

Pioneer Vegetation Analysis and Ecological Disturbance Interpretation in the Sidoarjo Mudflow (LUSI) Area Based on Hazard Microzonation Map Classification

Oleh:

Muhammad Ide Trianjaya

Intan Rohma Nurmalasari

Agroteknologi

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Agustus, 2026



Pendahuluan

- Peristiwa Lumpur Sidoarjo (LUSI) pada 29 Mei 2006 merupakan salah satu bencana geologi terbesar di Indonesia. Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 14 Tahun 2007, dibentuk Pusat Pengendalian Lumpur Sidoarjo (PPLS) dan istilah "Lumpur Sidoarjo" resmi digunakan [1]. Kawasan terdampak mencapai 2.640 ha yang meliputi Kecamatan Porong, Tanggulangin, dan Jabon [2]. Bencana ini menyebabkan perubahan bentang lahan serta karakteristik fisik dan kimia tanah, seperti pH dan ketersediaan unsur hara, sehingga hanya vegetasi tertentu yang mampu beradaptasi pada kondisi tersebut [3]. Tanaman pionir berperan sebagai vegetasi awal dalam proses pemulihan ekosistem, sehingga analisis vegetasi diperlukan untuk mengetahui struktur komunitas, komposisi, dan dominansi tumbuhan pada kawasan terdampak [4], [5], [6].
- Penelitian sebelumnya menemukan 11 jenis vegetasi dengan dominasi *Panicum* sp., *Panicum maximum*, dan *Arthraxon* sp., tetapi belum dikaji berdasarkan klasifikasi tingkat bahaya pada peta mikrozonasi PPLS [7]. Kawasan LUSI dibagi menjadi enam tingkat bahaya, yaitu sangat aman, aman, awas, waspada, bahaya, dan sangat bahaya, yang ditentukan oleh berbagai aspek, termasuk kondisi lingkungan [8]. Perbedaan kondisi lingkungan tersebut diduga memengaruhi struktur dan persebaran vegetasi pionir [9]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis struktur vegetasi, menentukan Indeks Nilai Penting (INP) tanaman pionir pada setiap tingkat bahaya mikrozonasi, serta menginterpretasikan kondisi ekologi yang memengaruhi persebarannya.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

1. Bagaimana struktur vegetasi pionir pada setiap zona mikrozonasi kawasan LUSI?
2. Spesies apa yang memiliki Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi pada masing-masing zona?
3. Bagaimana kondisi ekologi memengaruhi distribusi vegetasi pionir pada setiap tingkat bahaya?

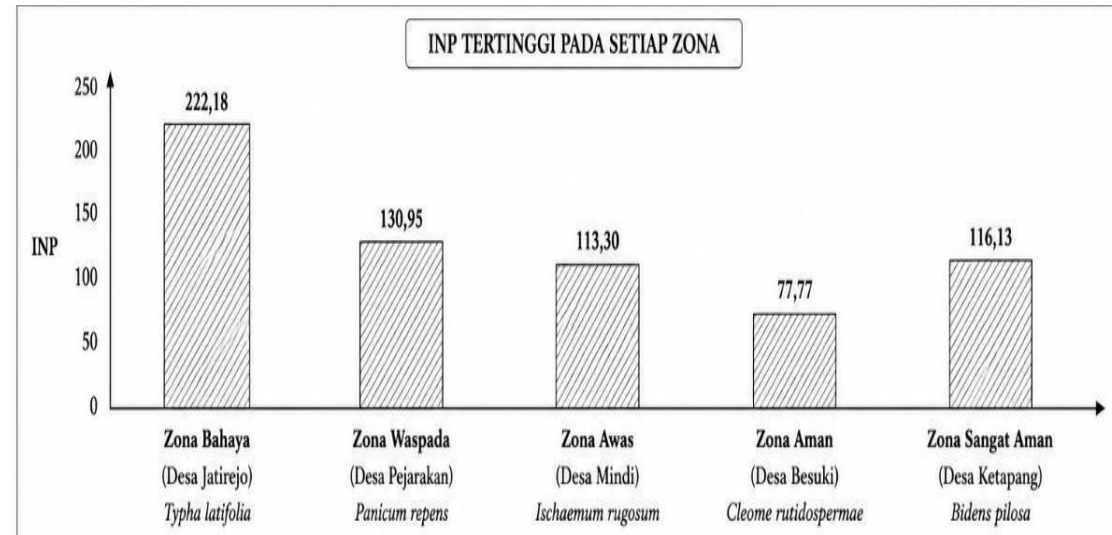
Metode

Penelitian dilaksanakan pada April–Mei 2026 di enam lokasi yang mewakili klasifikasi tingkat bahaya berdasarkan peta mikrozonasi kawasan Lumpur Sidoarjo (LUSI), yaitu zona sangat bahaya (Desa Renokenongo), bahaya (Desa Jatirejo), waspada (Desa Pejarakan), awas (Desa Mindi), aman (Desa Besuki), dan sangat aman (Desa Ketapang) di Kecamatan Porong dan Tanggulangin.

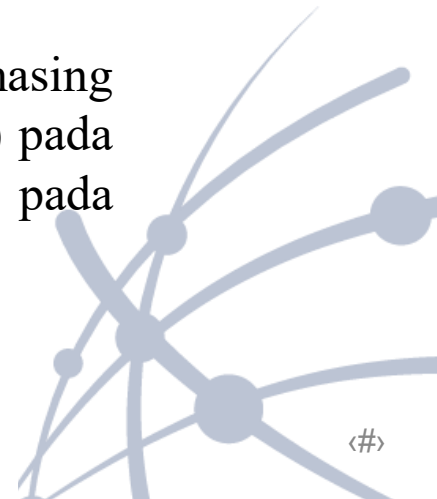
Penelitian menggunakan metode belt transect dengan teknik purposive sampling dan pendekatan deskriptif. Belt transect sepanjang 5 m dibagi menjadi lima petak berukuran 1×1 m untuk mengamati vegetasi bawah serta menentukan parameter densitas, dominansi, dan frekuensi yang digunakan dalam perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) [10]. Data primer diperoleh melalui identifikasi vegetasi, pengukuran densitas, dominansi, frekuensi, serta faktor ekologi seperti suhu, kelembapan, dan sifat tanah. Data sekunder diperoleh dari dokumentasi lapangan, pencatatan koordinat, serta studi literatur untuk mendukung identifikasi karakteristik vegetasi pionir. Seluruh parameter vegetasi dihitung menjadi densitas relatif, dominansi relatif, dan frekuensi relatif untuk memperoleh nilai INP.

Selanjutnya, nilai INP dianalisis secara deskriptif kuantitatif guna menggambarkan dominansi dan struktur vegetasi pionir pada setiap tingkat bahaya mikrozonasi, kemudian diinterpretasikan berdasarkan kondisi gangguan ekologi di masing-masing lokasi penelitian.

Hasil



Pada Gambar tersebut menunjukkan Nilai Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi pada masing-masing zona berturut-turut adalah *Typha latifolia* (222,18) pada zona bahaya, *Panicum repens* (130,95) pada zona waspada, *Ischaemum rugosum* (113,30) pada zona awas, *Cleome rutidospermae* (77,77) pada zona aman, dan *Bidens pilosa* (116,13) pada zona sangat aman.



Hasil

Nama desa	Zona	Bahan organik tanah (ppm)			Ph (%)	Kelembaban(%)	suburan (EC)	Suhu tanah (C)	Intensitas cahaya
		N	P	K					
Renokenongo	Sangat bahaya	569	380	445	3,5	99%	3000	40,6	12.153 LUX
Jatirejo	Bahaya	288	337	408	6.0	88%	1897	39,8	12.096 LUX
Pejarakan	Waspada	178	217	390	7,5	47%	206	39,2	12.704 LUX
Mindi	Awas	159	308	291	4,5	65%	417	38,5	13. 008 LUX
Besuki	aman	113	112	208	6,5	53%	230	36,3	12.999 LUX
ketapang	Sangat aman	85	98	225	6,6	68%	344	32,1	11.047 LU

Berdasarkan Tabel tersebut, kondisi faktor ekologi pada setiap zona mikrozonasi LUSI menunjukkan variasi yang jelas, meliputi kandungan unsur hara (N, P, dan K), pH tanah, kelengasan, konduktivitas listrik (EC), suhu tanah, dan intensitas cahaya. Secara umum, kandungan unsur hara, EC, dan suhu tanah cenderung lebih tinggi pada zona dengan tingkat bahaya yang lebih besar, sedangkan pH tanah berkisar 3,5–7,5 dan kelengasan 47–99%. Intensitas cahaya relatif seragam di seluruh lokasi penelitian. Perbedaan kondisi lingkungan tersebut diduga memengaruhi struktur dan persebaran vegetasi pionir pada setiap zona mikrozonasi.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur vegetasi pionir di kawasan Lumpur Sidoarjo berubah mengikuti gradien tingkat bahaya berdasarkan klasifikasi mikrozonasi, yang ditunjukkan oleh variasi jumlah spesies, dominansi, dan Indeks Nilai Penting (INP). Zona dengan tingkat bahaya tinggi memiliki jumlah spesies yang lebih sedikit, bahkan tidak ditemukan vegetasi pada zona sangat bahaya (Desa Renokenongo), sedangkan zona dengan tingkat bahaya lebih rendah menunjukkan komunitas vegetasi yang semakin beragam [11]. Pola tersebut sejalan dengan konsep Environmental Filtering, Niche Theory, Stress-Gradient Hypothesis, dan suksesi primer, yang menjelaskan bahwa kondisi lingkungan berperan sebagai penyaring alami sehingga hanya spesies dengan toleransi fisiologis tertentu yang mampu bertahan pada habitat ekstrem [12][13][14]. Kondisi pH rendah, salinitas tinggi, kelembapan tanah tinggi, dan endapan lumpur yang masih mendominasi menyebabkan tidak terbentuknya vegetasi di zona sangat bahaya [15][18], sedangkan *Typha latifolia* menjadi spesies dominan di zona bahaya karena memiliki adaptasi terhadap genangan, tanah masam, dan salinitas tinggi [19].

Seiring menurunnya tingkat stres lingkungan, dominansi bergeser ke spesies rumput, herba, dan semak seperti *Panicum repens*, *Bidens pilosa*, *Cleome rutidosperma*, *Cyathula prostrata*, dan *Ageratum conyzoides*, yang mencerminkan perbedaan relung ekologi sekaligus peningkatan kompleksitas komunitas [20][21][22][23][24][25]. Pola tersebut juga menunjukkan berlangsungnya suksesi primer, yaitu perubahan dari habitat tanpa vegetasi menuju komunitas pionir yang semakin beragam, sehingga struktur vegetasi tidak hanya merefleksikan kondisi ekologi saat ini, tetapi juga arah pemulihan ekosistem di kawasan Lumpur Sidoarjo [26].

Temuan Penting Penelitian

1. Tidak ditemukan vegetasi pada zona sangat bahaya. Kondisi lingkungan yang sangat ekstrem menghambat perkecambahan, pertumbuhan, dan kolonisasi tumbuhan pionir
2. Struktur vegetasi berubah mengikuti gradien mikrozonasi.
Semakin rendah tingkat bahaya, jumlah spesies meningkat dan komunitas vegetasi menjadi lebih kompleks.
3. Dominansi spesies berubah pada setiap tingkat bahaya. Perubahan ini menunjukkan kemampuan adaptasi spesies terhadap kondisi lingkungan pada masing-masing zona.
4. Nilai konduktivitas listrik (EC) dan pH menjadi faktor lingkungan yang paling memengaruhi. Kedua faktor tersebut berperan dalam menentukan keberhasilan pertumbuhan dan distribusi vegetasi pionir.
5. Vegetasi pionir dapat dijadikan indikator biologis kondisi ekologi dan arah pemulihan ekosistem LUSI. Perubahan komposisi vegetasi mencerminkan tingkat gangguan lingkungan serta proses suksesi yang sedang berlangsung

Manfaat Penelitian

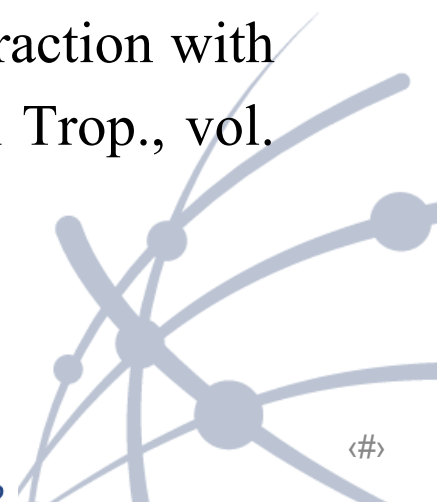
Penelitian ini memberikan manfaat secara teoritis dengan menambah informasi mengenai struktur vegetasi pionir pada lahan pascabencana. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi dasar pemantauan pemulihan ekosistem, mendukung pengelolaan kawasan Lumpur Sidoarjo (LUSI), serta menjadi referensi bagi penelitian vegetasi pionir dan restorasi lahan pada kawasan terdampak bencana.

Referensi

- [1]R. Indonesia, Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2007 tentang Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia, 2007.
- [2]R. Indonesia, “Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 48 Tahun 2008 tentang Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo.” Jakarta, Indonesia, 2008.
- [3]B. D. Krisnayanti and D. S. Agustawijaya, “Characteristics of Lusi mud volcano and its impacts on the Porong River,” J. Degrad. Min. Lands Manag., vol. 1, no. 4, pp. 207–210, 2014, doi: 10.15243/jdmlm.2014.014.207.
- [4]M. A. Ashraf, M. J. Maah, and I. Yusoff, “Heavy metals accumulation in plants growing in ex tin mining catchment,” J. Environ. Sci. Technol., vol. 8, no. 2, pp. 401–416, 2011.
- [5]M. Kent, Vegetation description and data analysis: a practical approach. J. nature., vol. 5, no 7. p. 5, 2011.

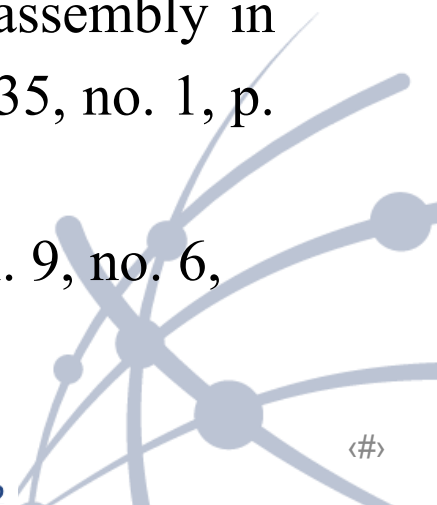
Referensi

- [6]D. Nuryanti, A. S. Soma, S. M. Ayu, “Composition, diversity and association of pioneer plants on postlandslide areas in Palopo, South Sulawesi, Indonesia.,” J. Biol. Divers., vol. 24, no. 3, 2023.
- [7]S. A. Listriani, “Analisis Vegetasi dan Perkembang-Biakan Tumbuhan Penutup Tanah Pada Lahan Terdampak Lumpur Sidoarjo,” Open Access, 2016, [Online]. Available: 10.21070/nabatia.v4i1.246
- [8]Pusat Pengendalian. L. Sidoarjo, “Peta Kawasan Terdampak Lumpur Sidoarjo.” 2008.
- [9]C. Agus and D. Wulandari, “The abundance of pioneer vegetation and their interaction with endomycorrhiza at different land qualities after Merapi eruption,” J. Manaj. Hutan Trop., vol. 18, no. 3, pp. 145–154, 2012.
- [10]N. Wijanaalian, “Metode Analisis Vegetasi.” p. 109, 2014.



Referensi

- [11]R. J. Davies, R. E. Swarbrick, R. J. Evans, and M. Huuse, “Birth of a mud volcano: East Java, 29 May 2006,” J. Gsa Today, vol. 17, no. 2, pp. 4–9, 2007.
- [12]R. De Wit, “Does the environment ‘filter’ or ‘select’ species? Bridging the ecologies of microbes and macro-organisms for a common niche assembly theory,” J. Environ., vol. 12, no. 10, p. 350, 2025.
- [13]M. Van Breugel et al., “Feedback loops drive ecological succession: towards a unified conceptual framework,” J. Biol. Rev., vol. 99, no. 3, pp. 928–949, 2024.
- [14]L. Erdős et al., “Environmental filtering is the primary driver of community assembly in forest–grassland mosaics: A case study based on CSR strategies,” J. Veg. Sci., vol. 35, no. 1, p. e13228, 2024.
- [15]N. C. Brady and R. R. Weil, "The Nature and Properties of Soils". J. Plants., vol. 9, no. 6, p. 7, 2017



Referensi

- [16]D. Ford, The dynamics of plant growth: Integrating morphology, physiology, and development. J. dyamic plants, Oxford University Press, 2024.
- [17]S. Hardjowigeno, “Ilmu Tanah Jakarta: Akademika Pressindo,” J. Ilmu Tanah Jakarta Akad. Press., 2012.
- [18]T. D. Colmer and L. Voesenek, “Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments,” J. Funct. plant Biol., vol. 36, no. 8, pp. 665–681, 2009.
- [19]G. Bonanno and M. Orlando-Bonaca, “Common cattail (*Typha latifolia* L.) as a model species for wetland restoration and phytoremediation: A review. Plants,” J. Plants, 2023.
- [20]C.A.B.I., “*Panicum repens* (torpedograss) Datasheet,” J. Agric., 2024



Referensi

- [21]A. Geng et al., “Molecular mechanisms and regulatory pathways underlying drought stress response in rice,” *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 25, no. 2, p. 1185, 2024.
- [22]Q. He, M. D. Bertness, and A. H. Altieri, “Global shifts towards positive species interactions with increasing environmental stress,” *J. Ecol. Lett.*, vol. 16, no. 5, pp. 695–706, 2013.
- [23]J. H. Connell and R. O. Slatyer, “Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization,” *J. Am. Nat.*, vol. 111, no. 982, pp. 1119–1144, 1977.
- [24]A. E. Adams, E. M. Besozzi, G. Shahrokhi, and M. A. Patten, “A case for associational resistance: Apparent support for the stress gradient hypothesis varies with study system,” *J. Ecol. Lett.*, vol. 25, no. 1, pp. 202–217, 2022.
- [25]A. B. Jensen, F. Eller, and B. K. Sorrell, “Comparative flooding tolerance of *Typha latifolia* and *Phalaris arundinacea* in wetland restoration: insights from photosynthetic CO₂ response curves, photobiology and biomass allocation,” *J. Heliyon*, vol. 10, no. 1, 2024.

