “Adaptive Governance” of Social–Ecological Systems: What Existing Literature Suggests. *Sustainability*, 13(15), 8276. <https://doi.org/10.3390/su13158276>
- Baloch, Q. B., Shah, S. N., Iqbal, N., Sheeraz, M., Asadullah, M., Mahar, S., & Khan, A. U. (2023). Impact of tourism development upon environmental sustainability: a suggested framework for sustainable ecotourism. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 5917–5930. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22496-w>
- Bradshaw, C., Atkinson, S., & Doody, O. (2017). Employing a Qualitative Description Approach in Health Care Research. *Global Qualitative Nursing Research*, 4. <https://doi.org/10.1177/2333393617742282>
- Chakraborty, P. P., Bailwal, R., Paul, P. P., & Sharma, A. (2022). Alluvial Sedimentary Records in Indian Precambrian Basins: Implications Toward Unique Precambrian Sedimentary Environment? *Frontiers in Earth Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.892717>
- Chen, Y.-C., Yao, H.-L., Weng, S.-D., & Tai, Y.-F. (2022). An Analysis of the Optimal Facility Location of Tourism Industry in Plain Region by Utilizing GIS. *Sage Open*, 12(2). <https://doi.org/10.1177/21582440221095020>
- Colorafi, K. J., & Evans, B. (2016). Qualitative Descriptive Methods in Health Science Research. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 9(4), 16–25. <https://doi.org/10.1177/1937586715614171>
- Cui, H. (2025). Tourism Development and Environmental Sustainability: A Study on the Dual Impact on Economic Growth in Developing Countries. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, 147(1), 184–191. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/2024.GA19197>
- Dai, L., Ge, J., Wang, L., Zhang, Q., Liang, T., Bolan, N., Lischeid, G., & Rinklebe, J. (2022). Influence of soil properties, topography, and land cover on soil organic carbon and total nitrogen concentration: A case study in Qinghai-Tibet plateau based on random forest regression and structural equation modeling. *Science of The Total Environment*, 821, 153440. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153440>
- Desyatkin, R. V, Okoneshnikova, M. V, Ivanova, A. Z., Desyatkin, A. R., & Filippov, N. V. (2021). Sandy soils of desert-like landscapes (tukulans) of Central Yakutia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 862(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/862/1/012003>
- El Asmi, H., Gourari, L., Benabbou, M., El Yakouti, I., Hayati, A., Azennoud, K., Brahim, Y. A., & chellai, E. H. (2023). Primary and secondary sedimentary processes in debris-flow-dominated alluvial fan deposits within karstic setting: An example from the Middle Atlas-Sais foreland basin transition zone, Morocco. *Journal of African Earth*

- Sciences*, 206, 105028.  
<https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2023.105028>
- Fomin, D. S., Yudina, A. V., Romanenko, K. A., Abrosimov, K. N., Karsanina, M. V., & Gerke, K. M. (2023). Soil pore structure dynamics under steady-state wetting-drying cycle. *Geoderma*, 432, 116401. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116401>
- Galuh Pamungkas, K., Yesiana, R., Dwi Astuti, K., Septiarani, B., & Angraini, P. (2025). Evaluation of land capability for tourism support facilities in Bandungan Subdistrict, Semarang Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1438(1), 012017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1438/1/012017>
- Galvani, A. P., Bauch, C. T., Anand, M., Singer, B. H., & Levin, S. A. (2016). Human–environment interactions in population and ecosystem health. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(51), 14502–14506. <https://doi.org/10.1073/pnas.1618138113>
- Goldblatt, C., McDonald, V. L., & McCusker, K. E. (2021). Earth’s long-term climate stabilized by clouds. *Nature Geoscience*, 14(3), 143–150. <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00691-7>
- Hidayat, R., & Sari, D. (2021). Analisis Kemiringan Lereng untuk Pengembangan Pariwisata. *Jurnal Pariwisata Dan Budaya*, 9(1), 15–25.
- Ishfaq Gujree, Arfan Arshad, Aijaz Reshi, & Zubair Bangroo. (2020). Comprehensive Spatial planning of Sonamarg resort in Kashmir Valley, India for sustainable tourism. *Pacific International Journal*, 3(3), 81–97. <https://doi.org/10.55014/pij.v3i3.101>
- Kalahroudi, Z. H., Zadeh, M. M., Mahini, A. S., Kiani, F., & Najafinejad, A. (2023). Impacts of tourist trampling and topography on soil quality characteristics in recreational trails. *Soil and Environment*, 42(1), 77–88. <https://doi.org/10.25252/SE/2023/243081>
- Kangas, K., Brown, G., Kivinen, M., Tolvanen, A., Tuulentie, S., Karhu, J., Markovaara-Koivisto, M., Eilu, P., Tarvainen, O., Similä, J., & Juutinen, A. (2022). Land use synergies and conflicts identification in the framework of compatibility analyses and spatial assessment of ecological, socio-cultural and economic values. *Journal of Environmental Management*, 316, 115174. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115174>
- Keesstra, S., Mol, G., De Leeuw, J., Okx, J., Molenaar, C., De Cleen, M., & Visser, S. (2018). Soil-Related Sustainable Development Goals: Four Concepts to Make Land Degradation Neutrality and Restoration Work. *Land*, 7(4), 133. <https://doi.org/10.3390/land7040133>
- Kim, H., Sefcik, J. S., & Bradway, C. (2017). Characteristics of Qualitative Descriptive Studies: A Systematic Review. *Research in Nursing & Health*, 40(1), 23–42. <https://doi.org/10.1002/nur.21768>
- Konstantinov, A., Loiko, S., Kurasova, A., Konstantinova, E., Novoselov, A., Istigechev, G., & Kulizhskiy, S. (2019). First Findings of Buried Late-Glacial Paleosols within the Dune Fields of the Tomsk Priobye Region (SE Western Siberia, Russia). *Geosciences*, 9(2), 82. <https://doi.org/10.3390/geosciences9020082>
- Leman, N., Ramli, M. F., & Khironudin, R. P. K. (2016). GIS-based integrated evaluation of environmentally sensitive areas (ESAs) for land use planning in Langkawi, Malaysia. *Ecological Indicators*, 61, 293–308. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.029>
- Li, J., Hu, M., & Wu, C. (2023). Multiscale Change Detection Network Based on Channel Attention and Fully Convolutional BiLSTM for Medium-Resolution Remote Sensing Imagery. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 16, 9735–9748. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2023.3323372>
- Liu, Y., Qu, Z., Meng, Z., & Kou, Y. (2022). Environmentally responsible behavior of residents in tourist destinations: the mediating role of psychological ownership. *Journal of Sustainable Tourism*, 30(4), 807–823. <https://doi.org/10.1080/09669582.2021.1891238>
- Luo, H., Quaas, J., & Han, Y. (2024). Diurnally asymmetric cloud cover trends amplify greenhouse warming. *Science Advances*, 10(25). <https://doi.org/10.1126/sciadv.ado5179>

- Macedo, P., Huertas, A., Bottone, C., del Río, J., Hillary, N., Brazzini, T., Wittmayer, J. M., & Penha-Lopes, G. (2020). Learnings from Local Collaborative Transformations: Setting a Basis for a Sustainability Framework. *Sustainability*, 12(3), 795. <https://doi.org/10.3390/su12030795>
- Martinez, A., et al. (2021). Sustainable Land Use Planning in Areas with Arenosol. *Journal of Environmental Management*, 287, 112–120.
- Mohammad Shafiee, M., Foroudi, P., & Tabaeian, R. A. (2021). Memorable experience, tourist-destination identification and destination love. *International Journal of Tourism Cities*, 7(3), 799–817. <https://doi.org/10.1108/IJTC-09-2020-0176>
- Nesmith, A. A., Schmitz, C. L., Machado-Escudero, Y., Billiot, S., Forbes, R. A., Powers, M. C. F., Buckhoy, N., & Lawrence, L. A. (2021). Water, Air, and Land: The Foundation of Life, Food, and Society. In *The Intersection of Environmental Justice, Climate Change, Community, and the Ecology of Life* (pp. 13–25). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-55951-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-55951-9_2)
- Pollmann, T., Tsukamoto, S., Frechen, M., & Giani, L. (2020). Rate of soil formation in Arenosols of dunes on Spiekeroog Island (Germany). *Geoderma Regional*, 20, e00246. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2019.e00246>
- Raymond, C., Matthews, T., & Horton, R. M. (2020). The emergence of heat and humidity too severe for human tolerance. *Science Advances*, 6(19). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw1838>
- Roxas, F. M. Y., Rivera, J. P. R., & Gutierrez, E. L. M. (2020). Mapping stakeholders' roles in governing sustainable tourism destinations. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 45, 387–398. <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2020.09.005>
- Sadakorn, W., Tetiranont, S., Prasittisopin, L., & Kaewunruen, S. (2025). Assessing thermal comfort in hot and humid (tropical) climates: Urban outdoor and semi-outdoor conditions in waiting areas of railway stations. *Building and Environment*, 267, 112240. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112240>
- Safshekan, S., Ozturen, A., & Ghaedi, A. (2020). Residents' environmentally responsible behavior: an insight into sustainable destination development. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 25(4), 409–423. <https://doi.org/10.1080/10941665.2020.1737159>
- Skiniti, G., Lilli, M., Skarakis, N., Tournaki, S., Nikolaidis, N., & Tsoutsos, T. (2024). A holistic approach for tourism carrying capacity estimation in sensitive ecological areas. *Environment, Development and Sustainability*, 26(12), 31971–31995. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04805-0>
- Suhendra, A. (2020). The Role of Alluvial Deposits in Landscape Evolution. *Journal of Geology and Earth Sciences*, 8(2), 45–60.
- Suhendra, A. (2021). The Effects of Cloud Cover on Temperature Stability. *Journal of Meteorological Research*, 35(2), 123–135.
- Tarolli, P., & Straffelini, E. (2020). Agriculture in Hilly and Mountainous Landscapes: Threats, Monitoring and Sustainable Management. *Geography and Sustainability*, 1(1), 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.03.003>
- Tripolskaja, L., Amaleviciute-Volunge, K., Kazlauskaitė-Jadzeviciene, A., Slepeliene, A., & Baksienė, E. (2024). Exploring the Influence of Natural and Agricultural Land Use Systems on the Different Lability Organic Carbon Compounds in Eutric Endocalcaric Arenosol. *Sustainability*, 16(13), 5403. <https://doi.org/10.3390/su16135403>
- Tu, W., Hu, Z., Li, L., Cao, J., Jiang, J., Li, Q., & Li, Q. (2018). Portraying Urban Functional Zones by Coupling Remote Sensing Imagery and Human Sensing Data. *Remote Sensing*, 10(1), 141. <https://doi.org/10.3390/rs10010141>
- Valujeva, K., Nipers, A., Grinfelde, I., & Liepa, S. (2023). Meeting national land use related objectives while safeguarding typical landscapes. *Landscape Architecture and Art*, 23(23), 8–14. <https://doi.org/10.22616/j.landarchart.2023.23.01>
- Wang, C.-M., & Wu, T.-P. (2022). Does tourism promote or reduce environmental pollution? Evidence from major tourist arrival countries. *Environment, Development and Sustainability*, 24(3), 3334–3355. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01568-w>
- Widaningrum, D. L., Surjandari, I., & Sudiana, D. (2020). Analyzing Land-Use Changes in

- Tourism Development Area: A Case Study of Cultural World Heritage Sites in Java Island, Indonesia. *International Journal of Technology*, 11(4), 688.  
<https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i4.4097>
- Wu, H., Ma, Q., Liu, Y., He, Y., Song, C., Ma, N., & Lin, X. (2024). Aerosol injection in soft soils: permeability enhancement by fractures. *Acta Geotechnica*, 19(11), 7699–7708.  
<https://doi.org/10.1007/s11440-024-02356-2>
- Yuan, X., Shi, J., & Gu, L. (2021). A review of deep learning methods for semantic segmentation of remote sensing imagery. *Expert Systems with Applications*, 169, 114417.  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114417>
- Yuxi, Z., & Linsheng, Z. (2020). Identifying conflicts tendency between nature-based tourism development and ecological protection in China. *Ecological Indicators*, 109, 105791.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105791>
- Zhang, Z., & Wang, K. (2020). Stilling and Recovery of the Surface Wind Speed Based on Observation, Reanalysis, and Geostrophic Wind Theory over China from 1960 to 2017. *Journal of Climate*, 33(10), 3989–4008.  
<https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0281.1>
- Zhong, L., Wang, J., Zhang, X., Ying, L., & Zhu, C. (2020). Effects of agricultural land consolidation on soil conservation service in the Hilly Region of Southeast China – Implications for land management. *Land Use Policy*, 95, 104637.  
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104637>