

Identifikasi Pencemaran Air Laut di Pesisir Pantai Sungai Pisang Kota Padang Ditinjau dari Parameter Fisika dan Kimia

Muhammad Rinaldi¹, Dwi Puryanti^{1,*}, Eko Purwanto²

¹) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia.

²) Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293, Indonesia.

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 28 Juni 2024
Direvisi: 13 Agustus 2024
Diterima: 30 Agustus 2024

Kata kunci:

AAS
kandungan logam berat
konduktivitas listrik
TDS
TSS

Keywords:

AAS
heavy metal content
electrical conductivity
TDS
TSS

Penulis Korespondensi:

Dwi Puryanti
Email: dwipuryanti@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pencemaran air laut dengan menentukan konsentrasi logam berat (Pb, Cd, dan Cu), konduktivitas listrik, total padatan terlarut (TDS), total padatan tersuspensi (TSS), suhu, dan pH pada sampel air laut pesisir pantai Sungai Pisang, Kota Padang. Konsentrasi logam berat diukur menggunakan alat *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), konduktivitas listrik diukur menggunakan konduktiviti meter, TDS dan TSS ditentukan menggunakan metode gravimetri, suhu diukur menggunakan termometer, dan pH diukur menggunakan pH meter. Dari hasil penelitian diperoleh nilai pH tertinggi sebesar 7,8, nilai temperatur tertinggi sebesar 33 °C, nilai konduktivitas listrik tertinggi sebesar 163,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan nilai TSS tertinggi sebesar 22,6 mg/L. Nilai rata-rata pH, temperatur, konduktivitas listrik dan TSS yang diperoleh tidak melewati batas baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Nilai TDS tertinggi yang diperoleh sebesar 3821 mg/L tidak melewati batas baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. Nilai konsentrasi logam berat Pb, Cd, dan Cu di pesisir pantai Sungai Pisang tidak melewati batas baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa air laut di pesisir pantai Sungai Pisang tidak tercemar.

This research aims to identify seawater pollution by determining the concentration of heavy metals (Pb, Cd, and Cu), electrical conductivity, total dissolved solids (TDS), total suspended solids (TSS), temperature, and pH in seawater samples from the coast of Sungai. Pisang, Padang City. Heavy metal concentration values were measured using an Atomic Absorption Spectroscopy (AAS), electrical conductivity was measured using a conductivity meter, TDS and TSS were determined using the gravimetric method, temperature was measured using a thermometer, and pH was measured using a pH meter. From the research results, the highest pH value was obtained at 7.8, the highest temperature value was 33 °C, the highest electrical conductivity value was 163.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and the highest TSS value was 22.6 mg/L. The average values of pH, temperature, electrical conductivity and TSS obtained did not exceed the quality standard limits based on Minister of the Environment Regulation Number 51 of 2004. The highest TDS value obtained was 3821 mg/L and did not exceed the quality standard limits based on Republic of Indonesia Government Regulation Number 82 of 2001. The concentration values of the heavy metals Pb, Cd, and Cu on the coast of the Sungai Pisang did not exceed the quality standard limits based on Minister of Environment Regulation Number 51 of 2004. From the research results it can be concluded that the sea water on the coast of the Sungai Pisang not polluted.

Copyright © 2024 Author(s).

I. PENDAHULUAN

Sungai Pisang merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Bungus Teluk Kabung yang terletak di bagian selatan Kota Padang. Sungai Pisang juga dikenal dengan produksi kapal tradisional, yang mana sebagian besar kapal tradisional nelayan di Kota Padang diproduksi disana. Kawasan Sungai Pisang mempunyai pulau-pulau kecil yang dikenal dan ramai dikunjungi oleh wisatawan. Warga sekitar membuka usaha wisata yang menawarkan jasa untuk mengantarkan wisatawan ke pulau-pulau kecil yang berada di sekitar Sungai Pisang.

Aktivitas masyarakat yang cukup tinggi di pesisir pantai Sungai Pisang akan dapat mempengaruhi kondisi perairan sekitarnya. Ramainya wisatawan berkunjung menyebabkan meningkatnya limbah rumah tangga, dilihat dari banyaknya sampah di muara sungai sehingga tingkat pencemarannya juga meningkat. Kapal-kapal yang beroperasi dan bersandar di pinggir pantai dan muara sungai, serta produksi kapal tradisional turut berperan dalam meningkatkan kapasitas limbah. Limbah yang dihasilkan berupa logam berat yaitu timbal (Pb) pada cat kapal, kadmium (Cd) pada pengawet kayu, dan tembaga (Cu) pada komponen mesin kapal yang berpotensi mencemari perairan (Palar, 1994). Berdasarkan potensi pencemaran itu perlu dilakukan identifikasi pencemaran pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang yang merupakan kawasan yang pariwisatanya baru berkembang.

Anggraini dan Puryanti (2019) mengidentifikasi pencemaran logam berat Pb, Cu, dan Cd di kawasan Pelabuhan Teluk Bayur Kota Padang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air laut di kawasan sekitar Pelabuhan Teluk Bayur terkontaminasi oleh logam Pb karena asap kendaraan dan pabrik industri, logam Cd bersumber dari debu pengemasan produk pabrik semen dan aktivitas disekitar pelabuhan yang menghasilkan uap, dan logam Cu bersumber dari aliran limbah rumah tangga yang mengalir ke laut dan adanya aktifitas pengolahan kayu di sekitar lokasi penelitian.

Sasongko dkk. (2020) telah mengidentifikasi kandungan logam berat Fe, Mn, Cd, Cu, Pb, dan Zn di perairan Pulau Tunda Kabupaten Serang Provinsi Banten. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perairan di sekitar Pulau Tunda tidak terkontaminasi oleh Fe, dan Mn karena tidak melewati ambang batas baku mutu, akan tetapi kandungan Cd, Cu, Pb dan Zn telah melewati ambang batas baku mutu yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2004. Hal ini terjadi karena beberapa faktor diantaranya pengaruh transportasi kapal atau lokasi penelitiannya merupakan jalur pelayaran.

Tinjauan lokasi yang dilakukan menunjukkan bahwa banyaknya kapal yang beroperasi di kawasan Sungai Pisang berpotensi untuk mencemari perairan. Selain limbah produksi kapal tradisional, pencemaran logam berat juga berasal dari limbah rumah tangga seperti sampah-sampah plastik, korosi pipa-pipa air, pembuangan alat elektronik dan alat-alat rumah tangga. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian ini untuk mengidentifikasi tingkat pencemaran yang terdapat pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang karena banyaknya wisatawan yang datang dan kapal yang beroperasi di perairan berpotensi mencemari air laut. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran nilai konduktivitas listrik, *Total Dissolved Solid* (TDS), *Total Suspended Solid* (TSS), kandungan logam berat (Pb, Cd, dan Cu), pH, dan temperatur. Identifikasi kandungan logam berat Pb, Cd, dan Cu dilakukan karena merupakan logam yang banyak ditemukan di perairan yang aktivitas kapalnya tinggi.

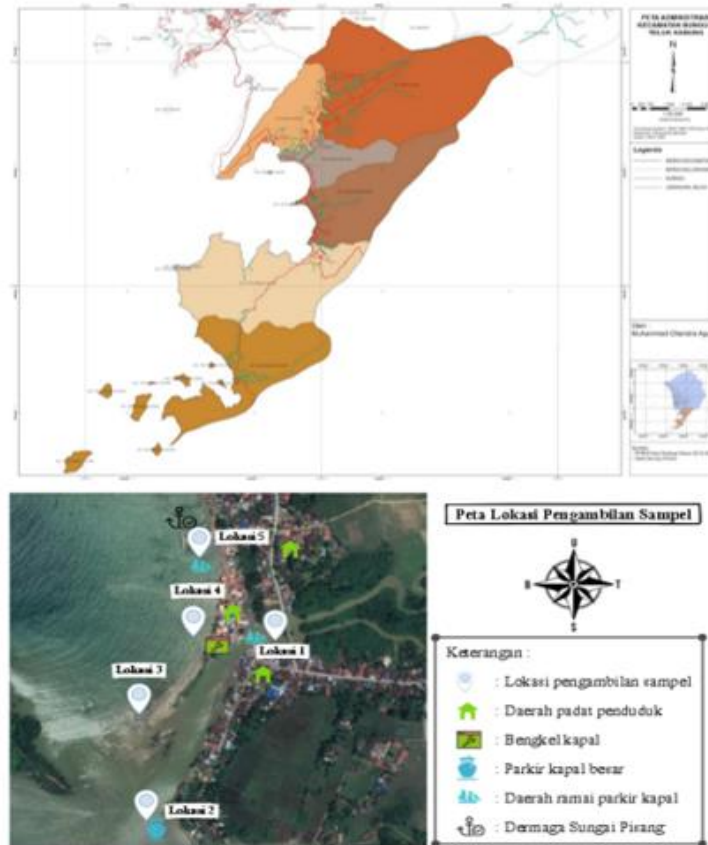
II. METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), konduktiviti meter, pH meter, thermometer, *Global Positioning System* (GPS), neraca analitik, cawan penguap, oven, tanur, penjepit kertas saring, penjepit cawan, penangas air, pipet, gelas ukur, gelas plastik, botol jerigen, dan desikator. Bahan yang digunakan adalah kertas saring dengan ukuran pori 0,45 μm , aquades (H_2O), asam nitrat (HNO_3), dan kertas label.

2.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air akan dilakukan pada 5 lokasi di pesisir pantai Sungai Pisang, dengan jarak antar lokasinya adalah ± 200 meter. Pada setiap lokasi dilakukan 3 kali pengambilan sampel air dengan jarak tiap titiknya adalah ± 5 meter. Lokasi 1 yaitu di muara sungai yang merupakan daerah padat penduduk dan aktivitas perkapalan. Lokasi 2 di tepi pantai tempat kapal besar nelayan penangkap

ikan yang merupakan daerah sepi penduduk. Lokasi 3 yaitu di tengah laut. Lokasi 4 yaitu di tepi pantai dekat bengkel kapal berada yang merupakan daerah padat penduduk dan Lokasi 5 yaitu di dermaga Sungai Pisang tempat kapal menaikkan dan menurunkan penumpang. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi pengambilan sampel

2.2 Pengukuran Sampel

Pengukuran konduktivitas listrik, temperatur dan pH dilakukan langsung di lokasi pengambilan sampel menggunakan konduktiviti meter, termometer dan pH meter. Kemudian sampel dibawa ke Laboratorium Fisika Material Universitas Andalas untuk dilakukan pengukuran TDS dan TSS dengan menggunakan metode gravimetri dan destruksi sampel untuk pengujian kandungan logam berat. Kandungan logam berat diuji menggunakan AAS di Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) Wilayah 10 sesuai dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021 tentang indeks kualitas lingkungan hidup.

2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data konduktivitas listrik, pH, dan temperatur dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata pengukuran sampel pada setiap titik pengambilan sampel. Kadar logam berat dihasilkan menggunakan instrumen AAS. Nilai TDS dan TSS dihasilkan menggunakan metode gravimetri, TDS dihasilkan menggunakan Persamaan 1 dan TSS menggunakan Persamaan 2.

$$TDS = \frac{1000(B - A)}{V} \quad (1)$$

$$TSS = \frac{(A - B)1000}{V} \quad (2)$$

dengan A adalah berat cawan penguap berisi zat terlarut (mg), B adalah berat cawan penguap kosong (mg), dan V adalah volume sampel (ml).

2.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan analisis data kuantitatif. Data yang telah diolah kemudian dibandingkan antara nilai yang diperoleh dari pengujian sampel air laut di Sungai Pisang dengan standar baku mutu air yang sudah ditetapkan oleh pemerintah.

III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil pengukuran konduktivitas listrik, TDS, TSS, kandungan logam berat (Pb, Cd, dan Cu), pH, dan temperatur pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengukuran parameter pencemaran air laut di pesisir pantai Sungai Pisang

Lokasi Sampel	Konduktivitas Listrik ($\mu\text{S/cm}$)	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)	Konsentrasi Logam Berat (mg/L)			pH	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
				Pb	Cd	Cu		
Lokasi 1	157,7	3004	22,6	0,0010	0,0024	0,0011	7,6	31
Lokasi 2	160,8	2545	14	0,0013	0,0030	0,0062	7,5	30
Lokasi 3	155,1	2287	14	0,0004	0,0013	0,0010	7	33
Lokasi 4	163,6	3821	19,6	0,0016	0,0080	0,0083	7,8	32
Lokasi 5	156,1	2895	15	0,0011	0,0018	0,0016	7,2	32
Nilai Baku Mutu	20-1500	10.000	80	0,05	0,01	0,05	7-8,5	3

3.1 Konduktivitas Listrik

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat nilai konduktivitas listrik pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang yaitu sekitar (155,1 – 163,6) $\mu\text{S/cm}$. Nilai konduktivitas listrik tertinggi terdapat di Lokasi 4 yang berada di dekat bengkel kapal dan merupakan lokasi yang padat penduduk. Hal ini disebabkan karena banyak limbah rumah tangga dan limbah pembuatan dan perawatan kapal. Sedangkan nilai konduktivitas listrik terendah berada di Lokasi 3 yang berada di tengah laut yang jauh dari pemukiman penduduk. Nilai rata-rata konduktivitas listrik yang didapatkan pada setiap lokasi dibandingkan dengan nilai baku mutu. Nilai baku mutu konduktivitas listrik menurut PPRI No.82 tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air adalah 2250 $\mu\text{S/cm}$, sedangkan kadar alamiahnya adalah (20 – 1500) $\mu\text{S/cm}$ (Effendi, 2003). Berdasarkan hasil pengukuran konduktivitas listrik air laut di pesisir pantai Sungai Pisang Kota Padang, semua nilai konduktivitas listrik di semua lokasi sampel tidak ada yang melebihi batas baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah.

3.2 Total Dissolved Solid (TDS)

Berdasarkan Tabel 1 nilai TDS pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang yaitu sekitar (2287 – 3821) mg/L . Nilai TDS tertinggi terdapat pada Lokasi 4 yang berada di sekitar bengkel kapal dan merupakan lokasi yang padat penduduk. Hal ini dikarenakan lokasi sampel mengandung senyawa kimia dari limbah bengkel kapal dan limbah rumah tangga yang larut dalam air laut, yang juga mengakibatkan tingginya nilai salinitas daya hantar listrik (Effendi, 2003). Sedangkan nilai TDS terendah berada di Lokasi 3 yang berada di tengah laut yang jauh dari pemukiman penduduk. Nilai rata-rata TDS yang didapatkan pada setiap lokasi dibandingkan dengan nilai baku mutu. Hasil pengukuran menunjukkan salinitas air laut di kawasan Sungai Pisang Kota Padang termasuk kedalam salinitas agak asin. Salinitas kelima stasiun cukup rendah dibandingkan baku mutu air laut (10.000 mg/L). Berdasarkan hasil pengukuran TDS air laut di pesisir pantai Sungai Pisang Kota Padang, semua nilai TDS di semua lokasi sampel tidak ada yang melebihi batas baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah.

3.3 Total Suspended Solid (TSS)

Berdasarkan Tabel 1 nilai TSS pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang yaitu sekitar (14 – 22,6) mg/L . Nilai TSS tertinggi terdapat pada Lokasi 1 yang berada di muara sungai tempat parkir kapal

dan padat penduduk. Hal ini karena pada Lokasi 1 air lautnya masih bercampur dengan air sungai, nilai TSS itu semakin dekat dengan laut nilainya cenderung menurun. Sedangkan nilai TSS terendah terdapat di Lokasi 2 dan 3 yang berada di ujung pantai dan di tengah laut. Hal tersebut dikarenakan pengenceran oleh air laut ketika material tersebut sampai di daerah laut. Hal ini sesuai dengan pendapat Irawati dkk. (2013) yang menyatakan bahwa nilai TSS menunjukkan penurunan ke arah laut. Nilai rata-rata TSS yang didapatkan pada setiap lokasi dibandingkan dengan nilai baku mutu. Nilai baku mutu TSS berdasarkan KMLH Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut sebesar 80 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai TSS air laut di semua lokasi sampel tidak ada yang melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah.

3.4 Kandungan Logam Berat

3.4.1 Timbal (Pb)

Hasil pengukuran kandungan logam Pb dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai konsentrasi logam Pb pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang yaitu sekitar (0,0010 – 0,0016) mg/L. Nilai konsentrasi logam Pb tertinggi terdapat pada Lokasi 4. Pada lokasi ini terdapat bengkel kapal dan banyak kapal yang melintasi lokasi ini, karena logam Pb juga berasal dari transportasi laut yaitu kapal nelayan yang menggunakan bahan bakar bensin (Indirawati, 2017). Sedangkan nilai konsentrasi logam Pb terendah berada di Lokasi 3 yang berada di tengah laut yang jarang aktivitas kapal. Nilai konsentrasi logam Pb yang didapatkan pada setiap lokasi dibandingkan dengan nilai baku mutu. Nilai baku mutu logam Pb berdasarkan KMLH Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Perairan Pelabuhan (Lampiran I) pelabuhan yaitu sebesar 0.05 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai konsentrasi logam berat Pb pada air laut di semua lokasi sampel tidak ada yang melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah.

3.4.2 Kadmium (Cd)

Hasil pengukuran kandungan logam Cd dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai konsentrasi logam Cd pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang yaitu sekitar (0,0013 – 0,0080) mg/L. Nilai konsentrasi logam Cd tertinggi terdapat pada lokasi 4. Pada lokasi ini terdapat bengkel kapal dan banyak kapal yang melintasi lokasi ini, karena logam Cd dipengaruhi oleh kapal-kapal yang keluar masuk dan tumpahan minyak kapal (Indirawati, 2017). Sedangkan nilai konsentrasi logam Cd terendah berada di lokasi 3 yang berada di tengah laut yang jarang aktivitas kapal. Nilai konsentrasi logam Cd yang didapatkan pada setiap lokasi dibandingkan dengan nilai baku mutu. Nilai baku mutu logam Cd berdasarkan KMLH Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Perairan Pelabuhan (Lampiran I) pelabuhan yaitu sebesar 0.01 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai konsentrasi logam berat Cd pada air laut di semua lokasi sampel tidak ada yang melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah.

3.4.3 Tembaga (Cu)

Hasil pengukuran kandungan logam Cu dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai konsentrasi logam Cu pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang yaitu sekitar (0,0010 – 0,0083) mg/L. Nilai konsentrasi logam Cu tertinggi terdapat pada Lokasi 4 yang berada di dekat bengkel kapal. Tingginya nilai konsentrasi logam Cu pada lokasi ini dipengaruhi oleh aktivitas pemeliharaan badan kapal berupa penggantian kayu dan pengecatan ulang, dimana logam Cu merupakan bahan pemberi warna dan metalik pada cat anti karat pada kapal yang berguna melapisis dan menjaga ketahanan (Palar, 1994). Sedangkan nilai konsentrasi logam Cu terendah berada di Lokasi 3 yang berada di tengah laut yang jarang aktivitas kapal. Nilai konsentrasi logam Cu yang didapatkan pada setiap lokasi dibandingkan dengan nilai baku mutu. Nilai baku mutu logam Cu berdasarkan KMLH Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Perairan Pelabuhan (Lampiran I) pelabuhan yaitu sebesar 0.05 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai konsentrasi logam berat Cu pada air laut di semua lokasi sampel tidak ada yang melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah.

3.5 Nilai pH

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat nilai pH pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang yaitu sekitar (7 – 7,8). Nilai konduktivitas listrik tertinggi terdapat di Lokasi 4, hal ini dikarenakan lokasi ini merupakan lokasi yang padat penduduk. Hal ini sama seperti yang dinyatakan oleh Siburian dkk. (2017) yaitu pH umumnya dipengaruhi oleh limbah rumah tangga. Sedangkan nilai pH terendah berada di

Lokasi 3 yang berada di tengah laut yang jauh dari pemukiman penduduk. Nilai baku mutu pH berdasarkan KMLH Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut (Lampiran I) yaitu sebesar 7 – 8,5. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai pH pada air laut di semua lokasi sampel tidak ada yang melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah.

3.6 Temperatur

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat nilai temperatur pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang yaitu sekitar (30 – 33) °C. Temperatur udara saat pengambilan sampel yaitu 30 °C. Berdasarkan PPRI Nomor 82 Tahun 2001 deviasi maksimum antara temperatur air dan temperatur udara adalah 3 °C. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur pada air laut di pesisir pantai Sungai Pisang tidak ada yang melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah dan sesuai dengan kebutuhan untuk metabolisme biota laut dan ekosistem pesisir laut seperti karang, lamun dan bakau

3.7 Indeks Pencemaran (IP)

Status mutu air pada 5 lokasi dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai IP tertinggi berada di Lokasi 4 yaitu sebesar 0,6051. Tingginya nilai ini dipengaruhi oleh nilai konduktivitas listrik, TDS dan konsentrasi logam berat (Pb, Cd dan Cu) yang lebih tinggi dari lokasi lain. Hal ini dikarenakan pada Lokasi 4 terdapat bengkel kapal, lokasi ini merupakan lokasi yang padat aktivitas penduduk dan aktivitas kapal. Sedangkan nilai IP terendah berada di Lokasi 5 yang berada di dermaga kapal yaitu sebesar 0,2313. PMLHKRI Nomor 27 Tahun 2021 menyatakan bahwa nilai IP yang memenuhi baku mutu yaitu dengan nilai $0 \leq IP \leq 1,0$.

Tabel 2 Status mutu air berdasarkan metode indeks pencemaran

Lokasi Sampel	Nilai Indeks Pencemaran (IP)	Status Mutu Air
Lokasi 1	0,2503	Kondisi Baik
Lokasi 2	0,3905	Kondisi Baik
Lokasi 3	0,2664	Kondisi Baik
Lokasi 4	0,6051	Kondisi Baik
Lokasi 5	0,2313	Kondisi Baik

Berdasarkan 5 lokasi yang telah dilakukan analisa kualitas air, nilai indeks pencemaran di semua lokasi tidak ada yang melewati baku mutu air yang ditetapkan pemerintah. Kondisi air laut di pesisir Pantai Sungai Pisang memiliki status mutu air dengan kondisi baik atau tidak tercemar dikarenakan lokasi penelitian ini merupakan daerah yang baru berkembang. Sehingga tingkat kepadatan aktivitas masyarakat dan aktivitas kendaraan di Sungai Pisang tidak terlalu tinggi dan tidak menyebabkan kualitas air di pesisir pantainya tercemar.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran konduktivitas listrik, TDS, TSS, kandungan logam berat (Pb, Cd, dan Cu), pH, dan temperatur, dapat dikatakan bahwa air laut di pesisir pantai Sungai Pisang tidak tercemar berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraini, W., & Puryanti, D. (2019). Identifikasi Pencemaran Logam Berat Tembaga (Cu), Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Air Laut di Sekitar Pelabuhan Teluk Bayur Kota Padang. *Jurnal Ilmu Fisika | Universitas Andalas*, 11(2), 95–101. <https://doi.org/10.25077/jif.11.2.95-101.2019>

- Effendi, H. (2003). Telaahan Kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. *IPB Bogor*.
- Indirawati, S. (2017). Pencemaran Logam Berat Pb dan Cd dan keluhan kesehatan pada masyarakat di kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal Jumantik*, 2(2), 54–60.
- Irawati, N., Adiwilagab, E. M., & Pratiwi, N. T. M. (2013). Phytoplankton Primary Productivity Relationship To The Availability Of Nutruent Element And Light Intersity In The Water Of Kendary Bay, Southeast Sulawesi. *Jurnal Biologi Tropis*, 13(2), 197–208.
- Palar, H. (1994). *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Rineka Cipta.
- Sasongko, A. S., Cahyadi, F. D., Yonanto, L., Islam, R. S., & Destiyanti, N. F. (2020). Kandungan Logam Berat di Perairan Pulau Tunda Kabupaten Serang Banten. *Manfish Journal*, 1(02), 90–95. <https://doi.org/10.31573/manfish.v1i02.132>
- Sibirian, R., Simatupang, L., & Bukit, M. (2017). Analisis Kualitas Perairan Laut Terhadap Aktivitas Di Lingkungan Pelabuhan Waingapu-Alor Sumba Timur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 23(1), 225. <https://doi.org/10.24114/jpkm.v23i1.6639>