

Estimasi Peningkatan *Biochemical* dan *Chemical Oxygen Demand* di Kolom Air Berdasarkan Kandungan Organik Sedimen: Studi Kasus Daerah Aliran Sungai Cileungsi, Kabupaten Bogor

S. Alina^{1*}, L. E. L. Suryajaya²

¹Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Indonesia, Depok, INDONESIA

²Department of Civil and Environmental Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology, Sai Kung, HONG KONG

*Corresponding author: sadira.alina@ui.ac.id

INTISARI

Penurunan kualitas air sungai tidak hanya dipengaruhi oleh masukan beban limbah cair, tetapi juga oleh akumulasi polutan pada sedimen yang bertindak sebagai reservoir. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran kandungan materi organik sedimen dan menghitung pengaruhnya secara kuantitatif terhadap dinamika nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) di kolom air Daerah Aliran Sungai Cileungsi, Kabupaten Bogor. Pemantauan dilakukan pada delapan titik pengamatan (TP1–TP8) di sepanjang segmen sungai. Hasil analisis menunjukkan bahwa persentase materi organik atau *organic matter* (OM) sedimen berfluktuasi pada kisaran 1,6% hingga 4,0%, dengan tingkat akumulasi terendah di TP3 dan tertinggi di TP5. Uji statistik mengonfirmasi adanya korelasi linear positif antara OM sedimen dengan BOD ($r = 0,839$) dan COD ($r = 0,804$). Pemodelan regresi menunjukkan secara empiris bahwa dinamika OM sedimen memiliki korelasi signifikan ($P\text{-value} < 0,05$) sebesar 70,4% dengan fluktuasi BOD ($R^2 = 0,704$) dan 64,7% fluktuasi COD ($R^2 = 0,647$) di perairan. Implikasi dari penelitian ini menegaskan bahwa evaluasi dan pemodelan kualitas perairan yang komprehensif memerlukan pemahaman mendalam mengenai mekanisme dan besaran pengaruh dari properti sedimen.

Kata kunci: Sedimen, Kandungan Organik, Kebutuhan Oksigen, Resuspensi, Polutan Sekunder

1 PENDAHULUAN

Secara hidrologi, sungai tidak berdiri sendiri melainkan merupakan bagian integral dari Daerah Aliran Sungai (DAS). DAS adalah suatu wilayah kesatuan ekosistem yang berfungsi sebagai daerah tangkapan air atau daerah penyangga serta berperan dalam menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan menuju sungai utama (Dzakiroh, 2025). Aktivitas manusia di daerah tangkapan air menghasilkan polutan berupa materi organik, nutrien, dan padatan tersuspensi total (TSS). Polutan tersebut masuk ke badan air melalui limpasan dan pelindian permukaan tanah, kemudian terakumulasi dan mengendap menjadi sedimen sungai (Nedi et al., 2020). Pada wilayah tropis yang memiliki curah hujan tinggi serta tutupan tanah kaya organik, ekosistem perairan berperan sebagai salah satu penerima beban *dissolved organic carbon* (DOC) yang signifikan (Baum et al., 2007). Sebagai representasi kondisi sedimen perairan tropis, penelitian di Sungai Pakning, Riau, mencatat bahwa nilai rata-rata kandungan organik berada pada rentang 6,73% hingga 12,76% (Dwigantara et al., 2023). Tingginya angka tersebut menunjukkan bahwa kandungan organik sedimen dipengaruhi oleh pasokan material dari vegetasi riparian di sekitarnya dan kondisi hidrodinamika perairan yang tenang (Dwigantara et al., 2023). Masukan limbah domestik dan industri yang membebani sedimen secara terus-menerus dapat melampaui kapasitas asimilasi sungai dan memicu ketidakstabilan proses mineralisasi di dasar perairan (Ulinuha et al., 2020).

Di dalam ekosistem perairan sungai, transportasi dan nasib materi organik dikendalikan oleh serangkaian proses fisik dan biokimiawi yang terintegrasi. Mengacu pada prinsip fundamental pemodelan kualitas air (Chapra, 2008), distribusi polutan di badan air secara berturut-turut dipengaruhi oleh mekanisme pembebanan dari sumber titik maupun non-titik, adveksi, dispersi, pemindahan fase fisik melalui pengendapan partikel tersuspensi ke dasar perairan, serta proses transformasi kinetik berupa penguraian biologis oleh mikroorganisme. Interaksi simultan dari kelima mekanisme inilah yang mendasari siklus pergerakan beban organik, mulai dari titik pelepasannya hingga terakumulasi pada sedimen sungai. Sedimen pada dasar sungai berperan sebagai reservoir tempat degradasi materi organik, sekaligus sumber polutan sekunder di lingkungan akuatik (Zhang et al., 2024).

Degradasi materi organik di dasar perairan menghasilkan *Sediment Oxygen Demand* (SOD), yaitu laju penarikan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) dari kolom air akibat respirasi organisme benthik dan pembusukan bahan organik di sedimen (Belo et al., 2009). Penurunan DO secara masif ini menciptakan kondisi lingkungan

perairan anaerobik yang mematikan organisme aerob (Yoswaty et al., 2021). Materi organik yang terdegradasi di sedimen tersebut dapat berpindah kembali ke kolom air melalui dua mekanisme utama, yaitu resuspensi dan difusi. Resuspensi terjadi akibat gaya geser dasar atau turbulensi yang mengangkat partikel sedimen kaya organik kembali ke perairan (Chapra, 2008). Sedangkan, difusi berlangsung akibat gradien konsentrasi antara air pori sedimen yang tinggi menuju kolom air melalui lapisan batas difusif (Higashino et al., 2004). Kondisi tersebut dapat mengakibatkan lonjakan konsentrasi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada kolom air. Studi pada Sungai Huang He, Tiongkok, menyatakan bahwa substansi organik terlarut menyumbang 11–14% dari total materi organik saat kandungan sedimen berada di angka 10 g/L pada musim hujan, dan rasio tersebut meningkat menjadi 15–25% saat sedimen turun di bawah 5 g/L (Jingsheng et al., 2006). Mempertimbangkan dampak interaksi polutan di kolom sedimen dan air, perencanaan upaya pemulihan kualitas perairan membutuhkan data presisi mengenai dinamika polutan dan properti lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pemetaan kandungan organik sedimen di setiap titik pemantauan Sungai Cileungsi untuk mengidentifikasi dinamika polutan di wilayah studi. Pemetaan ini akan menghasilkan basis data properti lingkungan yang selanjutnya digunakan untuk menganalisis korelasi dan regresi linear antara persentase materi organik sedimen dengan konsentrasi BOD dan COD pada perairan sungai.

2 METODE

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Sungai Cileungsi yang secara regulasi memiliki peran vital sebagai sumber daya air bagi wilayah Kabupaten Bogor dan Bekasi. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, sungai ini memiliki panjang sebesar 49,9 km dan luas DAS sebesar 1544,3 km², berhulu di Kabupaten Bogor dan bermuara melalui pertemuan dengan Sungai Cikeas menuju Kali Bekasi. Mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Barat Nomor 12 Tahun 2013, air Sungai Cileungsi dikategorikan sebagai Kelas II dengan peruntukan prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan pertanian (Tawakal, 2022). Namun, kondisi aktual sungai ini menunjukkan adanya degradasi kualitas air. Berdasarkan perhitungan Indeks Pencemaran (IP), status mutu air Sungai Cileungsi dikategorikan sebagai tercemar ringan dengan nilai IPj rata-rata sebesar 3,44 (Dzakiroh, 2025).

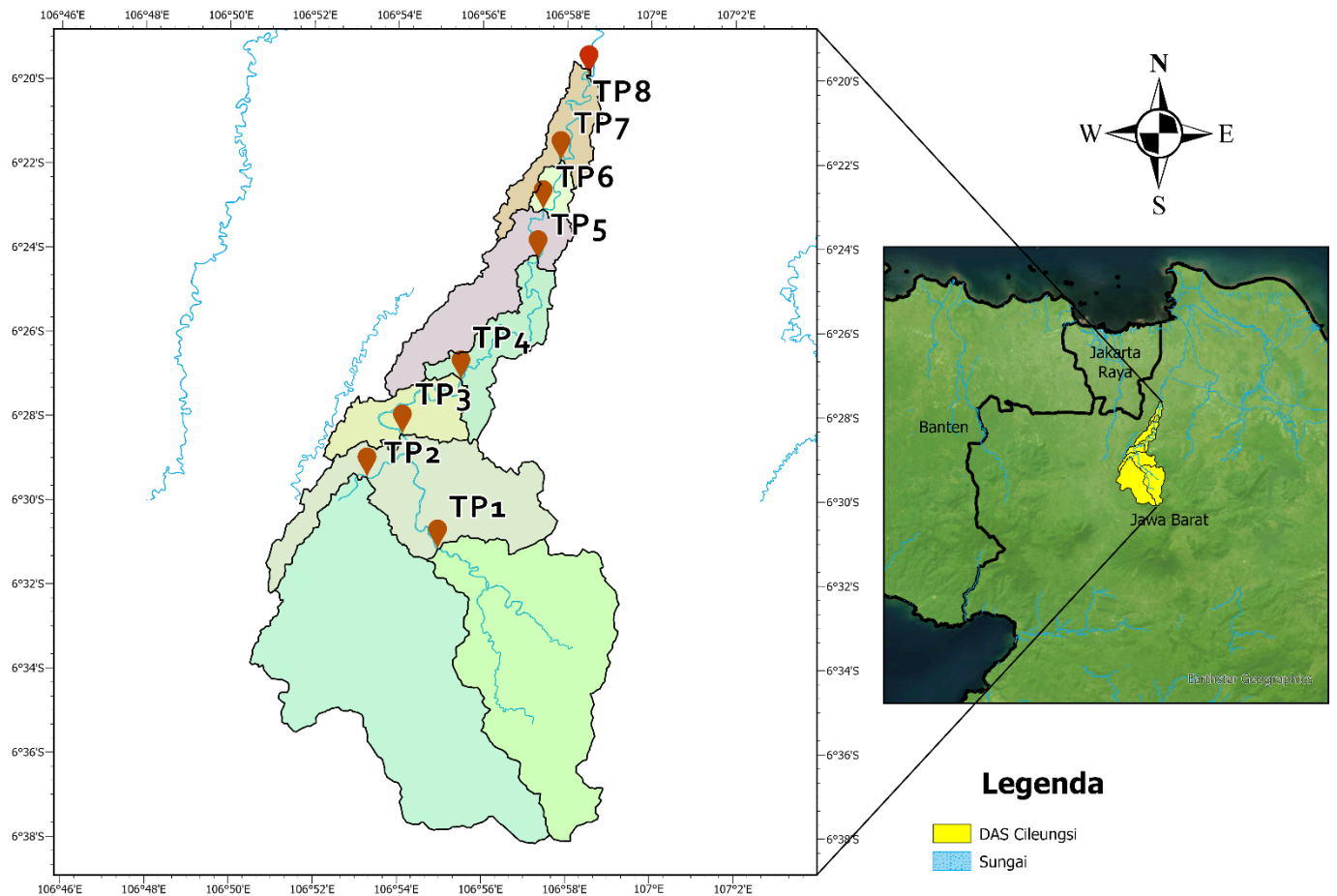
Status mutu tercemar ringan yang dimiliki Sungai Cileungsi disebabkan oleh tingginya beban pencemar organik, di mana hasil pemantauan menunjukkan bahwa parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Sungai Cileungsi secara konsisten melebihi ambang batas baku mutu. Nilai BOD teridentifikasi mencapai kisaran 6,8–24 mg/L dan COD mencapai 22,8–82,8 mg/L (Dzakiroh, 2025). Baku mutu Kelas II pada kedua parameter tersebut adalah 3 mg/L untuk BOD, dan 25 mg/L untuk COD (Pemerintah Indonesia, 2021). Tingginya konsentrasi kedua parameter ini mengindikasikan besarnya masukan limbah organik dari aktivitas domestik dan industri yang tidak terolah dengan baik. Kondisi tersebut relevan dengan temuan studi yang menyatakan bahwa akumulasi bahan organik di sedimen berperan penting dalam proses adsorpsi dan retensi kontaminan organik polar, sehingga sedimen sungai berpotensi menjadi media penyimpanan senyawa tersebut dalam jangka waktu tertentu (Net et al., 2015).

Sebagai acuan spasial dasar dalam penelitian ini, penentuan titik *sampling* dilakukan untuk merepresentasikan perubahan rona lingkungan sepanjang aliran Sungai Cileungsi, sekaligus mempertimbangkan aspek aksesibilitas lapangan. Rincian lokasi dan koordinat geografis dari setiap titik pengambilan sampel (TP) ditabulasi pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi Titik Pengambilan Sampel

Titik	Lokasi	Titik Koordinat	
		Lintang	Bujur
TP1	Jl. Lewi Karet, Citeurup, Kab. Bogor	6°31'9.01"S	106°54'57.30"E
TP2	Jl. Bioskop Atom Karangasem Timur, Citeurup, Kab. Bogor	6°29'27.70"S	106°53'0.11"E
TP3	Jl. Indocement Bantar Jati, Klapanunggal, Kab. Bogor	6°28'26.45"S	106°54'6.11"E
TP4	Jl. Indocement Bantar Jati, Klapanunggal, Kab. Bogor	6°27'13.33"S	106°55'27.33"E
TP5	Jl. Raya Cikuda Wanaherang, Gn. Putri, Kab. Bogor	6°27'24.63"S	106°54'39.79"E
TP6	Nagrak, Gn. Putri, Kab. Bogor	6°23'5.57"S	106°57'25.49"E
TP7	Jl. Canadian Broadway No.20, Cileungsi, Kab. Bogor	6°21'54.91"S	106°57'50.08"E
TP8	Jembatan Bojong Kulur, Gn. Putri, Kab. Bogor	6°19'20.29"S	106°58'38.03"E

Gambaran menyeluruh mengenai posisi relatif titik *sampling* terhadap panjang sungai dan batas DAS dari hulu hingga hilir dapat diamati pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian DAS Cileungsi.

2.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan *ekman grab* yang dibenamkan di lokasi titik *sampling* pada kedalaman 5–10 cm dari permukaan sedimen. Kemudian *grab* yang telah dibenamkan di dasar perairan ditarik ke permukaan (Lestari et al., 2024). Setelah itu, masing-masing sampel sedimen dihomogenisasi dan dimasukkan ke dalam plastik *ziplock* untuk dianalisis lebih lanjut di laboratorium Rekayasa Kualitas Air, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Sampel selanjutnya dikondisikan pada lingkungan dengan kelembapan tinggi untuk mencegah perubahan kandungan air. Contoh proses pengambilan sampel sedimen menggunakan *ekman grab* ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Pengambilan Sampel dengan *Ekman Grab*.

2.3 Metode Analitis

Analisis kandungan organik sampel mengacu pada standar ASTM D2974 – 2020. Metode tersebut digunakan untuk menganalisis tanah gambut atau tanah organik biasa tanpa tujuan penggunaan sebagai bahan bakar. Sampel sedimen dibagi menggunakan teknik *quartering* untuk memperoleh $50,00 \pm 10$ g spesimen. Analisis kandungan air sampel dilakukan dengan mengeringkan sampel dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Selisih massa yang hilang selama proses tersebut dihitung sebagai air. Kemudian, sampel dipanaskan kembali dalam tungku dan suhu dinaikkan secara bertahap hingga $440 \pm 40^\circ\text{C}$. Setelah itu, spesimen didinginkan menggunakan desikator hingga suhu ruang sebelum ditimbang massanya. Spesimen yang tersisa setelah pemanasan tersebut merupakan abu. Kadar air, abu, dan organik di dalam sampel kemudian dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100 = \frac{(M_{cms} - M_{cds})}{(M_{cds} - M_c)} \times 100 \quad (1)$$

Berdasarkan Persamaan (1), w adalah kadar air (%), M_w adalah massa air (g), M_s adalah massa spesimen kering-oven (g), M_{cms} adalah massa kontainer dengan tutup dan spesimen basah, M_{cds} adalah massa kontainer dengan tutup dan spesimen kering-oven, dan M_c adalah massa kontainer dengan tutup.

$$A_c = \frac{M_a}{M_s} \times 100 = \frac{(M_{cas} - M_c)}{(M_{cds} - M_c)} \times 100 \quad (2)$$

Berdasarkan Persamaan (2), A_c adalah kadar abu (%), M_a adalah massa abu (g), dan M_{cas} adalah massa kontainer dengan tutup dan spesimen abu.

$$O_m = 100 - A_c \quad (3)$$

Pada Persamaan (3), O_m adalah kandungan organik sedimen (%).

2.4 Data Pengamatan Kualitas Air Sungai Cileungsi Terdahulu

Analisis kandungan materi organik untuk sedimen sungai Cileungsi dilakukan berdasarkan hasil pengambilan sampel langsung di lapangan pada Februari 2026. Analisis korelasi menggunakan data konsentrasi BOD dan COD Sungai Cileungsi berdasarkan hasil penelitian Collen (2021) pada Oktober 2019 di tujuh titik pemantauan. Terdapat perbedaan temporal yang signifikan antara data OM sedimen (Februari 2026) dan data BOD/COD (Oktober 2019). Penggunaan data lintas waktu ini menjadi batasan utama dalam penelitian ini. Meskipun demikian, ketujuh titik pemantauan pada penelitian tersebut dapat dipertimbangkan karena memiliki kedekatan lokasi spasial dengan koordinat pengambilan sampel sedimen pada penelitian ini. Data konsentrasi BOD dan COD dari ketujuh titik pemantauan di Sungai Cileungsi tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Konsentrasi BOD dan COD pada Sungai Cileungsi

Titik Pemantauan	Konsentrasi BOD (mg/L)*	Konsentrasi COD (mg/L)*
1	2.93	8
2	4.71	36
3	4.91	44
4	5.02	44
5	23.93	156
6	15.82	116
7	21.63	144

*(Collen, 2021)

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

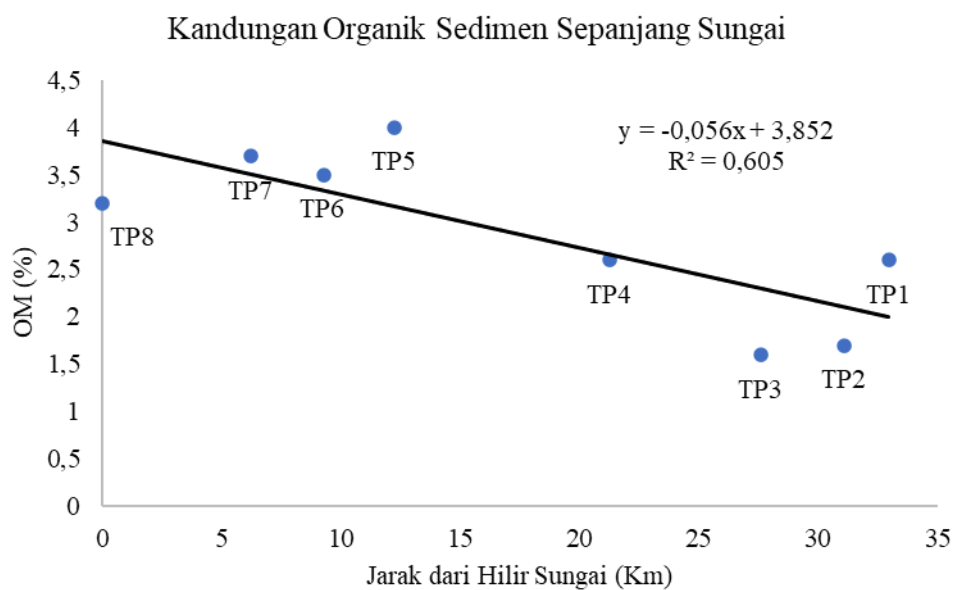
3.1 Kandungan Organik Sedimen

Hasil analisis kandungan materi organik sedimen dari kedelapan TP diringkas pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Organik pada Sedimen Sungai Cileungsi

Titik	M_c (g)	M_{cms} (g)	M_{cds} (g)	M_{cas} (g)	$w\%$ (g/g)	$A_c\%$ (g/g)	O_m (%)
1	64,69	118,45	100,79	99,85	49	97,4	2,6
2	61,91	117,14	100,31	99,66	44	98,3	1,7
3	65,82	116,54	104,17	103,57	32	98,4	1,6
4	95,15	153,29	131,33	130,39	61	97,4	2,6
5	60,5	113,51	88,22	87,12	91	96	4
6	55,77	109,24	91,44	90,18	50	96,5	3,5
7	66,29	126,2	98,44	97,25	86	96,3	3,7
8	68,68	125,77	104,26	103,12	60	96,8	3,2

Untuk menganalisis perubahan kandungan organik sedimen sepanjang sungai, dilakukan regresi terhadap jarak TP seperti tertera pada Gambar 4.



Gambar 3. Regresi Kandungan Organik Berdasarkan Jarak Sepanjang Sungai Cileungsi.

Materi organik sedimen cenderung fluktuatif sepanjang segmen sungai. Kandungan organik awal di TP1 teridentifikasi sebesar 2,6%, kemudian mengalami penurunan pada TP2, dan mencapai nilai terendah pada TP3 dengan nilai 1,6%. Penurunan tersebut secara hidrodinamika mengindikasikan keberadaan arus yang relatif kuat. Pergerakan air dapat mencegah pengendapan partikel halus dan menyisakan sedimen berbutir kasar dengan kapasitas pengikatan organik yang rendah (Dwigantara et al., 2023; Ilechukwu et al., 2020). Pada TP4, kandungan materi organik meningkat menjadi 2,6% dan memuncak pada TP5 dengan materi organik sebesar 4%, mengindikasikan adanya tambahan beban polutan signifikan yang bersumber dari aktivitas antropogenik di sekitar DAS kemudian terbawa masuk ke badan air melalui limpasan permukaan (Ilechukwu et al., 2020). Pada segmen selanjutnya, kuantitas materi organik berfluktuasi pada rentang yang lebih tinggi dibandingkan dengan tiga titik pertama, yaitu sebesar 3,5% di TP6, 3,7% di TP7, dan mengalami penurunan menjadi 3,2% di TP8. Retensi materi organik yang persisten tinggi pada bagian hilir menegaskan fungsi dasar sungai sebagai reservoir utama yang menampung timbunan polutan organik dari berbagai sumber pencemaran yang terakumulasi di sepanjang aliran air.

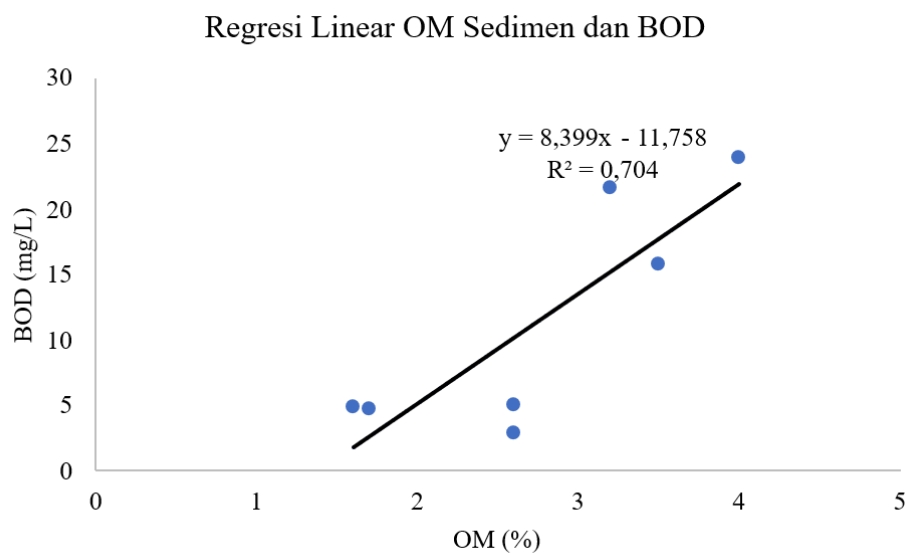
3.2 Korelasi dan Regresi Kandungan Organik Sedimen dengan Konsentrasi BOD dan COD

Data hasil penelitian terdistribusi secara normal, sehingga dapat dilakukan uji korelasi dengan metode Pearson, dirincikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Korelasi Kandungan Organik Sedimen dengan Konsentrasi BOD dan COD

	OM (%)	BOD	COD
OM (%)	1		
BOD	0,839	1	
COD	0,804	0,989	1

Nilai koefisien korelasi (r) kandungan organik atau *organic matter* (OM) sedimen dengan konsentrasi BOD tercatat sebesar 0,839 dan COD sebesar 0,804 yang menunjukkan korelasi positif. Hal tersebut disebabkan oleh serangkaian mekanisme respirasi bentik dan dekomposisi materi organik yang terjadi di dasar perairan (Belo et al., 2009). Mikroorganisme bentik secara intensif memecah timbunan OM dengan menarik oksigen terlarut dari kolom air di atasnya (Belo et al., 2009), aktivitas dekomposisi ini terefleksikan melalui lonjakan nilai BOD di kolom air. Di sisi lain, sedimen yang jenuh bertindak sebagai sumber polutan sekunder dengan melepaskan substansi organik terlarut melalui difusi (Dwigantara et al., 2023; Higashino et al., 2004). OM yang terakumulasi di sedimen dapat mengalami resuspensi akibat turbulensi arus yang mengangkat karbon organik kembali ke kolom air dan memberikan tambahan beban organik (Chapra, 2008; Nedi et al., 2020). Materi organik yang terlepas dari kolom sedimen dapat menjadi substrat yang rentan terhadap reaksi oksidasi kimiawi, sehingga meningkatkan konsentrasi COD pada hasil pengukuran (Tchobanoglous et al., 2014). Tingginya korelasi ini turut dipengaruhi oleh mekanisme pengendapan polutan antropogenik pada zona deposisi berarus lambat, di mana limbah tinggi organik dari DAS akan mengalami presipitasi dan mengendap menjadi sedimen (Dwigantara et al., 2023; Nedi et al., 2020). Dengan koefisien korelasi positif tersebut, analisis dilanjutkan dengan pemodelan regresi linear sederhana untuk menguantifikasi besaran pengaruhnya. Regresi linear OM sedimen dengan konsentrasi BOD diilustrasikan pada Gambar 3.

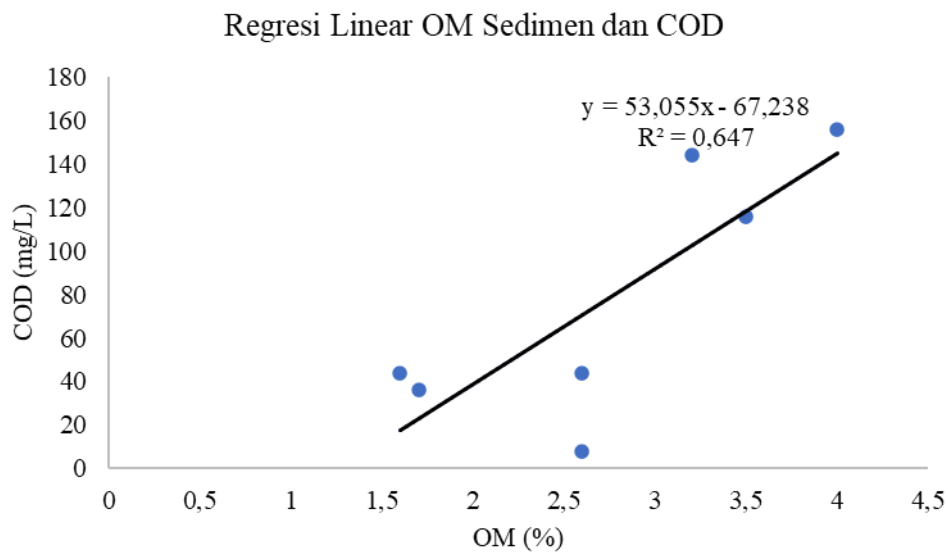


Gambar 4. Regresi Kandungan Organik dengan Konsentrasi BOD.

Hasil pemodelan regresi OM sedimen dengan BOD menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,704. Secara statistik, terdapat 70,4% varians atau fluktuasi konsentrasi BOD pada kolom air yang dapat dijelaskan secara proporsional oleh dinamika persentase kandungan materi organik pada sedimen dasar sungai. Sisa varians sebesar 29,6% merupakan porsi yang dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan lain di luar cakupan model regresi ini, seperti fluktuasi kecepatan, debit aliran, suhu air, atau beban masukan limbah (Belo et al., 2009; Dwigantara et al., 2023). Tingginya persentase determinasi ini menegaskan bahwa sedimen sungai bertindak secara aktif sebagai faktor yang berkontribusi lebih dari dua pertiga total beban polusi biokimiawi di badan air.

Hasil uji signifikansi menunjukkan bahwa nilai p -value sebesar 0,018 ($< 0,05$), sehingga model dinyatakan signifikan secara statistik. Selain itu, nilai F -hitung sebesar 11,913 terbukti lebih besar daripada nilai F -critical sebesar 6,607 dengan derajat kebebasan ($df_1 = 1, df_2 = 5$). Hal ini menunjukkan bahwa OM sedimen berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi BOD. Tercapainya kriteria uji F dan p -value ini mengonfirmasi bahwa model

regresi yang dikembangkan memiliki keandalan dalam menggambarkan interaksi biogeokimia antara fase sedimen dan kolom air di lokasi penelitian. Regresi juga dilakukan untuk parameter OM sedimen dengan COD seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Regresi Kandungan Organik dengan Konsentrasi COD.

Regresi linear OM sedimen dengan COD menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,647. Secara statistik, nilai ini menunjukkan bahwa terdapat 64,7% varians atau fluktuasi konsentrasi COD pada kolom perairan yang dapat dijelaskan secara proporsional oleh dinamika persentase materi organik pada sedimen dasar sungai. Sisa varians sebesar 35,3% merupakan kontribusi dari faktor-faktor lain di luar cakupan model ini. Pada kasus parameter COD, sisa varians ini umumnya dipengaruhi oleh fluktuasi senyawa anorganik yang dapat dioksidasi seperti nitrit, sulfida, atau logam berat (Tchobanoglous et al., 2014), yang dipicu oleh masukan limbah industri spesifik atau dinamika pelarutan bahan kimia dari area tangkapan air sekitarnya (Dwigantara et al., 2023; Nedi et al., 2020).

Hasil uji signifikansi menunjukkan bahwa nilai p -value sebesar 0,029 ($< 0,05$), sehingga model dinyatakan signifikan secara statistik. Selain itu, nilai F -hitung sebesar 9,178 terbukti lebih besar daripada nilai F -critical sebesar 6,607 dengan derajat kebebasan ($df_1 = 1, df_2 = 5$). Hal ini menunjukkan bahwa OM sedimen berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi COD. Meskipun nilai determinasi COD sedikit lebih rendah dibandingkan BOD, data ini tetap membuktikan signifikansi pengaruh sedimen. Persamaan regresi tersebut memberikan proyeksi kuantitatif bahwa setiap kenaikan 1% materi organik pada sedimen berpotensi memicu lonjakan beban COD di badan air sebesar kurang lebih 53,06 mg/L. Hasil regresi BOD dan COD memvalidasi hipotesis bahwa sedimen dasar sungai bertindak sebagai reservoir aktif yang melepaskan beban pencemar sekunder, sehingga memberikan dampak pada penurunan kualitas air Sungai Cileungsi.

4 KESIMPULAN

Hasil pemantauan di delapan titik Sungai Cileungsi menunjukkan bahwa kandungan OM sedimen berfluktuasi pada kisaran 1,6% hingga 4%, dengan titik akumulasi terendah di TP3 dan tertinggi di TP5. Analisis statistik mengonfirmasi adanya hubungan linear positif antara akumulasi OM sedimen dengan parameter pencemaran organik di kolom air, ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,839 terhadap BOD dan 0,804 terhadap COD. Keterkaitan ini dikuantifikasi melalui model regresi OM sedimen dengan BOD ($R^2 = 0,704$) dan COD ($R^2 = 0,647$). Melalui uji signifikansi, ditemukan bahwa OM sedimen berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi BOD dan COD (p -value = 0,018 dan 0,029). Secara empiris, sedimen di dasar Sungai Cileungsi tidak sekadar menjadi area pengendapan, melainkan bertindak sebagai reservoir yang memicu pelepasan pencemar sekunder. Secara praktis, model regresi yang telah diformulasikan memberikan instrumen kuantitatif untuk memprediksi lonjakan BOD dan COD di badan air hanya dengan memantau tingkat kejenuhan materi organik pada sedimen. Oleh karena itu, temuan ini membawa implikasi bahwa evaluasi dan pemodelan kualitas perairan yang komprehensif memerlukan pemahaman mendalam mengenai mekanisme dan besaran pengaruh dari properti sedimen, seperti

melalui integrasi variabel fraksi karbon organik (f_{oc}). Mengingat besarnya pengaruh materi organik yang ditemukan, estimasi nilai koefisien partisi distribusi (K_d) melalui pendekatan $K_d = f_{oc} \cdot K_{oc}$ dapat dilakukan untuk mempertimbangkan kapasitas adsorpsi sedimen terhadap berbagai jenis polutan organik spesifik. Langkah tersebut menjadi krusial dalam memprediksi potensi retensi atau pelepasan beban pencemar berdasarkan sifat fisiko-kimia senyawa, sehingga strategi manajemen dan pemulihan kualitas perairan Sungai Cileungsi dapat dilakukan secara lebih presisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Mochamad Adhiraga Pratama, S.T., M.Sc., Ph.D. atas bimbingan dan bantuannya selama proses penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada Laboratorium Rekayasa Kualitas Air, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, atas fasilitas penelitian yang telah disediakan.

REFERENSI

- Baum, A., Rixen, T., & Samiaji, J. (2007). Relevance of peat draining rivers in central Sumatra for the riverine input of dissolved organic carbon into the ocean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73(3–4), 563–570. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.02.012>
- Belo, L. P., Gaspillo, P. D., Avenue, T., Suzuki, M., & Kawasaki, J. (2009). A NUMERICAL MODEL TO ESTIMATE THE SEDIMENT OXYGEN DEMAND OF THE PASIG RIVER.
- Chapra, S. C. (2008). *Surface water-quality modeling* (Reissued). Waveland Press.
- Collen, A. (2021). PERKEMBANGAN KUALITAS AIR SUNGAI CILEUNGI DAN HUBUNGANNYA DENGAN PENGGUNAAN LAHAN DAS CILEUNGI.
- Dwigantara, M. F., Amin, B., & Efriyeldi, E. (2023). ANALYSIS OF ORGANIC MATTER CONTENT IN SEDIMENTS AND MACROZOOBENTHOS ABUNDANCE IN PAKNING RIVER WATERS, BENGKALIS REGENCY, RIAU PROVINCE. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 6(1), 68–75. <https://doi.org/10.31258/ajoa.6.1.68-75>
- Dzakiroh, H. I. (2025). Studi Kualitas Air Sungai Pada Aliran Sungai Cileungsi di Kabupaten Bogor dan Potensi Pemanfaatan Budidaya Ikan Air Tawar.
- Higashino, M., Gantzer, C. J., & Stefan, H. G. (2004). Unsteady diffusional mass transfer at the sediment/water interface: Theory and significance for SOD measurement. *Water Research*, 38(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2003.08.030>
- Ilechukwu, I., Olusina, T. A., & Echeta, O. C. (2020). Physicochemical analysis of water and sediments of Usuma Dam, Abuja, Nigeria. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 31(2), 80–87. <https://doi.org/10.2478/auoc-2020-0015>
- Jingsheng, C., Tao, Y., & Ongley, E. (2006). Influence of High Levels of Total Suspended Solids on Measurement of Cod and Bod in the Yellow River, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 116(1–3), 321–334. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-7374-2>
- Lestari, P. R., Muliadi, M., Risko, R., Kushadiwijayanto, A. A., & Nurrahman, Y. A. (2024). Analisis Sedimen Dasar di Muara Sungai Duri Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 7(1), 33. <https://doi.org/10.26418/lkuntan.v7i1.64864>
- Nedi, S., Manik, Y., & Elizal, E. (2020). SEDIMENT FRACTIONS AND ORGANIC MATERIALS IN THE DUMAI RIVER ESTUARY WATERS, RIAU, INDONESIA. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 1(1), 66–71. <https://doi.org/10.31258/ajoa.1.1.66-71>
- Net, S., Rabodonirina, S., Sghaier, R. B., Dumoulin, D., Chbib, C., Tlili, I., & Ouddane, B. (2015). Distribution of phthalates, pesticides and drug residues in the dissolved, particulate and sedimentary phases from transboundary rivers (France–Belgium). *Science of The Total Environment*, 521–522, 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.087>
- Pemerintah Indonesia. (2021). Lampiran VI Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021.
- Tawakal, F. (2022). PENETAPAN INDEKS MUTU AIR SUNGAI CIKEAS, SUNGAI CILEUNGI, DAN KALI BEKASI BERKAITAN TATA GUNA LAHAN.
- Tchobanoglous, G., Stensel, D. H., Tsuchihashi, R., Burton, F., Abu-Orf, M., Bowden, G., Pfrang, W., Metcalf & Eddy, Inc, & Albert Einstein College of Medicine (Eds). (2014). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery* (Fifth Edition). McGraw-Hill Education.
- Ulinuha, D., Andayani, S., Hertika, A. M., & Kilawati, Y. (2020). Profile of organic material source and environmental condition in the sediment of Badek and Mewek River, Malang, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 493(1), 012005. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/493/1/012005>

Yoswaty, D., Amin, B., Nursyirwani, Winanda, H., Sianturi, D. D., & Lestari, A. (2021). Analysis of Organic Matter Content in Water and Sediment in The Coastal Waters of Bengkalis Island, Riau Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 934(1), 012055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/934/1/012055>

Zhang, W., Wang, Y., Fang, F., Zhuang, W.-E., Yang, L., & Zhu, Z. (2024). Characterization of sediment organic matter in the outer Yangtze River Estuary using stable isotopes, optical techniques, and FT-ICR-MS: Implications for the carbon burial mechanism. *Water Research*, 267, 122512. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122512>