

Kajian Kualitas Air Laut dan Sebaran Indeks Pencemaran di Pesisir Utara Kecamatan Palang-Tuban pada Musim Kemarau

Study of Water Quality and Distribution of Pollution Index in the North Coast of Palang-Tuban District on the Dry Season

Mukamto^{1*}, Euis Nurul Hidayah², Susilowati³

¹Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, UPN Veteran Jatim

^{2,3}Fakultas Teknik, UPN Veteran Jatim

Email: ¹mukamtomhammad@gmail.com, ²euisnh.tl@upnjatim.ac.id

*Penulis koresponden: mukamtomhammad@gmail.com

ABSTRAK

Kawasan pesisir utara Palang merupakan daerah yang padat penduduk di wilayah kabupaten Tuban dengan diferensiasi kegiatan ekonomi yang tinggi. Banyaknya penduduk dan heterogennya kegiatan masyarakat berpotensi menjadi sumber pencemaran yang mengakibatkan penurunan kualitas air laut. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kualitas air laut di pesisir utara Kec.Palang berdasarkan parameter kualitas air laut dan sebaran spasial indeks pencemarannya. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah setempat sebagai bahan untuk melakukan pengawasan dan pengendalian pencemaran perairan dikawasan tersebut. Pengambilan sampel air laut dilakukan pada musim kemarau selama 2 hari pada kondisi pasang dan surut. Penelitian ini menganalisis nilai konsentrasi BOD, COD, NO₃⁻, TSS, Deterjen, Minyak & Lemak, pH, Suhu dan Total coliform yang dibandingkan dengan baku mutu air laut PP RI No. 22 Tahun 2021 Lampiran VIII peruntukan Biota Laut. Sebaran spasial indeks pencemaran kualitas perairan merupakan hasil interpolasi dengan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) dari hasil pengukuran parameter uji. Uji statistik *Pearson Korelasi* dilakukan untuk mengetahui tingkat korelasi antar parameter yang dipilih dalam menentukan kualitas perairan. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kualitas perairan pesisir utara Kec.Palang dengan beberapa nilai rerata konsentrasi parameter yang melebihi baku mutu yaitu pH = 6,9 (BM = 7,0-8,5); TSS = 29,2 ppm (BM= 20 ppm); Nitrat = 0,4 ppm (BM = 0,06 ppm), BOD₅ = 54,8 ppm (BM= 20 ppm), COD = 112,5 ppm (BM= 100 ppm). Status mutu perairan menunjukkan kondisi perairan tercemar sedang (ST1A), tercemar ringan (ST1B-ST5B) dan kondisi baik (ST4C & ST5C). Pengendalian dan pengurangan beban pencemaran yang masuk ke perairan pesisir perlu dilakukan untuk mencegah penurunan kualitas perairan pesisir lebih rendah. Salah satu nya dengan dibuatnya IPAL pada setiap Pelabuhan dan TPI.

Kata Kunci: Baku mutu (BM), kualitas perairan laut, metode IP, IDW, korelasi Pearson.

ABSTRACT

*The northern coastal area of Palang Sub-District is a densely populated area in the Tuban district with high differentiation of economic activities. The large population and heterogeneous community activities on the northern coastal of Palang Sub-District have the potential to become a source of pollution which results in a decrease in seawater quality. The research aim is to analyze seawater quality on the north coast of Palang Sub-District based on seawater quality parameters and the spatial distribution of the pollution index. It is hoped that this research can help local governments to monitor and control water pollution in the area. Sea water sampling was carried out in the dry season for 2 days at high and low tide conditions. This research analyzes the concentration values of BOD, COD, NO₃⁻, TSS, detergent, oil & grease, pH, temperature, and Total coliform compared to seawater quality standards of PP RI No. 22 of 2021 Appendix VIII on Marine Biota. The spatial distribution of the water quality pollution index is the result of interpolation using the *Inverse Distance Weighted* (IDW) method from the results of measuring test parameters. The *Pearson Correlation* statistical test was carried out to determine the level of correlation between the parameters selected in determining water quality. The results of the research show a*

decline in the quality of the northern coastal waters of Palang-Tuban District with several parameter concentration average values exceeding the quality standards, namely pH = 6.9 (QS = 7.0-8.5); TSS = 29.2 ppm (QS= 20 ppm); Nitrate = 0.4 ppm (QS = 0.06 ppm), BOD5 = 54.8 ppm (QS= 20 ppm), COD = 112.5 ppm (QS= 100 ppm). The water quality status shows that the water conditions are moderately polluted (ST1A), lightly polluted (ST1B-ST5B), and good conditions (ST4C & ST5C). Controlling and reducing the pollution load entering coastal waters needs to be carried out to prevent the quality of coastal waters from decreasing further. One of them is by creating wastewater treatment at every fishing port and fish auction.

Keywords: *Quality standard, quality of seawater, IP method, IDW, Pearson correlation.*

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Palang merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Tuban dengan panjang garis pantai sebesar 11, 23 km. Sebagai wilayah pesisir yang luas, potensi wilayah pesisir di Kecamatan Palang cukup besar. Potensi wilayah pesisir tidak hanya berasal dari sumber daya alam kelautan seperti hasil laut, budidaya perikanan, terumbu karang, sumber bahan baku obat-obatan dan kosmetik, sumber energi, akan tetapi wilayah pesisir juga tempat yang ideal untuk industri seperti industri wisata, kuliner, perdagangan, dan industri bahan jadi. Selain itu wilayah pesisir adalah daerah dengan kepadatan tinggi. Data BPS Tuban (2020) menyebutkan jumlah penduduk di Kecamatan Palang sebesar 92.696 jiwa dengan luas wilayahnya 71.856 km². Hal ini menjadikan wilayah pesisir Palang sebagai pusat kegiatan perekonomian di wilayah Tuban dan sekitarnya. Sebagai pusat ekonomi dengan penduduk yang padat potensi kerusakan lingkungan dan penurunan kualitas perairan di wilayah pesisir utara Kecamatan Palang sangat tinggi. Hal ini dikarenakan meningkatnya aktivitas manusia berarti juga meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan yang dapat mencemari lingkungan dan menyebabkan penurunan kualitas perairan di wilayah tersebut (Darmawan dan Masduqi, 2014).

Penurunan kualitas perairan di pesisir utara kecamatan Palang dapat disebabkan adanya bahan pencemar yang masuk dari *landbase* dan *marinebase*. Namun dari hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa sumber pencemaran di wilayah pesisir utara Palang-Tuban lebih banyak berasal dari kegiatan masyarakat yang berada di *landbase* baik dari *point source* maupun *non point source* dibandingkan dari *marinebase*. Hasil observasi lapangan menunjukkan sumber-sumber pencemaran dari *non point source* seperti muara Sungai Pliwetan, Sungai Palang, Sungai Klero, dan *point source* seperti kegiatan masyarakat dan industri yang tersaji pada Tabel-1. Sedangkan berdasarkan tipikal limbahnya didominasi jenis limbah domestik. Air limbah domestik (*grey water* dan *black water*) umumnya berbentuk larutan atau larutan tersuspensi yang mengandung minyak dan lemak, kadar organik (BOD, COD), padatan tersuspensi dan mikrobiologi patogen (Salim, 2018).

Meskipun laut memiliki kemampuan mempertahankan keseimbangan (*homeostatis*) dan mampu memurnikan diri (*self purification*) dari segala bahan pencemar yang masuk kedalam badan air. Akan tetapi, laut juga menjadi *storage system* akhir segala jenis limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Jika beban pencemaran yang diterima oleh laut melebihi daya dukungnya maka kualitas air laut akan menurun (Elyazar dkk., 2007). Pencemaran laut menurut Peraturan Pemerintah No.19 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Pengrusakan Lingkungan Laut, didefinisikan sebagai pengaruh negatif dari pembuangan limbah ke dalam laut yang menyebabkan penurunan kualitas perairan dan kerusakan lingkungan ekosistem laut. Beberapa penelitian menunjukkan adanya potensi penurunan kualitas perairan dipesisir utara Kec.Palang-Tuban. Mudloifah dan Purnomo, (2023) melaporkan status kualitas perairan di Pantai Asmoroqondi Kec.Palang-Tuban tergolong kurang baik untuk keberlangsungan hidup biota laut dengan 3 parameter melebihi baku mutu kualitas air laut berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VIII yaitu DO, kecerahan dan salinitas. Sedangkan Joesidawati (2018) menyebutkan bahwa perairan di Kec.Palang tidak sesuai untuk budidaya laut dan perairan di pantai Tuban mengalami penurunan kualitas dengan bebrapa parameter logam berat sedikit melebihi ambang batas baku mutu untuk kegiatan budidaya. Berdasarkan penelitian yang ada menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan kualitas di perairan pesisir utara Kec.Palang akibat masuknya limbah pencemaran yang berasal dari *landbase*. Namun penelitian yang ada belum menggambarkan kondisi perairan di pesisir Palang secara keseluruhan karena hanya dilakukan pada 1 titik pengamatan tertentu dengan parameter yang sedikit. Selain itu, belum tersedia pula informasi maupun data lapangan terkait sumber-sumber pencemaran yang berpotensi menghasilkan limbah yang

dapat mencemari perairan di pesisir utara Kecamatan Palang. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk melihat status mutu perairan pesisir utara Palang secara keseluruhan dengan melakukan pengamatan di beberapa titik di sepanjang garis pantai dengan parameter yang lebih representatif.

Tabel-1. Jenis kegiatan masyarakat atau industri dan limbah yang dihasilkan di pesisir utara Kec.Palang-Tuban

Jenis kegiatan/industri	Lokasi	Jenis Limbah
TPI & Pelabuhan nelayan	Desa Karangagung, Desa Njangan, Desa Glodog, Desa Palang, Desa Kradenan,	Limbah domestik, limbah minyak bahan bakar, dan sampah plastik
Budidaya tambak udang & benur	Desa Panyuran	Air buangan tambak
Pemukiman desa nelayan	Desa Karangagung, Desa Palang	Limbah domestik, sampah organik dan plastik
Wisata pantai	Pantai kelapa : Desa Panyuran Pantai Klero : Desa Gesikharjo Pantai Palang : Desa Palang	Limbah domestik, dan sampah plastik
Kuliner	Sepanjang garis pantai pesisir utara Palang-Tuban, dari warung sederhana sampai restoran.	Sampah organik, limbah domestik, dan sampah plastik
Industri	PT.Bagona Indonesia : Pabrik olahan hasil laut frozen, EPC 3 project: pipa gas & minyak pertamina	Limbah industri, limbah domestik

Sumber: Mukamto (2023a)

Kualitas suatu perairan dapat diketahui dengan mengukur parameter fisika, kimia (Pratama, dkk., 2016), dan biologi yang selanjutnya dibandingkan nilainya dengan baku mutu yang ditetapkan. Baku mutu air laut di perairan Indonesia telah ditetapkan pada PP RI No.22 Tahun 2021. Kualitas perairan juga dapat dilihat dari tingkat pencemaran yang terjadi pada perairan tersebut dengan menggunakan beberapa metode penentuan kualitas perairan. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode indeks pencemaran (KepmenLH No.115 tahun 2003). Metode ini mudah digunakan karena menggunakan data tunggal pada suatu titik pengukuran. Sehingga hasil analisis menggambarkan kondisi suatu perairan pada waktu pengujian atau penelitian bukan penggambaran kondisi perairan dalam suatu periode tertentu. Gambaran kualitas perairan juga dapat disajikan kedalam bentuk peta tematik sehingga dapat menggambarkan kondisi keseluruhan perairan pesisir utara Kecamatan Palang.

Penelitian bertujuan untuk menentukan status mutu perairan di pesisir utara Kec.Palang-Tuban berdasarkan nilai indeks pencemarannya, serta mengetahui sebaran indeks pencemar dengan menggunakan peta tematik. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai sumber informasi dan dasar pengambilan kebijakan terkait pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu sehingga tidak terjadi kerusakan lingkungan pesisir utara Kecamatan Palang yang berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif analitikal, dimana data data yang diperoleh dalam peneltian ini diolah menggunakan formula dan metode indeks pencemaran yang selanjutnya dianalisis

menggunakan metode deskriptif untuk membuat deskripsi, gambaran dan fakta-fakta yang terjadi (Sugiyono, 2013).

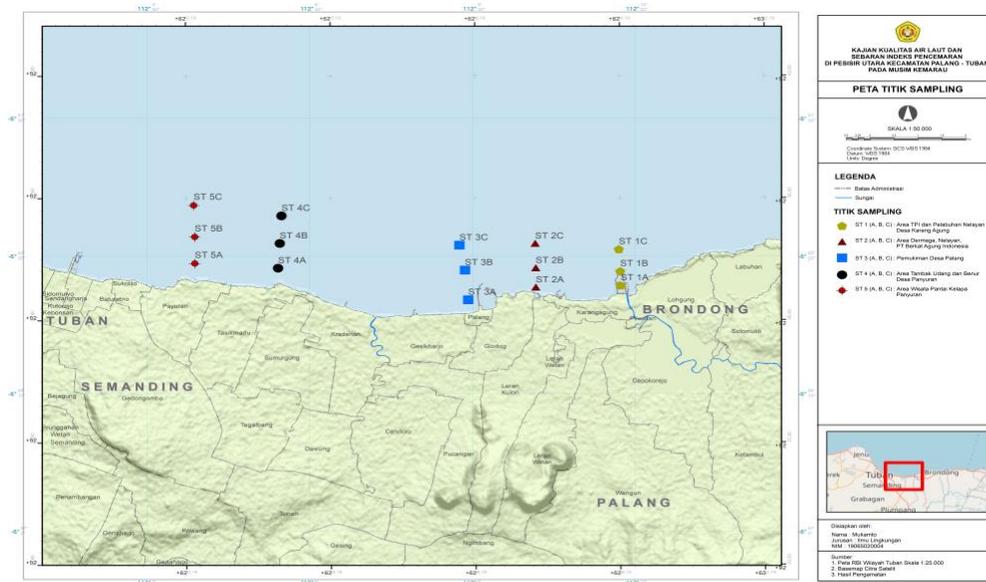
2.1 Area dan Waktu Penelitian

Area penelitian dilakukan sepanjang perairan pesisir utara Kec. Palang-Tuban dengan titik koordinat 6°53'47.92"S 112°05'02.10"E sampai 6°53'35.33"S 112°10'10.80"E dengan panjang garis pantai ± 11,23 km. Waktu penelitian dilakukan pada musim kemarau, tanggal 26-27 Agustus 2023 pada saat kondisi pasang dan surut.

2.2 Jumlah Titik dan Lokasi Penelitian

Penentuan titik sampling menggunakan metode *purposive sampling*, dimana titik sampling ditentukan berdasarkan tujuan tertentu. Lokasi penelitian terletak di perairan pesisir utara Kecamatan Palang, Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Penentuan titik sampel berdasarkan titik sumber pencemaran yang merepresentasikan tipikal limbah yang dihasilkan dari kegiatan masyarakat dan industri yang berada di daerah *landbase*. Jumlah titik sampel sebanyak 15 titik yang berasal dari 5 stasiun pengambilan sampel dengan setiap stasiun ditentukan 3 titik kearah vertikal untuk mewakili perairan dari wilayah yang jauh dari garis pantai. 5 stasiun sebagai representati sumber pencemar di daerah penelitian yaitu:

- ST 1 = TPI dan Pelabuhan Nelayan Desa Karangagung
- ST 2 = Dermaga perahu nelayan PT.Berkat Agung Indonesia
- ST 3 = Pemukiman pesisir Desa Palang
- ST 4 = Tambak udang dan benur Desa Panyuran
- ST 5 = Wisata pantai Kelapa Desa Panyuran



Gambar-1. Peta letak titik sampling

2.3 Metode Pengambilan Contoh

Cotah air laut di perairan pesisir utara Kecamatan Palang merupakan perairan pesisir yang dipengaruhi oleh kegiatan di darat, di daerah pelabuhan atau perairan dangkalnya. Pengambilan contoh dilakukan dengan

menggunakan bantuan perahu nelayan menyusuri perairan pesisir utara dimulai dari stasiun 1 dan dilakukan *tracking* dengan GPS Maps 64S untuk menentukan titik koordinat ST1A dari garis pantai. Pada titik koordinat ST1A dilakukan pengambilan contoh air laut dengan mengikuti metode dalam SNI 6964.8 Bagian 8 tahun 2015 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Laut. Pengambilan contoh uji air laut dilakukan pertama untuk parameter mikrobiologi (Total Coliform) dengan botol steril sebanyak 240 ml. Kemudian dilanjutkan pengambilan contoh air laut untuk uji parameter fisika, dan kimiawi dengan botol jerigen berbahan polipropilen (PP) yang bersih, bebas kontaminan dan dapat ditutup dengan rapat dengan kapasitas 2 liter. Pengukuran data lapangan terkait suhu, pH, titik koordinat, jam pengambilan contoh, dan kondisi lingkungan dicatat sebagai data pendukung contoh uji. Setelah pengambilan contoh uji air laut di STIA dilanjutkan pengambilan contoh uji ke ST2A, sampai ST5A, kemudian ST5B sampai ST1B, dari ST1B ke ST1C sampai ST5C. Titik pengambilan contoh pada penelitian ini ditentukan pada kedalaman 25-30 cm sebagai representasi air laut permukaan sebagaimana tercantum dalam Tabel 3, SNI 6964.8 Bagian 8 tahun 2015 halaman 39 bahwa titik pengambilan contoh area pesisir pada kedalaman 0-1 meter..

2.4 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data untuk parameter kualitas air laut dilakukan secara *on site* dan analisa laboratorium. Parameter kualitas air laut dalam penelitian ditentukan 9 parameter yang mewakili dari faktor fisika, kimia dan mikrobiologi yaitu suhu, pH, TSS, MBAS, Minyak & Lemak, Nitrat, BOD₅, COD dan Total Coliform. Lokasi, metode, dan alat uji untuk analisis parameter diatas tersaji pada Tabel-2, dibawah ini.

Tabel-2. Jenis parameter uji kualitas air laut, metode, dan lokasi uji

Jenis Parameter Uji	Metode*/Alat Uji	Lokasi Uji
Suhu	Termometer	<i>On site</i>
pH	SD 300 pH meter	<i>On site</i>
Total Suspended Solid (TSS)	APHA- 2540 D	Laboratorium PT. Sucofindo Surabaya
BOD ₅	APHA- 5210 B,C	
COD	APHA-5222 B	
Deterjen/MBAS	APHA-5540 C	
Nitrat	APHA-4500-E	
Minyak & Lemak	APHA-5520 B	
Total Coliform	APHA-9222 J	

*Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, edition 23rd tahun 2017

2.5 Metode Pengolahan Data Kualitas Air

Data hasil pengukuran dan analisis parameter uji dari pengambilan contoh selam 2 hari dan kondisi pasang-surut pada setiap stasiun selanjutnya di rata-rata sehingga menjadi data tunggal dan disajikan dalam tabel yang dibandingkan dengan baku mutu perairan laut PP RI No.22 Tahun 2021 Lampiran VIII peruntukan Biota Laut. Data pengukuran parameter uji kualitas perairan pesisir juga dianalisis menggunakan metode indeks pencemaran berdasarkan KepMen LH No.115 Tahun 2003 untuk mengetahui status mutu perairan pesisir Kec. Palang pada masing-masing stasiun pengamatan. Langkah-langkah penentuan indeks pencemaran secara terperinci dijelaskan di KepMen LH No.115 Tahun 2003 Lampiran II tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Rumus metode indeks pencemaran sebagai berikut :

$$P_{ij} = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_R^2 + (C_i/L_{ij})_M^2}{2}}$$

- L_{ij} : konsentrasi parameter kualitas air yang ditentukan dalam baku mutu peruntukkannya
- $(j) P_{ij}$: indeks pencemaran (*pollution index*) bagi peruntukkannya (j)
- C_i : konsentrasi parameter kualitas air di lapangan
- $(C_i/L_{ij})_M$: nilai C_i/L_{ij} maksimum
- $(C_i/L_{ij})_R$: nilai C_i/L_{ij} rata-rata

Nilai indeks pencemaran kemudian dikategorikan berdasarkan KepMenLH No.115 Tahun 2003 seperti pada Tabel.-3.

Tabel-3. Kategori Nilai Indeks Pencemaran

Nilai Indeks	Kategori
$0 < P_{ij} < 1$	memenuhi baku mutu (kondisi baik)
$1 < P_{ij} < 5$	tercemar ringan
$5 < P_{ij} < 10$	tercemar sedang
$P_{ij} > 10$	tercemar berat

*Sumber : KepMenLH No.115/Tahun 2003

2.6 Metode Analisis Spasial Indeks Pencemaran

Analisis spasial indeks pencemaran di perairan pesisir utara kecamatan Palang-Tuban sebagai gambaran kualitas perairan di lokasi penelitian dilakukan dengan *software ArcGIS 10.1*. Metode interpolasi yang dipilih adalah *Inverse Distance Weighted (IDW)* sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 7644:2010) terkait penyediaan basis data spasial oseanografi. Data spasial diolah dari nilai Indeks Pencemaran yang telah dihitung pada masing-masing stasiun pengamatan yang selanjutnya diinterpretasikan ke dalam peta tematik. Data pendukung yaitu peta RBI Tuban skala 1:25.000.

2.7 Metode Analisis Statistik

Statistik korelasi person digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui tingkat hubungan/korelasi diantara parameter kualitas perairan. Analisis statistik dilakukan menggunakan *software minitab 19*. Minitab adalah program komputer yang dirancang untuk melakukan pengolahan statistik. Minitab mengkombinasikan kemudahan penggunaan layaknya *Microsoft Excel* dengan kemampuannya melakukan analisis statistik yang kompleks. Minitab dikembangkan di *Pennsylvania State University* oleh periset Barbara F. Ryan, Thomas A. Ryan, Jr., dan Brian L. Joiner pada tahun 1972.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kesesuaian Parameter Kualitas Air Laut

Parameter kualitas air yang diukur mencakup parameter fisika, kimia dan mikrobiologi perairan yaitu Suhu, pH, TSS, Nitrat, BOD₅, COD, Minyak & Lemak, MBAS, dan Total Coliform. Parameter yang dipilih pada penelitian ini termasuk dalam parameter baku mutu air laut peruntukan Biota Laut yang tertuang dalam Lampiran VIII, PP RI No.22 Tahun 2021, kecuali parameter COD. Parameter COD dianggap perlu untuk dimasukkan ke dalam parameter kualitas air laut dikarenakan tipikal bahan pencemar yang masuk ke badan air di pesisir utara Kecamatan Palang-Tuban sebagian besar berupa limbah domestik. Sehingga baku mutu parameter COD merujuk Permen LH No.68 Tahun 2016 tentang Baku mutu limbah domestik. Parameter-parameter lain

yang terlingkup dalam Permen LH No.68 Tahun 2016 telah terlingkup dalam PP RI No.22 Tahun 2021 Lampiran VIII sehingga baku mutunya merujuk pada perautaran tersebut. Hasil analisa laboratorium dan pengukuran lapangan parameter-parameter uji yang dibandingkan dengan baku mutu disajikan dalam Tabel 4 dibawah ini. Hasil penelitian menunjukkan terdapat beberapa parameter yang melebihi nilai ambang batas baku mutu yang ditentukan yaitu TSS, pH, BOD₅, COD, Nitrat, dan MBAS.

Tabel-4. Rerata Nilai Kosentrasi Parameter Kualitas Perairan Pesisir Utara Palang-Tuban

Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Nilai Kosentrasi
<i>Suhu</i>	°C	29-30	30
<i>TSS</i>	Ppm	20	29
<i>pH</i>	-	7,0-8,5	6,9
<i>BOD₅</i>	ppm	20	55
<i>COD</i>	ppm	100**	113
<i>Nitrat (NO₃⁻)</i>	ppm	0,06	0,40
<i>MBAS/deterjen</i>	ppm	1	1
<i>Minyak & Lemak</i>	Ppm	1	1
<i>Total Coliform</i>	CFU/100 ml	1000	327

*PP RI No. 22 Tahun 2021 Lampiran VIII Peruntukan Biota Laut

** Permen LH No.68 Tahun 2016

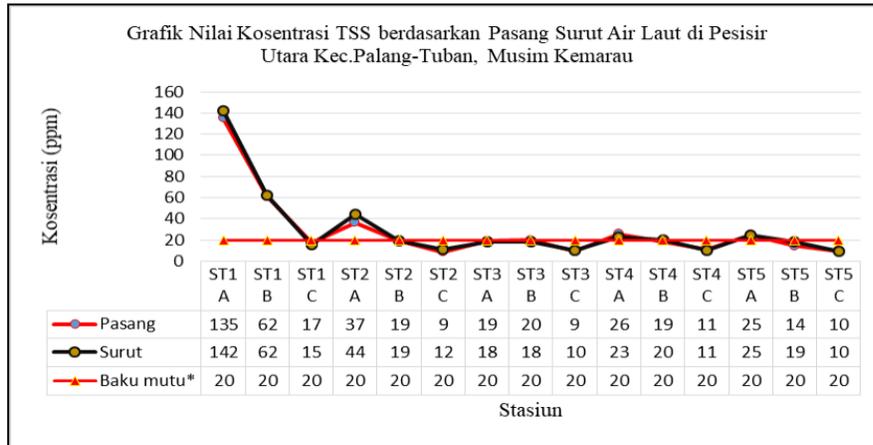
A. TSS

Persebaran nilai *Total Suspended Solid* (TSS) pada masing-masing stasiun pengamatan menunjukkan nilai TSS yang melebihi ambang batas baku mutu terdapat pada stasiun yang lebih dekat dengan garis pantai yaitu ST1A, ST1B, ST2A, ST4A dan ST5A (Gambar-2.). TSS merupakan bahan tersuspensi yang dapat menyebabkan kekeruhan dalam perairan yang terdiri atas lumpur, pasir halus serta jasad renik yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa badan air. TSS merupakan salah satu parameter kunci dalam penentuan penurunan kualitas perairan yang dapat mempengaruhi perubahan secara fisika, kimia dan biologi yang disebabkan akibat terhalangnya penetrasi cahaya matahari ke perairan, yang dapat menurunkan produktivitas oksigen oleh organisme air (Hou, dkk., 2017). Tingginya nilai TSS pada beberapa stasiun pengamatan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

- Topografi wilayah pesisir utara Kecamatan Palang berupa daratan endapan (*alluvial*) dan endapan berbatu (*alluvial karts*) dengan kedalaman yang dangkal, sedangkan kondisi pantai berbentuk landai dengan substrat dasar pantai berpasir dan berlempung sehingga mudah terbawa oleh air seperti pada ST4A dan ST5A.
- Pada stasiun dengan nilai TSS yang melebihi baku mutu terdapat muara sungai yang membawa bahan tersuspensi, lumpur, pasir halus serta jasad renik dari wilayah daratan masuk ke badan perairan laut seperti pada ST1A, dan ST1B terdapat muara Sungai Pliwetan yang terletak di Desa Karangagung.
- Kondisi perairan yang *anaerob* sehingga pertumbuhan bakteri gram negatif seperti *coliform* menjadi sangat cepat, disisi lain kondisi tersebut menyebabkan kematian biota laut lainnya terutama organisme tingkat rendah, seperti zooplankton, fitoplankton, dan avertebrata lainnya. Hal ini menyebabkan kekeruhan pada perairan akibat adanya jasad renik dari bangkai organisme laut.

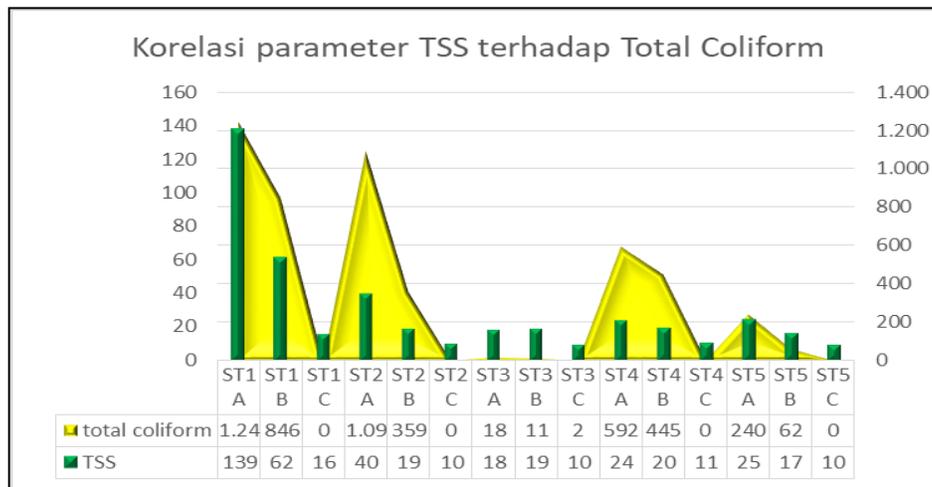
Tingginya kosentrasi TSS dalam perairan dapat menyebabkan terhalangnya penetrasi cahaya matahari masuk kedalam perairan sehingga menyebabkan terganggunya proses fotosintesis flora perairan seperti fitoplankton.

Akibatnya suplai oksigen dalam air menjadi berkurang dan kandungan oksigen terlarut semakin kecil. Ketika oksigen terlarut dalam air berada pada jumlah yang sedikit menyebabkan suatu perairan dalam kondisi *anaerob*. Kondisi *anaerob* dapat menyebabkan meningkatnya perkembangan bakteri *coliform*. Hal ini dikuatkan hasil statistik *pearson korelasi* menunjukkan korelasi positif, kuat dan signifikan antara TSS dengan total *coliform* ($r = 0,770$; $p\text{-val} = 0,000$) (Gambar-3). Hubungan yang serupa juga terjadi antara BOD_5 dengan COD, dimana kenaikan BOD_5 akan diikuti kenaikan COD.



*PP RI No.22 Tahun 2021 lampiran VIII peruntukan Biota Laut

Gambar-2. Grafik persebaran TSS pada masing-masing stasiun

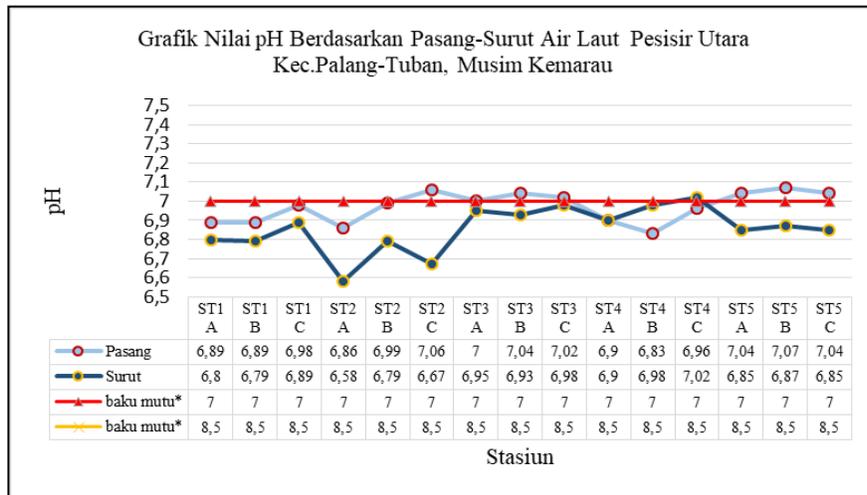


Gambar-3. Korelasi positif dan signifikan antara TSS dengan total coliform

B. pH (*Power Hydrogen*)

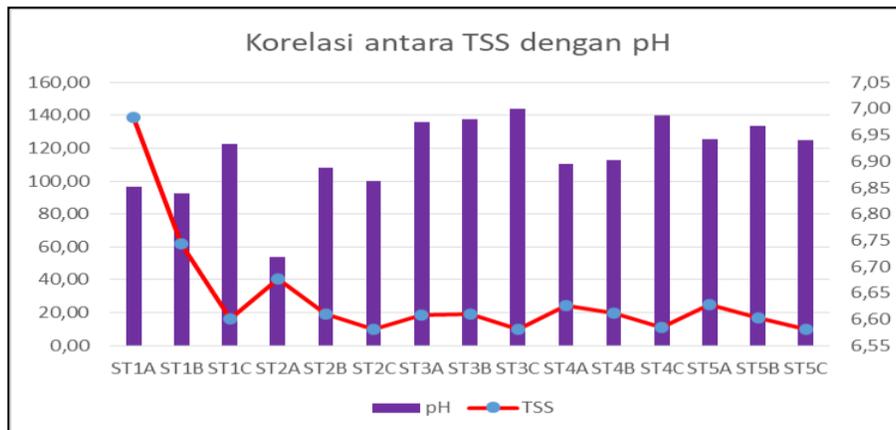
Nilai parameter pH di perairan pesisir utara Kecamatan Palang menunjukkan nilai rerata sebesar 6,90 dengan kisaran 6,72-7,00. Nilai tersebut sedikit dibawah batas baku mutu perairan peruntukan biota laut. Hampir pada semua stasiun pengamatan nilai pH dibawah pH 7,00 terutama pada saat kondisi surut. pada kondisi surut nilai pH terendah terdapat pada ST2A sebesar 6,58. Persebaran nilai pH pada masing-masing

stasiun disajikan pada Gambar-4 di bawah ini. Faktor utama yang menyebabkan turunnya nilai pH perairan pesisir utara Kecamatan Palang disebabkan oleh proses asidifikasi. Asidifikasi itu sendiri merupakan proses turunnya kadar pH air laut yang terjadi akibat penyerapan karbondioksida di atmosfer akibat dari kegiatan manusia (seperti penggunaan bahan bakar fosil). Proses asidifikasi secara sederhana adalah karbon dioksida dari pembakaran bahan bakar fosil terakumulasi dalam atmosfer, menyebabkan pemanasan global, kemudian berpengaruh terhadap perairan. Hal ini didasarkan fakta bahwa kawasan pesisir merupakan daerah yang padat penduduk dan mobilisasi masyarakat yang tinggi. Berkembangnya aktivitas ekonomi masyarakat juga menambah pasokan karbondioksida di atmosfer. Karbon dioksida yang diserap oleh air laut kemudian bereaksi dengan air laut membentuk asam karbonat (H_2CO_3) dan meningkatkan keasaman air laut (Haiqal., dkk, 2021). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa korelasi antara pH dengan parameter uji lainnya bersifat sangat lemah, kecuali korelasi dengan coliform (29%) dan suhu (31%) yang bersifat cukup atau dapat dikategorikan tidak signifikan. Selain itu korelasi pH dengan TSS menunjukkan sifat negatif artinya dimana ketika pH tinggi maka nilai TSS akan semakin rendah. Korelasi antara pH dengan TSS dilihat pada Gambar-5 dibawah ini.



*PP RI No. 22 tahun 2021 Lampiran VIII peruntukan Biota Laut

Gambar-4. Grafik persebaran nilai pH pada masing-masing stasiun



Gambar-5. Korelasi negatif, dan tidak signifikan antara TSS dengan pH

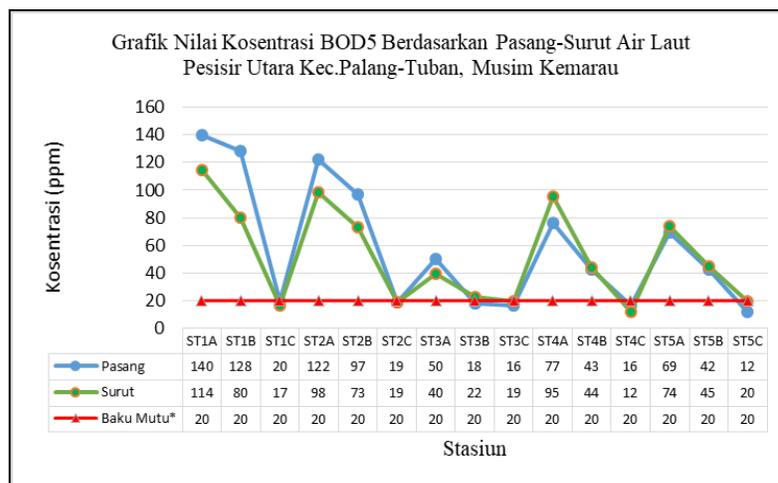
Korelasi pH dengan TSS menunjukkan nilai korelasi r sebesar $-0,338$; $p\text{-val} = 0,023$ yang artinya bahwa bersifat sifat negatif artinya dimana ketika pH tinggi maka nilai TSS akan semakin rendah. Korelasi ini serupa dengan korelasi pH terhadap perkembangan bakteri coliform yang berbanding terbalik, dimana ketika pH menurun maka terjadi kenaikan bakteri coliform.

C. Nitrat

Parameter nitrat sebagai salah satu parameter kualitas air dikarenakan keberadaan nitrat yang melebihi baku mutu di suatu perairan menunjukkan bahwa perairan tersebut telah tercemar bahan organik dalam jumlah yang melebihi daya dukung perairan. Nilai nitrat pada perairan pesisir utara Kecamatan Palang menunjukkan nilai rerata sebesar $0,40$ mg/l. Nilai ini melebihi baku mutu air laut ($0,06$ ppm). Persebaran nilai nitrat menunjukkan pada semua stasiun melebihi baku mutu kecuali pada stasiun ST4C ($0,02$ ppm) dan ST5C ($0,04$ ppm) saat pasang. Sumber utama nitrat berasal dari senyawa amoniak yang berasal dari limbah domestik yang banyak mengandung urea dan urin. Selain itu sumber amoniak juga dapat berasal dari dekomposisi dari jasad organisme-organisme yang mati (Hamuna dkk, 2018). Keberadaan nitrat dengan konsentrasi yang tinggi di suatu perairan berpotensi terjadinya *blooming alga*. Hal ini dikarenakan senyawa nitrat merupakan bentuk senyawa yang mudah diserap oleh tumbuhan air. Tingginya konsentrasi nitrat dalam perairan pesisir akan berpengaruh terhadap kenaikan parameter BOD, COD, total coliform, dan TSS. Tingginya konsentrasi Nitrat menunjukkan tingginya bahan pencemar organik, sehingga menyebabkan tingginya konsentrasi BOD dalam air.

D. BOD₅

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut yang digunakan oleh mikroorganisme dalam mengoksidasi bahan pencemar (bahan organik) menjadi bahan anorganik dalam kondisi *aerobic*. Sedangkan BOD₅ menunjukkan nilai dari BOD yang di ukur dalam kondisi uji 20°C selama 5 hari. Nilai BOD₅ menunjukkan nilai BOD (Hamuna dkk, 2018). BOD merupakan salah satu parameter kimiawi yang digunakan sebagai indikator kualitas air. Makin besar konsentrasi BOD suatu perairan, menunjukkan konsentrasi bahan organik di dalam air juga tinggi (Hatta, M., 2014). Hasil pengukuran BOD₅ di perairan pesisir utara Kec.Palang-Tuban berkisar $14 - 121$ ppm dengan rerata $54,8$ ppm yang artinya melebihi ambang batas baku mutu perairan Biota Laut menurut PP RI No.22 Tahun 2021 (Tabel-4). Persebaran nilai BOD₅ disajikan pada Gambar-6 dibawah ini.



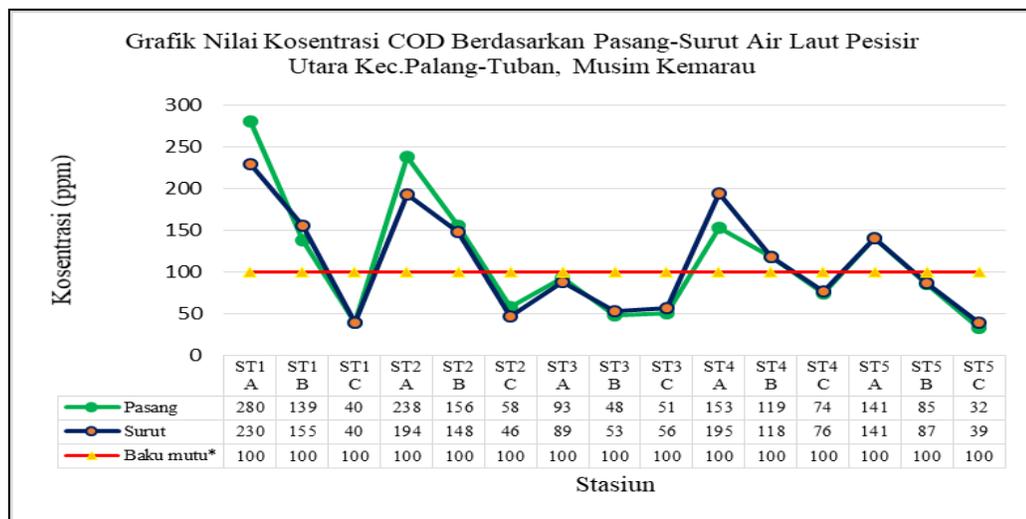
*PP RI No.22 Tahun 2021 Lampiran VIII peruntukan Biota Laut

Gambar-6. Grafik Nilai Konsentrasi BOD₅

Apabila suatu perairan nilai konsentrasi BODnya tinggi menandakan bahwa DO dalam perairan tersebut rendah, sehingga menyebabkan perairan dalam kondisi fakultatif anaerob bahkan sampai anaerob. Kondisi demikian saat cocok untuk pertumbuhan kelompok bakteri yang dapat hidup dalam kondisi sedikit oksigen seperti coliform.

E. COD

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air secara kimiawi (Lumaela dkk, 2013). Bahan organik yang terlarut berasal dari 4 sumber utama, yaitu a) Daratan, b) Penguraian organisme mati oleh bakteri, c) Hasil metabolisme Alga (fitoplankton), dan d) Ekskresi Zooplankton dan Binatang Laut lainnya. Sumber bahan organik yang potensial menyebabkan penurunan kualitas suatu perairan laut adalah sumber dari daratan. Bahan organik yang berasal dari sungai dapat mencapai 20 mgCarbon/L, utamanya berasal dari pelepasan material humus dari tanah dan hasil penguraian dari buah-buahan, tanaman dan hewan mati yang ada di tanah. Penambahan bahan organik di badan air laut dengan perantara alami dalam bentuk *sewage* (kotoran) atau limbah domestik dan buangan industri, menyebabkan jumlah bahan organik dalam air laut melebihi ambang batas. Hasil penelitian menunjukkan nilai konsentrasi COD diperairan pesisir utara Palang-Tuban melebihi baku mutu yaitu 113 ppm (Tabel-4) dengan COD tertinggi berada pada ST1A (Gambar-7).



*PermenLH No. 68 tahun 2016, baku mutu limbah domestik

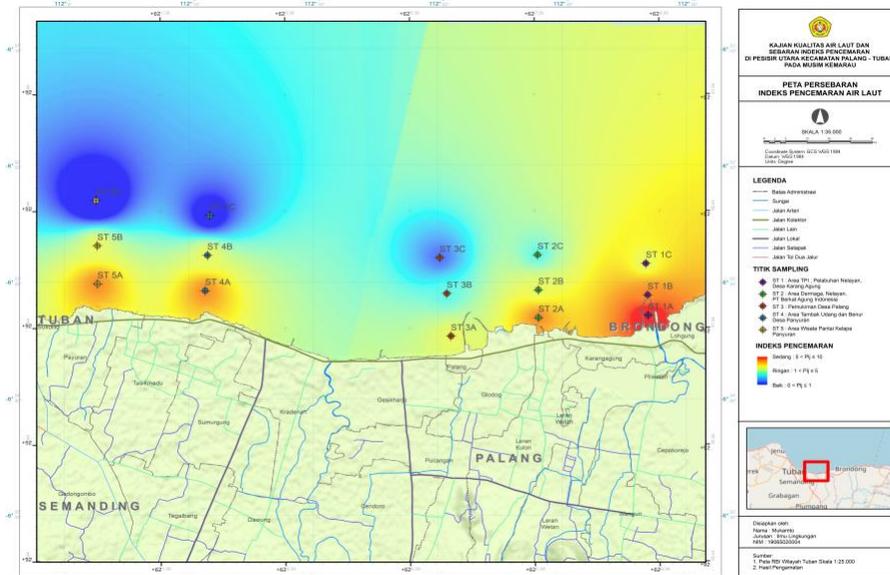
Gambar-7. Grafik Nilai Konsentrasi COD pada masing-masing stasiun

Nilai COD pada ST1A melebihi baku mutu diperkirakan disebabkan dari limbah domestik dan limbah buangan ikan yang ada di Pelabuhan dan TPI Desa Karangagung. Selain itu juga adanya muara Sungai Pliwetan yang membawa bahan pencemar dari daratan sehingga menambah tinggi beban pencemaran yang ada di ST1A.

3.2 Status Mutu Air Pesisir Utara Kecamatan Palang

Hasil pengolahan data nilai konsentrasi parameter kualitas perairan menggunakan metode indeks pencemaran dalam menentukan status mutu perairan pesisir utara Palang-Tuban dihasilkan nilai Indeks pencemaran (IP) pada masing-masing stasiun. Dari nilai IP di masing-masing stasiun tersebut selanjutnya

dilakukan analisis spasial menggunakan *software ArcGIS 10.1*. Interpolasi menggunakan metode IDW menghasilkan output berupa peta tematik persebaran indeks pencemar di perairan pesisir utara Kecamatan Palang-Tuban. Gambaran kualitas perairan pesisir Palang berdasarkan status mutunya tersaji pada Gambar-8 dibawah ini.



Gambar-8. Sebaran IP di perairan pesisir utara Kec.Palang

Pada perairan yang mendekati daerah garis pantai yaitu pada stasiun pengamatan ST1A-ST5A cenderung memiliki kualitas perairan yang lebih buruk dari pada daerah pesisir yang lebih jauh dari garis pantai. Hal ini menunjukkan bahwa sumber-sumber pencemaran air laut yang ada di daerah pesisir utara Palang lebih dominan berasal dari daratan. Sedangkan stasiun yang lebih jauh dari garis pantai bahan pencemaran cenderung sudah terdegradasi dan terdispersi sehingga memiliki nilai IP kecil (status mutu baik), seperti ST4C (IP = 1) dan ST5C (IP = 1). Pengaruh arus dan gelombang air laut juga berperan dalam persebaran bahan pencemar di laut. Data arus dan gelombang di bulan Agustus 2023 menunjukkan arah arus bergerak dari barat ke arah timur dan utara (Copernicus. 2023). Hal ini menyebabkan bahan pencemar di daerah barat bergerak ke daerah timur dan bertemu dengan bahan pencemar yang berasal dari muara sungai Pliwetan sehingga di daerah ST1 tercemar sedang (IP = 6). Selain itu, ST1A adalah tempat pelabuhan perahu nelayan dan Tempat Pelelangan Ikan di Desa Karangagung, dimana sebagai tempat penambatan perahu nelayan maka dibuat *barrier* atau *breakwater* sehingga melindungi perahu dari kerusakan akibat gelombang ombak yang besar. Kondisi tersebut membuat bahan pencemar yang masuk di perairan ST1A tidak dapat terdispersi ke wilayah perairan yang lain, sehingga kualitas perairan di ST1A cenderung lebih buruk dibanding wilayah yang lainnya. Disisi lain akibat arah arus yang bergerak ke timur dan tidak adanya muara sungai, menyebabkan di daerah ST4C dan ST5C kualitas air nya dalam kondisi baik.

Peta tematik sebaran nilai IP (Gambar-6) pada ST2C (IP = 3), ST3B (IP = 3), dan ST3C (IP = 2) terlihat berwarna biru muda, sedangkan status mutu air tercemar ringan yang seharusnya ditunjukkan dengan warna kuning. Hal ini disebabkan dekatnya nilai IP diantara ST2C (IP = 3), ST3B (IP = 3), ST3C (IP = 2) dengan ST4C (IP = 1) dan ST5C (IP = 1), sehingga gradasi warna di ST2C, ST3B, ST3C terpengaruhi oleh warna ST4C. Berbeda dengan ST4B (4) yang memiliki interval nilai IP yang jauh dengan ST4C (1), sehingga warna diantara stasiun tersebut tidak saling mempengaruhi. Hal ini menunjukkan salah satu kekurangan dari metode indeks pencemaran dalam menggambarkan kualitas suatu perairan apabila di interpolasikan dengan menggunakan

metode IDW menghasilkan peta tematik yang kurang representatif disebabkan dekatnya interval nilai IP untuk menentukan kategori pencemaran.

4. KESIMPULAN

Penelitian kualitas perairan di pesisir utara Kecamatan Palang Kabupten Tuban pada musim kemarau menghasilkan kesimpulan bahwa perairan di pesisir utara Palang telah tercemar ringan sampai tercemar sedang dengan parameter yang melebihi ambang batas baku mutu PP RI No.22 tahun 2021 Lampiran VIII peruntukan Biota Laut yaitu parameter pH, TSS, Nitrat, BOD₅, dan COD. Wilayah perairan pesisir utara Palang yang tercemar sedang berada di ST1A (IP = 6), yaitu yang merupakan daerah TPI dan pelabuhan nelayan di Desa Karangagung, sedangkan pada stasiun yang lainnya tercemar sedang, kecuali ST4C dan ST5C status mutu air dalam kondisi baik (IP = 1).

SARAN

Perlu dilakukan upaya pencegahan dan pengendalian bahan pencemar/limbah yang masuk ke perairan pesisir utara Kec.Palang-Tuban agar tingkat pencemaran dapat dikurangi bahkan dihilangkan. Upaya pengendalian dapat dilakukan dengan:

- a) Sosialisasi kepada masyarakat pesisir utara Kec.Palang-Tuban agar lebih peduli terhadap lingkungan dengan tidak membuang sampah sembarangan, dan limbah domestik ke badan air secara langsung.
- b) Sosialisasi dan gerakan massif dibuatnya bank sampah di desa-desa pesisir agar sampah dapat diolah dan dikendalikan sehingga mengurangi pencemaran sampah.
- c) Membuat pengolahan limbah domestik maupun limbah air bilasan ikan di Tempat-tempat pelelangan ikan yang ada di kecamatan Palang.
- d) Melakukan sidak dan tinjauan berkala pada industri-industri yang ada disekitar pesisir secara berkala untuk memantau kepatuhan dalam pengelolaan limbahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tuban, (2020), *Palang Subdistrict In Figures 2020*. Katalog:1102001.3523110, ISBN: 978-623-94699-4-8, BPS Kabupaten Tuban, Tuban.
- Bilotta, G.S., dan Brazier, R.E., (2008), "Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota". *Water Research*, Vol.42, Hal. 2849-2861.
- Casali, J.R., Gimenez, J., Diez, J., Alvarez Mozos, J., de Lersundi, D.V., Goni, M., Campo, M.A., Chahor, Y., Gastesi, R., and Lopez, J., (2010), "Sediment production and water quality of watersheds with contrasting land use in Navarre (Spain)", *Agricultural Water Management*, Vol.97, Hal.1683–1694.
- Copernicus, (2023), *Copernicus Marine Data Store*. Diakses melalui <https://data.marine.copernicus.eu/products?facets=mainVariables%7EWave>
- Darmawan, H dan Masduqi, A., (2014), "Indeks Pencemaran Air Laut Pantai Utara Tuban dengan Parameter TSS dan Kimia Non-Logam". *Jurnal Teknik Pomits*, Vol.3, No.1, Hal. 2301-9271.
- Dahuri, R., Jacub, R., Sapta, P.G dan Sitepu, J., (2001), *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan secara Terpadu*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Elyazar, N. M.S., Mahendra, L.M., dan Wardi, (2007), "Dampak aktivitas masyarakat terhadap tingkat pencemaran air laut di pantai Kuta Kabupaten Badung serta upaya pelestarian Lingkungan". *ECOTROPIC*. Vol.2, No.2.
- Hamuna, B., Tanjung, R.H.R., Suwito, Maury, dan Alianto, H.K., (2018), "Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura", *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol. 16 No.1, Hal. 35-43.

- Hou, X., Feng, L., Duan, H., Chen, X, Sun, D., and Shi, K, (2017), “Fifteen-year Monitoring of The Turbidity Dynamics in Large Lakes and Reservoirs in the Middle and Lower Basin of The Yangtze River, China”, *Remote Sensing of Environment, Elsevier*, Vol.190, No.1, Page. 107-121
- Joesidawati, M.I., (2018), “Kajian Kualitas Air Sebagai Dasar Pemetaan Lokasi Budidaya Laut Diperairan Kabupaten Tuban-Jawa Timur”, *Jurnal Techno-fish*, Vol. 2, No.2,
- Lumaela, A.K., Otok, B.W dan Sutikno, (2013), “Pemodelan Chemical Oxygen Demand (COD) Sungai Di Surabaya Dengan Metode Mixed Geographically Weighted Regression”, *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, Vol.2, No. 1, Hal. 100-105.
- Mukamto, (2023a), “Northern Coastal Conditions of Palang-Tuban”, *Journal of Food and Agriculture Science*, No.1, Vol.1, Hal: 10-15.
- Mudhoifah, I dan Purnomo, T., (2023), “Analysis of Water Quality in Asmoroqondi Beach, Palang District, Tuban Regency Using the Principal Component Analysis (PCA) Method”, *Lentera Bio*, Vol.12, No.3, Hal. 273-280, diakses melalui <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang *Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*, Diakses melalui <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>. Diakses pada tanggal 18 Mei 2023
- Peraturan Pemerintah Nomor 19 tahun 1999 Tentang *Pengendalian Pencemaran dan/atau Pengrusakan Lingkungan Laut*, Diakses melalui <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>. Diakses pada tanggal 18 Mei 2023
- Pratama, D.R., Yusuf, M., dan Helmi, M., (2016), “Kajian Kondisi Dan Sebaran Kualitas Air Di Perairan Selatan Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur, *Jurnal Oseanografi*”. Vol. 5, No. 4, Hal. 479 – 488, Diakses melalui <Http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jose>.
- Salim, Ja’far, (2018),”Potensi Pencemaran Limbah Industri terhadap Kesehatan Masyarakat dan Biota Laut di Wilayah Pesisir Cilegon”. *Jurnal Air Indonesia* Vol.10 No. 1. Diakses melalui <https://doi.org/10.29122/jai.v10i1.3752https://media.neliti.com/media/publications/340647-pengembangan-potensi-ekonomi-kawasan-pes-1d7bedcf.pdf> pada tanggal 13 mei2023.
- SNI.06 6989.14, (2004), *Air dan Air Limbah-Bagian 14: cara uji oksigen terlarut secara iyodometri (modifikasi azida)*. ICS 13.060.50. BSN: Jakarta
- SNI 6964.8., (2015), *Kualitas air laut-Bagian 8: Metode pengambilan contoh uji air laut*, ICS 13.060.45, BSN: Jakarta
- SNI 06.6989.3, (2004), *Air dan Air Limbah-Bagian 3: cara uji padatan tersuspensi total (Total suspended solid, TSS) secara gravimetri*. ICS 13.060.50. BSN: Jakarta
- SNI 7644, (2010), *Basis Data Spasial Oseanografi: Suhu, Salinitas, Oksigen Terlarut, Derajat Keasaman, Turbiditas, dan Kecerahan*, BSN: Jakarta.
- Standard Methods, (2017), *Standard Methods for he Examination of Water and Wastewater, 23 rd edition 2017*, American Public Healt Association: Washington
- Hatta, M., (2014),”Hubungan Antara Parameter Oseanografi Dengan Klorofil-A Kandungan Pada Musim Timur Di Perairan Utara Papua”, *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, Vol.24, No.3, Hal. 29-39..
- Haiqal, M.R.N., Utami,B.W., Achmad,L., dan Suryanda,A., (2021),”Mitigasi Alami Pengasaman Laut”, *Jurnal Ekologi, Masyarakat & Sains (ECOTAS)*, Vol.2, No.2., diakses melalui <http://journals.ecotas.org/index.php/ems>