

## Identifikasi Pencemaran Air Sungai Batang Lembang di Kota Solok Berdasarkan Tinjauan Fisika dan Kimia

Rani Masita\*, Afdal

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan:

Direvisi:

Diterima:

#### Kata kunci:

kandungan fosfat

kandungan logam berat

konduktivitas listrik

pH

sungai Batang Lembang

TDS

Temperatur

#### Keywords:

content of phosphate

content of heavy metal

electrical conductivity

pH

Batang Lembang river

TDS

temperature

#### Penulis Korespondensi:

Rani Masita

Email: [ranimasita18@gmail.com](mailto:ranimasita18@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pencemaran air sungai Batang Lembang di Kota Solok berdasarkan parameter fisika dan kimia. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak enam titik di sepanjang aliran sungai di Kota Solok. Identifikasi dilakukan berdasarkan parameter temperatur, konduktivitas listrik, pH, TDS, kandungan logam berat (Hg dan Pb), dan kandungan fosfat. Analisis tingkat pencemaran menggunakan metode Indeks Pencemaran air. Berdasarkan nilai IP, air sungai Batang Lembang di Kota Solok dikategorikan tercemar ringan dengan nilai IP rata-rata sebesar 1,124. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa diantara tujuh parameter hanya parameter fosfat yang telah melebihi standar batas baku mutu air sungai kelas II menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Nilai rata-rata temperatur air di sungai Batang Lembang adalah 31°C. Nilai ini lebih tinggi dari temperatur udara di sekitarnya yaitu 30°C. Nilai rata-rata pH sampel air adalah 7,5 yang bersifat basa. Nilai konduktivitas listrik sampel air berkisar antara 136  $\mu\text{S/cm}$  hingga 196  $\mu\text{S/cm}$  dengan nilai rata-rata yaitu 174  $\mu\text{S/cm}$ . Nilai rata-rata TDS sampel air adalah 87 mg/L. Konsentrasi tertinggi Hg dalam sampel air adalah 0,0010 mg/L yang berada tepat pada batas baku mutu dan nilai Pb dalam semua sampel kecil dari 0,002 mg/L yang belum melebihi nilai batas baku mutu sebesar 0,03 mg/L.

*A research to identify water pollution of the Batang Lembang River in Solok City based on physical and chemical parameters. Sampling was carried out at six points along the river flow in the city of Solok. Pollution identification is carried out based on the parameters of temperature, electrical conductivity, pH, TDS, heavy metal content (Hg and Pb), and phosphate content. Analysis of the level of pollution using the water pollution index method. Based on the value of the water pollution index (IP), Batang Lembang river water in the city of Solok is categorized as lightly polluted with an average IP value of 1,124. The measurement results show that among the seven parameters, only the phosphate parameter has exceeded the class II river water quality standard II according to Government Regulation Number 82 year 2001. The average value of the water temperature in the Batang Lembang river is 31°C. This value is higher than the surrounding air temperature, which is 30°C. The average pH value of the water sample is 7,5 which is alkaline. The electrical conductivity values of water samples ranged from 136  $\mu\text{S/cm}$  to 196  $\mu\text{S/cm}$  with an average value of 174  $\mu\text{S/cm}$ . The average value of TDS of water sample was 87 mg/L. The highest concentration of Hg in water samples was 0,0010 mg/L which was right within the quality standard limit and the Pb value in all samples was smaller than 0,002 mg/L which has not exceeded the quality standard limit value of 0,03 mg/L.*

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat diperlukan bagi makhluk hidup. Semua kegiatan kehidupan manusia dari pangan hingga industri memerlukan air yang berkualitas. Kualitas air harus dijaga dengan baik agar kelangsungan hidup di muka bumi tidak terganggu karena adanya pencemaran. Pencemaran air disebabkan oleh adanya limbah yang dibuang langsung ke sungai. Limbah tersebut berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri, limbah pertanian, limbah pertambangan dan limbah pariwisata.

Limbah yang dibuang langsung ke sungai cepat atau lambat akan menyebabkan terlampauinya kemampuan sungai untuk membersihkan diri sendiri (self purification), sehingga akan menimbulkan permasalahan yang serius yaitu pencemaran air sungai. Air sungai yang telah tercemar biasanya memiliki temperatur yang lebih tinggi daripada temperatur optimum untuk organisme perairan. Peningkatan temperatur menyebabkan peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Ciptadi dkk., 2022). Temperatur yang tinggi juga menunjukkan adanya indikasi terdapat bahan kimia sehingga banyaknya ion yang bergerak mempengaruhi nilai pH dan TDS. Peningkatan TDS terhadap makhluk hidup dalam suatu perairan bisa menyebabkan afiksiasi karena penyumbatan insang ikan oleh partikel-partikel.

Pengelolaan sumber daya air sangat penting, agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dengan tingkat mutu yang diinginkan. Salah satu langkah pengelolaan sumber daya air adalah pemantauan kualitas air yang mencakup pemantauan kualitas fisika, kimia, dan biologi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa parameter fisika dan kimia dapat menentukan tingkat pencemaran suatu sungai. Parameter fisik dan kimia yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran adalah pengukuran pH, konduktivitas listrik, Total Dissolved Solids (TDS), logam berat, dan fosfat (Eldrin dkk., 2019; Ndani, 2016).

Pemantauan kualitas air sungai dapat juga diamati dengan melihat status mutu air. Status mutu air sungai menunjukkan tingkat pencemaran suatu sumber air dalam waktu tertentu, dibandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan (Ali dkk., 2013). Salah satu metode yang dapat digunakan dalam penentuan status mutu air adalah Metode Indeks Pencemaran. Indeks Pencemaran (IP) digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. IP ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat digunakan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai (KMNLH, 2003).

Sungai Batang Lembang merupakan salah satu sungai yang tercemar di Sumatera Barat. Dinas Lingkungan Hidup Kota Solok (2021) menyatakan bahwa status mutu air Sungai Batang Lembang yang berada di Kota Solok tergolong tercemar ringan dengan nilai rata-rata -9 yang dihitung menggunakan metode STORET. Pencemaran disebabkan oleh limbah yang berasal dari aktifitas masyarakat perkotaan dan aktifitas domestik seperti pabrik tahu yang berada di bataran sungai yang langsung dibuang ke badan air sungai tanpa suatu proses pengolahan.

Azhar dan Dewata (2018) pernah melakukan penelitian di sungai Batang Lembang Kota Solok mengenai studi kapasitas beban pencemaran sungai berdasarkan parameter organik (BOD, COD dan TSS). Hasil penelitian didapatkan bahwa daya tampung beban pencemaran sungai Batang Lembang segmen Kota Solok berdasarkan parameter organik harus dikurangi beban pencemarannya. Pencemaran berasal dari limbah pemukiman padat penduduk yang langsung dibuang ke badan sungai tanpa suatu proses pengolahan. Badan sungai yang terlalu dekat dengan kawasan pertanian, perkebunan, dan peternakan juga menyebabkan adanya sumber pencemaran yang berasal dari kimia organik.

Penelitian di kota Solok juga pernah dilakukan oleh Pratiwi dan Aida (2018) mengenai penyebaran kontaminan logam berat Timbal (Pb) dan Merkuri (Hg) dari air lindi terhadap air sungai. Mereka menyatakan bahwa lindi yang dihasilkan TPA Regional Kota Solok telah melebihi standar baku mutu yang ditetapkan oleh PP RI No. 82 Tahun 2001. Berdasarkan simulasi model 2 dimensi, kontaminan Pb dan Hg telah menjangkau Sungai Batang Lembang yang berjarak  $\pm 2500$  m dari TPA Regional Kota Solok. Dengan demikian, maka perlu juga dilakukan pengujian kualitas air di Sungai Batang Lembang agar mengetahui kadar kontaminan Pb dan Hg.

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan di atas, maka diperlukan pemantauan kembali kualitas air Sungai Batang Lembang. Pemantauan kembali bertujuan untuk menjaga kualitas air Sungai Batang Lembang di Kota Solok pada masa mendatang. Parameter pencemar yang akan diukur adalah

pH, temperatur, konduktivitas listrik, TDS, kandungan logam berat merkuri dan timbal, dan kandungan fosfat.

## II. METODE

### 2.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada enam lokasi di sepanjang daerah aliran Sungai Batang Lembang segmen kota Solok. Lokasi pengambilan sampel di sepanjang daerah aliran Sungai Batang Lembang yaitu pada daerah sawah (S.1), peternakan ayam (S.2), pabrik tahu (S.3), pasar tradisional (S.4), permukiman (S.5), dan bengkel (S.6). Sampel air yang diambil sebanyak 600 ml menggunakan ember dan kemudian disimpan menggunakan botol plastik. Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengukuran kandungan logam berat dan fosfat. Temperatur, TDS, konduktivitas listrik, dan pH diukur langsung di lokasi yang bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta lokasi pengambilan sampel

### 2.2 Pengambilan Data

pH diukur menggunakan pH meter ATC 2011, temperatur diukur menggunakan termometer, TDS dan konduktivitas listrik diukur menggunakan TDS & EC meter (Hold). Sementara data kandungan logam berat dan kandungan fosfat diperoleh dari analisis Laboratorium Kesehatan Daerah Padang.

### 2.3 Pengolahan Data

Data setiap parameter diolah menggunakan Microsoft Excel 2010 dan dianalisis menggunakan metode Indeks Pencemaran yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air dengan menggunakan persamaan (1).

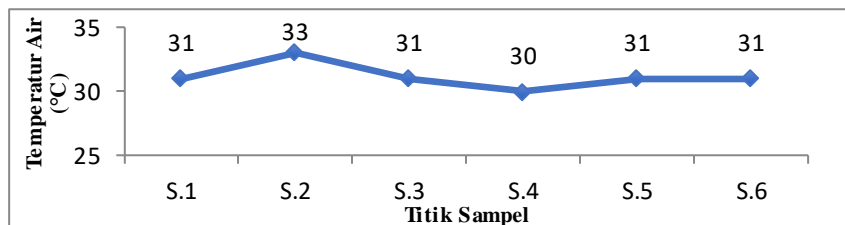
$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i / L_{ij})_M^2 + (C_i / L_{ij})_R^2}{2}} \quad (1)$$

Dimana  $PI_j$  merupakan Indeks Pencemaran air peruntukan air ke- $j$ ,  $C_i$  adalah nilai parameter kualitas air ( $i$ ) yang diperoleh dari hasil analisis sampel air pada suatu lokasi pengambilan sampel,  $L_{ij}$  adalah nilai parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Peruntukan Air ke- $j$ ,  $(C_i / L_{ij})_M$  adalah  $C_i / L_{ij}$  maksimum,  $(C_i / L_{ij})_R$  adalah  $C_i / L_{ij}$  rata-rata,  $i$  adalah urutan parameter ke 1,2,3,... pada tabel hasil pengukuran, dan  $j$  adalah kategori fungsi air.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Temperatur

Hasil pengukuran temperatur air sungai Batang Lembang di kota Solok ditampilkan pada Gambar 2. Temperatur udara rata-rata saat pengambilan sampel adalah 30°C. Nilai rata-rata temperatur air yaitu 31°C, nilai ini masih berada pada ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan yaitu deviasi 3°C dari temperatur udara sekitar.

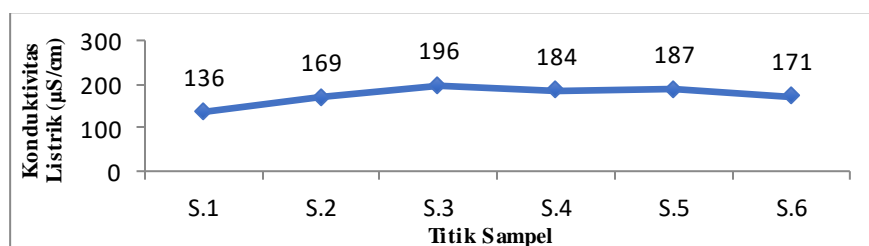


Gambar 2 Grafik nilai temperatur terhadap titik pengambilan sampel

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa temperatur terendah terdapat pada S.1 yang disebabkan oleh pengambilan sampel yang dilakukan pada pagi hari dimana air sungai belum terpapar sinar matahari. Nilai temperatur air tertinggi terdapat pada S.2 yang merupakan lokasi pengambilan sampel yang berdekatan dengan peternakan ayam yang memiliki limbah bahan organik. Perairan yang mengandung banyak bahan organik akan menyebabkan rendahnya kandungan oksigen terlarut yang akan menyebabkan temperatur pada air meningkat (Yuningsih dkk., 2014). Temperatur air sungai pada S.2 lebih tinggi dari sampel lainnya tetapi masih berada dalam rentang baku mutu yang ditetapkan. Dari Lokasi S.2 menuju Lokasi S.4 nilai temperatur mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena berkurangnya pemukiman penduduk dan kegiatan industri di pinggir sungai. Lokasi S.5 mengalami peningkatan kembali yang disebabkan padatnya pemukiman di sekitar lokasi pengambilan sampel.

#### 3.2 Konduktivitas Listrik

Grafik hubungan konduktivitas listrik terhadap lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3 dengan nilai rata-rata total pengukuran konduktivitas listrik adalah 174  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa dari lokasi S.1 menuju lokasi S.3 konduktivitas listrik mengalami peningkatan dan mencapai nilai tertinggi pada lokasi 3. Lokasi S.3 merupakan pabrik tahu yang menghasilkan limbah dari larutan asam cuka untuk menggumpalkan sari kedelai sehingga menjadi tahu (Kaswinarni, 2007). Meningkatnya larutan asam di perairan akan meningkatkan garam terlarut sehingga nilai konduktivitas listrik di perairan juga akan meningkat. Dari lokasi S.3 menuju lokasi S.6 mengalami penurunan, hal ini disebabkan oleh lokasi yang tidak terdapat kegiatan yang menghasilkan limbah dalam jumlah besar.



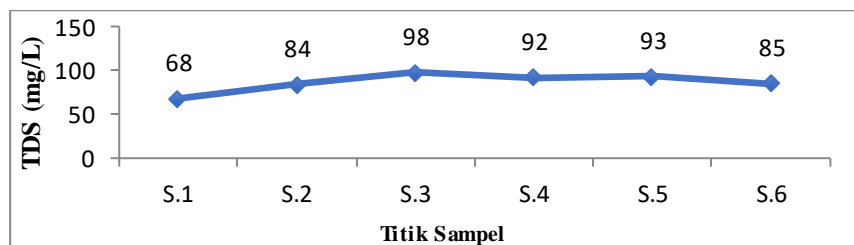
Gambar 3 Grafik nilai konduktivitas listrik terhadap titik pengambilan sampel

### 3.3 Potential Hydrogen (pH)

Hasil pengukuran *Potential Hydrogen* (pH) di enam titik lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 4 Nilai pH di lokasi penelitian berada di kisaran 6,9 hingga 7,7 dengan nilai rata-rata total pH adalah 7,5 yang bersifat basa namun belum melebihi baku mutu pH air sungai menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 yaitu 6,0-9,0.

### 3.4 Total Dissolved Solid (TDS)

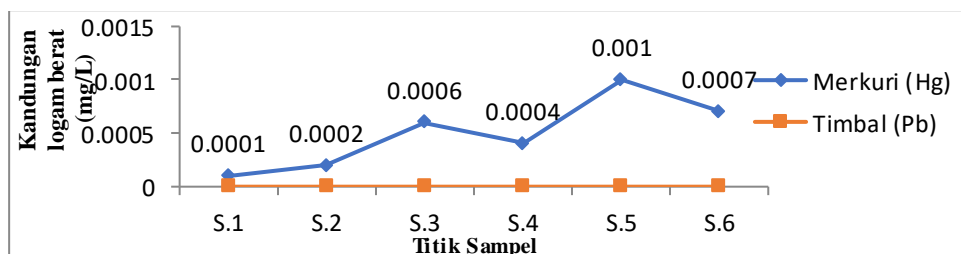
Grafik hubungan TDS terhadap titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai TDS di enam titik lokasi pengambilan sampel berkisar antara 68 mg/L hingga 98 mg/L dengan nilai rata-rata total TDS sebesar 87 mg/L. Nilai TDS terendah terdapat pada lokasi S.1 yaitu sebesar 68 mg/L. Lokasi S.1 yang merupakan daerah sawah yang jauh dari kegiatan industri. Kurangnya kegiatan industri dan permukiman penduduk menyebabkan nilai TDS cenderung menurun (Putri dkk., 2014). Nilai TDS tertinggi sebesar 98 mg/L terdapat pada lokasi S.3 yang merupakan daerah pabrik tahu. Pabrik tahu menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan organik dan nitrogen yang menyebabkan nilai TDS meningkat (Sepriani dkk., 2016). Hal ini juga menyebabkan nilai TDS pada sampel air sungai setelah melewati pabrik tahu lebih besar daripada sampel air sungai sebelum melewati pabrik tahu.



Gambar 5 Grafik nilai TDS terhadap titik pengambilan sampel

### 3.5 Kandungan Logam Berat Pb dan Hg

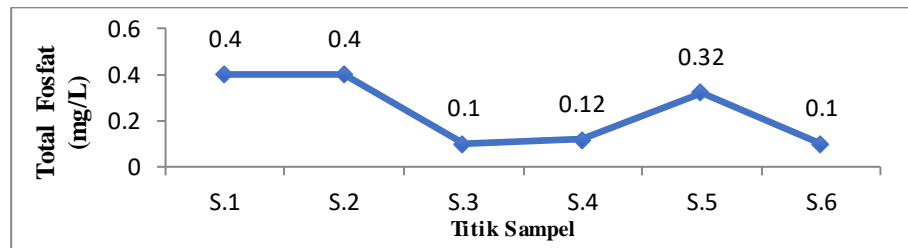
Hasil pengujian kandungan logam berat Pb dan Hg untuk enam sampel dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa grafik nilai kandungan Hg tidak beraturan sedangkan nilai kandungan Pb konstan berada di bawah batas deteksi logam berat Pb yaitu di bawah 0,002 mg/L. Rendahnya nilai kandungan Pb pada semua lokasi pengambilan sampel diakibatkan oleh kurangnya aktivitas masyarakat yang mengekstraksi atau mengeksploitasi logam tersebut serta sifat Pb yang memiliki kelarutan yang cukup rendah pada air sehingga kadarnya relatif sedikit. Nilai kandungan Hg di lokasi penelitian berada di kisaran 0,00001 mg/L hingga 0,0010 mg/L. Lokasi S.5 menjadi lokasi yang memiliki nilai kandungan Hg tertinggi di antara lokasi pengambilan sampel lainnya. Penyebab tingginya kandungan Hg di lokasi ini berasal dari lahan bekas Penambangan Emas Tanpa Ijin (PETI) yang berada di sekitar daerah pengambilan sampel. Kandungan Hg digunakan untuk memisahkan bijih emas dari batuan atau tanah (Bouty dkk., 2022).



Gambar 6 Grafik nilai kandungan logam berat terhadap titik pengambilan sampel

### 3.6 Kandungan Fosfat

Grafik hubungan kandungan fosfat terhadap titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai rata-rata total kandungan fosfat adalah 0,24 mg/L yang telah melebihi baku mutu kandungan fosfat pada air sungai menurut PP RI No. 82 Tahun 2001.



**Gambar 7** Grafik nilai kandungan fosfat terhadap titik pengambilan sampel

Nilai kandungan fosfat tertinggi berada pada lokasi S.1 dan S.2. Tingginya nilai kandungan fosfat pada lokasi tersebut disebabkan oleh limbah yang berasal dari pupuk pertanian pada daerah persawahan dan kotoran ayam pada daerah peternakan. Nilai kandungan fosfat juga tinggi di lokasi S.5 yang disebabkan oleh limbah domestik yang mengandung detergen. Detergen dapat meningkatkan kadar fosfat karena ion fosfat merupakan salah satu komposisi penyusun detergen (Tungka dkk., 2016). Lokasi S.3 dan S.6 menjadi lokasi yang memiliki kandungan fosfat terendah. Faktor yang menyebabkan rendahnya nilai kandungan fosfat yaitu lokasi. Sifat fosfat yang lebih mudah berikatan dengan logam-logam atau kation dalam tanah dari pada larut dalam air menyebabkan kandungan fosfat mudah mengendap sehingga semakin ke hilir kandungan fosfat dalam air sungai akan mengalami penurunan (Listantia, 2020).

### 3.7 Analisis Kualitas Air Sungai Batang Lembang di Kota Solok

Analisis kualitas air dilakukan berdasarkan pada nilai indeks pencemaran (IP) yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air. Nilai IP untuk enam sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Nilai IP terhadap status mutu air

Titik Lokasi	Nilai Indeks Pencemaran (IP)	Status Mutu Air
S.1	1,79	Tercemar Ringan
S.2	1,79	Tercemar Ringan
S.3	0,45	Kondisi Baik
S.4	0,44	Kondisi Baik
S.5	1,42	Tercemar Ringan
S.6	0,51	Kondisi Baik
Rata-rata Total	1,00	Tercemar Ringan

Dari Tabel 1 didapatkan bahwa nilai rata-rata IP pada sampel air sungai adalah 1,00 yang dikategorikan tercemar ringan. Ada tiga lokasi yang memiliki nilai IP antara  $1 \leq IP \leq 5$  yaitu lokasi S.1, S.2, dan S.5. Berdasarkan tujuh parameter hanya satu parameter yang telah melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan oleh PP RI No. 82 Tahun 2001 yaitu parameter kandungan fosfat yang berada lokasi S.1, S.2, dan S.5. Kandungan fosfat yang telah melebihi baku mutu mempengaruhi nilai IP yang tinggi di tiga lokasi ini.

## IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa air sungai Batang Lembang di Kota Solok telah tercemar ringan dengan nilai indeks pencemaran sebesar 1,00. Hal ini didukung oleh parameter kandungan fosfat yang telah melebihi nilai batas baku mutu air sungai yang ditetapkan oleh PP RI No. 82 Tahun 2001 yaitu sebesar 0,2 mg/L. Untuk parameter temperatur, konduktivitas listrik, pH, TDS, dan kandungan logam berat Pb dan Hg belum melebihi nilai batas baku mutu yang ditetapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A. and dkk. (2013), “Kajian Kualitas Air dan Status Mutu Air Sungai metro di Kecamatan Sukun Kota Malang”, *Jurnal Bumi Lestari*, Vol. 13 No. 2, pp. 265–274.
- Azhar, A. and Dewata, I. (2018), “Studi kapasitas beban pencemaran sungai berdasarkan parameter organik (BOD, COD dan TSS) di Batang Lembang Kota Solok, Provinsi Sumatera Barat”, *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, Vol. 2, pp. 76–87.
- Bouty, A.A., Riogilang, H. and Mangangka, I.R. (2022), “Analisa Potensi Pencemaran Merkuri Pada Sungai Ongkag Dumoga Akibat Kegiatan Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI)”, *Tekno*, Vol. 20, pp. 537–544.
- Bumi, L.F. and Fisika, J. (2014), “Dari Tinjauan Fisis Dan Kimia”, Vol. 3 No. 3, pp. 191–197.
- Ciptadi, Gatot, Koderi, Rahmawati, E. (2022), *Filosofi Lingkungan Hidup Modern*.
- Eka, N., Eldrin, H., Puryanti, D. and Budiman, A. (2019), “Identifikasi Kandungan Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) pada Air Sungai Malakutan Kota Sawahlunto”, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 8 No. 1.
- Kaswinarni, F. (2012), “Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang , Sederhana Kendal dan”, *Kesehatan Lingkungang*, Vol. 4 No. 2, pp. 1–20.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2003), “Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air”, *Jakarta : Menteri Negara Lingkungan Hidup*, pp. 1–15.
- Listantia, N.L. (2020), “Analisis Kandungan Fosfat PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> Dalam Air Sungai Secara Spektrofotometri Dengan Metode Biru-Molibdat”, *SainsTech Innovation Journal*, Vol. 3 No. 1, pp. 59–65.
- Ndani, L.P.L.M. (2019), “Penentuan Kadar Senyawa Fosfat Di Sungai Way Kuripan Dan Way Kuah Dengan Spektrofotometri Uv-Vis”.
- pemerintah republik Indonesia. (2001), “Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air”.
- Pratiwi, D. and Aida, E.R. (2018), “Studi Penyebaran Kontaminan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Merkuri (Hg) Dari Air Lindi Terhadap Air Sungai (Studi Kasus Tpa Regional Kota Solok)”, *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, Vol. 1 No. 4, pp. 167–171.
- Sepriani, Abidjulu, J. and Kolengan, H.S. (2016), “Pengaruh Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai Paal 4 Kecamatan Tikala Kota Manado”, *Chemistry Progress*, Vol. 9 No. 1, pp. 29–33.
- Solok, D.L.H.K. (2021), Laporan Status Mutu Air Sungai Kota Solok Tahun 2021.
- Tungka, A.W., Haeruddin, H. and Ain, C. (2017), “Konsentrasi Nitrat Dan Ortofosfat Di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Dan Kaitannya Dengan Kelimpahan Fitoplankton Harmful Alga Blooms (HABs) Concentration of Nitrate and Orthophosphate at Banjir Kanal Barat Estuary and their Relationship with the Abundanc”, *SAINTEK PERIKANAN : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, Vol. 12 No. 1, p. 40.
- Yuningsih, H.D., Soedarsono, P. and Anggoro, S. (2014), “<http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares>”, Vol. 3 No. June 2013, pp. 37–43.