

PERAN HIDROLOGI TERHADAP TANAH DAN VEGETASI DI PANTAI KILI – KILI TULUNGAGUNG

Keysha Safina Amalia¹, Laily Masrurotun Nisak², Mella Eska Nurrisqi Hardas³, Muhammad Vareza Ardiansyah⁴, Nabila Aulia Ananta⁵

^{1,2,3,4} Universitas Negeri Malang, Indonesia

E-Mail: keysha.safina.2307216@students.um.ac.id



DOI : <https://doi.org/10.46245/jp>

Sections Info

Article history:

Submitted: 23 November 2024

Final Revised: 11 Desember 2024

Accepted: 16 Januari 2025

Published: 31 Januari 2025

Keywords:

Hydrology

Aquifers

Alluvial Soils

Vegetation



ABSTRAK

Kili-Kili Beach in Trenggalek Regency is a coastal area with complex hydrological dynamics due to the interaction of seawater, river water, groundwater, and community activities. These dynamics affect soil characteristics and coastal vegetation patterns. This study aims to analyze hydrological conditions, physical and chemical properties of the soil, vegetation patterns, and the relationship of hydrology to soil and vegetation at Kili-Kili Beach. The study used a quantitative descriptive approach with a case study method. Data were obtained through surface water quality measurements (temperature, pH, DO, salinity, and TDS), Audio Magnetotelluric (ADMT) interpretation for aquifer identification, physiographic and soil property analysis, and vegetation analysis using the quadratic method. The results showed that surface water in the coastal zone is unsuitable for consumption due to high salinity ($\pm 3\%$), river water is only suitable for agriculture, while water in the residential zone is of good quality and suitable for consumption. ADMT interpretation indicates the presence of a potential deep aquifer at a depth of 80-190 m as the main source of fresh water. The soil is classified as alluvial with a silt loam texture with moderate porosity, moderately fast permeability, a slightly acidic pH, and very low organic carbon content. Vegetation is dominated by sea pine and sea pandanus with a moderate diversity index ($H' = 1.10$). Salinity gradient is the main factor controlling soil properties and vegetation zoning.

ABSTRAK

Pantai Kili-Kili di Kabupaten Trenggalek merupakan kawasan pesisir dengan dinamika hidrologi yang kompleks akibat interaksi air laut, air sungai, air tanah, serta aktivitas masyarakat. Dinamika tersebut berpengaruh terhadap karakteristik tanah dan pola vegetasi pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi hidrologi, sifat fisik dan kimia tanah, pola vegetasi, serta keterkaitan hidrologi terhadap tanah dan vegetasi di Pantai Kili-Kili. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi kasus. Data diperoleh melalui pengukuran kualitas air permukaan (suhu, pH, DO, salinitas, dan TDS), interpretasi Audio Magnetotelluric (ADMT) untuk identifikasi akuifer, analisis fisiografi dan sifat tanah, serta analisis vegetasi menggunakan metode kuadrat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air permukaan di zona pantai tidak layak konsumsi akibat salinitas tinggi ($\pm 3\%$), air sungai hanya layak untuk pertanian, sedangkan air di zona pemukiman berkualitas baik dan layak untuk konsumsi. Interpretasi ADMT menunjukkan adanya akuifer dalam potensial pada kedalaman 80-190 m sebagai sumber utama air tawar. Tanah tergolong tanah aluvial bertekstur silt loam dengan porositas sedang, permeabilitas agak cepat, pH agak masam, dan kandungan C-organik sangat rendah. Vegetasi didominasi cemara laut dan pandan laut dengan indeks keanekaragaman sedang ($H' = 1.10$). Gradien salinitas menjadi faktor utama yang mengontrol sifat tanah dan zonasi vegetasi.

Kata kunci: hidrologi, akuifer, tanah alluvial, vegetasi,

PENDAHULUAN

Pantai Kili-Kili di Kabupaten Trenggalek merupakan salah satu kawasan pesisir yang memiliki dinamika lingkungan yang cukup kompleks. Kawasan ini tidak hanya berfungsi sebagai lokasi wisata dan area konservasi penyu, tetapi juga menjadi ruang interaksi antara proses laut, aliran sungai, air tanah, serta aktivitas masyarakat di sekitarnya. (Dahuri, 2017) Kompleksitas tersebut menjadikan kondisi hidrologi di wilayah ini meliputi air permukaan, air tanah dangkal, air tanah dalam, serta tingkat salinitas yang sangat berpengaruh terhadap karakteristik tanah dan pola vegetasi yang berkembang. Interaksi antara laut dan daratan menyebabkan terjadinya proses hidrologi yang terus-menerus. Gelombang laut dan sistem pasang surut berperan dalam mendorong intrusi air asin ke zona pantai, terutama pada area dengan elevasi rendah dan struktur tanah yang berpori. (odd & Mays, 2005) Sementara itu, aliran sungai yang bermuara di kawasan tersebut membawa sedimen halus, mineral, dan bahan organik dari bagian hulu, sehingga mempengaruhi warna, rasa, dan kualitas air permukaan. Aktivitas masyarakat, termasuk penggunaan lahan di sekitar permukiman, turut memberi kontribusi terhadap limpasan permukaan dan potensi perubahan kualitas air sungai (Nugroho, 2019).

Perbedaan kualitas air antarzona menunjukkan bahwa proses pertukaran air di kawasan ini sangat aktif. Air laut memiliki tingkat salinitas yang tinggi, air sungai cenderung memiliki kualitas rendah akibat pengaruh sedimen dan aktivitas antropogenik, sedangkan air di permukiman justru menunjukkan kualitas terbaik karena berada pada zona yang relatif stabil dan terlindungi dari intrusi air laut. Temuan dari pengukuran ADMT yang menunjukkan adanya lapisan akuifer potensial pada kedalaman 80-190 meter memperkuat dugaan bahwa proses pergerakan air tanah di zona pesisir ini bersifat aktif dan berlapis. (Fetter, 2014) Lapisan akuifer dalam tersebut kemungkinan berasal dari resapan air hujan dan aliran bawah tanah dari wilayah daratan yang lebih tinggi. Kondisi hidrologi ini memiliki keterkaitan langsung dengan sifat dan kualitas tanah. Tanah di wilayah Pantai Kili-Kili umumnya tergolong aluvial dengan tekstur silt loam, yang memiliki kemampuan menyimpan air cukup baik. Namun, area yang berada lebih dekat dengan garis pantai cenderung mengalami peningkatan salinitas akibat intrusi air laut, sehingga struktur tanah menjadi kurang stabil dan rentan terhadap degradasi. (Hardjowigeno, 2015) Kandungan bahan organik yang rendah juga menunjukkan adanya keterbatasan suplai serasah alami, yang dapat disebabkan oleh aktivitas pengolahan lahan, arus pasang surut yang menghambat penumpukan bahan organik, serta tekanan aktivitas manusia. Vegetasi yang tumbuh di kawasan ini merupakan refleksi langsung dari kondisi tanah dan hidrologinya. Jenis-jenis seperti cemara laut dan pandan laut mampu bertahan karena memiliki adaptasi terhadap kondisi angin kuat, pasir yang longgar, serta kadar garam yang relatif tinggi. Vegetasi budidaya seperti kelapa, pepaya, dan ubi kayu lebih banyak ditemukan pada zona yang lebih jauh dari garis pantai, di mana tingkat salinitas lebih rendah, struktur tanah lebih padat, dan ketersediaan air lebih stabil. (Bengen, 2010) Pola distribusi vegetasi tersebut sekaligus menunjukkan adanya gradien lingkungan dari zona pantai ke arah daratan.

Secara keseluruhan, dinamika hidrologi, karakteristik tanah, dan pola vegetasi di Pantai Kili-Kili membentuk sistem pesisir yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi. Perubahan pada salah satu komponen, baik akibat faktor alam maupun aktivitas manusia, dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap komponen lainnya. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai hubungan antara hidrologi, tanah, dan vegetasi di kawasan ini sangat penting untuk mendukung kegiatan konservasi, Kay & (Alder, 2005) pengelolaan kawasan pesisir, serta perencanaan pemanfaatan ruang yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus yang bertujuan menganalisis peran hidrologi terhadap karakteristik tanah dan komposisi vegetasi di kawasan Pantai Kili-Kili, Trenggalek, Jawa Timur. Pendekatan kuantitatif dipilih karena data yang digunakan berupa hasil pengukuran langsung parameter hidrologi, tanah, dan vegetasi yang dianalisis secara statistik dan matematis untuk mengidentifikasi keterkaitan antar komponen ekosistem pesisir.

2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 28 Oktober 2025 di kawasan Pantai Kili-Kili, Desa Wonocoyo, Kecamatan Panggul, Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur. Lokasi penelitian berada pada koordinat 8°15'23.16" LS dan 111°25'44.38" BT dengan elevasi 11,40 mdpl. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada karakteristik zona transisi ekosistem laut-daratan dengan dinamika hidrologi kompleks, keberadaan vegetasi pantai alami yang berdampingan dengan lahan budidaya, serta adanya aktivitas konservasi penyu yang menjadikan kawasan ini memiliki nilai ekologis tinggi.

3. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari hasil kajian Kuliah Kerja Lapangan 2 (KKL 2) terintegrasi yang dilaksanakan oleh tim kajian Hidrologi, Tanah, dan Biogeografi dari offering K, program studi Pendidikan Geografi angkatan 2023. Data primer bersumber dari tiga dokumen kajian utama yang saling melengkapi untuk memberikan gambaran komprehensif tentang kondisi ekosistem pesisir Pantai Kili-Kili.

Data hidrologi dan kualitas air diperoleh dari dua sumber pengukuran yang dilakukan oleh tim kajian hidrologi. Pengukuran pertama adalah parameter kualitas air yang dilakukan secara in-situ pada tiga lokasi berbeda yaitu zona pantai, zona sungai, dan zona pemukiman menggunakan alat ukur portable yang telah dikalibrasi. Parameter yang diukur meliputi suhu air dalam satuan derajat Celcius, tingkat keasaman atau pH, kandungan oksigen terlarut atau dissolved oxygen (DO) dalam satuan mg/L, tingkat salinitas dalam persen, total padatan terlarut atau total dissolved solids (TDS) dalam satuan mS/cm, serta karakteristik organoleptik berupa rasa dan warna air. Setiap parameter kemudian dievaluasi untuk menentukan kelayakan air bagi konsumsi manusia dan kelayakan untuk keperluan pertanian. Pengukuran kedua menggunakan metode Audio Magnetotelluric (ADMT) untuk mengidentifikasi potensi akuifer bawah tanah berdasarkan peta kontur resistivitas pada kedalaman -80 hingga -190 meter, yang memberikan informasi tentang lapisan jenuh air dan struktur hidrogeologi bawah permukaan.

Data fisiografi dan karakteristik tanah diperoleh dari Form Pengamatan Fisiografi yang telah diisi secara sistematis berdasarkan pengamatan langsung di lokasi penelitian pada tanggal 28 Oktober 2025 oleh tim kajian tanah. Data yang tercatat meliputi karakteristik topografi berupa relief makro, kondisi hidrologi tanah yang mencakup aliran permukaan, drainase alami dengan skala 0-6, potensi genangan atau banjir, serta sistem pengelolaan air di lokasi pengamatan. Selain itu, form pengamatan juga mencatat potensi erosi dengan mengidentifikasi jenis erosi yang terjadi dan tingkat bahaya erosi, keadaan permukaan tanah, serta vegetasi dan penggunaan lahan yang ada di kawasan tersebut. Data karakteristik tanah yang dikumpulkan meliputi jenis tanah berdasarkan proses pembentukannya, koordinat dan elevasi titik pengamatan, sifat fisik tanah yang terdiri dari warna tanah menggunakan kode Munsell Soil Color Chart, konsistensi tanah dalam kondisi lembab, struktur tanah yang menggambarkan pola agregasi partikel, tekstur tanah berdasarkan proporsi pasir-debu-liat,

tingkat kelembaban tanah, serta perhitungan porositas dan permeabilitas tanah. Data sifat kimia tanah juga dicatat meliputi tingkat keasaman atau pH tanah dan kandungan C-organik untuk mengetahui ketersediaan bahan organik dalam tanah yang berpengaruh terhadap kesuburan dan kemampuan tanah menahan air.

Data biogeografi dan analisis vegetasi diperoleh dari hasil analisis vegetasi menggunakan metode kuadrat yang dilakukan oleh tim kajian biogeografi di kawasan Pantai Kili-Kili. Metode kuadrat merupakan teknik sampling vegetasi dengan membuat plot pengamatan berbentuk persegi berukuran 20 m x 20 m untuk mencatat semua vegetasi di dalamnya secara sistematis dan terstruktur. Data yang dikumpulkan mencatat 20 individu dari 5 jenis vegetasi utama yaitu cemara laut, pandan laut, kelapa puyuh, ubi kayu, dan pepaya, serta terdapat persebaran singkong yang diamati namun tidak dijelaskan secara detail dalam dokumentasi. Data vegetasi yang dikumpulkan meliputi identifikasi jenis tumbuhan, jumlah individu setiap jenis, nilai dominansi berdasarkan luas tajuk, frekuensi kemunculan, dan perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) untuk menentukan spesies dominan. Selain itu, data juga mencakup perhitungan Indeks Keanekaragaman menggunakan formula Shannon-Wiener untuk menilai tingkat keragaman jenis vegetasi di kawasan penelitian. Data fisik vegetasi yang dicatat meliputi jumlah individu, tinggi tanaman dalam meter, diameter batang setinggi dada atau DBH dalam sentimeter, kedalaman mahkota atau crown depth dalam meter, dan stratifikasi vertikal vegetasi. Data ini dilengkapi dengan analisis komposisi vegetasi dan fungsi ekologis utama setiap jenis tumbuhan dalam menjaga stabilitas ekosistem pesisir.

4. Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif deskriptif dan statistik matematis melalui beberapa tahapan sistematis untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Pendekatan analisis ini dirancang agar setiap komponen ekosistem yaitu hidrologi, tanah, dan vegetasi dapat dianalisis secara terpisah terlebih dahulu untuk memahami karakteristik masing-masing, kemudian diintegrasikan dalam analisis lanjutan untuk mengidentifikasi peran hidrologi terhadap tanah dan vegetasi sebagai satu sistem ekosistem pesisir yang saling mempengaruhi.

Analisis kondisi hidrologi dilakukan dengan menggunakan statistik deskriptif untuk membandingkan nilai parameter kualitas air yang meliputi suhu, pH, DO, salinitas, dan TDS dari tiga lokasi pengukuran yaitu pantai, sungai, dan pemukiman guna mengidentifikasi variasi kondisi hidrologi di kawasan penelitian. Kelayakan air untuk konsumsi dievaluasi berdasarkan standar baku mutu air minum yang mengacu pada parameter organoleptik seperti rasa dan warna serta parameter kimia seperti salinitas dan TDS, sedangkan kelayakan untuk pertanian dievaluasi berdasarkan toleransi tanaman terhadap salinitas dan kandungan garam terlarut yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Data survei ADMT diinterpretasikan berdasarkan nilai resistivitas untuk mengidentifikasi potensi ketersediaan air tanah, dimana nilai resistivitas kurang dari 110 Ω m mengindikasikan keberadaan lapisan jenuh air atau akuifer potensial yang dapat menyimpan air bawah tanah dalam jumlah signifikan, rentang nilai 110-120 Ω m menunjukkan lapisan transisi atau zona semi jenuh air, dan nilai resistivitas lebih dari 120 Ω m menandakan batuan kedap air atau batuan keras seperti batuan vulkanik padat yang tidak memungkinkan penyimpanan air.

Analisis karakteristik tanah dilakukan secara deskriptif berdasarkan data fisiografi dari Form Pengamatan Fisiografi untuk mengidentifikasi sifat fisik dan kimia tanah di kawasan penelitian. Analisis meliputi penentuan jenis tanah berdasarkan proses pembentukan dan karakteristik morfologinya, karakteristik topografi berupa relief makro yang menggambarkan bentuk permukaan lahan, kondisi hidrologi tanah yang mencakup pola aliran permukaan, tingkat drainase alami menggunakan skala 0-6 dari sangat lambat hingga

sangat cepat, kemungkinan terjadinya genangan atau banjir, serta sistem pengelolaan air yang diterapkan di lokasi pengamatan. Potensi erosi dianalisis dengan mengidentifikasi jenis erosi yang dominan seperti erosi lembar, alur, atau parit serta tingkat bahaya erosi berdasarkan kecuraman lereng dan tutupan vegetasi. Keadaan permukaan tanah diamati untuk mengetahui kondisi fisik seperti kekasaran, kekerasan, dan keberadaan batuan di permukaan. Sifat fisik tanah dianalisis meliputi warna tanah menggunakan kode Munsell Soil Color Chart, konsistensi tanah dalam kondisi lembab, struktur tanah yang menggambarkan agregasi partikel, tekstur tanah berdasarkan proporsi pasir-debu-liat, tingkat kelembaban tanah, serta perhitungan porositas dan permeabilitas tanah. Sifat kimia tanah dianalisis meliputi tingkat keasaman atau pH tanah dan kandungan C-organik untuk mengetahui ketersediaan bahan organik dalam tanah. Selain itu, analisis juga mencakup identifikasi vegetasi dan penggunaan lahan yang tercatat di lokasi pengamatan untuk memahami hubungan antara kondisi tanah dengan pemanfaatan lahan oleh masyarakat setempat.

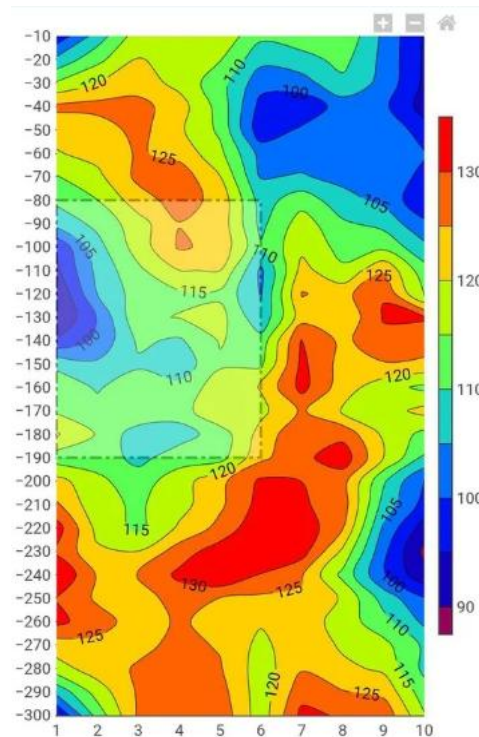
Analisis vegetasi dilakukan untuk mengetahui komposisi, dominasi, dan struktur komunitas vegetasi di kawasan Pantai Kili-Kili. Indeks Nilai Penting (INP) dihitung menggunakan formula $INP = KR + DR + FR$, dimana KR atau Kerapatan Relatif dihitung dengan membagi jumlah individu suatu jenis dengan total individu seluruh jenis kemudian dikalikan 100 persen, DR atau Dominansi Relatif dihitung dengan membagi luas tajuk suatu jenis dengan total luas tajuk seluruh jenis kemudian dikalikan 100 persen, dan FR atau Frekuensi Relatif dihitung dengan membagi frekuensi kemunculan suatu jenis dengan total frekuensi seluruh jenis kemudian dikalikan 100 persen. Nilai INP menunjukkan spesies yang paling dominan dan berperan penting dalam struktur komunitas vegetasi. Indeks Keanekaragaman Jenis dihitung menggunakan formula Shannon-Wiener (1949) dalam Odum (1993) yaitu $H' = -\sum (p_i \times \ln p_i)$, dimana p_i adalah proporsi individu suatu jenis terhadap total individu. Hasil perhitungan kemudian diinterpretasikan menggunakan kriteria dari Fachrul (2007) yaitu H' kurang dari 1 menunjukkan keanekaragaman rendah yang berarti komunitas vegetasi didominasi oleh satu atau dua spesies saja, H' antara 1 hingga 3 menunjukkan keanekaragaman sedang yang mengindikasikan komunitas cukup beragam dengan distribusi individu yang relatif merata, dan H' lebih dari 3 menunjukkan keanekaragaman tinggi yang berarti komunitas sangat beragam dengan distribusi individu yang sangat merata antar spesies. Struktur vegetasi dianalisis berdasarkan stratifikasi vertikal yang dibagi menjadi strata C untuk pohon, strata D untuk tiang, dan strata E untuk semai atau tumbuhan bawah, serta menggunakan data fisik vegetasi berupa tinggi tanaman, diameter batang setinggi dada (DBH), dan kedalaman mahkota untuk memahami pola pertumbuhan vertikal dan tingkat penutupan kanopi yang berperan dalam melindungi permukaan tanah dari erosi.

Analisis peran hidrologi terhadap tanah dan vegetasi dilakukan secara integratif untuk mengidentifikasi bagaimana kondisi hidrologi mempengaruhi karakteristik tanah dan menentukan pola distribusi vegetasi di kawasan Pantai Kili-Kili. Analisis dilakukan dengan membandingkan data hidrologi yang meliputi parameter kualitas air, tingkat salinitas, dan keberadaan akuifer bawah tanah terhadap karakteristik tanah berupa tekstur, struktur, porositas, permeabilitas, pH, dan kandungan bahan organik, serta pola komposisi vegetasi yang meliputi jenis dominan, INP, dan keanekaragaman jenis. Hubungan antar komponen dianalisis secara deskriptif dengan mengidentifikasi pola korespondensi antara gradien salinitas air dengan perubahan karakteristik fisik tanah, serta bagaimana kondisi tanah yang dipengaruhi hidrologi menentukan zonasi dan adaptasi vegetasi yang tumbuh di kawasan penelitian. Validasi dilakukan melalui triangulasi data dari ketiga sumber yaitu hidrologi, tanah, dan vegetasi untuk memastikan konsistensi interpretasi dan memperkuat argumen

mengenai keterkaitan antar komponen, dimana hidrologi diasumsikan berperan sebagai faktor pengendali utama yang membentuk karakteristik ekosistem pesisir melalui mekanisme intrusi air laut, deposisi sedimen, dan penyediaan air bagi pertumbuhan vegetasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Hidrologi Pantai Kili – Kili



Gambar 1. Hasil Pengamatan ADMT

Berdasarkan penelitian hidrologi yang dilakukan dengan menggunakan alat ADMT diketahui bahwa peta kontur resistivitas metode *Audio Magnetotelluric* di Kawasan Wisata Pantai Kili Kili diketahui pada kedalaman sekitar -80 hingga -190 meter menunjukkan keberadaan lapisan jenuh air (akuier) yang berpotensi tinggi sebagai penyimpan air bawah tanah. Zona resistivitas sedang (110 - 120) berwarna hijau kekuningan merepresentasikan lapisan transisi atau semi jenuh air, sedangkan area dengan resistivitas tinggi (>120) yang tampak oranye hingga merah menunjukkan lapisan batuan keras atau kedap air seperti batuan vulkanik padat.

No	Stop sites	Lokasi	Temperature	pH	DO	Salinitas (%)	TDS (mS/cm)	Rasa	Warna	Kelayakan Konsumsi	Kelayakan Pertanian
1	Pantai Kili-Kili	Pantai	26,2	8,1	7,9	3	1	Berasa	Tidak Berwarna	Tidak Layak (asin)	Kurang Layak
		Sungai	26,7	7,3	8,3	0	1,56	Berasa	Berwarna	Tidak Layak (rasa/warna)	Layak
		Pemukiman	27,7	7,9	4,7	0	0,57	Tidak Berasa	Tidak Berwarna	Layak	Layak

Tabel 1. Hasil Kondisi Air Pantai Kili Kili

Air dipermukaan Pantai Kili – Kili tidak layak untuk dikonsumsi, diketahui hasil salinitas tinggi yaitu (3%), hal ini menyebabkan air terasa asin dan berwarna, serta kurang layak untuk pertanian (salinitas mengganggu tanaman). Sungai di sekitar pantai kili – kili layak untuk perhatian namun tidak untuk dikonsumsi, berdasarkan hasil pengamatan air di wilayah tersebut ada indikasi rasa dan warna yang tidak netral. Sedangkan air di pemukiman Pantai Kili -Kili memiliki kualitas terbaik dengan salinitas nol, rasa dan warna normal sehingga layak dikonsumsi dan untuk pertanian. Dalam pemenuhan kebutuhan air bersih, pengeboran berada pada kedalaman 80 – 190 meter disekitar titik pengamatan di Pantai Kili – Kili sangat direkomendasikan berdasarkan hasil interpretasi resistivitas ADMT yang menunjukkan keberadaan akuifer potensial. Dengan demikian, ada potensi besar untuk memanfaatkan air tanah dalam wilayah tersebut sebagai solusi mengatasi permasalahan kualitas air di tingkat permukaan.

Komposisi dan Struktur Vegetasi Pantai Kili - Kili

Jenis Tanaman	Jumlah Individu (Kuantitas)	Dominansi (Luas Tajuk)	Frekuensi (Penyebaran)	Indeks Nilai Penting (INP)
Cemara laut	5	Rendah	0,2	0,92
Pandan laut	12	Rendah	0,2	0,85
Ubi Kayu	1	Rendah	0,2	0,49
Kelapa Puyuh	1	Rendah	0,2	0,49
Pepaya	1	Rendah	0,2	0,26

Tabel 2. Hasil nilai INP

INDEKS KEANEKARAGAMAN (Shannon Wiener)					
No.	Jenis	Jumlah	Pi	Ln Pi	Pi.Ln Pi
1	Cemara Laut	5	0.25	-1.39	-0.35
2	Pandan laut	12	0.60	-0.51	-0.31
3	Ubi Kayu	1	0.05	-3.00	-0.15
4	Kelapa Puyuh	1	0.05	-3.00	-0.15
5	Pepaya	1	0.05	-3.00	-0.15

Total 20**H'****1.10**

Tabel 3 Hasil Keanekaragaman (Shannon Wiener)

Indeks:

 $H' > 3$: Keanekaragaman Tinggi $1 < H' < 3$: Keanekaragaman Sedang $H' < 1$: Keanekaragaman Rendah

Berdasarkan hasil Indeks Nilai Penting (INP) pantai kili kili, terdapat spesies paling dominan adalah cemara laut dengan INP tertinggi sebesar 0,92. Dominan ini didukung oleh jumlah individu yang cukup banyak yaitu 5 individu, walaupun dominansi luas tajuk dan frekuensi penyebarannya rendah dengan nilai 0,2. Pandan laut berperan sebagai vegetasi sekunder dengan INP sebesar 0,85, jumlah individu terbanyak 12, namun dominansi dan frekuensi penyebaran juga rendah 0,2. Jenis lain seperti ubi kayu dan kelapa puyuh mempunyai peran kecil dengan INP masing - masing 0,49 dan pepaya sangat kecil dengan INP 0,26. Indeks keanekaragaman Shannon Wiener Pantai Kili - Kili berada pada nilai $H' = 1,10$ yang termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang. Artinya vegetasi di Pantai Kili - Kili mempunyai tingkat keragaman jenis yang cukup beragam, meskipun sebagian besar didominasi oleh cemara laut.

Kondisi Tanah di Pantai Kili - Kili, Trenggalek

Titik Pengambilan Sampel			Analisa Kondisi Tanah							
Stasiun	Koordinat	Elevasi (mdpl)	Jenis Tanah	Kode Munsell	Konsistensi Tanah	Struktur	Tekstur	Kelembaban	pH Tanah	Land Use
I	8° 15' 23" 111° 25' 44"	11.40	Alluvial	SYR 3/3 Dark Reddish Brown	Sangat Gembur	Gumpal Membulat	Silt Loam	1,5	6,7	Tegalana (Kelapa, ketela, pisang, ilalang

Tabel 4. Hasil Analisa Kondisi Tanah

Kondisi tanah di kawasan Pantai Kili-Kili menunjukkan bahwa karakteristik edafik dipengaruhi secara langsung oleh dinamika hidrologi pesisir sehingga pola tekstur, struktur, porositas, hingga kandungan bahan organik mencerminkan interaksi antara proses marin, fluvial, dan aktivitas penggunaan lahan. Analisis data lapangan dan perhitungan

laboratorium memperlihatkan bahwa tanah di lokasi pengamatan tergolong tanah aluvial bertekstur *silt loam*, yang secara umum terbentuk dari proses sedimentasi berulang akibat aliran permukaan dan deposisi material halus

Pembahasan

Pendekatan geofisika yang mengintegrasikan data resistivitas dengan data gravitasi residual dan informasi sumur bor, seperti yang telah diterapkan dalam studi di Distrik Chikwawa, Malawi, telah terbukti efektif untuk mendelineasi zona akuifer secara spasial. Variasi nilai resistivitas tersebut selaras dengan variasi gravitasi residual yang mencerminkan perbedaan densitas batuan dan distribusi air bawah permukaan, dimana zona dengan resistivitas rendah berasosiasi dengan akuifer produktif dan lapisan jenuh air yang tipis, sementara resistivitas tinggi menunjukkan adanya lapisan batuan padat yang berperan sebagai lapisan penutup atau kedap air. Selain itu, analisis kluster menggunakan data residual dan parameter hidrogeologi, muka air dan hasil sumur dapat mengidentifikasi zona dengan potensi air tanah rendah hingga tinggi, membantu perencanaan dan pengelolaan sumber daya air yang lebih tepat sasaran.

Vegetasi pantai yang paling utama adalah cemara laut, berfungsi sebagai penahan angin dan energi gelombang kecil. Sedangkan pandan laut berperan penting membentuk rumpun dan menahan pasir membentuk bukit pasir yang stabil di pantai. Vegetasi budidaya seperti pepaya, singkong, ubikayu, dan kepala puyuh berada di zona penyangga, menyuplai bahan organik bagi sistem pesisir. Vegetasi pantai ini menyediakan habitat bagi fauna lokal seperti gastropoda, krustasea kecil, burung pantai, ikan remaja, dan penyu. Berdasarkan pengamatan fungsi ekologis vegetasi di Pantai Kili - Kili, diketahui bahwa cemara laut dan kelapa puyuh berfungsi sebagai penghalang angin alami dan penahan energi gelombang untuk menjaga stabilitas garis pantai. Rumpun pandan laut membantu menstabilkan pasir dan mencegah erosi pantai, sehingga berperan penting dalam menjaga ekosistem pantai dan habitat penyu yang bertelur. Vegetasi berfungsi sebagai penyedia tempat berlindung dan makanan bagi invertebrata pantai seperti gastropoda, krustasea kecil yang merupakan sumber makanan bagi burung pantai dan ikan remaja. Pantai Kili - Kili juga dikenal sebagai tempat konservasi penyu, dimana vegetasi berfungsi untuk membantu kelangsungan hidup anakan penyu dan keberhasilan perkembangannya. Pengelolaan vegetasi harus dijaga agar fungsi proyeksi dan nilai habitat tetap terpelihara, termasuk pelestarian rumpun pandan dan pengendalian alih guna lahan.

Secara morfologi, tanah memiliki warna SYR 3/3 (dark reddish brown) yang mengindikasikan keberadaan oksida besi dalam kondisi aerasi cukup serta struktur tanah gumpal membulat dengan konsistensi sangat gembur menunjukkan dominasi partikel halus dan aerasi yang relatif baik. Keterdapatannya sifat fisik ini selaras dengan bentuk lahan datar dan drainase alami kategori agak lambat hingga sedang. Kombinasi kondisi topografis datar dan drainase suboptimal menjadikan tanah cenderung menyimpan air, terutama pada lapisan permukaan, sehingga proses pelapukan dan akumulasi sedimen halus berjalan intensif. Karakteristik fisik tanah diperkuat oleh nilai porositas 44,9% yang termasuk kategori sedang dan mencerminkan kapasitas tanah menyimpan air tanpa menyebabkan kejenuhan ekstrem. Nilai porositas ini konsisten dengan struktur gembur serta tekstur *silt loam* yang secara alami memiliki pori-pori meso dominan. Selain itu, nilai permeabilitas 6,76 cm/jam dikategorikan sebagai “agak cepat”, menunjukkan bahwa meskipun tanah memiliki kemampuan menahan air dan infiltrasi tetap berjalan efektif ketika tidak terjadi genangan berkepanjangan. Hal ini relevan dengan kondisi hidrologi lokasi yang memperlihatkan salinitas rendah pada area pemukiman dan peningkatan salinitas pada zona pesisir, di mana

intrusi air laut berpotensi memengaruhi dinamika kelembaban tanah bagian permukaan. Temuan ini didukung oleh penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa zona transisi pesisir umumnya memiliki permeabilitas lebih tinggi akibat deposisi material bergradasi halus-kasar oleh dinamika gelombang dan pasang surut (Santos et al., 2022).

Dari aspek kimia tanah, nilai pH 6,7 mengindikasikan reaksi tanah agak masam yang umum ditemukan pada tanah aluvial pesisir. Namun, kandungan C-organik sebesar 0,05% termasuk sangat rendah menggambarkan minimnya akumulasi bahan organik akibat intensitas pengolahan lahan, rendahnya input serasah alami, serta tingginya laju dekomposisi di wilayah beriklim tropis panas. Rendahnya bahan organik ini berdampak pada kemampuan tanah menahan air dan mempertahankan agregasi. Pantai kili - kili menunjukkan peningkatan salinitas, di zona pesisir yang berdekatan dengan laut. Hal ini diakibatkan intrusi air laut yang memengaruhi dinamika kelembaban tanah permukaan. Kondisi ini menyebabkan adanya peningkatan konduktivitas listrik (EC) dan penurunan stabilitas agregat tanah karena migrasi ion natrium yang berdampak pada struktur fisik tanah. Studi oleh Tang et al. (2023) menegaskan bahwa kawasan pesisir dengan nilai salinitas air permukaan tinggi akan mengalami perubahan struktur tanah akibat migrasi ion natrium yang menyebabkan dispersi partikel dan penurunan kualitas sifat fisik tanah. Zona transisi pesisir memiliki permeabilitas lebih tinggi, dikarenakan deposisi material bergradasi kasar ke halus yang mendukung drainase cepat. Drainase yang baik memungkinkan tanah tidak mengalami genangan berkepanjangan sehingga tanah tetap mampu menahan air secara efektif meskipun terdapat salinitas tinggi. Hal ini hidrologi yang mendukung drainase cepat dalam menciptakan kondisi mikrohabitat yang memadai dalam keberlangsungan vegetasi pesisir. Vegetasi dominan di kawasan ini, seperti pandan laut dan cemara laut menunjukkan nilai penting yang signifikan dalam komposisi vegetasi pantai. Kedua jenis vegetasi tersebut mempunyai toleransi yang baik terhadap kondisi salinitas tinggi dan permeabilitas tanah yang tinggi karena drainase cepat, sehingga mampu bertahan dan berkembang di zona pesisir. Peran vegetasi ini penting dalam menjaga ekosistem pesisir serta habitat bagi spesies seperti penyu.

Akuifer dalam di Pantai Kili - Kili teridentifikasi pada kedalaman 80 - 190 meter berdasarkan hal interpretasi resistivitas Audio Magnetotelluric (ADMT) yang menunjukkan keberadaan lapisan jenuh air dengan resistivitas rendah, sebagai penanda zona penyimpanan air bawah tanah yang signifikan. Cadangan air dari akuifer dalam penelitian ini memiliki peran utama dalam mendukung kebutuhan air bersih di kawasan tersebut. Mengingat kualitas air permukaan relatif buruk akibat salinitas dan kontaminan, sehingga air tanah menjadi sumber air yang sangat layak untuk konsumsi dan pertanian. Pada musim kering, ketika curah hujan rendah dan air permukaan menjadi terbatas. Berisiko mengalami peningkatan salinitas yang merugikan. Ketersediaan air dari akuifer dalam memberikan suplai air yang stabil dan relatif bebas dari garam. Hal ini sangat perlu dalam menjaga kelembaban tanah yang mendukung pertumbuhan vegetasi pantai adaptif, seperti pandan laut dan cemara laut. Dengan demikian, keberadaan akuifer dalam menjadi solusi strategis untuk pengelolaan sumber daya air di Pantai Kili-Kili, membantu menjaga kelangsungan hidup vegetasi selama musim kemarau dan memitigasi dampak stres air terutama akibat salinitas tinggi permukaan.

Gradien air tawar ke asin di Kawasan Pantai Kili - Kili membentuk zonasi vegetasi pantai yang khas, dipengaruhi oleh kondisi hidrologi dan salinitas air permukaan maupun tanah. Air tawar yang berasal dari akuifer pada kedalaman 80 - 190 m dan air permukaan memiliki peranan berbeda dalam mendukung vegetasi di tiap zona. Zona pantai dekat garis pantai cenderung mengalami salinitas tinggi akibat intrusi air laut, yang berimplikasi pada

peningkatan electrical conductivity (EC) tanah dan penurunan kualitas fisik tanah seperti stabilitas agregat akibat migrasi ion natrium. Hal ini menyebabkan vegetasi di zona ini harus mampu beradaptasi dengan kondisi salinitas tinggi, misalnya pandan laut yang membentuk rumpun dan menahan pasir sebagai penstabil bukit pasir di pantai, serta cemara laut yang mampu menahan angin dan energi gelombang kecil. Di zona penyangga yang lebih jauh dari pantai, salinitas menurun dan kondisi air lebih bersifat tawar, memungkinkan pertumbuhan vegetasi budidaya seperti pepaya, singkong, ubi kayu, dan kelapa puyuh. Vegetasi di zona ini juga berkontribusi menyuplai bahan organik bagi sistem pesisir dan menyediakan habitat bagi fauna lokal. Secara keseluruhan, gradien air tawar ke asin ini menciptakan zonasi vegetasi pantai yang beragam dan saling melengkapi, dimana vegetasi yang toleran terhadap salinitas tinggi dominan di tepi pantai, sedangkan vegetasi yang membutuhkan kondisi lebih air tawar mendominasi di zona penyangga. Interaksi antara kondisi hidrologi (salinitas, kandungan air tanah) dan karakteristik tanah serta penggunaan lahan menjelaskan pola distribusi dan komposisi vegetasi di kawasan Pantai Kili-Kili.

Air di kawasan pemukiman Pantai Kili-Kili memiliki kualitas terbaik dengan salinitas nol serta rasa dan warna yang normal, sehingga layak untuk dikonsumsi dan digunakan dalam pertanian. Kondisi air ini sangat mendukung pertumbuhan tanaman budidaya di sekitar pemukiman, seperti kelapa, pisang, pepaya, dan ubi kayu yang tumbuh di zona penyangga pantai. Ketersediaan air tawar yang baik memungkinkan tanaman-tanaman tersebut berkembang dengan optimal, sekaligus ikut menyuplai bahan organik bagi sistem pesisir. Selain itu, adanya lapisan akuifer potensial pada kedalaman 80–190 meter memberikan sumber air tanah dalam yang layak sebagai solusi untuk kebutuhan air bersih di kawasan tersebut, menjaga keberlanjutan penggunaan air bagi kebutuhan domestik maupun pertanian. Dengan demikian, pemanfaatan air tanah dalam sangat direkomendasikan untuk menjaga kualitas air dan mendukung aktivitas budidaya tanaman di sekitar Pantai Kili-Kili.

KESIMPULAN

Kondisi hidrologi Pantai Kili-Kili menunjukkan keterkaitan yang sangat kuat antara sistem air permukaan, air tanah, tanah, dan vegetasi pesisir. Hasil interpretasi metode Audio Magnetotelluric (ADMT) mengindikasikan keberadaan akuifer dalam yang potensial pada kedalaman 80–190 meter dengan nilai resistivitas rendah, yang berfungsi sebagai zona penyimpanan air tanah utama. Keberadaan akuifer ini menjadi sumber air tawar paling layak di tengah kualitas air permukaan yang cenderung terpengaruh salinitas air laut. Sejalan dengan kondisi tersebut, kualitas air permukaan di zona pantai tergolong tidak layak untuk konsumsi akibat tingginya salinitas ($\pm 3\%$), sedangkan air sungai di sekitar pantai masih layak untuk pertanian namun tidak layak untuk konsumsi karena adanya rasa dan warna. Sebaliknya, air di wilayah pemukiman memiliki kualitas terbaik dengan salinitas nol, pH netral, rasa dan warna normal, sehingga layak untuk konsumsi dan kegiatan pertanian. Hal ini menegaskan bahwa air tanah dalam memainkan peran utama dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat pesisir.

Ketersediaan air dan gradien salinitas tersebut berimplikasi langsung terhadap Vegetasi Pantai Kili-Kili yang didominasi oleh cemara laut dan pandan laut dengan nilai Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi, sedangkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener sebesar $H' = 1,10$ menunjukkan tingkat keanekaragaman sedang. Pola dominasi vegetasi ini dipengaruhi oleh gradien salinitas dari garis pantai menuju zona penyangga. Vegetasi pesisir berperan penting sebagai penahan angin, peredam energi gelombang, penstabil pasir, sekaligus penyedia habitat bagi fauna pesisir, termasuk penyu yang dilindungi. Pengaruh hidrologi

juga berdampak langsung pada karakteristik tanah di Pantai Kili-Kili yang tergolong tanah aluvial bertekstur silt loam dengan struktur gumpal membulat, porositas sedang (44,9%), dan permeabilitas agak cepat (6,76 cm/jam). Reaksi tanah agak masam (pH 6,7) dengan kandungan C-organik sangat rendah mencerminkan pengaruh kuat dinamika hidrologi pesisir dan aktivitas penggunaan lahan. Intrusi air laut di zona pantai meningkatkan salinitas tanah dan memengaruhi stabilitas agregat tanah, sehingga turut menentukan sebaran vegetasi. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa hidrologi, khususnya keberadaan akuifer dalam dan gradien salinitas air tawar-asin, sangat berperan dalam membentuk karakteristik tanah, zonasi vegetasi, serta keberlanjutan ekosistem pesisir Pantai Kili-Kili.

REFERENSI

- Fachrul, M.F. (2007). Metode sampling Bioekologi. Jakarta : Bumi Aksara
- Odum, E.P. (1993). Dasar-dasar Ekologi. [Terjemahan] Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Santos, R. O., Gurgel, A. L. M., Costa, M. B. S., & Lima, G. F. (2022). Coastal sediment dynamics and shoreline vulnerability in tropical zones: Implications for soil permeability and landform stability. *Marine Pollution Bulletin*, 184, 114273. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114273>
- Su, Y., Yan, W., Chen, X., & Li, J. (2020). Hydrological-edaphic gradients regulate species composition and functional traits in tropical coastal ecosystems. *Ecological Indicators*, 118, 106720. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106720>
- Tang, X., Zhang, L., & Zhi, Y. (2023). Soil structural degradation in coastal saline environments driven by hydrological and ion-exchange processes. *Geoderma*, 435, 116577. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116577>
- Suya, R. G., Ogowang, J. B., Nyamwera, R., Kapachika, C. C., Taulo, M. M., & Banda, S. M. (2026). Geophysical delineation of groundwater zones in Chikwawa District based on residual gravity anomalies. *Modeling Earth Systems and Environment*, 12(1), 39.

Copyright holder :

© Penulis 1 2 dan 3 dengan model APA

First publication right:

Jurnal Of Geography Education

This article is licensed under:

