

Studi Fitoremediasi Akuatik Pada Jalur Aliran Mata Air Sumber Suci Kecamatan Panti Kabupaten Jember

Yomi Febriyanti Hijriyah Sari^{1*}, Anastasya Nurrahmi¹, Ericha Reyza Subiantoro¹, Noval Aditya Saputra¹, Hilmi Alivia Sahrul Gafur¹, Senki Desta Galuh¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember, Indonesia

*yomifebriyanti@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 15-12-2025
Revised: 1-1-2026
Accepted: 5-1-2026
Available online: 20-5-2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas proses fitoremediasi alami pada jalur aliran dua mata air Sumber Suci Kecamatan Panti, Kabupaten Jember melalui parameter fisikokimia air dan bioindikator biota akuatik. Pengamatan dilakukan pada lima titik pengambilan sampel (S1-S5) dari hulu hingga hilir dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Parameter kualitas air yang diuji meliputi pH dan Total Dissolved Solid (TDS), sedangkan aspek ekologis dianalisis berdasarkan keberadaan makrozoobentos dan biota lain di area vegetasi riparian. Hasil penelitian menunjukkan rentang pH antara 7,38–7,90 dan nilai TDS rendah yaitu 80–87 ppm, yang mencerminkan kualitas perairan yang masih baik dan mendukung keberadaan organisme akuatik. Kehadiran biota sensitif seperti Perlidae dan Polycentropodidae mengindikasikan rendahnya tekanan polusi dan berfungsinya proses fitoremediasi secara alami. Kombinasi vegetasi riparian, aliran berbatu, serta dinamika biota menunjukkan bahwa jalur aliran dua memiliki kemampuan pemurnian alami yang stabil dan efektif. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan peran penting vegetasi riparian sebagai agen fitoremediasi alami yang menjaga kualitas ekosistem mata air dari hulu hingga hilir.

KATA KUNCI: fitoremediasi; mata air; kualitas air; makrozoobentos; vegetasi riparian

ABSTRACT

This study aims to analyze the effectiveness of natural phytoremediation processes in the flow paths of two Sumber Suci springs in Panti District, Jember Regency through water physicochemical parameters and aquatic bioindicators. Observations were conducted at five sampling points (S1-S5) from upstream to downstream using a quantitative descriptive approach. Water quality parameters tested included pH and Total Dissolved Solids (TDS), while ecological aspects were analyzed based on the presence of macrozoobenthos and other biota in the riparian vegetation area. The results showed a pH range between 7.38–7.90 and a low TDS value of 80–87 ppm, which reflects good water quality and supports the existence of aquatic organisms. The presence of sensitive biota such as Perlidae and Polycentropodidae indicates low pollution pressure and the functioning of natural phytoremediation processes. The combination of riparian vegetation, rocky flow, and biota dynamics indicates that the two flow paths have stable and effective natural purification capabilities. Overall, this study confirms the important role of riparian vegetation as a natural phytoremediation agent that maintains the quality of spring ecosystems from upstream to downstream.

KEYWORDS: phytoremediation; spring ecosystem; water quality; macrozoobenthos; riparian vegetation



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

1. PENDAHULUAN

Mata air merupakan fenomena munculnya air tanah ke permukaan karena muka air tanah yang terpotong. Menurut Sudarmaji dkk (2016) dalam Praharjo dan Ramadhan (2021), mata air tanah terletak di bagian hulu suatu wilayah yang bertanggung jawab untuk menyediakan air kepada wilayah sekitar untuk memenuhi kebutuhan air di wilayah hilir [1]. Air adalah kebutuhan dasar hewan, tumbuhan, dan manusia, akan tetapi seiring bertambahnya penduduk menyebabkan krisis *supply* air yang semakin besar, sementara permintaan akan air terus meningkat. Oleh karena itu, sangat penting untuk menjaga ketersediaan dan keberadaan sumber air dari pencemaran lingkungan. Menurunnya pasokan air bukan terjadi hanya karena faktor alam tetapi aktivitas manusia juga mempengaruhi dari menurunnya pasokan air dan kualitas air.

Aktivitas manusia terbukti menjadi salah satu faktor utama dari menurunnya kualitas air pada berbagai ekosistem mata air. Seperti pada studi yang dilakukan pada mata air Sumber Awan, Singosari menunjukkan bahwa aktivitas pertanian, pemukiman dan penggunaan saluran air untuk mandi, cuci, kakus (MCK) dapat menurunkan kualitas fisikokimia di sepanjang aliran, yang ditunjukkan oleh peningkatan kekeruhan, TDS, BOD serta penurunan DO dari hulu ke hilir [2].

Kondisi ini menunjukkan bahwa mata air sangat rentan mengalami perubahan kualitas Ketika mulai terpapar aktivitas manusia. Ini juga memungkinkan terjadi pada mata air Sumber Suci, terutama karena alirannya melewati wilayah pertanian masyarakat. Mata air Sumber Suci ini merupakan sumber air alami yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari serta mendukung aktivitas wisata lokal. Pada bagian hulu, tutupan vegetasi yang masih rapat berfungsi menjaga stabilitas lahan dan membantu menyaring limpasan sehingga kualitas air tetap terjaga. Meski demikian, setelah aliran bergerak menuju wilayah yang lebih terbuka, kondisi lingkungan berubah dan lebih rentan terhadap gangguan eksternal. Area terbuka tersebut memungkinkan masuknya pengaruh aktivitas manusia, seperti pemanfaatan lahan atau lalu lintas pengunjung. Selain itu, proses alamiah seperti erosi dan sedimentasi dapat turut memengaruhi komposisi fisik dan kimia air. Kombinasi faktor-faktor tersebut menyebabkan potensi perubahan kualitas air sepanjang jalur aliran [3].

Dalam kondisi seperti ini, peran vegetasi di sepanjang aliran menjadi semakin penting. Keberadaan tumbuhan akuatik dan riparian tidak hanya berfungsi sebagai peneduh atau penahan erosi, tetapi juga berkontribusi langsung dalam memperbaiki kualitas air melalui proses fitoremediasi. Fitoremediasi adalah teknologi remediasi in-situ menggunakan kemampuan alami tanaman untuk mengurangi volume, mobilitas, atau toksisitas berbagai kontaminan pada air yang dimana penggunaan teknologi ini ramah lingkungan dan hemat biaya [4].

Fitoremediasi menjadi salah satu pendekatan ekologis yang umum digunakan untuk menjaga kualitas air melalui pemanfaatan tumbuhan akuatik. Vegetasi riparian akar tumbuhan air, dan tanaman yang tumbuh di sepanjang alur sungai terbukti efektif menurunkan sedimen tersuspensi dan mengurangi logam berat, sekaligus meningkatkan kondisi kimia air seperti kadar oksigen terlarut (DO) [5]. Pada jalur aliran 2, keberadaan bambu, pakis air, dan vegetasi *understor* lainnya menunjukkan potensi berlangsungnya proses fitoremediasi secara alami. Tumbuhan ini mampu memperlambat aliran, menahan partikel halus, dan menciptakan kondisi yang lebih stabil bagi ekosistem perairan. Dengan demikian, komposisi vegetasi lokal memiliki peran penting dalam mempertahankan kualitas air yang mengalir [6].

Untuk mengetahui efektivitas fitoremediasi alami tersebut, perlu dilakukan analisis parameter fisikokimia air secara terukur. Parameter dasar seperti DO, pH, dan TDS dipakai sebagai indikator umum untuk menilai status kualitas air di tiap segmen aliran. Selain parameter fisikokimia, keberadaan fauna akuatik juga dapat digunakan sebagai bioindikator untuk menilai kesehatan ekosistem mata air. Variasi jenis dan kelimpahan organisme seperti larva serangga, ikan kecil, atau hewan permukaan air sering mencerminkan kondisi lingkungan serta tingkat tekanan antropogenik pada suatu perairan. Dengan membandingkan nilai pada titik sampling T1 hingga T5, dapat diamati apakah keberadaan vegetasi akuatik dan riparian memberikan pengaruh positif terhadap dinamika kualitas air serta menilai apakah keberadaan fauna akuatik sebagai bioindikator untuk memperkuat interpretasi kondisi ekosistem. Pola perubahan antar titik pengamatan juga membantu memahami sejauh mana kondisi lingkungan mendukung proses pemurnian alami. Hasil analisis ini dapat digunakan sebagai dasar evaluasi dan rekomendasi pengelolaan kawasan mata air.






2. METODE

Penelitian dilakukan pada jalur aliran dua mata air Sumber Suci pada bulan November 2025, dengan mengamati vegetasi rapat, aliran kecil berbatu serta keanekaragaman biota akuatik. Desain penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif melalui analisis parameter fisika-kimia air, observasi biota akuatik indikator, dan dokumentasi kondisi aliran. Sampel diambil pada lima titik (S1–S5) dari hulu ke hilir. Titik S1 dan S2 berada di area teduh dengan vegetasi lebat dan arus lambat, sedangkan S3–S5 terletak di area lebih terbuka dengan arus lebih cepat dan substrat berbatu. Variasi kondisi lokasi ini digunakan untuk menilai perubahan nilai

pH dan TDS, serta keberadaan biota seperti capung, laba-laba air, ikan kecil, dan larva, sehingga dapat dianalisis efektivitas proses fitoremediasi alami yang terjadi sepanjang aliran.

Penentuan titik lokasi penelitian dilakukan secara *purposive* berdasarkan keadaan lingkungan yang berada di sekitar Sumber Suci pada jalur aliran 2. Titik yang di gunakan dalam penelitian ini sebanyak 5 titik dengan jarak untuk setiap titik ± 10 meter.

Tabel 1. Lokasi titik pengamatan (T1-T5)

Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5
				

Pengambilan sampel pada indikator biologi berdasarkan pengamatan sederhana melalui panca indra untuk mengamati vegetasi dan keberadaan biota. Kemudian hasil pengamatan akan dianalisis secara deskriptif berdasarkan kajian literatur yang sudah ada sebelumnya. Sedangkan pengamatan kualitas air berdasarkan pengujian nilai pH dan TDS dilakukan secara *grab sampling* menggunakan botol sampel polietilena (PE) yang telah dibilas dengan air sampel sesuai dengan SNI 8995:2021 yaitu Metode Pengambilan Contoh Uji Untuk Pengujian Fisika dan Kimia [7]. Sampel disimpan dalam boks pendingin dan dianalisis pada hari yang sama untuk meminimalkan perubahan sifat fisikokimia di Laboratorium Dasar Terpadu Universitas Muhammadiyah Jember dengan menggunakan alat pH meter Smart Sistem. Pengukuran *in situ* meliputi suhu, kondisi aliran, dan deskripsi penutupan vegetasi riparian.

Parameter pH dipilih karena mencerminkan keseimbangan asam-basa perairan yang memengaruhi ketersediaan nutrisi, toksisitas logam, dan aktivitas biologis organisme akuatik. TDS dipilih untuk menggambarkan konsentrasi zat padat terlarut (ion anorganik dan senyawa organik) yang berhubungan dengan proses pelindian tanah, masukan limpasan, serta efektivitas penyerapan oleh vegetasi fitoremediasi. Kedua parameter ini sensitif terhadap perubahan penutupan lahan riparian, proses fotosintesis, dekomposisi bahan organik, serta interaksi air-substrat.

Identifikasi makrozoobentos dilakukan menggunakan metode plot/transek. Pada setiap titik pengamatan (S1–S5) dibuat transek mengikuti arah aliran. Sepanjang transek ditetapkan beberapa plot berukuran 1×1 m pada area substrat berbatu/berpasir dan dekat vegetasi riparian untuk mewakili variasi mikrohabitat. Semua organisme makrozoobentos dalam setiap plot dikoleksi secara hati-hati dengan mengambil substrat permukaan, menyaringnya, dan memisahkan organisme yang terlihat. Kemudian diidentifikasi dengan cara pengelompokan berdasarkan tingkat famili untuk kelompok EPT dan non-EPT serta tingkat toleransi pencemaran sebagai dasar interpretasi kualitas perairan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan pengujian kualitas air, dilakukan kegiatan awal berupa pengambilan sampel air pada lima titik pengamatan (S1–S5). Pengambilan sampel dilakukan secara langsung di lokasi menggunakan wadah sampel yang steril untuk menjaga keakuratan hasil analisis. Pada saat yang sama, dilakukan juga observasi terhadap kondisi perairan dan biota akuatik yang ditemukan di sekitar aliran mata air. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh data awal mengenai karakteristik fisik perairan dan keberadaan organisme akuatik yang dapat mendukung interpretasi hasil pengujian parameter pH dan TDS pada tahap analisis berikutnya.

3.1 Keanekaragaman Biota

Makrozoobentos sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, terutama kualitas air seperti suhu dan oksigen terlarut. tingkat garam, serta konsentrasi logam berat dan bahan organik. Oleh karena itu, habitat alami masing-masing spesies memberikan gambaran tentang kondisi lingkungan perairan. Tabel berikut memuat data keanekaragaman biota makrozoobentos yang diperoleh dari proses identifikasi jenis dan jumlah organisme pada tiap titik sampling, yang digunakan untuk menilai serta memahami kualitas lingkungan perairan di area penelitian.

Tabel 2. Biota air makroinvertebrata

Nama Famili	Jenis	Jumlah Individu	Tingkat Toleransi
<i>Perlidae</i>	EPT	3	Tinggi
<i>Polycentropodidae</i>	EPT	4	Sedang
<i>Gryinidae Larva</i>	Non EPT	1	Sedang
<i>Tipuliade-C</i>	Non EPT	1	Sedang
<i>Gomphiadae-A</i>	Non EPT	2	Sedang
<i>Villiadae</i>	Non EPT	11	Sedang
<i>Gerridae</i>	Non EPT	9	Sedang
<i>Bucciniadae</i>	Non EPT	13	Sedang



Sumber: Hasil pengujian, 2025

Setiap spesies makrozoobentos memiliki tingkat toleransi berbeda terhadap pencemaran. Misalnya ordo *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, dan *Trichoptera* (EPT) dikenal sangat sensitif terhadap gangguan lingkungan dan hanya dapat hidup di perairan dengan kualitas baik, sehingga sering digunakan dalam analisis indeks biotik [8]. Secara keseluruhan, hasil identifikasi menunjukkan bahwa makrozoobentos berbeda dalam hal tingkat toleransi. Ini mendukung gagasan bahwa makroinvertebrata adalah bioindikator alami yang sangat berguna untuk menilai kualitas air secara ekologis.

Perlidae memiliki tingkat toleransi yang sangat rendah terhadap polusi. Keberadaan mereka hanya ditemukan pada lokasi dengan kategori *very lightly polluted*, yaitu perairan yang masih memiliki kualitas baik, oksigen terlarut tinggi, arus cukup, dan minim beban organik maupun kimia [9]. Polycentropodidae cukup tahan terhadap polutan, dimana kondisi air menunjukkan kualitas yang baik hingga sedang [10].

Sedangkan biota air dengan jenis Non EPT merupakan hewan yang bukan termasuk ordo *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, dan *Trichoptera* (EPT) yang tidak sensitif atau toleran terhadap polutan yang masuk ke badan air. Meskipun tidak terlalu sensitif seperti EPT, keberadaan non-EPT tetap memberikan informasi penting tentang kondisi ekosistem khususnya bila ditemukan dominan, yang dapat mengindikasikan bahwa perairan berada pada kualitas sedang atau mengalami tekanan ekologis ringan. Dengan demikian, komposisi non-EPT di Sumber Suci Aliran 2 mencerminkan dinamika lingkungan yang masih stabil namun menunjukkan adanya proses alami maupun antropogenik yang memengaruhi kualitas perairan.

Tabel 3. Biota air makroinvertebrata yang ditemukan

<i>Perlidae</i>	<i>Polycentropodidae</i>	<i>Gryinidae Larva</i>	<i>Tipuliade-C</i>
			
<i>Gomphiade-A</i>	<i>Villiadae</i>	<i>Gerridae</i>	<i>Bucciniadae</i>
			

Sumber: Hasil pengamatan, 2025

Tabel berikut menyajikan keanekaragaman biota yang diperoleh dari lima titik pengambilan sampel (S1-S5), yang digunakan sebagai dasar untuk memahami kualitas vegetasi riparian di area Sumber Suci Aliran 2.






Tabel 4. Biota yang ditemukan di area vegetasi sumber

Nama Famili	Jumlah Individu
Ikan Wader	5
Belalang Air	1
Capung <i>Sundaneese</i>	1
Capung Loreng Tombak	1
Laba-laba Kaki Panjang	1

Sumber: Hasil pengamatan, 2025

Ikan wader adalah ikan yang menyukai perairan jernih dan hidup dekat dengan permukaan air sehingga ikan ini suka mendekati dan berkumpul di dekat sumber cahaya yang masuk ke dalam permukaan air [11]. Belalang dapat menunjukkan bahwa tidak ada vegetasi sebagai sumber makanan dan tempat tinggal karena mereka memakan kuncup-kuncup bunga atau dedaunan tingkat herba, semak, bahkan pohon [12]. Capung dengan berbagai spesies mampu berperan sebagai bioindikator lingkungan, karena capung memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan terutama yang disebabkan oleh pencemaran limbah beracun, pestisida, atau bahkan tekanan ekologis akibat beberapa aktivitas manusia di dalamnya [13]. Laba-laba memang bukan bioindikator kualitas kimia air seperti makroinvertebrata, tetapi keberadaannya di sekitar aliran sungai dapat menunjukkan kondisi lingkungan, terutama di daerah riparian. Perubahan dalam komunitas laba-laba juga dapat menunjukkan tekanan aktivitas manusia, seperti erosi, penebangan vegetasi, dan polusi cahaya yang mengganggu ekosistem riparian. Selain itu, keanekaragaman dan kelimpahan laba-laba menunjukkan kesehatan vegetasi tepi sungai yang menjadi habitat utama mereka, serta ketersediaan serangga akuatik yang muncul ke permukaan, yang keduanya sangat dipengaruhi oleh kualitas air.

Tabel 5. Biota yang ditemukan di area vegetasi sumber

Ikan Wader	Belalang Air	Capung <i>Sundaneese</i>	Capung Loreng Tombak	Laba-Laba Kaki Panjang
				

Sumber: Hasil pengamatan, 2025

Berdasarkan pengamatan sederhana yang telah dilakukan, Sumber Suci Aliran 2 ini termasuk dalam kategori perairan dengan kualitas yang masih baik hingga sedang, sebagaimana ditunjukkan oleh stabilnya nilai pH dan rendahnya TDS di semua titik pengamatan. Kondisi ini sejalan dengan temuan beberapa studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa keberadaan vegetasi riparian dan hidromakrofit lokal berperan penting dalam menjaga kestabilan kualitas air melalui proses fitoremediasi alami. Nilai pH yang cenderung netral hingga sedikit basa serta TDS yang rendah memperlihatkan bahwa proses fisik-biologis seperti filtrasi alami akar, penyerapan nutrisi, dan pengendapan sedimen berlangsung efektif di sepanjang aliran. Selain parameter kimia, kehadiran makrozoobentos sensitif seperti *Perlidae* dan *Polycentropodidae* memperkuat gambaran bahwa perairan pada jalur aliran 2 ini berada pada kondisi yang relatif terjaga, dikarenakan kelompok EPT sendiri hanya dapat bertahan pada perairan dengan tekanan polusi rendah. Sementara itu, keberadaan biota non-EPT seperti *Tipulidae*, *Gyrinidae*, dan *Gerridae* menunjukkan adanya dinamika ekosistem yang wajar pada perairan dengan kualitas sedang tanpa indikasi pencemaran berat. Dengan demikian, kondisi ekologis Sumber Suci Aliran 2 secara umum konsisten dengan kajian literatur yang menekankan bahwa kombinasi vegetasi riparian, karakter aliran, dan komunitas biota menjadi indikator kuat dari kualitas perairan yang masih dalam kondisi baik. Selain makrozoobentos, keberadaan biota lain seperti ikan wader, capung, laba-laba dan belalang air turut memperkuat interpretasi kualitas perairan pada jalur aliran 2. Keempat kelompok biota tersebut memperkuat bahwa kondisi ekosistem Sumber Suci Aliran 2 berada pada kategori baik hingga sedang, konsisten dengan hasil parameter fisikokimia serta dukungan referensi literatur terkait bioindikator akuatik. Secara keseluruhan, keberadaan

organisme sensitif seperti capung dan ikan wader, bersama organisme toleran seperti beberapa non-EPT, menunjukkan bahwa struktur komunitas biota di area penelitian masih stabil dan mencerminkan ekosistem perairan yang relatif sehat.

3.2 Hasil Pengukuran pH dan TDS

Tabel berikut menyajikan nilai pH dan TDS yang diperoleh dari lima titik pengambilan sampel (S1–S5), yang digunakan sebagai dasar untuk memahami variasi kualitas air sepanjang aliran yang diteliti serta menilai potensi perubahan karakteristik kimiawi air pada setiap lokasi pengamatan.

Tabel 6. Hasil Pengukuran pH dan TDS pada Titik Sampling S1-S5

Parameter	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
pH	7,54	7,6	7,38	7,9	7,6
TDS	87	84	80	85	80

Sumber: Hasil pengujian, 2025

Pada table 1 menunjukkan variasi nilai pH dan TDS dari hulu (sampel 1) hingga hilir (sampel 5) pada jalur aliran 2 mata air Sumber Suci. Perubahan nilai menunjukkan pengaruh dinamika aliran, aktivitas biologi, dan karakteristik substrat terhadap kualitas air. Nilai pH yang berada dalam kisaran 7,38–7,90 mencerminkan keadaan yang netral hingga sedikit bersifat basa, yang tetap memenuhi kriteria kualitas air alami serta mendukung keberadaan organisme akuatik. Kenaikan pH di titik 4 (7,90), diduga terkait dengan aktivitas fotosintesis dari tumbuhan akuatik dan riparian yang menyerap CO₂, sehingga meningkatkan alkalinitas air. Sebaliknya penurunan pH pada sampel 3 menunjukkan adanya proses dekomposisi material organik yang menambah tingkat keasaman setempat. Wilayah ini cenderung lebih teduh dan memiliki aliran air yang lambat, mendukung terjadinya pembentukan senyawa organik terlarut dari dedaunan yang jatuh serta materi biotik lainnya. Perbedaan nilai pH ini menunjukkan adanya interaksi antar elemen fisik dan biologis yang mempengaruhi stabilitas lingkungan perairan.

Nilai TDS tercatat antara 80 hingga 87 ppm yang dikategorikan rendah dan menunjukkan bahwa kualitas air berada dalam rentang baik menurut standar mutu air bersih. Penurunan nilai TDS dari sampel 1 menuju sampel 3 mencerminkan proses filtrasi alami yang melalui batuan dan vegetasi di tepi Sungai yang mampu menahan zat padat terlarut. Kenaikan Kembali di titik 4 (85 ppm) terkait dengan aliran yang lebih cepat dan berbatu yang memungkinkan terjadinya peluruhan mineral dari dasar sungai. Setelah itu TDS menjadi stabil di titik 5 (80 ppm), yang menunjukkan pembentukan keseimbangan alami antara peluruhan dan proses filtrasi fisik sepanjang aliran.

Vegetasi riparian yang rapat di bagian hulu berperan sebagai peneduh sehingga menurunkan suhu air, menekan laju respirasi mikroba, dan menjaga kestabilan pH. Akar tumbuhan memperlambat aliran, meningkatkan waktu tinggal air, sehingga proses filtrasi dan penyerapan ion terlarut oleh jaringan tanaman menjadi lebih efektif-kondisi ini tercermin pada nilai TDS yang rendah. Di segmen dengan arus lebih cepat dan bukaan lahan lebih besar, peningkatan agitasi aliran mempercepat difusi CO₂ dan O₂ yang dapat mendorong perubahan pH secara lokal. Limbah organik alami dari serasah daun yang terperangkap pada akar dan batuan mengalami dekomposisi menghasilkan asam organik yang menurunkan pH setempat.

Nilai TDS yang tetap rendah mengindikasikan bahwa vegetasi riparian berfungsi sebagai *buffer* hidrologi dengan menahan sedimen dan nutrisi dari limpasan permukaan. Akar tanaman juga menyerap nitrat, fosfat, dan logam terlarut sehingga menekan akumulasi zat terlarut. Karakter aliran berbatu turut memperbesar turbulensi yang meningkatkan proses pengendapan partikel tersuspensi dan menjaga TDS pada kisaran rendah.

Pada dasarnya vegetasi riparian memiliki korelasi negatif yang kuat terhadap parameter seperti pH dan TDS, yang berarti semakin rapat atau beragam vegetasi tepi sungai cenderung berkaitan dengan penurunan variasi pH dan konsentrasi padatan terlarut dalam air. Pola hubungan ini memperkuat pemahaman bahwa vegetasi riparian berperan sebagai *buffer* alami yang mempengaruhi proses biogeokimia air sungai melalui pengendalian limpasan, stabilisasi sedimen, serta interaksi vegetasi–air yang dapat memoderasi sifat fisikokimia air [14].

Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, dimana variasi pada nilai pH serta TDS menunjukkan bahwa mutu air di saluran aliran 2 dipengaruhi oleh kombinasi elemen-elemen seperti vegetasi tepian, karakteristik fisik aliran, jenis batuan yang ada, dan aktivasi biologi yang berlangsung di dalam perairan. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme pembersihan alami dan kestabilan ekosistem berfungsi aktif dalam mempertahankan mutu air. Vegetasi yang tumbuh di lingkungan akuatik dan tepian tidak hanya berfungsi sebagai penyaring fisik, tetapi juga memainkan peran dalam mengatur kestabilan kimia air melalui proses fotosintesis serta pengendapan partikel halus. Oleh karena itu, mata air Sumber Suci memiliki kapasitas fitoremediasi alami yang cukup efektif untuk menjaga kualitas perairan dari bagian hulu perairan dari bagian hulu sampai hilir.

3.3 Interepetasi Ekologi

Variasi nilai pH dan TDS menunjukkan bahwa kualitas air di jalur aliran 2 dipengaruhi oleh kombinasi faktor vegetasi riparian, karakter fisik aliran, substrat batuan, dan aktivitas biologis internal perairan. Hal ini membuktikan bahwa proses pemurnian alami dan kestabilan ekosistem bekerja secara aktif dalam mempertahankan kualitas air.

Keberadaan vegetasi akuatik dan riparian tidak hanya berperan sebagai penyaring fisik, tetapi juga sebagai pengatur kestabilan kimia air melalui proses fotosintesis dan pengendapan sedimen halus. Dengan demikian, mata air Sumber Suci memiliki kemampuan fitoremediasi alami yang efektif dalam menjaga kualitas perairan dari hulu hingga hilir.

Secara ekologis, komposisi biota pada jalur Aliran 2 menunjukkan bahwa ekosistem perairan Sumber Suci berada dalam kondisi yang relatif stabil dan masih mendukung keberadaan organisme sensitif. Kehadiran kelompok EPT dan non-EPT menandakan bahwa perairan juga mengalami dinamika lingkungan yang wajar akibat pengaruh faktor fisik dan biologis sepanjang aliran, tanpa menunjukkan tekanan pencemaran berat.

Kemunculan ikan wader sebagai spesies yang menyukai air jernih menjadi indikator bahwa profil kualitas perairan masih sesuai untuk organisme beroksigen tinggi. Demikian pula, keberadaan capung, belalang air dan laba-laba riparian menggambarkan bahwa zona tepi sungai (*riparian zone*) masih berfungsi dengan baik sebagai habitat penyangga yang menyediakan vegetasi, tempat berlindung, serta suplai serangga akuatik sebagai pakan alami.

Kombinasi antara parameter fisikokimia yang stabil, keberadaan biota sensitif, serta ditemukannya organisme dengan toleransi sedang menunjukkan bahwa aliran ini berada pada kondisi ekosistem yang sehat dengan proses pemurnian alami melalui vegetasi riparian, substrat berbatu, dan aliran yang stabil masih bekerja secara optimal. Dinamika komunitas biota yang beragam menunjukkan bahwa Sumber Suci Aliran 2 memiliki kemampuan resilien yang baik terhadap perubahan lingkungan, sekaligus mencerminkan keseimbangan antara proses alami dan pengaruh aktivitas manusia dalam skala rendah. Hal ini menguatkan bahwa sistem aliran 2 tetap mempertahankan fungsi ekologisnya sebagai sumber air yang bersih, produktif, dan mampu mendukung keanekaragaman hayati perairan.

4. KESIMPULAN

Penelitian pada jalur aliran dua mata air Sumber Suci menunjukkan bahwa kondisi perairan secara umum berada pada kategori baik hingga sedang, tercermin dari nilai pH yang stabil pada kisaran 7,38–7,90 dan TDS yang rendah antara 80–87 ppm pada seluruh titik pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pemurnian alami melalui mekanisme fitoremediasi masih berlangsung efektif. Keberadaan vegetasi riparian dan tumbuhan akuatik berperan penting sebagai penyaring fisik, pengendali sedimen, serta pengatur keseimbangan kimia perairan melalui proses fotosintesis dan penyerapan nutrisi. Selain itu, ditemukannya makrozoobentos sensitif seperti kelompok EPT (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, dan *Trichoptera*) memperkuat bahwa kualitas perairan masih mendukung kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen terlarut tinggi dan rendah tekanan polusi. Sementara keberadaan biota non-EPT menunjukkan adanya dinamika ekosistem yang wajar tanpa indikasi pencemaran berat. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jalur aliran dua memiliki kemampuan fitoremediasi alami yang berjalan secara berkelanjutan dan efektif dalam menjaga stabilitas kualitas air serta mendukung keseimbangan ekosistem mata air dari hulu hingga hilir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Praharjo dan R. Ramadhan, "Perlindungan konservasi mata air di area sumber mata air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso," Budimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat, vol. 3, no. 2, pp. 405–409, 2022.
- [2] R. A. Shufairaa' Habiebah dan C. Retnaningdyah, "Evaluasi kualitas air akibat aktivitas manusia di mata air Sumber Awan dan salurannya, Singosari Malang," Jurnal Biotropika, vol. 2, no. 1, pp. 40–49, 2014.
- [3] R. Njurumay, D. Rahardjo, dan Kisworo, " Pengaruh Penggunaan Lahan, Sumber Pencemar dan Tipe Vegetasi Riparian terhadap Kualitas Air Sungai Code Daerah Istimewa Yogyakarta," Sciscitatio, vol. 2, no. 2, pp. 54–65, Juli 2021.
- [4] A. B. Sukono, F. R. Hikmawan, D. S. Evitasari, dan D. Satriawan, "Mekanisme Fitoremediasi," *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, vol. 2, no. 2, pp. 40–46, 2020.
- [5] J. Y. Gu, J. W. Lee, S. W. Lee, Y. Park, S. R. Park, "Enhancing Stream Ecosystems Through Riparian Vegetation Management," *Land*, vol. 14, no. 6, Art. 1248, Juni 2025.
- [6] C. Retnaningdyah, "Peningkatan Kualitas Air Irigasi Akibat Penanaman Vegetasi Riparian dari Hidromakrofita Lokal selama 50 Hari," Jurnal Biotropika, vol.1 no.4, 2013.

- [7] Badan Standar Nasional Indonesia. SNI 8995:2021: Metode Pengambilan Contoh Uji Untuk Pengujian Fisika dan Kimia.
- [8] N. Valentino, S. Latifah, B. Setiawan, E. Hidayati, Z. Y. Awanis, dan H. Hayati, "Karakteristik Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Ekosistem Mangrove Gili Lawang, Lombok Timur," *Jurnal Belantara*, vol. 5, no. 1, pp. 119–130, 2022.
- [9] A. S. Bahri dan B. P. Aji, "Assessment of Water Quality in the Upper Brantas River Using Macrozoobenthos as Bioindicators," *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, vol. 20, no. 6, pp. 1419–1426, 2025.
- [10] Friends of Kootenay Lake Stewardship Society, *Macroinvertebrate Bioindicator Families Guide*, Version 1.2, 2022.
- [11] D. D. Ramadhani, "Studi Kasus Pengaruh Parameter Fisika dan Kimia terhadap Pertumbuhan Ikan Wader di Anak Sungai Pepe Desa Sawahan," *Ekosains*, vol. 15, no. 1, pp. 12–21, 2023.
- [12] F. Ardiyansyah dan H. As'ari, "Keanekaragaman dan Pola Sebaran Nekton Neuston di Aliran Sungai Lotik Kalibendo Banyuwangi," *Biosfer: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, vol. 10, no. 1, pp. 76–86, 2025.
- [13] B. Andriani dan U. Faizah, "Biodiversitas Capung sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Kawasan Wisata Air Terjun Dlundung, Mojokerto," *Sains dan Matematika*, vol. 10, no. 1, pp. 16–22, 2025.
- [14] R. Kudubun, K. Kisworo, dan D. Rahardjo, "Pengaruh Tata Guna Lahan, Tipe Vegetasi Riparian, dan Sumber Pencemar Terhadap Kualitas Air Sungai Winongo di Daerah Istimewa Yogyakarta," dalam *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, vol. 6, no. 1, pp. 392–400, Sep. 2020.