Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume XI, No.4, Oktober 2026 Hal 21671 - 21677
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Kuantifikasi Senyawa Organik Analisis Risiko dan Strategi Pengelolaan Sedimen Sungai Ciliwung

Mila Dirgawati, Shella Ario Kusumawati*

Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Bandung, Indonesia
***Koresponden email**: shellaario14@gmail.com

Diterima: 14 Agustus 2026 Disetujui: 29 Agustus 2026

Abstract
The Ciliwung River is a national priority river that flows through agricultural, residential, and industrial areas, making it susceptible to persistent organic compounds such as Persistent Organic Pollutants (POP) and Phthalates. This study aims to identify organic compounds in Ciliwung River sediment, evaluate their hazard levels, determine priority segments for control, and formulate an appropriate sediment management strategy. Sediment samples were collected from 12 points across segments 1–5 (upstream–downstream) using grab sampling and analyzed with Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GCMS) through two screening stages (spectral similarity ≥80%, m/z adjustment, and functional group presence). Compound hazard levels were assessed using the Chemistry Scoring Index (CSI) approach based on GHS h-codes. The study identified 32 functionalized organic compounds, dominated by benzene and phthalate groups. The highest hazard scores were found in segment 2 (330) and segment 5 (305), designating both as priority control locations, while segment 4 recorded the lowest score (110). Four management alternatives were assessed—monitoring, source control, sediment capping, and limited dredging—and are recommended to be implemented in an integrated manner, with source control as the key determinant of long-term management sustainability.
Keywords: *river sediment; persistent organic pollutants; phthalate; GCMS; hazard scoring*

Abstrak
Sungai Ciliwung merupakan sungai prioritas nasional yang melintasi kawasan pertanian, permukiman, dan industri sehingga berpotensi menerima senyawa organik persisten seperti Persistent Organic Pollutants (POP) dan Phthalate. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi senyawa organik pada sedimen Sungai Ciliwung, mengevaluasi tingkat kebahayaannya, menentukan segmen prioritas pengendalian, serta merumuskan strategi pengelolaan sedimen yang sesuai. Sampel sedimen diambil dari 12 titik pada segmen 1–5 (hulu–hilir) menggunakan metode grab sampling, kemudian dianalisis menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GCMS) melalui dua tahap skrining (kesamaan spektrum ≥80%, penyesuaian m/z, dan keberadaan gugus fungsi). Tingkat kebahayaan senyawa dinilai menggunakan pendekatan Chemistry Scoring Index (CSI) berdasarkan h-code GHS. Hasil penelitian menemukan 32 senyawa organik bergugus fungsi, didominasi golongan benzena dan phthalate. Skor kebahayaan tertinggi diperoleh segmen 2 (330) dan segmen 5 (305), menjadikan keduanya sebagai lokasi prioritas pengendalian, sedangkan segmen 4 memiliki skor terendah (110). Empat alternatif strategi pengelolaan yang dikaji, yaitu monitoring, *source control, sediment capping*, dan d*redging* terbatas, direkomendasikan diterapkan secara terintegrasi dengan source control sebagai penentu keberlanjutan hasil pengelolaan.
Kata Kunci: *sedimen sungai; senyawa organik persisten; phthalate; GCMS; skoring kebahayaan*

1. Pendahuluan

Sungai menjadi salah satu komponen lingkungan yang memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas manusia dan keberlangsungan ekosistem. Namun, peningkatan aktivitas domestik, industri, dan pertanian di sekitar daerah aliran sungai dapat menyebabkan masuknya berbagai jenis kontaminan ke lingkungan perairan [14]. Beberapa senyawa pencemar memiliki karakteristik sulit terdegradasi dan mampu terakumulasi dalam komponen lingkungan, salah satunya sedimen. Sedimen berperan sebagai media penyimpanan berbagai kontaminan karena senyawa tertentu dapat berikatan dengan partikel organik dan mengendap dalam waktu yang relatif lama [4].

Sungai Ciliwung merupakan salah satu sungai prioritas nasional yang mengalir dari wilayah Bogor hingga Teluk Jakarta serta melewati Provinsi Jawa Barat dan DKI Jakarta [14]. Tingginya pemanfaatan Sungai Ciliwung untuk berbagai aktivitas manusia menyebabkan peningkatan potensi masuknya bahan

pencemar ke dalam sistem perairan. Aktivitas domestik, industri, dan pertanian di sepanjang DAS Ciliwung dapat menjadi sumber masuknya berbagai senyawa organik yang berpotensi terakumulasi dalam sedimen. Salah satu kelompok pencemar yang perlu mendapat perhatian adalah Persistent Organic Pollutants (POP) dan Phthalate karena memiliki sifat lipofilik serta bioakumulatif yang memungkinkan terjadinya peningkatan konsentrasi melalui rantai makanan [1].

Persistent Organic Pollutants (POP) merupakan kelompok senyawa organik yang memiliki sifat persisten, toksik, sulit mengalami degradasi secara alami, serta mampu terakumulasi dalam jaringan organisme [2]. Karakteristik tersebut menyebabkan POP menjadi salah satu pencemar prioritas yang mendapat perhatian dalam *Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants*. Konvensi tersebut mengatur upaya penghapusan atau pembatasan produksi, penggunaan, dan pelepasan senyawa POP untuk melindungi kesehatan manusia serta lingkungan [3]. Senyawa POP juga dapat berpindah melalui berbagai media lingkungan dan mengalami distribusi jarak jauh sehingga keberadaannya perlu dikendalikan [4].

Pada lingkungan perairan, sedimen memiliki peran penting sebagai tempat akumulasi senyawa POP karena sifatnya yang mudah teradsorpsi pada partikel organik [5]. Akumulasi tersebut dapat memberikan dampak terhadap kualitas ekosistem perairan, organisme bentik, serta meningkatkan peluang masuknya kontaminan ke dalam rantai makanan [6]. Kondisi Sungai Ciliwung yang melewati wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi, kawasan industri, dan aktivitas perkotaan menyebabkan sungai ini memiliki potensi menerima berbagai sumber pencemar organik dari aktivitas manusia.

Selain POP, Phthalate atau *Phthalate Acid Ester* (PAE) juga menjadi salah satu senyawa organik yang banyak ditemukan di lingkungan akibat penggunaannya dalam berbagai aktivitas industri. Phthalate digunakan sebagai *plasticizer* yang berfungsi meningkatkan fleksibilitas, transparansi, daya tahan, dan umur penggunaan produk plastik, khususnya berbahan *Polivinyl Chloride* (PVC) [7]. Penggunaan senyawa ini secara luas menyebabkan Phthalate memiliki peluang untuk bermigrasi dari produk industri menuju lingkungan. Paparan Phthalate dalam jumlah tinggi dapat memberikan risiko terhadap kesehatan manusia dan organisme karena memiliki potensi toksisitas terhadap sistem biologis [8].

Sifat Phthalate yang mudah larut dalam lemak menyebabkan senyawa ini dapat mengalami perpindahan dan akumulasi melalui rantai makanan [9]. Paparan terhadap Phthalate dapat terjadi melalui konsumsi makanan, air minum, maupun udara yang telah terkontaminasi. Pada ekosistem perairan, keberadaan senyawa organik tersebut dapat mempengaruhi organisme akuatik. Kontaminan yang masuk ke dalam tubuh biota dapat menyebabkan gangguan fungsi organ, menghambat pertumbuhan, mengganggu produksi enzim, menurunkan kadar hormon steroid, serta mempengaruhi sistem reproduksi [10].

Keberadaan senyawa organik POP dan Phthalate pada sedimen Sungai Ciliwung perlu mendapatkan perhatian karena informasi mengenai jenis senyawa, distribusi pencemar, serta tingkat kebahayaannya masih diperlukan sebagai dasar pengelolaan lingkungan perairan [11]. Identifikasi senyawa menggunakan metode GCMS dapat memberikan informasi mengenai keberadaan kontaminan organik yang terakumulasi dalam sedimen, sedangkan pendekatan *hazard scoring* dapat digunakan untuk mengevaluasi tingkat kebahayaan berdasarkan karakteristik toksisitas dan persistensi senyawa [15]. Informasi tersebut dapat digunakan untuk menentukan lokasi prioritas pengendalian serta menyusun strategi pengelolaan sedimen yang sesuai, seperti *monitoring*, *source control*, *sediment capping*, maupun *limited dredging*.

Dilakukannya penelitian ini untuk mengidentifikasi senyawa organik POP dan Phthalate pada sedimen Sungai Ciliwung menggunakan analisis GCMS, mengevaluasi tingkat kebahayaan berdasarkan karakteristik senyawa, serta menentukan lokasi prioritas pengendalian berdasarkan tingkat risiko yang ditimbulkan. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk memberikan rekomendasi strategi pengelolaan sedimen berdasarkan pertimbangan karakteristik pencemar, tingkat kebahayaan, dan kondisi lingkungan pada setiap segmen Sungai Ciliwung. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai distribusi senyawa organik pada sedimen Sungai Ciliwung serta menjadi salah satu dasar dalam pengambilan keputusan pengelolaan sedimen tercemar secara efektif dan berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

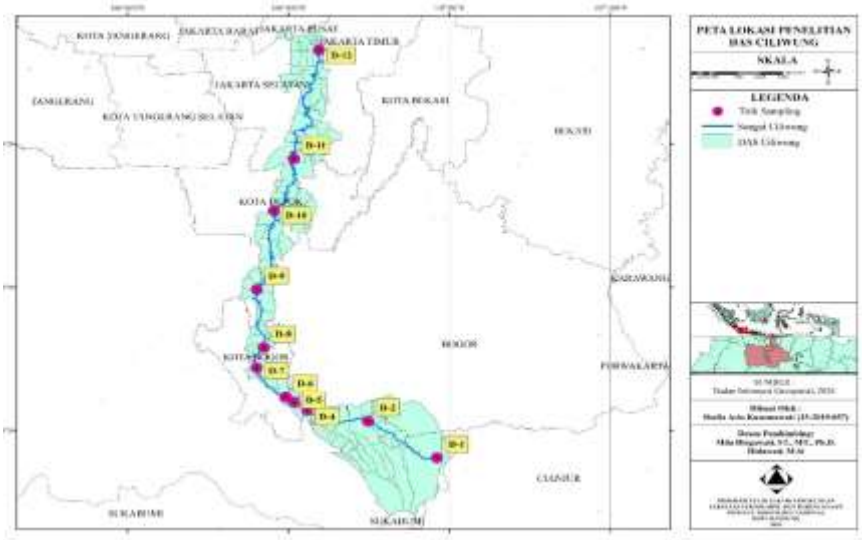
2.1 Lokasi Penelitian dan Desain Sampling

Penelitian ini dilakukan pada segmen 1–5 Sungai Ciliwung yang mewakili wilayah hulu hingga hilir dengan total 12 titik sampling sedimen. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 29–30 September 2023 pada musim kemarau untuk meminimalkan pengaruh limpasan permukaan (*runoff*) terhadap karakteristik sampel. Wilayah penelitian mencakup bagian hulu DAS Ciliwung yang berada di Kabupaten Bogor, Jawa Barat hingga bagian hilir yang bermuara di Teluk Jakarta, DKI Jakarta.

Penentuan titik sampling dilakukan berdasarkan karakteristik wilayah dan potensi sumber pencemar yang berkontribusi terhadap keberadaan senyawa organik *Persistent Organic Pollutants* (POP) dan

Phthalate. Lokasi sampling ditentukan dengan mempertimbangkan keterwakilan wilayah hulu, tengah, dan hilir Sungai Ciliwung, serta kondisi penggunaan lahan di sekitar sungai. Bagian hulu diwakili oleh segmen 1 yang terdiri atas titik sampling 1–3, bagian tengah meliputi segmen 2–4 yang terdiri atas titik sampling 4–10, sedangkan bagian hilir diwakili oleh segmen 5 yang terdiri atas titik sampling 11–12 [13].

Penentuan lokasi sampling juga mempertimbangkan keberadaan aktivitas antropogenik seperti kawasan pemukiman, pertanian, perkebunan, dan industri yang berpotensi menjadi sumber masukan senyawa organik ke lingkungan perairan. Keberadaan inlet PDAM Kabupaten Bogor dan Kota Bogor pada beberapa segmen Sungai Ciliwung menjadi salah satu pertimbangan dalam penentuan titik pengambilan sampel karena lokasi tersebut memiliki peran penting terhadap pemanfaatan sumber daya air Sungai Ciliwung.



Gambar 1. Lokasi Penelitian DAS Ciliwung

2.2 Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan menggunakan metode *grab sampling* dengan bantuan *sediment grab sampler*. Sampel diambil pada lapisan aktif sedimen dengan kedalaman sekitar 0–10 cm pada setiap titik sampling. Pengambilan dilakukan pada posisi sekitar seperempat lebar sungai untuk memperoleh sampel yang merepresentasikan kondisi sedimen pada masing-masing lokasi pengamatan.

Setiap titik sampling menghasilkan sampel sedimen sebanyak ±1 liter yang kemudian dimasukkan ke dalam wadah High Density Polyethylene (HDPE). Wadah sampel diisi hingga penuh untuk meminimalkan keberadaan oksigen selama proses penyimpanan dan transportasi. Sampel yang telah dikumpulkan selanjutnya dipersiapkan untuk analisis laboratorium guna mengidentifikasi keberadaan senyawa organik pada sedimen Sungai Ciliwung.Penentuan lokasi pengambilan sampel mengacu pada SNI 03-7016-2004 dengan mempertimbangkan keterwakilan karakteristik setiap segmen sungai. Setiap titik sampling dirancang untuk menggambarkan kondisi lingkungan berdasarkan perbedaan penggunaan lahan dan potensi sumber pencemar di sekitar DAS Ciliwung.

2.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil identifikasi senyawa organik pada sedimen Sungai Ciliwung menggunakan instrumen Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Hasil analisis GC-MS berupa data kromatogram dan spektrum massa yang kemudian digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa organik, khususnya kelompok Persistent Organic Pollutants (POP) dan Phthalate.

Data sekunder yang digunakan meliputi data karakteristik wilayah penelitian, seperti peta DAS Ciliwung, tata guna lahan, dan kontur wilayah yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG), Google Earth, serta pengolahan menggunakan ArcGIS 10.8. Data tersebut digunakan untuk menganalisis hubungan antara distribusi senyawa organik dengan kondisi lingkungan dan aktivitas antropogenik pada setiap segmen Sungai Ciliwung. Selain itu, data sekunder berupa informasi karakteristik senyawa kimia, klasifikasi bahaya (*hazard code/H-code*), serta nilai skor bahaya diperoleh dari dokumen identitas senyawa kimia pada PubChem dan metode *The Chemistry Scoring Index* (CSI). Data tersebut digunakan sebagai

dasar dalam melakukan penilaian tingkat kebahayaan senyawa organik yang teridentifikasi pada sedimen Sungai Ciliwung.

2.4 Preparasi dan Ekstraksi Sampel Sedimen

Sebelum dilakukan analisis menggunakan GCMS, sampel sedimen dipersiapkan melalui tahap pengeringan, homogenisasi, ekstraksi, dan pemurnian. Sampel sedimen dikeringkan secara alami selama satu minggu, kemudian dihaluskan dan disaring untuk memperoleh ukuran partikel yang homogen. Sebanyak 8 gram sampel sedimen diekstraksi menggunakan campuran pelarut *dichloromethane* dan *n-hexane* dengan perbandingan 1:3 (v/v). Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode sonikasi selama 30 menit untuk membantu pelepasan senyawa organik yang terikat pada matriks sedimen. Hasil ekstraksi kemudian disaring menggunakan kertas saring dan dilakukan proses evaporasi menggunakan *rotary evaporator* pada suhu ±40°C hingga diperoleh ekstrak dengan volume tertentu [12]. Ekstrak hasil pemekatan kemudian ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat untuk menghilangkan kandungan air dan disaring menggunakan PTFE *syringe filter* 0,45 µm sebelum dilakukan analisis menggunakan GCMS.

2.5 Skoring Kebahayaan Senyawa Organik

Langkah awal yaitu mencari nama senyawa pada *database* identitas senyawa PubChem, lalu klik *best compound match*, kemudian pilih *safety and hazard* pada bagian *contents*, lalu pada *GHS Hazard Statements* tertera *h-code* senyawa. Setelah didapatkan *h-code* dari senyawa tersebut, lalu sesuaikan *h-code* tersebut dengan *database h-code GHS classification* (rev.11 2025) *summary*, terdapat kolom *hazard statements* dan *hazard class*, kemudian sesuaikan *hazard statements* dengan kolom *hazard criteria* dan *hazard categories* yang ada terdapat pada *database* jurnal CSI (*The Chemistry Scoring Index*), dan setelah itu diperoleh maksimal skor kebahayaan senyawa [15].

Tabel 1. Contoh Perhitungan Skor Kebahayaan

Nama Senyawa	Kelas Bahaya	Kategori	Skor
Benzaldehyde, 2,4-dimethyl-	*acute toxicity, oral*	4	100
Benzene, 1,3-bis(1,1-dimethylethyl)-	*skin corrosion/irritation*	2	10
1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono(2-ethylhexyl) ester	*skin corrosion/irritation*	2	10
Benzene, 1,4-bis(1,1-dimethylethyl)-	*Hazardous to the aquatic environment, acute hazard*	1	100
Total Skor			220

Sumber: Hasil Analisis, 2026

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tata Guna Lahan dan Parameter Fisika-Kimia

Segmen 1 (titik 1–3) didominasi area pertanian dan perkebunan dengan kondisi sungai relatif bersih; segmen 2 (titik 4–7) mulai dipengaruhi permukiman; segmen 3 (titik 8–9) dan segmen 4 (titik 10) didominasi permukiman dan industri; sedangkan segmen 5 (titik 11–12) merupakan area permukiman dan industri dengan kondisi sungai paling keruh. Parameter fisika-kimia sedimen secara umum masih memenuhi baku mutu air kelas I (PP No. 22 Tahun 2021), kecuali parameter DO pada titik 11 dan 12 yang berada di bawah baku mutu minimum 6 mg/L (**Tabel 2**), sejalan dengan tingginya beban bahan organik dari limbah domestik dan industri di segmen hilir.

Tabel 2. Parameter Fisika-Kimia

Segmen	Titik Sampling	Suhu (°C)	pH	TDS (mg/L)	DO (mg/L)
1	1	20,8	7,75	74	7,2
	2	27,7	8,92	81	8,43
	3	28,9	8,73	82	6,91
2	4	27,3	8,32	81	7,44
	5	29,8	8,64	79	8,79
	6	28,8	8,6	82	7,35
	7	24,8	7,94	99	7,86

Segmen	Titik Sampling	Suhu (°C)	pH	TDS (mg/L)	DO (mg/L)
3	8	29,7	8,22	103	8,22
	9	28,5	7,98	106	8,23
4	10	28	7,73	117	7,71
5	11	29,2	7,54	132	4,77*
	12	29,8	7,38	183	3,22*
Baku mutu (Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, Kelas I, Lampiran VI)		Deviasi 3	6-9	Maksimal 1.000	Minimal 6

Sumber: Hasil Analisa, 2026
*Tidak memenuhi baku mutu DO minimum 6 mg/L (PP No. 22/2021)

3.2 Identifikasi Senyawa Organik

Dari 120 senyawa organik awal per sampel, proses skrining bertahap menghasilkan 32 senyawa organik bergugus fungsi yang tersebar pada 12 titik sampling, terdiri atas golongan benzena, fenol, phthalate, aldehid, keton, eter, ester, haloalkana, dan organosulfur. Golongan benzena dan phthalate paling dominan dan paling banyak berkontribusi terhadap skor kebahayaan pada hampir seluruh segmen.

3.3 Skor Kebahayaan dan Prioritas Segmen

Hasil skoring menunjukkan variasi antar segmen: segmen 1 sebesar 267, segmen 2 sebesar 330, segmen 3 sebesar 262, segmen 4 sebesar 110, dan segmen 5 sebesar 305 (Tabel 2). Segmen 2 memiliki skor tertinggi dengan dominasi senyawa golongan benzena yang diduga berasal dari limbah pertanian dan domestik, sedangkan segmen 5 didominasi senyawa golongan phthalate yang diduga berasal dari limbah industri dan domestik. Berdasarkan interval kuartil, segmen 2 dan segmen 5 masuk kategori risiko tinggi–sangat tinggi sehingga ditetapkan sebagai lokasi prioritas pengendalian, sedangkan segmen 4 memiliki risiko paling rendah, kemungkinan akibat proses degradasi dan pengenceran alami.

Tabel 3. Rekapitulasi Skoring Antar Segmen

Segmen	Lokasi Titik Sampling	Total Skor*	Jumlah Senyawa yang Teridentifikasi	Golongan Senyawa yang Memiliki Skor Tertinggi	POP atau Phthalate yang Teridentifikasi
1	1-3	267	16	Benzene	*1,2-Benzenedicarboxylic acid, butyl 2-methylpropyl ester (phthalate) dan Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- (POP)*
2	4-7	330	10	Benzene	*1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester (phthalate)*
3	8-9	262	13	Benzene	*Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- (phthalate) dan 1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester (phthalate)*
4	10	110	3	Benzene	*1,2-Benzenedicarboxylic acid, ditridecyl ester (phthalate)*
5	11-12	305	9	Phthalate	*1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester (phthalate) dan Dibutyl phthalate (phthalate)*

Sumber: Hasil Analisa, 2026

3.4 Strategi Pengelolaan Sedimen

Berdasarkan hasil skoring, segmen 2 dan segmen 5 memerlukan strategi pengelolaan yang disesuaikan dengan karakteristik sumber pencemarnya dan tata guna lahan dominan.

Tabel 4. Upaya Pengelolaan Sedimen Untuk Segmen Prioritas

Metode Pengelolaan	Segmen 2	Segmen 5
Monitoring	*Monitoring* perlu dilakukan secara terpadu oleh DLH dengan melibatkan instansi terkait seperti Dinas Pertanian dan Perkebunan dalam memantau aktivitas penggunaan bahan kimia dan limpasan dari lahan pertanian dan perkebunan. Pada kawasan permukiman, pemantauan diarahkan pada saluran drainase, air limbah domestik, dan aktivitas masyarakat yang berpotensi menjadi sumber pencemar.	*Monitoring* perlu dilakukan oleh DLH dengan melibatkan pihak industri dan masyarakat. *Monitoring* dilakukan melalui pengambilan sampel sedimen pada lokasi sebelum dan setelah kawasan permukiman maupun industri, termasuk pada titik masuk drainase dan *outlet* air limbah industri. Pada kawasan industri, *monitoring* juga diarahkan pada pemeriksaan sumber pencemar, sistem pengolahan air limbah, dan kepatuhan terhadap persetujuan teknis pengendalian pencemaran.
Source control	Dinas Pertanian dan Dinas Perkebunan dapat bekerja sama untuk melakukan pengarahan kepada petani setempat terkait penggunaan jenis bahan kimia yang digunakan, frekuensi penggunaan, dosis, serta lokasi pengaplikasiannya.	Pihak industri perlu mengoperasikan dan memelihara IPAL, mengendalikan bahan kimia, mencegah tumpahan, melakukan *self-monitoring*, memenuhi persyaratan pengendalian pencemaran, dan mengelola sistem drainase. Masyarakat perlu mengurangi pembuangan limbah/sampah ke sungai dan melaporkan dugaan sumber pencemar kepada pihak terkait.
Sediment capping	Upaya pengelolaan *sediment capping* yang tercemar senyawa organik berbahaya akibat limpasan residu pestisida dan pupuk dari lahan pertanian dan perkebunan di kawasan hulu perlu dilakukan melalui pemasangan lapisan penutup aktif (*active capping*) berbahan seperti karbon aktif atau geotekstil pada segmen sungai dengan tingkat pencemaran tertinggi, yang pelaksanaannya melibatkan koordinasi lintas sektor antara Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Ciliwung-Cisadane, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Pertanian, serta kelompok tani dan masyarakat setempat guna memastikan efektivitas *capping* sekaligus pengendalian sumber pencemar dari hulu.	Upaya pengelolaan *sediment capping* pada sedimen Sungai Ciliwung yang tercemar senyawa organik berbahaya akibat dominasi tata guna lahan industri dan pemukiman perlu diiringi dengan pengawasan ketat terhadap izin IPAL industri di sepanjang DAS, di mana pelaksanaan *capping* menggunakan lapisan penutup aktif (karbon aktif, geotekstil, atau lapisan tanah bersih) pada titik pencemaran tertinggi harus disertai audit kepatuhan baku mutu limbah cair oleh DLH, verifikasi teknis oleh BBWS Ciliwung-Cisadane, koordinasi perizinan usaha dengan Dinas Perindustrian, serta perbaikan sistem sanitasi dan IPAL komunal di kawasan pemukiman padat, sehingga upaya isolasi kontaminan tidak sia-sia akibat masukan pencemar baru yang terus berlanjut.
Dredging terbatas	Upaya pengelolaan *dredging* terbatas pada tata guna lahan dominan pertanian, perkebunan, dan pemukiman dilakukan melalui *hotspot mapping* akibat akumulasi residu pestisida, pupuk, serta buangan domestik, dilanjutkan dengan pengerukan selektif menggunakan teknik yang meminimalkan resuspensi kontaminan ke badan air yang melibatkan koordinasi antara BBWS Ciliwung-Cisadane sebagai pelaksana teknis dan DLH.	Pengelolaan *dredging* terbatas dilakukan dengan mengeruk sedimen tercemar senyawa organik berbahaya secara selektif pada segmen terdampak buangan limbah industri dan pemukiman, disertai penanganan khusus sedimen hasil kerukan sebagai limbah B3, dengan melibatkan BBWS Ciliwung-Cisadane dan DLH secara terkoordinasi untuk perencanaan teknis, pengawasan, dan pengendalian sumber pencemar berkelanjutan.

Sumber: Hasil Analisa, 2026

Secara keseluruhan, pengelolaan sedimen pada kedua segmen menunjukkan bahwa pendekatan yang efektif harus bersifat terintegrasi, menggabungkan *monitoring*, *source control*, serta remediasi fisik. S*ource control* menentukan keberlanjutan hasil pengelolaan. Tanpa pengendalian sumber, metode lain hanya bersifat sementara dan tidak menyelesaikan akar permasalahan. Oleh karena itu, strategi pengelolaan harus dirancang secara adaptif dan berbasis risiko, dengan mempertimbangkan interaksi antara aktivitas manusia, karakteristik senyawa pencemar, serta dinamika lingkungan. Hal ini diharapkan mampu meminimalkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan ekosistem secara berkelanjutan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian skrining senyawa organik pada sedimen Sungai Ciliwung, ditemukan 32 senyawa yang memiliki gugus fungsi. Berdasarkan karakteristik toksisitasnya dan persistensinya diperoleh tingkat kebahayaan dari masing-masing segmen, yaitu segmen 1 sebesar 267, segmen 2 sebesar 330, segmen 3 sebesar 262, segmen 4 sebesar 110, dan segmen 5 sebesar 305. Berdasarkan hasil skoring,

didapatkan segmen 2 dan segmen 5 sebagai lokasi prioritas pengendalian berdasarkan tingkat risiko karena memiliki skor tingkat kebahayaan tinggi. Alternatif pengelolaan yang efektif dalam pengelolaan pencemaran, khususnya untuk senyawa organik yaitu *monitoring*, *source control*, *sediment capping*, dan dredging terbatas.

5. Referensi

[1] Asefa, T., Hogg, P. (2017). Applications of Hydracarbons in Energy Production. Energy and *Environmental Science*. 3(5), 9-13.

[2] Shin, S., Moon, H. I., Lee, K. S., Hong, M. K., & Byeon, S. H. (2014). A chemical risk ranking and scoring method for the selection of harmful substances to be specially controlled in occupational environments. *International journal of environmental research and public health*, *11*(11), 12001-12014.

[3] Buck, R. C., et al. (2011). Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 7(4), 513–541.

[4] Carey, F. A. (2017). Advanced Organic Chemistry: Part A: Structure and Mechanisms. *Springer*.

[5] Chaplot, V., dan Mutema, M. (2021). Sources and main controls of dissolved organic and inorganic carbon in river basins: A worldwide meta-analysis. *Journal of Hydrology*, 603, 126941.

[6] Chapman, P. M., & Wang, F. (2011). Assessing sediment contamination in estuaries. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20(1), 3–22.

[7] Gaffney, J. S., & Marley, N. A. (2019). *Chemistry of environmental systems: fundamental principles and analytical methods*. John Wiley & Sons.

[8] Ishak, N. I., Ishak, E., Effendy, I. J., & Fekri, L. (2023). Analisis Kandungan Logam Berat Pada Air Sungai Martapura, Provinsi Kalimantan Selatan Tahun 2022. *Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan*, 7(1), 35–41.

[9] Kimber, I., & Dearman, R. J. (2010). An assessment of the ability of phthalates to influence immune and allergic responses. *Toxicology*, *271*(3), 73-82..

[10] Kolena, B., Petrovičová, I., Šidlovská, M., Hlisníková, H., Bystričanová, L., Wimmerová, S., & Trnovec, T. (2020). Occupational hazards and risks associated with phthalates among Slovakian firefighters. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(7), 2483.

[11] Manahan, S. E. (2017). Environmental Chemistry and the Five Spheres of the Environment. *Envirommental Chemistry, 7th ed.; CRC Press Taylor & Francis Group: New York, NY, USA*, 1-23..

[12] Muthifah, L., Nurhayati, & Utomo, K. P. (2018). Analisis Kualitas Air Danau Kandung Suli Kecamatan Jongkong Kabupaten Kapuas Hulu. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 6(1), 1–10.

[13] Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

[14] Ratnaningsih, D., Yunesfi, S., Yuriska, A., & Endah, K. S. (2020). Potensi Pencemaran Persistent Organic Pollutants di Daerah Aliran Sungai Ciliwung. *Ecolab*, 14(1), 21-30.

[15] Verslycke, T., Reid, K., Bowers, T., Thakali, S., Lewis, A., Sanders, J., & Tuck, D. (2014). The chemistry scoring index (CSI): a hazard-based scoring and ranking tool for chemicals and products used in the oil and gas industry. *Sustainability*, *6*(7), 3993-4009.