

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENCEMARAN SUMBER DAYA AIR DI WILAYAH SUNGAI: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

*Ade Jaya Saputra¹, Sri Dewi Lestari², Jody Martin Ginting³

^{1,2,3} Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional Batam, Batam

^{*)} Email: ade.jaya@uib.ac.id

ABSTRACT

Rivers are vital components of ecosystems, providing water for domestic use, irrigation, and industrial activities. However, river pollution caused by human activities has led to a significant decline in water quality, posing risks to public health and environmental sustainability. This study employs a Systematic Literature Review (SLR) method to identify and analyze the factors contributing to river pollution, based on a review of 10 scientific articles. The analysis was conducted using the Publish or Perish and VOSviewer software. The findings reveal that all rivers studied have exceeded water quality standards, indicated by elevated levels of physical and chemical parameters such as pH, Total Dissolved Solids (TDS), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Dissolved Oxygen (DO), salinity, and other organic substances. The polluted rivers include the Ampel, Krukut, Muara Jodoh, Karang Mumus, Taipin, Ampenan, Kedungprit, Jaing, Cipinang, and Citarum Rivers, which are located across various regions of Indonesia. The sources of pollution are classified into five main categories: (1) domestic waste, including direct defecation and bathing, washing, and latrine (BWL) activities in rivers; (2) industrial waste containing hazardous chemicals; (3) waste from micro, small, and medium enterprises (MSMEs), such as oils and dyes; (4) livestock waste, such as shrimp processing; and (5) the habitual disposal of wastewater into rivers by communities. This review concludes that direct pollution from human activities is the dominant cause of river water degradation. Integrated measures including waste treatment, environmental education, and strict law enforcement are essential to preserve water resources.

Keyword: River, Water, Pollution

ABSTRAK

Sungai merupakan komponen vital dalam ekosistem yang menyediakan air untuk kebutuhan domestik, irigasi, dan industri. Namun, pencemaran sungai akibat aktivitas manusia menyebabkan penurunan kualitas air secara signifikan dan berdampak pada kesehatan serta kelestarian lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor pencemaran sungai berdasarkan 10 artikel ilmiah. Analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Publish or Perish* dan *VOSviewer*. Hasil kajian menunjukkan bahwa seluruh sungai yang diteliti mengalami pencemaran melebihi baku mutu air, dengan peningkatan parameter seperti pH, TDS, BOD, COD, DO, salinitas, dan zat organik. Sungai-sungai yang tercemar meliputi Ampel, Krukut, Muara Jodoh, Karang Mumus, Taipin, Ampenan, Kedungprit, Jaing, Cipinang, dan Citarum. Faktor pencemaran terbagi dalam lima kelompok utama, yaitu: (1) limbah domestik seperti pembuangan tinja dan aktivitas MCK di sungai; (2) limbah industri yang mengandung bahan kimia berbahaya; (3) limbah UMKM seperti minyak dan pewarna; (4) limbah peternakan seperti pengolahan udang; serta (5) kebiasaan masyarakat membuang limbah cair langsung ke sungai. Studi ini menyimpulkan bahwa pencemaran langsung akibat aktivitas manusia merupakan penyebab utama penurunan kualitas air sungai. Oleh karena itu, diperlukan penanganan terpadu melalui pengolahan limbah, edukasi masyarakat, dan penegakan regulasi untuk menjaga keberlanjutan sumber daya air.

Kata kunci: Sungai, Air, Pencemaran

1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan bagian penting dari ekosistem beberapa negara di seluruh dunia ini. Sungai menyediakan air untuk minum, irigasi, dan penggunaan lainnya [1]. Namun, aktivitas manusia telah menyebabkan pencemaran sungai [2]. Beberapa contoh penyebab pencemaran sungai seperti, nutrisi (seperti fosfor dan nitrat), bahan kimia (seperti logam berat), polutan air tanah (dari penggunaan pestisida di bidang pertanian), tumpahan minyak atau air limbah yang merembes ke dalam tanah [3], [4]. Polusi sungai dapat menimbulkan konsekuensi serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Hal ini dapat menyebabkan kematian kehidupan akuatik dan membuat air menjadi tidak aman untuk dikonsumsi manusia. Indonesia memiliki banyak sungai, termasuk beberapa sungai terpanjang di dunia.

Pencemaran air di sungai terjadi ketika kualitas air terganggu oleh adanya faktor-faktor dari berbagai sumber yang tidak seimbang, sehingga tidak layak untuk digunakan dan dikonsumsi [5]. Untuk mencegah terjadinya pencemaran sungai, diperlukan pengambilan langkah-langkah untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan. Hal ini termasuk mengurangi penggunaan pestisida dan bahan kimia, membuang limbah dengan benar, dan mendukung kebijakan yang melindungi sungai dan sumber daya alam lainnya. Pencemaran sungai adalah masalah serius yang mempengaruhi lingkungan dan kesehatan manusia [6]. Hal ini disebabkan oleh aktivitas manusia seperti industrialisasi, pertanian, dan urbanisasi [7].

Pencemaran sungai bukan hanya masalah lokal tetapi juga masalah global [8], [9]. Pencemaran sungai dapat menimbulkan dampak yang luas, terutama ketika air yang tercemar mengalir ke hilir dan mempengaruhi daerah-daerah sekitarnya [10]. Upaya untuk mengatasi pencemaran sungai membutuhkan kerja sama dan kolaborasi internasional. Negara-negara perlu bekerja sama untuk menerapkan kebijakan dan peraturan yang efektif yang bertujuan untuk mengurangi polusi dan melindungi kesehatan sungai dan ekosistemnya. Selain dampak ekologis, pencemaran sungai juga merupakan ancaman bagi kesehatan manusia. Air yang terkontaminasi dapat mengandung patogen berbahaya dan zat beracun, yang dapat menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui air dan masalah kesehatan lainnya [11]. Masyarakat yang bergantung pada sungai untuk mendapatkan air minum atau memancing sangat rentan terhadap risiko ini. Sangatlah penting untuk memprioritaskan penyediaan sumber air bersih dan aman, terutama di daerah-daerah yang sangat terpengaruh oleh pencemaran sungai.

Pendidikan dan kesadaran memainkan peran penting dalam mengatasi pencemaran sungai [12]. Dengan mengedukasi masyarakat tentang konsekuensi dari tindakan pencemaran dan mempromosikan praktik-praktik yang berkelanjutan, setiap orang dapat membuat perbedaan positif dalam mengurangi tingkat polusi. Mendorong pengelolaan sampah yang bertanggung jawab, mempromosikan konservasi air, dan mengadopsi praktik pertanian yang ramah lingkungan hanyalah beberapa cara untuk meminimalkan polusi dan menjaga kesehatan sungai [13]. Pengembangan sistem pengolahan air limbah yang inovatif dan penerapan teknik produksi yang lebih bersih di industri dapat secara signifikan mengurangi pembuangan polutan ke sungai. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dirasa perlu untuk dilakukan analisis mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran sumber daya air di wilayah sungai melalui kajian literature review. Hasil penelitian nantinya diharapkan dapat memberikan gambaran apa saja faktor faktor yang mempengaruhi pencemaran sumber daya air khususnya di wilayah sungai.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai adalah aliran air yang mengalir dari tempat tinggi ke tempat lebih rendah dan terbentuk dari akumulasi air dari berbagai sumber seperti mata air, curah hujan, serta salju yang mencair [14]. Sungai memainkan peran penting dalam membentuk lanskap bumi dan merupakan komponen penting dalam siklus hidrologi. Sungai dapat memiliki ukuran yang bervariasi, mulai dari aliran kecil hingga badan air besar yang membentang ratusan bahkan ribuan kilometer. Sungai biasanya dicirikan oleh aliran, volume, kecepatan, dan beban sedimennya [15]. Aliran sungai mengacu pada jumlah air yang melewati titik tertentu selama periode tertentu, sedangkan volume mengacu pada jumlah total air yang terkandung di dalam sungai. Kecepatan menunjukkan kecepatan air bergerak, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kemiringan, bentuk saluran, dan penghalang. Beban sedimen mengacu pada jumlah partikel padat, seperti pasir, lumpur, dan tanah liat, yang terbawa oleh air sungai.

Sungai memiliki dampak yang besar terhadap lingkungan dan ekosistem yang dilaluinya. Sungai menyediakan habitat bagi beragam spesies tanaman dan hewan, yang mendukung keanekaragaman hayati yang kaya [16]. Sungai juga berfungsi sebagai koridor penting bagi migrasi satwa liar dan memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem secara keseluruhan. Selain itu, sungai telah menjadi sumber air tawar yang signifikan bagi peradaban manusia sepanjang sejarah, menyediakan air untuk minum, irigasi, transportasi, dan berbagai kegiatan ekonomi [17].

2.2 Limbah

Limbah di sungai mengacu pada keberadaan berbagai jenis polutan dan sampah yang terakumulasi di dalam air dan di sepanjang bantaran sungai [18]. Limbah ini dapat berasal dari aktivitas manusia dan sumber-sumber alami. Limbah yang dihasilkan manusia di sungai termasuk buangan industri, limbah pertanian, limbah rumah tangga, dan pembuangan limbah yang tidak dikelola dengan baik [19]. Keberadaan sampah di sungai dapat menimbulkan dampak yang merugikan bagi lingkungan dan kesehatan manusia.

Pertama, mengganggu keseimbangan ekosistem sungai. Polusi dari sumber industri dan pertanian memasukkan bahan kimia dan racun berbahaya ke dalam air, yang menyebabkan penurunan kualitas air [20]. Polusi ini dapat menyebabkan kematian tanaman dan hewan air, mengganggu rantai makanan, dan merusak keanekaragaman hayati sungai secara keseluruhan. Selain itu, limbah organik, seperti nutrisi yang berlebihan dari pupuk, dapat menyebabkan eutrofikasi, yang menyebabkan pertumbuhan ganggang yang cepat dan mengurangi kadar oksigen di dalam air, membuat ikan dan organisme air lainnya mati lemas [21].

Kedua, limbah air di sungai menimbulkan risiko yang signifikan bagi kesehatan manusia [22]. Air yang terkontaminasi dari limbah dan buangan industri dapat mengandung bakteri, virus, dan bahan kimia berbahaya yang dapat menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui air dan masalah kesehatan lainnya ketika dikonsumsi atau bersentuhan dengan kulit [23]. Selain itu, keberadaan sampah fisik, seperti sampah plastik dan sampah, tidak

hanya menurunkan daya tarik visual sungai tetapi juga menimbulkan ancaman bagi satwa liar yang mungkin menelan atau terjatuh dalam sampah.

Mengatasi sampah di sungai membutuhkan pendekatan multifaset yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan [24]. Pendekatan ini melibatkan penerapan peraturan dan praktik yang ketat untuk mengurangi polusi industri dan pertanian, meningkatkan sistem pengolahan air limbah, mempromosikan pengelolaan dan daur ulang limbah yang tepat, dan meningkatkan kesadaran tentang pentingnya menjaga ekosistem sungai. Upaya untuk meminimalkan limbah di sungai sangat penting untuk menjaga kesehatan badan air yang vital ini dan memastikan keberlanjutan sumber daya alam.

2.3 Faktor – Faktor Pencemaran Sungai

Faktor dalam pencemaran sungai adalah pembuangan limbah industri dan limbah ke badan air [25]. Kegiatan industri dapat memasukkan berbagai zat berbahaya ke dalam sungai, termasuk logam berat, bahan kimia beracun, dan bahan berbahaya. Tanpa pengolahan dan regulasi yang tepat, polutan ini dapat berdampak buruk pada kualitas air dan organisme yang bergantung pada ekosistem sungai.

Praktik pertanian juga memainkan peran utama dalam polusi sungai [26]. Penggunaan pupuk, pestisida, dan herbisida di bidang pertanian dapat menyebabkan pencemaran sungai melalui limpasan. Nutrisi yang berlebihan, seperti nitrogen dan fosfor, dari lahan pertanian dapat masuk ke sungai dan menyebabkan eutrofikasi, yang mengarah pada pertumbuhan ganggang yang berlebihan dan menipisnya kadar oksigen. Selain itu, limbah ternak dan kotoran hewan juga dapat masuk ke sungai dan menyebabkan penurunan kualitas air [18].

Urbanisasi dan pengelolaan limbah yang tidak tepat adalah faktor penting lainnya dalam polusi sungai. Seiring dengan berkembangnya kota, kepadatan penduduk yang meningkat menghasilkan timbunan sampah yang lebih besar [27]. Jika limbah padat, termasuk plastik dan bahan non-biodegradable lainnya, tidak dikelola dengan baik, limbah tersebut dapat berakhir di sungai melalui pembuangan yang tidak tepat atau sistem pembuangan limbah yang tidak memadai. Limpasan air dari perkotaan, yang mengandung polutan dari jalan raya, tempat parkir, dan lokasi konstruksi, juga dapat berkontribusi terhadap pencemaran sungai.

Untuk mengatasi polusi sungai secara efektif, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor ini secara komprehensif. Menerapkan peraturan yang lebih ketat dan sistem pemantauan untuk pembuangan limbah industri, mempromosikan praktik pertanian berkelanjutan, meningkatkan infrastruktur pengelolaan limbah, dan mengadopsi pendekatan yang tahan terhadap perubahan iklim adalah beberapa strategi utama untuk mengurangi dampak dari faktor-faktor pencemaran ini [28].

3. METODE

Penelitian ilmiah yang sistematis harus dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang tepat [29]. Penelitian analisis dilakukan dengan mencari sumber-sumber mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran sumber daya air di wilayah sungai. Setelah mengidentifikasi faktor-faktor berdasarkan kategorinya, faktor-faktor tersebut akan dilakukan kajian secara ilmiah dan analisis penyebab pencemaran wilayah sungai.

Metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil dalam pembahasan ini adalah menyusun penelitian dan pemodelan secara ilmiah dengan menggunakan peta jaringan berdasarkan kata kunci yang terkait berdasarkan data *co-occurrence* dan diagram yang akurat untuk produksi pengetahuan ilmiah dengan menggunakan perangkat lunak *Publish or Perish* dan *VOS Viewer* [30].

Publish or Perish merupakan perangkat lunak yang dikenal luas di dunia akademis, yang digunakan oleh peneliti dan akademisi untuk menganalisis publikasi dan kutipan dari karya ilmiah lain. Perangkat lunak ini membantu untuk memahami seberapa besar dampak penelitian yang telah dilakukan, yang menggarisbawahi tekanan pada para peneliti untuk terus membuat dan mempublikasikan penelitian ilmiah untuk memajukan karier mereka [31]. Ungkapan ini mencerminkan sifat ilmu pengetahuan yang sangat kompetitif, di mana catatan publikasi sering dilihat sebagai indikator utama keberhasilan dan kredibilitas. Kemudian, *VOS Viewer* menghitung kedekatan dua kata kunci berdasarkan jumlah publikasi di mana kedua kata kunci tersebut muncul bersamaan [32]. Kekuatan asosiasi antara dua kata kunci mencerminkan relevansi bidang penelitian masing-masing. Dalam pembahasan, gambar akan ditampilkan dengan menggunakan *VOS Viewer* sebagai hasilnya. Terdapat beberapa tahapan untuk memproses jurnal-jurnal yang didapatkan yakni:

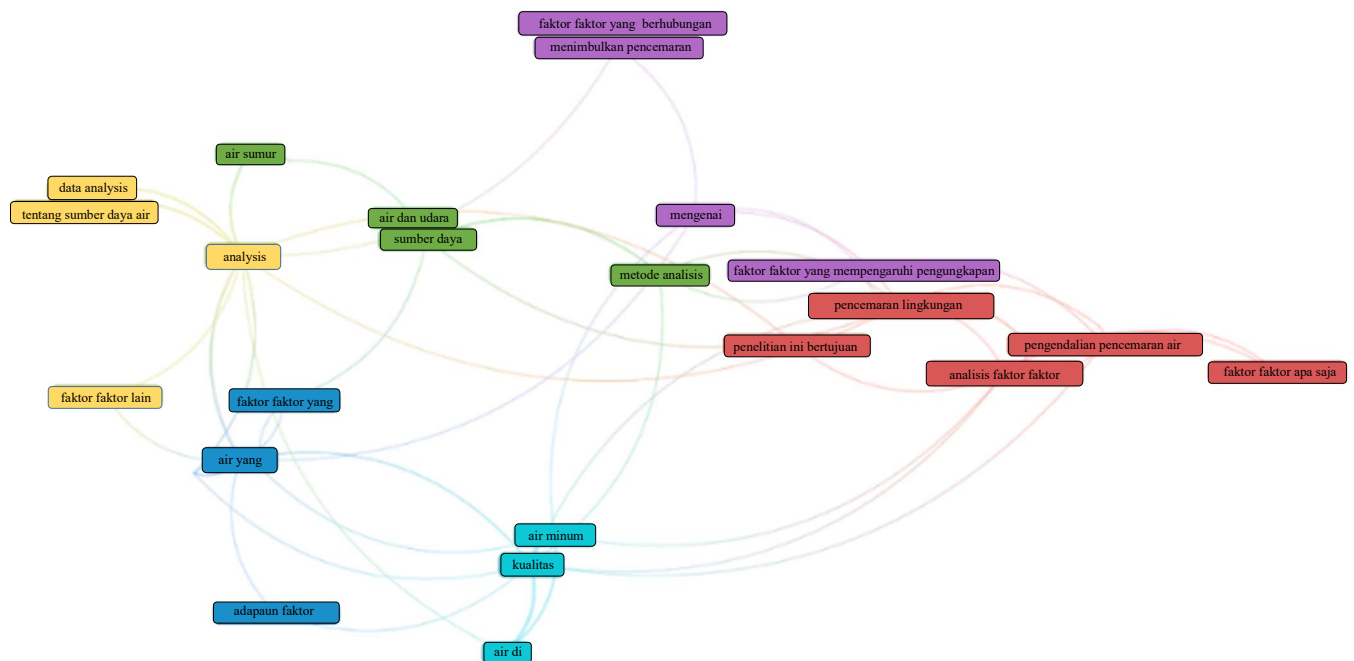
1. Mengumpulkan artikel dengan menggunakan perangkat lunak *Publish or Perish*. Data yang diperoleh dengan perangkat lunak tersebut menggunakan kata kunci “faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran sumber daya air di wilayah sungai” dengan rentang tahun terbit dari tahun 2000 hingga 2023.
2. Memilih dan menyeleksi artikel yang berisi indeks dari tujuan penelitian yang mana pada tahap ini akan dipilih 10 (sepuluh) artikel yang akan dianalisa mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran sumber daya

air khususnya sumber langsung. Setelah menentukan dan memilih profil artikel, penulis akan menunjukkan karakteristik dari artikel yang digunakan dalam pembahasan.

3. Menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran sumber daya air, dimana pada tahap ini akan dibahas sesuai dengan tujuan tinjauan pustaka tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran sumber daya air di wilayah sungai.
4. Menyajikan hasil yang diperoleh setelah dilakukan pemeriksaan mendalam. Identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran sumber daya air diilustrasikan dengan menggunakan *VOS Viewer*, sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran sumber daya air.
5. Menginterpretasikan hasil yang merupakan tahap terakhir dalam metode penelitian ini.

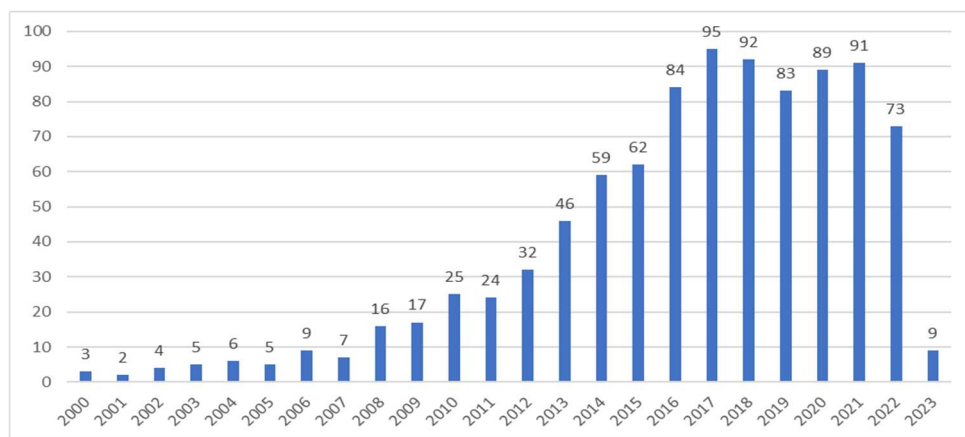
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penulisan artikel ini diperoleh sumber dari *VOS Viewer* dan *Publish or Perish* dengan menggunakan metode literature review yang membahas tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran sumber daya air di wilayah Sungai. Artikel tersebut diperoleh *Publish or Perish* dari tahun 2000 – 2023 dan data tersebut diproses menggunakan *VOS Viewer* sehingga didapatkan data pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Data *Vos Viewer*
(Sumber: Aplikasi *Vos Viewer*, 2023)

Publish or Perish menemukan 936 jurnal terhitung sejak tahun 2000 hingga 2023 dengan kata kunci yang dicari yaitu "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Sumber Daya Air di Wilayah Sungai".



Gambar 2. Grafik Data *Publish or Perish* Dari Tahun 2000 Hingga 2023
(Sumber: Penulis)

Gambar 2 di atas menunjukkan grafik dengan kata kunci yang telah dicari. Dapat disimpulkan bahwa tahun 2017 merupakan tahun dengan publikasi terbanyak yakni 95 publikasi jurnal, sedangkan pada tahun 2001 merupakan tahun publikasi jurnal paling sedikit yakni 2 jurnal. Adapun berdasarkan analisa data diatas dapat disimpulkan bahwa publikasi jurnal mengalami peningkatan terhitung mulai sejak tahun 2000, walaupun dalam beberapa tahun tertentu penerbitan jurnal mengalami penurunan yang tidak signifikan.

Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap pencemaran sumber daya air harus menjadi subjek penelitian yang komprehensif dan studi mendalam untuk mengatasi dan mengurangi masalah yang mendesak ini secara efektif. Dengan memeriksa berbagai elemen yang mencemari sumber air, seperti limbah industri, limpasan pertanian, pembuangan limbah yang tidak tepat, dan tumpahan bahan kimia. Penelitian yang menyeluruh dapat membantu dalam mengidentifikasi polutan tertentu, sumbernya, dan perilakunya dalam sistem air yang berbeda. Pencarian dan pengumpulan jurnal-jurnal mengenai faktor-faktor pencemaran sumber daya air di wilayah sungai yang memiliki indeks untuk keperluan penelitian. Identifikasi Faktor pencemaran sumber daya air secara umum dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu: sumber kontaminan tidak langsung dan langsung [33].

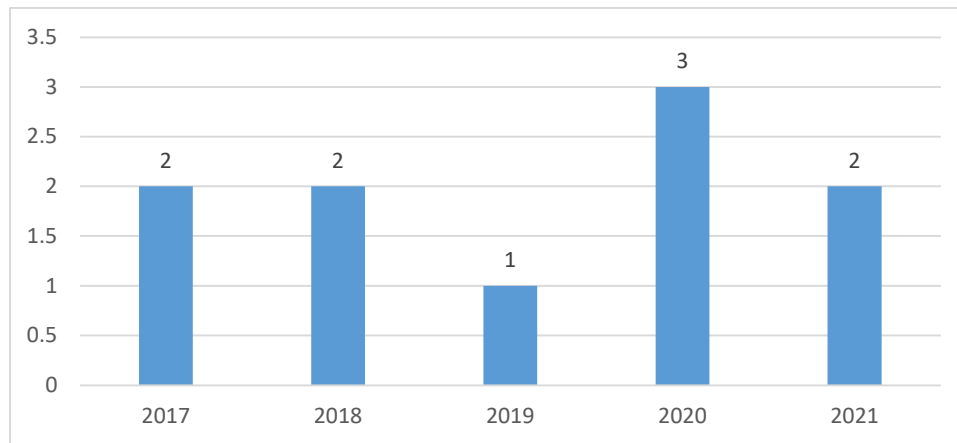
1. Sumber langsung (SL) mencakup limbah industri, tempat pembuangan akhir (TPA) sampah, dan kegiatan rumah tangga yang menghasilkan limbah.
2. Sumber tidak langsung (STL) meliputi kontaminan yang masuk ke perairan melalui tanah, air tanah, atau melalui hujan dari atmosfer.

Tabel 1. Analisis Artikel Mengenai Faktor Pencemaran

No.	Penulis	Judul	Faktor Pencemaran		Kesimpulan
			SL	STL	
1	(Inovasi et al., 2021)	Analisis Indeks Pencemaran Sungai Ampel Desa Sletreng Kabupaten Situbondo	✓		Parameter fisika-kimia seperti pH, TDS, BOD, DO, dan salinitas dalam air limbah hasil pengolahan udang perusahaan di Kecamatan Kapongan, Kabupaten Situbondo, mempengaruhi kualitas air sungai Ampel. Adapun nilai indeks pencemaran pada sungai Ampel melebihi standar baku mutu yang ditetapkan. Faktor yang menyebabkan pencemaran sumber daya air di sungai tersebut adalah limbah peternakan.
2	(Yohannes, Utomo, and Agustina, 2019)	Kajian Kualitas Air Sungai Dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air (Studi Di Sungai Krukut, Jakarta Selatan)	✓		Mutu air pada wilayah sungai Krukut memiliki nilai indeks pada 5 (lima) titik pemantauan yaitu (7,65), (7,54), (6,93), (6,95) dan (9,03). Faktor yang menyebabkan pencemaran sumber daya air di sungai tersebut adalah limbah cair UMKM.
3	(Akbar, Melani, and Apriadi, 2020)	Indeks Pencemaran Muara Sungai Jodoh, Kota Batam	✓		Tingkat pencemaran air pada Muara Jodoh, Kelurahan Tanjung Uma, Kota Batam memiliki nilai indeks yang tergolong cemar ringan. Faktor yang menyebabkan pencemaran sumber daya air di sungai tersebut adalah limbah domestik berupa tinja yang dibuang langsung ke perairan.
4	(Mukti, Pasaribu, and Linanda, 2017)	Penyuluhan Hukum Terhadap Akibat Hukum Pencemaran Lingkungan Sungai Karang Mumus Di Kelurahan Sungai Dama	✓		Sungai Karang Mumus merupakan salah satu sungai yang terletak di Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Sungai ini terkenal karena pencemaran yang terjadi. Faktor yang menyebabkan pencemaran sumber daya air di sungai tersebut adalah akibat kegiatan masyarakat yang melakukan MCK (Mandi, Cuci dan Kakus) di sungai tersebut.

No.	Penulis	Judul	Faktor Pencemaran		Kesimpulan
			SL	STL	
5	(Amanda 2020)	Analisis Daya Tampung Sungai Terhadap Beban Pencemar Organik	✓	✓	Pengukuran mutu air pada Sungai Taipin menunjukkan status cemar ringan berdasarkan metode Indeks Pencemaran. Faktor yang menyebabkan pencemaran sumber daya air di sungai tersebut adalah limbah organik dan kegiatan MCK (Mandi, Cuci dan Kakus) yang dilakukan masyarakat.
6	(Aderibigbe, 2018)	Analisis Kadar Karbon Dioksida Di Sungai Ampenan Lombok	✓		Kondisi Sungai Ampenan secara fisik tidak mengalami pencemaran. Namun memiliki kandungan CO ₂ yang cukup tinggi. Hal tersebut dikarenakan faktor kebiasaan masyarakat yang masih membuang limbah cair langsung ke badan sungai.
7	(Agustus, 2020)	Analisis Kualitas Air Terproduksi Desa Kedewan, Kecamatan Wonocolo Kabupaten Bojonegoro	✓		Kualitas air pada Sungai Kedungprit termasuk dalam kategori yang tidak memenuhi baku mutu kelas air kelas II PP No. 82 Tahun 2001. Faktor yang menyebabkan perihal tersebut diatas adalah kegiatan pengolahan minyak bumi sehingga dapat dikategorikan sebagai limbah industri.
8	(Herliwati, Rahman, and Rahman, 2021)	Analisis Indeks Pencemaran Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Jaing Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan	✓		Sungai Janing memiliki indeks cemar sedang. Terdapat beberapa parameter yang melampaui daya tamping beban pencemaran air yakni DO (<i>Dissolved Oxygen</i>), BOD (<i>Dissolved Oxygen</i>) dan COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>). Faktor yang menyebabkan pencemaran sumber daya air di sungai tersebut adalah limbah kegiatan industri dan masyarakat setempat.
9	(Yudo, 2018)	Kondisi Pencemaran Air Sungai Cipinang Jakarta	✓		Sungai Cipinang mengalami penurunan kualitas air yang cukup drastis yang ditandai dengan peningkatan parameter BOD (<i>Dissolved Oxygen</i>) dan COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) serta zat organik lainnya. Hal tersebut disebabkan oleh pencemaran limbah domestik dan sampah yang dibuang ke sungai serta limbah industri yang berada dalam DAS Sungai Cipinang.
10	(Setiady, 2017)	Pencegahan Pencemaran Air Sungai Citarum Akibat Limbah Industri	✓		Sungai Citarum merupakan sungai yang tercemar karena meningkatnya jumlah penduduk dan pertumbuhan industri dengan pesat. Hal tersebut mengakibatkan beban limbah baik domestik ataupun industri yang dibuang ke sungai semakin meningkat dan terus mencemari sungai tersebut.

Artikel yang tersortir dengan kriteria sumber langsung merupakan jurnal dari tahun 2017 hingga 2021. Sebagian besar literatur yang dipilih dalam tinjauan ini berasal dari tahun 2020 yang mempunyai lebih banyak jurnal yang dipublikasikan dengan tema pencemaran sumber daya air pada wilayah sungai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Jurnal Terpilih Berdasarkan Tahun Publikasi

Berdasarkan hasil analisis terhadap 10 artikel yang mengkaji pencemaran air sungai akibat pencemaran langsung, ditemukan bahwa seluruh sungai yang dikaji mengalami penurunan kualitas air yang signifikan dan melebihi baku mutu yang ditetapkan. Penurunan kualitas air ini umumnya ditunjukkan oleh meningkatnya parameter fisika dan kimia seperti pH, TDS (*Total Dissolved Solids*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), DO (*Dissolved Oxygen*), salinitas, dan zat organik lainnya. Sungai-sungai yang tercemar antara lain Sungai Ampel, Krukut, Muara Jodoh, Karang Mumus, Taipin, Ampenan, Kedungprit, Jaing, Cipinang, dan Citarum, yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia. Pencemaran ini terjadi karena adanya limbah yang dibuang langsung ke sungai tanpa proses pengolahan terlebih dahulu, baik oleh masyarakat, industri, maupun sektor lainnya.

Adapun faktor-faktor penyebab pencemaran air sungai yang ditemukan dalam studi-studi tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam lima kelompok utama, yaitu:

- (1) limbah domestik yang berasal dari aktivitas rumah tangga, termasuk pembuangan tinja secara langsung ke sungai seperti yang terjadi di Muara Jodoh dan kebiasaan MCK (mandi, cuci, kakus) di sungai sebagaimana ditemukan di Sungai Karang Mumus dan Taipin;
- (2) limbah industri yang berasal dari kegiatan produksi, seperti pembuangan limbah pengolahan minyak bumi di Sungai Kedungprit serta limbah industri di kawasan Sungai Citarum dan Jaing, yang mengandung bahan kimia berbahaya dan sulit terurai secara alami;
- (3) limbah dari aktivitas UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah) seperti di Sungai Krukut, yang menyumbang polutan berupa bahan kimia ringan, minyak, dan pewarna;
- (4) limbah peternakan, misalnya limbah dari pengolahan udang yang mencemari Sungai Ampel di Situbondo; dan
- (5) kebiasaan masyarakat membuang limbah cair ke sungai, seperti di Sungai Ampenan, yang menyebabkan tingginya kadar CO_2 dalam air sungai meskipun secara fisik tampak bersih.

Secara keseluruhan, pencemaran langsung akibat aktivitas manusia menjadi faktor dominan dalam menurunnya kualitas air sungai di berbagai daerah. Hal ini menandakan perlunya penanganan yang serius melalui pendekatan teknis dan sosial, seperti pembangunan sistem pengolahan limbah terpadu, peningkatan kesadaran masyarakat melalui edukasi lingkungan, serta penegakan regulasi dan hukum lingkungan yang tegas. Tanpa adanya upaya terpadu tersebut, pencemaran sungai akan terus berlanjut dan membahayakan ekosistem serta kesehatan masyarakat yang bergantung pada sumber daya air tersebut.

Secara keseluruhan, tinjauan literatur sistematis ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai faktor-faktor dan jenis-jenis limbah yang mempengaruhi pencemaran sumber daya air di wilayah sungai. Kajian ini merangkum pengetahuan dan penelitian yang ada di bidang ini dan memberikan wawasan serta rekomendasi yang berharga bagi para praktisi dan peneliti yang terlibat dalam penelitian pencemaran sumber daya air khususnya di wilayah sungai.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap 10 artikel dan data bibliometrik dari VOS Viewer serta Publish or Perish, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pencemaran langsung akibat aktivitas manusia merupakan faktor utama penurunan kualitas air sungai di Indonesia, dengan seluruh sungai yang diteliti menunjukkan kualitas air yang telah melebihi baku mutu yang ditetapkan.
2. Parameter fisika dan kimia seperti pH, TDS, BOD, COD, DO, salinitas, dan zat organik lainnya mengalami peningkatan sebagai indikator pencemaran.
3. Faktor-faktor pencemaran langsung dapat diklasifikasikan ke dalam lima kategori utama, yaitu:
 - a. Limbah domestik,
 - b. Limbah industri,
 - c. Limbah UMKM,
 - d. Limbah peternakan, dan
 - e. Kebiasaan membuang limbah cair ke sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Widyasari, "Beban Pencemaran Sumber Limbah di Sungai Code," *J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 144–154, Mar. 2019, doi: 10.28932/jts.v5i2.1319.
- [2] S. W. Al Idrus, "ANALISIS PENCEMARAN AIR MENGGUNAKAN METODE SEDERHANA PADA SUNGAI JANGKUK, KEKALIK DAN SEKARBELA KOTA MATARAM," *J. Pijar Mipa*, vol. 10, no. 2, Sep. 2015, doi: 10.29303/jpm.v10i2.28.
- [3] E. R. Syofyan, "Partisipasi Masyarakat Dalam Rangka Penanggulangan Pencemaran Sungai," *J. Ilm. Poli Rekayasa*, vol. 14, no. 2, p. 39, Apr. 2019, doi: 10.30630/jipr.14.2.127.
- [4] A. Taftazani and M. Muzakky, "STUDI HUBUNGAN ANTARA SEBARAN DAN BEBAN PENCEMARAN RADIOAKTIVITAS SAMPEL LINGKUNGAN TERHADAP BAKU MUTU DAN DAYA TAMPUNG SUNGAI CODE YOGYAKARTA," *GANENDRA Maj. IPTEK Nukl.*, vol. 12, no. 1, Jan. 2009, doi: 10.17146/gnd.2009.12.1.148.
- [5] H. E. Tarru, "ANALISIS TINGKAT PENCEMARAN AIR SUNGAI SA'DAN TERHADAP KUALITAS AIR PDAM TORAJA UTARA," *J. Dyn. Saint*, vol. 1, no. 2, Dec. 2017, doi: 10.47178/dynamicsaint.v1i2.130.
- [6] Susmarkanto, "River Pollution as a Contributing Factor to Flooding in Jakarta: An Anthropological Review," *J. Environ. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–16, 2002.
- [7] M. Agustine, "Analisis Sistem Pengendalian Pencemaran Air Daerah Aliran Sungai Citarum," *G-SMART*, vol. 5, no. 1, p. 35, Jul. 2021, doi: 10.24167/gsmart.v5i1.3082.
- [8] A. Suriadikusumah, O. Mulyani, R. Sudirja, E. T. Sofyan, M. H. R. Maulana, and A. Mulyono, "Analysis of the water quality at Cipeusing river, Indonesia using the pollution index method," *Acta Ecol. Sin.*, vol. 41, no. 3, pp. 177–182, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.chnaes.2020.08.001.
- [9] Y. Wang, M. Mukherjee, D. Wu, and X. Wu, "Combating river pollution in China and India: policy measures and governance challenges," *Water Policy*, vol. 18, no. S1, pp. 122–137, Dec. 2016, doi: 10.2166/wp.2016.008.
- [10] T. Lufiana, H. Haeruddin, and C. Ain, "Analisis Beban Pencemaran Dan Indeks Kualitas Air Sungai Silandak Dan Sungai Siangker, Semarang," *Manag. Aquat. Resour. J.*, vol. 5, no. 3, pp. 127–134, 2016, doi: 10.14710/marj.v5i3.14399.
- [11] F. Sugiester S, Y. W. Firmansyah, W. Widiyantoro, M. F. Fuadi, Y. Afrina, and A. Hardiyanto, "DAMPAK PENCEMARAN SUNGAI DI INDONESIA TERHADAP GANGGUAN KESEHATAN : LITERATURE REVIEW," *J. Ris. Kesehat. Poltekkes Depkes Bandung*, vol. 13, no. 1, pp. 120–133, Aug. 2021, doi: 10.34011/juriskesbdg.v13i1.1829.
- [12] M. K. F. Dirun, S. Gumiri, and D. J. Negara, "Persepsi Masyarakat Bataran Sungai Kahayan Terhadap Pencemaran Kualitas Air," *Anterior J.*, vol. 20, no. 2, pp. 22–28, Apr. 2021, doi: 10.33084/anterior.v20i2.2116.
- [13] N. FEBRIANTI, "STUDI BEBAN PENCEMARAN SUNGAI KAPUAS AKIBAT BUANGAN DARI DRAINASE DI KECAMATAN PONTIANAK UTARA KOTA PONTIANAK (Studi Kasus: Kelurahan Siantan Tengah dan Kelurahan Siantan Hilir)," *J. Teknol. Lingkung. Lahan Basah*, vol. 2, no. 1, Sep. 2014, doi: 10.26418/jtlb.v2i1.7111.
- [14] E. Yogafanny, "Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo," *J. Sains & Teknologi Lingkung.*, vol. 7, no. 1, pp. 29–40, Apr. 2015, doi: 10.20885/jstl.vol7.iss1.art3.
- [15] A. J. Saputra and P. Fu, "Analisis Penerapan Sistem Rainwater Tank Di Perumahan Citra Indah Batam Center," *Inersia J. Tek. Sipil*, vol. 13, no. 1, pp. 31–40, 2021, doi: 10.33369/ijts.13.1.31-40.
- [16] A. J. Saputra and J. Josephine, "Implementasi Rain Garden Infiltration untuk Mencapai Pembangunan Berkelanjutan dalam Pengelolaan Air Hujan," *J. Ilm. Rekayasa Sipil*, vol. 19, no. 1, pp. 11–19, Apr. 2022,

- doi: 10.30630/jirs.v19i1.767.
- [17] E. Hendriarianti, "SKENARIO PENGELOLAAN KUALITAS AIR SUNGAI METRO KOTA MALANG DARI ANALISA DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN," *J. Purifikasi*, vol. 14, no. 2, pp. 125–135, Jul. 2014, doi: 10.12962/j25983806.v14.i2.18.
 - [18] S. Yudo, "KONDISI PENCEMARAN AIR SUNGAI CIPINANG JAKARTA," *J. Air Indones.*, vol. 7, no. 2, Feb. 2018, doi: 10.29122/jai.v7i2.2412.
 - [19] I. Azhar, A., Dewata, "No Title," *J. Pengelolaan Lingkungan. Berkelanjutan (journal Environ. Sustain. Manag.*, vol. 2, no. 1, p. 76, 2018.
 - [20] A. Sutardi, S. Suprayogi, and T. N. Adji, "Kajian Kualitas Airtanah Bebas antara Sungai Kuning dan Sungai Tepus di Kecamatan Ngemplak, Yogyakarta, Indonesia," *Maj. Geogr. Indones.*, vol. 31, no. 1, p. 31, Apr. 2017, doi: 10.22146/mgi.24230.
 - [21] Y. Sesempuli, B. Iswanto, and D. I. Hendrawan, "The Study of Pollution Degradation Rate in Krukut River," *J. Tek. Lingkungan*, vol. 26, no. 2, pp. 11–30, 2020.
 - [22] N. T. Taufik Arief, Nukman Nukman, Fajri Vidian, "Pemberdayaan Masyarakat Melalui Penyediaan Air Bersih Dan Pengelolaan Sampah (Penerapan 6R) Dalam Mewujudkan Restorasi Sungai Tawar Dikelurahan 29 Ilir Kota Palembang," *J. Pengabd. Community*, vol. 4, no. 2, pp. 60–68, 2022.
 - [23] R. M. PRASETYAWATI, "KEBERADAAN BAKTERI ESHERICHIA COLI PADA SUMBER AIR MINUM DI DESA MAMALA MALUKU TENGAH," *J. Nurs. Public Heal.*, vol. 6, no. 2, pp. 80–85, 2018, doi: <https://doi.org/10.37676/jnph.v6i2.640>.
 - [24] I. G. N. A. W. Putra and I. G. N. P. Mandala, "Upaya Cepat Dalam Mengatasi Banjir Akibat Penumpukan Sampah Di Sungai Saba Desa Pengastulan, Seririt," *PARTA J. Pengabd. Kpd. Masyarakat*, vol. 1, no. 2, pp. 29–35, 2020, [Online]. Available: <http://journal.undiknas.ac.id/index.php/parta>.
 - [25] D. Marganingrum and R. Noviard, "PENCEMARAN AIR DAN TANAH DI KAWASAN PERTAMBANGAN BATUBARA DI PT. BERAU COAL, KALIMANTAN TIMUR," *J. Ris. Geol. dan Pertamb.*, vol. 19, no. 2, p. 11, Jun. 2009, doi: 10.14203/risetgeotam2010.v20.30.
 - [26] A. A. Hidrijanti, I. Juwana, P. T. Lingkungan, and U. Kebangsaan, "Sungai Cibeureum Das Citarum Di Sektor Pertanian," *J. Teknol. Lingkungan. Basah*, vol. 07, no. 2, pp. 72–80, 2019.
 - [27] S. Wahyuningsih, E. Novita, and S. N. Afifah, "DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN SUNGAI SUMBERTELAK KABUPATEN JEMBER MENGGUNAKAN METODE STREETER-PHELPS," *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 8, no. 1, pp. 110–118, Mar. 2020, doi: 10.29303/jrpb.v8i1.155.
 - [28] D. Agustiningih and S. B. Sasongko, "Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal," *J. Presipitasi*, vol. 9, no. 2, pp. 64–71–71, 2012, doi: 10.14710/presipitasi.v9i2.64-71.
 - [29] A. I. Rifai, S. P. Hadiwardoyo, A. G. Correia, and P. Pereira, "Genetic Algorithm Applied for Optimization of Pavement Maintenance under Overload Traffic: Case Study Indonesia National Highway," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 845, pp. 369–378, Jul. 2016, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.845.369.
 - [30] A. I. Rifai, S. P. Hadiwardoyo, A. G. Correia, P. Pereira, and P. Cortez, "The Data Mining Applied for the Prediction of Highway Roughness due to Overloaded Trucks," *Int. J. Technol.*, vol. 6, no. 5, p. 751, Dec. 2015, doi: 10.14716/ijtech.v6i5.1186.
 - [31] O. K. Osunsan, A. T. Ijjo, J. F. Mugisha, P. Samuel, and M. Muhwezi, "Publish or Perish': A Systematic Review," *J. Soc. Sci. Manag.*, vol. 1, no. September, pp. 1–22, 2022, [Online]. Available: www.cavendish.ac.ug
 - [32] M. Hofmann and A. Chisholm, Eds., *Text Mining and Visualization*. Chapman and Hall/CRC, 2016. doi: 10.1201/b19007.
 - [33] D. Rukandar, "Pencemaran Air: Pengertian, Penyebab, dan Dampaknya," *Mimb. Huk.*, vol. 21, no. 1, pp. 23–34, 2017.