

Identifikasi Pencemaran Air Sungai Batang Tebo di Kabupaten Bungo Berdasarkan Parameter Fisis dan Kimia

Raudahtul Janah, Afdal*

Laboratorium Fisika Bumi dan Atmosfer, Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 05 Februari 2024
Direvisi: 28 Maret 2024
Diterima: 20 April 2024

Kata kunci:

Indeks pencemaran (IP)
Parameter fisis
Parameter kimia
Sungai Batang Tebo

Keywords:

*pollution index (IP)
physical parameters
chemical parameters
Batang Tebo River*

Penulis Korespondensi:

Afdal
Email: afdal@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran air Sungai Batang Tebo di Kabupaten Bungo berdasarkan parameter fisis dan kimia. Parameter kimia yang digunakan adalah pH dan konsentrasi logam berat Hg, Pb, dan Cu. Parameter fisis yang digunakan adalah TDS, TSS, temperatur, dan kekeruhan. Pengukuran semua parameter dilakukan di lapangan, kecuali TSS, kekeruhan, dan konsentrasi logam berat. Tingkat pencemaran air sungai dianalisis menggunakan Indeks Pencemaran (IP). Hasil penelitian menunjukkan air Sungai Batang Tebo di Kabupaten Bungo tergolong tercemar ringan dengan nilai IP 4,12. Parameter fisis yang telah melebihi baku mutu, yaitu nilai TSS sebesar 343 mg/L dan nilai kekeruhan sebesar 69,60 NTU, sedangkan yang belum melebihi baku mutu, yaitu nilai temperatur sebesar 29°C, nilai TDS sebesar 23 ppm, dan nilai konduktivitas listrik sebesar 47 μ S/cm. Parameter kimia yang telah melebihi baku mutu, yaitu konsentrasi logam berat merkuri sebesar 0,0023 mg/L, sedangkan yang belum melebihi baku mutu, yaitu nilai pH sebesar 6,58, konsentrasi logam berat timbal sebesar <0,005 mg/L, dan konsentrasi logam berat tembaga sebesar <0,018 mg/L.

This research aims to determine the level of water pollution in the Batang Tebo River in Bungo Regency based on physical and chemical properties. The chemical parameters calculated are pH and concentration of heavy metals Hg, Pb, and Cu. The physical parameters calculated are TDS, TSS, temperature, and turbidity. All parameters except TSS, turbidity, and heavy metal concentrations were measured in the field. The level of river water pollution is analyzed using the Pollution Index (IP). The research results show that the Batang Tebo River water in Bungo Regency is classified as lightly polluted, with an IP value of 4.12. Physical parameters that have exceeded quality standards are a TSS value of 343 mg/L and a turbidity value of 69.60 NTU. In contrast, those that have not exceeded quality standards are temperature values of 29°C, TDS values of 23 ppm, and electrical conductivity values of 47 μ S/cm. Chemical parameters that have exceeded the quality standards, namely the concentration of the heavy metal mercury of 0.0023 mg/L, while those that have not exceeded the quality standards, namely the pH value of 6.58, the concentration of the heavy metal lead is <0.005 mg/L, and the concentration of the heavy metal copper is <0.018 mg/L.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Sebesar 78% wilayah DAS Batanghari adalah bagian dari Provinsi Jambi yang meliputi 8 kabupaten dan 1 kota. Salah satu anak Sungai Batanghari adalah Sungai Batang Tebo yang terletak di Kabupaten Bungo. Panjang Sungai Batang Tebo \pm 29 km dan lebar \pm 45 m. Sungai ini banyak digunakan untuk berbagai kebutuhan masyarakat, seperti adanya aktivitas pertambangan emas dan pasir, sumber pencarian ikan oleh nelayan, dan untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari seperti mencuci pakaian, mandi, dan sebagainya. Banyaknya aktivitas tersebut menyebabkan air sungai menjadi tercemar (Kabupaten Bungo, 2015).

Pencemaran air Sungai Batang Tebo yang berasal dari limbah yang dibuang atau dialirkan secara langsung ke sungai oleh aktivitas manusia. Limbah tersebut berasal dari limbah rumah tangga, limbah perkebunan, limbah pertambangan, dan limbah pariwisata. Pencemaran yang berasal dari kegiatan pertambangan, misalnya pada pertambangan emas menggunakan merkuri untuk memisahkan bijih emasnya. Pencemaran yang berasal dari limbah rumah tangga seperti sabun, deterjen, dan olahan makanan dapat menghasilkan zat pencemar. Pencemaran yang berasal dari limbah perkebunan sawit dan karet yang menggunakan pupuk pestisida dan insektisida yang dapat mengakibatkan turunnya kadar oksigen dalam air sungai. Pencemaran yang berasal dari limbah pariwisata misalnya olahan makanan dan limbah anorganik (DLH, 2021).

Tercemarnya air Sungai Batang Tebo oleh sumber tercemar tersebut akan meningkatkan temperatur, TDS, TSS, pH, kekeruhan, konduktivitas listrik, dan kandungan logam berat. Peningkatan temperatur menyebabkan peningkatan pada nilai TDS dan konduktivitas listrik disebabkan karena peningkatan komposisi bahan organik oleh mikroba (Effendi, 2003). Apabila jumlah padatan yang tidak dapat larut (TSS) meningkat dan akan mempengaruhi kekeruhan air, menghambat penetrasi cahaya, dan berpengaruh terhadap proses fotosintesis (Effendi, 2003). Peningkatan nilai pH dipengaruhi oleh peningkatan limbah rumah tangga seperti sabun dan deterjen (Irianto, 2015).

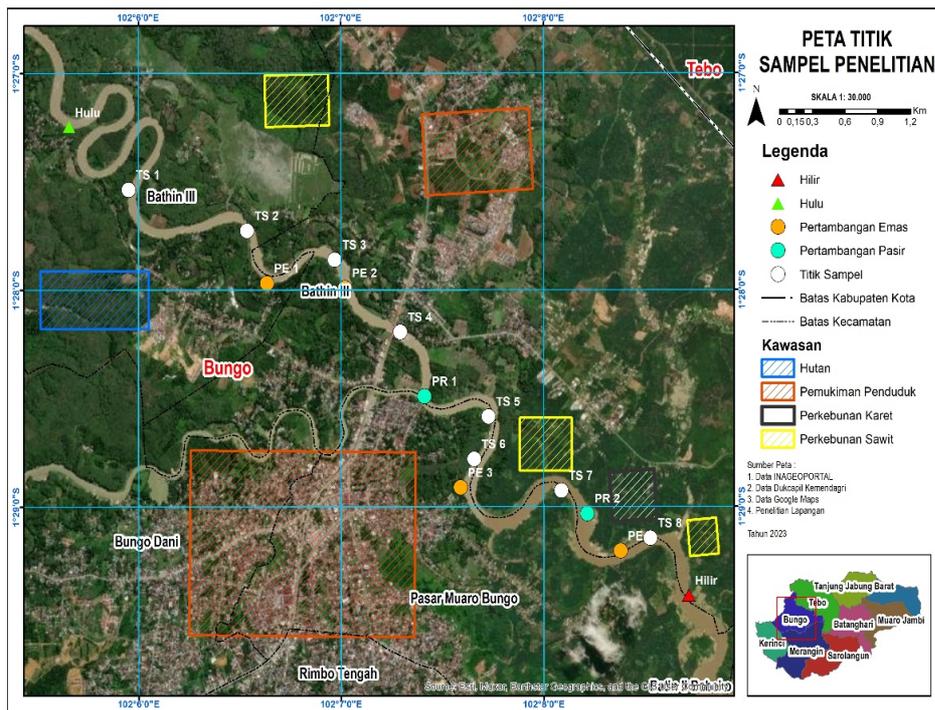
Wiriani dkk. (2018) pernah melakukan penelitian pada Sungai Batanghari dengan metode indeks pencemaran (IP) di Kota Jambi dan menemukan nilai pH di Hulu/Hilir berkisar 5,3/5,2, nilai TSS di Hulu/Hilir berkisar 124/112 mg/l, dan konsentrasi Cu di Hulu/Hilir berkisar 0,87/0,65 mg/l dan sudah melebihi baku mutu yang ditetapkan. Gusri dkk. (2022) pernah melakukan penelitian mengenai penilaian kualitas air zona tengah Sungai Batanghari dengan metode *Water Quality Index* (WQI). Dari penelitian ini disimpulkan bahwa pada zona Kabupaten Bungo memiliki peringkat buruk, yaitu 46,78.

Berdasarkan kondisi yang terjadi pada daerah tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk menguji kualitas air pada Sungai Batang Tebo di Kabupaten Bungo. Parameter pencemar yang digunakan yaitu pH, temperatur, TDS, TSS, kekeruhan, dan logam berat Hg, Pb, dan Cu. Pengujian parameter pencemar dan kandungan logam berat perlu dilakukan karena berdasarkan penelitian Wiriani dkk. (2018) di hulu Sungai Batang Tebo parameter fisis dan kimia serta kandungan tembaga sudah melebihi ambang batas baku mutu yang diperbolehkan.

II. METODE

2.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada delapan titik lokasi dengan pemberian simbol TS1 hingga TS8 di sepanjang DAS Batang Tebo seperti pada Gambar 1. Sumber pencemar pertambangan emas diberi kode PE dan pertambangan pasir diberi kode PR. Kawasan pengambilan sampel berada di dekat hutan dengan simbol berwarna biru, pemukiman penduduk dengan simbol berwarna merah, perkebunan karet dengan simbol berwarna hitam, dan perkebunan sawit dengan simbol berwarna kuning. Sampel air diambil di tengah dengan kedalaman 3 m dari permukaan air sungai sesuai dengan peraturan SNI 06-2412-1991, kemudian sampel air disimpan di dalam botol plastik ukuran 600 ml. Parameter TDS, pH, temperatur, dan konduktivitas listrik diukur langsung di titik lokasi sampel, parameter TSS diukur di Laboratorium Material FMIPA Universitas Andalas, parameter kekeruhan dan logam berat diukur di Laboratorium Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Padang.



Gambar 1 Peta lokasi pengambilan sampel

2.2 Pengambilan dan Pengolahan Data

Temperatur dan pH diukur menggunakan pH meter Eutech Cyberscan 310, kekeruhan diukur menggunakan Turbidity meter Leutron TU-2016, TDS diukur menggunakan TDS & EC Meter, konsentrasi logam berat diukur menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), dan TSS diukur menggunakan metode gravimetri dan dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$TSS(mg/l) = \frac{(A - B) \times 1000}{V} \quad (1)$$

Dimana A adalah berat kertas saring dengan residu kering dalam mg, B adalah berat kertas saring tanpa residu dalam mg, sedangkan V merupakan volume sampel air dalam ml.

Indeks Pencemaran dihitung menggunakan Persamaan 2 yang telah ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air.

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}} \quad (2)$$

Dimana PI_j adalah nilai indeks pencemaran pada setiap titik lokasi, C_i ialah konsentrasi setiap parameter kualitas air yang diperoleh dari pengukuran pada titik lokasi, L_{ij} ialah konsentrasi parameter pencemaran air yang dicantumkan dalam baku mutu air, $(C_i/L_{ij})_M$ adalah nilai maksimum dari semua parameter yang konsentrasi hasil pengukuran parameter dibagi dengan konsentrasi parameter pada baku mutu, $(C_i/L_{ij})_R$ adalah nilai rata-rata dari semua parameter yang konsentrasi hasil pengukuran parameter dibagi dengan konsentrasi parameter pada baku mutu, i adalah parameter ke-1, 2, 3 dan seterusnya, j ialah lokasi ke-1, 2, 3 dan seterusnya.

III. HASIL DAN DISKUSI

Nilai parameter fisis dan kimia di seluruh titik lokasi pada air Sungai Batang Tebo dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 dapat juga ditampilkan baku mutu air berdasarkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017.

Tabel 1 Nilai pengukuran setiap parameter pada air Sungai Batang Tebo di Kabupaten Bungo

Lokasi	TSS (mg/l)*	TDS (ppm)*	Kekeruhan (NTU)**	pH*	Temperatur (°C)*	Pb (mg/l)*	Cu (mg/l)*	Hg (mg/l)*
1	313	22	28,85	6,69	28,9	<0,005	<0,018	0,0023
2	336	20	21,40	6,63	29,0	<0,005	<0,018	<0,001
3	369	24	17,65	6,65	28,8	<0,005	<0,018	<0,001
4	279	18	26,40	6,36	28,9	<0,005	<0,018	<0,001
5	375	29	255,45	6,45	29,1	<0,005	<0,018	<0,001
6	362	24	80,45	6,62	29,1	<0,005	<0,018	0,0011
7	342	23	56,95	6,64	29,2	<0,005	<0,018	0,0013
8	367	24	69,65	6,59	29,4	<0,005	<0,018	<0,001
Rata-rata	343	23	69,60	6,58	29,0	<0,005	<0,018	0,0012
Baku mutu	40	1000	25	6-9	28,0 ± 3	0,03	0,02	0,001

* Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021

** Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017

3.1 Parameter Fisis

3.1.1 Total Suspended Solids

Total Suspended Solids (TSS) merupakan padatan yang tidak dapat mengendap dan tidak dapat terlarut di dasar air, contohnya seperti tanah liat dan lumpur (Rosarina & Laksanawati, 2018). Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa nilai rata-rata TSS yaitu 343 mg/l. Nilai TSS tertinggi berada di titik Lokasi 5 yaitu sebesar 375 mg/l. Nilai TSS terendah berada pada titik Lokasi 4 yaitu sebesar 279 mg/l. Secara keseluruhan, nilai TSS di semua titik lokasi sampel sudah melebihi standar baku mutu air berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 yaitu 40 mg/l.

Nilai TSS tertinggi pada titik Lokasi 5 yang disebabkan oleh adanya aktivitas pertambangan emas, pertambangan pasir, dan aktivitas penduduk. Akibat penggalian tanah oleh aktivitas pertambangan emas dan pasir, sehingga menghasilkan limbah berupa pasir halus dan lumpur. Nilai TSS terendah pada titik Lokasi 4 karena saat pengambilan sampel aktivitas pertambangan sedang tidak beroperasi, terletak sebelum pertambangan pasir, dan tidak dipadati pemukiman penduduk sehingga jumlah padatan tersuspensi lebih sedikit dibandingkan titik lokasi lainnya.

3.1.2 Total Dissolved Solids

Total Dissolved Solids (TDS) merupakan ukuran senyawa organik dan anorganik dalam bentuk mineral, logam, garam, kation dan anion yang terlarut dalam air (Rosarina & Laksanawati, 2018). Pada Tabel 1 diketahui nilai rata-rata TDS yaitu 23 ppm. Nilai TDS tertinggi berada pada titik Lokasi 5 yaitu sebesar 29 ppm. Nilai TDS terendah berada pada titik Lokasi 4 yaitu sebesar 18 ppm. Nilai TDS pada delapan titik lokasi dapat dikatakan masih di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun (2021) yaitu di bawah 1000 ppm.

Nilai TDS tertinggi di Lokasi 5 yang disebabkan karena berada di dekat pasar tradisional, aktivitas pertambangan emas, dan pertambangan pasir. Pertambangan pasir dapat meningkatkan nilai TDS air sungai karena jumlah padatan terlarut dalam air meningkat (Saam dkk., 2018). Aktivitas pasar tradisional yang dipadati oleh penduduk menyebabkan banyaknya limbah seperti sampah plastik, sisa makanan, dan sisa deterjen (Effendi, 2003). Nilai TSS terendah pada titik Lokasi 4 disebabkan karena saat pengambilan sampel pertambangan emas sedang tidak beroperasi dan terletak sebelum pertambangan pasir sehingga padatan terlarut yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan titik lokasi lainnya.

3.1.3 Kekeruhan

Kekeruhan air merupakan penurunan zat padat baik tersuspensi maupun koloid (Lestari dan Trihadiningrum, 2019). Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa nilai rata-rata kekeruhan yaitu 69,60 NTU. Nilai kekeruhan tertinggi berada di titik Lokasi 5 yaitu sebesar 255,45 NTU. Nilai kekeruhan terendah berada di titik Lokasi 3 yaitu sebesar 17,53 NTU. Rata-rata nilai kekeruhan di Sungai Batang Tebo sudah melebihi batas baku mutu air yang diperbolehkan yaitu di atas 25 NTU

Nilai kekeruhan dari hulu ke hilir sungai semakin tinggi. Tingginya nilai kekeruhan di titik Lokasi 5 karena adanya aktivitas pertambangan emas, pertambangan pasir, dan aktivitas pasar tradisional. Nilai kekeruhan terendah pada titik Lokasi 3 karena berada jauh dari aktivitas pertambangan dan aktivitas penduduk. Lokasi 3 ini merupakan wilayah tertutup dimana banyak perkebunan sawit dan karet. Faktor lainnya, disebabkan karena pengambilan sampel dilaksanakan saat musim kemarau sehingga partikel cenderung mengendap karena kecepatan arusnya rendah (Erajalita & Afdal, 2022).

3.1.4 Temperatur

Hasil pengukuran temperatur air Sungai Batang Tebo di Kabupaten Bungo ditampilkan pada Tabel 1. Temperatur udara rata-rata saat pengambilan sampel adalah 28°C. Nilai rata-rata temperatur air yaitu 29°C. Berdasarkan nilai temperatur di Sungai Batang Tebo, dapat dikatakan masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh PP No. 22 Tahun 2021, yaitu deviasi temperatur $\pm 3^\circ\text{C}$ dari temperatur udara saat pengukuran.

Nilai temperatur tertinggi di titik Lokasi 5 karena berada dekat pertambangan emas dan pasir, serta perkebunan karet dan sawit. Pertambangan emas dapat menghasilkan limbah logam, seperti merkuri dapat meningkatkan temperatur air karena toksisitas logam berat dapat mempengaruhi temperatur air (Effendi, 2003). Perkebunan sawit dan karet dapat menghasilkan limbah pestisida yang tidak dapat larut dalam air sungai sehingga meningkatkan temperatur air. Nilai temperatur terendah pada titik Lokasi 3 disebabkan karena dipadati oleh pepohonan seperti perkebunan sawit dan karet serta hutan sehingga badan air tertutupi oleh pepohonan di sekitar sungai.

3.2 Parameter Kimia

3.2.1 Derajat Keasaman

Derajat keasaman (pH) merupakan suatu nilai yang mencirikan keseimbangan asam dan basa dan dijadikan sebagai petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan (Effendi, 2003). Pada Tabel 1 diketahui bahwa nilai rata-rata pH yaitu 6,58. Nilai pH tertinggi berada di Lokasi 1 yaitu 6,69. Nilai pH terendah berada di Lokasi 4 yaitu sebesar 6,36. Nilai pH ini masih sesuai dengan PP No. 22 Tahun 2021 yaitu 6-9 dan tergolong bersifat asam.

Nilai pH tertinggi pada titik Lokasi 1 karena berada di sekitar hutan, perkebunan karet, perkebunan sawit, dan pemukiman penduduk. Bahan kimia dan bahan buangan sampah, seperti deterjen dan sisa makanan dapat menaikkan nilai pH lingkungan air (Irianto, 2015). Nilai pH terendah pada titik Lokasi 4 karena berada di dekat pertambangan emas, lahan terbuka, dan terletak setelah perkebunan sawit. Kelarutan dari limbah logam merkuri dalam air karena pertambangan emas dapat menurunkan pH air (Effendi, 2003). Senyawa yang bersifat asam yang dihasilkan dari proses dekomposisi perkebunan sawit juga dapat menurunkan nilai pH (Johan & Ediwarmun, 2011).

3.2.2 Logam Berat

Pada Tabel 1 dapat dilihat konsentrasi logam berat yang diukur, yaitu merkuri (Hg), timbal (Pb) dan tembaga (Cu). Konsentrasi logam berat Pb dan Cu pada semua titik sampel Sungai Batang Tebo di Kabupaten Bungo masih berada di bawah standar baku mutu, yaitu 0,03 mg/l dan 0,02 mg/l. Konsentrasi Hg yang terdeteksi berada pada titik Lokasi 1, 6, dan 7 yaitu sebesar 0,0023 mg/l, 0,0011 mg/l, dan 0,0013 mg/l telah melebihi batas baku mutu yaitu 0,001 mg/l. Konsentrasi merkuri tertinggi pada Lokasi 1 karena terletak sebelum aktivitas pertambangan emas yang menggunakan merkuri untuk pemisahan emas dengan mineralnya sehingga kadar merkuri lebih tinggi dibandingkan lokasi lainnya. Aliran air sungai di Lokasi 1 ini juga berasal dari air sungai di daerah Lubuk Landai, dimana daerah ini memiliki banyak penambang emas tanpa izin (PETI) sehingga aliran air terbawa oleh arus dan kandungan merkuri mengendap pada titik Lokasi 1.

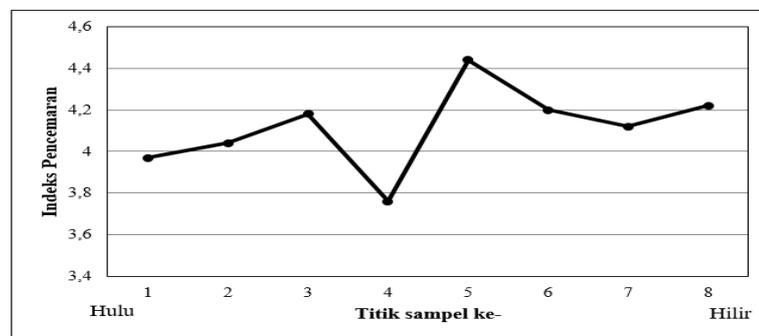
3.3 Indeks Pencemaran DAS Batang Tebo

Indeks pencemaran (IP) yang ditetapkan dalam KEPMEN No. 115 Tahun 2003 bertujuan untuk melihat tingkat pencemaran di suatu perairan. Nilai indeks pencemaran semua lokasi sampel di Sungai Batang Tebo yang dihitung dengan menggunakan Persamaan 2 dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai indeks pencemaran tertinggi berada di Lokasi 5 yaitu sebesar 4,44. Nilai indeks pencemaran terendah berada di Lokasi 4 yaitu sebesar 3,76.

Tabel 2 Nilai indeks pencemaran

Lokasi Sampel	1	2	3	4	5	6	7	8
Indeks Pencemaran	3,97	4,08	4,18	3,76	4,44	4,20	4,12	4,22

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai IP dari hulu ke hilir sungai semakin meningkat dan turun sedikit di titik Lokasi 4. Hal tersebut dipengaruhi oleh limbah yang dibuang oleh masyarakat di sekitar aliran sungai seperti limbah pertambangan emas, perkebunan, rumah tangga, dan pertambangan pasir. Nilai indeks pencemaran di DAS Batang Tebo di Kabupaten Bungo memiliki nilai $1 < IP \leq 5$ dengan rata-rata nilai sebesar 4,12 yang dikategorikan sebagai tercemar ringan.



Gambar 2 Grafik indeks pencemaran

IV. KESIMPULAN

Dari nilai parameter pencemaran air pada Sungai Batang Tebo di Kabupaten Bungo disimpulkan bahwa parameter fisis yang telah melebihi baku mutu yaitu TSS dan kekeruhan, sedangkan yang belum melebihi baku mutu yaitu temperatur dan TDS. Parameter kimia yang telah melebihi baku mutu yaitu logam berat Hg, sedangkan yang belum melebihi baku mutu yaitu pH, logam berat Pb dan Cu. Berdasarkan nilai IP yang diperoleh, Sungai Batang Tebo di Kabupaten Bungo tergolong tercemar ringan dengan nilai rata-rata IP 4,12.

DAFTAR PUSTAKA

- DLH, 2021, Laporan Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup, Kabupaten Bungo, Jambi.
- Effendi, H., 2003, Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan, Kanisius, Yogyakarta.
- Erajalita, A., dan Afdal, 2022, Identifikasi Pencemaran Air Sungai Batanghari di Pulau Punjung Kabupaten Dharmasraya Menggunakan Parameter Fisika dan Kimia, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 11, No. 4, hal. 448–454.
- Gusri, L., Kalsum, S. U., dan Juwita, R., 2022, Penilaian Kualitas Air Zona Tengah Sungai Batanghari Jambi, *Jurnal Daur Lingkungan*, Vol. 5, No. 2, hal. 52–56. <https://doi.org/10.33087/daurling.v5i2.142>
- Irianto, I. K., 2015, *Buku Bahan Ajar Pencemaran Lingkungan*, Universitas Warmadewa.
- Johan, T. I., dan Ediwarman, E., 2011, Dampak Penambangan Emas Terhadap Kualitas Air Sungai Singingi Di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau, *Ilmu lingkungan*, Vol. 5, No. 2, hal. 168–183.

- Kabupaten Bungo, P., 2015, *Kondisi Geografis Kabupaten Bungo*. <https://www.bungokab.go.id/>
- Lestari, P., dan Trihadiningrum, Y., 2019, The Impact of Improper Solid Waste Management to Plastic Pollution in Indonesian Coast and Marine Environment, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 149, hal. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110505>
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- Rosarina, D., dan Laksanawati, E. K., 2018, Studi Kualitas Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Ditinjau Dari Parameter Fisika, *Jurnal Redoks*, Vol. 3, No. 2, hal. 38. <https://doi.org/10.31851/redoks.v3i2.2392>
- Tamrin, Saam, Z., dan Siregar, H. S., 2018, Analisis Kegiatan Penambangan Pasir Batu terhadap Erosi, Kualitas Air dan Sosial Ekonomi Masyarakat di Sekitar Sungai Indragiri, *Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan*, Vol. 8, No. 2, hal. 67–74.
- Wiriani, E. R. E., Yarifudin, H., dan Jalius, 2018, Analisis Kualitas Air Sungai Batanghari Berkelanjutan Di Kota Jambi, *Jurnal Khazanah Intelektual*, Vol. 1, No. 1, hal. 123–141.