

Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air di Sungai Pepe Bagian Hilir, Surakarta

*Water Quality Analysis and Water Pollution Control Strategies in the Pepe Hilir River,
 Surakarta*

Ulfi Hanum¹, Muhammad Fadhil Ramadhan², Muhammad Fadhilah Armando³, Muchammad Sholiqin⁴, Siti Rachmawati⁵

^{1,2,3,4,5}Ilmu Lingkungan Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret

¹ulfihanum@student.uns.ac.id*, ²fadhilr07@student.uns.ac.id, ³fadhilaharmando@student.uns.ac.id,

⁴muchammadsholiqin@student.uns.ac.id, ⁵siti.rachmawati@staff.uns.ac.id

Abstract

River water quality is influenced by the natural conditions of the river, human activities and land use in the vicinity. Water pollution is the inclusion or entry of various kinds of objects, living things, energy, substances and other components into the air by human activities, which then causes air quality to decrease to a certain level so that it cannot be utilized according to its use. Pepe River is one of the rivers that pass through the Surakarta area. Pepe River is divided into two, namely Pepe Hulu and Pepe Hilir. The Pepe Hilir River is 5.76 km long. Pollution that occurs in the Pepe River is dominated by household waste. The water quality of the Pepe Hilir River is classified as class IV. This study aims to determine the pollution of the Pepe Hilir River so that it can provide recommendations for water management strategies for the Pepe Hilir River. This study uses descriptive quantitative methods obtained through observation and journal literature related to physico-chemical parameters in river water. The results showed that the level of water pollution of the Pepe Hilir River was said to be good at the three research locations, not showing any water pollution based on the results of measurements using HORIBA U-50 (Multiparameter Water Quality Checker). Based on secondary data in the form of previous research, it shows that the Surakarta City government has promoted the Pepe River pollution control strategy, but community participation is still considered minimal. Therefore, the recommendation for the government is that the government prioritizes the community so that they are able to contribute to waste management on the banks of the Pepe River with outreach campaigns to villages traversed by the Pepe Hilir River. The government can also understand with community leaders or community institutions to help encourage the community to want to participate in river management programs. In addition, the Surakarta city government is also advised to provide great opportunities for the community to be involved in programs promoted by the government.

Keywords: *Water Quality, Water Pollution, River*

Abstrak

Kualitas air sungai dipengaruhi oleh kondisi alam sungai, kegiatan manusia dan tata guna lahan di sekitarnya. Pencemaran air merupakan dimasukkannya atau masuknya macam benda, makhluk hidup, energi, zat dan komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, yang kemudian menyebabkan kualitas air menurun hingga ke tingkat tertentu sehingga air tidak dapat dimanfaatkan sesuai dengan kegunaannya. Sungai Pepe merupakan salah satu sungai yang melewati wilayah Surakarta. Sungai Pepe terbagi menjadi dua, yaitu Pepe Hulu dan Pepe Hilir. Sungai Pepe Hilir sepanjang 5,76 km. Pencemaran yang terjadi di Sungai Pepe didominasi oleh limbah rumah tangga. Kualitas air Sungai Pepe Hilir masuk ke dalam kelas IV. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran Sungai Pepe Hilir sehingga dapat memberikan rekomendasi strategis pengelolaan air Sungai Pepe Hilir. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif yang didapatkan melalui observasi serta literatur jurnal terkait parameter fisik-kimia pada air sungai. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa tingkat pencemaran air Sungai Pepe Hilir dikatakan baik karena pada ketiga lokasi penelitian tidak menunjukkan adanya pencemaran air berdasarkan hasil pengukuran menggunakan HORIBA U-50 (Multiparameter Water Quality Checker). Berdasarkan data sekunder berupa penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa pemerintah Kota Surakarta telah menggalakan strategis pengendalian pencemaran Sungai Pepe, tetapi partisipasi masyarakat dinilai masih minim. Oleh karena itu,

rekomendasi untuk pemerintah yaitu pemerintah dianjurkan menekan masyarakat agar mampu berkontribusi melakukan pengelolaan sampah di bantaran Sungai Pepe dengan kampanye berupa sosialisasi ke desa-desa yang dilalui oleh Sungai Pepe Hilir. Pemerintah juga dapat bekerjasama dengan tokoh masyarakat atau Lembaga dalam masyarakat untuk membantu mendorong masyarakat agar mau berpartisipasi dalam program pengelolaan sungai. Selain itu, pemerintah kota Surakarta juga dianjurkan untuk memberikan kesempatan dengan peluang yang besar kepada masyarakat untuk terlibat dalam program-program yang digalakkan oleh pemerintah.

Kata Kunci: Kualitas Air, Pencemaran Air, Sungai

Pendahuluan

Air merupakan suatu sumber daya alam yang dapat diperbarui karena air tidak akan pernah habis dan akan selalu ada walaupun makhluk hidup selalu memanfaatkannya. Berdasarkan perhitungan *World Health Organization* (WHO), air yang dibutuhkan oleh setiap individu di negara maju yakni berkisar 60 hingga 120 liter per hari (Sujatini, dkk., 2020). Selain itu air juga merupakan suatu zat yang tersusun dari unsur kimia hidrogen dan oksigen dan berada dalam bentuk gas, cair, dan padat. Air adalah salah satu senyawa yang paling banyak dan penting bagi kehidupan makhluk hidup. Air merupakan sumber daya alam yang memenuhi hajat hidup orang banyak sehingga perlu dilindungi agar dapat tetap bermanfaat bagi hidup dan kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Air digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti kegiatan industri, kebersihan sanitasi kota, maupun untuk keperluan pertanian dan lain sebagainya (Asori, M., K., 2021; Asmawati dkk., 2021; P. A. Sari dkk., 2020). Salah satu jenis air yang selalu dimanfaatkan manusia adalah jenis air (cair) yaitu air sungai. Air sungai merupakan air permukaan yang digunakan untuk keperluan masyarakat. Air sungai memiliki 3 jenis pembagian berdasarkan daerahnya yaitu daerah hulu, tengah, dan hilir. Kualitas air sungai adalah suatu hal yang penting sebelum air sungai itu dimanfaatkan oleh makhluk hidup. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh kondisi alam sungai, kegiatan manusia dan tata guna lahan di sekitarnya. Kemampuan daya tampung air sungai secara alamiah terhadap pencemaran harus tetap dipertahankan untuk meminimalkan terjadinya penurunan kualitas air sungai. Selain itu, sungai sendiri dimanfaatkan sebagai tempat penampungan air, sarana transportasi, pengairan sawah, keperluan peternakan, keperluan industri, perumahan, ketersediaan air, irigasi, tempat memelihara ikan dan juga sebagai tempat rekreasi (Asori, M., K., 2021). Sungai merupakan salah satu jenis lahan basah yang memiliki keanekaragaman di dalamnya. Karakteristik sungai sangat berpengaruh dalam kualitas air sungai (Asori, M., K., 2021). Air yang bergerak mengencerkan dan menguraikan polutan lebih cepat daripada air yang tergenang, tetapi banyak sungai dan aliran air yang tercemar secara signifikan di seluruh dunia (Supriyanto dkk., 2021). Banyak jenis polusi dibuang ke sungai, dan proses pemurnian menghilangkannya dengan berbagai kecepatan. Beberapa logam berat, misalnya, dihilangkan relatif cepat karena tanah liat tersuspensi dan partikel organik memiliki sedikit muatan listrik dan menyerap atom logam. Ketika tanah liat atau partikel organik mengendap dari air, mereka membawa atom logam bersamanya. Sayangnya beberapa polutan sangat persisten di dalam air dan dapat terakumulasi di hilir, menyebabkan bahaya besar. Penurunan kualitas air seperti air sungai contohnya, bisa terjadi sebagai akibat pembuangan limbah yang tidak terkendali akibat aktivitas pembuangan di sepanjang sungai sehingga tidak sesuai dengan daya dukung lingkungan (P. A. Sari dkk., 2021).

Pencemaran air merupakan dimasukkannya atau masuknya macam benda, makhluk hidup, energi, zat dan komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, yang kemudian menyebabkan kualitas air menurun hingga ke tingkat tertentu sehingga air tidak dapat dimanfaatkan sesuai dengan kegunaan atau peruntukannya (W. J. Mitsch & Gosselink, 2007). Pencemaran air adalah perubahan status air akibat limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia yang sangat beragam, seperti limbah hasil produksi industri dan limbah aktivitas rumah tangga (Frasson dkk., 2017). Pencemaran air didefinisikan sebagai adanya bahan kimia dan agen biologis beracun dalam air tanah yang melebihi jumlah alami yang ditemukan di dalam air dan dapat menimbulkan ancaman bagi kesehatan manusia dan lingkungan (R. Yati, 2021). Banyak sekali perairan yang mulai tercemar, sehingga ketersediaan air bersih mulai terancam. Peristiwa ini terjadi akibat adanya aktivitas manusia yang semakin meningkat yang didorong oleh adanya peningkatan jumlah penduduk (D. Kamalia & Sudarti, 2022). Selain itu, pencemaran air dapat terdiri dari bahan kimia yang masuk ke badan air sebagai akibat dari berbagai aktivitas manusia. Berapapun jumlah bahan kimia tersebut mencemari air, terlepas dari bahaya yang ditimbulkannya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Penyebab utama

pencemaran air seperti banyak pelarut terklorinasi yang biasa digunakan dalam industri (seperti PCE, TCE, 1,1,1-TCA) adalah contoh bahan kimia yang mencemari perairan kita secara eksklusif karena aktivitas manusia. Kualitas air Sungai Winongo dengan menggunakan parameter fisika, kimia, dan biologi, pada hasil penelitian menunjukkan rendahnya kualitas air sungai diakibatkan oleh dinamika aktivitas warga yang terdapat di sepanjang Sungai Winongo. Tingginya parameter seperti BOD, COD, Nitrat, Detergen, dan Fenol pada lokasi 1 serta BOD, COD, Nitrat, Fenol, dan Coliform Total dilokasi penelitian disebabkan oleh aktivitas warga seperti membuang dan menumpuk sampah di tepi sungai, mandi cuci kakus di sungai, membuang air limbah industri tahu, limbah domestik, serta limbah peternakan ke sungai, dan didukung pula oleh sistem sanitasi yang kurang memadai (T. Chakravarty & S. Gupta, 2021).

Surakarta memiliki berbagai sungai dengan tingkat pencemaran yang berbeda-beda. Kurang lebih terdapat sembilan sungai yang kondisi perairannya mengkhawatirkan, yakni Sungai Pepe, Sungai Kali Anyar, Sungai Boro, Sungai Gajah Putih, Sungai Brojo, Sungai Bengawan Solo, Sungai Jenes, Sungai Wingko, dan Sungai Premulung (A. Hudha dkk, 2018). Hal tersebut disebabkan karena Surakarta sangat banyak jenis kegiatan industri yang menghasilkan limbah. Kegiatan industri yang ada terdapat dampak positif yaitu dapat meningkatkan perekonomian masyarakat, mengurangi tingkat pengangguran karena semakin banyaknya lapangan pekerjaan yang tersedia, terpenuhinya kebutuhan hidup, mensejahterakan kehidupan manusia, dan lain-lain (E. Yogafanny, 215). Selain itu, juga terdapat dampak negatifnya yaitu berupa adanya limbah produksi yang dibuang begitu saja ke air sungai tanpa ada penanganan yang menyebabkan pencemaran air sungai (M. W. Tamami, 2020). Adanya perkembangan jumlah industri di Kota Surakarta di sisi lain justru menimbulkan masalah baru bagi lingkungan, khususnya pada sungai di Kota Surakarta yang semakin mengkhawatirkan akibat adanya pembuangan limbah secara sembarangan (E. A. R. Pspadjuita, 2018). Kemudian, jika limbah hasil industri maupun limbah domestik yang tidak dikelola dengan benar, limbah dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia (H. S. D. Kospa & Rahmadi, 2019).

Sungai Pepe merupakan bagian dari Sub Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo yang lokasinya berada di wilayah Kabupaten Semarang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Sukoharjo dan Kota Surakarta cenderung mengalami kerusakan dan pencemaran lingkungan yang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas air. Surakarta merupakan wilayah aglomerasi yang menjadikannya banyak kegiatan industri atau antropogenik yang membawa pengaruh buruk terhadap lingkungan kota, terutama sungai-sungai yang terletak di pusat Kota Surakarta. Sungai Pepe merupakan salah satu sungai yang melewati wilayah Surakarta. Sungai Pepe merupakan anak sungai dari Sungai Bengawan Solo. Sungai Pepe terletak di bagian barat Sungai Bengawan Solo yang alirannya mengalir dari barat ke timur hingga berujung atau mencapai muara di Bengawan Solo. Hampir sebagian besar kelurahan di Surakarta bagian utara dilewati oleh Sungai Pepe. Hal tersebut menyebabkan Sungai Pepe berpotensi mengalami penurunan kualitas karena padatnya penduduk di wilayah Surakarta serta adanya kegiatan industri yang dapat menambah beban pencemar. Terdapat penampakan fisik berupa talud, sempadan, arus sungai, sampah hingga kualitas air yang berbeda-beda antara satu titik Kawasan dengan titik Kawasan yang lain (P. Z. Rahmadi, 2018). Pada bagian sempadan sungai dimanfaatkan untuk menanam berbagai jenis tumbuhan, tetapi pada bagian sempadan juga ditemui pembangunan pemukiman yang menyebabkan permasalahan terhadap ketersediaan dan kualitas air padahal Sungai Pepe berperan penting bagi ketersediaan air untuk masa depan di wilayah Surakarta. Selain itu, Sungai Pepe juga saat ini berfungsi sebagai drainase kota, wisata transportasi air hingga dimanfaatkan orang untuk memancing (I. Manisalidis, 2020). Penelitian terkait kualitas air sungai Krukut, Jakarta dengan menggunakan metode gabungan antara kuantitatif dan kualitatif. Selain itu, penelitian tersebut juga menggunakan metode SWOT (Strength, weakness, opportunity, and Threat) untuk menentukan upaya pengendalian pencemaran air (E. Krisnawati & w. Prabowo, 2018). Berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan, penelitian ini akan melakukan evaluasi terhadap strategi pengendalian pencemaran air dari pemerintah Surakarta yang datanya didapatkan dari penelitian sebelumnya oleh Mumpuni (E. G. Ramadhoni dkk, 2017). Evaluasi strategi pengendalian pencemaran air tersebut diimbangi dengan menganalisis kualitas air dengan mengambil beberapa sampel air di 3 titik lokasi. Prioritas lokasi yang akan ditentukan yaitu lokasi dengan banyak limbah domestik, seperti pada pintu air dan saluran masuk air yang berasal dari rumah-rumah warga.

Berdasarkan peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 98 tahun 2018 pasal 5 ayat 1, lokasi penelitian merupakan berada pada segmen 3 dengan klasifikasi mutu air kelas 4. Untuk mengetahui tingkat pencemaran Sungai Pepe Hilir harus mengetahui baku mutu pemerintah yang ditetapkan di PP Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air. Status mutu suatu perairan merupakan tingkat kondisi mutu perairan yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu yang telah ditetapkan (B. Yohannes dkk, 2019). Penelitian ini dilakukan dengan membagi 3 lokasi di Kawasan Sungai Pepe Hilir dekat pintu air Tirtonadi, Nusukan, Surakarta. Penelitian ini menggunakan parameter fisik-kimia air dengan tujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran air. Parameter kimia yang digunakan meliputi pH (derajat keasaman) dan DO. Sedangkan, parameter fisik air yang digunakan yaitu bau, kekeruhan, suhu, dan TDS. Untuk mengetahui kualitas air dari Sungai Pepe Hilir diperlukan sebuah kajian untuk mengetahuinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat pencemaran di Sungai Pepe Hilir, Surakarta dan untuk mengetahui cara pengendalian pencemaran air sungai.

Metode Penelitian

a. Waktu dan Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi penelitian (sumber : Google Earth)

Penelitian ini dilakukan di Sungai Pepe bagian Hilir, Nusukan, Surakarta, Jawa Tengah. Pengambilan sampel dilakukan di 3 titik lokasi dengan jarak antar titik sejauh 500 meter. Titik I berada di koordinat -7.548844,110.816286, titik II berada di koordinat -7.548844,110.817979, titik III berada di koordinat -7.548844,110.818740. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 1 April 2022 dari pukul 17.00 hingga 17.40 WIB. Sebelum melakukan pengambilan data, dilakukan observasi pada hari sebelum pelaksanaan pengukuran. Pengambilan data dilakukan dengan mengambil sampel air di pinggir sungai dengan melihat kondisi fisik sungai dan mencatat hasil penelitian di laporan sementara. Penentuan lokasi penelitian ditentukan berdasarkan tempat buangan limbah domestik maupun lokasi yang terlihat banyak limbah domestik.

b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan metode observasi langsung ke tempat penelitian dan melakukan pengukuran terhadap sampel air sehingga akan mendapatkan data untuk dilakukan analisis. Pengambilan data dari sampel air menggunakan alat bantu berupa HORIBA U-50 (Multiparameter Water Quality Checker). Cara kerja alat ini yaitu dengan memasukan bagian alat berupa sensor ke dalam sungai yang lokasinya telah ditentukan sebelumnya. Alat dibiarkan selama beberapa menit hingga sensor alat tersebut mendeteksi atau melakukan perhitungan. Dengan menggunakan HORIBA U-50 (Multiparameter Water Quality Checker), penelitian ini berhasil mendapatkan hasil data berupa pH, DO, kekeruhan, suhu, dan TDS. Setelah mendapatkan data tersebut, dilakukan analisis data untuk menentukan hasil dari penelitian yang menggunakan metode analisis deskriptif dan kuantitatif. Data hasil dari pengukuran akan dibandingkan dengan data sekunder berupa Baku mutu yang tertera dalam

Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.

c. Analisis Data

Pengambilan data dari sampel sungai akan dianalisis melalui pendekatan kuantitatif sekaligus mendeskripsikan hasil observasi penelitian ini. Dengan membandingkan hasil data dengan parameter berdasarkan baku mutu, maka diperoleh tingkat kualitas air pada setiap sampel yang diperoleh di setiap lokasi penelitian untuk menentukan golongan air, sumber pencemar, dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Baku mutu air yang digunakan berdasarkan UU No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air. Parameter yang digunakan seperti pH, DO, kekeruhan, suhu, dan TDS dengan pendekatan kuantitatif akan dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan



Gambar 2. Sumber : data primer (2022)

Sungai Pepe adalah anak sungai Bengawan Solo memiliki panjang 19,05 km yang mengalir ke barat ke timur di wilayah administratif tengah kota Surakarta, sungai ini mengalir ke bagian muara Sungai Bengawan Solo dan menuju ke Laut Jawa. Sungai Pepe mengalir ke hampir seluruhnya melintasi kawasan padat penduduk yang berada di DAS (daerah aliran sungai) yang juga menjadi sumber kehidupan masyarakat Surakarta. Sungai Pepe membentang dari pintu air Tirtonadi hingga pintu air Demangan. Sungai Pepe terbagi menjadi dua, yaitu Pepe Hulu dan Pepe Hilir. Sungai Pepe Hulu memiliki panjang 2,75 km dan Sungai Pepe Hilir sepanjang 5,76 km. Pencemaran yang terjadi di Sungai Pepe didominasi oleh limbah rumah tangga. Kualitas air Sungai Pepe Hulu masuk ke dalam kelas III, sedangkan Sungai Pepe Hilir masuk ke dalam kelas IV (E. Krisnawati & w. Prabowo, 2018). Sungai Pepe Hilir saat ini selain sebagai drainase juga diperuntukan sebagai tempat wisata transportasi air dan tempat pemancingan.



Gambar 3. Pemanfaatan wisata transportasi air

Kualitas air merupakan suatu hal yang dapat dijadikan baku mutu untuk sebuah pengukuran apakah air tersebut layak dimanfaatkan atau tidak, Kualitas air sungai akan mengalami perubahan-perubahan sesuai dengan perkembangan lingkungan sungai yang dipengaruhi oleh berbagai aktivitas dan kehidupan manusia (A. Mumpuni dkk, 2020). Menurut Peraturan Pemerintah (PP) No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, kualitas air merupakan sifat dan kandungan air yang dapat berupa makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain di dalam air. Kualitas air dapat

diketahui dengan menggunakan beberapa parameter, yaitu parameter fisika, kimia dan biologi. Uji parameter fisika terdiri bau, rasa, suhu, kekeruhan, padatan terlarut, dan warna (B. Hamuna, 2018). Uji parameter kimia berupa pH, oksigen terlarut, BOD, kadar logam, dan salinitas serta parameter biologi berupa keberadaan plankton, bakteri, dan organisme. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh kondisi alam sungai, kegiatan manusia dan tata guna lahan di sekitarnya. Kemampuan daya tampung air sungai secara alamiah terhadap pencemaran harus tetap dipertahankan untuk meminimalkan terjadinya penurunan kualitas air sungai. Untuk mengetahui tingkat kualitas Sungai Pepe Hilir yang berada di sekitar Bendungan Tirtonadi ini menggunakan uji parameter fisika dan kimia yang berupa pH, DO, kekeruhan, suhu, dan TDS. Uji kualitas air dari Sungai Pepe dilakukan karena pada bantaran Sungai Pepe Hilir terdapat pembangunan pemukiman yang sangat beresiko sebagai penyumbang limbah domestic. Limbah domestik adalah limbah yang berasal dari kegiatan sehari-hari rumah tangga, seperti kegiatan mencuci yang menggunakan deterjen dan pewangi. Limbah domestik dapat dibagi menjadi dua, yaitu limbah organik seperti sisa sayuran dan makanan serta limbah anorganik seperti plastik, bahan-bahan kimia yang berasal dari penggunaan deterjen, sampo maupun sabun (D. Mardhia & A. Viktor, 2018). Resiko tersebut terjadi akibat oleh ulah manusia yang tidak memiliki kesadaran diri akan lingkungan, mereka membuang baik itu sampah atau hasil limbah rumah tangga ke sungai yang mengakibatkan sungai itu tercemar. Dampak yang ditimbulkan dari sungai tercemar adalah makhluk hidup air tawar akan mati disebabkan rendahnya nilai derajat keasaman atau pH. Rendahnya derajat keasaman (pH) tidak cocok untuk makhluk hidup air tawar,

Tujuan dari analisis pencemaran air sungai atau kali pepe ini adalah untuk mengetahui kualitas air dengan menggunakan uji parameter fisik-kimia air berupa pH, DO, kekeruhan, suhu, dan TDS. Penelitian ini dilakukan berdasarkan observasi yang telah kami lakukan, didapatkan gambaran fisik bahwa Sungai Pepe Hilir terdapat sampah dari berbagai limbah yang berada di permukaan sungai. Dapat dilihat pada gambar 1, sampah tersebut terlihat dibagian pintu air bendungan Tirtonadi. Sampah-sampah tersebut berasal dari limbah rumah tangga dan masyarakat yang membuang sampah sembarangan di sungai. Tidak hanya itu, limbah organik seperti ranting-ranting pohon, daun, dan berbagai tumbuhan air juga terlihat Sungai Pepe Hilir. Melihat gambaran itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air di Sungai Pepe Hilir karena menurut (I. Manisalidis dkk, 2020), menyatakan bahwa Sungai Pepe berperan penting bagi ketersediaan air untuk masa depan di wilayah Surakarta serta Sungai Pepe juga saat ini berfungsi sebagai drainase kota, wisata transportasi air hingga dimanfaatkan orang untuk memancing. Maka dari itu diperlukannya pengkajian kualitas air untuk menguji dan menganalisis air Sungai Pepe supaya didapatkan hasil dari kualitas air tersebut layak untuk digunakan atau dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar atau tidak. Setelah mengetahui tingkat kualitas air dapat mengetahui cara untuk memperbaiki kualitas air di Sungai Pepe Hilir agar dapat kembali dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar.



Gambar 4. Penampakan tumpukan sampah di pinggir Sungai Pepe. Sumber : data primer (2022)

Tabel 1. Data pencemaran air parameter fisik (Sumber : data primer 2022)

| Parameter | Hasil Pengukuran | | |
|---------------------|------------------|----------|---------|
| | Titik 1 | Titik 2 | Titik 3 |
| Kekeruhan/kecerahan | 33,2 NTU | 37,5 NTU | 137 NTU |

| | | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Suhu | 28.01 C | 28.07 C | 28.06 C |
| TDS (Total Dissolved Solid) | 0.260 g/l | 0.264 g/l | 0.278 g/l |

Tabel 2. Data Pencemaran Air Parameter Kimia (Sumber : data primer 2022)

| Parameter | Hasil Pengukuran | | |
|-----------------------|------------------|-----------|-----------|
| | Titik 1 | Titik 2 | Titik 3 |
| pH | 6.62 | 6.46 | 6.36 |
| DO (Dissolve Oksigen) | 9.20 mg/l | 7.88 mg/l | 6.65 mg/l |

Berdasarkan peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 98 tahun 2018 pasal 5 ayat 1, menyatakan jika lokasi penelitian merupakan segmen 3 dengan klasifikasi mutu air kelas 4. Sungai Pepe Hilir merupakan sungai yang terdapat pada kriteria baku mutu air kelas 4 yang peruntukannya dapat digunakan drainase. Kualitas air Sungai Pepe Hilir dilihat dari parameter fisik dan kimia air yang akan mengindikasikan terjadinya perubahan kualitas air sungai. Hasil observasi yang telah dilakukan di Sungai Pepe Hilir, Surakarta yaitu sungai terlihat keruh hingga berwarna kecoklatan. Kekeruhan air sungai dipengaruhi oleh materi-materi yang tersuspensi di dalam air sungai yang dibawa oleh aliran air ketika hujan turun (A. Sahidi dkk, 2019). Selain itu, Sungai Pepe Hilir merupakan daerah tengah aliran sungai yang tinggi akan kandungan materi tersuspensi akibat terbawa aliran dari hulu sungai. Kualitas air sungai sangat dipengaruhi oleh besarnya debit yang mengalir serta kondisi kualitas air pada kawasan hulu (N. N. Larasati, 2021). Dapat dilihat pada tabel 1, TDS atau Total Dissolved Solid tertinggi pada titik III sebesar 0.278 g/l. Ketiga lokasi memiliki jumlah TDS yang tidak jauh berbeda yaitu berada di bawah 1 g/l. Jumlah zat padat terlarut akan menunjukkan kekeruhan suatu sungai, semakin tinggi TDS di suatu bagian sungai akan menunjukkan nilai kekeruhan tinggi. Hal tersebut juga dinyatakan oleh Djoharam (G. Tarima dkk, 2016) dalam jurnalnya menjelaskan bahwa kekeruhan air dipengaruhi oleh jumlah materi tersuspensi yang ada di dalam sungai. Pada lokasi III juga menunjukkan nilai kekeruhan yang tinggi sebesar 137 NTU. Di ketiga titik lokasi pengambilan sampel Sungai Pepe Hilir, terlihat tidak terdapat perbedaan secara signifikan. Namun, terdapat perbedaan kekeruhan air karena perbedaan jumlah TDS. Hal tersebut disebabkan karena terdapat lokasi yang terdapat sampah dan jumlah sedimentasi lebih tinggi dari lokasi lainnya, yaitu pada lokasi titik III.

Tabel 3. perbandingan baku mutu sama data primer (Sumber : data primer 2022)

| Parameter | Data Primer | Baku Mutu Air |
|-----------------------------|-----------------|---------------|
| Kekeruhan | 137 NTU | 25 NTU |
| Suhu | 28 C | Deviasi 3 |
| TDS (Total Dissolved Solid) | 0.260-0.278 g/l | 1 g/l |
| pH | 6.36-6.62 | 6-9 |

Kualitas air Sungai Pepe Hilir dilihat dari parameter fisik dan kimia air yang akan mengindikasikan terjadinya perubahan kualitas air sungai. Untuk mengetahui keadaan kualitas sungai dapat menganalisis indeks pencemaran menggunakan perbandingan dengan Baku mutu air yang digunakan yaitu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.

1. Kekeruhan

Hasil pengukuran secara langsung telah didapatkan nilai kekeruhan dari ketiga titik lokasi penelitian. Rentan nilai kekeruhan di ketiga lokasi yaitu 33,2-137 NTU. Nilai kekeruhan terendah berada pada titik lokasi I yaitu 33,2 NTU. Nilai kekeruhan tertinggi berada pada titik lokasi III sebesar 137 NTU. Kekeruhan dapat disebabkan oleh adanya partikel yang tersuspensi dengan ukuran kecil hingga besar. Berdasarkan peruntukan Sungai Pepe Hilir yaitu sebagai drainase yang batas nilai kekeruhan yang semestinya yaitu bernilai 25 NTU [27]. Fungsi drainase yaitu mengalirkan air ke Kawasan terbuka dan hanya air yang telah memenuhi baku mutu yang dapat masuk ke dalam saluran drainase sehingga tidak merusak lingkungan. Jika dilihat dari hasil pengukuran tingkat kekeruhan di Sungai Pepe Hilir maka dapat dikatakan bahwa hasilnya tidak memenuhi atau tidak sesuai dengan ketentuan. Tinggi nilai kekeruhan yang terdapat di ketiga titik lokasi diduga disebabkan oleh letak sungai tersebut berada di

hilir sehingga membawa partikel yang ikut terbawa oleh aliran. Factor lain yang menyebabkan tingginya nilai kekeruhan karena terlihat limbah domestic yang terletak di lokasi penelitian.

2. Suhu

Pada PP No 82 tahun 2001, baku mutu air kelas 4 suhunya berada di deviasi 3 yang artinya suhu air mengikuti keadaan alami sungai. Berdasarkan data primer yang telah didapatkan, rentan suhu air di Sungai Pepe Hilir yaitu antara 28.01-28.07 derajat celcius. Suhu sangat menentukan kehidupan bagi organisme perairan karena suhu menjadi factor pembatas bagi beberapa organisme, sehingga tinggi rendahnya suhu menjadi penentu terkait baik buruknya kualitas air sungai (A. Rezagama dkk, 2019 & V. Djoharam dkk, 2018). Suhu terendah terdapat pada titik I sebesar 28.01 derajat celcius. Pada lokasi titik II suhunya sebesar 28.06 derajat celcius dan suhu tertinggi di titik III sebesar 28.07. Rentan suhu tersebut masih dikatakan baik karena telah memenuhi nilai baku mutu air kelas 4.

3. Total Dissolved Solid (TDS)

Daerah tengah dari sungai memiliki nilai TDS yang tinggi karena terdapat padatan tersuspensi seperti pasir, tanah liat, bahan-bahan organik yang dibawa oleh limbah lebih banyak (W. Isnain, 2016). Dengan begitu, semakin tinggi padatan tersuspensi atau TDS semakin tinggi nilai kekeruhan. Pada data primer yang telah didapat, rentan nilai TDS di tiga lokasi yaitu 0.260-0.278 g/l. Nilai TDS ketiga lokasi berbeda, tetapi tidak sangat signifikan. Nilai TDS pada Sungai Pepe Hilir masih tergolong rendah. Rendahnya nilai TDS pada suatu sungai menunjukkan bahwa kualitas sungai tersebut masih baik. Pada PP No 82 tahun 2001, baku mutu air kelas 4 menyatakan bahwa nilai TDS yaitu sebesar 1 g/l atau 1000 mg/l. Sehingga, dapat dikatakan TDS pada Sungai Pepe Hilir masih tergolong baik karena nilai TDS nya belum melebihi standar baku mutu air. Tingginya nilai TDS juga dapat mempengaruhi perubahan komposisi ion-ion, dan toksisitas masing-masing ion sehingga dapat mengganggu keseimbangan biota air, biodiversitas, menimbulkan spesies yang kurang toleran, dan menyebabkan toksisitas yang tinggi pada tahapan hidup suatu organisme.

4. Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan tabel 3, data pH yang didapat yaitu rentan antara 6.36-6.62. Derajat keasaman atau pH menjadi penentu jika air sungai mengalami pencemaran oleh limbah atau polusi (N. Bahriyah dkk, 2018). Pada titik I, nilai derajat keasamannya sebesar 6.62 yang merupakan nilai pH tertinggi dari titik lainnya. Pada titik II nilai derajat keasamannya sebesar 6.46 dan titik III nilai derajat keasamannya sebesar 6.36 yang merupakan nilai terendah. Ketiga titik tidak memiliki perbedaan secara signifikan, perbedaan tersebut diduga karena terdapat buangan limbah oleh para masyarakat. Pada titik I, terlihat terdapat limbah buangan seperti sampah plastic. Walaupun begitu, kategori pH di Sungai Pepe Hilir telah sesuai dengan baku mutu kelas 4 yang nilainya harus berkisar antara 6-9 yang telah tercantum di PP No 82 tahun 2001.

5. Dissolved Oksigen (DO)

Berdasarkan tabel 3, data tentang DO yang didapatkan yaitu rentan antara 6.65-9.20 mg/l. Apabila air sungai terkontaminasi pencemar, nilai DO akan menurun dan air sungai sudah mendekati kondisi anaerob yang akan terjadi penguraian secara anaerobic yang menghasilkan CO₂ dan gas metana. Tingginya tingkat penguraian tersebut akan menjadikan air sungai berbau tidak sedap (N. K. Asrini dkk, 2017; E. K. Sari & Wijaya, 2019; S. Yudo & N. I. Said, 2018). Titik III merupakan titik paling rendah nilai DO-nya yaitu sebesar 6.65 mg/l, titik II memiliki nilai DO sebesar 7.88 mg/l dan titik I memiliki nilai DO paling tinggi yaitu sebesar 9.20 mg/l. Pada PP No 82 tahun 2001, nilai DO harus berada pada kisaran lebih dari 1 mg/l. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa DO Sungai Pepe Hilir dapat dikatakan baik karena telah memenuhi baku mutu.

Hasil analisis Indeks Pencemaran dengan membandingkan menggunakan baku mutu kelas 4 PP No 82 Tahun 2002 menunjukkan bahwa Sungai Pepe Hilir yang berlokasi dekat dengan Bendungan Tirtonadi di Kecamatan Nusukan masih tergolong baik. Akan tetapi, jika dilihat secara langsung warna sungai berwarna coklat gelap yang menunjukkan tingginya nilai kekeruhan pada wilayah sungai tersebut. Keruhnya wilayah

tersebut disebabkan karena tingginya sedimentasi di wilayah tersebut, tingginya sedimentasi berasal dari terbawanya zat tersuspensi oleh aliran air dari hulu. Selain itu, masih terlihat banyak sampah plastic yang mengapung di daerah pintu masuk air Tirtonadi sehingga mengganggu estetika.

Strategi pengelolaan sungai penting untuk dirancang supaya dalam pengembangannya dapat terwujud. Pengelolaan sungai merupakan suatu hal yang kompleks dan dalam pelaksanaannya harus melibatkan banyak sector. Dalam merancang strategi pengelolaan sungai juga harus melakukan kerjasama dari banyak pihak, seperti pihak pemerintah, swasta, dan masyarakat. Keterlibatan masyarakat penting dalam memperbaiki kualitas air bersih di Sungai Pepe Hilir, tetapi dalam inisiatif pengelolaannya tidak bisa sepenuhnya didasarkan oleh masyarakat karena permasalahan dari kualitas air sungai yang kompleks. Keterlibatan masyarakat dalam memperbaiki kualitas air sungai dikatakan penting karena masyarakatlah sebagai pengguna lahan di sekitar sempadan Sungai Pepe, jadi masyarakat harus dilibatkan. Pemerintah Kota Surakarta sendiri sudah mulai melakukan pengembangan sistem penyediaan air bersih dengan memanfaatkan air baku dari permukaan Sungai Bengawan Solo dan anak sungainya, seperti Sungai Pepe. Berdasarkan data Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Surakarta, beban pencemar sungai di Surakarta yaitu limbah domestic, limbah industri batik, dan limbah home industry. Pemerintah telah mengadakan program-program dalam melakukan strategi untuk mengendalikan tingkat pencemaran air sungai, seperti PROKASIH, SABERLING, Pembangunan IPAL Laweyan, serta Produksi bersih, pengolahan limbah, dan pengendalian pencemaran. Pemerintah Kota Surakarta juga telah melakukan strategi untuk mengendalikan tingkat pencemaran di Sungai Pepe, salah satunya yaitu pembangunan bendung karet Tirtonadi. Pembangunan ini dilakukan pada tahun 2014 oleh Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo. Tujuan dari pembangunan bendung ini yaitu untuk mendukung terlaksananya rencana pengembangan wisata air di Sungai Pepe Hilir dengan menjaga volume air pada Sungai Pepe Hilir. Selain itu, Pemerintah Kota Surakarta juga telah melakukan Penataan bantaran Sungai Pepe untuk menata bangunan yang memakan tempat di sempadan. Menurut (Mumpuni dkk., 2020) dalam penelitiannya, menyatakan bahwa pemerintah telah melakukan strategi yang baik dalam mengendalikan tingkat pencemaran, tetapi partisipasi masyarakat masih tergolong rendah. Rendahnya partisipasi masyarakat akan menyebabkan program dari pemerintah tidak berjalan dengan maksimal. Menurut Mumpuni (Mumpuni dkk., 2020) juga menyatakan bahwa partisipasi masyarakat paling rendah dalam program masyarakat berupa Program Peningkatan Pengelolaan Sampah di Bantaran Sungai Pepe.

Berdasarkan analisis strategis pengendalian kualitas air Sungai Pepe Hilir oleh Pemerintah Kota Surakarta, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kualitas air Sungai Pepe Hilir. Rekomendasi pertama yaitu, Pemerintah Kota Surakarta dianjurkan untuk dapat menekan seluruh masyarakat agar mampu berpartisipasi dan berkontribusi untuk melakukan pengelolaan sampah di bantaran Sungai Pepe. Hal tersebut dilakukan karena berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mumpuni menyatakan bahwa pemerintah hanya membuat program “Peningkatan Pengelolaan Sampah di Bantaran Sungai Pepe” tanpa melakukan usaha untuk mendorong partisipasi masyarakat untuk turut ikut serta dalam program tersebut. Pemerintah dapat melakukan kampanye berupa sosialisasi ke setiap kelurahan yang dilalui oleh Sungai Pepe untuk memberikan edukasi terkait pengelolaan sampah di bantaran sungai. Rekomendasi yang kedua, yaitu Pemerintah dianjurkan untuk dapat bekerjasama dengan tokoh masyarakat atau Lembaga dalam masyarakat untuk membantu mendorong masyarakat agar mau berpartisipasi dalam program pengelolaan sungai. Rekomendasi ketiga, yaitu Pemerintah dianjurkan untuk memberikan kesempatan dengan peluang yang besar kepada masyarakat untuk terlibat dalam program-program yang digalakkan oleh pemerintah, sehingga program dapat terlaksana dengan maksimal. Rekomendasi keempat, yaitu Pemerintah dianjurkan untuk memberikan penanganan langsung terhadap limbah domestic seperti sampah plastic atau sampah yang dapat mengganggu estetika Sungai Pepe Hilir. Penanganan yang dianjurkan yaitu dengan melakukan pembersihan permukaan air sungai dan pintu air bendungan Tirtonadi agar tidak menghambat aliran air, selain itu juga diharapkan dapat menjaga nilai estetika dari Sungai Pepe Hilir.

Kesimpulan

Sungai Pepe terbagi menjadi dua, yaitu Pepe Hulu dan Pepe Hilir. Sungai Pepe Hulu memiliki panjang 2,75 km dan Sungai Pepe Hilir sepanjang 5,76 km. Pencemaran yang terjadi di Sungai Pepe didominasi oleh limbah rumah tangga. Kualitas air Sungai Pepe Hilir masuk ke dalam kelas IV. Sungai Pepe Hilir saat ini

selain sebagai drainase juga diperuntukan sebagai tempat wisata transportasi air dan tempat pemancingan. Sungai Pepe Hilir yang mengalir dari pintu air Tirtonadi hingga pintu air Demangan pada bantaran sungainya terdapat pembangunan dan rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pembuangan limbah ke sungai menjadi penyebab utama penurunan kualitas air pada Sungai Pepe Hilir. Dalam menganalisis kualitas air menggunakan parameter seperti pH, DO, kekeruhan, suhu, dan TDS. Didapatkan hasil bahwa tingkat kualitas air Sungai Pepe Hilir masih dapat dikatakan baik. Kemudian, rekomendasi strategi pengelolaan air Sungai Pepe Hilir yaitu dengan menekan jumlah masyarakat dalam berpartisipasi di program-program pemerintah dengan melakukan kampanye berupa sosialisasi di setiap kelurahan yang dilalui oleh Sungai Pepe; dalam kampanye tersebut pemerintah dianjurkan untuk bekerjasama dengan tokoh masyarakat atau Lembaga masyarakat supaya dapat menarik hati para masyarakat; pemerintah dianjurkan untuk menambah peluang bagi masyarakat untuk mengikuti program-program yang digalakkan; dan yang terakhir yaitu pemerintah harus memberikan penanganan langsung terhadap sampah yang berada di permukaan sungai dan di pintu bendungan air. Rekomendasi tersebut disarankan dengan tujuan untuk memaksimalkan program pemerintah dan supaya program tersebut tidak berhenti di jalan. Kemudian, saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat menganalisis kualitas air Sungai Pepe dengan mengkorelasikan kebiasaan masyarakat yang tinggal di bantaran Sungai Pepe melalui pendekatan SWOT.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan artikel ilmiah dengan judul : Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air di Sungai Pepe Hilir Surakarta. Artikel ilmiah ini disusun untuk memenuhi tugas mata kuliah Praktikum Pencemaran Lingkungan di Program Studi Ilmu Lingkungan. Penghargaan dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Siti Rachmawati, S.ST., M.Si. selaku dosen mata kuliah Praktikum Pencemaran Lingkungan dan Bapak Dr. Prabang Setyono S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas Maret. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua asisten praktikum yang telah membimbing dan mendampingi selama penelitian. Terima kasih kepada rekan-rekan satu kelompok yang telah membantu dalam penyusunan artikel ilmiah hingga selesai.

Daftar Rujukan

- Asmawati, H., Haeruddin, dan B. Sulardiono. (2019). Analisis Status Mutu Air Sungai Siangker Berdasarkan Indeks Kualitas Air. *Journal of Maquares*. 8(4) : 275-285.
- Asori, M., K. 2021. Pemetaan Kualitas Air Sungai di Surabaya. *Jurnal Envirotek*. 13(2) : 41-47.
- Asrini, N. K., I. W. S. Adnyana, dan I. N. Rai. (2017). Studi Analisis Kualitas Air Di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *Jurnal Ecotrophic*. 1 (2) : 101-107.
- Bahriyah, N., S. Laili dan A. Syauqi. (2018). Uji Kualitas Air Sungai Metro Kelurahan Merjosari Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis*. 3(3) : 18-25.
- Chakravarty, T. and S. Gupta. (2021). Assessment of Water Quality of a Hilly river of South Assam, North East India Using Water Quality Index and Multivariate Statistical Analysis. *Environmental Challenges*.
- Djoharam, V., E. Riani, dan M. Yani. (2018). Analisis Kualitas Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan Di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 8(1) : 127-133.
- Frasson, R. P. D. M., R. Wei, M. Durand, J. T. Minear, A. Domeneghetti, G. Schumann, B. A. Williams, E. Rodriguez, C. Picamillh, C. Lion, T. Pavelsky, and P. A. Garambois. (2017). Automated River Reach Definition Strategies: Applications for the Surface Water and Ocean Topography Mission. *Water Resource Research*. 10(53).
- Hamuna, B., R. H. R. Tanjung, Suwito, H. K. Maury, dan Alianto. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Ilmu Lingkungan*. 16(1) : 35-43.
- Hudha, A. M., Husamah, dan A. Rahardjanto. (2018). *Etika Lingkungan*. Malang : UMM Press.
- Isnain, W. (2016). Kajian Tingkat Kekeruhan Sungai Latuppa Sebagai Sumber Air Bersih Kota Palopo. *Buletin Eboni*. 13(2): 131-138
- Kamalia, D. dan Sudarti. (2022). Analisis Pencemaran Air Sungai Akibat Dampak Limbah Industri Batu Alam di Kecamatan Depok Kabupaten Cirebon. *Jurnal EmviScience*. 6 (1): 1 - 3.

- Kospa, H. S. D. dan Rahmadi. (2019). Pengaruh Perilaku Masyarakat Terhadap Kualitas Air di Sungai Sekanak Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17 (2) : 212 - 221.
- Krisnawati, E. dan W. Prabowo. (2018). Peran Saluran Perkotaan Guna Menunjang Estetika Dan Kenyamanan Lingkungan Perkotaan (Studi Kasus : Kali Pepe). *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*. 25(2) : 8-15.
- Larasati, N, N., Sri. Y. W., Lilik. M., Muhammad. Z., dan Kunarso. (2021). Kandungan Pencemar Ditergen dan Kualitas Air di Perairan Muara Sungai Tapak, Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*. 3(1) : 1-13
- Manisalidis, I., E. Stavropoulou, A. Stavropoulos, and E. Bezirtzoglou. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*. 8 : 1 - 13.
- Mardhia, D., dan Viktor. A. (2018). Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologis Tropis*. 18 (2) : 182-189.
- Mitsch WJ, Gosselink JG. (2007). Wetlands, 4th edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. pp. 231-258.
- Mumpuni, A., P. Rahayu., dan E. F. Rini. (2020). Partisipasi masyarakat dalam program pengelolaan sungai (Studi kasus: Sungai Pepe, Sungai Anyar, dan Sungai Premulung, Kota Surakarta). *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Perencanaan Partisipatif*. 15(1) : 67-80.
- Puspadjuita, E. A. R. (2018). Factors that Influence the Rate of Unemployment in Indonesia. *International Journal of Economics and Finance*. 10 (1): 140 - 147.
- Rahmadi, P. Z., A. F. Permatasari, A. W. Sayekti, A. C. Dewanti, D. Novitasari, K. Primora, dan S. Zunariyah. (2018). Konflik Laten Pencemaran Lingkungan Bantaran Sungai Pepe Kota Surakarta. *Jurnal Analisa Sosiologi*. 7(2): 243-261.
- Ramadhoni, E. G., S. Qomariyah, dan A. Y. Muttaqien. (2017). Potensi Kali Pepe (Hilir) Sebagai Infrastruktur Transportasi Air Di Dalam Kota Solo. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 5(1) : 110-117.
- Rezagama, A., A. Sarmingsih, A. Y. Rahmadani, dan A. N. Aini. (2019). Pemodelan Peningkatan Kualitas Air Sungai melalui Variasi Debit Suplesi. *Jurnal Teknik*. 40(2) : 106-114.
- Sahidi, A., A. M. Rosmalatama, I. R. Elsa, A. M. Fadhillah, A. Restina, D. A. Tamsir, dan K. S. Triani. (2019). Identifikasi Kualitas Air Di Daerah Aliran Sungai Kabupaten Muna Barat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Celebes*. 1(1): 1-7.
- Sari, E. K., & Wijaya, O. E. (2019). Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Indeks Pencemaran Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 486. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.486-491>
- Sari, P. A., Ardiatma, D., & Ismanto, H. (2020). Evaluation of Rainwater Harvesting System On Skin-Deo Factory Cikarang. *Proceedings of the 1st International Conference on Economics Engineering and Social Science : INCEESS*. <https://doi.org/10.4108/eai.17-7-2020.2303069>
- Sari, P. A., Ismi, T., & Setiyoko. (2021). Analisis Kualitas dan Beban Cemar Air Sungai Cipamingkis Kabupaten Bekasi. *Jurnal Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan*, 8(1), 38–42.
- Sujatini, S., E. P. Dewi, dan Henni. (2020). Penyuluhan dalam Mewujudkan Rumah dan Lingkungan Tetap Sehat dengan Kehadiran Rumah Tinggal Usaha Di Hunian Padat Kota. *Ikrath-Abdimas*. 3(3): 55-65.
- Supriyanto, S., Nurhidayanti, N., & Fadillah Pratama, H. (2021). Dampak Cemar Residu Klorpirifos Terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan pada Lahan Pertanian. *Jurnal Tekno Insentif*, 15(1), 30–40. <https://doi.org/10.36787/jti.v15i1.395>
- Tamami, M. W. (2020). Penegakan Hukum Terhadap Pencemaran Limbah Cair di Kota Surakarta. *Dinamika Hukum*. 11(2): 146-159.
- Tarima, G. C., J. Abidjulu, dan H. S. J. Koleangan. (2016). Analisis Kualitas Air Sungai Sario Kecamatan Sario Manado Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*. 16(1) : 20-25.
- Yati, R. (2021). Permasalahan Pencemaran Sungai Akibat Aktivitas Rumah Tangga Dan Dampaknya Bagi Masyarakat. OSF Preprints. Doi : 10.31219/osf.io/azjhp
- Yogafanny, E. (2015). Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 7(1) : 41-50.
- Yohannes, B., S. W. Utamo, dan H. Agustina. (2019). Kajian Kualitas Air Sungai Dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air (Studi Di Sungai Krukut, Jakarta Selatan). *Indonesian Journal of Environmental Education and Management*. 4(2) : 136- 155.

Yudo, S. dan N. I. Said. (2018). Status Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 19(1) : 13-22