

Utilization of Sentinel-2 Imagery in Analyzing the Effect of Land Conversion on Water Turbidity in Situ Cileunca

Ahmad Syuhada Islami Asyari¹, Garda Asa Muhammad¹, Annisa Amanah¹, Azra Putri Anandita¹, Calsya Nursyabiah Husna¹, Andita Nadia Sugandi¹, Maitsa Aulia Hidayat¹, Syahrul Jud Fitra¹, Gerald Bian Irawan¹, Tania Septi Anggraini¹, Achmad Fadhilah¹, Iwan Setiawan², Annisa Joviani Astari²

¹Sains Informasi Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

²Pendidikan Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Email: syuhadahmad97@upi.edu

10 Januari 2026 / Revised 20 Januari 2026 / Accepted 25 Januari 2026

ABSTRAK

Alih fungsi lahan menjadi salah satu penyebab peningkatan kekeruhan air di kawasan Situ Cileunca, DAS Cisangkuy. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara dinamika penggunaan lahan dan tingkat kekeruhan air menggunakan citra Sentinel-2 serta komparasi pada data interpolasi TDS. Kekeruhan air diestimasi melalui TSS hasil pengolahan citra dan interpolasi TDS. Pemetaan penggunaan lahan dilakukan melalui metode klasifikasi visual yang diuji indeks kappa, dengan akurasi 91.44%. Hasil pengolahan penggunaan lahan dan TSS diuji korelasi pearson untuk mengetahui pengaruhnya. Uji Korelasi Pearson menunjukkan bahwa ladang ($R = -0,87$) dan hutan ($R = -0,66$) berkontribusi dalam penurunan TSS, sementara permukiman ($R = 0,53$) berkorelasi positif terhadap peningkatan kekeruhan. Penelitian ini memberikan keterbaruan dalam menggambarkan distribusi zat padat terlarut melalui TS di Situ Cileunca. Temuan ini menjadi landasan peningkatan permukiman menyebabkan penurunan kualitas air, sehingga dapat dijadikan sebagai rekomendasi dalam mengambil keputusan dalam pengelolaan tata ruang, dan menanggulangi masalah lingkungan di Situ Cileunca.

Kata kunci: Sentinel, TSS,, Alih fungsi lahan, TDS

ABSTRACT

Land use conversion is one of the causes of increased water turbidity in the Situ Cileunca area within the Cisangkuy Watershed. This study aims to analyze the relationship between land use dynamics and water turbidity using Sentinel-2 imagery and comparison with interpolated TDS data. Water turbidity is estimated through TSS derived from image processing and TDS interpolation. Land use mapping is conducted using a visual classification method tested with the kappa index, achieving an accuracy of 91.44%. The processed land use and TSS data are analyzed using Pearson correlation to determine their influence. The Pearson correlation test shows that cropland ($R = -0.87$) and forest ($R = -0.66$) contribute to decreasing TSS, while settlements ($R = 0.53$) are positively correlated with increased turbidity. This study provides novelty in depicting the distribution of dissolved solids through TS in Situ Cileunca. These findings indicate that increasing settlements reduce water quality and can support decision-making in spatial planning and environmental management.

Keywords: Sentinel, TSS,, Land use change, TDS

1. PENDAHULUAN

Kawasan Situ Cileunca menjadi salah satu destinasi wisata yang terdapat di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Kawasan wisata tersebut mulai berkembang pada tahun 1990-an dan semakin berkembang hingga sekarang, ditandai dengan destinasi serta atraksi baru yang dapat dinikmati oleh wisatawan. Dalam industri pariwisata, suatu kawasan wisata perlu diimbangi dengan fasilitas penunjang pariwisata seperti ketersediaan akomodasi, minimarket, tempat makan, tempat ibadah dan fasilitas lainnya. Akibatnya terjadi alih fungsi lahan tidak terhindarkan, kawasan hijau berubah menjadi kawasan terbangun. Hal tersebut dapat mengganggu wilayah resapan air serta meningkatkan *run-off*.

Fenomena serupa terjadi di kawasan Metropolitan Sarbagita (Denpasar, Badung, Gianyar dan Tabanan), Bali. Berdasarkan pemantauan dalam rentang waktu 2018-2023, telah terjadi alih fungsi lahan sebesar 5.837,92 Ha, dengan wilayah yang paling banyak terdegradasi di Kabupaten Tabanan seluas 2.676,61 Ha [1]. Studi lain yang terletak di Pulau Phu Quoc, Vietnam dari 2003-2023 terjadi alih fungsi lahan yang menyebabkan deforestasi, penurunan kualitas habitat sebesar 5,6% dan berimbas pada peningkatan suhu permukaan [2].

Perubahan penggunaan lahan yang terjadi menyebabkan siklus di Kawasan Situ Cileunca terganggu. Air yang seharusnya dapat melalui proses infiltrasi dengan baik, nyatanya mengikis lapisan atas pada tanah. Terlebih fenomena tersebut didukung dengan kondisi kemiringan lereng di sekitar Situ Cileunca yang cukup curam menjadi faktor pendukung partikel tanah tererosi oleh air dan masuk ke dalam Situ Cileunca [3]. Jika hal ini terjadi secara terus menerus, tentunya dapat membuat kedalaman di Situ Cileunca akan semakin dangkal. Dampak lebih lanjutnya akan berimbas terhadap kesehatan wisatawan yang berinteraksi langsung air dari Situ Cileunca. Penyakit yang muncul akibat berinteraksi dengan air kotor biasanya penyakit yang menyerang pada kulit seperti dermatitis. [4,5].

Guna memantau dinamika yang terjadi di Situ Cileunca dan sekitarnya, diperlukan sebuah pendekatan yang efisien dan akurat. Pendekatan ini diwujudkan melalui pemanfaatan penginderaan jauh berbasis citra satelit untuk mengekstraksi berbagai macam seperti RGB (kondisi sebenarnya) dan pemodelan TSS [6]. Beberapa studi terdahulu mengaplikasikan pendekatan tersebut guna mendeteksi perubahan lahan dan hubungannya dengan kualitas air yang terdapat di badan air bahkan sampai dengan prediksi di masa depan. Penelitian yang dilakukan oleh Gay, dkk (2025) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Chattahoochee Tengah, Amerika Serikat. Memprediksi ketika terjadi alih fungsi di Wilayah Hulu Sungai menjadi lahan terbangun membuat peningkatan TSS sebesar 318% dan *Total Nitrogen* (TN) sebesar 220% pada 13 titik sampel sepanjang DAS Chattahoochee Tengah [7]. Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Sunardi, dkk (2022) di Sub-DAS Cibalagung yang menjadi penyuplai air untuk Waduk Cirata telah terjadi alih fungsi lahan yang ditunjukkan dengan penurunan hutan kering sebesar 1.077,78 Ha menjadi berbagai penggunaan lahan lain. Paling besar lahan beralih fungsi menjadi pertanian dengan luas 521,92 Ha. Akibatnya kandungan TSS di Muara Sungai Cibalagung mengalami kenaikan sebesar 92,50% [8]. Penelitian terakhir melakukan analisis TSS di Sungai Bodri dengan memanfaatkan band hijau (B3) pada citra sentinel-2 dengan pengembangan algoritma baru terbukti memiliki RMSE yang lebih baik setelah disandingkan dengan pengambilan sampel air di 64 stasiun di kedalaman 50 cm. RMSE yang didapat sebesar 7.34 mg/L, MPE 14,24% dan bias yang didapat sebesar 0,99 [6].

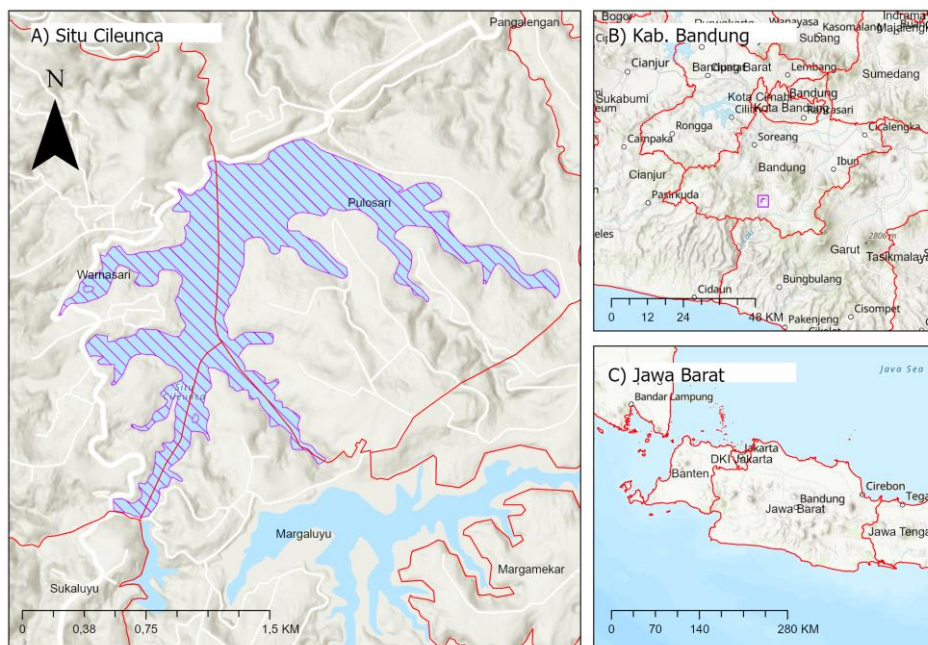
Berdasarkan beberapa studi yang telah dilakukan sebelumnya, penggunaan penginderaan jauh perlu dipertimbangkan guna mendiagnosis masalah yang terjadi di lapangan. Sehingga dapat melakukan mitigasi berdasarkan data yang kredibel. Hal tersebut menjadi celah penelitian, sehingga penelitian ini mengintegrasikan data kekeruhan yang berasal dari TSS, disandingkan dengan data TDS yang diukur

langsung di Situ Cileunca. Oleh karena itu, untuk mengatasi celah yang hadir tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi dan memetakan alih fungsi yang terjadi di Situ Cileunca dan sekitarnya dalam rentang waktu 2018-2024, menganalisis sebaran spasial kekeruhan air di Situ Cileunca berdasarkan nilai TSS yang didapatkan dari citra Sentinel-2 dan disandingkan dengan data interpolasi TDS yang didapatkan dari lapangan serta menganalisis hubungan statistik antara jenis penggunaan lahan dengan tingkat kekeruhan air. Melalui penelitian ini, dapat menjadi bukti ilmiah untuk para pengambil kebijakan sebagai sistem pendukung keputusan.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Kajian

Penelitian ini berlokasi di Situ Cileunca yang masuk ke dalam tiga atas administrasi desa yakni Desa Warnasari, Desa Pulosari dan Desa Margamulya, Kecamatan Pangalengan, Kab. Bandung, Provinsi Jawa Barat. Terlihat pada Gambar 1, Situ Cileunca memiliki luas 143,81 Ha memiliki fungsi sebagai area wisata dan penyuplai bagi pembangkit listrik tenaga Air milik PT PLN Indonesia Power.



Gambar 1. Lokasi Kajian

2.2 Data

Pada Tabel 1 menunjukkan data-data yang digunakan dalam penelitian ini. Data nomor satu dan dua merupakan data sekunder. Data nomor satu didapatkan melalui Badan Informasi Geospasial (BIG) sedangkan data nomor dua didapatkan melalui *coding* pada laman Google Earth Engine. Waktu yang digunakan untuk data nomor dua ialah Tahun 2018, 2020, 2022 dan 2024. Kemudian data nomor tiga merupakan data primer yang didapatkan secara langsung oleh peneliti di Situ Cileunca dengan bantuan alat *water* TDS untuk mendapatkan nilai TDS.

Tabel 1. Data Penelitian

No.	Data	Jenis Data	Skala/Resolusi	Fungsi
1	Peta Rupa Bumi Kabupaten Bandung	Indonesia Vektor	1:25.000	Untuk menampilkan batas administrasi dan batas Situ Cileunca.
2	Citra Sentinel 2-A	Raster	10 meter	Untuk membuat peta penggunaan lahan dan peta TSS
3	Data TDS	Tabular	-	Untuk membandingkan data dengan peta TSS dan membuat TS

2.3 Metode

Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian yang terdapat pada Gambar 2. Penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh dengan memanfaatkan citra satelit untuk pembuatan peta penggunaan lahan dan TSS. Kemudian peta yang telah dihasilkan dilakukan uji validasi lapangan. Peta penggunaan lahan menggunakan uji akurasi kappa dengan syarat akurasi yang telah ditetapkan oleh USGS sebesar 85% [9]. Klasifikasi uji akurasi kappa dapat dilihat pada Tabel 2. Kemudian, data TSS dan TDS dijumlahkan untuk mendapatkan *Total Solids* (TS) menggunakan persamaan berikut [10].

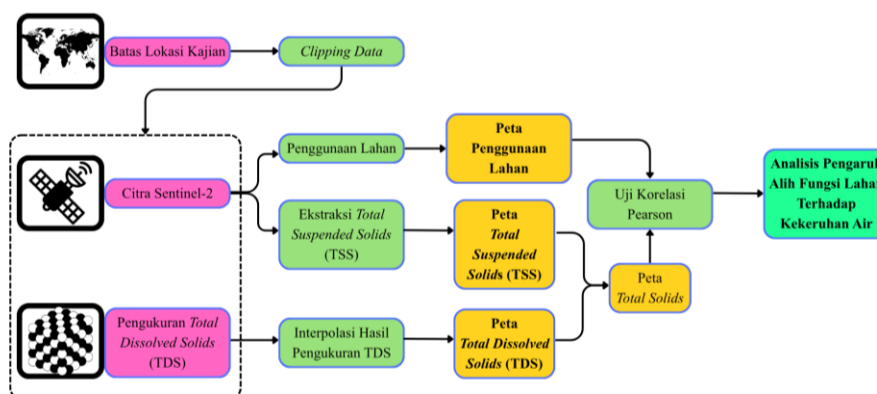
$$TS = TDS + TSS$$

Keterangan:

TS : *Total Solids*

TDS : *Total Dissolved Solids*

TSS : *Total Suspended Solids*



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Selanjutnya data TDS dilakukan interpolasi menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) yang kemudian dilakukan perbandingan antara peta TSS yang telah dibuat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Punjab, Pakistan. Metode IDW dengan baik menginterpolasi data kualitas air tanah dengan nilai 13,5 ppb [11]. Selain itu penelitian di pesisir Banda Aceh juga menunjukkan bahwa metode IDW merupakan metode paling optimal dalam memetakan kualitas air tanah dengan nilai RMSE sebesar 459,79 $\mu\text{S/cm}$ dan nilai koefisien determinasi sebesar 0,42 [12]. Maka dari itu, metode IDW digunakan karena memiliki RMSE paling kecil dibandingkan dengan yang lainnya. Setelah dilakukan perbandingan, kemudian peta TSS dan TDS dijumlahkan untuk mendapatkan peta TS.

Tabel 2. Kriteria Transformed Divergence Separability

No.	Nilai Kappa	Agreement
1	< 0	Less than change agreement
2	0,01 – 0,20	Slight agreement
3	0,21 – 0,40	Fair agreement
4	0,41 – 0,60	Moderate agreement
5	0,61 – 0,80	Substantial agreement
6	0,81 – 0,99	Almost perfect agreement

Sumber: [9]

Tahap selanjutnya ialah dilakukan uji korelasi pearson antara peta penggunaan lahan dan peta TSS . Uji korelasi ini akan mengukur sejauh mana alih fungsi lahan yang didapatkan dari peta penggunaan lahan dengan peta TSS di Situ Cileunca akan saling memengaruhi satu sama lain. Serta jenis penggunaan lahan apa yang akan bertanggungjawab atas keruhnya air di Situ Cileunca, Dalam uji korelasi terdapat tiga kondisi untuk menentukan apakah terdapat hubungan antar setiap variabel yang diuji. Jika nilai signifikansi < 0,05 maka variabel tersebut berkorelasi, jika nilai signifikansi > 0,05 maka variabel tersebut tidak berkorelasi serta jika nilai signifikansi = 0,05 tidak dapat dibandingkan dengan r tabel. Selanjutnya dalam uji korelasi terdapat nilai r yang akan menunjukkan Tingkat hubungan antar setiap variabel yang diuji, nilai tersebut terdapat pada tabel 3[13].

Tabel 3. Tingkat Hubungan Antar Variabel

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat lemah
0,20 – 0,399	Lemah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

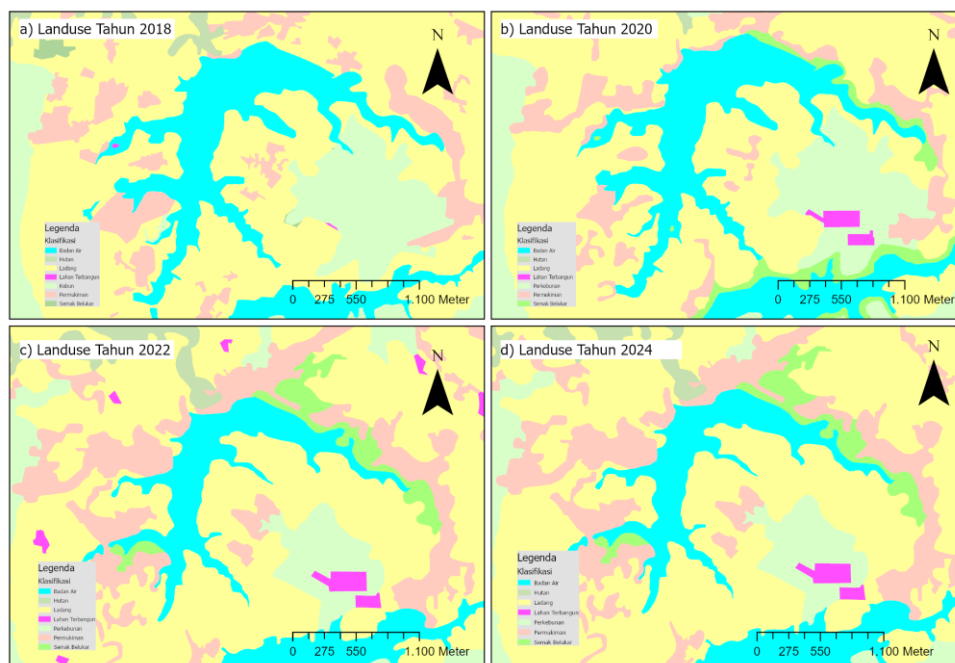
Sumber: [13]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

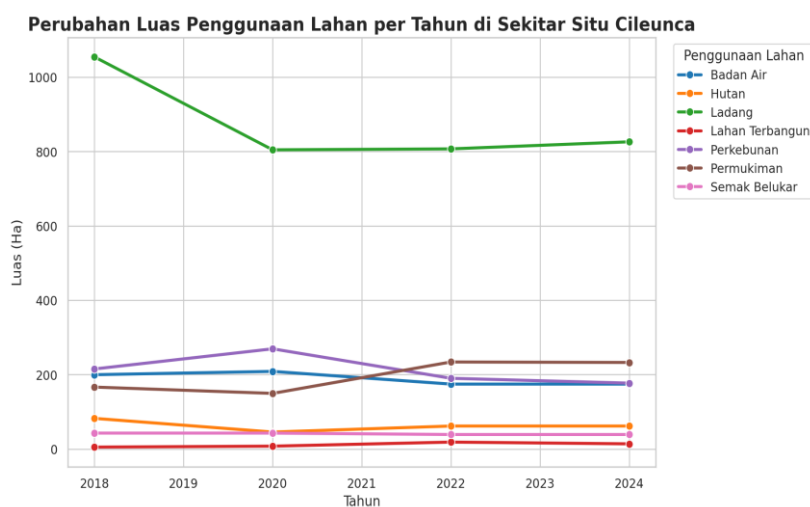
3.1 Peta Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan yang dipetakan dalam penelitian ini memiliki radius 1 km dari Situ Cileunca. Penentuan radius 1 km dipilih berdasarkan rata-rata jarak minimum dari garis tepi danau ke batas daerah tangkapan air [14]. Setelah dilakukan digitasi *on-screen* didapatkan total 7 jenis penggunaan yang ada pada wilayah kajian. Jenis penggunaan lahannya ialah permukiman, ladang, Perkebunan, hutan, badan air, lahan terbangun, dan Semak belukar. Hasil menunjukkan bahwa jenis penggunaan lahan yang paling luas di sekitar Situ Cileunca ialah Ladang yang dapat dilihat pada Gambar 3. Dalam rentang waktu 6 tahun ladang berada diposisi pertama sebagai yang paling dominan. Selanjutnya diposisi kedua lahan yang mendominasi ialah Perkebunan. Namun, pada tahun 2022 terjadi alih fungsi lahan yang paling tersorot ialah luasan permukiman yang bertambah dan Perkebunan yang menurun. Terjadi pengurangan luas lahan Perkebunan sebesar 86,69 Ha dan terdapat perluasan pada permukiman diangka 84,51 Ha di tahun 2020. Perubahan tersebut terlihat pada grafik yang terdapat pada gambar 4. Adanya perubahan ini dapat meningkatkan kekeruhan air di Situ Cileunca, terlebih Ketika hujan turun air akan *run-off* ke wilayah yang memiliki ketinggian yang lebih rendah. Tentunya dalam proses *run-off* tersebut air akan membawa partikel halus yang nantinya dapat memperkeruh air di Situ Cileunca.

Peta penggunaan lahan dilakukan uji akurasi menggunakan indeks kappa, didapatkan uji akurasi kappa untuk peta penggunaan lahan tahun 2024 sebesar 91,44% atau 0,91. Nilai tersebut masuk ke dalam kelas *Almost perfect agreement* yang merujuk pada kategori *agreement* berdasarkan nilai Kappa pada Tabel 2 serta telah melebihi batas minimal uji akurasi yang telah ditetapkan oleh USGS, artinya peta yang dibuat cukup akurat merepresentasikan kondisi di lapangan, memiliki kesalahan yang relatif dan tentunya dapat dijadikan acuan dasar dalam membuat kebijakan terkait pengelolaan kualitas air khususnya kekeruhan di Situ Cileunca.



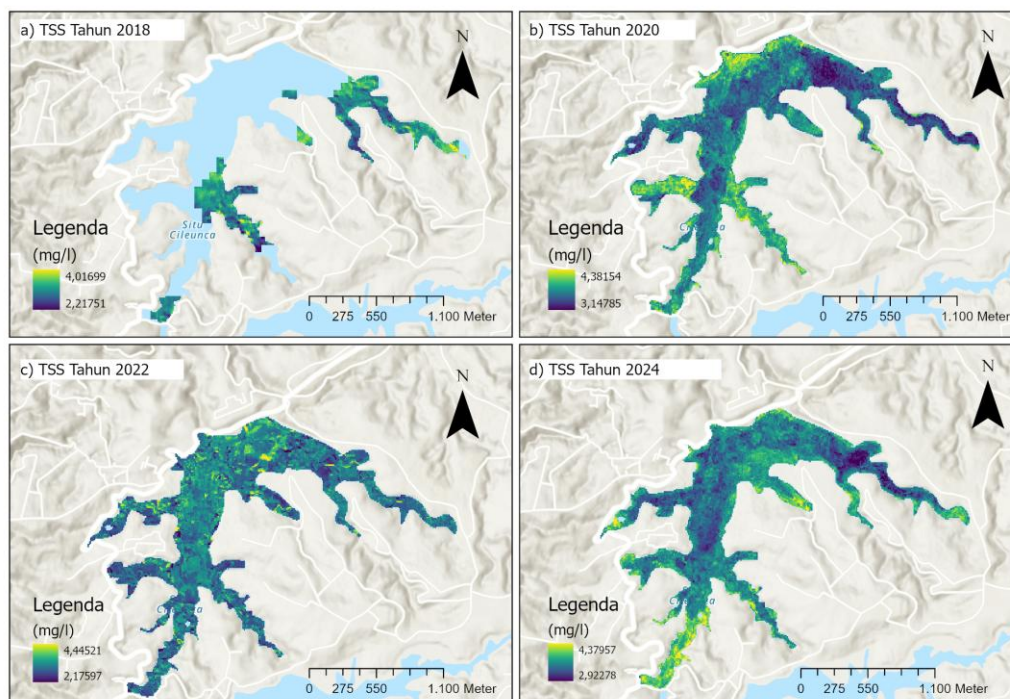
Gambar 3. Peta Landuse Sekitar Situ Cileunca a) Tahun 2018 b) Tahun 2020 c) Tahun 2022 d) Tahun 2024



Gambar 4. Grafik Luasan landuse Sekitar Situ Cileunca

3.2 Peta Kekeruhan Air

Kondisi TSS di Situ Cileunca pada tahun 2018 yang ditunjukkan Gambar 5 nomor a) menunjukkan distribusi konsentrasi padatan tertinggi sebesar 4.02 mg/l yang direpresentasikan dengan warna kuning dan nilai TSS terendah sebesar 2.22 mg/l yang direpresentasikan dengan warna ungu. Pada pemodelan ini, hanya sebagian kecil dari area Situ Cileunca yang berhasil dimodelkan. Hal tersebut disebabkan karena pengaruh dari tutupan awan pada saat pengambilan data, yang mempengaruhi keakuratan ekstraksi nilai TSS dari citra. Keterbatasan ini berdampak pada representasi spasial yang tidak menyeluruh, terutama di bagian tengah dan timur Situ yang terlihat kosong dari informasi nilai TSS. Akibatnya analisis TSS pada tahun 2018 secara keseluruhan menjadi kurang maksimal.



Gambar 5. Peta TSS di Situ Cileunca a) Tahun 2018 b) Tahun 2020 c) Tahun 2022 d) Tahun 2024

Selanjutnya masih pada Gambar 5 nomor b) menunjukkan konsentrasi TSS di Situ Cileunca yang memiliki nilai dengan rentang 3.15 hingga 4.39 mg/l, yang menunjukkan adanya variasi tingkat kejernihan air di berbagai titik Situ. Nilai TSS yang lebih tinggi cenderung terdistribusi di bagian pinggiran Situ, terutama di wilayah barat daya, utara, dan utara. Tingginya konsentrasi padatan ini dipengaruhi oleh penggunaan lahan di sekitar Situ. Berdasarkan Peta Penggunaan Lahan tahun 2020, penggunaan lahan di sekitar bagian Situ dengan konsentrasi padatan tinggi adalah permukiman, dan ladang. Kedua jenis penggunaan lahan ini memiliki kontribusi signifikan terhadap peningkatan beban sedimen yang masuk ke perairan Situ Cileunca.

Lanjut terhadap konsentrasi TSS pada tahun 2022 yang dapat dilihat pada gambar 5 c) ditunjukkan hasil rentang nilai padatan yang tersuspensi antara 2,18 mg/L hingga 4,45 mg/L dengan nilai 2,18 merupakan nilai terendah dan 4,45 merupakan nilai tertinggi dari nilai padatan yang tersuspensi di tahun 2022 berdasarkan pengolahan yang telah dilakukan. Jika dilakukan perbandingan dengan hasil pengolahan TSS tahun 2018, 2020, dan 2024 menunjukkan bahwa hasil pengolahan pada tahun 2022 memiliki nilai padatan yang tersuspensi paling tinggi dengan nilai 4,45 mg/L, sedangkan apabila dilihat rentang nilai tertinggi dari hasil pengolahan di tahun sebelum dan sesudah 2022 berada pada rentang 4,01 – 4,39 mg/L.

Terakhir untuk pemodelan TSS tahun 2024 yang ditunjukkan gambar 5 d) distribusi dari konsentrasi padatan yang tersuspensi di Situ Cileunca pada tahun 2024 dengan nilai tertinggi yaitu 4,39 mg/L yang ditunjukkan dengan warna kuning pada visualisasi peta dan nilai padatan yang tersuspensi rendah berada pada angka 2,92 mg/L yang ditunjukkan dengan visualisasi warna ungu pada peta. Sebaran wilayah Situ Cileunca yang memiliki nilai padatan yang tersuspensi yang tinggi berdasarkan hasil pengolahan dan visualisasi peta TSS tahun 2024 menunjukkan bahwa wilayah-wilayah Situ Cileunca yang dekat dengan pemukiman cenderung memiliki nilai padatan yang tersuspensi yang tinggi. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil visualisasi peta yang menunjukkan pinggiran Situ Cileunca atau wilayah yang paling dekat dengan pemukiman memiliki visualisasi warna merah atau yang menunjukkan nilai TSS yang tinggi.

Tingginya nilai padatan yang tersuspensi di Situ Cileunca diakibatkan karena aktivitas masyarakat setempat dan juga aktivitas perkebunan serta peternakan yang terletak di dekat Situ Cileunca. Tingginya aktivitas tersebut berpengaruh terhadap nilai padatan yang tersuspensi di Situ Cileunca. Fenomena tersebut terdokumentasikan saat melakukan identifikasi lapangan berdasarkan gambar di bawah. Berdasarkan wawancara dengan masyarakat sekitar, peternakan dengan skala besar tidak membuang limbah ke danau secara langsung. Pembuangan limbah tersebut lebih banyak dilakukan oleh para oknum peternak kecil. Hal tersebut terbukti dengan adanya partikel – partikel yang mengambang di danau terlihat pada gambar 6 nomor c) dan memiliki air yang lebih bau dibandingkan dengan titik lain. Ketika dilakukan visualisasi pada peta, kondisi ini tergambar pada gambar 7 d), terlihat dengan jelas bahwa pada bagian Situ Cileunca yang diberi kotak memiliki kadar TDS yang cukup tinggi yang disimbolkan dengan warna kuning.

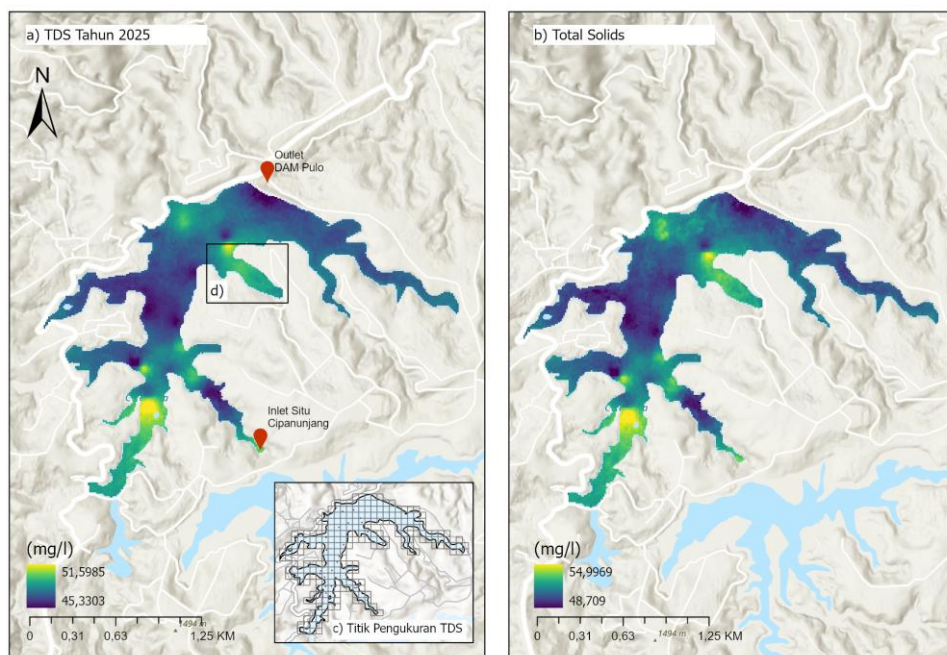


Gambar 6 Groundcheck

Selanjutnya, untuk menguji kadar padatan terlarut di Situ Cileunca dilakukan pengukuran yang tersebar di 25 titik di Situ Cileunca dengan jarak ± 200 meter dapat dilihat pada Gambar 7c. Peneliti juga melakukan pengujian pada inlet Situ Cileunca yang berada di Situ Cipanunjang dan outlet Dam Pulo untuk melakukan perbandingan padatan terlarut di Situ Cileunca. Inlet Situ Cipanunjang memiliki kadar TDS sebesar 46 mg/l, sedangkan pada outlet DAM Pulo memiliki kadar TDS sebesar 42 mg/l. Kondisi tersebut terjadi akibat adanya partikel-partikel yang terbawa saat air turun dari tempat yang lebih tinggi dengan berbagai penggunaan lahan bersatu di Situ Cipanunjang yang menjadi inlet bagi Situ Cileunca. Selain itu juga, terdapat keramba jaring apung (KJA) terapung di Situ Cipanunjang. Hal tersebut dikarenakan terdapat limbah pakan ikan yang tidak dikonsumsi oleh ikan serta limbah kotoran ikan [15]. Akhirnya hal tersebut memengaruhi kadar terlarut di Situ Cipanunjang. Fenomena tingginya nilai TDS pada bagian inlet ini terjadi di beberapa danau salah satunya di Danau Sunter, Jakarta Utara. Kandungan TDS pada bagian inlet sebesar 645 mg/l sedangkan pada bagian outlet sebesar 644 mg/l [16].

Kemudian dari 27 titik yang didapatkan, dilakukan interpolasi terhadap TDS di Situ Cileunca, ditemukan padatan terlarut terendah berada diangka 45,33mg/l yang disimbolkan dengan warna kuning. Nilai tersebut banyak ditemui di bagian Selatan Situ Cileunca. Sedangkan, padatan terlarut tertinggi berada diangka 51,6 mg/l yang disimbolkan dengan warna ungu yang tersebar di tengah Situ Cileunca.

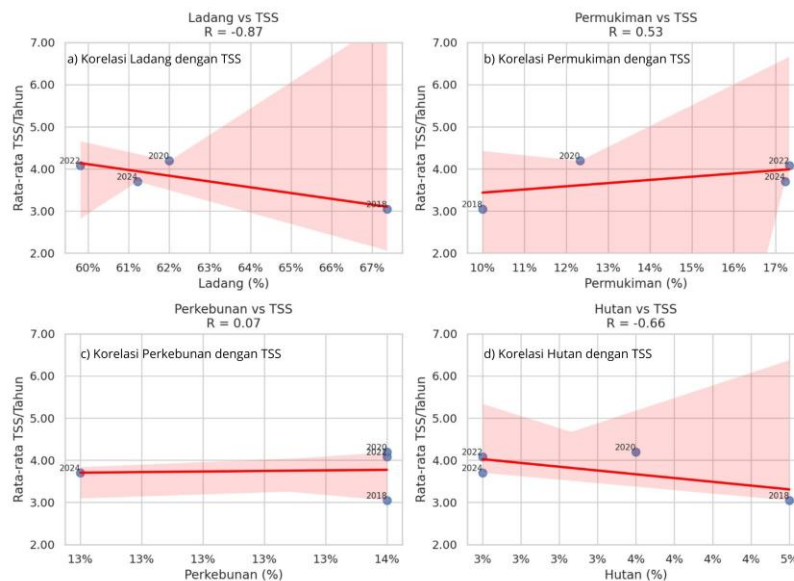
Peta TS Situ Cileunca diilustrasikan pada Gambar 7 b) yang menggambarkan distribusi konsentrasi zat padat terlarut dan tersuspensi di seluruh area danau dengan rentang nilai antara 45,7 mg/l hingga 54,9 mg/l. Berdasarkan gradasi warna pada peta, area dengan warna kuning menandai lokasi dengan konsentrasi TS tertinggi, yaitu mencapai 54,9 mg/l, sementara area berwarna ungu menunjukkan konsentrasi terendah sebesar 45,7 mg/l. Pola sebaran ini memperlihatkan bahwa konsentrasi TS tertinggi terkonsentrasi di bagian tengah dan beberapa cabang utama danau, yang kemungkinan besar merupakan titik masuknya aliran sungai atau limpasan dari aktivitas manusia di sekitar danau. Sebaliknya, area di bagian tepi dan ujung danau cenderung memiliki konsentrasi TS yang lebih rendah, yang bisa disebabkan oleh proses pengenceran alami atau minimnya sumber pencemar di wilayah tersebut.



Gambar 7. a) Peta TDS Situ Cileunca b) Pet TS Situ Cileunca c)Titik Pengukuran TDS d) Lokasi Ditemukan Alga

3.3 Korelasi Alih Fungsi Lahan Terhadap Keekeruhan Air

Berdasarkan grafik pada gambar 8 memperlihatkan hubungan antara persentase penggunaan lahan dengan nilai rata-rata TSS per tahunnya. Setiap grafik menampilkan nilai korelasi Pearson (R) yang menunjukkan arah hubungan antara dua variabel tersebut. Grafik-grafik statistik tersebut memberikan visual mengenai bagaimana variasi penggunaan lahan dapat memengaruhi kualitas air, khususnya dalam hal kandungan partikel kekeruhan air. Dengan memperhatikan perubahan nilai TSS seiring perubahan persentase penggunaan lahan dapat memahami pola-pola yang terjadi. Analisis ini sangat penting untuk mendukung pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan, terutama untuk perencanaan tata guna lahan.



Gambar 8. Hasil Uji Korelasi a)Korelasi Ladang dengan TSS b)Korelasi Permukiman dengan TSS c)Korelasi Perkebunan dengan TSS d)Korelasi Hutan dengan TSS

Pada Gambar 8 a), menampilkan hubungan antara persentase ladang dan rata-rata TSS per tahun, dengan nilai korelasi Pearson sangat kuat dan negatif, yaitu sebesar $-0,87$. Korelasi ini menunjukkan bahwa semakin luas area ladang, nilai TSS sangat cenderung menurun. Fenomena ini bisa terjadi karena pada lokasi dan periode pengamatan, ladang berperan sebagai penutup lahan yang cukup efektif dalam menahan erosi. Selain itu, kemungkinan terdapat *trade-off* dengan penggunaan lahan lain, seperti berkurangnya area perkebunan atau permukiman saat ladang bertambah luas. Efek penurunan TSS yang sangat kuat pada ladang, menandakan bahwa perubahan penggunaan lahan ke arah ladang dapat memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kualitas air.

Gambar 8 b) menggambarkan hubungan antara persentase pemukiman dan rata-rata TSS per tahun menunjukkan korelasi positif lemah dengan nilai R sebesar $0,53$. Artinya, semakin tinggi persentase pemukiman, kecenderungan nilai TSS juga meningkat, meskipun hubungan ini tidak terlalu kuat. Hal ini dapat disebabkan oleh aktivitas di kawasan permukiman yang meningkatkan limpasan permukaan dan membawa partikel tersuspensi ke badan air. Namun, nilai korelasi yang lemah mengindikasikan bahwa faktor lain di luar permukiman juga turut memengaruhi fluktuasi TSS. Oleh karena itu, meskipun permukiman memiliki kontribusi terhadap kenaikan TSS, pengaruhnya tidak dominan dibandingkan faktor penggunaan lahan lainnya. Begitu pun hubungan perkebunan dengan TSS yang memiliki korelasi positif sangat lemah ($r = 0,07$) yang tampak pada Gambar 8 c).

Gambar 8 d) menampilkan hubungan antara persentase hutan dan rata-rata TSS per tahun dengan korelasi negatif sedang ($R = -0,66$). Semakin besar persentase area hutan, nilai TSS cenderung menurun. Hal ini sejalan dengan peran hutan sebagai penahan erosi, di mana vegetasi hutan mampu menahan tanah dan mengurangi partikel tersuspensi yang terbawa aliran air permukaan. Keberadaan hutan yang memadai dapat menjaga kestabilan tanah dan memperlambat aliran air, sehingga partikel-partikel padat tidak mudah masuk ke sungai atau badan air lainnya. Oleh karena itu, pelestarian hutan menjadi salah satu strategi penting dalam menjaga kualitas air dan menekan peningkatan TSS.

Pengaruh penggunaan lahan terhadap TSS bervariasi secara signifikan, dengan ladang menunjukkan korelasi negatif sangat kuat ($R = -0,87$) yang menandakan kemampuannya paling efektif dalam menurunkan TSS, sementara hutan memiliki korelasi negatif sedang ($R = -0,66$). Di sisi lain,

permukiman berkorelasi positif lemah ($R = 0,53$) terhadap peningkatan TSS, dan perkebunan menunjukkan korelasi positif sedang ($R = 0,07$). Perbedaan ini mengindikasikan bahwa ladang berperan sebagai penutup lahan yang optimal untuk mengurangi erosi, sedangkan hutan meskipun efektif, terlihat kurang optimal dibanding ladang dalam konteks lokasi penelitian. Temuan ini menegaskan pentingnya prioritas konservasi ladang dan hutan dalam kebijakan tata guna lahan, serta perlunya pengendalian ekspansi permukiman dan perkebunan untuk meminimalkan sedimentasi di perairan. Strategi pengelolaan berbasis data ini tidak hanya menjaga kualitas air, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekosistem dan kesehatan masyarakat melalui reduksi partikel tersuspensi.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memetakan dinamika penggunaan lahan di sekitar Situ Cileunca periode 2018–2024 dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi pada indeks kappa tahun 2024 dengan nilai 91,44%. Temuan dalam penelitian ini terjadi penggunaan lahan pada tahun 2022 yang semula perkebunan menjadi permukiman, fenomena tersebut berasosiasi dengan meningkatkan kadar TSS di Situ Cileunca. Hasil pemodelan spasial TSS menunjukkan pola distribusi yang konsisten dengan sebaran data interpolasi TDS. Analisis korelasi memperkuat bukti bahwa jenis penggunaan lahan memengaruhi tingkat kekeruhan secara berbeda. Ladang ($R = -0,87$) dan hutan ($R = -0,66$) menunjukkan korelasi negatif yang kuat, menegaskan peran keduanya dalam menahan erosi dan mengurangi konsentrasi partikel tersuspensi. Sebaliknya, permukiman berkorelasi positif ($R = 0,53$) terhadap peningkatan kekeruhan akibat peningkatan aliran permukaan (*run-off*), sementara korelasi sangat lemah pada perkebunan ($R = 0,07$) mengindikasikan bahwa variabel ini dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang memerlukan kajian lebih lanjut. Secara praktis, temuan ini menekankan pentingnya kebijakan pengendalian alih fungsi lahan dan prioritas konservasi kawasan hutan serta ladang sebagai strategi utama untuk meminimalkan sedimentasi. Langkah-langkah tersebut krusial untuk menjaga kualitas air Situ Cileunca secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu terutama dosen pembimbing Sains Informasi Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ramadhan S, Murti RPW. Dinamika Alih Fungsi Lahan Sawah dan Upaya Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan di Wilayah Metropolitan Sarbagita. *Tunas Agrar* 2024;7:303–25. <https://doi.org/10.31292/jta.v7i3.357>.
- [2] Nguyen CT, Downes NK, Sitthi A, Losiri C. Tourism-Induced Land Use Transformations, Urbanisation, and Habitat Degradation in the Phu Quoc Special Economic Zone. *Urban Sci* 2025;9:11. <https://doi.org/10.3390/urbansci9010011>.
- [3] Lei C, Wagner PD, Fohrer N. Influences of land use changes on the dynamics of water quantity and quality in the German lowland catchment of the Stör. *Hydro Earth Syst Sci* 2022;26:2561–82. <https://doi.org/10.5194/hess-26-2561-2022>.
- [4] Putri SK, Pannyiwi R, Juwariyah S, Syarief SW Al, Wiranti B, Nurseskasatmata SE. Kejadian Penyakit Kulit Akibat Kebiasaan Anak-Anak Mandi di Sungai Tello Kota Makassar. *Sahabat Sos J Pengabdian Masy* 2024;2:203–11. <https://doi.org/10.59585/sosisabdimas.v2i2.312>.
- [5] Faruq O, Malak MA, Hossain NJ, Sami MS, Sajib AM. Investigating the relationship between land

- use and water quality in urban water bodies. *Clean Water* 2025;3:100070. <https://doi.org/10.1016/j.clwat.2025.100070>.
- [6] Maslukah L, Basayep I, Wirasatriya A, Indrayanti E, Prasetyawan IB, Wijaya YJ. Application of Sentinel-2 imagery for total suspended solids mapping off the Bodri River, Kendal Regency, Indonesia. *Remote Sens Appl Soc Environ* 2024;36:101379. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2024.101379>.
- [7] Gay ET, Martin KL, Caldwell P V. Projected land use changes will cause water quality degradation at drinking water intakes across a regional watershed. *PLOS Water* 2025;4:e0000313. <https://doi.org/10.1371/journal.pwat.0000313>.
- [8] Sunardi S, Nursamsi I, Dede M, Paramitha A, Arief MCWi, Ariyani M, et al. Assessing the Influence of Land-Use Changes on Water Quality Using Remote Sensing and GIS: A Study in Cirata Reservoir, Indonesia. *Sci Technol Indones* 2022;7:106–14. <https://doi.org/10.26554/sti.2022.7.1.106-114>.
- [9] Rahman DR, Sandrawati A, Siswanto SY. Identifikasi Penggunaan Lahan dan Analisis Kesesuaian Pola Ruang menggunakan Citra Landsat 8 OLI Tahun 2020. *J Ilmu Tanah Dan Lingkungan* 2022;24:79–86. <https://doi.org/10.29244/jitl.24.2.79-86>.
- [10] Kiepper BH. Understanding Laboratory Wastewater Tests: II. Solids (TS, TSS, TDS, TVS, TFS). *Univ Georg Coop Ext* 2024. <https://fieldreport.caes.uga.edu/wp-content/uploads/generated-pub-pdfs/C-1276.pdf>.
- [11] Tayyab M, Aslam RA, Farooq U, Ali S, Khan SN, Iqbal M, et al. Comparative Study of Geospatial Techniques for Interpolating Groundwater Quality Data in Agricultural Areas of Punjab, Pakistan. *Water* 2023;16:139. <https://doi.org/10.3390/w16010139>.
- [12] Septiningdiah DJ, Nugraha AL, Bashit N. Pemetaan Tingkat Kualitas Jaringan Internet Mobile Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Ungaran Barat, Kabupaten Semarang. *Elipsoida J Geod Dan Geomatika* 2024;7:70–82.
- [13] Jabnabillah F, Margina N. Analisis Korelasi Pearson Dalam Menentukan Hubungan Antara Motivasi Belajar Dengan Kemandirian Belajar Pada Pembelajaran Daring (Correlation Pearson Analysis on Determine Relationship between Study Motivation and Self -Regulate Learning on Online Studies . *J Sintak* 2022;1:14–8.
- [14] Sakti AD, Hidayat S, Padantya TRA, Alifia NN, Santoso C, Anggraini TS, et al. Lake ecosystem vulnerability across Southeast Asia from satellite observations. *Environ Sustain Indic* 2026;29:101109. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.101109>.
- [15] Hutajulu CP, Harahap RH. The Impact of Floating Craft Cultivation on the Ecosystem of Lake Toba. *AQUACOASTMARINE J Aquat Fish Sci* 2023;2:8–15. <https://doi.org/10.32734/jafs.v2i1.10126>.
- [16] Saputro AA, Sunaryo S, Fahdiran R. Sunter Lake Water Quality Based on Physical and Chemical Parameters Using the Pollution Index Method. *Pros. Semin. Nas. Fis.*, vol. 9, 2020, p. 125–40.