

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Jawa Timur memiliki garis pantai yang terbentang sepanjang kurang lebih 2.128 km, yang secara umum dibagi ke dalam tiga zona utama, yakni pesisir bagian utara, timur, dan selatan. Kawasan pesisir utara dan timur berperan sebagai pusat aktivitas perekonomian sekaligus konsentrasi permukiman penduduk, sehingga tekanan yang dihadapi lingkungan di kedua wilayah tersebut jauh lebih besar dibandingkan dengan kawasan pesisir selatan. Khususnya di wilayah pesisir timur, kondisi perairan menunjukkan tingkat pencemaran yang cukup parah akibat akumulasi berbagai jenis limbah, seperti limbah domestik, industri, pertanian, serta aktivitas tambak (Hariyanto *et al.*, 2018). Menurut Hariyanto *et al.*, (2017) peningkatan kekeruhan air dan sedimentasi menjadi permasalahan utama yang muncul dalam beberapa tahun terakhir. Pemantauan kualitas perairan secara berkala diperlukan untuk menjaga keberlanjutan ekosistem pesisir Jawa Timur.

Sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia, Surabaya memiliki kawasan pesisir yang kaya akan keragaman dan bersifat dinamis. Kawasan pesisir Surabaya membentang dari Surabaya Barat, Surabaya Utara, hingga Surabaya Timur (Safitri *et al.*, 2024). Pantai Timur Surabaya (Pamurbaya) merupakan kawasan pesisir strategis seluas 2503,9 hektar yang terbentang di empat kecamatan yaitu Gunung Anyar, Mulyorejo, Sukolilo, dan Rungkut. Kawasan perairan pesisir di Pantai Timur Surabaya tergolong sebagai wilayah yang mengalami pencemaran cukup parah, yang bersumber dari berbagai jenis limbah seperti limbah rumah tangga, industri, pertanian, maupun tambak. Aktivitas manusia dapat mengubah kondisi berbagai sumber air, termasuk air tanah, danau, dan laut, yang memicu terjadinya polusi air. Dampak dari perubahan ini lambat laun merusak mutu air sampai pada tingkat yang membahayakan, sehingga air tersebut kehilangan fungsi utamanya dan tidak bisa digunakan lagi (Hariyanto *et al.*, 2018)

Total Suspended Solid (TSS) merupakan konsentrasi partikel padat, baik organik di dalam air maupun anorganik yang tersuspensi dan diukur dalam satuan mg/L (Putra *et al.*, 2021). Kandungan TSS yang tinggi dalam perairan dapat memicu terjadinya pendangkalan akibat akumulasi partikel di dasar perairan. Proses pengadukan antara input daratan dan pergerakan massa air dapat

meningkatkan konsentrasi TSS di perairan (Wibowo *et al.*, 2016). Nilai TSS memiliki hubungan searah dengan tingkat kekeruhan, sehingga semakin tinggi nilai TSS, semakin rendah kemampuan cahaya menembus ke dalam perairan, dan proses fotosintesis dapat terganggu. Menurut Wijayanti dan Syah, (2020) Tingginya konsentrasi TSS juga memberikan pengaruh terhadap proses sedimentasi yang berpotensi mendorong terjadinya akresi di kawasan pesisir. Pemantauan serta pengendalian kadar TSS menjadi hal yang sangat penting dalam rangka menjaga kualitas air sekaligus mempertahankan keseimbangan ekosistem perairan (Sinaga *et al.*, 2024).

Teknologi penginderaan jauh menjadi salah satu metode yang efektif dalam memantau konsentrasi sedimen partikel tersuspensi di perairan. Penginderaan jauh dapat digunakan secara efisien, tidak memakan banyak waktu dan dapat menghasilkan jumlah konsentrasi TSS pada skala lokal, regional, bahkan global (Diehl *et al.*, 2024). Data penginderaan jauh tidak hanya berfungsi sebagai perangkat pemetaan, tetapi juga digunakan untuk kegiatan pemantauan kualitas perairan secara berkelanjutan (Zakiyah *et al.*, 2020). Analisis citra multi-temporal memberikan informasi mengenai karakteristik optik perairan berdasarkan pantulan warna yang terekam oleh sensor satelit. Kemampuan tersebut menjadikan penginderaan jauh sebagai sarana penting dalam mengidentifikasi sebaran TSS dengan bantuan berbagai algoritma pengolahan data (Qanita dan Subiyanto, 2019). Menurut Karbela *et al.*, (2021), peningkatan resolusi spasial dan spektral yang terus dikembangkan memperkuat efektivitas penginderaan jauh dalam mendeteksi perubahan kualitas perairan laut.

Studi terdahulu yang berkaitan dengan *Total Suspended Solid* (TSS) menunjukkan adanya perbedaan pendekatan dalam mendeteksi dan memetakan sebaran TSS di perairan. Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Hariyanto *et al.*, (2018) menitikberatkan pada validasi kondisi perairan di kawasan pantai timur Surabaya dengan memanfaatkan kombinasi antara data citra satelit Landsat 8 dan data *in situ*. Dalam studi tersebut, digunakan tiga metode estimasi yakni algoritma Syarif Budhiman (2004), Parwati (2006), dan Laili (2015) guna menghitung konsentrasi TSS dalam rentang waktu 2013 sampai dengan 2017. Sementara itu, Galuh *et al.*, (2019) melakukan kajian terhadap distribusi spasial *Total Suspended Solid* (TSS) dengan menggabungkan citra Sentinel-2 dan data *in-situ* berupa sampel air laut yang diambil langsung di lapangan. Penelitian ini hanya diterapkan

satu algoritma utama, yaitu algoritma Liu (2017), yang dipilih karena dinilai sesuai dengan karakteristik optik perairan di lokasi penelitian tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan maka terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana pola persebaran *Total Suspended Solid* (TSS) di Perairan Pantai Timur Surabaya berdasarkan hasil pengolahan data citra Sentinel-2A pada tahun 2022 – 2025?
2. Bagaimana tingkat kesesuaian empat algoritma estimasi TSS (Liu 2017, Laili 2015, Syarif Budhiman 2004, dan Prasetyo 2019) terhadap hasil pengukuran *in-situ* di Perairan Pantai Timur Surabaya?
3. Bagaimana perubahan nilai *Total Suspended Solid* (TSS) di Perairan Pantai Timur Surabaya pada tahun 2022, 2023, 2024, dan 2025 berdasarkan data citra Sentinel-2A?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini mencakup Perairan Timur Surabaya.
2. Data yang digunakan citra Sentinel-2A pada tahun 2022, 2023, 2024, 2025, dan data *in-situ* yang diambil secara langsung di perairan Pantai Timur Surabaya.
3. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 4 indeks algoritma berbeda dan pengolahan data *in-situ* menggunakan metode gravimetri.
4. Hasil dari penelitian ini adalah peta sebaran *Total Suspended Solid* (TSS) di Perairan Pantai Timur Surabaya tahun 2022, 2023, 2024, dan 2025 dengan menggunakan citra Sentinel-2A dan 4 indeks algoritma berbeda.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pola persebaran *Total Suspended Solid* (TSS) di Perairan Pantai Timur Surabaya berdasarkan hasil pengolahan data citra Sentinel-2A periode tahun 2022 hingga 2025.
2. Mengetahui perubahan nilai *Total Suspended Solid* (TSS) di Perairan Pantai Timur Surabaya pada periode 2022 hingga 2025 untuk melihat tren peningkatan atau penurunan kualitas perairan.

3. Mengetahui tingkat akurasi empat algoritma TSS (Liu 2017, Laili 2015, Syarif Budhiman 2004, dan Prasetyo 2019) untuk memperoleh algoritma yang paling sesuai menggambarkan kondisi perairan Pantai Timur Surabaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pemerintah

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengawasan dan pengelolaan kualitas perairan pesisir di Pantai Timur Surabaya. Hasil analisis TSS dapat mendukung pengambilan kebijakan pengendalian pencemaran dan pengelolaan wilayah pesisir secara berkelanjutan

2. Keilmuan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu kelautan dan penginderaan jauh, khususnya dalam penerapan citra Sentinel-2A untuk estimasi *Total Suspended Solid* (TSS). Penggunaan uji RMSE dan korelasi menjadi referensi metodologis bagi penelitian sejenis berikutnya.

3. Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat pesisir akan pentingnya menjaga kualitas perairan. Informasi TSS yang dihasilkan dapat dimanfaatkan oleh nelayan dan pembudidayaan tambak dalam mendukung kegiatan perikanan dan pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan.