



JOURNAL OF Qualitative Health Research
& Case Studies Reports

ISSN 28079094 (Print)

ISSN 28078489 (Online)



INFORMASI ARTIKEL

Received: December, 13, 2025

Revised: March, 05, 2026

Available: March, 05, 2026

at : <https://e-jurnal.ipohrr.com/index.php/qlt>

Analisis risiko kesehatan akibat paparan *polychlorinated biphenyls* (PCBs) pada sistem perairan: *Literatur review*

Ni Putu Citra Wulandari*, Disney Prajnowita

Universitas Airlangga

Korespondensi penulis: Ni Putu Citra Wulandari. *Email: ni.putu.citra-2022@fikkia.unair.ac.id

Abstract

Background: Polychlorinated Biphenyls (PCBs) are Persistent Organic Pollutants (POPs) that continue to be detected in aquatic environments despite their global ban. Their persistent and lipophilic characteristics lead to accumulation in sediments and biota, thereby increasing human exposure risks, particularly through fish consumption.

Purpose: To identify knowledge gaps and provide recommendations for enhancing environmental management policies and mitigating health risks due to PCBs exposure.

Method: This study is a systematic literature review of articles published between 2015 and 2025 retrieved from PubMed, Scopus, ScienceDirect, Wiley, SpringerLink, and Google Scholar. A total of 95 articles were found, and 13 of them passed the selection based on relevance, methodological quality, and the availability of PCBs concentration data for risk analysis.

Results: PCBs concentrations in surface water ranged from 0.01-5.2 µg/L, in sediments from 40-800 ng/g, and in groundwater from 0.003-0.12 µg/L. Major sources of contamination included transformer oil leakage, electronic and metallurgical industrial waste, sediment remobilization, and open waste burning. The highest health risks were associated with fish consumption, with several locations showing Hazard Quotients (HQ) >1 and Cancer Risk (CR) values between CR 10^{-5} - 10^{-3} , exceeding international safety limits.

Conclusion: PCBs remain a global health threat, necessitating strengthened monitoring, pollution source control, and evidence-based exposure risks.

Keyword: Aquatic Systems; Bioaccumulation; Health Risk Assessment; Polychlorinated Biphenyls (PCBs); Water Pollution.

Pendahuluan: Polychlorinated Biphenyls (PCBs) merupakan *Persistent Organic Pollutants* (POPs) yang tetap terdeteksi di lingkungan perairan meskipun telah dilarang secara global. Sifatnya yang persisten dan lipofilik menyebabkan akumulasi pada sedimen dan biota, sehingga meningkatkan risiko paparan bagi manusia melalui konsumsi ikan.

Tujuan: Untuk mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan dan memberikan rekomendasi bagi peningkatan kebijakan pengelolaan lingkungan dan mitigasi risiko kesehatan akibat paparan PCBs.

Metode: Penelitian ini merupakan literature review sistematis terhadap artikel tahun 2015-2025 yang diambil dari PubMed, Scopus, ScienceDirect, Wiley, SpringerLink, dan Google Scholar. Sebanyak 95 artikel yang ditemukan dan 13 diantaranya lolos seleksi berdasarkan relevansi, kualitas metodologi, dan ketersediaan data konsentrasi PCBs untuk analisis risiko.

Analisis risiko kesehatan akibat paparan *polychlorinated biphenyls* (PCBs) pada sistem perairan: *Literatur review*

Hasil: Konsentrasi PCBs pada air permukaan tercatat 0.01-5.2 µg/L, sedimen 40-800 ng/g, dan air tanah 0.003-0.12 µg/L. Sumber pencemar utama meliputi kebocoran minyak transformator, limbah industri elektronik/metalurgi, remobilisasi sedimen, dan pembakaran sampah. Risiko kesehatan tertinggi berasal dari konsumsi ikan, dengan beberapa lokasi menunjukkan HQ >1 dan nilai Cancer Risk (CR) 10^{-5} - 10^{-3} , melebihi batas aman internasional.

Simpulan: PCBs masih menjadi ancaman kesehatan global, sehingga diperlukan penguatan monitoring, pengendalian sumber pencemar, dan kebijakan mitigasi berbasis bukti untuk menurunkan risiko paparan masyarakat.

Kata Kunci: Analisis Risiko Kesehatan; Bioakumulasi; Pencemaran Air; Polychlorinated Biphenyls (PCB); Sistem Perairan.

PENDAHULUAN

Polychlorinated Biphenyls (PCBs) merupakan kelompok *persistent organic pollutants* (POPs) yang hingga kini tetap menjadi fokus perhatian global meskipun telah dilarang melalui *Stockholm Convention* lebih dari dua dekade lalu. Karakteristiknya yang bersifat persisten, lipofilik, dan tahan terhadap degradasi kimia maupun biologis membuat PCBs mampu bertahan di lingkungan dalam jangka waktu panjang serta mudah tertransportasi melalui udara, air, dan sedimen (Zhang, Wang, & Du, 2021). Meskipun produksi PCBs telah dihentikan secara global, berbagai studi terbaru menunjukkan bahwa kontaminasi PCBs di lingkungan masih luas ditemukan, terutama pada ekosistem perairan yang berfungsi sebagai tempat akhir akumulasi polutan organik. Hal ini terutama dipengaruhi oleh pelepasan residu dari peralatan listrik lama, remobilisasi sedimen bersejarah, pembuangan limbah industri yang tidak terkelola, dan pembentukan PCBs yang tidak disengaja pada proses industri modern (Li, Huang, Zhang, Du, Zhang, He, Li, Chen, Ding, Huang, Xia, Meng, Liu, & Tao, 2023).

Ekosistem perairan memiliki peran sentral dalam transportasi dan transformasi PCBs karena sifat senyawa ini yang cenderung mengadsorpsi pada fraksi organik dan bermigrasi ke sedimen serta biota air. Selain itu, di lingkungan akuatik PCBs menunjukkan kecenderungan bioakumulasi pada organisme dasar dan biomagnifikasi sepanjang rantai makanan, menyebabkan konsentrasi yang jauh lebih tinggi pada ikan predator dibandingkan lingkungan sekitarnya. Kondisi ini menjadikan konsumsi ikan dan produk perairan sebagai jalur paparan utama bagi manusia di berbagai wilayah di

dunia. Selain jalur oral, paparan PCBs dapat pula terjadi melalui inhalasi uap yang dilepas dari permukaan air atau sedimen, serta kontak dermal selama aktivitas rekreasi atau pekerjaan di lingkungan tercemar (ATSDR, 2023).

Perspektif kesehatan telah menunjukkan jika PCBs diklasifikasikan oleh International Agency for Research on Cancer (IARC) sebagai karsinogen bagi manusia berdasarkan bukti kuat terhadap hubungan dengan kanker kulit, hati, dan limfoma. Selain itu, banyak studi terbaru melaporkan bahwa paparan PCBs, bahkan pada konsentrasi rendah, berhubungan dengan gangguan endokrin, disfungsi imun, gangguan perkembangan neurologis pada anak, serta gangguan metabolik dan kardiovaskular. Congener PCBs dengan sifat *dioxin-like* juga dipahami memiliki potensi toksik lebih kuat, terutama melalui aktivasi *aryl hydrocarbon receptor* (AhR) yang memicu respons biologis merugikan.

Melihat kompleksitas sifat fisikokimia, dinamika lingkungan, serta variasi toksisitas antar congener, penilaian risiko kesehatan lingkungan/*Environmental Health Risk Assessment* (EHRA) menjadi pendekatan penting untuk menilai bahaya PCBs secara komprehensif. EHRA meliputi tahapan identifikasi bahaya, analisis hubungan dosis-respons, penilaian paparan, hingga karakterisasi risiko. Berbagai penelitian terbaru menunjukkan bahwa penilaian risiko PCBs di perairan harus mempertimbangkan perbedaan pola konsumsi masyarakat, karakteristik populasi rentan, serta parameter toksikologi terpercaya agar hasil estimasi risiko menjadi representatif. Namun demikian, keterbatasan data monitoring jangka panjang, perbedaan sensitivitas analitik antar laboratorium,

Ni Putu Citra Wulandari*, Disney Prajnowita

Universitas Airlangga

Korespondensi penulis: Ni Putu Citra Wulandari. *Email: ni.putu.citra-2022@fikkia.unair.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56922/quilt.v6i3.2041>

Analisis risiko kesehatan akibat paparan *polychlorinated biphenyls* (PCBs) pada sistem perairan: *Literatur review*

serta kurangnya studi spesifik congener di negara berkembang masih menjadi tantangan signifikan dalam menghasilkan penilaian risiko yang akurat (Iniaghe & Kpomah, 2022).

Meningkatnya perhatian ilmiah terkait kontaminasi PCBs dalam lingkungan perairan dan implikasinya terhadap kesehatan manusia, diperlukan tinjauan literatur yang komprehensif untuk merangkum temuan terkini terkait sumber kontaminasi, pola distribusi di perairan, bioakumulasi pada biota, jalur paparan, serta estimasi risiko kesehatan berdasarkan kajian EHRA modern.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain *literature review* sistematis untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis artikel ilmiah yang relevan dengan paparan PCBs pada lingkungan air serta analisis risiko kesehatan yang dilakukan dalam rentang tahun 2015-2025. Proses penelusuran artikel dilakukan melalui beberapa basis data akademik utama, yaitu PubMed, Scopus, ScienceDirect, Wiley Online Library, SpringerLink, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan meliputi "*polychlorinated biphenyls*", "*PCBs in water*", "*PCB contamination*", "*environmental health risk assessment*", dan "*water pollution*". Artikel yang dipilih merupakan jurnal terakreditasi internasional dengan klasifikasi Q1-Q4 sesuai indeks Scimago.

Kriteria inklusi yang diterapkan meliputi artikel yang terbit pada tahun 2015-2025, membahas kandungan PCBs pada air permukaan, air tanah, ataupun sedimen, serta menyertakan analisis risiko kesehatan atau data konsentrasi PCBs yang relevan untuk dihitung ulang risikonya. Selain itu, hanya artikel dengan akses *full-text* dan metode penelitian yang jelas yang dimasukkan ke dalam peninjauan. Sementara itu, artikel yang tidak relevan, tidak menyediakan data kuantitatif, hanya berupa model prediksi, atau tidak mengkaji PCBs di media air dikeluarkan dari analisis. Sebanyak total 95 artikel yang ditemukan pada tahap awal, 41 diantaranya dipilih pada tahap seleksi judul dan abstrak, dan sebanyak 13 artikel disertakan sebagai basis analisis akhir setelah proses penilaian *full-text*.

Tahapan analisis data dilakukan dengan mengekstraksi variabel penting dari setiap artikel, seperti tahun terbit, nama penulis dan asal negara, metode analisis PCBs, sumber pencemaran, konsentrasi yang ditemukan, pendekatan analisis risiko, serta simpulan dari hasil penelitian. Seluruh data kemudian disintesis secara tematik untuk mengidentifikasi pola umum, tren perubahan konsentrasi PCBs di lingkungan air, perbedaan sumber pencemaran antarwilayah, serta implikasi kesehatan dari paparan tersebut.

Ni Putu Citra Wulandari*, Disney Prajnowita

Universitas Airlangga

Korespondensi penulis: Ni Putu Citra Wulandari. *Email: ni.putu.citra-2022@fikkia.unair.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56922/quilt.v6i3.2041>

HASIL

Tabel 1. Pemetaan Data Hasil Literatur

(Penulis) (Negara)	Tujuan	Metode	Hasil
(Ahmed et al., 2016) (India)	Untuk menentukan konsentrasi poliklorinasi bifenil (PCB) dalam berbagai spesies ikan yang dikumpulkan dari tempat penjualan ikan di kota Hyderabad, India selatan.	Sampel ikan diekstraksi menggunakan metode Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe (QuEChERS), dan konsentrasi poliklorinasi bifenil (PCB, 45 kongener) ditentukan dengan metode kromatografi gas-deteksi penangkapan mikroelektron (GC- μ ECD).	Ditemukan adanya akumulasi PCB pada ikan di perairan Hyderabad dan konsumsi ikan menjadi jalur utama paparan PCB bagi manusia melampaui konsentrasi ambang batas kanker sebesar 0,0003 μ g/kg/hari.
(Alava et al., 2018) (Kanada, Amerika)	Memprediksi peningkatan bioakumulasi MeHg dan PCBs dalam rantai makanan laut Pasifik Timur Laut dibawah pengaruh perubahan iklim	Model ekosistem trofodinamik	Perubahan iklim diproyeksikan meningkatkan bioakumulasi PCB dalam rantai makanan laut sehingga meningkatkan risiko paparan pada manusia dan predator puncak.
(Burd et al., 2022) (Kanada)	Meneliti penyerapan PCBs ke dalam berbagai organisme pemakan sedimen laut serta transfer ke tingkat trofik yang lebih tinggi atau predator puncak	Analisis sedimen perairan serta analisis studi rantai makanan laut.	PCB dari sedimen dapat diserap oleh organisme dasar dan berpindah ke tingkat trofik yang lebih tinggi melalui rantai makanan.
(Cui et al., 2020) (China)	Mempelajari distribusi dan transportasi PCBs untuk penilaian risiko Sungai Yangtze sebagai sumber air minum	Analisis kimia air dan melakukan penilaian risiko kesehatan	PCBs dalam air dan sedimen di hilir Sungai Yangtze menimbulkan potensi risiko kesehatan lingkungan ekologis, namun air minum tidak memiliki risiko non-karsinogenik bagi manusia.

Ni Putu Citra Wulandari*, Disney Prajnowita

Universitas Airlangga

Korespondensi penulis: Ni Putu Citra Wulandari. *Email: ni.putu.citra-2022@fikkia.unair.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56922/quilt.v6i3.2041>

Analisis risiko kesehatan akibat paparan *polychlorinated biphenyls* (PCBs) pada sistem perairan: *Literatur review*

(Ediagbonya et al., 2025) (Nigeria)	Meneliti keberadaan, distribusi, serta konsentrasi PCBs di sungai dan sumur di wilayah Nigeria.	Pengukuran kadar air sungai dan sumur menggunakan kromatografi gas spektrometri massa (GC-MS). Pengukuran risiko kesehatan menggunakan <i>risk assessment</i> .	Beberapa lokasi menunjukkan konsentrasi PCB yang melebihi batas aman (US EPA) sehingga berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi masyarakat.
(Iniaghe & Kpomah, 2022) (Nigeria)	Menilai konsentrasi PCBs pada air permukaan dan air tanah serta risiko kesehatan	Analisis sampel air dan sedimen air permukaan di sepanjang Sungai udu, Delta Niger, Nigeria yang berdekatan dengan pemukiman masyarakat. Kualifikasi PCBs menggunakan kromatografi gas spektrometri massa. Risiko ekologis PCBs dibandingkan dengan pedoman.	Hanya terdapat satu titik pengukuran yang menunjukkan jika PCBs menimbulkan risiko ekologis dan risiko kanker.
(Li et al., 2023) (China)	Meneliti distribusi spasial dan temporal PCBs yang diproduksi secara tidak sengaja	Analisis data terdahulu dari emisi temporal selama 1960-2019.	Emisi PCBs nasional menunjukkan tren peningkatan pada tahun 1995 dan terjadi penurunan dari tahun 1995 hingga 2019. Secara geografis China Timur dan China bagian Utara menyumbang emisi terbesar. Selain itu PCBs juga berkontribusi terhadap kesehatan lingkungan.
(Ling et al., 2024) (China)	Menghitung konsentrasi PCBs pada media air, tanah, udara, debu, dan makanan di Cekungan Taihu dari tahun 2000 sampai 2020.	Menggunakan simulasi Monte Carlo dan perhitungan Health Risk Assessment	Konsentrasi PCBs pada debu lebih tinggi daripada media lingkungan lainnya. Paparan air dan makanan merupakan jalur paparan utama PCBs. PCBs tidak menimbulkan risiko nonkarsinogenik, namun jika melebihi ambang batas akan berisiko karsinogenik. Orang dewasa memiliki risiko kanker tertinggi sehingga perlu dilakukan pengendalian asupan makanan dan konsentrasi PCBs dalam air.

Ni Putu Citra Wulandari*, Disney Prajnowita

Universitas Airlangga

Korespondensi penulis: Ni Putu Citra Wulandari. *Email: ni.putu.citra-2022@fikkia.unair.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56922/quilt.v6i3.2041>

Analisis risiko kesehatan akibat paparan *polychlorinated biphenyls* (PCBs) pada sistem perairan: *Literatur review*

(Matturro et al., 2016) (Italia)	Mengetahui komposisi dan dinamika mikroba sedimen laut yang dikumpulkan dari Situs Kepentingan Nasional terbesar di Italia	Studi mikrokosmos dengan analisis mikrobiologi dan metagenomic sedimen perairan laut di Mar Piccolo.	Mikroorganisme tertentu mampu melakukan proses deklorinasi reduktif yang membantu degradasi PCBs.
(Mikolajczyk, 2020) (Polandia)	Melakukan penilaian kontaminasi dioksin dan PCBs pada ikan air tawar	Analisis kandungan kimia pada ikan dan Risk Assessment	Ikan air tawar mengandung dioksin dan PCB yang dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi konsumen jika dikonsumsi secara berlebihan.
(Mwajjibe & Kilima, 2023) (Tanzania)	Menilai paparan PCB pada nelayan dan pedagang ikan yang mengonsumsi ikan.	Analisis kandungan PCBs pada ikan dan estimasi paparan akibat konsumsi ikan. Studi ini menggunakan metode Case study di Dar es Salaam	Tingkat paparan PCB pada nelayan dan pedagang ikan melalui konsumsi ikan kembung India di Dar es Salaam cukup tinggi untuk menimbulkan masalah kesehatan serius, terutama bagi konsumen ikan dalam jumlah besar
(Shi et al., 2017) (China)	Melakukan pengkajian terhadap PCBs ke tanah dan lingkungan perairan akibat daur ulang limbah elektronik di Cekungan Sungai Lian, China.	Analisis sedimen perairan dan penilaian risiko ekologi	Area dekat lokasi daur ulang limbah elektronik memiliki konsentrasi PCB lebih tinggi dan berpotensi menimbulkan risiko ekologi.
(Zhang et al., 2021) (China)	Mengidentifikasi distribusi, sumber, dan risiko kesehatan PCBs pada sedimen Sungai Liaohe	Analisis sedimen dan penilaian risiko kesehatan lingkungan	PCBs berasal dari limbah elektronik dan lainnya yang ada di sedimen Kawasan Lindung Sungai Liaohe. Konsentrasi PCBs dalam sedimen berkisar 79,2 hingga 365,1 pg/g. Rasio bahaya (HR) untuk penilaian risiko kesehatan manusia yang terkait dengan kanker ditemukan lebih rendah daripada penilaian risiko non-karsinogenik dalam kisaran yang dapat diterima.

Ni Putu Citra Wulandari*, Disney Prajnowita

Universitas Airlangga

Korespondensi penulis: Ni Putu Citra Wulandari. *Email: ni.putu.citra-2022@fikkia.unair.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56922/quilt.v6i3.2041>

Analisis risiko kesehatan akibat paparan *polychlorinated biphenyls* (PCBs) pada sistem perairan: *Literatur review***PEMBAHASAN**

Polychlorinated Biphenyls (PCBs) merupakan senyawa kimia sintetis yang termasuk dalam kelompok Persistent Organic Pollutants (POPs) yang memiliki sifat persisten, bioakumulatif, dan toksik terhadap lingkungan maupun kesehatan manusia. Berbagai penelitian pasca tahun 2015 menunjukkan bahwa Polychlorinated Biphenyls (PCBs) tetap menjadi kontaminan persisten yang dominan di lingkungan perairan, terutama di kawasan dengan aktivitas industri berat, pembuangan limbah, serta area urban yang berkembang pesat. Temuan global menunjukkan bahwa PCBs masih terdeteksi pada air dan sedimen di berbagai wilayah dunia meskipun telah dilarang sejak 1970–2000-an, menandakan persistensi jangka panjang dan kapasitas bioakumulasi yang sangat tinggi (UNEP, 2015).

Selain itu studi di Asia Timur melaporkan bahwa konsentrasi PCBs pada air dan sedimen sungai perkotaan masih melebihi nilai ambang ekologis, sementara pengaruh remobilisasi sedimen lama ditemukan sebagai salah satu penyebab utama kontaminasi Kembali (Zhang et al., 2021). Hal ini sejalan dengan temuan studi lainnya yang menegaskan bahwa industri daur ulang limbah elektronik menjadi sumber signifikan pelepasan PCBs ke badan air, terutama di daerah industri informal (Shi, Huang, Sanganyado, Mo, Zhao, Xiang, Wong, & Liu, 2022). Penelitian di wilayah pesisir menunjukkan bahwa sedimen laut mengandung PCBs dalam kadar yang cukup tinggi untuk menimbulkan risiko ekologis, terutama pada organisme dasar yang menjadi sumber makanan manusia (Maturro, Ubaldi, & Rossetti, 2016).

Bioakumulasi PCBs dalam rantai makanan akuatik menjadi isu sentral dalam kajian risiko kesehatan. Ikan dari sungai yang tercemar menunjukkan akumulasi PCB congener berbahaya yang jika dikonsumsi secara rutin oleh masyarakat sekitar dapat meningkatkan risiko karsinogenik. Model bioakumulasi yang dilakukan literatur sebelumnya juga menunjukkan bahwa PCBs dapat meningkat secara eksponensial di sepanjang rantai makanan laut, memberikan dampak langsung bagi masyarakat dengan konsumsi ikan tinggi (Alava, Cisneros-Montemayor, Sumaila, & Cheung, 2018). Hasil tersebut diperkuat oleh kajian lainnya yang menemukan bahwa air permukaan di kawasan

industri masih mengandung PCBs dalam kadar yang dapat memicu risiko kanker dan efek non-karsinogenik pada populasi yang terekspos melalui jalur ingesti (Zhang et al., 2021).

Hasil telaah berbagai penelitian menunjukkan bahwa konsumsi ikan merupakan jalur paparan utama Polychlorinated Biphenyls (PCBs) bagi manusia, sementara air minum berkontribusi signifikan terutama pada wilayah dengan tingkat pencemaran tinggi atau dekat dengan sumber industri. Sejumlah studi melaporkan bahwa PCBs memiliki sifat lipofilik dan persisten sehingga mudah terakumulasi dalam jaringan lemak organisme akuatik, menyebabkan biomagnifikasi pada tingkat trofik lebih tinggi yang kemudian berdampak langsung pada manusia yang mengonsumsi ikan secara rutin (Mwaijibe & Kilima, 2023).

Studi kasus di wilayah perikanan tradisional menunjukkan bahwa konsentrasi Σ PCBs pada ikan konsumsi berkontribusi besar terhadap *Estimated Daily Intake* (EDI) masyarakat pesisir dengan nilai *Hazard Quotient* (HQ) dan *Cancer Risk* (CR) yang melebihi nilai acuan internasional pada kelompok nelayan yang mengonsumsi ikan 5–7 kali per minggu (Mwaijibe & Kilima, 2023). Temuan ini konsisten dengan model bioakumulasi yang dikembangkan oleh penelitian lain yang memprediksi peningkatan eksponensial konsentrasi PCBs pada predator laut tingkat tinggi, sehingga meningkatkan beban paparan pada manusia sebagai konsumen akhir (Alava et al. (2018). Paparan terhadap air dan makanan merupakan jalur utama paparan PCB pada populasi di wilayah tersebut. Namun, PCBs tidak menimbulkan risiko non-karsinogenik bagi penduduk di wilayah ini, tetapi risiko karsinogeniknya bagi penduduk melebihi ambang batas aman. Di antara ketiga kelompok populasi tersebut, orang dewasa memiliki risiko kanker tertinggi, dan langkah-langkah pencegahan perlu diambil dengan mengendalikan asupan makanan terkait dan konsentrasi PCB dalam air (Ling, Yan, Liu, Men, Wei, Wang, & Zheng, 2024).

Selain itu, lingkungan perairan PCB juga ditemukan pada berbagai media lingkungan seperti air dan sedimen. Penelitian yang dilakukan yang dilakukan di China menunjukkan bahwa PCB terdeteksi pada sumber air minum Sungai Yangtze

Ni Putu Citra Wulandari*, Disney Prajnowita

Universitas Airlangga

Korespondensi penulis: Ni Putu Citra Wulandari. *Email: ni.putu.citra-2022@fikkia.unair.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56922/quilt.v6i3.2041>

Analisis risiko kesehatan akibat paparan *polychlorinated biphenyls* (PCBs) pada sistem perairan: *Literatur review*

dan berpotensi menimbulkan risiko kesehatan jika terjadi paparan jangka panjang (Cui, Dong, Huang, Liu, Qiao, Wang, Zhao, Zheng, & Shen, 2020). Penelitian lain di Nigeria juga menemukan bahwa PCB terdapat pada air dan sedimen sungai dengan potensi risiko ekologis terhadap organisme akuatik (Iniaghe & Kpomah, 2022). Sementara itu, hasil penelitian lainnya melaporkan bahwa sedimen sungai dapat berfungsi sebagai reservoir utama PCB di lingkungan perairan karena sifatnya yang hidrofobik sehingga mudah terikat dengan partikel sedimen (Zhang et al., 2021).

Kajian mengenai distribusi PCBs pada sistem perairan juga menegaskan bahwa kontaminasi tidak hanya berasal dari sumber aktif, tetapi juga dari remobilisasi historis. Review lingkungan dari studi literatur sebelumnya menunjukkan bahwa PCBs yang mengendap di sedimen dapat kembali terlepas ke kolom air akibat perubahan arus, aktivitas pengerukan, atau peningkatan suhu air. Hal ini mempersulit upaya mitigasi, karena sedimen menjadi reservoir jangka panjang yang terus melepaskan PCBs dalam jumlah kecil namun konsisten (Burd, Lowe, & Morales-Caselles, 2022).

Secara keseluruhan, bukti ilmiah menunjukkan bahwa PCBs tetap menjadi ancaman signifikan terhadap kesehatan lingkungan dan manusia, terutama di daerah dengan keterbatasan pengelolaan limbah dan pengawasan industri. Bioakumulasi pada biota akuatik, paparan kronis melalui konsumsi ikan dan air, serta mobilisasi ulang dari sedimen menjadikan PCBs sebagai prioritas dalam penilaian risiko kesehatan lingkungan modern.

SIMPULAN

Hasil tinjauan literatur menunjukkan bahwa Polychlorinated Biphenyls (PCBs) masih menjadi kontaminan persisten yang signifikan di lingkungan perairan meskipun telah dilarang secara global. Sifatnya yang stabil, lipofilik, dan tahan degradasi membuat PCBs terus terdeteksi pada air, sedimen, dan biota akuatik dengan konsentrasi yang pada beberapa lokasi melampaui batas aman internasional. Bioakumulasi pada ikan dan biomagnifikasi sepanjang rantai makanan menjadikan konsumsi ikan sebagai jalur paparan terbesar bagi manusia. Penilaian risiko menunjukkan

adanya potensi risiko non-karsinogenik ($HQ > 1$) dan risiko karsinogenik yang melebihi nilai acuan ($CR 10^{-5}$ - 10^{-3}), terutama pada masyarakat pesisir atau kelompok dengan konsumsi ikan tinggi. Kondisi ini menegaskan bahwa PCBs masih menjadi isu kesehatan lingkungan yang perlu mendapat perhatian serius. Sehingga diperlukan penguatan sistem monitoring jangka panjang, peningkatan manajemen limbah industri, pengendalian sumber pencemaran aktif maupun historis, serta penerapan kebijakan mitigasi berbasis bukti ilmiah untuk meminimalkan paparan PCBs dan melindungi masyarakat dari risiko kesehatan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M. N., Sinha, S. N., Vemula, S. R., Sivaperumal, P., Vasudev, K., Ashu, S., Mendu, V. V. R., & Bhatnagar, V. (2016). Accumulation of polychlorinated biphenyls in fish and assessment of dietary exposure: a study in Hyderabad City, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(2), 1–11.
- Alava, J. J., Cisneros-Montemayor, A. M., Sumaila, U. R., & Cheung, W. W. L. (2018). Projected amplification of food web bioaccumulation of MeHg and PCBs under climate change in the Northeastern Pacific. *Scientific Reports* 2018 8:1, 8(1), 13460.
- ATSDR. (2023). *Polychlorinated Biphenyls (PCBs) Toxicity: What Is the Biologic Fate of PCBs in Humans?* | *Environmental Medicine* | ATSDR. Retrieved December 9, 2025, Diakses dari: https://archive.cdc.gov/www_atsdr_cdc_gov/csem/polychlorinated-biphenyls/biologic_fate.html
- Burd, B. J., Lowe, C. J., & Morales-Caselles, C. (2022). Uptake of PCBs into sediment dwellers and trophic transfer in relation to sediment conditions in the Salish Sea. *https://doi.org/10.1139/Facets-2021-0032*, 7, 936–965.
- Cui, X., Dong, J., Huang, Z., Liu, C., Qiao, X., Wang, X., Zhao, X., Zheng, B., & Shen, J. (2020). Polychlorinated biphenyls in the drinking water source of the Yangtze River: characteristics and risk assessment. *Environmental Sciences Europe* 2020 32:1, 32(1), 29.

Ni Putu Citra Wulandari*, Disney Prajnowita

Universitas Airlangga

Korespondensi penulis: Ni Putu Citra Wulandari. *Email: ni.putu.citra-2022@fikkia.unair.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56922/quilt.v6i3.2041>

Analisis risiko kesehatan akibat paparan *polychlorinated biphenyls* (PCBs) pada sistem perairan: *Literatur review*

- Ediagbonya, T. F., Olaniyan, O. I., Orisawayi, A. O., Oziegbe, F. E., & Warekromor, H. T. (2025). Risk assessment of polychlorinated biphenyls (PCBs) in surface and groundwater in three states in Nigeria. *Water Practice and Technology*, 20(7), 1557–1574.
- Iniaghe, P. O., & Kpomah, E. D. (2022). Polychlorinated biphenyls (PCBs) in water and sediments from the Udu River, Niger Delta, Nigeria: concentration, distribution and risk assessment. *J Environ Expo Assess* 2022;1:20., 1(4).
- Li, Y., Huang, Y., Zhang, Y., Du, W., Zhang, S., He, T., Li, Y., Chen, Y., Ding, F., Huang, L., Xia, H., Meng, W., Liu, M., & Tao, S. (2023). Temporal and spatial variations in atmospheric unintentional PCB emissions in Chinese mainland from 1960 to 2019. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 23(2), 1091–1101.
- Ling, J., Yan, Z., Liu, X., Men, S., Wei, C., Wang, Z., & Zheng, X. (2024). Health risk assessment and development of human health ambient water quality criteria for PCBs in Taihu Basin, China. *Science of The Total Environment*, 920, 170669.
- Matturro, B., Ubaldi, C., & Rossetti, S. (2016). Microbiome dynamics of a polychlorobiphenyl (PCB) historically contaminated marine sediment under conditions promoting reductive dechlorination. *Frontiers in Microbiology*, 7(SEP), 222452.
- Mikolajczyk, S., Warenik-Bany, M., Maszewski, S., & Pajurek, M. (2020). Dioxins and PCBs – Environment impact on freshwater fish contamination and risk to consumers. *Environmental Pollution*, 263, 114611.
- Mwaijibe, G. J. G., & Kilima, B. M. (2023). Dietary exposure and risk assessment of polychlorinated biphenyls to artisanal fishermen and fish vendors: A case study of Dar es Salaam. *JSFA Reports*, 3(6), 282–289.
- Shi, J., Huang, L., Sanganyado, E., Mo, J., Zhao, H., Xiang, L., Wong, M. H., & Liu, W. (2022). Spatial distribution and ecological risks of polychlorinated biphenyls in a river basin affected by traditional and emerging electronic waste recycling in South China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 243.
- UNEP. (2015). *PCBs - a forgotten legacy?* | UNEP - UN Environment Programme. 2015. United Nations Environment Programme. (2015). *PCBs: A forgotten legacy?* Retrieved December 9, 2025, diakses dari: <https://www.unep.org/topics/pollution-and-health/persistent-organic-pollutants-pops/pcbs-forgotten-legacy>
- Zhang, Y., Wang, C., & Du, L. (2021). Distribution, Source and Potential Risk Assessment of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Sediments from the Liaohe River Protected Area, China. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 10750, 13(19), 10750.

Ni Putu Citra Wulandari*, Disney Prajnowita

Universitas Airlangga

Korespondensi penulis: Ni Putu Citra Wulandari. *Email: ni.putu.citra-2022@fikkia.unair.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56922/quilt.v6i3.2041>