

## Hubungan Debit Limbah Cair Dengan Kualitas Air Sungai Parameter Bod Dan Cod

Gusti Maylia Sari<sup>1</sup>, M. Irfa'i<sup>2</sup> dan Juanda<sup>3</sup>

Poltekkes Banjarmasin Jurusan Sanitasi Lingkungan

E-mail: [mayliadody83@gmail.com](mailto:mayliadody83@gmail.com)

### Abstrak

Pembuangan limbah cair domestik ke badan sungai dapat menurunkan kualitas air dan berdampak pada ekosistem perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh debit limbah cair terhadap kualitas air Sungai Kemuning berdasarkan parameter Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD). Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain cross sectional. Sampel diambil pada tiga titik aliran sungai (hulu, tengah, hilir) dengan total sembilan sampel air. Data diperoleh melalui observasi lapangan dan pengukuran laboratorium, kemudian dianalisis menggunakan uji Korelasi Rank Spearman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata debit limbah cair adalah 9,12 m<sup>3</sup>/hari. Nilai BOD rata-rata sebesar 10,07 mg/L, melebihi baku mutu PP No. 22 Tahun 2021, sedangkan nilai COD rata-rata 19,22 mg/L masih memenuhi standar yang ditetapkan. Analisis korelasi menunjukkan bahwa debit limbah cair memiliki hubungan positif sangat kuat namun tidak signifikan terhadap BOD ( $r = 0,866$ ;  $p = 0,333$ ). Sementara itu, terhadap COD ditemukan hubungan negatif sempurna dan signifikan ( $r = -1,000$ ;  $p < 0,01$ ). Penelitian menyimpulkan bahwa debit limbah cair berhubungan signifikan dengan parameter COD, namun tidak memiliki hubungan yang signifikan terhadap parameter BOD. Kondisi ini mengindikasikan bahwa peningkatan debit limbah cair lebih berpengaruh terhadap beban pencemar kimia dibandingkan beban pencemar biologis di Sungai Kemuning.

**Kata Kunci:** BOD; COD; Debit Limbah Cair; kualitas air; Sungai Kemuning

### Abstrak

*The discharge of domestic wastewater into river bodies can degrade water quality and adversely affect aquatic ecosystems. This study aimed to determine the effect of wastewater discharge on the water quality of the Kemuning River based on Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) parameters. This research employed a quantitative approach with a cross-sectional design. Water samples were collected from three river sections (upstream, midstream, and downstream), with a total of nine water samples. Data were obtained through field observations and laboratory analysis and were statistically analyzed using the Spearman Rank Correlation test. The results showed that the average wastewater discharge was 9,12 m<sup>3</sup>/day. The mean BOD value was 10.07 mg/L, exceeding the water quality standard stipulated in Government Regulation No. 22 of 2021, while the mean COD value of 19.22 mg/L remained within the permissible standard. Correlation analysis indicated a very strong positive but non-significant relationship between wastewater discharge and BOD ( $r = 0.866$ ;  $p = 0.333$ ). In contrast, a perfect and statistically significant negative relationship was found between wastewater discharge and COD ( $r = -1.000$ ;  $p < 0.01$ ). The study concludes that wastewater discharge is significantly associated with COD but not significantly related to BOD. These findings indicate that an increase in wastewater discharge has a greater influence on chemical pollutant loads than on biological pollutant loads in the Kemuning River.*

**Keywords:** BOD; COD; liquid waste discharge; water quality; Kemuning River.

## A. PENDAHULUAN

Dalam penilaian BOD dengan menggunakan SNI 6989.72-2009. SNI ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta dikonsensuskan oleh Subpanitia Teknis 13-03-S1, Kualitas Air dari Panitia Teknis 13-03, Kualitas Lingkungan dan Manajemen Lingkungan. Berdasarkan hasil pengujian oleh pemerintah provinsi Kalimantan Selatan Dinas Lingkungan Hidup pada tahun 2023 didapatkan rata-rata hasil BOD adalah 10,0 mg/L, sedangkan rata-rata hasil COD adalah 21,9 mg/L. Pada tahun 2024 didapatkan rata-rata hasil BOD adalah 15,05 mg/L, sedangkan rata-rata hasil COD adalah 32 mg/L. Pada tahun 2025 pada didapatkan rata-rata hasil BOD A-089 4,9 mg/L dengan baku mutu kelas 2 (3) SNI 6989.72-2009, sedangkan rata-rata hasil COD <10\* mg/L dengan baku mutu kelas 2 (25) SNI 6989.2-2019.

Di Kota Banjarbaru, Sungai Kemuning menjadi salah satu sungai utama yang mengalir melalui wilayah Kelurahan Kemuning dan berperan sebagai sistem drainase sekaligus sumber daya air masyarakat. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, Sungai Kemuning mengalami tekanan ekologis akibat meningkatnya pembangunan dan aktivitas masyarakat yang belum dibarengi dengan sistem sanitasi yang memadai. Data hasil pemantauan kualitas air pada tahun 2023 menunjukkan bahwa kondisi mata air Sungai Kemuning masih relatif baik, dengan nilai pH netral (6,9–7,3), BOD <2 mg/L, COD <10 mg/L, dan TSS <20 mg/L (*Labling Provinsi Kalsel, LHU*). Selain itu, tidak ditemukan kandungan coliform yang signifikan, menandakan air masih bebas dari pencemaran biologis.

Data pada tahun 2024 dan 2025, kualitas air menunjukkan penurunan yang nyata, terutama pada bagian tengah dan hilir sungai yang melintasi wilayah padat permukiman. Nilai BOD meningkat hingga ±5 mg/L dan COD mencapai ±35 mg/L. Kandungan TSS meningkat hingga ±60 mg/L, sedangkan total coliform melonjak hingga ±2400 MPN/100 mL, jauh di atas baku mutu air kelas II (1000 MPN/100 mL). Hal ini mengindikasikan adanya pencemaran organik dan biologis yang kuat akibat pembuangan limbah rumah tangga tanpa pengolahan terlebih dahulu. Sistem septik tank yang bocor, saluran air kotor yang langsung mengalir ke sungai, serta minimnya kesadaran masyarakat menjadi faktor dominan pencemaran.

Data prevalensi pencemaran limbah cair domestik di Sungai Kemuning Banjarbaru menunjukkan adanya indikasi penurunan kualitas air sungai yang

cukup signifikan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Banjarbaru pada tahun 2022, pengukuran Indeks Kualitas Air (IKA) pada lima sungai utama, termasuk Sungai Kemuning, menghasilkan nilai rata-rata IKA Existing sebesar 55 persen. Nilai tersebut masuk dalam kategori tercemar ringan. Pengambilan sampel dilakukan pada bagian hulu, tengah, dan hilir sungai, kemudian diuji di laboratorium dengan dua indikator utama, yaitu BOD dan COD.

Kelurahan Kemuning memiliki luas wilayah 30.24 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk sebanyak 11.032 jiwa. Terdapat jumlah kepala keluarga yang terdampak sebanyak 3.611 jiwa dengan panjang sungai 750 m<sup>2</sup>. Sungai Kemuning yang terletak di wilayah tengah Kota Banjarbaru tercatat sebagai salah satu sungai yang paling terpengaruh oleh aktivitas masyarakat, khususnya akibat pembuangan limbah domestik rumah tangga. Pencemaran ini didominasi oleh air limbah hasil aktivitas sehari-hari warga, seperti sisa deterjen, limbah dapur, dan tinja. Hal ini menjadikan Sungai Kemuning rentan terhadap peningkatan parameter BOD dan COD, yang mencerminkan tingginya beban bahan organik di perairan. Selain itu, tingginya kadar TSS dan keberadaan bakteri koliform fekal juga mengindikasikan adanya kontaminasi dari aktivitas domestik. Meskipun kondisi kualitas air secara umum masih berada pada kategori cukup baik, hasil uji laboratorium tidak merekomendasikan air Sungai Kemuning untuk dikonsumsi. Hal ini karena standar air layak minum mensyaratkan pengujian dengan 20 parameter kualitas air, sementara uji DLH hanya menggunakan delapan parameter. Dengan demikian, limbah domestik rumah tangga menjadi faktor dominan penyebab pencemaran di Sungai Kemuning, yang apabila tidak dikendalikan berpotensi meningkatkan status pencemaran dari ringan menuju sedang hingga berat.

## **B. METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan survei analitik, menggunakan desain cross sectional (potong lintang). Desain *cross sectional*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh debit limbah cair terhadap kualitas air Sungai di wilayah Kelurahan Kemuning pada tahun 2025. Populasi semua masyarakat yang menghasilkan limbah cair dan dialirkan ke bantaran sungai di Kelurahan Kemuning sejumlah 65 KK. Menggunakan

analisis univariat dan bivariat Korelasi Spearman (*Spearman's Rank Correlation*). Dengan jumlah sampel sebanyak 9 diambil berdasarkan daerah Hulu, Tengah dan Hilir dan Diambil pada bagian awal sungai sampai akhir sungai.

### C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### Hasil

Debit limbah cair yang dibuang ke sungai kemuning



Gambar 1 Grafik tren rata-rata debit limbah cair domestik yang dibuang ke sungai kemuning di 3 titik lokasi

Berdasarkan gambar terlihat bahwa tren debit air pada tiga lokasi pengamatan, yaitu Kemuning Hulu, Kemuning Tengah, dan Kemuning Hilir, menunjukkan peningkatan dari hulu ke hilir pada waktu pagi, siang, dan sore hari. Kemuning Hilir secara konsisten memiliki debit air tertinggi, sedangkan Kemuning Hulu menunjukkan debit air terendah pada seluruh waktu pengamatan.

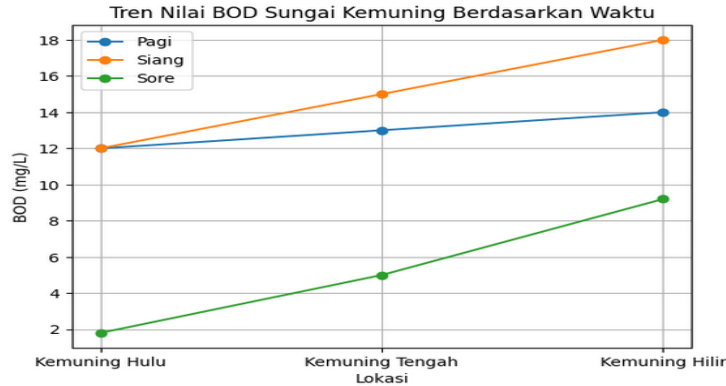
Tabel 1 Rata-Rata Debit Limbah Cair di Kelurahan Kemuning

No	Lokasi	Debit I	Debit II	Debit III	Rata-Rata
1	Kemuning Hulu	9,6	5,8	7,2	7,53
2	Kemuning Tengah	12,5	7,5	9,4	9,80
3	Kemuning Hilir	12,6	7,7	9,8	10,03
4	Rata-Rata Total	11,57	7,00	8,80	9,12

Berdasarkan tabel, diketahui bahwa rata-rata total debit limbah cair yang dibuang ke Sungai Kemuning adalah sebesar 9,12 m<sup>3</sup>/hari. Debit limbah cair tertinggi tercatat di lokasi Kemuning Hilir dengan nilai rata-rata sebesar 10,03 m<sup>3</sup>/hari, sedangkan debit terendah terdapat di Kemuning Hulu yaitu sebesar 7,53 m<sup>3</sup>/hari. Lokasi Kemuning Tengah menunjukkan nilai debit rata-rata sebesar 9,80 m<sup>3</sup>/hari. Variasi debit limbah cair di antara ketiga lokasi relatif tidak terlalu besar, yang mengindikasikan bahwa aktivitas domestik dan

sumber limbah cair di wilayah Sungai Kemuning memiliki pola dan volume pembuangan yang relatif stabil.

### Kualitas Air Sungai Kemuning Kedalam Parameter BOD



Gambar 2 Grafik tren rata-rata rata-rata konsentrasi *Biochemical Oxygen Demand* di 3 titik lokasi

Berdasarkan Gambar terlihat bahwa nilai Chemical Oxygen Demand (COD) pada Sungai Kemuning menunjukkan variasi pada tiga lokasi pengamatan, yaitu Kemuning Hulu, Kemuning Tengah, dan Kemuning Hilir, pada waktu pagi, siang, dan sore hari. Secara umum, terdapat perbedaan pola nilai COD antar lokasi dan waktu pengamatan, yang mencerminkan dinamika aktivitas dan beban pencemar di sepanjang alur sungai.

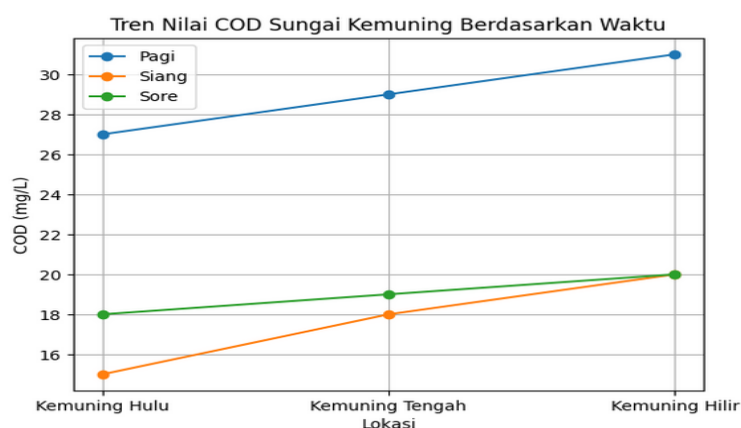
Tabel 2 Rata-Rata Konsentrasi BOD dan Kesesuaian Baku Mutu

No	Lokasi	BOD I	BOD II	BOD III	BOD Rata-Rata	Keterangan
1	Kemuning Hulu	12	12	9,2	11,07	Tidak Memenuhi Syarat
2	Kemuning Tengah	6,3	18	8,9	11,07	Tidak Memenuhi Syarat
3	Kemuning Hilir	14	8,4	1,8	8,07	Tidak Memenuhi Syarat
4	Rata-Rata Total	10,77	12,80	6,63	10,07	Tidak Memenuhi Syarat

Berdasarkan tabel diketahui bahwa rata-rata konsentrasi Biochemical Oxygen Demand (BOD) di seluruh titik pengambilan sampel Sungai Kemuning adalah sebesar 10,07 mg/L. Seluruh lokasi pengamatan menunjukkan nilai BOD yang melebihi baku mutu kualitas air sebesar 3 mg/L sesuai dengan Peraturan

Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Secara spasial, konsentrasi BOD tertinggi ditemukan di lokasi Kemuning Hulu dan Kemuning Tengah dengan nilai yang sama, yaitu sebesar 11,07 mg/L. Sementara itu, konsentrasi BOD terendah tercatat di Kemuning Hilir sebesar 8,07 mg/L, namun nilai tersebut tetap berada di atas ambang batas yang ditetapkan. Tingginya nilai BOD pada seluruh lokasi mengindikasikan adanya kandungan bahan organik terlarut yang cukup tinggi di dalam air sungai, yang berpotensi menurunkan kadar oksigen terlarut dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kualitas air Sungai Kemuning di wilayah Kelurahan Kemuning tidak memenuhi persyaratan baku mutu untuk parameter BOD dan telah mengalami pencemaran organik.

#### Kualitas Air Sungai Kemuning Parameter COD



Gambar 3 Grafik tren rata-rata konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* COD di 3 titik lokasi

Berdasarkan grafik tren terlihat bahwa nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada tiga lokasi pengamatan, yaitu Kemuning Hulu, Kemuning Tengah, dan Kemuning Hilir, menunjukkan tren peningkatan dari hulu ke hilir pada waktu pagi, siang, dan sore hari. Hal ini mengindikasikan adanya akumulasi beban pencemar kimia sepanjang alur Sungai Kemuning.

Secara keseluruhan, nilai COD tertinggi terjadi pada periode pagi hari, diikuti sore dan siang hari. Pola ini menunjukkan bahwa aktivitas domestik dan proses akumulasi limbah cair berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi COD, terutama pada bagian hilir sungai.

Tabel 3 Rata-Rata Konsentrasi COD dan Kesesuaian Baku Mutu

No	Lokasi	COD I	COD II	COD III	BOD Rata-Rata	Keterangan
1	Kemuning Hulu	27	15	18	20,00	Memenuhi Syarat
2	Kemuning Tengah	10	22	20	17,33	Memenuhi Syarat
3	Kemuning Hilir	31	20	10	20,33	Memenuhi Syarat
4	Rata-Rata Total	22,67	19,00	16,00	19,22	Memenuhi Syarat

Berdasarkan tabel diketahui bahwa rata-rata konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) pada seluruh titik pengambilan sampel di Sungai Kemuning adalah sebesar 19,22 mg/L. Seluruh konsentrasi COD yang terukur pada ketiga lokasi pengamatan masih berada di bawah baku mutu kualitas air sebesar 25 mg/L sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Secara spasial, konsentrasi COD tertinggi ditemukan di lokasi Kemuning Hilir dengan nilai rata-rata sebesar 20,33 mg/L, sedangkan konsentrasi terendah terdapat di Kemuning Tengah sebesar 17,33 mg/L. Meskipun terdapat variasi nilai COD antar lokasi, seluruhnya masih berada dalam ambang batas yang diperkenankan. Dengan nilai rata-rata yang masih berada di bawah baku mutu, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan kualitas air Sungai Kemuning di wilayah Kelurahan Kemuning masih memenuhi persyaratan untuk parameter COD. Kondisi ini menunjukkan bahwa total kandungan bahan pencemar, baik organik maupun anorganik, yang dapat teroksidasi secara kimia di perairan sungai tersebut masih berada pada tingkat yang dapat ditoleransi oleh lingkungan perairan.

#### Pengaruh Debit Limbah Cair Terhadap BOD

Tabel 4 Hasil Uji Korelasi Rank Spearman antara Debit Limbah Cair dengan BOD

Hubungan Variabel	Koefisien Korelasi ( $\rho$ )	Sig. (2-tailed) / p-value	N	Keterangan
Debit vs. BOD	0,866	0,333	3	Tidak Signifikan

Keterangan: \*\* Korelasi signifikan pada tingkat 0,01

Pengaruh Debit Limbah Cair terhadap Kualitas Air Sungai Parameter BOD Analisis Korelasi Rank Spearman dilakukan untuk menguji hubungan antara Debit Limbah Cair dengan konsentrasi *Biochemical Oxygen Demand* BOD. Hipotesis nol ( $H_0$ ) pada analisis ini menyatakan bahwa tidak terdapat

hubungan yang signifikan antara kedua variabel. Berdasarkan hasil uji korelasi, diperoleh koefisien rho sebesar +0,866. Secara deskriptif, nilai ini mengindikasikan adanya hubungan yang sangat kuat dengan arah positif (searah) antara Debit Limbah Cair dan konsentrasi BOD.

Namun, pengujian signifikansi statistik menunjukkan nilai p-value sebesar (0,333) Dengan membandingkan nilai p-value ini terhadap batas signifikansi yang ditetapkan ( $\alpha = 0,05$ ), di mana  $0,333 > 0,05$ , maka  $H_a$  gagal ditolak. Oleh karena itu, secara statistik, tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara Debit Limbah Cair terhadap Kualitas Air parameter BOD di wilayah Kelurahan Kemuning. Kegagalan ini disebabkan oleh keterbatasan jumlah sampel penelitian ( $N=3$ ), yang membuat koefisien korelasi yang kuat sekalipun tidak dapat divalidasi secara statistik untuk digeneralisasi ke populasi.

#### Pengaruh Debit Limbah Cair Terhadap COD

Tabel 5 Hasil Uji Korelasi Rank Spearman antara Debit Limbah Cair dengan COD

Hubungan Variabel	Koefisien Korelasi ( $\rho$ )	Sig. (2-tailed) / p-value	N	Keterangan
Debit vs. COD	-1,000**	0,000	3	Signifikan ( $\alpha=0,01$ )

Keterangan: \*\* Korelasi signifikan pada tingkat 0,01

Pengaruh Debit Limbah Cair terhadap Kualitas Air Sungai Parameter COD. Pengujian korelasi dilanjutkan untuk menganalisis hubungan antara Debit Limbah Cair dengan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* COD. Hipotesis nol ( $H_0$ ) menyatakan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kedua variabel. Hasil analisis menunjukkan koefisien korelasi Rank Spearman rho sebesar -1,000. Nilai ini mengindikasikan adanya hubungan yang sempurna dengan arah negatif (berlawanan arah). Secara deskriptif, temuan ini berarti bahwa peningkatan volume Debit Limbah Cair di titik sampling justru diikuti oleh penurunan konsentrasi COD air sungai.

Untuk nilai koefisien korelasi -1,000 ini terbukti signifikan secara statistik pada tingkat signifikansi  $\alpha=0,01$  (ditandai dengan dua bintang), sehingga  $H_0$  ditolak. Dengan demikian, terdapat pengaruh yang signifikan antara Debit Limbah Cair terhadap Kualitas Air parameter COD di Kelurahan Kemuning. Hubungan negatif yang sempurna ini dapat diinterpretasikan sebagai efek pengenceran (dilusi), di mana volume debit yang lebih besar, kemungkinan

berasal dari sumber dengan konsentrasi COD yang relatif rendah, secara efektif bertindak sebagai pengencer sehingga menurunkan konsentrasi total COD di badan air sungai

Di bagian ini menjelaskan hasil dari penelitian dan di waktu yang sama juga melakukan pembahasan secara komprehensif. Hasil dapat disajikan dalam bentuk gambar, grafik, tabel dan yang lainnya agar pembaca dapat dengan mudah memahaminya, tetapi untuk gambar harus di *compress* terlebih dahulu agar file yang dikirimkan tidak terlalu besar. Pembahasan juga dapat dibuat terpisah pada sub bagian dengan menggunakan *point*. Panjang 40-60% dari total panjang artikel (1.200-1.800 kata).

Tabel dan gambar disajikan di bagian tengah seperti pada bagian bawah template ini dilengkapi dengan sumber tabel maupun gambar apakah dari data primer ataupun data sekunder.

## **Pembahasan**

### **Debit Limbah Cair Yang Dibuang Ke Sungai Kemuning**

Berdasarkan hasil pengukuran diketahui bahwa rata-rata debit limbah cair yang dibuang ke Sungai Kemuning pada tiga titik lokasi pengamatan, yaitu Kemuning Hulu, Kemuning Tengah, dan Kemuning Hilir, berada pada kisaran 7,53 hingga 10,03 m<sup>3</sup>/hari, dengan rata-rata total sebesar 9,12 m<sup>3</sup>/hari. Nilai ini menunjukkan bahwa volume pembuangan limbah cair di wilayah Kelurahan Kemuning relatif stabil dengan variasi debit (rentang) sebesar 2,50 m<sup>3</sup>/hari. Debit limbah cair tertinggi tercatat di lokasi Kemuning Hilir sebesar 10,03 m<sup>3</sup>/hari, yang diduga dipengaruhi oleh akumulasi aliran limbah dari wilayah hulu dan tengah serta tingginya aktivitas domestik masyarakat di sepanjang alur sungai. Sementara itu, debit terendah ditemukan di Kemuning Hulu sebesar 7,53 m<sup>3</sup>/hari. Lokasi Kemuning Tengah menunjukkan debit rata-rata sebesar 9,80 m<sup>3</sup>/hari, yang mencerminkan kontribusi aktivitas domestik dan usaha kecil masyarakat di kawasan tersebut terhadap volume limbah cair yang masuk ke Sungai Kemuning.

Menurut (1) debit air limbah berhubungan langsung dengan beban pencemaran sungai, karena semakin besar debit buangan, semakin tinggi pula kemungkinan peningkatan konsentrasi zat pencemar seperti BOD dan COD di badan air. Debit limbah cair juga dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik, terutama dari limbah domestik dan industri kecil. Hal ini sejalan dengan

temuan Ikbal et al. (2023) yang melaporkan bahwa debit Sungai Beringin di Semarang bervariasi antara 0,18–2,60 m<sup>3</sup>/detik, dengan peningkatan debit diikuti oleh peningkatan konsentrasi BOD dan COD akibat masuknya limbah laundry dan domestik tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Penelitian (2) juga menemukan bahwa debit buangan dari instalasi air limbah maupun sumber domestik kecil tetapi kontinu memberikan dampak signifikan terhadap kualitas air sungai. Peningkatan debit buangan terbukti berasosiasi dengan meningkatnya konsentrasi nutrisi seperti nitrat dan fosfat serta munculnya *sewage fungus*, yaitu indikator biologis pencemaran organik kronis. Artinya, meskipun debit tidak selalu besar, pola buangan yang stabil setiap hari berkontribusi kuat terhadap penurunan kualitas air disamping itu keberadaan buangan domestik—baik dari permukiman maupun dari instalasi pengolahan air limbah menyebabkan perubahan komposisi komunitas biota dasar sungai, di mana kelompok organisme toleran seperti *Cyanobacteria* dan *Oligochaeta* meningkat drastis di daerah yang menerima buangan limbah. Fakta ini mempertegas bahwa beban pencemaran organik yang bersifat terus-menerus (*continuous load*) akibat debit limbah yang stabil dapat memicu degradasi ekologis meskipun tidak terjadi lonjakan debit secara ekstrem.

Fenomena yang serupa dapat diinterpretasikan pada Sungai Kemuning, di mana debit limbah cair yang relatif merata di tiga titik menunjukkan bahwa aktivitas pembuangan limbah bersumber dari kegiatan domestik yang konstan setiap harinya, bukan berasal dari satu sumber besar seperti industri. Kondisi ini menandakan bahwa karakteristik beban pencemar di Sungai Kemuning cenderung difus (menyebar). Menurut (3) beban pencemar difus biasanya dihasilkan oleh aktivitas rumah tangga dan kegiatan perkotaan, di mana air buangan domestik berkontribusi terhadap parameter organik seperti BOD, COD, dan TSS. Selain itu, debit limbah yang relatif stabil dapat menunjukkan pola penggunaan air yang konsisten oleh masyarakat. Namun, jika debit tersebut terus dialirkan tanpa sistem pengolahan limbah, maka risiko peningkatan beban organik di sungai akan meningkat secara kumulatif (4). Dengan demikian, pemantauan debit sangat penting untuk mengestimasi daya tampung beban pencemaran (*carrying capacity*) Sungai Kemuning agar tidak melampaui baku mutu air kelas II sebagaimana diatur dalam PP No. 22 Tahun 2021.

Stabilitas debit limbah juga perlu dianalisis bersama dengan parameter kualitas air seperti BOD dan COD, karena hubungan keduanya dapat mencerminkan tingkat pencemaran aktual. Misalnya, penelitian oleh (5) menunjukkan bahwa meskipun debit Sungai Tembuku relatif rendah, konsentrasi BOD dan COD tetap tinggi karena akumulasi beban organik dari limbah rumah tangga dan industri tahu. Oleh karena itu, nilai debit 8,14 m<sup>3</sup>/hari di Sungai Kemuning harus diinterpretasikan secara hati-hati, karena volume buangan yang konstan dapat menjadi indikasi beban pencemar yang berkelanjutan jika tidak diimbangi oleh sistem pengolahan limbah cair domestik yang memadai.

Dapat disimpulkan bahwa pola debit limbah cair di Kelurahan Kemuning menunjukkan kondisi yang masih dalam batas wajar secara kuantitatif, namun berpotensi memberikan kontribusi signifikan terhadap beban pencemaran sungai apabila kandungan BOD, COD, dan TSS dari air limbah melebihi baku mutu yang ditetapkan. Pemantauan lanjutan terhadap parameter kualitas air perlu dilakukan untuk menentukan tingkat pencemaran aktual dan kapasitas asimilasi sungai.

Kualitas Air Sungai Kemuning Parameter BOD. Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi Biochemical Oxygen Demand (BOD) di seluruh titik sampling Sungai Kemuning mencapai 10,07 mg/L, dengan nilai tertinggi di Kemuning Hulu dan Kemuning Tengah (11,07 mg/L) serta terendah di Kemuning Hilir (8,07 mg/L). Seluruh nilai tersebut jauh melebihi baku mutu air kelas II sebesar 3 mg/L (PP No. 22 Tahun 2021), sehingga dapat disimpulkan bahwa air Sungai Kemuning tidak memenuhi syarat kualitas air berdasarkan parameter BOD. Nilai BOD yang tinggi menandakan tingginya kandungan bahan organik terlarut yang memerlukan oksigen untuk proses dekomposisi biologis oleh mikroorganisme.

Tingginya kadar BOD di Sungai Kemuning, yang rata-ratanya mencapai 10,07 mg/L, berkaitan erat dengan ketidakseimbangan antara beban limbah yang masuk dengan debit air sungai. Berdasarkan penelitian(6) rendahnya debit aliran pada titik-titik tertentu menyebabkan hilangnya kemampuan pengenceran polutan, sehingga material organik dari limbah domestik terakumulasi secara pekat dan memicu pembusukan di badan air. Kondisi ini diperparah oleh minimnya infrastruktur pengolahan limbah di kawasan pemukiman, di mana menurut (7) sungai di daerah perkotaan sering kali

beralih fungsi menjadi saluran pembuangan terbuka yang melampaui kapasitas asimilasi alaminya. Akibatnya, oksigen terlarut habis dikonsumsi oleh mikroorganisme untuk mendegradasi beban organik tersebut, yang menjelaskan mengapa hasil pengukuran di seluruh lokasi sampling tidak memenuhi syarat baku mutu.

Solusi atas permasalahan ini, diperlukan pendekatan teknis berupa pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal guna memutuskan aliran limbah langsung ke sungai. Penelitian (8) menyarankan penerapan teknologi *constructed wetlands* atau rawa buatan di sepanjang bantaran sungai sebagai sistem filtrasi alami yang mampu mereduksi kadar BOD secara signifikan melalui proses biokimia tanaman. Selain itu, Setiawan (2024) menekankan pentingnya manajemen *flushing* atau penggelontoran air secara berkala untuk meningkatkan debit sungai pada jam-jam puncak pembuangan limbah guna meminimalisir sedimentasi organik. Integrasi antara perbaikan infrastruktur sanitasi dan pemulihan vegetasi sempadan sungai menjadi kunci utama untuk mengembalikan fungsi ekologis Sungai Kemuning agar kembali memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan.

Menurut (9) peningkatan nilai BOD menunjukkan bahwa badan air telah menerima beban bahan organik yang signifikan, biasanya berasal dari limbah domestik, limbah industri kecil, serta aktivitas antropogenik lain di sekitar sungai. Penelitian mereka di Kali Surabaya menunjukkan kadar BOD antara 11,33–19 mg/L, yang juga melebihi baku mutu kelas II, menandakan bahwa pencemaran organik menjadi permasalahan umum di kawasan perkotaan. Fenomena serupa terlihat di Sungai Kemuning, di mana tingkat BOD tinggi mengindikasikan masuknya bahan organik dari buangan rumah tangga dan aktivitas masyarakat sekitar.

Penelitian (10) menjelaskan bahwa nilai BOD yang tinggi menunjukkan banyaknya bahan organik biodegradable yang diuraikan oleh mikroorganisme, sehingga menurunkan kadar oksigen terlarut (DO) dalam air. Penurunan DO berdampak langsung terhadap keseimbangan ekosistem perairan, karena organisme akuatik seperti ikan dan fitoplankton menjadi kekurangan oksigen. Jika kondisi ini berlangsung terus-menerus, maka dapat menimbulkan zona anaerobik dan bau tidak sedap di badan air.

Penelitian (11) menyatakan bahwa kadar BOD di atas 3 mg/L menandakan air telah tercemar secara organik, dengan potensi bahaya terhadap organisme

akuatik dan kesehatan masyarakat jika digunakan tanpa pengolahan. Nilai BOD yang tinggi dapat berasal dari limbah cair rumah tangga, buangan dapur, detergen, serta bahan organik alami yang terurai di badan sungai. Di sisi lain, kadar BOD yang rendah (<3 mg/L) menunjukkan bahwa perairan masih memiliki kemampuan self-purification, yakni kemampuan alami untuk menurunkan kadar bahan organik melalui proses oksidasi biologis dan difusi oksigen.

Dengan demikian, kondisi Sungai Kemuning menunjukkan indikasi pencemaran organik berat, di mana kemampuan self-purification kemungkinan telah menurun akibat tingginya beban limbah. Hal ini sejalan dengan temuan (12) yang menjelaskan bahwa air sungai dengan nilai BOD > 6 mg/L umumnya tidak lagi mampu memenuhi fungsi ekologisnya secara optimal, karena kadar oksigen terlarut menurun drastis akibat aktivitas mikroorganisme pengurai bahan organik. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian serupa, kadar BOD Sungai Kemuning (10,07 mg/L) lebih tinggi dibandingkan hasil di Sungai Code (11) yang hanya berkisar 1,6–3,7 mg/L, dan bahkan mendekati kadar di Kali Surabaya yang mencapai 19 mg/L. Hal ini menandakan bahwa tingkat pencemaran organik di Sungai Kemuning berada pada kategori berat dan perlu mendapat perhatian melalui upaya pengendalian limbah domestik serta penerapan sistem pengolahan air limbah terpadu di tingkat rumah tangga.

Dapat disimpulkan bahwa nilai BOD di Sungai Kemuning juga menunjukkan bahwa badan sungai menerima input bahan organik yang berlebihan dibandingkan kapasitas asimilasinya, sehingga proses dekomposisi alami tidak mampu menyeimbangkan kembali kondisi oksigen terlarut. Menurut SNI 6989.72:2009, nilai BOD menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik selama lima hari inkubasi pada suhu 20°C. Nilai BOD yang melebihi standar baku mutu berarti terjadi peningkatan kebutuhan oksigen biologis, yang menandakan pencemaran serius pada sistem perairan.

Kualitas Air Sungai Kemuning Parameter COD. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa rata-rata konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) pada tiga titik pengamatan di Sungai Kemuning yaitu Kemuning Hulu, Kemuning Tengah, dan Kemuning Hilir berada pada kisaran 17,33–20,33 mg/L dengan rata-rata total 19,22 mg/L. Nilai ini masih di bawah baku mutu air kelas II sebesar 25 mg/L sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah

Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas air Sungai Kemuning masih memenuhi syarat mutu air untuk parameter COD.

Tingginya nilai COD di Sungai Kemuning, meskipun saat ini masih dalam batas aman sebesar 19,22 mg/L, sangat dipengaruhi oleh dinamika debit sungai yang menentukan kapasitas pengenceran polutan kimia. Menurut penelitian (13) penurunan debit aliran sungai pada musim tertentu dapat menyebabkan konsentrasi senyawa kimia anorganik dari limbah industri rumah tangga dan detergen meningkat secara signifikan karena tidak adanya volume air yang cukup untuk melakukan filtrasi alami. Hal ini sejalan dengan temuan (7) yang menyatakan bahwa pada ekosistem sungai urban, akumulasi zat pencemar yang sulit terurai secara biologis cenderung mengendap di dasar sungai saat arus melambat, yang sewaktu-waktu dapat memicu lonjakan nilai COD apabila terjadi pengadukan massa air secara mendadak.

Dalam langkah pemecahan masalah untuk menjaga agar nilai COD tidak melampaui baku mutu, diperlukan strategi pengelolaan limbah cair yang terintegrasi sebelum mencapai badan air. Peneliti (14) menyarankan penggunaan sistem filtrasi adsorpsi menggunakan media karbon aktif atau zeolit di titik-titik saluran drainase utama untuk menyerap senyawa kimia kompleks yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme. Selain itu, (15) menekankan pentingnya restorasi vegetasi riparian yang memiliki kemampuan fitoremediasi tinggi guna membantu proses pembersihan diri (*self-purification*) sungai secara kimiawi. Melalui kombinasi antara pengendalian limbah kimia di sumbernya dan penjagaan debit air minimum, stabilitas kualitas air Sungai Kemuning dapat dipertahankan demi kelangsungan ekosistem perairan di masa depan.

Nilai COD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi seluruh bahan pencemar organik dan anorganik yang terdapat di dalam air secara kimiawi. COD yang rendah menandakan bahwa jumlah total zat pencemar dalam air relatif sedikit, baik yang mudah maupun yang sulit diuraikan secara biologis. Menurut (9) semakin tinggi nilai COD maka semakin besar pula beban pencemaran pada badan air karena banyaknya senyawa organik dan anorganik yang memerlukan oksidasi. Sebaliknya, nilai COD yang berada di bawah ambang batas menandakan bahwa air sungai masih memiliki kualitas yang relatif baik dan belum mengalami pencemaran berat. Apabila

dibandingkan dengan hasil pengukuran Biochemical Oxygen Demand (BOD) pada lokasi yang sama, tampak bahwa meskipun nilai BOD cukup tinggi (10,07 mg/L, melebihi baku mutu), nilai COD masih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa jenis bahan organik dalam air Sungai Kemuning lebih banyak yang bersifat biodegradable (mudah diuraikan oleh mikroorganisme). Menurut (16) perbandingan nilai BOD dan COD dapat digunakan untuk menilai biodegradabilitas limbah cair. Rasio BOD/COD di atas 0,5 menunjukkan limbah bersifat mudah diuraikan, sedangkan rasio di bawah 0,3 menunjukkan adanya dominasi bahan kimia sulit urai. Berdasarkan hasil ini, rasio BOD/COD Sungai Kemuning yaitu 0,52 (10,07/19,22), yang berarti bahan pencemar di sungai masih didominasi oleh senyawa organik alami yang dapat terurai secara biologis.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan (10) yang menjelaskan bahwa perairan dengan nilai COD di bawah 25 mg/L tergolong belum tercemar berat, meskipun potensi peningkatan beban pencemar organik dapat terjadi bila aktivitas domestik meningkat. Demikian pula, (4) menekankan pentingnya pemantauan berkala terhadap COD, karena meskipun masih memenuhi baku mutu, akumulasi jangka panjang bahan organik dan anorganik dapat meningkatkan kebutuhan oksigen kimia sehingga menurunkan kualitas air secara perlahan. Hasil ini memperlihatkan bahwa aktivitas masyarakat di sekitar Sungai Kemuning, seperti pembuangan air limbah rumah tangga, cuci pakaian, dan aktivitas pasar, telah berkontribusi terhadap beban COD meski belum mencapai tingkat yang membahayakan. Berdasarkan penelitian (12) nilai COD yang mendekati batas ambang perlu diwaspadai karena cenderung meningkat pada musim kemarau akibat berkurangnya debit air dan meningkatnya konsentrasi bahan pencemar.

Dapat disimpulkan meskipun nilai COD Sungai Kemuning masih memenuhi baku mutu, kondisi ini perlu dikelola secara preventif melalui upaya pengendalian sumber limbah domestik. Salah satu strategi yang disarankan adalah pengembangan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) komunal di kawasan padat penduduk, serta edukasi masyarakat agar tidak membuang limbah rumah tangga langsung ke saluran drainase atau sungai. Upaya ini penting untuk mempertahankan kualitas air Sungai Kemuning agar tetap berada dalam kondisi aman dan mencegah peningkatan COD di masa mendatang.

Pengaruh Debit Limbah Cair terhadap Kualitas Air Sungai Parameter BOD. Berdasarkan hasil analisis korelasi Rank Spearman antara Debit Limbah Cair dan konsentrasi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) di tiga titik lokasi sampling di Kelurahan Kemuning, diperoleh nilai koefisien rho sebesar +0,866. Nilai ini secara deskriptif menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat dan searah antara debit limbah cair dengan konsentrasi BOD. Artinya, semakin besar volume limbah cair yang mengalir ke sungai, semakin tinggi pula kandungan BOD yang terukur di perairan tersebut. Hal ini konsisten dengan teori bahwa peningkatan debit air limbah berpotensi meningkatkan beban bahan organik terlarut di badan air, yang pada gilirannya meningkatkan kebutuhan oksigen biologis untuk proses dekomposisi (1).

Secara ekologis, hubungan positif ini dapat dijelaskan melalui prinsip beban pencemaran (*pollutant load*), yaitu hasil kali antara konsentrasi polutan dan debit air limbah. Menurut (3), semakin besar debit yang membawa limbah dengan konsentrasi organik tinggi, maka beban pencemaran sungai juga meningkat secara proporsional. Beban ini menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut (DO) akibat peningkatan aktivitas mikroorganisme pengurai bahan organik. Namun, hasil pengujian signifikansi statistik menunjukkan nilai p-value sebesar 0,333, yang lebih besar daripada tingkat signifikansi  $\alpha = 0,05$ , sehingga secara statistik tidak terdapat hubungan yang signifikan antara debit limbah cair dan konsentrasi BOD. Dengan demikian, hipotesis alternatif ( $H_a$ ) ditolak dan hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima. Meskipun nilai korelasi tinggi secara numerik, hasil ini tidak signifikan karena jumlah sampel penelitian ( $N = 3$ ) sangat kecil, sehingga kekuatan uji (statistical power) menjadi rendah. Penelitian (17) di Sungai Beringin, Semarang, di mana hubungan antara debit limbah laundry dan kadar BOD menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,81$ ) namun tidak signifikan secara statistik pada  $N$  kecil. Peneliti menjelaskan bahwa variabilitas spasial dan temporal pembuangan limbah rumah tangga dapat mempengaruhi kestabilan hubungan antara debit dan BOD. Selain itu, faktor-faktor lingkungan seperti kecepatan arus sungai, suhu, aktivitas mikroorganisme, dan waktu pengambilan sampel juga berperan dalam mempengaruhi nilai BOD terukur. (4) menjelaskan bahwa meskipun debit tinggi dapat membawa lebih banyak polutan, pengenceran alami oleh volume air yang besar kadang justru menurunkan konsentrasi parameter tertentu.

Oleh karena itu, hubungan debit dan BOD bersifat kompleks dan tidak selalu linier, tergantung pada karakteristik fisik dan kimia badan air.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara deskriptif terdapat pola hubungan positif antara debit limbah cair dan BOD di Sungai Kemuning, namun secara statistik hubungan tersebut belum signifikan. Keterbatasan utama terletak pada jumlah titik pengamatan yang terbatas ( $N=3$ ) dan variabilitas spasial yang tinggi di lapangan. Meski demikian, hasil ini memberikan indikasi bahwa peningkatan debit limbah cair, terutama dari sumber domestik, berpotensi meningkatkan beban pencemar organik dan menurunkan kualitas air sungai jika tidak dikendalikan melalui sistem pengolahan limbah.

Pengaruh Debit Limbah Cair terhadap Kualitas Air Sungai Parameter COD. Berdasarkan hasil analisis korelasi Rank Spearman antara Debit Limbah Cair dan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) di tiga titik lokasi pengamatan di Kelurahan Kemuning, diperoleh nilai koefisien rho sebesar -1,000. Nilai ini menunjukkan hubungan sempurna dengan arah negatif (berlawanan arah) antara kedua variabel. Artinya, peningkatan debit limbah cair justru diikuti oleh penurunan nilai COD air sungai. Secara deskriptif, fenomena ini mengindikasikan bahwa semakin besar volume air limbah yang masuk ke sungai, semakin rendah konsentrasi total bahan pencemar yang dapat dioksidasi secara kimia. Hasil uji signifikansi menunjukkan bahwa koefisien korelasi -1,000 signifikan secara statistik pada tingkat kepercayaan 99% ( $\alpha = 0,01$ ), sehingga hipotesis nol ( $H_0$ ) yang menyatakan tidak terdapat hubungan signifikan ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara debit limbah cair terhadap kualitas air sungai berdasarkan parameter COD. Fenomena hubungan negatif ini dapat dijelaskan melalui mekanisme pengenceran (*dilution effect*). Ketika debit air limbah meningkat, terutama dari sumber yang memiliki konsentrasi COD relatif rendah (seperti air rumah tangga yang sudah bercampur dengan air hujan atau aliran drainase), maka beban zat pencemar yang sama akan tersebar dalam volume air yang lebih besar, menyebabkan penurunan konsentrasi COD di badan air. Menurut (3) efek pengenceran menjadi salah satu faktor yang menyebabkan hubungan terbalik antara debit dan konsentrasi polutan, khususnya pada daerah dengan fluktuasi debit tinggi akibat curah hujan atau drainase perkotaan.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan temuan (4) yang menjelaskan bahwa nilai COD cenderung menurun seiring meningkatnya debit sungai, karena peningkatan volume air menyebabkan penurunan kadar bahan organik dan anorganik terlarut per satuan volume. Mereka menekankan bahwa perubahan debit berperan penting dalam mengontrol daya tampung beban pencemar (*carrying capacity*) sungai. Selain itu, (9) menemukan pola serupa di Kali Surabaya, di mana pada titik dengan debit aliran tinggi, konsentrasi COD lebih rendah dibandingkan titik dengan debit kecil namun terpapar langsung oleh buangan industri dan domestik padat. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pengenceran alami oleh debit air merupakan salah satu mekanisme utama yang membantu mempertahankan kualitas air sungai dalam jangka pendek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun hubungan negatif yang signifikan ini menunjukkan adanya efek pengenceran, hasil tersebut tidak serta-merta menandakan bahwa peningkatan debit selalu memperbaiki kualitas air. Menurut (16) beban pencemar total (*pollutant load*) ditentukan bukan hanya oleh konsentrasi COD, tetapi juga oleh volume debit air. Dengan kata lain, meskipun konsentrasi COD menurun, beban pencemar total (mg/detik) dapat tetap tinggi atau bahkan meningkat jika debit air besar membawa total massa zat pencemar yang lebih banyak. Oleh karena itu, hubungan negatif antara debit dan COD harus diinterpretasikan secara hati-hati dan disertai perhitungan beban pencemar untuk memastikan dampak sebenarnya terhadap kualitas ekosistem perairan. Selain faktor fisik, perbedaan karakteristik sumber limbah juga dapat memengaruhi hasil ini. Debit besar mungkin berasal dari sumber yang lebih encer (misalnya air hujan atau limbah domestik yang bercampur), sedangkan debit kecil bisa berasal dari buangan terkonsentrasi (seperti limbah industri atau dapur). Fenomena ini menjelaskan mengapa peningkatan debit kadang justru menurunkan nilai COD bukan karena pengurangan pencemar, melainkan karena penurunan konsentrasi akibat peningkatan volume air pembawa (10).

Dengan demikian, hasil korelasi Rank Spearman ini menggambarkan bahwa debit limbah cair memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas air sungai berdasarkan parameter COD dengan arah negatif, yang dapat diinterpretasikan sebagai efek pengenceran alami.

#### **D. SIMPULAN**

Secara statistik, tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara debit limbah cair terhadap konsentrasi BOD ( $p=0,333>0,05$ ). Meskipun secara deskriptif menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat ( $\rho=+0,866$ ) di mana kenaikan debit cenderung diikuti kenaikan BOD, keterbatasan jumlah sampel ( $N=3$ ) menyebabkan hubungan tersebut tidak tervalidasi secara signifikan dalam pengujian statistik. Terdapat pengaruh yang signifikan dengan hubungan negatif sempurna antara debit limbah cair terhadap konsentrasi COD ( $\rho=-1,000$ ;  $p=0,000<0,01$ ). Hal ini menunjukkan terjadinya efek pengenceran (dilusi); di mana semakin besar volume debit limbah cair yang masuk, maka konsentrasi COD di badan air sungai justru mengalami penurunan. Hal ini mengindikasikan bahwa pada saat pengambilan sampel, limbah cair yang masuk memiliki beban kimia yang lebih rendah dibandingkan konsentrasi di badan air, sehingga berfungsi sebagai pengencer.

Bagi Masyarakat Kelurahan Kemuning Masyarakat diharapkan dapat mengambil peran aktif dalam menekan beban organik sungai melalui tindakan preventif di rumah tangga. Salah satu solusi praktis yang disarankan adalah penggunaan perangkap lemak (*grease trap*) sederhana pada saluran buangan dapur untuk meminimalisir input lemak dan protein yang berkontribusi pada tingginya nilai BOD. Selain itu, masyarakat perlu didorong untuk menggunakan detergen ramah lingkungan guna menjaga agar parameter COD tetap berada di bawah baku mutu di masa mendatang; Bagi Pemerintah Daerah Pemerintah Perlu mempercepat pembangunan infrastruktur sanitasi berupa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal di kawasan padat penduduk Kelurahan Kemuning; Bagi Institusi Pendidikan disarankan untuk dijadikan sebagai bahan advokasi dan edukasi lingkungan bagi siswa maupun mahasiswa di wilayah setempat; Bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan variabel dengan menambahkan parameter fisik dan kimia pendukung lainnya, seperti Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) dan Total Suspended Solids (TSS), untuk melihat gambaran pencemaran yang lebih holistik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Jefri Kurniawan E, Kamal E, Razak A, Prarikeslan W. *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Beban Pencemaran Sungai Di Indonesia Dilihat Dari Sumber Pencemarannya*. Gudang J Multidisiplin Ilmu. 2024;2(12).
- Albini D, Lester L, Sanders P, Hughes J, Jackson MC. *The Combined Effects Of Treated Sewage Discharge And Land Use On Rivers*. *Glob Chang Biol* [Internet]. 2023;29(22):6415–6422. Available from: <https://doi.org/10.1111/gcb.16934>
- Novita E, Bisri MIM, Pradana HA. *Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Bedadung Jember Menggunakan Software WASP*. *J Teknosains* [Internet]. 2023;13(1):75–82. Available from: <https://doi.org/10.22146/teknosains.81383>
- Wifarulah YO, Marlina N. *Analysis Of The Load Capacity Of BOD, COD, And TSS Pollutants In The Widuri River Using QUAL2KW Software*. *J Sains dan Teknol Lingkungan*. 2021;13(1):1–16.
- Ilfan F, Gusri L, Siregar CRM. *Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Biochemical Oxygen Demand (BOD) Dan Chemical Oxygen Demand (COD) Di Sungai Tembuku Kota Jambi Menggunakan Model QUAL2KW*. *J Daur Lingkungan*. 2022;5(2):68.
- Handayani S, Utomo B. *Analisis Hidrodinamika Sungai Terhadap Distribusi Beban Organik Di Perairan Urban*. *J Pengelolaan Sumberd Alam Dan Lingkungan*. 2024;14(1):45–58.
- Pratama R. *Dinamika Kualitas Air Sungai: Pengaruh Aktivitas Domestik dan Kapasitas Asimilasi Sungai di Kawasan Padat Penduduk*. Jakarta: Penerbit Sains Lingkungan; 2023.
- Rahmawati F, dkk. *Implementation of Constructed Wetlands as a Solution for Domestic Wastewater Treatment to Reduce BOD and COD Values*. *J Rekayasa Lingkungan*. 2022;15(3):120–135.
- Adis MRN, Juliardi NR. *Analysis of Biological Oxygen Demand (BOD) and Dissolved Oxygen (DO) Pollution Distribution Using GIS and Streeter-Phelps Methods Along the Surabaya River*. *J Envirotek*. 2021;13(2):10–15.
- Safitri D. *Analisis kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Sampel Air Sungai*. *J Kim dan Rekayasa*. 2025;6(1):16–22.
- Ayuni TS, Bimantara A, Suranta. *Pengujian Kualitas Air Berdasarkan Parameter Biological Oxygen Demand (BOD) Dan Klorida (Cl*. In: *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*. 2023. p. 354–362.
- Daroini TA, Arisandi A. *Analisis BOD dan COD di perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan*. *Juvenil*. 2020;1(4):558–567.
- Wibowo T, Santoso A. *Pengaruh Fluktuasi Debit terhadap Konsentrasi Polutan Non-Biodegradable di Daerah Aliran Sungai (DAS) Perkotaan*. *J Kim*

Lingkungan Indones. 2024;18(4):301–315.

Kusuma A, dkk. *The Effectiveness of Local Adsorbent Media (Zeolite and Activated Carbon) in Reducing Chemical Oxygen Demand (COD) Levels in Domestic Drainage Channels*. J Tek Lingkungan. 2022;10(2):88–102.

Setiawan H, Cahaya M. *The Role of Riparian Vegetation in the Self-Purification Process of River Chemical Parameters*. J Ekol Perair. 2024;12(2):210–225.

Purba PS, Lubis RM, Sitorus A. *Analisis nilai COD dan rasio BOD/COD Untuk Menentukan Karakteristik Limbah Cair Domestik di Kota Medan*. J Tek Lingkungan dan Energi. 2024;9(1):24–32.

Ikbal A, Sudarno, Priyambada IB. *Kajian Mutu Air Sungai Beringin Yang Tercemar Limbah Laundry*. J Kesehat Lingkungan Indones [Internet]. 2023;22(1):69–75. Available from: <https://doi.org/10.14710/jkli.22.1.69-75>