

BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUB-DAS KALI MADIUN

Adini Apriliani^{1*}, Rony Irawanto²

¹Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang

²Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih, Badan Pusat Riset Inovasi Nasional, Tangerang Selatan

*Penulis korespondensi: adiniaprilia02@gmail.com

ABSTRAK

Sungai ialah sumber daya alam dalam bentuk ekosistem perairan terbuka yang rawan dengan adanya suatu pencemaran. Terdiri dari komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi. Kali Madiun merupakan salah satu bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo. Sub-DAS Kali Madiun memiliki luas 3778.6 km² yang berada di Provinsi Jawa Timur. Adanya beragam kegiatan manusia dan potensi limbahnya dapat mempengaruhi kualitas air serta keanekaragaman hayati biota sehingga perlu adanya biomonitoring dengan menggunakan media bioindikator. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis bioindikator sebagai uji kualitas air di Sub-DAS Kali Madiun serta merumuskan strategi pengendalian pencemaran yang perlu dilaksanakan. Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Ditinjau dari beberapa literatur menunjukkan bahwa keanekaragaman beberapa organisme air masih tergolong rendah-sedang serta memiliki kualitas air dalam rentang tercemar sedang-buruk. Hal ini telah terbukti bahwa kelimpahan dan keanekaragaman organisme sangat bergantung pada toleransi dan tingkat sensitivitasnya terhadap kondisi lingkungannya maka dari itu perlu pengelolaan seperti meningkatkan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar, pengelolaan limbah, meningkatkan peran masyarakat, pengawasan serta pemantauan kualitas air sungai secara rutin agar perairan bisa dimanfaatkan dengan baik.

Kata kunci: Daerah Aliran Sungai, Bioindikator, Pencemaran, Keanekaragaman

1 PENDAHULUAN

Sungai ialah salah satu dari sumber daya alam dalam bentuk ekosistem perairan terbuka yang rawan dengan adanya suatu pencemaran. Pencemaran yang terjadi pada suatu sungai biasanya disebabkan oleh kondisi lingkungan dan aktivitas manusia di sekitar sungai (Aprilia & Zunggal, 2019). Kegiatan antropogenik secara berlanjut berdampak kualitas air yang pada akhirnya mengganggu nutrisi perairan (Mukharomah, 2021). Seiring waktu dengan adanya kegiatan pembangunan seperti pabrik industri, tekstil, dan makanan akan berpotensi meningkatkan kerusakan lingkungan terutama sungai yang memiliki nilai penting dalam kehidupan (Putra et al., 2020). Hal tersebut menyebabkan kebutuhan akan air semakin meningkat, maka diperlukan perencanaan pemanfaatan sumber daya air dengan baik (Yuningsih et al., 2011).

Sungai mengalir dari area pegunungan dan sampai ke muara di dataran rendah, melalui jalur yang memiliki pola masing masing sehingga terdapat ancaman terhadap keberlangsungan hayatinya (Desmawati et al., 2020). Sungai dan anak-anak sungai berada di dalam suatu wilayah yang sering kita sebut sebagai Daerah Aliran Sungai (DAS) (Setyowati, 2020). Dalam PP 38 Tahun 2011 DAS memiliki fungsi sebagai daerah tangkapan hujan sebagai pemasok air pada musim kemarau, pengendali sedimentasi waduk dan banjir serta wadah pengaliran air, sehingga kondisi sungai tidak dapat dipisahkan dari kondisi Daerah Aliran Sungai (I.G.A.W. Upadan, 2017).



Gambar 1. Daerah Sub-DAS
(DLH Buleleng, 2019).

Sub DAS merupakan bagian dari DAS yang menerima dan mengalirkan air hujan melalui anak sungai ke sungai utama atau dikenal juga sebagai wilayah kesatuan ekosistem yang terbentuk secara alamiah dimana air hujan meresap atau mengalir melalui cabang aliran sungai yang membentuk bagian wilayah DAS tersebut (Kuswanto et al., 2024). Daerah Sub-DAS dapat dilihat pada Gambar 1. Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Madiun merupakan salah satu Sub DAS Bengawan Solo, dengan luas 3778.6 km² yang seluruh wilayahnya berada di Provinsi Jawa Timur meliputi wilayah Kali Madiun, Ngawi, Blora, Bojonegoro, Lamongan, Tuban dan berakhir di kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik. DAS ini memiliki pos hidrometri di sungai utamanya sebanyak dua wilayah yaitu pos Kali Madiun-Nambangan dan Kali Madiun-Ngawi. Peta lokasi DAS Kali Madiun seperti pada Gambar 2. (Yuningsih et al., 2011).



Gambar 2. Peta Batas Administrasi Daerah Aliran Sungai Kali Madiun
(Direktorat Jendral Sumber Daya Air, 2010).

Penggunaan biondikator lingkungan sebagai biomonitoring yang menilai dan menyediakan data untuk pengelolaan kualitas dan konservasi lingkungan direkomendasikan untuk menjaga suatu ekosistem (Pinto et al., 2020). Biomonitoring adalah monitoring kualitas air secara biologi yang dilakukan dengan melihat keberadaan kelompok organisme (Widiyanto & Sulistayarsi, 2014). Dalam literatur lain juga disebutkan sebuah metode pemantauan kualitas air secara sistematis dengan menggunakan indikator biologi (Arisandi, 2001). Suatu

organisme, atau kumpulan organisme, dianggap sebagai bioindikator bila menyajikan respons yang dapat diidentifikasi dalam menghadapi perbedaan (variasi alami), atau perubahan (dampak antropis) di lingkungan sekitarnya (Pinto et al., 2020). Penelitian ini bertujuan menganalisis bioindikator sebagai uji kualitas air di Sub-DAS Kali Madiun serta merumuskan strategi pengelolaan yang perlu dilaksanakan. Pelaksanaan penelitian ini diharapkan dapat mengetahui tingkat pencemaran air sungai, sehingga dapat dijadikan sebagai acuan bagi pemangku kebijakan agar dapat menentukan kebijakan guna menanggulangi dampak negatif dari pencemaran air. Selain itu, informasi yang diperoleh dari hasil penelitian juga dapat berguna bagi masyarakat terkait kelayakan air sungai untuk digunakan dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari.

2 METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Studi literatur adalah cara yang dipakai untuk menghimpun data atau sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian. Tahap penelitian yang dilakukan dimulai dari penentuan batas wilayah penelitian dan identifikasi masalah, kemudian dilanjutkan proses pengumpulan data. Data-data yang sudah diperoleh kemudian dianalisis dengan metode analisis deskriptif. Metode analisis deskriptif dilakukan dengan cara mendeskripsikan fakta-fakta yang kemudian disusul dengan analisis, tidak hanya menguraikan, melainkan juga memberikan pemahaman dan penjelasan secukupnya.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Parameter Lingkungan Perairan

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 mengenai kualitas air merupakan kondisi kualitatif yang dapat diukur atau diuji berdasarkan parameter dan metode tertentu. Parameter yang dimaksud tersebut meliputi parameter fisika dan parameter kimia serta parameter mikrobiologi. Kualitas air berkaitan dengan baku mutu air dan pencemaran air. Baku mutu air merupakan batas maksimal makhluk hidup, zat, energi, komponen atau unsur pencemar yang ada atau harus ada, yang keberadaannya dalam air masih dapat diterima (Yogafanny, 2015).

Parameter fisika diantaranya meliputi suhu ialah salah satu parameter air yang paling penting karena mempengaruhi komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem. Suhu air adalah parameter kualitas air yang kritis, karena secara langsung mempengaruhi jumlah oksigen terlarut yang tersedia untuk organisme air (Singh & Shrivastava, 2015). Variasi suhu air mengatur kesetimbangan fisika-kimia (seperti nitrifikasi, mineralisasi bahan organik, dll) di sungai dan karenanya mengubah transportasi dan konsentrasi kontaminan (Hosseini et al., 2017). Kekeruhan air mengacu pada jumlah bahan yang tersuspensi, yang mengganggu penetrasi cahaya di kolom air. Kekeruhan membatasi penetrasi cahaya, sehingga membatasi fotosintesis di lapisan bawah (Abdul Halim et al., 2018). *Total Dissolved Solids* (TDS) adalah ukuran dari semua konstituen yang larut dalam air. Anion anorganik yang dilarutkan dalam air meliputi karbonat, klor, sulfat, dan nitrat. Kation anorganik termasuk natrium, kalium, kalsium dan magnesium (Rustiasih et al., 2018). kandungan TDS yang layak untuk dikonsumsi yaitu kecil dari 300 (Firdahlia & Muhammad, 2021). Pendapat lain seperti (Abdul Halim et al., 2018) menyatakan bahwa konduktivitas adalah ekspresi numerik dari kapasitas larutan untuk mengalirkan arus listrik. Daya atau kemampuan ini tergantung pada keberadaan ion, konsentrasi total, mobilitas, valensi, dan kadar relatifnya, dan pada temperatur cairan. Konduktivitas meningkat dengan bertambahnya total padatan terlarut. Konduktivitas tinggi

mencerminkan tingginya pencemaran serta tingkat tropis tubuh perairan. Nilai konduktivitas 600 (μScm^{-1}) dianggap tinggi (Anhwange et al., 2012).

Parameter kimia diantaranya ialah pH merupakan suatu ukuran konsentrasi hidrogen dan keseimbangan asam basa (S M Mandape R R Kamdi, 2022). Penelitian (Kale, 2016) menyatakan bahwa pH mengacu pada konsentrasi ion hidrogen atau seberapa asam atau basa air. Rentang nilai pH dari 0-14; pH 7 netral, pH 7 adalah basa. *Dissolved oksigen* (DO) ialah oksigen terlarut memainkan peranan penting dalam pertumbuhan, kelangsungan hidup, perilaku dan fisiologi organisme akuatik. Optimal konsentrasi DO adalah 5.0-7,9 mg/l (S M Mandape R R Kamdi, 2022). *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut pada air untuk dapat mengoksidasi (Putra et al., 2020). BOD biasanya diindikasikan sebagai oksidasi 5 hari dari bahan organik yang dapat terbiodegradasi pada suhu 20°C oleh mikroorganisme. BOD dapat menyebabkan penipisan oksigen dalam badan air dan menyebabkan bau dan membunuh ikan (Wijaya & Soedjono, 2018). *Chemical Oxygen Demand* merupakan jumlah bahan organik teroksidasi terlarut. COD adalah ukuran ekivalen oksigen dari bahan organik dalam suatu sampel air yang rentan terhadap oksidasi oleh oksidan kimia kuat, seperti dikromat (Verma et al., 2017). Perairan yang mengandung kadar COD 200 mg/L dapat dikatakan bahwa perairan tersebut tergolong perairan yang tercemar, dan untuk buangan industri dapat mengandung COD dengan kadar 60.000 mg/L (Simbolon, 2016).

Penentuan status mutu air juga dicantumkan pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 dalam Pasal 14, butir 2, telah ditetapkan pedoman penentuan status mutu air antara lain dengan menggunakan metode. Penilaian dengan metode STORET dilakukan berdasarkan skoring nilai maksimum, minimum dan rata-rata data dari beberapa parameter, kemudian dibandingkan dengan klasifikasi baku mutu air. Dalam prosedur penggunaannya digunakan data kualitas air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu. Apabila hasil pengukuran mutu air memenuhi baku mutu airnya yaitu bila hasil pengukuran baku mutu air, maka diberi skoring sesuai dengan Tabel 1. Hasil penilaian skor total diklasifikasi menjadi 4 kelas, seperti tercantum pada Tabel 2.

Tabel 1. Penilaian skor data kualitas air dengan metode STORET

Jumlah Contoh*)	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata Rata	-3	-6	-9
>10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata Rata	-6	-12	-18

*)Jumlah Parameter yang digunakan

Sumber: (Sutriati, 2011)

Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat kelas), yaitu Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk baku air minum, dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut; Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut; Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air

yang sama dengan kegunaan tersebut dan kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Tabel 2. Klasifikasi penilaian metode STORET

Klasifikasi	Status Mutu Air		Skor
Kelas A	Baik Sekali	Memenuhi Baku Mutu	0
Kelas B	Baik	Cemar Ringan	-1/d-10
Kelas C	Sedang	Cemar Sedang	-11s/d-30
Kelas D	Buruk	Cemar Berat	>31

Sumber : (Sutriati, 2011).

Penilaian status mutu air dengan menggunakan metode STORET yang bertujuan untuk mengetahui mutu suatu sistem akuatik dengan cara membandingkan kualitas sumber air terhadap baku mutu air yang ditetapkan.

3.2 Faktor Biotik Perairan

Faktor biotik adalah bagian hidup dari lingkungan, termasuk semua organisme yang dapat berinteraksi satu sama lain (Mukharomah, 2021). Sebagai contoh yang sering digunakan yaitu insekta, pisces, plankton, diatom dan makrozoobentos.. Fauna makrobentos digunakan sebagai ukuran *bioassessment* terbaik (Tomar et al., 2021). Ditambahkan juga oleh (Marpaung et al., 2014) bahwasanya ikan memiliki potensi tingkat sensitivitas tinggi terhadap perubahan lingkungan. Setiap spesies ikan memiliki karakter habitat yang berbeda. Adanya perubahan pada keanekaragaman ikan dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran. Adapun beberapa artikel yang relevan mengenai keanekaragaman organisme sebagai bioindikator di Sub-Das Kali Madiun.

Tabel 3. Penelitian terdahulu tentang organisme sebagai bioindikator perairan

No	Judul	Metode	Hasil
1.	Biomonitoring Kualitas Air Sungai Madiun Dengan Bioindikator Makroinvertebrata (Widiyanto & Sulistayarsi, 2014).	Penelitian ini menggunakan purposive sampling pada 4 stasiun. Stasiun 1 terletak di bagian paling hulu yaitu daerah Kelurahan Josenan sampai stasiun 4 di bagian paling hilir di daerah Kelurahan Sogaten yang mana setiap stasiun mempunyai Panjang 10 meter. Pengambilan data diambil setiap 2 minggu sekali selama dua bulan.	Hasil penelitian ini didapatkan 12 spesies diantaranya <i>Caneidae</i> , <i>Ephemerilidae</i> , <i>Gomphidae</i> , <i>Perlidae</i> , <i>Ancylidae</i> , <i>Thiaridae</i> , <i>Bithyniidae</i> , <i>Viviparidae</i> , <i>Sphaeriidae</i> , <i>Cordulegastridae</i> , <i>Chlorocyphidae</i> , <i>Parathelphussidae</i> . Stasiun yang memiliki pencemaran dari yang paling buruk ialah pada stasiun III, IV, II, I
2.	Penyusunan Buku Pengayaan Kelas X Berbasis Penelitian Identifikasi Makro Invertebrata Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Catur Madiun (Kurniawati et al., 2020).	Penelitian ini menggunakan metode purposive sampling di 3 stasiun dan dilakukan 2 kali seminggu selama 2 pekan.	Hasil penelitan ini didapatkan 571 spesies yng terdiri dari 8 famili yaitu <i>Gerridae</i> , <i>Nepidae</i> , <i>Rhyacophillidae</i> , <i>Hydropsychidae</i> , <i>Chironomidae</i> , <i>Thiaridae</i> , <i>Parathelphusidae</i> , <i>Perlidae</i> dengan tingkat pencemaran Sungai Catur tergolong agak buruk kecuali di lingkungan dekat hulu.
3.	Fitoplankton Sebagai	Pengambilan sampel menggunakan metode random sampling pada 4	Hasil penelitian ini terdapat 5 divisi dengan 29 genus yaitu divisi

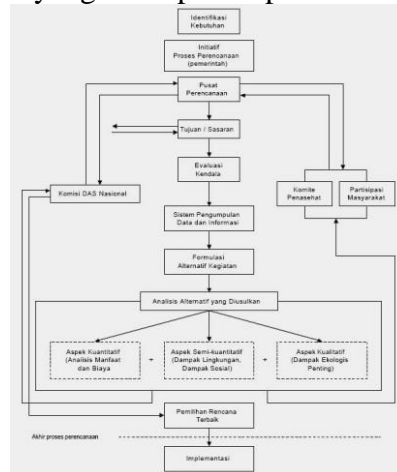
No	Judul	Metode	Hasil
	Bioindikator Kualitas Perairan di Waduk Bening Kabupaten Madiun (Pramesthi et al., 2019).	stasiun. Stasiun 1 daerah alami, stasiun 2 daerah rumah makan, stasiun 3 daerah wisata air, stasiun 4 daerah pemancingan. Diambil menggunakan plankton net kemudian dimasukan ke dalam botol ditetesi formalin 10%.	Cyanophyta (4 genus), Bacillariophyta (11 genus), Chlorophyta (11 genus), Dinoflagelata (1 genus), dan Euglenophyta (2 genus) dengan rata rata kelimpahan 342 individu tergolong dalam kelimpahan rendah. Memiliki kualitas air tercemar sedang
4.	Komunitas Ikan di Sungai Jerowan Kabupaten Madiun (Buwono et al., 2019)	Pengambilan sampel dilakukan pada 3 stasiun. Stasiun I daerah pohon, stasiun II daerah pemukiman, stasiun III daerah lahan pertanian kemudian ditangkap dan diawetkan dengan formalin 4%.	Hasil penelitian menunjukkan ikan di Sungai Jerowan terdiri atas 6 spesies yaitu ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>), ikan Belanak (<i>Liza subviridis</i>), ikan Keting (<i>Mystus micrachantus</i>), ikan Wader (<i>Rasbora argyrotaenia</i>), ikan Sepat Siam (<i>Trichogaster pectoralis</i>), ikan Gatul (<i>Gambusia affinis</i>). Nilai keanekaragaman pada seluruh stasiun rendah
5.	Keanekaragaman Zonasi Serta Overlay Persebaran Bentos di Sungai Keyang Ponorogo, Jawa Timur (Pratami et al., 2018).	Penelitian ini menggunakan purposive sampling pada 3 stasiun. Stasiun I terletak jauh dari pemukiman penduduk, stasiun II dekat dengan pemukiman penduduk, Stasiun III daerah banyak aktivitas warga. Pengambilan sampel menggunakan metode transek dengan panjang 10 m dengan 3 plot dan diberi jarak tiap transek 2m.	Hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman bentos di Sungai Keyang termasuk kategori sedang disebabkan terdapat 7 famili dan 14 spesies. Diantaranya famili <i>Buccinidae</i> , <i>Thiaridae</i> , <i>Lymnaeidae</i> , <i>Gecarcinucidae</i> , <i>Gerridae</i> , <i>Cordulegastridae</i> , <i>Pachychilidae</i>
6.	Biomonitoring Kualitas Air Sungai Gandong Dengan Bioindikator Makroinvertebrata Sebagai Bahan Petunjuk Praktikum Pada Pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan (Dwitawati et al., 2015).	Penelitian ini menggunakan metode purposive sampling pada 3 stasiun. Stasiun I hulu sungai, stasiun II aliran sungai yang mulai tercemari limbah, stasiun III hilir yang berjarak 1 km dari stasiun II. Pengambilan data dilakukan 3 hari sekali selama 2 minggu	Hasil penelitian didapatkan sebanyak 13 famili diantaranya <i>Coenagrionidae</i> , <i>Gecarcinucidae</i> , <i>Gerridae</i> , <i>Libellulidae</i> , <i>Erythrodeltidae</i> , <i>Culicidae</i> , <i>Muscidae</i> , <i>Pyralidae</i> , <i>Hydroptilidae</i> , <i>Chironomidae</i> , <i>Haplontidae</i> , <i>Thiaridae</i> , <i>Physidae</i> Uji kualitas air pada stasiun I didapati agak buruk dan pada stasiun II dan III buruk.

Ditinjau dari beberapa literatur diatas menunjukkan bahwa keanekaragamannya masih tergolong rendah- sedang serta memiliki kualitas air dalam rentang tercemar sedang - buruk. Hal ini telah terbukti bahwa kelimpahan dan keanekaragaman organisme bergantung pada toleransi dan tingkat sensitivitasnya terhadap kondisi lingkungannya. Pemantauan kualitas air yang biasanya dilakukan melalui analisis sifat fisik dan kimia air adakalanya sulit diandalkan karena bahan pencemar begitu cepat larut dalam air. Hal ini yang mendorong dilakukannya sistem pemantauan biologis dimana organisme air sebagai alat indikator biologis pemantauan (Rustiasih et al., 2018). Diperkuat dengan (Pratami et al., 2018) menyatakan bahwa

keanekaragaman organisme air dapat digunakan sebagai penentu kondisi suatu perairan serta mempertahankan kehisapan pada perairan tersebut (Tomar et al., 2021).

3.3 Strategi Pengelolaan Sub-DAS Kali Madiun

Pengelolaan Sub-DAS diawali oleh pengelolaan DAS yang mana terdapat proses implementasi kebijakan dan kegiatan yang menyangkut pengelolaan sumberdaya alam, sumber daya buatan dan manusia dalam suatu yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia secara berkesinambungan (I.G.A.W. Upadan, 2017). Dalam proses pengeloalaan perlu kerangka berpikir mengenai permasalahan yang terdapat dilapangan agar penyelesaian dapat ditangani secara tepat seperti dalam proses yang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Pengelolaan DAS (I.G.A.W. Upadan, 2017).

Sesuai dengan permasalahan beberapa titik pada Sub-DAS Kali Madiun yang memiliki tingkat pencemar air yang buruk di Sungai Catur (Kurniawati et al., 2020). Sungai Gandong dan Sungai Madiun (Dwitawati et al., 2015). Ditambah dengan status kualitas air tercemar di Waduk Bening (Pramesthi et al., 2019). Maka solusi yang dapat diambil diantaranya

1. Meningkatkan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar
Berdasarkan Undang-undang No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada Pasal 5 yang menyebutkan bahwa “perencanaan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dilaksanakan melalui tahapan: inventarisasi lingkungan hidup, penetapan wilayah ekoregion dan penyusunan RPPLH”. Pembentukan wilayah ekoregion ini akan mempermudah implementasi pengelolaan Sub DAS terpadu (Auliani dan Wahyuningrum, 2020).
2. Rehabilitasi dan Konservasi daerah tangkapan air lereng Gunung Wilis
Ditinjau dari sumbernya, perlu adanya rehabilitasi kawasan konservasi dilakukan melalui pelibatan masyarakat pada pembibitan, penanaman, pengkayaan, pemeliharaan, teknik konservasi secara vegetatif, serta perbaikan lingkungan pada bagian kawasan suaka alam, kawasan pelestarian alam, dan taman buru yang mengalami kerusakan
3. Melakukan pengelolaan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL)
Upaya untuk mengurangi pencemaran limbah pada sungai adalah dengan melakukan pengelolaan limbah sebelum dibuang ke badan air. Langkah-langkah dalam melakukan pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan : a.) Melakukan pengklasifikasikan sumber pencemar b.) Melakukan pengelompokan air limbah c.) Melakukan perhitungan beban pencemar (Palit et al., 2020).
4. Meningkatkan peran masyarakat

Aspek sosial kelembagaan menjadi aspek prioritas dalam pengendalian pencemaran air dikarenakan pemanfaatan sumber daya alam dan kualitas lingkungan berkaitan dengan pola perilaku masyarakat di sekitarnya (Setyowati, 2020).

5. Pemantauan kualitas air secara rutin

Pemantauan kualitas air secara rutin di sungai sangat penting untuk memastikan lingkungan hidup yang sehat dan aman bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sungai tersebut. Pemantauan ini biasanya melibatkan pengambilan contoh air secara berkala di berbagai lokasi sungai dan melakukan analisis terhadap parameter-parameter tertentu seperti BOD, COD, TSS, TDS, pH, bakteri, dan kadar nutrient



Gambar 4. Instalasi Pengelolaan Air Limbah (Dinas Sumber Daya Air Prov. Jakarta)

Air limbah yang berasal dari aktifitas industri maupun perumahan seharusnya mengalir melalui pipa yang di bawah tanah kemudian air tersebut dibuang ke penampungan seperti selokan. Pada penampungan air diolah dengan klorin atau sinar ultraviolet. Proses klorinasi digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan mikroorganisme dan senyawa kimia berbahaya pada air (gambar 4). Konsentrasi klorin pada air yang lebih rendah dari pada standar tidak akan berdampak pada bakteri patogen dan memungkinkan terjadinya resistensi bakteri terhadap klorin (Azhar et al., 2024). Kemudian penguraian sekunder dilakukan oleh bakteri yang selanjutnya diberi perlakuan aerasi. Prinsip kerja aerasi adalah penambahan oksigen kedalam air sehingga oksigen terlarut dalam air akan semakin tinggi dengan cara memperluas areal permukaan yang kontak dengan udara, mencampur udara dengan air atau bahan lain (gambar 4). Penambahan oksigen adalah salah satu usaha pengambilan zat pencemar yang tergantung di dalam air, sehingga konsentrasi zat pencemar akan hilang atau bahkan dihilangkan sama sekali. Zat yang diambil dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan tercampur (Pradana et al., 2018). Tahap pembuangan akan dikirim ke TPA atau dimanfaatkan sebagai pupuk (gambar 4). Proses penyaringan dimaksudkan untuk memisahkan padatan tersuspensi atau padatan terapung yang relative besar seperti lilin batik, zat-zat warna, zat-zat kimia yang tidak larut, dan kotoran-kotoran pada limbah cair. Proses pengendapan ditujukan untuk memisahkan padatan yang dapat mengendap dengan gaya gravitasi (Tawakkal et al., 2022). Kemudian limbah yang sudah disterilkan akan dialirkan menuju sungai.

4 KESIMPULAN

Kesimpulan dari uraian diatas bahwasanya dalam suatu perairan dapat diukur tingkat kualitasnya dengan menggunakan bioindik ator biotik (makhluk hidup) namun juga tidak lepas dari peran faktor abiotik (lingkungan) seperti suhu, konduktivitas, pH, TDS, TSS, COD, BOD. Hasil menyatakan bahwa kualitas air di Sub-DAS Kali Madiun dalam keadaan tercemar sedang-buruk serta memiliki keanekaragaman yang sedang. Penanggulangan bisa diatasi

diantaranya dengan cara meningkatkan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar, rehabilitasi dan konservasi daerah tangkapan Gunung Wilis, melakukan pengelolaan IPAL, meningkatkan peran masyarakat dan pemantauan kualitas air secara rutin.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Panitia Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2024 atas kesempatannya dan para mahasiswa kelompok A (Herliya Iriyanti, Mesiya Ratna Wati, Desafa Rhastrya Krismadi, Fenidika Amalia Ramadhani, Ismayatul Halimah) dalam Praktisi Mengajar periode 4 tahun 2024 serta kepada Ibu Nurul Kusuma Dewi, S.Si., M.Sc. selaku dosen pengampu matakuliah Ekologi Tumbuhan di Universitas PGRI Madiun.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Halim, M., Shahidul Islam, M., Sharmin, S., Mozzamel Haque, M., Sydur Rahman, M., Md Abdul Halim, C., Sharmin, S., & Hafizur Rahman, H. (2018). of the People's Republic of Bangladesh Assessment of water quality parameters in baor environment, Bangladesh: A review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(2), 269–263. <https://www.researchgate.net/publication/353514584>.
- Anhwange, B. A., Agbaji, E. B., & Gimba, E. C. (2012). Impact Assessment of Human Activities and Seasonal Variation on River Benue, within Makurdi Metropolis. *International Journal of Science and Technology*, 2(5), 248–254.
- Aprilia, I. S., & Zunggaval, L. E. (2019). Peran Negara Terhadap Dampak Pencemaran Air Sungai Ditinjau Dari Uu Pplh. *SUPREMASI Jurnal Hukum*, 2(2), 15–30. <https://doi.org/10.36441/supremasi.v2i2.115>
- Arisandi, P. (2001). Mangrove Jenis Api-Api (*Avicennia Marina*) Alternatif Pengendalian Pencemaran Logam Berat Pesisir. Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah.
- Azhar, M., Saade, A., Yunus, M., & Sara, U. (2024). Evaluasi Penggunaan Kaporit Pada Air Minum Ayam Ras Pedaging Di Peternak Yang Menggunakan Sistem Kemitraan. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak Dan Tanaman*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.30598/ajitt.2024.12.1.1-8>
- Buwono, N. R., Fariedah, F., & Anestyningrum, R. E. (2019). Komunitas Ikan Di Sungai Jerowan Kabupaten Madiun. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6(2), 81. <https://doi.org/10.20473/jafh.v6i2.11284>
- Desmawati, I., Adany, A., & Java, C. A. (2020). Studi Awal Makrozoobentos di Kawasan Wisata Sungai Kalimas, Monumen Kapal Selam Surabaya. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v8i2.49929>
- Dwitawati, D. A., Sulistyarsi, A., & Widiyanto, J. (2015). Biomonitoring Kualitas Air Sungai Gandong Dengan Bioindikator Makroinvertebrata Sebagai Bahan Petunjuk Praktikum Pada Pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan Smp Kelas Vii. *Florea : Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 2(1), 41–46. <https://doi.org/10.25273/florea.v2i1.405>
- Firdahlia, F., & Muhammad, J. (2021). Menentukan Kualitas Air Bawah Tanah Disekitar Spbu Rimbo Panjang Kampar Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Dan Geokimia. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 18(2), 93. <https://doi.org/10.31258/jkfi.18.2.93-98>
- Hosseini, N., Johnston, J., & Lindenschmidt, K. E. (2017). Impacts of climate change on the water quality of a regulated prairie river. *Water (Switzerland)*, 9(3), 1–15. <https://doi.org/10.3390/w9030199>
- I.G.A.W. Upadan. (2017). Model Pemanfaatan Modal Sosial Dalam Pemberdayaan Masyarakat Pedesaan Mengelola Daerah Aliran Sungai (Das) Di Bali. *Jurnal Lingkungan & Pembangunan*, 1(No. 1: 2017), 11–22.

- Kale, V. S. (2016). Consequence of Temperature , pH , Turbidity and Dissolved Oxygen Water Quality Parameters.<http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/temptech/temperature.html#rec>. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology ISO*, 3(8), 186–190. <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2016.3834>
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia*.
- Kurniawati, A., Widiyanto, J (2020). Penyusunan Buku Pengayaan Kelas X Berbasis Penelitian Identifikasi Makro Invertebrate Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai *Prosiding Seminar* 293–301.
- Kuswanto, H., Nugroho, S. S., & Sarbini. (2024). Penegakan Hukum Terhadap Pendirian Bangunan Dikawasan Daerah Aliran Sungai (Das) (Studi Di Kecamatan Dolopo Kabupaten Madiun Jawa Timur). *YUSTISIA MERDEKA : Jurnal Ilmiah Hukum*, 10(1), 50–58. <https://doi.org/10.33319/yume.v10i1.265>
- Marpaung, S. M., Muhammad, F., Wasiq, J., Laboratorium, H., Dan Biosistematika, E., & Biologi, J. (2014). Keanekaragaman dan Kemelimpahan Larva Insekta Akuatik Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Air Sungai Garang, Semarang (Diversity and Abundance Aquatic insect Larvae as Water Quality Bioindicator In Garang River, Semarang). *Jurnal Biologi*, 3(4), 1–8.
- Mukharomah, E. (2021). *Konsep Dasar Ekologi Tumbuhan*. Bening Media Publishing: Jakarta.
- Palit, F. A., Bobby, J. V. P., & Rotinsulu, W. C. (2020). Evaluasi Kajian Kualitas Air, Status Mutu Serta Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Sangkub Di Kabupaten Bolaang Mongondow Utara Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Administrasi Publik*, 6(93), 23–35.
- Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 . *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia*, 1, 1-5.
- Pinto, Á. J. de A., Tavares, V. B. da C., Pinheiro, S. C. C., Lima, M. de O., Aviz, D., & Lima, A. M. M. de. (2020). Benthic macroinvertebrates as bioindicators of environmental quality of Pará River estuary, a wetland of Eastern Amazon. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)*, 56(1), 111–127. <https://doi.org/10.5327/z2176-947820200760>
- Pradana, T. D., Suharno, S., & Apriansyah, A. (2018). Pengolahan Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Kadar TSS Dan BOD. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 4(2), 56. <https://doi.org/10.30602/jvk.v4i2.9>
- Pramesthi, P. F., Mega, Y., & Ganjari, E. L. (2019). Phytoplankton as a Bioindicator of Water Quality in the Clear Reservoir, Madiun Regency. *Proceedings of the VII National Biological Seminar*, 7(September), 112–124. <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/hayati/article/view/591>
- Pratami, V. A. Y., Setyono, P., & Sunarto, S. (2018). Keanekaragaman, Zonasi Serta Overlay Persebaran Bentos di Sungai Keyang, Ponorogo, Jawa Timur. *Depik*, 7(2), 127–138. <https://doi.org/10.13170/depik.7.2.9881>
- Putra, G. H. D., Sasaerila, H. Y., & Sugoro, I. (2020). Analisis Faktor Abiotik Daerah Aliran Sungai Ciliwung, Depok. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek (SNPBS)*, 87–92. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/12244/p.87-92> Genta Hadela Hadela.pdf?sequence=1
- Rustiasih, E., Arthana, I. W., & Sari, A. H. W. (2018). Keanekaragaman dan Kelimpahan Makroinvertebrata Sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tukad Badung, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), 16.

- <https://doi.org/10.24843/ctas.2018.v01.i01.p03>
- S M Mandape R R Kamdi, S. M. M. R. R. K. (2022). Diversity of Aquatic Insect As a Bioindicator With Water Quality Parameters of Selected Wainganga River Basin Areas of Pauni, District Bhandara, (M.S.). *International Journal of Researches in Biosciences and Agriculture Technology*, May, 80–86. <https://doi.org/10.29369/ijrbat.2022.02.1.0012>
- Setyowati, R. D. N. (2020). Peningkatan Kualitas Lingkungan Daerah Aliran Sungai Solo Berbasis Interactive Participation. *Jurnal Poli-Teknologi*, 19(1), 37–44. <https://doi.org/10.32722/pt.v19i1.2401>
- Simbolon, A. R. (2016). Status Pencemaran di Perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta. *Biology Education*, 13(1), 677–682.
- Singh, P. K., & Shrivastava, P. (2015). Analysis Of Water Quality Of River Narmada. *International Journal of Current Research*, 7(12), 24073–24076. <http://www.journalcra.com>
- Sutriati, A. (2011). Penilaian Kualitas Air Sungai Dan Potensi Pemanfaatannya Studi Kasus : S. Cimanuk. *Jurnal Sumber Daya Air*, 7(1), 1–17. <http://journalsda.pusair-pu.go.id/index.php/JSDA/issue/view/74>
- Tawakkal, A., Wahyudi, H., Indriyani, D., & Zuhdy, A. Y. (2022). Pengembangan Kolam Retensi Dalam Upaya Mereduksi Banjir Kali Jeroan Kabupaten Madiun. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 3(2), 45–58. <https://doi.org/10.31284/j.jtm.2022.v3i2.3161>
- Tomar, G., Malik, D. S., & Jain, C. K. (2021). Relationship between macrobenthos and abiotic characteristics of river alaknanda in a stretch from chamoli to devprayag in garhwal himalayan region of uttarakhand, india. *Journal of Applied and Natural Science*, 13(3), 1135–1142. <https://doi.org/10.31018/jans.v13i3.2721>
- Verma, S., Tiwari, D., & Verma, A. (2017). Comparison of Water Quality Parameters for Ganga and Pandu River in Kanpur. *International Journal of Engineering Inventions*, 6(10), 38–41. www.ijejournal.com
- Widiyanto, J., & Sulistayarsi, A. (2014). Biomonitoring Kualitas Air Sungai Madiun Dengan Bioindikator Makroinvertebrata. *Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 2(2). <https://doi.org/10.25273/jems.v2i2.219>
- Wijaya, I. M. W., & Soedjono, E. S. (2018). Physicochemical Characteristic of Municipal Wastewater in Tropical Area: Case Study of Surabaya City, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 135(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/135/1/012018>
- Yogafanny, E. (2015). Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(1), 29–40. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol7.iss1.art3>
- Yuningsih, S. M., Raharja, B., Diniyah, R., & Windatiningsih, D. (2011). Karakteristik Hidrologi Aliran Permukaan Di Das Kali Madiun. *Jurnal Sumber Daya Air*, 7(2). <https://www.researchgate.net/publication/334259642>