

**KARAKTERISTIK SEBARAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS)
MENGUNAKAN CITRA SENTINEL-2 PADA PERAIRAN
MUARA BERAU PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

***CHARACTERISTICS OF TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)
DISTRIBUTION USING SENTINEL-2 IMAGE IN THE WATERS OF
MUARA BERAU, EAST KALIMANTAN PROVINCE***

**Raydi Fattia¹⁾, Dewi Embong Bulan²⁾, Widya Kusumaningrum^{2*)},
Iwan Suyatna²⁾, dan Muhammad Sumiran Papatungan²⁾**

¹Mahasiswa Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman

²Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman

E-mail: widya.kusumaningrum@fpik.unmul.ac.id

Registrasi: 12 Juli 2023; Diterima setelah perbaikan: 3 Agustus 2023

Disetujui terbit : 12 September 2023

ABSTRAK

Total Suspended Solid (TSS) merupakan variabel fisik yang menyebabkan suatu perairan mengalami kekeruhan dan dapat memberikan dampak negatif pada perairan karena menghalangi sinar matahari untuk masuk ke dalam badan air. Akibatnya dapat menghambat aktivitas fotosintesis pada fitoplankton dan jenis tumbuhan air. Pemanfaatan penginderaan jauh untuk penelitian pada perairan telah lama digunakan sebagai metode alternatif yang efektif dalam membantu memantau kualitas perairan khususnya TSS. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis sebaran *Total Suspended Solid* (TSS) menggunakan Citra Sentinel-2 dan mengetahui perubahan *Total Suspended Solid* berdasarkan perubahan musim. Hasil analisis Citra Sentinel-2 menunjukkan bahwa sebaran TSS pada tahun 2021 tertinggi di area transportasi kapal pada musim peralihan 2 berkisar 48,64 mg/L - 395,20 mg/L dan terendah di area pantai pada musim barat berkisar 7 mg/L - 17,35 mg/L. TSS tertinggi berada pada area transportasi kapal yang merupakan area muara sungai dengan suplai sedimen yang tinggi dari daratan. Hasil analisis data *in situ* di lokasi penelitian menunjukkan nilai rata-rata TSS sebesar 70,11 mg/L dengan nilai tertinggi pada stasiun 22 sebesar 550,8 mg/L dan terendah pada stasiun 5 sebesar 1,36 mg/L. Berdasarkan uji RMSE (*Root Mean Square Error*) maka didapatkan nilai 27,07, nilai tersebut menunjukkan antara data nilai TSS dilokasi survei dengan data nilai TSS citra satelit sentinel 2 tidak akurat karena nilai RMSE jauh dari nilai 0. Nilai RMSE mendekati 0 menunjukkan hasil yang semakin akurat

Kata Kunci : Sentinel 2, Total Suspended Solid, dan Kalimantan Timur.

ABSTRACT

Total Suspended Solid (TSS) is physical variable, that causes water to become turbid. This variable can have a negative impact on the waters, because it can prevent the sunlight to enter the water column. It can inhibit photosynthetic phytoplankton activity and other aquatic plant species. Using of remote sensing for water research has long been used as an effective alternative method to help monitor water quality, especially TSS. The purpose of this study is to analyze the distribution of Total Suspended Solid (TSS) using Sentinel-2 Imagery based on seasonal. The season are rainy season, 1st transition season, dry season and 2nd transition season. The results of analysis show that the distribution of TSS in 2021 is highest of the ship transportation area during the 2nd transition season, which is around 48.64 mg/L – 395.20 mg/L and the lowest in the coastal area during the west season which ranges from 7 mg /L – 17.35 mg/L. The highest TSS in the ship transportation area, where the area is also a river estuary area with a high supply of sediment from the mainland. The results of in situ data analysis at the study sites showed an average TSS value of 70.11 mg/L with the highest value at station 22 of 550.8 mg/L and the lowest at station 5 of 1.36 mg/L. Value RMSE (Root Mean Square Error) test showed 27.07, this indicates that the TSS value data at the survey location and the TSS value data for Sentinel 2 satellite imagery are inaccurate. Because the RMSE value is far from 0, if the RMSE value get near than more accurate the data processing results.

Keywords: Sentinel 2, Total Suspended Solid, Kalimantan Timur.

1. PENDAHULUAN

Kalimantan Timur merupakan satu diantara provinsi di Indonesia yang memiliki keanekaragaman sumber daya pesisir dan laut yang tinggi (Zein *et al.*, 2014), ciri perairan Kalimantan Timur yang sudah dikenal umum adalah Delta Mahakam. Kawasan Delta Mahakam bagian Utara adalah perairan Muara Berau. Perairan ini dekat dengan daratan Kecamatan Muara Badak dan Kecamatan Anggana Kabupaten Kutai Kartanegara. Perairan tersebut merupakan Muara dari Sungai Mahakam. Muara DAS Mahakam merupakan jalur transportasi laut dengan aktivitas alam berupa hutan mangrove, tambak dan pertambangan. Isu yang berkembang tentang konversi hutan mangrove menjadi tambak telah menimbulkan dampak negatif tidak hanya bagi alam

tetapi juga bagi masyarakat (Adisukma, *et al* 2014).

Delta Mahakam memiliki karakteristik deposisi sedimen dari aliran sungai Mahakam dan dari selat Makassar sehingga dalam hal ini dapat memberikan variabel unik atas karakteristik ekosistem (Effendi, 2016). Kandungan muatan tersuspensi di dalam perairan dapat disebabkan oleh proses absorpsi dan sedimentasi (Sanusi 2004). Sedimentasi terbagi atas dua, yaitu sedimentasi tersuspensi (TSS) dan juga sedimentasi deposit (Yonar, *et al.*, 2021).

Penelitian tentang TSS dapat dilakukan menggunakan metode gravimetric dan metode pengindraan jauh. Namun kedua metode tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Metode gravimetric membutuhkan waktu lima hari untuk

Fattria *et al.*

**Karakteristik Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS)
Menggunakan Citra Sentinel-2 Pada Perairan Muara Berau
Provinsi Kalimantan Timur**

mendapatkan hasil TSS (Arifelia *et al.*, 2017), sedangkan metode penginderaan jauh mampu memperoleh data spasial dan temporal secara cepat.

Penginderaan jauh merupakan metode yang memberikan informasi mengenai permukaan bumi dengan cakupan spasial dan temporal yang terus berkembang. Warna dari perairan yang ditangkap oleh aplikasi penginderaan jauh memberikan informasi mengenai sifat-sifat optik dari perairan.

Beberapa penelitian tentang *Total Suspended Solid* telah dilakukan menggunakan algoritma dengan memanfaatkan *Band Red* pada Citra Landsat 8. Pada penelitian yang dilakukan oleh Heriyanto dan Krisananda (2019) sebaran TSS tahun 2014-2017 TSS menggunakan citra Landsat 8 di Perairan Teluk Lamong Surabaya menunjukkan TSS antara 50 mg/L-100 mg/L dan 100 mg/L-150 mg/L menggunakan algoritma Parwati (2014), dan sebaran konsentrasi TSS memiliki rentang antara 1 mg/L sampai >200 mg/L menggunakan algoritma Budiman (2004).

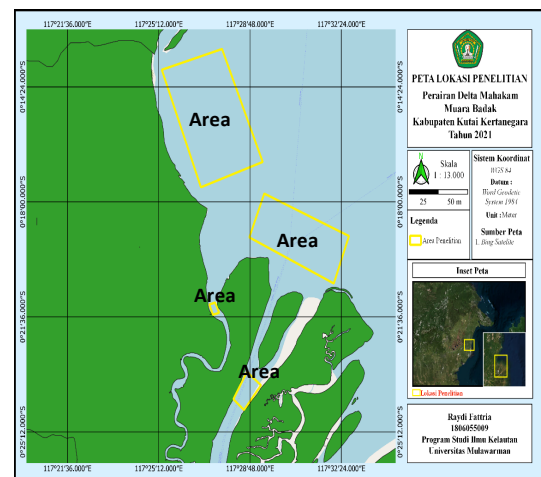
Penelitian tentang sebaran TSS yang menggunakan Citra Sentinel 2 masih sangat jarang dilakukan, bahkan di wilayah Delta Mahakam bagian utara belum pernah dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini sangat penting dilakukan, dimana analisis sebaran TSS menggunakan Citra Sentinel-2 yang lebih tinggi

resolusinya dibandingkan dengan Citra Landsat 8.

2. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah perairan Delta Mahakam Kabupaten Kutai Kertanegara, Provinsi Kalimantan Timur (Gambar 1). Analisis uji laboratorium TSS dilaksanakan di Lab. Kualitas Air dan pengolahan data citra dilaksanakan di Lab. Hidro Oseanografi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman.



Gambar 1. Lokasi penelitian di perairan Delta Mahakam

Prosedur Survey

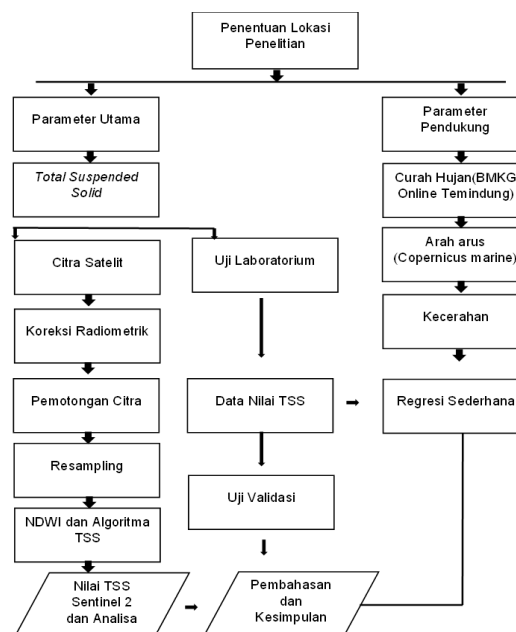
1. Pengambilan sampel air di lapangan kedalaman <50 cm (Jiyah *et al.*, 2017). Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 26 stasiun. Analisis TSS dilakukan di laboratorium Kualitas Air FPIK UNMUL.
2. Analisis data TSS menggunakan Citra Sentinel-2. Tahapan

Fattria et al.
Karakteristik Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS)
Menggunakan Citra Sentinel-2 Pada Perairan Muara Berau
Provinsi Kalimantan Timur
dan Layouting Peta *Total*
***Suspended Solid*.**

pertama yaitu penentuan musim untuk pengolahan data citra. Kedua Pengolahan Citra Sentinel-2 yang terdiri dari :

- Koreksi Radiometrik Sentinel-2 menggunakan sensor dengan resolusi 10 meter.
- *Subset* yang merupakan proses pemotongan citra yang bertujuan memfokuskan area yang akan di teliti serta menghemat penyimpanan.
- Pemisahan antara darat dan laut menggunakan Normalized Indikator ini juga memiliki rentan nilai antara -1 hingga 1. Dengan menggunakan algoritma Yang *et al.*, (2017), *NDWI* yaitu (*band green-band NIR/band green + band NIR*) diolah menggunakan *tool band math* pada aplikasi SNAP.
- Perhitungan algoritma *Total Suspended Solid* untuk citra Sentinel-2 menggunakan algoritma yang telah dikembangkan Ety Parwati (2014).

$$0.6211 \cdot (7.3238 \cdot \text{EXP}(23.492 \cdot B4)) \cdot 0.9645$$
- Resampling merupakan proses pengolahan citra (Sinaga dkk, 2018).
- Melihat Sebaran TSS dari hasil kombinasi band yang telah di export ke format Tif, hasil dari algoritma Ety Parwati (2014) tersebut dapat di lihat menggunakan aplikasi QGIS dengan tool *identify Picture*



Gambar 2. Prosedur Penelitian

3. Analisis data menggunakan regresi linear sederhana guna melihat hubungan data kecerahan, curah hujan terhadap *Total Suspended Solid* (TSS) di perairan Delta Mahakam bagian utara Kecamatan Muara Badak dan Uji validasi ini berguna untuk memvalidasi hasil dari data lapangan (*In situ*) (Hijriani., et al., 2016). dan data citra *Total Suspended Solid* dengan menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE), Sudarwati (2014).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Lokasi Umum

Fattria et al.

**Karakteristik Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS)
Menggunakan Citra Sentinel-2 Pada Perairan Muara Berau
Provinsi Kalimantan Timur**

Lokasi penelitian yakni berada di wilayah Perairan Muara Berau. Perairan Muara Berau merupakan bagian dari Delta Mahakam di bagian utara yang dekat dengan Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kertanegara Provinsi Kalimantan Timur. Pemanfaatan ruang dekat kawasan perairan Muara Berau terdiri atas kawasan wisata bahari, tambak, daerah tangkapan ikan, pemukiman, alur transportasi kapal perusahaan migas. Menurut Dewi, *et al.*, (2015) bahwa wilayah pesisir Muara Badak merupakan area yang sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia.

Distribusi Sebaran *Total Suspended Solid* di Perairan Delta Mahakam

Distribusi sebaran nilai *Total Suspended Solid* musim barat terendah 1,1 mg/L hingga 746,2 mg/L, dengan nilai rank terbanyak yaitu 12,46 mg/L (gambar 2). Distribusi TSS sedang ditunjukkan dengan simbol warna merah pada gambar 4, hal ini diduga arah arus berasal dari tenggara menuju barat laut dan kearah timur laut. Pada daerah khatulistiwa, arus dari Samudera Pasifik masuk ke Laut Halmahera, Laut Maluku, Selat Makasar, dan Selat Karimata (Kusumawati, 2016).

Peralihan 1 berkisar 1.1 mg/L hingga 236,4 mg/L dapat dilihat (Gambar 2) dengan nilai terbanyak berada pada 5,78 mg/L, distribusi sebaran TSS rendah sehingga berwarna biru hal ini dapat

disebabkan oleh arah arus yang bergerak dari arah selatan menuju utara sehingga distribusi TSS pada perairan delta Mahakam rendah (Gambar 2). Jufri *et al* (2020) menyatakan arah arus pada musim ini cenderung tidak menentu dan berbeda-beda hal ini menunjukkan arus bergerak dari bagian Selatan Laut Flores kearah Utara (Selat Makassar dan Teluk Bone).

Musim Timur berkisar 1,1 mg/L hingga 298,546 mg/L dengan nilai rank terbanyak berada pada nilai 12,46 mg/L (Gambar 2) distribusi TSS terjadi akibat pergerakan arah arus dari barat daya menuju timur laut sehingga distribusi sebarannya rendah dapat dilihat pada (Gambar 2).

Distribusi sebaran TSS pada peralihan 2 yaitu 1,1 mg/L hingga 341,341 mg/L dengan nilai terbanyak berada pada nilai 6,48 mg/L (Gambar 2) nilai hal ini dapat disebabkan oleh arah arus yang berasal dari timur menuju barat sehingga distribusi TSS sangat tinggi pada musim tersebut dapat dilihat pada (Gambar 2). Firdaus, *et al* (2015) arus bergerak menuju darat sehingga menyebabkan distribusi *Total Suspended Solid* pada peralihan 2 lebih tinggi di bandingkan musim lainnya.

Menurut Heriza *et al.*, (2018) nilai TSS terendah kurang dari 5 mg/L hingga 30.000 mg/L, diduga dalam hasil pengolahan data citra sentinel 2 mengalami nilai tertinggi mencapai 341.341 mg/L hal ini dapat

disebabkan oleh arah arus. //Kondisi arus permukaan yang ada di perairan pesisir setiap minggunya berbeda sehingga mempengaruhi persebaran TSS (Ma'arif, *et al.*, 2020).

Selain itu tutupan dan bayangan awan dapat mempengaruhi nilai dari pixel citra. Menurut Sarjani, *et al.*, (2017) bahwa citra optik merupakan citra yang sangat dipengaruhi oleh cuaca dimana pada saat musim hujan awan sangat berpengaruh terhadap citra.

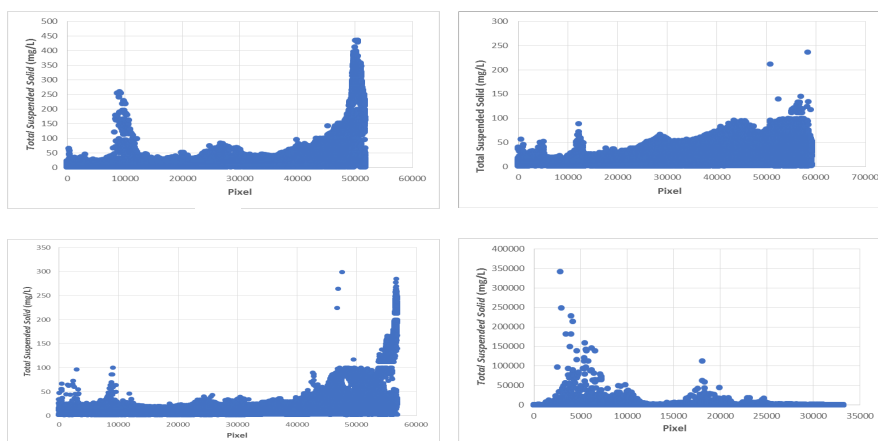
Sebaran *Total Suspended Solid* dari Analisis Citra Satelit

Berdasarkan citra sentinel-2 tahun 2021 sebaran TSS tertinggi berada pada area transportasi (stasiun 11, 12, 13, 16, 21, 22, 23 dan 26) 30,86 mg/L hingga 376,73 mg/L. Area penangkapan (stasiun 1, 2, 14, 15, 24 dan 25) sebesar 14,48 mg/L hingga 147,37 mg/L. Area pemukiman (stasiun 3, 7, 8, 9, 17, 18 dan 19) senilai 11,97 mg/L hingga

173 mg/L. Area pantai (stasiun 4,5,6, 10 dan 20) berkisar antara 5,94 mg/L hingga 20,46 mg/L.

Pada peralihan 2 dan musim barat merupakan yang tertinggi, sedangkan terendah terjadi pada musim timur dan peralihan 1. Penyebabnya diduga karena distribusi curah hujan yang mencapai 12.36154 (mm), musim barat 11.6075 (mm) dan curah hujan terendah berada pada musim timur 10.02297. Sedangkan peralihan 1 curah hujannya sebesar 8.834783 (mm) dapat di lihat pada grafik curah hujan (Gambar 3).

Pendugaannya bahwa TSS di perairan delta Mahakam disebabkan oleh erosi. Hujan yang jatuh kepermukaan tanah memiliki energi kinetik yang besar dan berpotensi menghancurkan partikel-partikel tanah dan akan membuat kondisi tanah menjadi tidak setabil sehingga menyebabkannya erosi (Sitepu, *et al.*, 2017).



Gambar 3. Distribusi sebaran TSS (mg/l) a. Musim Barat ; b. Musim Peralihan 1; c. Musim Timur; d. Musim Peralihan 2.

Fattria *et al.*

**Karakteristik Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS)
Menggunakan Citra Sentinel-2 Pada Perairan Muara Berau
Provinsi Kalimantan Timur**

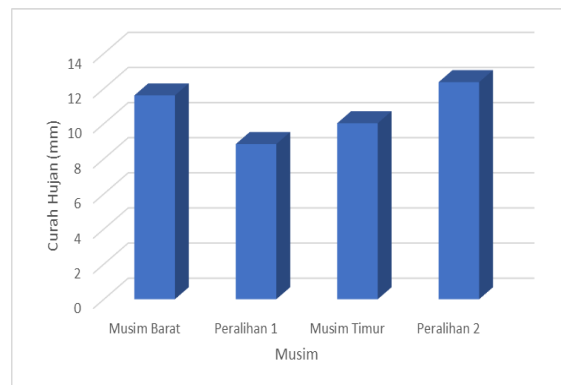
Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004, *Total Suspended Solid* pada area pantai masih dalam baku mutu biota laut yaitu 20 – 80 mg/L. Sementara pada area pemukiman, penangkapan ikan dan transportasi kapal yang berada pada muara sungai juga masih dalam baku mutu air yaitu dengan nilai 200 hingga 400 mg/L untuk air limbah batu bara (Permen LHK No. 5., 2022).

**Nilai *Total Suspended Solid*
Berdasarkan Uji Laboratorium**

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, nilai rata-rata TSS yang berada lokasi penelitian yakni sebesar 70,11 mg/L. Rata-rata tersebut menunjukkan TSS dilokasi penelitian masih masuk dalam kategori baik dimana baku mutu untuk biota laut yaitu 20 mg/L – 80 mg/L.

Diagram TSS dilokasi penelitian menunjukkan nilai yang fluktuatif dengan nilai tertinggi pada titik 22 yakni 550,8 mg/L dan terendah pada titik 5 sebesar 1,36 mg/L. Pada titik 22 mendapatkan nilai yang tinggi diduga karena berada di area transportasi kapal yang berada di muara sungai, dimana diarea ini mendapatkan pasokan sedimen lebih banyak

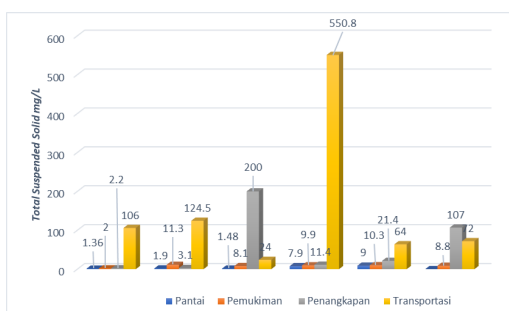
sehingga mempengaruhi nilai TSS di area tersebut. Menurut Haerudin dan Putra (2019) arus dari sungai yang kuat dapat mempengaruhi kekeruhan pada air sehingga TSS lebih tinggi pada area tersebut.



Gambar 4. Diagram Curah Hujan Tahun 2021.

Sementara pada titik 5 nilai TSS rendah diduga akibat pengambilan sampel jauh dari daratan, sehingga sedimen dari daratan tidak terlalu banyak. Menurut Fathiyah, *et al.*, (2017) semakin menjauhi daratan nilai TSS semakin rendah ini dapat disebabkan oleh masukan sedimen rendah. Pengaruh kecerahan terhadap TSS dengan uji regresi (Gambar 6).

Gambar 5. Distribusi sebaran TSS a. Musim Barat ; b. Musim Peralihan 1; c. Musim Timur; d. Musim Peralihan 2



Gambar 6. Diagram fluktuatif TSS berdasarkan lokasi penelitian

Total Suspended Solid Terhadap Kecerahan

Hasil regresi TSS dengan parameter kecerahan menunjukkan bahwa nilai korelasi 0.1448, dimana hasil dari regresi variabel y (kecerahan) positif sedangkan variabel x (TSS) negatif hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecerahan pada suatu perairan maka

semakin rendah nilai TSS. Menurut Supriyantini, *et al.*, (2017) semakin tinggi nilai TSS maka kecerahan rendah, kecerahan memiliki hubungan terbalik dengan TSS.

Gambar 7. Diagram fluktuatif TSS berdasarkan lokasi penelitian

Validasi data Lapangan dengan Citra Sentinel 2

Validasi yang digunakan yakni dengan metode RMSE (*Root Mean Square Error*) antara data prediksi

Fattria *et al.*

**Karakteristik Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS)
Menggunakan Citra Sentinel-2 Pada Perairan Muara Berau
Provinsi Kalimantan Timur**

yakni nilai TSS pada citra dan nilai TSS dilokasi penelitian. Nilai RMSE diperoleh dengan nilai 27.07 yang berarti nilai menggambarkan antara nilai TSS dilokasi penelitian dengan TSS citra satelit sentinel 2 tidak akurat karena nilai jauh dari nilai 0. Menurut Nuriya dkk (2010) Semakin kecil nilai RMSE maka data yang didapat semakin bagus dan akurat.

4. KESIMPULAN

1. Sebaran TSS tahun 2021 di perairan Muara Badak menggunakan citra sentinel-2 yaitu pada area pantai berkisar antara 5,94 mg/L hingga 20,46 mg/L, area penangkapan 14,48 mg/L hingga 147,37 mg/L, area pemukiman, 11,97 mg/L hingga 173 mg/L area transportasi 30,86 mg/L hingga 376,73 mg/L.
2. Perubahan distribusi Sebaran TSS pada Musim peralihan 2 sebesar 1,1 mg/L - 341,341 mg/L, musim timur 1,1 mg/L - 298,546 mg/L, musim barat 1,1 mg/L hingga 746,2 mg/L dan musim peralihan 1 yaitu 1,1 mg/L hingga 236,4 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

Adisukma, D., Rusadi, E. Y., & Hayuni, N. (2014). Dampak degradasi lingkungan terhadap potensi pengembangan ekowisata berkelanjutan di Delta Mahakam: Suatu tinjauan. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 2(1), 11-24.

Arifelia, D. R., Dianysah, G., & Surbakti, H. (2017). Analisis kondisi perairan ditinjau dari konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan sebaran klorofil-a di muara Sungai Lumpur, Sumatera Selatan. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 9(2), 95-104.

Budiman, S, 2004. Mapping TSM Concentrations From Multi Sensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta Indonesia, Enschede: MSc Thesis ITC Enschede, The Netherlands.

Dewi. I. S, Budiarsa. A. A dan Ritonga. I. R. 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Perairan Pesisir dan Perikanan*. Vol 4, No. 3.

Effendi. H., Kawaroeb. M., Mursalina., Lestari. D. F. 2016. Ecological risk assessment of heavy metal pollution in surface sediment of Mahakam Delta, East Kalimantan. *Procedia Environmental Sciences* 33 (2016). 574 - 582

Firdaus, A., Melki., Hartoni & Aryawati, R. (2015). Distribusi total suspended solid dan total dissolved solid di muara Sungai Banyuasin Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 7(1), 49-62.

Fathiyah, N., Pin, T. G., dan Saraswati, R. (2017). Pola spasial dan temporal Total Suspended Solid (TSS) dengan citra SPOT di

Fattria et al.
Karakteristik Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS)
Menggunakan Citra Sentinel-2 Pada Perairan Muara Berau
Provinsi Kalimantan Timur

- estuari Cimandiri, Jawa Barat. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 8, pp. 518-526).
- Haerudin, Putra, A. M. (2019). Analisis Baku Mutu Air Laut Untuk Pengembangan Wisata Bahari di Perairan Pantai Labuhan Haji Kabupaten Lombok Timur. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 3(1), 13-18.
- Hariyanto, T., Krisananda, H. R., 2019. Pemantauan Perairan Teluk Lamong Dengan Pengembangan Algoritma Total Suspended Solid (TSS) Dari Data Citra Satelit Multitemporal Dan Data Insitu. *Journal Geodesy and Geomatics*. Vol. 14 No. 2, 2019 (69-77).
- Heriza. D, Sukmono. A dan Bashit. N. 2018. Analisis Perubahan Kualitas Perairan Danau Rawa Pening Periode 2013, 2015 Dan 2017 Dengan Menggunakan Data Citra Landsat 8 Multitemporal. *Jurnal Geodesi Undip*. Volume 7, Nomor 1, Tahun 2018, (ISSN: 2337-845X).
- Hijriani. A., Muludi. K., Andini. E. A. 2016. Implementasi Metode Regresi Linier Sederhana Pada Penyajian Hasil Prediksi Pemakaian Air Bersih Pdam Way Rilau Kota Bandar Lampung Dengan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Informatika Mulawarman* Vol. 11 No. 2, ISSN 1858-4853.
- Jiyah., Sudarsono. B., Sukmono. A., 2016. Studi Distribusi Total Suspended Solid (Tss) Di Perairan Pantai Kabupaten Demak Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Geodesi Undip*. Volume 6, Nomor 1, ISSN: 2337-845X.
- Jufri, A.,Ihsan, M. N. dan Sahabuddin (2020). Distribusi Spasial dan Temporal Arus Permukaan Laut di Selat Makassar. *SIGANUS: Journal of Fisheries and Marine Science*, 1(2), 69-73.
- Kusumawati, I. (2016). Pemodelan dinamika arus perairan Indonesia yang disebabkan oleh angin. *Jurnal Perikanan Tropis*, 3(1).
- Ma'arif, Nur Laili, and Zainul Hidayah 2020. Kajian Pola Arus Permukaan Dan Sebaran Konsentrasi Total Suspended Solid (Tss) Di Pesisir Pantai Kenjeran Surabaya." *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan* 1.3 417-426.
- Permen LHK Nomor 5, 2022. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan tentang Pengolahan Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pertambangan Dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan.
- Sarjani, F., Sumantyo, J. T. S., & Yohandri, Y. (2017). Pengolahan Citra Satelit Alos Palsar Menggunakan Metode Polarimetri Untuk Klasifikasi Lahan Wilayah Kota Padang. *Eksakta: Berkala Ilmiah Bidang MIPA (E-ISSN: 2549-7464)*, 18(01), 69-77.

Fattria et al.

Karakteristik Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS) Menggunakan Citra Sentinel-2 Pada Perairan Muara Berau Provinsi Kalimantan Timur

- Sanusi, H. S. (2004). Karakteristik kimiawi dan kesuburan perairan Teluk Pelabuhan Ratu pada musim barat dan timur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 11(2), 93-100.
- Sinaga. S. H., Suprayogi. A., & Haniah. 2018. Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index Dan Soil Adjusted Vegetation Index Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A. *Jurnal Geodesi Undip*. Volume 7, Nomor 1, Tahun 2018, (ISSN: 2337-845X).
- Sitepu, F., Selitung, M., & Harianto, T. (2017). Pengaruh intensitas curah hujan dan kemiringan lereng terhadap erosi yang
- Yang. X., Zhao. S., Qin. X., Zhao. N., & Liang. L. 2017. *Mapping Of Urban Surface Water Bodies from Sentinel-2 MSI Imagery At 10 M Resolution Via NDWI-Based Image Sharpening. Remote Sensing*. 2017, 9, 596.
- Yonar. M, Luthfi. O. M, Isdianto. A. 2021. Dinamika Total Suspended Solid (TSS) Di Sekitar Terumbu berpotensi longsor. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 21(1), 23-27.
- Sudarwati. N, 2021. Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Dan Endapan Sedimen Di Perairan Kecamatan Pasirian Kabupaten Lumajang. Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Supriyantini, E., Nuraini, R. A. T., & Fadmawati, A. P. (2017). Studi kandungan bahan organik pada beberapa muara sungai di kawasan ekosistem mangrove, di wilayah pesisir pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1), 29-38.
- Karang Pantai Damas, Trenggalek. *Journal of Marine and Coastal Science* Vol. 10 (1)
- Zain. Z., Hutabarat. S., Prayitno. B., & Ambaryanto. 2014. *Potency of Mahakam Delta in East Kalimantan, Indonesia. International Journal of Science and Engineering (IJSE)*. Vol. 6 (2) 126-130.