

## **DETERMINAN SOSIAL KESEHATAN DALAM PENCEMARAN AIR SUNGAI DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT: TINJAUAN LITERATUR SISTEMATIS DI DAS SIAK DAN DAS KAMPAR**

**Jufenti Ade Fitri<sup>1✉</sup>, Wira Ekdeni Aifa<sup>2</sup>, Rika Mianna<sup>3</sup>**

<sup>(1,3)</sup>Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat/Fakultas Kesehatan, Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah, Pekanbaru, Indonesia

<sup>(2)</sup>Program Studi S1 Kebidanan/Fakultas Kesehatan, Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah, Pekanbaru, Indonesia

### **ARTICLE INFO**

#### **Artikel history :**

Submitted : 2026-01-19

Accepted : 2026-05-27

Publish : 2026-06-30

#### **Kata kunci :**

DAS Kampar; DAS Siak; determinan sosial kesehatan; pencemaran air sungai; PRISMA

#### **Keywords:**

DAS Kampar; DAS Siak; PRISMA; river water pollution; social determinants of health.

### **ABSTRAK**

Pencemaran air sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak dan DAS Kampar, Provinsi Riau, merupakan masalah kesehatan masyarakat yang serius. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis determinan sosial kesehatan yang mempengaruhi pencemaran air sungai serta dampaknya terhadap kesehatan masyarakat di DAS Siak dan DAS Kampar. Metode: Tinjauan literatur sistematis menggunakan pendekatan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) dilaksanakan terhadap lima artikel (n=5) yang diterbitkan pada periode 2017–2025. Artikel diseleksi dari Google Scholar, ResearchGate, dan repositori institusi menggunakan checklist STROBE dengan ambang batas skor 60%. Hasil: Determinan struktural yang teridentifikasi meliputi tingkat pendidikan dan pengetahuan masyarakat, status ekonomi, serta kebijakan dan regulasi lingkungan. Determinan intermediet mencakup perilaku pembuangan limbah, akses layanan sanitasi, kondisi permukiman di bantaran sungai, dan faktor psikososial. Sumber pencemaran utama berasal dari limbah domestik, industri perkebunan kelapa sawit, dan pertanian, dengan parameter BOD, fosfat, total coliform, dan fecal coliform melebihi baku mutu kelas II. Indeks Pencemaran berkisar 2,0–3,5 (tercemar ringan), namun risiko penyakit infeksi pencernaan, kulit, dan respirasi tetap signifikan bagi kelompok rentan. Simpulan: Pengendalian pencemaran air sungai memerlukan pendekatan multidimensional yang menyoar determinan struktural dan intermediet secara bersamaan melalui penguatan regulasi, koordinasi lintas sektor, dan intervensi berbasis komunitas.

### **ABSTRACT**

River water pollution in the Siak and Kampar watersheds, Riau Province, constitutes a serious public health issue. This study aimed to identify and analyze social determinants of health influencing river water pollution and its impacts on community health in the Siak and Kampar watersheds. Method: A systematic literature review applying the PRISMA approach was conducted on five articles (n=5) published between 2017 and 2025, selected from Google Scholar, ResearchGate, and institutional repositories using a STROBE checklist with a 60% quality threshold. Results: Structural determinants included educational attainment, household income, and environmental regulation policies. Intermediate determinants encompassed waste disposal behavior, access to sanitation services, riverside settlement conditions, and psychosocial factors. Primary pollution sources originated from domestic waste, the palm oil industry, and agriculture, with BOD, phosphate, total coliform, and fecal coliform exceeding Class II standards. Pollution indices ranged from 2.0 to 3.5 (slightly polluted), yet risks of gastrointestinal, skin, and respiratory infections remained significant for vulnerable groups. Conclusion: Effective river pollution control requires a multidimensional approach targeting both structural and intermediate determinants through regulatory strengthening, cross-sectoral coordination, and community-based interventions.

#### **✉Corresponding Author:**

Jufenti Ade Fitri  
Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah, Pekanbaru, Indonesia  
Telp. 08117517594  
Email: Jufenti@ikta.ac.id

## **PENDAHULUAN**

Air merupakan kebutuhan esensial bagi seluruh makhluk hidup dan menjadi modal dasar dalam pembangunan kesehatan masyarakat. Sungai sebagai sumber air permukaan memberikan kontribusi besar bagi kehidupan masyarakat untuk kebutuhan air minum, pertanian, perikanan, industri, dan rekreasi. Namun, pertumbuhan populasi yang pesat disertai intensifikasi aktivitas ekonomi telah menyebabkan penurunan kualitas air sungai secara signifikan di berbagai wilayah Indonesia (Anisafitri J, et al, 2020); (Nursaini & Harahap, 2022).

Di kawasan Riau, khususnya Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak dan DAS Kampar, permasalahan pencemaran air telah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan. Berdasarkan data Pusat Pengelolaan Ekoregion Sumatera (P3ES), beberapa sungai menunjukkan Indeks Pencemaran (IP) pada kategori tercemar ringan dengan parameter BOD, fosfat, dan fecal coliform sebagai indikator utama pencemaran (Hasibuan, et al, 2022). DAS Siak mencatat beban pencemaran BOD mencapai 22.840,60 kg/hari di Kabupaten Pasaman dan 13.576,08 kg/hari di Kabupaten 50 Kota (Hasibuan, et al, 2022). Tingginya beban pencemaran ini mengindikasikan bahwa kapasitas *self-purification* sungai tidak lagi mampu menetralkan masukan pencemar yang terus meningkat.

Pencemaran air sungai menimbulkan dampak kesehatan masyarakat yang serius. Kontaminasi fecal coliform dan *E. coli* dalam air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari berkaitan erat dengan kejadian penyakit diare, kolera, tifoid, dan disentri (WHO, 2012). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan bahwa air, sanitasi, dan higiene yang tidak memadai berkontribusi terhadap 829.000 kematian per tahun secara global, dengan beban terbesar ditanggung oleh negara berkembang (Prüss-Ustün AM, et al., 2019). Kelompok rentan anak-anak, lansia, ibu hamil, dan masyarakat miskin menanggung risiko kesehatan yang tidak proporsional akibat paparan air tercemar tersebut.

Pencemaran air sungai bukan semata permasalahan teknis lingkungan, melainkan merupakan isu kesehatan masyarakat yang kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai determinan sosial kesehatan. Menurut Komisi Determinan Sosial Kesehatan WHO, determinan sosial kesehatan adalah kondisi di mana seseorang dilahirkan, tumbuh, hidup, bekerja, dan menua, termasuk sistem kesehatan yang tersedia (Marmot M, et al., 2008). Kerangka konseptual Commission on Social Determinants of Health (CSDH) WHO mengklasifikasikan determinan sosial ke dalam determinan struktural (konteks sosioekonomis dan politik serta posisi sosioekonomis individu) dan determinan intermediet (kondisi material, perilaku, faktor biologis, dan faktor psikososial) yang bersama-sama membentuk kondisi kehidupan sehari-hari (Solar & Irwin, 2010).

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji pencemaran air sungai di kawasan Riau dan wilayah sekitarnya (Hasibuan et al., 2022), menganalisis beban pencemaran dan daya tampung DAS Siak menggunakan pendekatan teknis kualitas air. Yusriani, (2020), mengkaji strategi pengendalian pencemaran DAS Siak di Kabupaten Siak melalui pendekatan deskriptif kualitatif. Tabrani et al. (2017), menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk merumuskan strategi pengendalian pencemaran Sungai Kampar. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya terfokus pada aspek teknis parameter kualitas air tanpa mengintegrasikan analisis determinan sosial kesehatan secara komprehensif dalam satu sintesis yang sistematis. Belum tersedia tinjauan literatur sistematis yang secara khusus memadukan dimensi pencemaran air sungai dengan kerangka determinan sosial kesehatan di kawasan DAS Siak dan DAS Kampar, baik di tataran nasional maupun internasional. Kesenjangan pengetahuan inilah yang menjadi landasan dan justifikasi utama penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis determinan sosial kesehatan yang mempengaruhi pencemaran air sungai di DAS Siak dan DAS Kampar serta dampaknya terhadap kesehatan masyarakat melalui tinjauan literatur sistematis. Asumsi konseptual yang mendasari penelitian ini adalah bahwa pencemaran air sungai merupakan

konsekuensi dari interaksi dinamis antara determinan struktural dan intermediet dalam konteks sosioekonomis tertentu, sehingga strategi pengendaliannya harus bersifat multidimensional dan menysasar akar masalah di berbagai tingkatan sesuai model CSDH-WHO. Pertanyaan penelitian yang diajukan adalah: "Apa saja determinan sosial kesehatan yang mempengaruhi pencemaran air sungai di kawasan Riau dan bagaimana dampaknya terhadap kesehatan masyarakat?"

## **METODE**

### **Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan desain tinjauan literatur sistematis dengan pendekatan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Moher, et al., 2015); (Solar & Irwin, 2010), untuk mengidentifikasi, menyeleksi, dan menganalisis artikel ilmiah yang membahas determinan sosial kesehatan dalam kaitannya dengan pencemaran air sungai dan dampak kesehatan masyarakat di kawasan Riau.

### **Variabel Penelitian**

Variabel bebas dalam tinjauan ini meliputi dua kategori determinan sosial kesehatan. Pertama, determinan sosial kesehatan struktural yang mencakup tingkat pendidikan dan pengetahuan masyarakat, status ekonomi dan pendapatan keluarga, serta kebijakan dan regulasi pemerintah dalam pengelolaan lingkungan. Kedua, determinan sosial kesehatan intermediet yang mencakup perilaku pembuangan limbah dan sampah, akses terhadap layanan sanitasi dan air bersih, kondisi permukiman di bantaran sungai, serta faktor psikososial berupa kesadaran dan kepedulian lingkungan masyarakat. Variabel terikat adalah kualitas air sungai yang diukur melalui parameter BOD, COD, fosfat, fecal coliform, dan total coliform, serta dampak kesehatan masyarakat yang meliputi kejadian penyakit infeksi saluran pencernaan, penyakit kulit, dan kerentanan kelompok rentan.

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelusuran artikel dilakukan melalui tiga basis data elektronik, yaitu Google Scholar, ResearchGate, dan repositori institusi perguruan tinggi di Indonesia. Tinjauan sistematis dilaksanakan pada periode Desember 2024 hingga Januari 2025.

### **Populasi dan Sampel**

Kriteria inklusi dalam pemilihan artikel meliputi: (1) artikel penelitian original atau kajian literatur dengan metodologi yang jelas; (2) membahas pencemaran air sungai di kawasan Riau atau DAS Siak dan DAS Kampar; (3) memuat data kualitas air atau determinan sosial kesehatan; (4) terbit pada rentang tahun 2017–2025 (rentang diperluas untuk mengakomodasi keterbatasan studi pada DAS Kampar yang lebih jarang diteliti); dan (5) berbahasa Indonesia atau Inggris. Kriteria eksklusi meliputi: artikel duplikat, abstrak konferensi tanpa artikel lengkap, artikel yang hanya membahas aspek teknis tanpa konteks sosial, dan artikel dengan kualitas metodologi rendah berdasarkan penilaian checklist STROBE.

### **Pengumpulan Data**

Penelusuran artikel menggunakan kombinasi kata kunci dengan operator Boolean AND dan OR: "pencemaran air", "water pollution", "kualitas air sungai", "river water quality", "determinan sosial kesehatan", "social determinants of health", "DAS Siak", "Siak watershed", "DAS Kampar", "Kampar watershed", "indeks pencemaran", serta "beban pencemaran". Proses seleksi artikel dilakukan melalui empat tahapan PRISMA: identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi. Dari 47 artikel yang diidentifikasi, setelah menghapus duplikat (n=8) tersisa 39 artikel yang disaring berdasarkan judul dan abstrak. Selanjutnya 15 artikel full-text dinilai kelayakannya, dan akhirnya 5 artikel memenuhi seluruh kriteria untuk dimasukkan dalam analisis.

## Analisis Data

Penilaian kualitas metodologi artikel menggunakan checklist STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*) yang terdiri dari 22 item, dilakukan oleh dua peneliti secara independen. Penilaian risiko bias (*risk of bias assessment*) dilakukan berdasarkan kriteria STROBE yang mencakup kecukupan pelaporan desain penelitian, representativitas populasi dan teknik sampel, validitas instrumen pengukuran variabel, serta ketepatan metode analisis statistik yang digunakan. Artikel dengan skor di bawah 60% dikeluarkan dari analisis, sedangkan perbedaan penilaian antar peneliti diselesaikan melalui diskusi konsensus. Data diekstraksi menggunakan formulir standar yang memuat informasi umum artikel, metodologi, determinan sosial struktural dan intermediet, parameter pencemaran, indeks pencemaran, dampak kesehatan, dan strategi pengendalian. Sintesis dilakukan secara naratif menggunakan analisis tematik untuk mengidentifikasi pola hubungan antara determinan sosial kesehatan, pencemaran air sungai, dan dampak kesehatan masyarakat.

## HASIL

### 1. Karakteristik Artikel yang Dianalisis

Dari 47 artikel yang diidentifikasi melalui tiga basis data elektronik (Google Scholar, ResearchGate, dan repositori institusi), lima artikel memenuhi seluruh kriteria inklusi setelah melalui proses seleksi PRISMA. Karakteristik, determinan sosial utama, dan dampak kesehatan yang teridentifikasi dari masing-masing artikel disajikan pada Tabel 1.

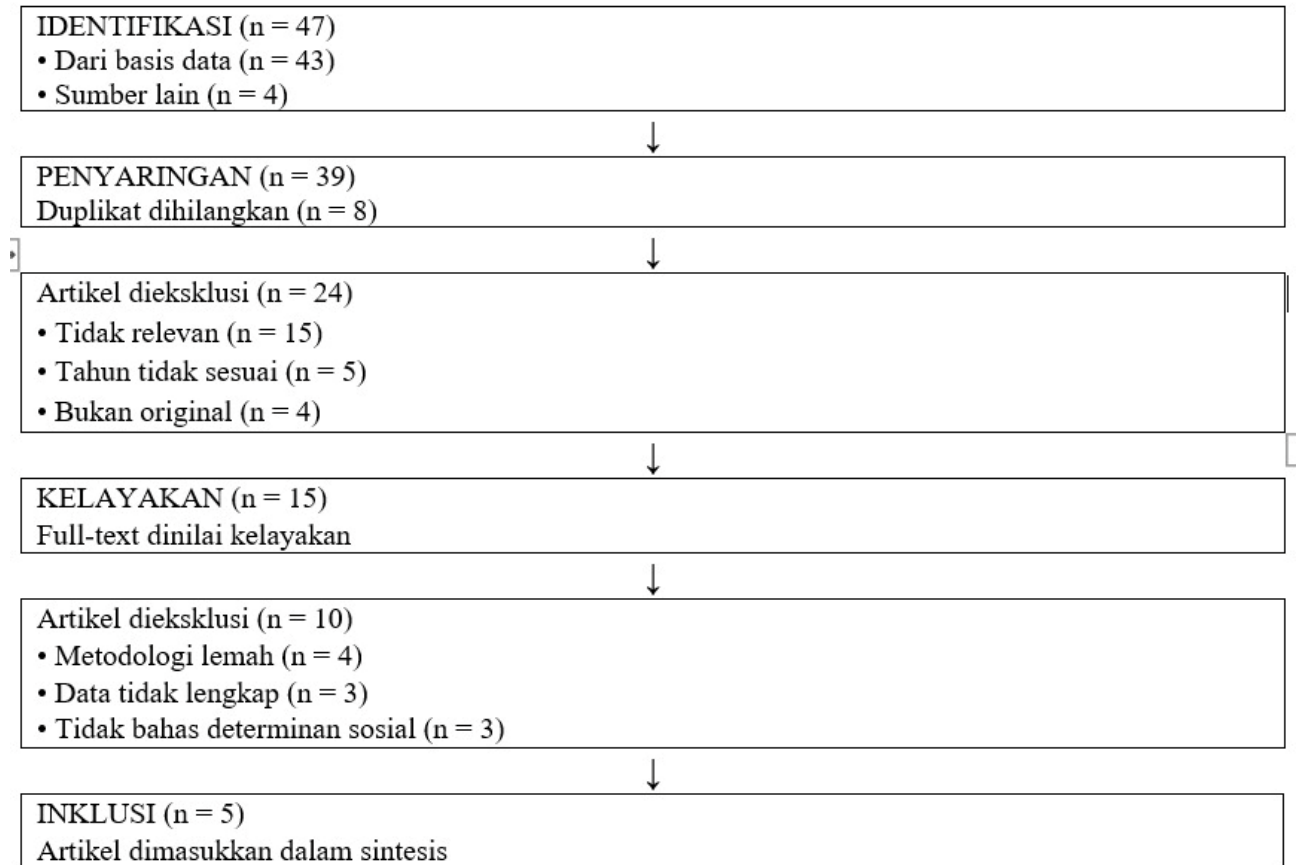
**Tabel 1. Karakteristik, Determinan Sosial, dan Dampak Kesehatan Artikel yang Dianalisis**

No	Penulis & Tahun	Lokasi Penelitian	Desain Studi	Parameter Utama	Determinan Sosial Utama	Dampak Kesehatan	Indeks Pencemaran
1	Rizqy & Cundaningsih (2025)	Sungai Madiun, Kota Madiun	Cross-sectional	pH, TSS, DO, BOD, COD, Nitrat, Fosfat, Fecal coliform	Minimnya fasilitas sanitasi, perilaku MCK langsung ke sungai	Risiko infeksi saluran pencernaan dan penyakit kulit	IP = 2,353 (tercemar ringan)
2	Hasibuan et al. (2022)	DAS Siak, Provinsi Riau	Cross-sectional	BOD, COD, TSS, Fecal coliform, Total coliform	Kebijakan pengelolaan DAS lemah, tingginya beban limbah domestik dan industri	Risiko waterborne diseases (diare, tifoid)	IP = 2,0–3,5 (tercemar ringan)
3	Suebu et al. (2024)	Sungai Bambar, Kab. Jayapura	Cross-sectional	BOD, COD, TSS, DO, Nitrat, Fosfat, Fecal coliform	Lemahnya koordinasi stakeholder, alih fungsi lahan hulu, permukiman tidak terencana	Risiko penyakit kulit dan infeksi pencernaan	IP = 2,203–3,499 (tercemar ringan)
4	Yusriani (2020)	DAS Siak, Kabupaten Siak	Deskriptif kualitatif	BOD, COD, TSS, Fecal coliform	Pendapatan rendah, lemahnya penegakan hukum, minimnya infrastruktur sanitasi	Risiko penyakit infeksi akibat penggunaan air sungai tercemar	Tercemar ringan–sedang
5	Tabrani et al. (2017) [12]	DAS Kampar, Sumatera Barat	Cross-sectional + AHP	BOD, COD, TSS	Kebijakan (bobot 0,352), koordinasi stakeholder (bobot 0,225), sosialisasi (bobot 0,141)	Tidak dikaji secara spesifik; risiko kesehatan umum dari air tercemar	Tercemar

Sumber: Hasil sintesis tinjauan literatur sistematis, 2025

## 2. Alur Seleksi Artikel (Flowchart PRISMA)

Proses seleksi artikel mengikuti panduan PRISMA sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Pada tahap identifikasi ditemukan 47 artikel potensial (dari basis data n=43, sumber lain n=4). Setelah menghapus duplikat (n=8), tersisa 39 artikel yang kemudian disaring berdasarkan judul dan abstrak. Sebanyak 24 artikel dieksklusi karena tidak relevan (n=15), tahun tidak sesuai (n=5), dan bukan artikel original (n=4), sehingga 15 artikel dinilai kelayakan full-text-nya. Sepuluh artikel dieksklusi pada tahap ini karena metodologi lemah (n=4), data tidak lengkap (n=3), dan tidak membahas determinan sosial (n=3). Akhirnya, 5 artikel dimasukkan dalam sintesis.



*Gambar 1. Proses seleksi artikel mengikuti panduan PRISMA*

## 3. Determinan Sosial Kesehatan Struktural

### 3.1. Pendidikan dan Pengetahuan

Kelima artikel mengidentifikasi pendidikan dan pengetahuan sebagai determinan struktural paling signifikan. Tingkat pendidikan masyarakat berkorelasi positif dengan kesadaran dalam menjaga kualitas air sungai, sebagaimana dilaporkan oleh Suebu et al. (2025); Rizqy & Cundaningsih (2025). Kurangnya pemahaman tentang dampak pembuangan limbah domestik menjadi penyebab utama tingginya kadar BOD (hingga 5,35 mg/L) dan fecal coliform (hingga 6.000 MPN/100mL) di beberapa titik pemantauan (Suebu et al.,2025); (Rizqy & Cundaningsih,2025). Rendahnya pengetahuan masyarakat berkontribusi terhadap kebiasaan penggunaan sungai untuk aktivitas mandi, cuci, dan kakus (MCK) meskipun kualitas air telah menurun secara nyata (Hasibuan et al, 2022); (Yusriani, 2020).

### 3.2. Pendapatan dan Status Ekonomi

Status ekonomi mempengaruhi kemampuan masyarakat dalam membangun fasilitas sanitasi yang memadai. Masyarakat berpendapatan rendah tidak mampu membangun septic

tank atau IPAL rumah tangga, sehingga limbah domestik langsung dibuang ke badan sungai (Hasibuan, *et al.*, 2022); (Yusriani, 2020). Beban pencemaran domestik di DAS Siak mencapai 5.757,74 kg/hari untuk parameter BOD (Hasibuan, *et al.*, 2022). Keterbatasan ekonomi juga membatasi akses terhadap sumber air bersih alternatif, sehingga masyarakat miskin di sekitar DAS Siak terpaksa bergantung pada air sungai yang telah tercemar untuk keperluan sehari-hari (Yusriani, 2020).

### **3.3. Kebijakan dan Regulasi**

Kebijakan pemerintah merupakan determinan struktural yang paling krusial. Analisis AHP yang dilakukan oleh Tabrani, *et al.* (2017), menempatkan kebijakan pada peringkat pertama dengan bobot tertinggi (0,352) sebagai faktor paling menentukan dalam strategi pengendalian pencemaran. Namun demikian, implementasi kebijakan di lapangan masih lemah, ditandai dengan pengawasan dan penegakan hukum yang minim serta ketiadaan Peraturan Daerah (Perda) khusus tentang pengelolaan DAS di beberapa kabupaten, yang menyebabkan koordinasi antar instansi tidak berjalan efektif (Tabrani *et al.*, 2017); (Yusriani, 2020).

## **4. Determinan Sosial Kesehatan Intermediet**

### **4.1. Perilaku dan Kebiasaan Masyarakat**

Perilaku membuang sampah dan limbah cair langsung ke sungai menjadi faktor intermediet yang dominan di semua lokasi penelitian. Masyarakat di sepanjang bantaran sungai masih membuang sampah domestik langsung ke badan air, menyebabkan peningkatan konsentrasi fosfat (hingga 0,23 mg/L) dan total coliform (Suebu *et al.*, 2025); (Rizqy & Cundaningsih, 2025). Selama pandemi COVID-19, intensifikasi aktivitas domestik berdampak pada peningkatan signifikan konsentrasi Total Coliform di seluruh titik pemantauan DAS Siak (Hasibuan, *et al.*, 2022). Berbagai aktivitas di bantaran Sungai meliputi perambahan hutan, pengembangan permukiman, galian C, perbengkelan, dan usaha kuliner serta perhotelan turut berkontribusi terhadap beban pencemaran keseluruhan (Hasibuan *et al.*, 2022); (Yusriani, 2020).

### **4.2. Akses terhadap Layanan Sanitasi**

Keterbatasan akses fasilitas sanitasi merupakan faktor intermediet yang signifikan. Minimnya frekuensi pengawasan oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH), hanya dua kali per tahun menyebabkan banyak pelanggaran pembuangan limbah tidak terdeteksi Yusriani G., (2020), Ketiadaan IPAL komunal di kawasan permukiman padat menyebabkan limbah domestik langsung dialirkan ke badan sungai. Akses terhadap layanan sanitasi memperoleh bobot 0,225 dalam analisis AHP strategi pengendalian pencemaran, menempatkannya pada urutan kedua setelah kebijakan (Tabrani, *et al.*, 2017).

### **4.3. Kondisi Lingkungan dan Permukiman**

Kondisi permukiman di bantaran sungai mempengaruhi tingkat pencemaran secara langsung. Pertumbuhan permukiman yang tidak terencana di DAS Siak menyebabkan peningkatan beban pencemaran domestik secara bertahap (Hasibuan *et al.*, 2022); (Yusriani, 2020). Perambahan hutan di hulu DAS untuk keperluan pertanian dan perkebunan kelapa sawit menyebabkan erosi dan peningkatan TSS hingga 57 mg/L di bagian hilir sungai (Suebu, *et al.*, 2024). Aktivitas pertanian yang menggunakan pupuk kimia secara berlebihan berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi fosfat (0,15–0,83 mg/L) dan nitrat (0,09–3,2 mg/L) di badan air sungai (Rizqy & Cundaningsih, 2025); (Suebu, *et al.*, 2024).

### **4.4. Faktor Psikososial**

Kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap kelestarian lingkungan merupakan faktor psikososial yang berperan penting namun sering terabaikan dalam strategi pengendalian pencemaran. Kurangnya kesadaran hukum masyarakat menjadi kendala utama dalam upaya pengendalian Yusriani G., (2020), Dalam analisis AHP Tabrani *et al.* (2017), sosialisasi dan

penyuluhan kepada masyarakat menempati peringkat ketiga (bobot 0,141) sebagai strategi pengendalian, sedangkan penegakan hukum memperoleh bobot 0,194. Pembentukan kelompok peduli sungai di tingkat komunitas dinilai sebagai salah satu strategi intermediet yang efektif untuk meningkatkan kepedulian dan partisipasi masyarakat (Suebu, et al, 2024).,12].

## **5. Parameter Pencemaran dan Status Mutu Air**

### **5.1. Pencemaran Organik (BOD dan COD)**

BOD dan COD merupakan parameter dominan yang melebihi baku mutu di seluruh lokasi penelitian. Konsentrasi BOD berkisar 1,0–5,35 mg/L (baku mutu kelas II: 3 mg/L) dan COD berkisar 2,91–30 mg/L (Suebu et al.,2025); (Rizqy & Cundaningsih,2025). Tingginya beban BOD di DAS Siak—mencapai 22.840,60 kg/hari di Kabupaten Pasaman dan 13.576,08 kg/hari di Kabupaten 50 Kota—mengindikasikan bahwa kapasitas asimilasi sungai telah terlampaui sehingga proses self-purification alami tidak dapat berjalan optimal (Hasibuan *et al*, 2022).

### **5.2. Pencemaran Mikrobiologis (Coliform)**

Konsentrasi fecal coliform berkisar 113–6.000 MPN/100mL, dengan nilai tertinggi jauh melampaui baku mutu kelas II (1.000 MPN/100mL) (Rizqy & Cundaningsih,2025). Total coliform mencapai hingga  $\geq 1.898$  MPN/100mL, mengindikasikan kontaminasi feses yang tinggi akibat minimnya sistem pengolahan air limbah domestic. Parameter total coliform menjadi dominan di seluruh titik pemantauan DAS Siak pada tahun 2020, khususnya pada periode pandemi COVID-19 (Hasibuan, *et al*, 2022).

### **5.3. Pencemaran Nutrien (Fosfat dan Nitrat)**

Konsentrasi fosfat berkisar 0,15–0,83 mg/L, dengan nilai tertinggi di area pertanian melebihi baku mutu kelas II (0,2 mg/L) (Rizqy & Cundaningsih, 2025). Tingginya konsentrasi fosfat disebabkan oleh limpasan dari lahan pertanian yang menggunakan pupuk kimia berlebihan serta limbah domestik yang tidak diolah terlebih dahulu (Rizqy & Cundaningsih, 2025). Konsentrasi nitrat berkisar 0,09–3,2 mg/L, masih di bawah ambang baku mutu, namun tren peningkatan yang teridentifikasi memerlukan perhatian dan pemantauan berkelanjutan.

### **5.4. Indeks Pencemaran**

Berdasarkan perhitungan Indeks Pencemaran (IP) mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003, seluruh lokasi penelitian berada pada kategori tercemar ringan: Sungai Madiun IP = 2,353 (Rizqy & Cundaningsih,2025), DAS Siak IP = 2,0–3,5 (Hasibuan *et al*, 2022), Sungai Bambar IP = 2,203–3,499 (Suebu, *et al.*, 2024). DAS Kampar menunjukkan status tercemar (Tabrani *et al.*, 2017). Parameter BOD, fosfat, total coliform, dan fecal coliform secara konsisten menjadi parameter dominan yang berkontribusi terhadap nilai IP di seluruh lokasi penelitian.

## **6. Dampak Kesehatan terhadap Masyarakat**

### **6.1. Penyakit Infeksi Saluran Pencernaan**

Tingginya kontaminasi fecal coliform dan *E. coli* mengindikasikan risiko signifikan terhadap penyakit infeksi saluran pencernaan. Konsentrasi fecal coliform yang mencapai 6.000 MPN/100mL enam kali lipat di atas baku mutu kelas II menunjukkan risiko tinggi terhadap diare akut, kolera, tifoid, dan disentri bagi masyarakat yang menggunakan air sungai untuk keperluan MCK, terutama yang bermukim di bantaran sungai (Rizqy & Cundaningsih,2025); (Suebu, *et al.*, 2024). Risiko ini semakin tinggi pada musim kemarau ketika debit air menurun sehingga konsentrasi pencemar meningkat (Hasibuan *et al*, 2022).

### **6.2. Penyakit Kulit dan Respirasi**

Penggunaan air sungai tercemar untuk keperluan mandi berpotensi menyebabkan berbagai gangguan kulit. Tingginya konsentrasi BOD dan COD mengindikasikan pencemaran bahan organik yang tinggi, yang dapat menyebabkan iritasi dan dermatitis kontak. Masyarakat

yang masih menggunakan sungai sebagai sumber air utama untuk aktivitas MCK berada pada risiko paparan tertinggi (Rizqy & Cundaningsih,2025); (Suebu, *et al.*, 2024). Pada musim penghujan, warga sekitar sungai juga melaporkan kekhawatiran terhadap penyakit kulit akibat banjir yang membawa pencemar ke area permukiman Yusriani G., (2020).

### **6.3 Kerentanan Kelompok Rentan**

Dampak kesehatan dirasakan secara tidak proporsional oleh kelompok rentan: anak-anak dengan sistem imun yang belum sempurna, lansia dengan penurunan fungsi imun, ibu hamil yang menghadapi risiko dampak kontaminan terhadap janin, serta masyarakat miskin yang tidak memiliki kemampuan finansial untuk mengakses sumber air bersih alternatif dan layanan kesehatan yang memadai (Hasibuan *et al.*, 2022); (Yusriani, 2020). Kondisi ini mencerminkan ketidakadilan lingkungan (*environmental injustice*) yang menjadi perhatian utama dalam kajian determinan sosial kesehatan (Marmot, *et al.*, 2008); Suebu, *et al.*, 2024).

## **PEMBAHASAN**

### **1. Kerangka Analitik: Model Integratif Determinan Sosial dan Pencemaran Air Sungai**

Sintesis terhadap lima artikel yang dianalisis menghasilkan model integratif yang menggambarkan interaksi multitingkat antara determinan sosial kesehatan, pencemaran air sungai, dan dampak kesehatan masyarakat. Mengadaptasi kerangka konseptual CSDH-WHO (Marmot, *et al.*, 2008); (Solar & Irwin, 2010), model ini menunjukkan bahwa konteks sosioekonomis dan politik (kebijakan, distribusi pendapatan) membentuk determinan struktural (pendidikan, status ekonomi), yang selanjutnya mengkondisikan determinan intermediet (perilaku, akses sanitasi, kondisi permukiman) dalam menentukan tingkat pencemaran air sungai. Pencemaran yang dihasilkan kemudian menentukan besaran dampak kesehatan yang berbeda-beda sesuai tingkat kerentanan masing-masing kelompok masyarakat. Model ini berbeda dari tinjauan literatur terdahulu yang cenderung hanya mengkaji salah satu tingkatan determinan, sehingga kontribusi artikel ini terletak pada integrasi komprehensif seluruh lapisan determinan dalam satu kerangka analitik yang dapat dijadikan acuan penelitian lanjutan maupun perumusan kebijakan.

### **2. Interaksi Determinan Struktural dan Intermediet**

Temuan tinjauan ini menunjukkan bahwa pencemaran air sungai di kawasan Riau merupakan hasil interaksi kompleks antara determinan sosial struktural dan intermediet, sebagaimana diprediksikan oleh kerangka CSDH-WHO (Marmot, *et al.*, 2008); (Solar & Irwin, 2010). Determinan struktural menciptakan kondisi yang kemudian mempengaruhi determinan intermediet: tingkat pendidikan rendah berkorelasi dengan kurangnya pengetahuan tentang bahaya pencemaran dan melemahnya praktik sanitasi (Rizqy & Cundaningsih,2025); (Suebu, *et al.*, 2024). Temuan ini konsisten dengan penelitian Marmot, *et al.*, 2008) yang menegaskan bahwa gradien sosial dalam hal pendidikan dan pendapatan secara sistematis menentukan pola paparan terhadap risiko lingkungan.

Kemiskinan membatasi kemampuan masyarakat untuk mengakses fasilitas sanitasi yang memadai. Pembangunan IPAL rumah tangga memerlukan investasi yang tidak terjangkau oleh masyarakat berpendapatan rendah, sehingga mereka terpaksa membuang limbah langsung ke sungai (Yusriani G.,2020). Kondisi ini mencerminkan "*environmental injustice*" sebagaimana diidentifikasi oleh Singer, *et al.*, (2017) dalam konsep sindemi, yaitu kondisi di mana beban lingkungan dan kesehatan secara tidak proporsional ditanggung oleh kelompok sosial yang paling rentan. Kebijakan, sebagai determinan struktural dengan bobot tertinggi (0,352) dalam analisis AHP (Tabrani *et al.*, 2017), berpotensi mengatasi keterbatasan determinan struktural lainnya apabila diimplementasikan secara konsisten misalnya melalui program subsidi

pembangunan IPAL komunal dan program edukasi kesehatan lingkungan yang didanai pemerintah.

### **3. Pencemaran Multisumber dan Beban Kumulatif**

Pencemaran air sungai di DAS Siak dan DAS Kampar bersumber dari aktivitas domestik, industri perkebunan kelapa sawit, dan pertanian, dengan beban yang bersifat kumulatif dan sinergis, (Hasibuan, 2022); (Tabrani et al, 2017); & (Yusriani, 2020). Limbah domestik menjadi kontributor terbesar: menyumbang 42,41% beban BOD dan 99,71% beban TSS di Kabupaten 50 Kota, Sumatera Barat. Sektor perikanan dan industri menyumbang 52,18% beban BOD dan 70,11% beban COD di Kabupaten Pasaman (Tabrani *et al.*, 2017). Pola multisumber ini berbeda dari temuan Suebu et al., (2024), pada Sungai Bambar di Jayapura, di mana alih fungsi lahan untuk pertanian di hulu DAS menjadi kontributor utama pencemaran TSS dan nutrisi. Perbedaan pola kontribusi sumber pencemar ini menegaskan bahwa strategi pengendalian perlu disesuaikan dengan profil pencemaran lokal yang spesifik.

### **4. Dampak Kesehatan dan Implikasi Kebijakan Kesehatan Masyarakat**

Temuan bahwa fecal coliform mencapai 6.000 MPN/100ml enam kali lipat di atas baku mutu kelas II mengindikasikan risiko tinggi terhadap waterborne diseases, terutama di komunitas yang masih menggunakan air sungai untuk MCK (Rizqy & Cundaningsih, 2025). Hal ini konsisten dengan estimasi beban penyakit global dari air dan sanitasi tidak memadai yang dilaporkan Prüss-Ustün et al. (2019) diare saja bertanggung jawab atas 1,7 miliar kasus per tahun secara global, dengan kelompok anak-anak di bawah lima tahun menanggung beban terbesar. Keterbatasan utama artikel-artikel yang dianalisis adalah kurangnya data epidemiologis yang secara langsung menghubungkan kualitas air dengan kejadian penyakit di tingkat populasi sebagian besar artikel berfokus pada pengukuran parameter fisikokimia dan mikrobiologis tanpa mengaitkan data tersebut dengan data surveilans kesehatan berbasis komunitas. Hal ini menjadi kesenjangan penelitian yang perlu ditangani dalam studi lanjutan.

### **5. Kontribusi terhadap Literatur dan Strategi Pengendalian Pencemaran**

Tinjauan ini memberikan kontribusi ilmiah dengan mengintegrasikan kerangka determinan sosial kesehatan ke dalam kajian pencemaran air sungai yang selama ini lebih banyak didominasi perspektif teknis. Berbeda dari tinjauan Williams-Brennan et al. tentang determinan sosial dalam konteks skrining kesehatan, atau Dolatian et al. yang mengkaji determinan kelahiran prematur, artikel ini secara spesifik memadukan dimensi lingkungan dan kesehatan masyarakat dalam konteks DAS tropis di Indonesia. Strategi pengendalian yang efektif harus bersifat multifaset dan menasar akar masalah di semua tingkatan: pendekatan upstream (kebijakan, regulasi, pendidikan, pengentasan kemiskinan); pendekatan midstream (infrastruktur sanitasi, perubahan perilaku); dan pendekatan downstream (pengawasan, penegakan hukum, respons layanan kesehatan) (Marmot et al., 2008); (Tabrani, *et al.*, 2017).

Koordinasi antar stakeholder merupakan kunci keberhasilan. Analisis AHP (Tabrani, *et al.*, 2017), mengidentifikasi pemerintah sebagai aktor utama (bobot 0,342), diikuti LSM (0,288), lembaga penelitian dan perguruan tinggi (0,206), serta industri (0,165). Model kemitraan publik-swasta (public-private partnership) perlu diperkuat untuk membiayai pembangunan infrastruktur sanitasi skala besar. Sementara itu, pembentukan kelompok peduli sungai di tingkat desa/kelurahan terbukti efektif dalam meningkatkan partisipasi masyarakat dan memelihara kualitas air secara berkelanjutan (Suebu, et al, 2024); (Yusriani, 2020).

### **6. Keterbatasan Penelitian**

Tinjauan ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, jumlah artikel yang memenuhi kriteria inklusi terbatas pada lima studi, yang mungkin belum sepenuhnya

merepresentasikan keragaman kondisi di seluruh kawasan DAS Siak dan DAS Kampar. Kedua, sebagian besar penelitian yang dianalisis menggunakan desain cross-sectional yang hanya memberikan gambaran kondisi pada satu titik waktu (snapshot) tanpa dapat menangkap dinamika perubahan pencemaran dari waktu ke waktu. Ketiga, kurangnya data epidemiologis yang secara langsung menghubungkan kualitas air dengan kejadian penyakit membatasi kemampuan tinjauan ini dalam mengestimasi besaran dampak kesehatan secara kuantitatif. Keempat, satu studi yang diinklusi (Yusriani, 2020) merupakan karya akademik tingkat sarjana (skripsi), sehingga tingkat metodologis dan peer-review-nya berbeda dengan artikel jurnal terindeks.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan tinjauan literatur sistematis terhadap lima artikel yang membahas pencemaran air sungai di kawasan Riau, dapat disimpulkan bahwa: (1) Determinan sosial kesehatan structural meliputi tingkat pendidikan dan pengetahuan masyarakat, status ekonomi, dan kebijakan pemerintah (bobot tertinggi 0,352) dan determinan intermediet meliputi akses sanitasi (0,225), perilaku masyarakat (0,141), kondisi permukiman, dan faktor psikososial berinteraksi secara dinamis dalam membentuk profil pencemaran air sungai di DAS Siak dan DAS Kampar. (2) Sumber pencemaran utama di kawasan ini berasal dari limbah domestik, industri perkebunan kelapa sawit, dan pertanian, dengan status mutu air berkategori tercemar ringan (IP 2,0–3,5) namun tetap menimbulkan risiko kesehatan yang nyata, terutama melalui kontaminasi mikrobiologis yang melampaui baku mutu kelas II. (3) Kelompok rentan anak-anak, lansia, ibu hamil, dan masyarakat miskin menanggung beban risiko kesehatan yang tidak proporsional, terutama untuk penyakit infeksi saluran pencernaan, penyakit kulit, dan gangguan kesehatan lain yang berhubungan dengan paparan air tercemar.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anisafitri J, Khairuddin K, Rasmi DAC. Analisis Total Bakteri Coliform sebagai Indikator Pencemaran Air pada Sungai Unus Lombok. *Jurnal Pijar MIPA*. 2020;15(3):266-271.
- Desi Nursaini, Harahap A. Kualitas Air Sungai. *Bioedusains: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 2022;5(1):312-321.
- Dolatian M, Mirabzadeh A, Forozan AS, Sajjadi H, Alavi Majd H, Moafi F. Preterm delivery and psycho-social determinants of health based on World Health Organization model in Iran: A narrative review. *Global Journal of Health Science*. 2013;5(1):52-64.
- Hasibuan M, Cahyono K, Hasibuan S. Kajian Beban Pencemar dan Daya Tampung Beban Pencemar Air di Daerah Aliran Sungai Siak. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*. 2022;6(1):45-56.
- Homedes N, Ugalde A. Why neoliberal health reforms have failed in Latin America. *Health Policy*. 2005;71(1):83-96.
- Marmot M, Friel S, Bell R, Houweling TAJ, Taylor S. Closing the gap in a generation: Health equity through action on the social determinants of health. *Lancet*. 2008;372(9650):1661-1669.
- Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*. 2015;4(1):1.
- Rizqy WN, Cundaningsih N. Upaya Pengelolaan Sungai Madiun Melalui Penentuan Indeks Pencemaran Air. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2025;10(1):12634-12643.
- Singer M, Bulled N, Ostrach B, Mendenhall E. Syndemics and the biosocial conception of health. *Lancet*. 2017;389(10072):941-950

- Suebu EF, Manalu J, Siallagan J, Doloksaribu F. Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Bambar yang Bermuara di Danau Sentani Kabupaten Jayapura. *Portal Sipil*. 2024;13(1):31-39.
- Syariz A. Analisa Perubahan Kualitas Air dengan Menggunakan Citra Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS). Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November; 2015.
- Tabrani, Siswanto, Suprayogi I. Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Kampar dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *Jom FTEKNIK*. 2017;4(1):1-11.
- Williams-Brennan L, Gastaldo D, Cole DC, Paszat L. Social determinants of health associated with cervical cancer screening among women living in developing countries: A scoping review. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. 2012;286(6):1487-1505.
- World Health Organization. *Closing the gap: Policy into practice on social determinants of health*. Geneva: WHO; 2011.
- Yusriani G. Strategi Pengendalian Pencemaran Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak di Kabupaten Siak. Skripsi. Pekanbaru: Universitas Riau; 2020.