

Status Mutu Air Sungai Sumber Payung Kabupaten Pamekasan dengan Metode Storet dan Indeks Pencemaran

R. Ayu Nadhifa Imania dan Bowo Djoko Marsono

Departemen Teknik Lingkungan ITS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

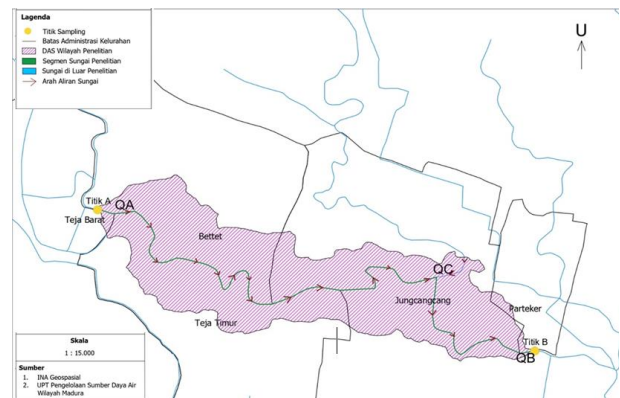
e-mail: bowodjok@enviro.its.ac.id

Abstrak—Sungai Sumber Payung menjadi salah satu sungai dengan tingkat aktivitas penduduk tinggi sehingga memiliki risiko tercemar. Sungai ini termasuk sungai besar di Kabupaten Pamekasan dengan panjang ± 10 km yang mengalir melewati pemukiman penduduk dan pabrik tahu. Terjadinya pencemaran disebabkan oleh aktivitas manusia, limbah domestik, dan industri tahu rumahan yang berpengaruh terhadap *self-purification* serta penurunan kualitas sungai. Data DLH Kabupaten Pamekasan menunjukkan bahwa hasil uji parameter BOD dan COD sampel air Sungai Sumber Payung tidak memenuhi baku mutu air kelas II sesuai peruntukannya. Dari kondisi tersebut dibutuhkan analisis kuantitas, kualitas, potensi sumber pencemaran, status mutu air sungai, serta rekomendasi pengendalian pencemaran. Sehingga, pada penelitian ini dilakukan kajian penentuan status mutu air Sungai Sumber Payung dengan metode STORET dan Indeks Pencemaran (IP). Metode ini merujuk pada Kepmen LH No. 115 Tahun 2003 melalui observasi tiga titik dengan grab sampling serta didukung data pemantauan DLH Kabupaten Pamekasan Tahun 2018-2022. Kedua metode bekerja dengan membandingkan data kualitas air sungai dengan nilai baku mutu pada PP No. 22 Tahun 2021 sesuai peruntukannya dengan parameter yang digunakan meliputi TSS, pH, BOD, COD, DO, $\text{NH}_3\text{-N}$, PO_4 , dan total coliform. Hasil penelitian pada identifikasi sumber pencemar menyatakan bahwa beban pencemar COD, BOD, dan TSS pada sektor domestik lebih besar dari non-domestik. Daya tampung Sungai Sumber Payung bernilai negatif pada parameter TSS, BOD, COD, dan total fosfat. Status mutu air Sungai Sumber Payung menggunakan STORET masuk kategori cemar berat dan analisis dengan metode IP termasuk cemar sedang. Rekomendasi pengendalian pencemaran air sungai dilakukan melalui beberapa upaya, yakni, pengurangan beban pencemaran (pembangunan IPAL dan pengelolannya), peningkatan kesadaran masyarakat mengenai sanitasi lingkungan, peningkatan penegak hukum terhadap industri tahu ataupun pelaku pencemaran lingkungan, serta pemetaan potensi sumber pencemar, penambahan titik sampel, dan pemantauan rutin yang didasari dari data curah hujan untuk menentukan kualitas air sungai yang dilakukan oleh DLH.

Kata Kunci—Indeks Pencemaran, Kualitas Air, Status Mutu Air, STORET, Sungai Sumber Payung.

I. PENDAHULUAN

AIR berperan penting bagi kehidupan makhluk hidup. Salah satu sumber air yang mudah didapatkan dan dimanfaatkan pada air permukaan yakni sungai. Sungai banyak digunakan untuk keberlangsungan hidup, seperti kegunaan air dalam aktivitas rumah tangga, irigasi, perikanan, pariwisata, bahkan sebagai sarana transportasi.



Gambar 1. Segmen penelitian.

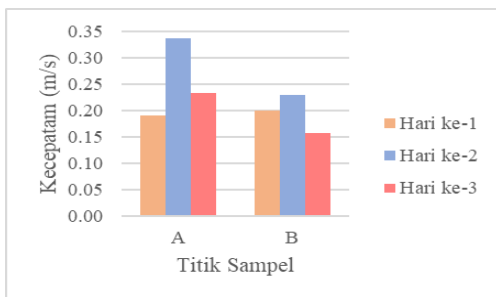
Tidak hanya sumber air, tetapi alur sungai juga dimanfaatkan untuk beragam kegiatan, dari pertanian hingga ke pemukiman oleh warga setempat [1]. Sungai Sumber Payung terletak di Kabupaten Pamekasan, Jawa Timur, yang memiliki panjang berkisar 10 km yang mengalir dari Desa Rangperang Dajah (hulu) hingga hilir yang bermuara di Sungai Semajid. Sifat sungai yang dinamis dari pemanfaatannya berpotensi menurunkan nilai manfaat sungai serta berbahaya bagi lingkungan secara luas. Kegiatan manusia yang bertambah dan industri kecil serta hasil produksi di sungai yang berkembang mengakibatkan risiko terhadap daya dukung dan estetika sungai menurun [2].

Laporan DLH tahun 2021 menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Sumber Payung dari hasil uji di beberapa titik sampel untuk parameter BOD dan COD tidak memenuhi baku mutu air kelas II [3]. Kelas air Sungai Sumber Payung mengacu pada PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup merupakan sungai kelas II, dilihat dari peruntukan sungai. Hal tersebut menyatakan bahwa air Sungai Sumber Payung dalam kondisi tercemar.

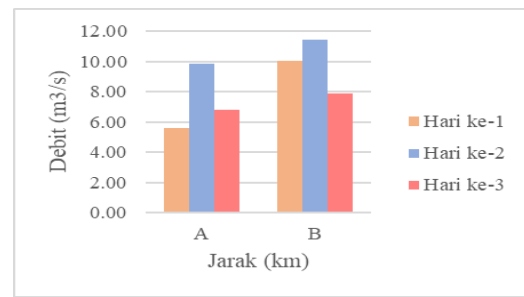
Penelitian terkait kualitas dan status mutu air Sungai Sumber Payung belum pernah dilakukan. Kondisi air sungai yang tercemar serta belum diketahui tingkat pencemaran dengan melihat status mutu airnya. Oleh karena itu diperlukan penelitian terkait penentuan status mutu air Sungai Sumber Payung, untuk memperoleh tingkat pencemaran sungai tersebut. Permen LH No. 115 Tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air menjelaskan bahwa status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan [4].

Tabel 1.
Metode analisis pengujian parameter

No	Parameter	Metode Uji	Metode Pengawetan	Metode Pengujian
1	TSS	Eksitu	Didinginkan 4°C±2°C	Gravimetri
2	pH	Insitu	-	pH meter
3	BOD	Eksitu	Didinginkan 4°C±2°C	Titrimetri
4	COD	Eksitu	Ditambah H ₂ SO ₄ sampai pH<2, didinginkan 4°C±2°C	Titrimetri
5	DO	Insitu	-	DO Meter
6	Total fosfatsebagai P	Eksitu	Didinginkan 4°C±2°C	Spektrofotometri
7	NH ₃ sebagai N	Eksitu	Ditambah H ₂ SO ₄ sampai pH<2, didinginkan 4°C±2°C	Spektrofotometri
8	Total Coliform	Eksitu	Ditambah H ₂ SO ₄ sampai pH<2, didinginkan 4°C±2°C	Fermentasi Multi Tabung



Gambar 2. Kecepatan air Sungai Sumber Payung.



Gambar 3. Debit Sungai Sumber Payung.

Air sungai Sumber Payung tercemar akibat berbagai sumber pencemaran. Faktor yang menyebabkan tercemarnya air sungai di daerah Pamekasan, diantaranya pemanfaatan sungai dalam aktivitas manusia, limbah domestik dan industri rumahan. Lebih dari 50% masyarakat membuang limbah pada saluran drainase dan mengalir ke sungai (*bypass*) ataupun secara langsung dibuang ke sungai dan berpengaruh terhadap *self-purification* sungai serta penurunan kualitas sungai. Setidaknya sebanyak 24 perusahaan olahan makanan seperti tahu menyumbang risiko terjadinya pencemaran. Hal ini disebabkan karena buangan hasil pengolahan tahu dialirkan ke sungai [5]. Pamekasan juga kerap kali terjadi banjir diakibatkan luapan sungai ketika musim hujan dengan intensitas satu hingga dua kali per tahun. Tentunya air sungai yang tercemar terbawa bersama banjir akan berdampak buruk bagi kehidupan masyarakat sekitar.

Metode yang dapat digunakan untuk mengetahui status mutu kualitas air Sungai Sumber Payung adalah metode STORET dan Indeks Pencemaran (IP) sesuai keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air. Metode ini populer digunakan di Indonesia dengan fleksibilitas jumlah dan jenis parameter kualitas air yang digunakan dan menggunakan peraturan baku mutu yang didasarkan pada kebutuhan lokal [6]. Prinsip dari kedua metode ini, STORET dan Indeks Pencemaran (IP), adalah data kualitas air dengan kelas air yang dibandingkan dan disesuaikan dengan peruntukannya untuk penentuan status mutu air. Penentuan status mutu pada metode STORET yang mengklasifikasi mutu air menjadi empat kelas berdasarkan sistem nilai dari “US-EPA (*Environmental Protection Agency*)”. Sedangkan, metode Indeks Pencemaran berdasarkan perbandingan antara nilai maksimum dan rata-rata konsentrasi tiap parameter dengan nilai baku mutu [7].

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat menghasilkan kemudahan dalam menentukan tingkat pencemaran serta berperan dalam pengambilan keputusan

terkait strategi pengendalian pencemaran pada tindakan selanjutnya. Melalui penerapan kedua metode penelitian, STORET dan Indeks Pencemaran, bisa diperoleh hasil yang dapat dibandingkan guna mendapat hasil terbaik yang berpengaruh terhadap penelitian. Penelitian tentang kajian kualitas dan status mutu air ini melibatkan beberapa parameter, meliputi TSS, pH, DO, BOD, COD, NH₃-N, PO₄, dan Total Coliform serta sesuai peruntukannya (kategori kelas II).

II. METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

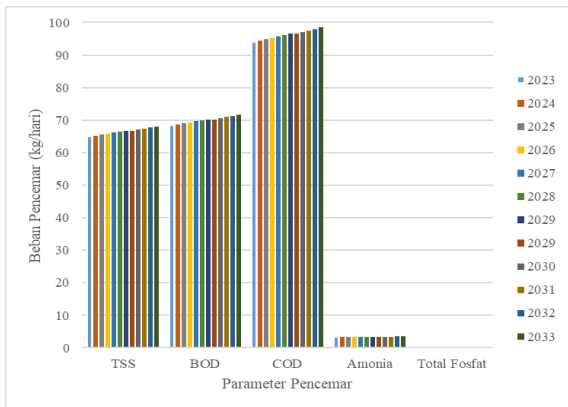
Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Tujuan dari pengumpulan data adalah untuk mendukung analisis penelitian. Data primer merupakan data yang yang diperoleh dengan observasi secara langsung di lapangan. Pengumpulan data primer pada penelitian ini adalah data kualitas sungai (TSS, pH, DO, BOD, COD, NH₃-N, dan PO₄, dan Total Coliform) dan data hidrolik sungai (panjang, lebar kecepatan aliran, kedalaman dan debit sungai). Data sekunder digunakan sebagai pelengkap dalam penelitian. Data sekunder yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah baku mutu air kelas II, peta jalur Sungai Sumber Payung, data kuantitas dan kualitas air sungai tahun 2018-2022, data jumlah penduduk Kabupaten Pamekasan Tahun 2018-2022, data industri/pabrik tahu di Kabupaten Pamekasan, dan profil Sungai Sumber Payung.

Metode pengambilan sampel didasari oleh debit sungai, sesuai dengan SNI 6989.57 (2008) pada ketentuan berikut:

- Debit sungai kurang dari 5 m³/detik, contoh diambil pada satu titik ditengah sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan air.
- Debit sungai antara 5 m³/detik - 150 m³/detik, contoh diambil pada dua titik masing-masing pada jarak 1/3 dan 2/3 lebar sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari

Tabel 2.
Baku mutu air sungai kelas II

Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas II
TSS	mg/L	50
pH		6-9
BOD	mg/L	3
COD	mg/L	25
DO	mg/L	4
Amoniak (sebagai N)	mg/L	0,2
Total Fosfat (sebagai P)	mg/L	0,2
Total Coliform	MPN/100 mL	5000



Gambar 4. Potensi beban pencemaran domestik tahun 2023-2033.

permukaan air

c. Debit sungai lebih dari 150 m³/detik, contoh diambil minimum pada enam titik masing-masing pada jarak 1/4, 1/2, dan 3/4 lebar sungai pada kedalaman 0,2 dan 0,8 kali kedalaman dari permukaan air.

Data debit sungai diperoleh dari perhitungan luas penampang basah dengan kecepatan aliran sungai [8]. Kecepatan aliran pada penelitian ini, dilakukan dengan menggunakan metode pelampung (floating method) yang didasari oleh jarak tempuh benda apung dalam satuan waktu [10]. Untuk luas penampang basah didapat dari pengukuran lebar sungai melalui jembatan dengan kedalaman rata-rata dilihat dari profil penampang hidrolis pada titik penelitian. Pengukuran luas penampang basah Sungai Sumber Payung menggunakan *software autocad*.

B. Penentuan Segmen Penelitian

Penentuan segmen bertujuan untuk mengetahui perubahan kualitas air Sungai Sumber Payung pada segmen. Kajian penelitian Sungai Sumber Payung akan diteliti dari hulu sungai di Jembatan Bettet hingga saluran sebelum pertemuan Sungai Semajid yang terletak di Kelurahan Jungcancang. Segmen yang dianalisis sepanjang 4,19 km dapat dilihat dari Gambar 1 digunakan dua titik yang akan dianalisis.

Penentuan titik sampling didasari oleh karakteristik kualitas air, beban pencemar yang masuk, tempat pengambilan sampel yang mudah, serta sesuai dengan data sekunder kualitas air dari DLH pada tahun 2018-2022 yang digunakan dalam penelitian. Pada titik A berlokasi di Jembatan Bettet dan pada titik B berlokasi di Kelurahan Jungcancang.

C. Waktu dan Titik Sampling

Pengambilan sampel air pada penelitian ini, dilakukan pukul 07.00 WIB di hulu karena pada waktu tersebut merupakan jam puncak melakukan aktivitas. Pengambilan sampel air pada titik selanjutnya berdasarkan kecepatan aliran

Tabel 3.

Kelurahan	Luas kelurahan, rasio ekuivalen, dan alpha pada segmen penelitian		Rasio Ekuivalen	Alpha (α)
	Luas (m ²) Keseluruhan*)	DAS**) DAS**)		
Teja Barat	2610000	8062,07	0,8125	0,85
Teja Timur	1760000	319966,26	0,8125	0,85
Bettet	2290000	204073,55	0,8125	1
Jungcancang	1330000	350832,16	1	1
Parteker	330000	15661,72	1	1

Tabel 4.

Karakteristik limbah tahu		
Parameter	Satuan	Skala Industri Kecil
Laju Aliran	L/Jam	5,22
pH	-	3,5
BOD	mg/L	513
COD	mg/L	1017
TSS	mg/L	1100

Tabel 5.

Hasil perhitungan beban pencemaran pabrik tahu				
Titik Pengamatan	Kelurahan/Desa	Beban Pencemaran (kg/hari)		
		TSS	BOD	COD
A-B	Teja Timur	0,138	0,064	0,127
	Bettet	0,184	0,086	0,170
	Jungcancang	0,042	0,021	0,042
Jumlah		0,367	0,171	0,340

sungai, dari air di titik pertama tiba di titik berikutnya. Pengambilan sampel air sungai dilakukan 3 hari berturut-turut di tiap-tiap titik pada kondisi cuaca cerah. Penggunaan wadah pada pengambilan sampel dibedakan menjadi dua, yaitu dengan botol *polyethylene* untuk parameter yang akan dianalisis, kecuali parameter total coliform yang menggunakan botol steril.

Metoda Pengambilan Contoh Air terdapat pada SNI 6989:57:2008, menyebutkan bahwa dalam menentukan titik pengambilan sampel air sungai didasari oleh debit air sungai. Debit air Sungai Sumber Payung antara 5 m³/s - 150 m³/s. Sehingga pengambilan sampel air pada sungai Sumber Payung diambil dari dua titik pada jarak 1/3 dan 2/3 lebar sungai, dari kedalaman 0,5 kali kedalaman permukaan. Selanjutnya sampel dilakukan pengawetan dengan cara didinginkan ataupun ditambah H₂SO₄ sampai pH<2, seperti pada Tabel 1.

D. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis kuantitas, kualitas, dan sumber pencemar sungai, penentuan status mutu sungai, dan penentuan rekomendasi pengendalian pencemaran air sungai. Analisis kualitas air Sungai Sumber Payung dilakukan dengan cara membandingkan data hasil uji sampel dan data sekunder pada parameter-parameter air dengan nilai baku mutu (TSS, pH, BOD, COD, DO, NH₃-N, PO₄, dan Total Coliform) yang mengacu pada PP No. 22 Tahun 2021 Pengujian kualitas sampel dilakukan dengan cara insitu dan eksitu. Untuk parameter yang dianalisis secara insitu, yaitu pH dan DO. Sedangkan parameter yang diuji secara eksitu di laboratorium antara lain TSS, BOD, COD, NH₃-N, PO₄, dan Total Coliform. Parameter yang akan diuji dianalisis metode seperti pada Tabel 1.

Untuk analisis kuantitas sungai dilakukan dengan pengukuran dan perhitungan data hidrolis sungai. Hasil

Tabel 6.
Hasil perhitungan beban pencemaran maksimum Sungai Sumber Payung

Keterangan	Parameter	Satuan	Titik	
			A	B
	Debit	m ³ /detik	7,42	9,78
		L/detik	7422,25	9782,33
Konsentrasi Beban Maksimum (CBM)	TSS	mg/L	50	
	BOD	mg/L	4	
	COD	mg/L	25	
	Amonia	mg/L	0,2	
	Total Fosfat	mg/L	0,2	
Beban Pencemaran Maksimum	TSS	kg/hari	32064,13	42259,64
	BOD	kg/hari	1923,85	2535,58
	COD	kg/hari	16032,07	21129,82
	Amonia	kg/hari	128,26	169,04
	Total Fosfat	kg/hari	128,26	169,04

Tabel 7.

Hasil perhitungan beban pencemaran aktual Sungai Sumber Payung

Keterangan	Parameter	Satuan	Titik	
			A	B
	Debit	m ³ /detik	7,42	9,78
		L/detik	7422,25	9782,33
Konsentrasi Beban Aktual (CBA)	TSS	mg/L	153,33	124,00
	BOD	mg/L	25,87	26,83
	COD	mg/L	49,33	50,67
	Amonia	mg/L	0,02	0,44
	Total Fosfat	mg/L	0,04	0,03
Beban Pencemaran Aktual	TSS	kg/hari	98330,00	104803,92
	BOD	kg/hari	16587,84	22679,34
	COD	kg/hari	31636,61	42823,11
	Amonia	kg/hari	12,83	369,07
	Total Fosfat	kg/hari	26,51	28,45

analisis kuantitas sungai adalah kecepatan aliran dan debit sungai, yang digunakan untuk menentukan titik pengambilan sampel air sungai. Sementara itu, untuk identifikasi sumber pencemar dilakukan analisis potensi sumber pencemar domestik dan non domestik, yaitu pabrik tahu.

Hasil analisa dari data parameter kualitas air dilanjutkan dengan perhitungan menggunakan metode STORET dan Indeks Pencemaran. Pengukuran dengan kedua metode tersebut bertujuan untuk menentukan status mutu air pada masing-masing titik sampling. Hasil perhitungan tersebut dianalisa untuk melihat kecenderungan perubahan status mutu air dari segmen Sungai Sumber Payung, sehingga dapat mengetahui tingkat pencemarannya.

Penyusunan rekomendasi pengendalian pencemaran air Sungai Sumber Payung didasari oleh hasil observasi dan hasil analisis kualitas dan status mutu air sungai. Tujuan hal tersebut untuk mengatasi penurunan kualitas air sungai dengan adanya pengendalian berkelanjutan. Penentuan rekomendasi pengendalian pencemaran menggunakan logical thinking dengan memperhatikan parameter kualitas air yang tercemar. Penggunaan litelatur pendukung juga digunakan untuk mencapai kriteria dan alternatif serta efisiensi pengendalian pencemaran tersebut, sehingga dapat memberikan rekomendasi yang berpengaruh terhadap kualitas air sungai yang sesuai peruntukannya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kuantitas Sungai

Hasil pengukuran kecepatan aliran pada permukaan dasar sungai juga dapat dipengaruhi oleh gesekan terhadap udara, maka dari itu dalam [9] didapatkan hasil penelitian berupa ketelitian penggunaan pelampung terhadap current meter dalam pengukuran kecepatan aliran sebesar 77% tanpa dipengaruhi cuaca dan kehilangan air pada saluran.

Grafik kecepatan air dan debit Sungai Sumber Payung di atas memiliki tren yang sama atau berbanding lurus. Jika kecepatan air semakin tinggi, maka debit sungai semakin besar dan begitupun sebaliknya. Besar kecilnya nilai debit sungai dipengaruhi beberapa faktor seperti curah hujan, topografi, karakteristik geologi, dan keadaan tumbuhan atau penutupan vegetasi [10]. (Lihat Gambar 2)

Apabila grafik debit pada titik A dan titik B dibandingkan, maka digunakan hukum kontinuitas. Diketahui debit pada titik B lebih besar dari pada debit di titik A. Hal tersebut

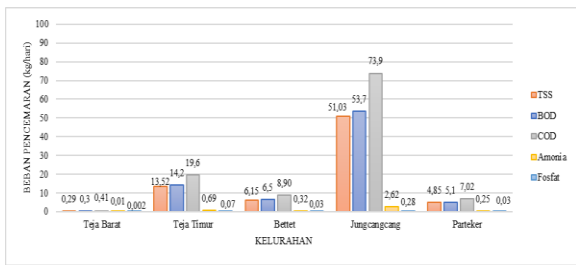
menyatakan bahwa terdapat salah satu faktor yang mempengaruhi kenaikan debit, yaitu masuknya aliran air sungai lain (anak sungai) diantara kedua titik sampel. Sehingga, debit pada titik B sama dengan debit pada titik A ditambah debit anak sungai yang masuk. Anak sungai yang alirannya masuk kedalam segmen penelitian adalah Sungai Lembung Bunter. (Lihat Gambar 3)

B. Kualitas Sungai

Hasil uji kualitas sungai dipengaruhi oleh beberapa faktor. Selain dari akitivitas manusia maupun industri di sekitar sungai, faktor cuaca dan kondisi hulu sungai juga berperan dalam peningkatan atau penurunan kualitas air sungai. Curah hujan bulanan digunakan dalam faktor cuaca, yang dikategorikan berdasarkan kondisi (*state*) dengan klasifikasi *Schmidt-Ferguson* yang membagi bulan basah, bulan lembab, dan bulan kering [11]. Curah hujan bulanan pada titik sampel daerah penelitian dan kondisi hulu sungai dapat mempengaruhi kualitas air pada titik awal sampel (titik A) pada segmen penelitian.

Sungai Sumber Payung dikategorikan sesuai peruntukannya sebagai sungai kelas II. Data primer (hasil uji pengambilan sampel selama 3 hari berturut-urut) dan data sekunder (hasil uji kualitas air oleh DLH pada tahun 2018-2022). Baku mutu yang digunakan adalah baku mutu air sungai kelas II berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 pada Tabel 2.

Hasil analisis kualitas air Sungai Sumber Payung dari data sekunder dan data primer, didapat bahwa terjadi penurunan kualitas air pada beberapa parameter, seperti TSS, BOD, COD, dan Total Coliform. Kualitas air sungai penelitian dipengaruhi berbagai faktor, yaitu dari perkembangan industri, tidak dilakukan pengendalian limbah rumah tangga, limbah pertanian yang dibuang tanpa melalui proses pengolahan, dan pencemaran secara alam. Kondisi tersebut dapat mencemari ekosistem air, karena kontaminan masuk ke dalam sungai dapat mengubah susunan kimia, bakteriologi, serta sifat fisik air [12]. cuaca pada DAS Sumber Payung dan kondisi hulu sungai juga berperan dalam peningkatan atau penurunan kualitas air sungai. Hujan yang cukup deras mengakibatkan terjadi limpasan air yang berasal dari saluran drainase, outlet pipa pembuangan limbah industri, serta limbah dari akitivitas domestik yang berada disekitar titik sampel maupun di hulu Sungai Sumber Payung yang masuk dan terbawa arus sungai.



Gambar 5. Beban pencemaran domestik pada DAS Sumber Payung.

C. Potensi Sumber Pencemaran Domestik

Beban pencemar yang bersumber non-point dari aktivitas rumah tangga (domestik), seperti pada limbah grey water (limbah cair bekas kegiatan dapur, cuci, dan mandi) dan limbah black water (feses dan urin). Potensi beban pencemar domestik dihitung untuk kondisi 10 tahun ke depan dengan memproyeksikan jumlah penduduk hingga tahun 2033.

Penggunaan tangki septik pada penduduk di Kabupaten Pamekasan tahun 2021 telah mencapai 100%. Persentase kepemilikan jamban rumah tangga terbagi menjadi kepemilikan sendiri dan bersama, yaitu sebesar 85% tempat pembuangan air besar kepemilikan sendiri atau individu dan persentase kepemilikan pembuangan air besar bersama sebesar 15% [5]. Sekitar 21,4 – 65,9 % pencemaran air terjadi yang disebabkan oleh pembuangan kotoran dari tangki septik [13]. Sehingga diasumsikan perhitungan beban pencemaran domestik menggunakan persentase maksimum yaitu sebesar 65,9% dari keseluruhan limbah terbuang ke sungai.

Perhitungan jumlah penduduk yang masuk pada segmen penelitian juga menggunakan peta penggunaan lahan (pemukiman) dan Perhitungan beban pencemaran yang bersumber *non-point* atau *diffuse source* dari aktivitas rumah tangga didasari dari data Tabel 3. Hasil perhitungan potensi beban pencemaran domestik disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5 dengan menggunakan rumus yang terdapat pada literatur [14].

Hasil perhitungan potensi beban pencemar domestik Sungai Sumber Payung dari tahun 2023-2033 menunjukkan peningkatan beban pencemaran di setiap tahunnya, seiring pertumbuhan penduduk yang juga meningkat dari waktu ke waktu. Parameter COD, BOD, dan TSS menjadi parameter dominan menyumbang beban pencemaran yang memengaruhi kualitas air Sungai Sumber Payung pada sektor domestik. Penurunan kualitas air sungai diakibatkan oleh masuknya senyawa organik yang berlebih dari aktivitas sekitar DAS Sumber Payung. Tingkat beban pencemaran juga dipengaruhi oleh penggunaan lahan dalam sektor industri maupun pertanian dengan yang masuk dan terakumulasi ke sungai [15].

Gambar 5 menunjukkan kelurahan yang menyumbang beban pencemar tinggi di Sungai Sumber Payung adalah Kelurahan Jungcangcang. Luas wilayah kelurahan pada DAS Sumber Payung berpengaruh terhadap beban pencemar domestik, karena berakibat pada jumlah penduduk yang masuk wilayah DAS yang menjadi bagian dari perhitungan dan hasil potensi beban pencemar domestik.

D. Potensi Sumber Pencemaran Non-Domestik

Perhitungan beban pencemaran non domestik (pabrik tahu) menggunakan data konsentrasi parameter pencemar dalam

Tabel 8. Hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran Sungai Sumber Payung

Titik	Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai (kg/hari)				
	TSS	BOD	COD	Amonia	Total Fosfat
A	66265,87	14664,00	15604,54	115,43	-200,03
B	62544,27	20143,76	21693,28	101,75	140,58

limbah, laju alir air limbah, dan jam operasional industri [16]. Konsentrasi parameter pencemar dari limbah pabrik tahu antara lain, TSS, BOD, dan COD. Pabrik tahu di Kabupaten Pamekasan termasuk dalam industri skala kecil dengan jam operasional yang diasumsikan sama, yakni selama 8 jam dan dimulai dari pukul 05.00 – 13.00 WIB. Jumlah pabrik tahu yang berada pada segmentasi penelitian di DAS Sumber Payung adalah 8 pabrik dengan 3 pabrik di Desa Teja Timur, 4 pabrik di Desa Bettet, dan 1 pabrik di Kelurahan Jungcangcang.

Penentuan beban pencemaran terhadap pabrik tahu didasari oleh data pada Tabel 4 dengan perhitungan yang menggunakan persamaan pada referensi [16]. Maka didapatkan hasil perhitungan potensi beban pencemaran industri/pabrik tahu (non-domestik) yang disajikan pada Tabel 5.

Hasil perhitungan beban pencemaran pabrik tahu pada Tabel 5 menunjukkan besarnya konsentrasi pencemar dari yang tertinggi, yaitu TSS dengan nilai 0,367 kg/hari, lalu konsentrasi COD sebesar 0,340 kg/hari, dan konsentrasi BOD 0,171 kg/hari. Pabrik tahu yang paling berkontribusi dalam potensi beban pencemaran berada di Kelurahan Bettet dengan jumlah pabrik lebih banyak dari kelurahan lainnya. Sedangkan potensi beban pencemaran terkecil berada di Kelurahan Jungcangcang.

E. Daya Tampung Beban Pencemaran

Beban pencemaran sangat berkaitan dengan jumlah pencemar yang dialirkan secara langsung maupun tidak langsung ke lingkungan dari aktivitas domestik maupun non-domestik. Oleh karena itu, dilakukan kajian terkait daya tampung beban pencemaran sungai yang dilihat dari kedua sektor, sektor domestik dan sektor industri (pabrik tahu), untuk menentukan rekomendasi pengendalian pencemaran (*water quality-based control*) dalam peningkatan kualitas air Sungai Sumber Payung. Daya tampung sungai ditentukan dari hasil selisih beban pencemaran maksimum pada Tabel 6 dengan beban pencemaran aktual pada Tabel 7.

Beban Pencemaran Maksimum (BPM) didasari dari data konsentrasi baku mutu kelas sungai II pada PP No. 22 Tahun 2021 dan debit sungai terukur. Beban pencemaran maksimum merupakan batas maksimum suatu pencemar masuk ke dalam sungai dengan parameter tertentu. Oleh karena ini, beban pencemaran aktual seharusnya berada dibawah nilai BPM. Untuk perhitungan beban pencemaran aktual sungai diperoleh dari hasil perkalian debit sungai dengan rata-rata konsentrasi tiap parameter yang didapat dari pengamatan langsung selama tiga hari berturut-turut.

Hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran dominan bernilai negatif pada titik A dan titik B. Hal tersebut menandakan bahwa kadar pencemar di titik tersebut melebihi

Tabel 9.

Penentuan status mutu air Sungai Sumber Payung dengan STORET				
Tahun	Titik	Jarak dari Hulu (km)	Skor	Status Mutu
2019	A	0	-20	Cemar Sedang
	B	4,19	-30	Cemar Sedang
2021	A	0	-33	Cemar Berat
	B	4,19	-26	Cemar Sedang
2022	A	0	-20	Cemar Sedang
	B	4,19	-24	Cemar Sedang
2023	A	0	-39	Cemar Berat
	B	4,19	-56	Cemar Berat

daya tampung Sungai Sumber Payung parameter pencemar, TSS, BOD, COD, dan Total Fosfat. Dari hal tersebut, perlu adanya upaya pengendalian pencemaran untuk menjaga kualitas air Sungai Sumber Payung dengan cara menurunkan angka beban pencemar yang masuk ke sungai dengan memperhatikan baku mutu air yang ditetapkan dan kondisi intrinsik sungai. (Lihat Tabel 8)

F. Status Mutu Air Sungai dengan Metode STORET

Analisis status mutu air sungai menggunakan metode STORET dilakukan dengan data time series. Metode STORET merupakan salah satu metode penentuan status baku mutu air yang memiliki prinsip membandingkan data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan kelas dan peruntukannya [17]. Perhitungan sesuai dengan Kepmen LH Nomor 115 Tahun 2003 tentang status mutu air. Hasil akhir metode STORET dilihat dari skor pada rentang kelas A dengan skor 0 (memenuhi baku mutu) hingga kelas D dengan skor < -31 (cemar berat).

Skor pada parameter biologi memiliki nilai tertinggi dibandingkan kedua parameter lainnya, fisika dan kimia. Hal tersebut berpengaruh dalam hasil status mutu dari perolehan skor yang didapat, seperti pada tahun 2019 dan tahun 2022 dengan tidak adanya data parameter biologi. Oleh karena itu, digunakan perbandingan data parameter yang lengkap pada tahun 2021 dan tahun 2023. Tabel hasil perhitungan dalam analisis status mutu menggunakan metode STORET pada segmen penelitian menunjukkan bahwa status mutu air Sungai Sumber Payung masuk pada kategori kelas D, yaitu **cemar berat**. (Lihat Tabel 9)

G. Status Mutu Air Sungai dengan Metode IP

Analisis status mutu menggunakan perhitungan Indeks Pencemaran merupakan metode kedua yang direkomendasikan menurut Kepmen LH Nomor 115 Tahun 2003 setelah metode STORET. Indeks Pencemaran memiliki prinsip yang sama seperti metode STORET, yaitu membandingkan konsentrasi parameter uji hasil pengukuran dengan baku mutu air sungai sesuai peruntukannya, Sungai Sumber Payung tergolong kelas II. Meskipun memiliki prinsip yang sama, dalam perhitungan untuk analisis status mutu air sungai dilakukan dengan cara yang berbeda seperti yang dijelaskan pada Kepmen LH Nomor 115 Tahun 2003.

Hasil analisis status mutu dengan metode Indeks Pencemaran menggunakan data sekunder dan data primer yang memiliki data lengkap serta masuk dalam ketentuan perhitungan. Jika dilihat dari hasil perhitungan dalam analisis status mutu pada segmen penelitian dengan mempertimbangkan jumlah parameter yang dilakukan pengukuran, maka disimpulkan dari Tabel 10 menunjukkan

Tabel 10.

Penentuan status mutu air Sungai Sumber Payung dengan IP				
Tahun	Titik	Jarak dari Hulu (km)	Skor	Status Mutu
2018	A	0	2,68	Cemar Ringan
	B	4,19	3,54	Cemar Ringan
2019	A	0	2,36	Cemar Ringan
	B	4,19	4,08	Cemar Ringan
2021	A	0	8,66	Cemar Sedang
	B	4,19	7,47	Cemar Sedang
2022	A	0	3,04	Cemar Ringan
	B	4,19	5,55	Cemar Sedang
2023	A	0	8,99	Cemar Sedang
	B	4,19	6,70	Cemar Sedang

bahwa status mutu air Sungai Sumber Payung masuk pada kategori $5,0 < PI_j \leq 10$, yaitu **cemar sedang**.

H. Penentuan Rekomendasi Pengendalian Pencemaran

Pengendalian pencemaran Sungai Sumber Payung didasari oleh hasil analisis beban pencemar, daya tampung dan status mutu air Sungai Sumber Payung. Daya tampung Sungai Sumber Payung bernilai negatif pada titik A dan titik B menandakan polutan atau zat pencemar yang masuk ke badan air telah melebihi daya tampung sungai, sehingga menyebabkan Sungai Sumber Payung tercemar tidak mampu menampung TSS, BOD, COD, dan Total Fosfat.

Sementara itu, pada hasil analisis status mutu air Sungai Sumber Payung dengan Metode STORET dan Indeks Pencemaran pada titik A-B didapatkan status mutu air cemar berat dan cemar sedang. Jika dilihat dari kedua hasil analisis tersebut, maka diperlukan upaya dan rekomendasi pengendalian untuk mengurangi pencemaran di Sungai Sumber Payung.

Pada lokasi penelitian masih belum terdapat sistem pengolahan limbah cair domestik untuk limbah *grey water*, selain itu terdapat delapan industri kecil atau pabrik tahu yang berada di bantaran sungai dan berpotensi sebagai sumber pencemar non-domestik karena limbah cair hasil produksi dibuang langsung ke sungai tanpa melalui sistem pengolahan limbah dengan IPAL. Pembangunan IPAL komunal merupakan salah satu alternatif untuk menangani limbah cair dari aktivitas rumah tangga, sehingga limbah yang terbuang dapat memenuhi baku mutu lingkungan yang diizinkan [20]. Perhitungan kebutuhan jumlah IPAL komunal berada pada wilayah segmen penelitian Sungai Sumber Payung sebanyak 4 unit. Sementara itu, hanya 1 dari 8 pabrik yang telah menggunakan IPAL untuk mengolah limbahnya. Maka dari itu, diperlukan pembangunan IPAL pada masing-masing pabrik tahu di wilayah penelitian, sejumlah 7 pabrik.

Demikian, pengendalian pencemaran pada limbah domestik maupun non domestik pada pabrik tahu dengan pembangunan bantuan IPAL komunal dan IPAL industri tahu oleh pemerintah setempat ataupun pemilik pabrik. Adapun upaya lainnya dalam pengendalian pencemaran yang dapat dilakukan pada lokasi penelitian, antara lain: 1) Perlu melibatkan masyarakat dalam pengelolaan maupun efektifitas pengelolaan pada daerah aliran sungai, sebelum maupun setelah adanya IPAL. 2) Upaya peningkatan kesadaran masyarakat akan sanitasi lingkungan dengan dilakukan sosialisasi kesehatan dan kebersihan lingkungan. 3) Perlu penanggulangan kerusakan lingkungan dengan peningkatan penegak hukum lingkungan terhadap industri tahu ataupun pelaku lain yang mencemari sungai dan

kontribusi masyarakat dalam mengawasi serta melaporkan kegiatan pencemaran tersebut agar diberikan sanksi tegas kepada pelaku industri jika terbukti melakukannya, 4) Perlunya pemetaan potensi sumber pencemar dan penambahan jadwal pemantauan rutin ditiap tahunnya yang dilakukan oleh DLH, dengan didasari dari data curah hujan untuk pengujian kualitas air Sungai Sumber Payung. 5) DLH juga perlu menambahkan 2 titik sampel atau lebih, disepanjang segmen A-B yang terletak sebelum dan sesudah aliran anak sungai yang masuk, sehingga dapat menganalisis pengaruh kualitas sungai terhadap beban pencemaran dari anak sungai

IV. KESIMPULAN

Penurunan kualitas Sungai Sumber Payung dipengaruhi oleh potensi sumber pencemar sektor domestik lebih besar dari sektor non domestik (pabrik tahu), selain itu daya tampung sungai telah melampaui batas maksimum (bernilai negatif), Berdasarkan analisis status mutu Sungai Sumber Payung menggunakan metode STORET dan Indeks Pencemaran, secara berturut-urur masuk pada kategori cemar berat dan cemar sedang, Dari kedua analisis tersebut diketahui bahwa Sungai Sumber Payung berada pada kondisi tercemar, sehingga dilakukan upaya penanggulangan beban pencemaran, yaitu pembangunan 4 IPAL komunal dan 7 IPAL untuk pabrik tahu serta pengelolaannya, peningkatan kesadaran masyarakat akan sanitasi lingkungan, peningkatan penegak hukum lingkungan terhadap industri tahu ataupun pelaku pencemaran lingkungan, serta pemetaan potensi sumber pencemar, penambahan titik sampel, dan pemantauan rutin yang didasari dari data curah hujan untuk menentukan kualitas air sungai yang dilakukan oleh DLH,

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pamekasan dan UPT Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Kepulauan Madura yang telah membantu penulis dalam pengambilan sampel dan penyediaan data yang digunakan selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Darmanto and Sudarmadji, "Pengelolaan sungai berbasis masyarakat lokal di daerah lereng selatan gunung api merapi," *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 20, no. 2, pp. 229–239, Jul. 2013, doi: 10.22146/JML.18490.
- [2] S. Rahayu and H. Pristianto, "Studi penentuan status mutu dan kualitas air sungai klawili km. 12 kota sorong," *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, vol. 5, no. 1, pp. 35–41, Mar. 2019, doi: 10.33506/RB.V5I1.744.
- [3] Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pamekasan, "Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah," Pamekasan, 2021.
- [4] A. Rahmi and D. P. Lumba, "Penentuan status mutu dan tingkat cemaran air sungai (studi kasus air sungai batang lubuh dan sungai pawan)," *Aptek*, vol. 11, no. 2, pp. 124–129, Jul. 2019, doi: 10.30606/APTEK.V11I2.121.
- [5] Suparno and M. Moh, "Potensi limbah ampas tahu sebagai sumber pakan ternak sapi potong di kecamatan pamekasan kabupaten pamekasan," *Maduranch: Jurnal Ilmu Peternakan*, vol. 1, no. 1, pp. 23–28, Aug. 2016, doi: 10.53712/MADURANCH.V1I1.46.
- [6] M. Aristawidya, Z. Hasan, I. Iskandar, Y. Yustiawati, and H. Herawati, "Status pencemaran situ gunung putri di kabupaten bogor berdasarkan metode storet dan indeks pencemaran," *Limnotek: perairan darat tropis di Indonesia*, vol. 27, no. 1, Jun. 2020, doi: 10.14203/LIMNOTEK.V27I1.311.
- [7] O. Arnop, Budiyanto, and R. Saefuddin, "Kajian evaluasi mutu sungai nelas dengan metode storet dan indeks pencemaran," *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 8, no. 1, pp. 15–24, Oct. 2019, doi: 10.31186/NATURALIS.8.1.9158.
- [8] T. Takaendengan and F. Tombokan, "Identifikasi dan pengukuran debit aliran sungai sario," *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, vol. 3, no. 3, pp. 146–155, Jan. 2022, doi: 10.47600/JTST.V3I3.303.
- [9] H. Tangkudung, "Pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan pelampung dan current meter," *JURNAL TEKNO-SIPIL*, vol. 9, no. 55, Apr. 2011, doi: 10.35793/JTS.V9I55.4068.
- [10] Yuniarti and D. Biyatmoko, "Analisis kualitas air dengan penentuan status mutu air sungai jaing kabupaten tabalong," *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, vol. 5, no. 2, pp. 52–69, Oct. 2019, doi: 10.20527/JUKUNG.V5I2.7319.
- [11] S. K. Nasib, E. D. Dicky Yanuari, and T. Machmud, "Karakteristik rantai markov pada data curah hujan bulanan stasiun djalaluddin," *JMPM: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, vol. 7, no. 2, pp. 81–89, Sep. 2022, doi: 10.26594/JMPM.V7I2.2654.
- [12] S. Wahidah and A. Idrus, "Analisis pencemaran air menggunakan metode sederhana pada sungai jangkuk, kekalik dan sekarbela kota mataram," *Paedagogia: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Kependidikan*, vol. 5, no. 2, pp. 8–14, Jan. 2018, doi: 10.31764/PAEDAGORIA.V5I2.85.
- [13] Muliyadi and I. S. Sowohy, "Perbandingan efektifitas metode elektrokoagulasi dan destilasi terhadap penurunan beban pencemar fisik pada air limbah domestik," *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, vol. 19, no. 1, pp. 45–50, Apr. 2020, doi: 10.14710/JKLI.19.1.45-50.
- [14] R. Pangestu, E. Riani, and H. Effendi, "Estimasi beban pencemaran point source dan limbah domestik di sungai kalibaru timur provinsi dki jakarta, indonesia," *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, vol. 7, no. 3, pp. 219–226, Dec. 2017, doi: 10.29244/jpsl.7.3.219-226.
- [15] Y. Rahayu, I. Juwana, and D. Marganingrum, "Kajian perhitungan beban pencemaran air sungai di daerah aliran sungai (das) cikapundung dari sektor domestik," *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, vol. 2, no. 1, Jul. 2018, doi: 10.26760/JRH.V2I1.2043.
- [16] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Buku Kajian Daya Tampung dan Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum," Jakarta, 2017.
- [17] R. H. Masykur, B. Amin, and S. Husein Siregar, "Analisis status mutu air sungai berdasarkan metode storet sebagai pengendalian kualitas lingkungan (studi kasus: dua aliran sungai dikecamatan tembilahan hulu, kabupaten indragiri hilir, riau)," *Dinamika Lingkungan Indonesia*, vol. 5, no. 2, pp. 84–96, Jul. 2018, doi: 10.31258/DLI.5.2.P.84-96.