

IDENTIFIKASI KERUSAKAN EKOLOGIS PADA KAWASAN DANAU RAWA PENING DI KABUPATEN SEMARANG BERBASIS METODE NDVI PADA TAHUN 2023

Arifah Salma Khoirunnisa^{1*}

¹Program Studi Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Malang

*arifah.salma.2507226@students.um.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
Riwayat Artikel: Dikirim : 24-05-2026 Disetujui : 25-08-2026 Diterbitkan : 21-09-2026	<i>Lake Rawa Pening in Semarang Regency plays a crucial ecological role for Semarang Regency, namely as a buffer zone and a national priority area. High levels of anthropogenic activity have caused ecological damage in the form of high sedimentation rates and the blooming of water hyacinth colonies. This study aims to identify the causes of ecological damage in the Lake Rawa Pening area based on the extraction of vegetation index values. The methods used are spatial classification and spatial descriptive analysis utilizing remote sensing data from Landsat 8 satellite imagery from 2023. The results of the study indicate a strong ecological relationship between land and water bodies. The lake's riparian zone is dominated by low to very low greenness levels due to land-use conversion and intensive agricultural activities. The conclusion of this study emphasizes that the management of Lake Rawa Pening cannot rely solely on mechanical rehabilitation of the water body, but also requires preventive measures focused on restoring natural vegetation cover in the lake's riparian zone to mitigate the ongoing rate of environmental degradation.</i>
Kata kunci: Danau Rawa Pening, Eutrofikasi, Kerusakan Ekologis, NDVI	Danau Rawa Pening di Kabupaten Semarang memegang peran ekologis yang krusial bagi Kabupaten Semarang yaitu sebagai kawasan penyangga dan prioritas nasional. Tingginya aktivitas antropogenik menyebabkan kerusakan ekologis berupa tingkat sedimentasi yang tinggi dan <i>blooming</i> koloni gulma eceng gondok. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan ekologis di kawasan Danau Rawa Pening berbasis ekstraksi nilai indeks vegetasi. Metode yang digunakan adalah klasifikasi spasial dan analisis deskriptif spasial dengan memanfaatkan data penginderaan jauh dari Citra Satelit Landsat 8 tahun 2023. Hasil penelitian menunjukkan adanya keterkaitan ekologis yang kuat antara daratan dan badan air. Zona sempadan danau didominasi oleh tingkat kehijauan rendah hingga sangat rendah akibat alih fungsi lahan dan aktivitas pertanian intensif. Penelitian ini menegaskan bahwa penanganan Danau Rawa Pening tidak dapat hanya bertumpu pada rehabilitasi di badan air semata, melainkan juga memerlukan tindakan preventif pada pemulihan tutupan vegetasi alami di sempadan danau guna menahan laju degradasi lingkungan yang berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Vegetasi merupakan salah satu unsur penting dalam sebuah kabupaten atau kota. Vegetasi adalah sekumpulan dari satu atau lebih jenis tanaman yang tumbuh secara bersamaan di suatu tempat. Sekumpulan vegetasi ini akan membentuk satu kesatuan dimana setiap individu akan bergantung satu dengan yang lain. Salah satu indeks vegetasi yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi vegetasi suatu daerah adalah kerapatan vegetasi. Kerapatan vegetasi adalah persentase suatu spesies vegetasi yang hidup di luasan tertentu (Innadya et al., 2022). Kerapatan vegetasi juga dapat menjadi indikator alami dalam menentukan Kesehatan suatu wilayah. Perubahan kerapatan vegetasi merupakan sinyal awal dari adanya degradasi lingkungan dan kerusakan ekologis pada suatu wilayah.

Kerapatan vegetasi dapat dianalisis dengan menggunakan metode NDVI. NDVI atau *Normalized Difference Vegetation Index* merupakan salah satu metode dalam penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk mengukur kerapatan vegetasi. Teknologi penginderaan jauh ini memungkinkan para ilmuwan dan peneliti dalam memantau dan mengidentifikasi tutupan lahan atau kerapatan vegetasi suatu area tanpa harus mendatangi lokasi secara langsung. Analisis spasial dengan menggunakan metode NDVI dapat memberikan pemahaman mengenai dinamika ekologi suatu area. Menurut Lasaiba dan Tetelepta (2023), indeks ini menggunakan perbandingan antara reflektansi cahaya dalam dua rentang gelombang yaitu cahaya merah dekat dan inframerah dekat. Kedua gelombang ini mampu memberikan informasi mengenai tingkat keberadaan dan populasi vegetasi di suatu area.

Kabupaten Semarang merupakan salah satu kabupaten yang ada di provinsi Jawa Tengah. Secara geografis, kabupaten ini terletak di posisi $110^{\circ}14' 54,74''$ - $110^{\circ}39' 3''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}3'57''$ - $7^{\circ}30'0''$ Lintang Selatan. Luas keseluruhan Kabupaten Semarang adalah 95.020,674 Ha atau sekitar 2,92% dari luas Provinsi Jawa Tengah. Secara administratif, kabupaten Semarang terbagi menjadi 19 kecamatan dengan 27 kelurahan dan 208 desa. Kabupaten Semarang berbatasan langsung dengan Kota Semarang dan Kabupaten Demak di sebelah utara.

Kemudian, sebelah timur berbatasan langsung dengan Kabupaten Grobogan dan Kabupaten Boyolali. Sebelah barat berbatasan langsung dengan Kabupaten Magelang dan kabupaten Kendal. Sementara itu, pada sebelah selatan berbatasan langsung dengan Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Magelang (Pemda Kabupaten Semarang, 2019). Kabupaten Semarang memiliki karakteristik topografi yang beragam mulai dari daratan rendah hingga kawasan lereng gunung berapi aktif dan non – aktif. Kondisi ini menyebabkan adanya zonasi penggunaan lahan yang cukup kompleks. Selain itu, Kabupaten Semarang juga merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah yang termasuk ke dalam wilayah pengembangan Kedungsepur. Wilayah ini merupakan pusat pertumbuhan ekonomi utama di Povinsi Jawa Tengah (Nurhalizah et al., 2026). Kondisi ini mengakibatkan adanya pembangunan infrastruktur yang masif, pemukiman, dan pariwisata yang cukup masif dan berpotensi mengancam tutupan vegetasi alami di Kabupaten Semarang. Salah satu kawasan yang terdampak dari fenomena ini adalah Danau Rawa Pening.

Danau Rawa Pening merupakan salah satu danau di Indonesia yang ditetapkan menjadi salah satu danau prioritas nasional. Hal ini dikarenakan danau ini memberikan manfaat yang cukup besar bagi masyarakat sekitar. Danau Rawa Pening memiliki luas mencapai 2.667 hektare dengan luas genangan danau mencapai 1.850,10 hektare pada musim kemarau. Fungsi utama Danau Rawa Bening adalah sebagai PLTA atau Pusat Listrik Tenaga Air. Sementara itu, secara ekologi, danau ini memegang peran penting yaitu sebagai reservoir alami, pencegah banjir, penyedia hara, dan sebagainya. Danau ini juga berperan sebagai daerah tangkapan air (Cahyono et al., 2020). Akan tetapi, danau ini mengalami kerusakan ekologis berupa sedimentasi dan eutrofikasi pada badan air (Piranti, 2019). Eutrofikasi sendiri adalah fenomena pencemaran pada ekosistem air yang berasal dari peningkatan nutrisi oleh senyawa nitrogen (Sirait, 2020).

Pemanfaatan sempadan danau oleh masyarakat sekitar tanpa diimbangi dengan pengelolaan yang tepat menyebabkan peningkatan sedimentasi di area danau. Kawasan daerah tangkapan air Danau Rawa

Pening yang awalnya adalah kawasan tegakan hutan lambat laun mengalami degradasi akibat alih fungsi lahan menjadi lahan pertanian. Selain itu, penggunaan lahan sebagai kawasan wisata dan kawasan komersial di sepanjang danau Rawa Pening di tahun 2023 juga semakin masif. Hal tersebut mengakibatkan laju sedimentasi dan erosi di Danau Rawa Pening meningkat (Sasmito et al., 2022). Alih fungsi lahan yang terjadi di sekitar Danau Rawa Pening berpotensi merusak kawasan hutan dan area bervegetasi lain di sekitar danau yang merupakan habitat bagi beberapa spesies *flora* dan *fauna*. Apabila kepadatan vegetasi di sekitar danau berkurang, maka laju erosi yang terjadi akan semakin masif dan mempercepat pendangkalan danau. Kualitas air di danau ini juga kian menurun akibat penggunaan pupuk kimia secara berlebihan. Kondisi ini apabila terus terjadi dapat mempengaruhi aktivitas sehari-hari masyarakat sekitar. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan guna mengidentifikasi kerusakan ekologis yang ditunjukkan dengan rendahnya kepadatan vegetasi di sekitar Danau Rawa Pening yang ada di Kabupaten Semarang pada tahun 2023.

METODE PENELITIAN

Fokus analisis adalah pada kondisi vegetasi di sempadan Danau Rawa Pening. Danau Rawa Pening merupakan danau yang berada di 4 kecamatan di Kabupaten Semarang yaitu Kecamatan Ambarawa, Bawen, Tuntang dan Banyubiru, Kabupaten Semarang. Data yang digunakan adalah citra satelit yang direkam pada tahun 2023.

Penelitian ini menggunakan data yang berasal dari citra satelit landsat 8 kabupaten Semarang pada tahun 2023, SHP batas dan administrasi kabupaten atau kota. Citra satelit Landsat diperoleh melalui situs USGS *Earth Explorer*. Citra satelit yang digunakan adalah band 4 dan 5. Sementara itu, SHP batas administrasi kabupaten atau kota diperoleh dari situs Indonesia Geospasial. Selain itu, data berupa studi literatur dan data citra satelit lainnya juga diperlukan dalam Penelitian ini. Studi literatur berguna untuk mencari teori dan kondisi dari lokasi kajian yang berasal dari artikel, karya ilmiah, situs pemerintah dan lain-lain. Data citra satelit lain yang digunakan adalah citra satelit dari *Google Earth Pro*.

Data ini digunakan untuk meninjau kondisi badan air Danau Rawa Pening serta penggunaan lahan yang ada di sekitarnya.

Pengolahan data diawali dengan melakukan *pre – processing*. *Pre-processing* citra dilakukan dengan koreksi atmosferik pada kedua citra satelit yaitu band 4 dan band 5. Hasil dari koreksi atmosferik kemudian dipotong atau dilakukan proses *clipping* dengan menggunakan fitur *clip raster by masking layer*.

Metode yang digunakan untuk mengetahui kepadatan vegetasi adalah dengan menggunakan NDVI. NDVI merupakan indeks perhitungan yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan vegetasi. Nilai NDVI berasal dari sifat optik klorofil yang khas yaitu menyerap spektrum merah dan memantulkan spektrum merah dengan kuat. NDVI dapat mengindikasikan beberapa parameter yang berhubungan dengan parameter vegetasi yaitu biomassa dedaunan hijau. Biomassa dedaunan hijau adalah nilai yang dapat diperkirakan untuk pembagian vegetasi. Pada dasarnya, nilai NDVI menunjukkan perhitungan seberapa besar penyerapan matahari oleh daun (Mardiatmoko & Suhardiman, 2017). Adapun persamaan untuk menghitung klasifikasi NDVI adalah sebagai berikut.

$$NDVI = \frac{Band\ 5 - Band\ 4}{Band\ 5 + Band\ 4}$$

Nilai NDVI mempunyai rentang -1 hingga 1. Semakin tinggi nilai NDVI, maka semakin tinggi pula tingkat kepadatan dan kehijauan vegetasi. Sebaliknya, semakin rendah nilai NDVI, maka semakin rendah pula tingkat kepadatan dan kehijauan vegetasi. Penentuan kelas NDVI merujuk pada standar Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.12/Menhut-II/2012. Rentang nilai NDVI terbagi menjadi 5 kelas seperti yang disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tabel Klasifikasi NDVI

Kelas	Nilai NDVI	Keterangan
1	(-1) - (-0,03)	Tanpa vegetasi
2	(-0,03) - 0,15	Tingkat kehijauan sangat rendah
3	0,15 - 0,25	Tingkat kehijauan rendah
4	0,25 - 0,35	Tingkat kehijauan sedang
5	0,36 - 1,00	Tingkat Kehijauan tinggi

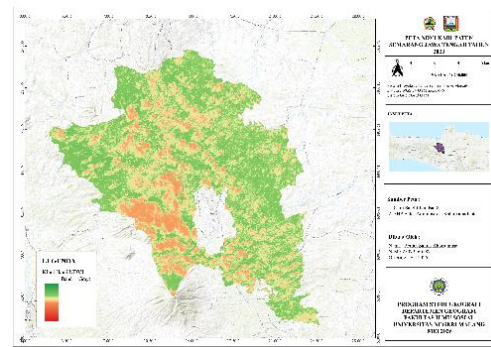
Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif spasial berbasis hasil klasifikasi spasial NDVI. Klasifikasi spasial merupakan teknik yang digunakan dalam mengolah data melalui pengelompokan data geografis ke dalam kelas-kelas berdasarkan kriteria yang diinginkan. Sementara itu, metode deskriptif spasial adalah metode yang digunakan untuk menjelaskan atau menganalisis hasil spasial dari klasifikasi spasial yang telah dilakukan (Wismarini et al., 2014). Hasil klasifikasi spasial NDVI pada tahun 2023 kemudian dikorelasikan dengan penggunaan lahan yang ada di sekitar sempadan Danau Rawa Pening. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi area dengan alih fungsi lahan yang masif serta dampaknya terhadap area sempadan danau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

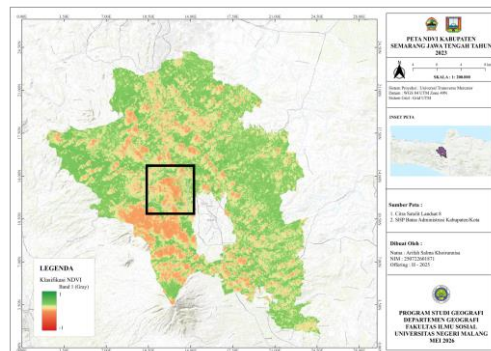
Analisis Kerapatan Vegetasi Menggunakan NDVI

Danau Rawa Pening mencakup 4 kecamatan yang ada di Kabupaten Semarang, antara lain adalah Kecamatan Ambarawa, Bawen, Tuntang, dan Banyubiru. Berdasarkan klasifikasi NDVI yang telah dilakukan, terlihat pada **Gambar 1** area sempadan danau berwarna oranye. Jika ditinjau dengan legenda yang ada di samping peta, warna oranye mengindikasikan kerapatan vegetasi yang rendah menuju sedang. Kondisi ini menunjukkan adanya alih fungsi lahan pada area sempadan danau yang menyebabkan proporsi dan kerapatan vegetasi berkurang.

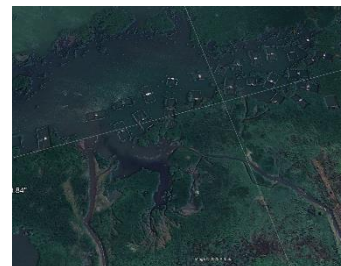
Sementara itu, pada badan air Danau Rawa Pening sendiri terlihat berwarna oranye. Berdasarkan **Gambar 2**, area yang ditandai dengan kotak hitam merupakan Danau Rawa Pening. Jika ditinjau menggunakan klasifikasi NDVI, area tersebut tampak berwarna oranye sedikit gelap dimana warna ini mengindikasikan adanya kerapatan vegetasi yang rendah hingga sedang. Adanya indeks NDVI pada badan air ini juga mengindikasikan adanya klorofil yang memancarkan spektrum inframerah dari badan air. Pada **Gambar 3**, terlihat dari *google earth* bahwa terdapat koloni vegetasi yang berada di muka air.



Gambar 1. Peta NDVI Kabupaten Semarang



Gambar 2. Klasifikasi NDVI Pada Danau Rawa Pening



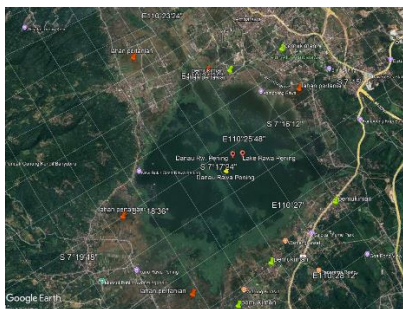
Gambar 3. Populasi Eceng Gondok Pada Badan Air Danau Rawa Pening

Penyebab Eutrofikasi Pada Danau Rawa Pening

Koloni vegetasi yang berada di muka air danau adalah konsentrasi *blooming* gulma dari eceng gondok. Kondisi ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Amalia et al (2023), bahwa Danau Rawa Pening mengalami tekanan biotik berupa dominasi eceng gondok yang menutupi muka perairan. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan nutrisi di perairan. Kandungan nutrisi yang tinggi merupakan dampak dari pencemaran limbah yang berasal dari limbah rumah tangga dan limbah dari sisa pakan pada Keramba Jaring Apung yang diterima Danau Rawa Pening

(Rahma et al., 2024). Keberadaan rona berwarna oranye pada gambar 3, merupakan sisa dari koloni eceng gondok yang berada di muka air danau. Warna orange sendiri adalah representasi dari keberadaan eceng gondok dan material tersuspensi yang tercampur. Hal ini mengakibatkan satelit mendeteksi adanya piksel campuran.

Jika ditinjau menggunakan *google earth*, terlihat bahwa sebagian besar lahan yang ada di sekitar Danau Rawa Pening digunakan sebagai pemukiman, lahan pertanian serta kawasan pariwisata. Pada **Gambar 4**, pin berwarna merah menunjukkan penggunaan lahan sebagai lahan pertanian. Sementara itu, pin berwarna hijau menunjukkan penggunaan lahan sebagai area pemukiman dan kawasan wisata. Kawasan wisata ditandai dengan adanya *feature* berwarna ungu. Pada gambar tersebut, tampak adanya beberapa kawasan wisata seperti Saloka *Theme Park*, Bukit Cinta, Kano Rawa Pening, dan Kampoeng Rawa. Hal inilah yang dapat menjadi salah satu penyebab pencemaran limbah di area danau.



Gambar 4. Penggunaan Lahan Sekitar Danau Rawa Pening

Keberadaan kawasan pariwisata berpotensi mengurangi kawasan bervegetasi di sekitar danau. Kerapatan vegetasi yang menurun dapat menyebabkan fungsi akar tanaman sebagai pengikat tanah dan penahan laju air berkurang. Tingkat kerapatan vegetasi yang rendah dapat mengurangi kemampuan tanah dalam melakukan infiltrasi dan perkolasi air hujan. Kerapatan vegetasi yang tinggi biasanya dicirikan dengan tajuk vegetasi yang rendah. Tajuk vegetasi sendiri berperan sebagai penghalang bagi air hujan yang jatuh ke permukaan. Air hujan dengan energi kinetik yang tinggi berpotensi mengikis lapisan atas tanah. Lapisan tanah yang terkikis ini akan

mengalir ke badan air danau dalam bentuk sedimen (Amalia et al., 2023). Lapisan atas tanah pada umumnya merupakan lapisan yang subur, jika terjadi erosi secara terus menerus maka tingkat kesuburan tanah akan berkurang. Hal ini tentu akan berdampak langsung pada tingkat produktivitas tanaman di sekitar danau. Sedimen yang mengalir ke badan air danau, lambat laun akan terakumulasi dan mempengaruhi kualitas air danau yang akan berdampak pada masyarakat sekitar karena air danau ini merupakan sumber kehidupan bagi masyarakat sekitar. Sedimentasi dapat menurunkan kadar oksigen, menyebabkan kekeruhan pada danau serta dapat membatasi penetrasi matahari yang masuk ke dalam danau. Partikel-partikel kecil seperti tanah liat dapat tersuspensi untuk jangka waktu yang lama sehingga secara signifikan dapat mempengaruhi kekeruhan air (LJEA, 2018).

Selain itu, keberadaan lahan pertanian yang berada di sekitar lereng juga memberikan dampak terhadap fenomena eutrofikasi dan kualitas air di Danau Rawa Pening. Aktivitas pertanian di wilayah lereng sekitar menyebabkan adanya erosi tanah yang dapat menyebabkan adanya sedimentasi. Aliran permukaan kemudian membawa sedimen yang kaya akan kandungan nutrisi dan bahan organik masuk ke dalam danau. Sedimen yang masuk ke dalam danau akan terdekomposisi oleh mikroorganisme yang dapat memicu peledakan unsur fosfat dan nitrogen (Rahma et al., 2024). Akumulasi fosfor dalam jumlah yang besar berpotensi mengakibatkan pertambahan produksi alga dan dapat menjadi penggerak utama proses eutrofikasi yang terjadi di danau (LJEA, 2018). Hal inilah yang menyebabkan mengapa terjadi fenomena eutrofikasi di Danau Rawa Pening.

Program Revitalisasi Guna Mengurangi Populasi Eceng Gondok

Pada Tahun 2021, pemerintah setempat melakukan program revitalisasi sebagai upaya untuk mengurangi eutrofikasi pada Danau Rawa Pening. Badan Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana menjalin kerja sama dengan Kodam Dipenogoro dalam revitalisasi Danau Rawa Pening. Revitalisasi merupakan suatu program yang ditujukan untuk membersihkan dan mengangkat eceng gondok di Danau Rawa Pening secara besar-

besaran yang membuat penurunan drastis tutupan air oleh eceng gondok (Amalia et al., 2023). Program ini juga merupakan bentuk rasionalisasi kekuasaan negara untuk mengatur penduduk dan sumber daya alam. program revitalisasi beroperasi di ranah eksklusi ruang hidup masyarakat serta area sekitar Danau Rawa Pening (Wulandari, 2022). Kegiatan ini dinilai dapat membuahkan hasil dimana pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**, perbandingan Danau Rawa Pening pada tahun 2020 dengan tahun 2023. Pada kedua gambar ini terlihat adanya perbedaan yaitu populasi eceng gondok berkurang pada tahun 2023. Hal ini menunjukkan keberhasilan upaya pemerintah dalam melakukan revitalisasi pada Danau Rawa Pening.

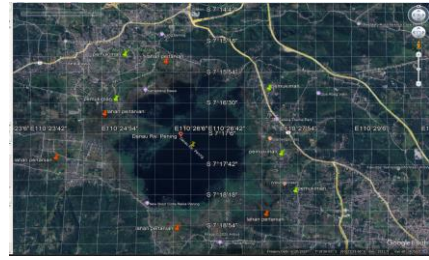


Gambar 5. Danau Rawa Pening Pada Tahun 2020



Gambar 6. Danau Rawa Pening Pada Tahun 2023

Akan tetapi pada tahun 2024 dan tahun 2026, *blooming* gulma eceng gondok kembali memenuhi badan air Danau Rawa Pening. Hal ini terlihat pada gambar 8 dan 9. Pada **Gambar 7** terlihat adanya koloni vegetasi yang berada di atas badan air. Begitu pula pada tahun 2026 yang ditunjukkan pada **Gambar 8**.



Gambar 7. Danau Rawa Pening Pada Tahun 2024



Gambar 8. Danau Rawa Pening Pada Tahun 2026

Peran Masyarakat Terhadap Kestabilan Ekologis Danau Rawa Pening

Fenomena kembalinya *blooming* gulma ini tidak hanya dapat bergantung pada upaya revitalisasi pemerintah tetapi juga dari kesadaran warga setempat. Kerusakan danau ini tentu sangat berdampak pada aktivitas sehari – hari masyarakat sekitar. Pertumbuhan eceng gondok yang masif dapat menyulitkan nelayan dalam mencari ikan. Selain itu, tingkat sedimentasi yang tinggi juga mengakibatkan daya tampung danau berkurang sehingga air danau meluap dan menyebabkan banjir. Sektor pertanian juga turut terdampak karena kerusakan ekologis dari Danau Rawa Pening. Eceng gondok yang berada di badan air danau ini merupakan sarang bagi tikus, sehingga tikus – tikus yang tinggal di semak eceng gondok akan menyerbu dan merusak lahan pertanian. Kondisi ini tentu dapat mendatangkan banyak kerugian bagi masyarakat sekitar terutama bagi masyarakat yang berprofesi sebagai petani dan nelayan.

Berdasarkan pemaparan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa menurunnya tingkat vegetasi di sekitar Danau Rawa Pening dapat berdampak secara ekologis terhadap danau dan area di sekitarnya. Keberadaan vegetasi yang jarang berpotensi mengakibatkan terjadinya erosi dan sedimentasi. Sedimentasi yang terjadi secara terus menerus akan terakumulasi dan mempengaruhi kualitas air danau dan kapasitas tampung danau. Apabila sedimentasi terus meningkat hingga melebihi kapasitas

tampung danau maka jika hujan turun, air danau dapat meluap ke area pemukiman dan lahan pertanian yang ada di sekitar danau. Oleh karena itu diperlukan kesadaran masyarakat sekitar terutama dalam pengelolaan limbah. Hal ini dikarenakan mengingat danau ini juga merupakan salah satu kawasan wisata dengan panorama alam yang indah.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis NDVI pada kawasan Danau Rawa Pening tahun 2023, dapat disimpulkan bahwa kondisi vegetasi di sekitar sempadan danau mengalami penurunan kerapatan akibat alih fungsi lahan menjadi pemukiman, pertanian, dan kawasan pariwisata. Area ini ditunjukkan dengan warna oranye yang mengindikasikan tingkat kerapatan vegetasi yang rendah. Penurunan kerapatan vegetasi tersebut berdampak terhadap peningkatan erosi dan sedimentasi yang kemudian mempercepat proses pendangkalan Danau Rawa Pening. Sementara itu, pada badan air Danau Rawa Pening terlihat berwarna oranye berdasarkan analisis NDVI. Kondisi ini menunjukkan adanya populasi vegetasi berupa eceng gondok pada badan air. Keberadaan eceng gondok atau yang lebih dikenal dengan fenomena eutrofikasi merupakan dampak dari tingginya kandungan fosfor yang berasal dari limbah dan bahan organik lainnya yang berada di danau. Kerusakan ekologi Danau Rawa Pening ini memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap kehidupan masyarakat terutama terhadap sektor pertanian.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis kerusakan ekologis yang telah dipaparkan, terdapat beberapa rekomendasi strategis bagi tata kelola kawasan Danau Rawa Pening ke depan. Pemerintah Daerah Kabupaten Semarang beserta pihak terkait disarankan untuk mengalihkan orientasi kebijakan dari yang semula bersifat kuratif-mekanis (seperti pengerukan sedimen dan pembersihan eceng gondok sesaat di dalam tubuh air) menjadi tindakan preventif berupa penegakan regulasi zonasi pemanfaatan secara tegas. Aktivitas reboisasi juga perlu digalakkan mengingat laju erosi permukaan cukup masif. Selain itu,

adanya program edukasi seperti pertanian berkelanjutan juga diperlukan untuk mencegah penggunaan pupuk kimia berlebih yang dapat meningkatkan eutrofikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, A. V., Fariz, T. R., Jabbar, A., Haris, A., Rahmawati, D., Sultan, H., ... & Arifah, E. Z. (2023). Kondisi Lingkungan Danau Rawa Pening. *Bookchapter Alam Universitas Negeri Semarang*, (3), 123-148.
- Cahyono, S. A., Falah, F., & Raharjo, S. A. S. (2020). Identifikasi sektor ekonomi unggulan di daerah tangkapan air Danau Rawa Pening. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 8(1), 36-50.
- Innadya, A., Pratama, S., Khotimah, H. K., Ridwana, R., & Somantri, L. (2022). Analisis Kerapatan Vegetasi untuk Perencanaan wilayah di desa cihideung kabupaten bandung barat menggunakan citra sentinel-2a dengan metode msarvi. *Jurnal Planologi E-ISSN*, 2615, 5257.
- Kintani, I. M., Khikmah, N., & Kamal, U. (2024). Analisis Rusaknya Ekologis Danau Rawa Pening Terhadap Ekosistem Disekitarnya Berdasarkan Peraturan Presiden No 60 Tahun 2021. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(24.2), 557-567.
- Lake James Environmental Association. (2018). *Importance of erosion and sedimentation to water quality*. 2018 State of the Lake James Watershed Report.
- Lasaiba, M. A., & Tetelepta, E. G. (2023). Analisis spasial kerapatan vegetasi kota ambon berbasis normalized difference vegetation index (NDVI). *Jurnal Pengembangan Kota*, 11(2), 124-139.
- Mardiyatmoko, Y., & Suhardiman, A. (2017). Cadangan karbon di wilayah perkotaan Tenggarong berdasarkan metode klasifikasi NDVI pada citra Sentinel-2A. *Jurnal Hutan Tropis*, 1(2), 174-181.
- Nurhalizah, A., Sholikah, D. A. R., Putri, D. M., & Taufiqurrachman, F. (2026). Analisis LD DLQ Tipologi Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Jejak digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(1), 1795-1805.

- Pemerintah Daerah Kabupaten Semarang. (2019). *Geografi dan topografi*. Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Semarang.
- Peraturan Menteri Kehutanan tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.12/Menhut-II/2012 Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTk RHL-DAS). Nomor: P12 Tahun 2010.
- Piranti, A. S. (2019). Pengendalian Eutrofikasi Danau Rawa Pening. *Universitas Jendral Soedirman*.
- Rahma, D. A., Permadani, P., Nisa, S., Prasetyo, A. I. C., Putri, A. H. A., Setyawati, I. V., ... & Nurrofiq, W. I. (2024). Dampak Sosial Masyarakat dari Pendangkalan Danau Rawa Pening. *Jurnal Ilmiah Mediasi*, 3(2), 141-153.
- Sasmito, B., Bashit, N., & Rachmadiana, E. (2022). Analisis Perubahan Konsentrasi Total Suspended Solid secara Multitemporal Menggunakan Citra Sentinel 2A (Studi Kasus: Danau Rawa Pening, Jawa Tengah). *TEKNIK*, 43(2), 178-189.
- Sirait, M. (2020). Studi Life Cycle Assessment Produksi Gula Tebu: Studi Kasus di Jawa Timur. *Rekayasa*, 13(2), 197-204.
- Wismarini, D., Sunardi, S., & Anis, Y. (2014). Metode Klasifikasi Spasial sebagai Pendukung Informasi Kelas pada Data Indikator Banjir. *Dinamik*, 19(2), 243359.
- Wulandari, S. S. (2022). Revitalization as a Regulatory Strategy in Rawa Pening Lake Management (Case Study in Dusun Sido Makmur, Sumber Rejo, Semarang Regency). *Endogami: Jurnal Ilmiah Kajian Antropologi*, 6(1), 16-31.