

ANALISIS EFEK PAPARAN LOGAM BERAT TERHADAP KESEHATAN: STUDI TOKSIKOLOGI PADA AIR MINUM DI DAERAH TERCEMAR

¹Nabila Aulia Zahra, ²Suherman Jaksa, ³Nurmalia Lusida

^{1,2,3}Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Jakarta Gedung A, Jl. KH. Ahmad Dahlan, Ciputat, Ciputat Timur, Tangerang Selatan, 15419, Indonesia

nabilazahrn@gmail.com, suherman@umj.ac.id

ABSTRAK

Paparan logam berat melalui air minum merupakan masalah kesehatan masyarakat yang serius, terutama di daerah yang tercemar akibat aktivitas antropogenik seperti industri dan pertambangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efek paparan logam berat terhadap kesehatan manusia dengan fokus pada studi toksikologi di daerah yang terpengaruh. Metode yang digunakan meliputi pengambilan sampel air minum untuk mengukur konsentrasi logam berat, serta analisis statistik untuk mengevaluasi hubungan antara kadar logam berat dan risiko kesehatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat seperti kromium dan arsen dalam air minum melebihi ambang batas yang ditetapkan, dengan proporsi masyarakat yang mengonsumsi air tercemar mencapai 20,5% untuk kromium dan 40% untuk arsen. Analisis menunjukkan hubungan yang signifikan antara konsentrasi logam berat dan risiko kesehatan, dengan nilai koefisien korelasi yang sangat kuat ($r=0,927$ untuk kromium dan $r=0,936$ untuk arsen). Temuan ini menegaskan perlunya perhatian serius terhadap kualitas air minum dan implementasi langkah-langkah mitigasi untuk melindungi kesehatan masyarakat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan kebijakan pengelolaan sumber daya air yang lebih baik dan meningkatkan kesadaran

Article history

Received: Juli 2025
Reviewed: Juli 2025
Published: Juli 2025

Plagiarism checker no 235
Prefix doi :
10.8734/Nutricia.v1i2.365

Copyright : Author
Publish by : Nutricia



This work is licensed under a [creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

masyarakat tentang risiko kesehatan akibat paparan logam berat.

Kata Kunci : logam berat, air minum, toksikologi

ABSTRACT

Exposure to heavy metals through drinking water is a serious public health problem, especially in areas polluted by anthropogenic activities such as industry and mining. This study aims to analyze the effects of heavy metal exposure on human health with a focus on toxicological studies in affected areas. The methods used include drinking water sampling to measure heavy metal concentrations, as well as statistical analysis to evaluate the relationship between heavy metal levels and health risks. The results showed that the concentrations of heavy metals such as chromium and arsenic in drinking water exceeded the established threshold, with the proportion of people consuming polluted water reaching 20.5% for chromium and 40% for arsenic. The analysis showed a significant relationship between heavy metal concentrations and health risks, with very strong correlation coefficient values ($r = 0.927$ for chromium and $r = 0.936$ for arsenic). These findings emphasize the need for serious attention to drinking water quality and the implementation of mitigation measures to protect public health. This study is expected to contribute to the development of better water resource management policies and increase public awareness of the health risks of heavy metal exposure.

Keywords : heavy metals, drinking water, toxicology

Pendahuluan

Logam berat merupakan salah satu kontaminan lingkungan yang signifikan dan dapat memberikan dampak serius terhadap kesehatan manusia. Paparan logam berat seperti timbal, merkuri, kadmium, dan arsenik sering kali terjadi melalui berbagai media, salah satunya adalah air minum. Di banyak daerah, terutama yang terletak dekat dengan industri, pertambangan, atau lokasi pembuangan limbah, kualitas air minum dapat terancam oleh pencemaran logam berat.

Studi toksikologi menjadi sangat penting dalam konteks ini, karena dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai efek biologis dari paparan logam berat.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak kesehatan yang ditimbulkan oleh logam berat yang terdeteksi dalam air minum di daerah tercemar. Melalui pendekatan toksikologi, kita dapat mengevaluasi mekanisme kerusakan yang ditimbulkan oleh logam berat, serta mengidentifikasi kelompok rentan yang paling berisiko, seperti anak-anak dan wanita hamil.

Kesehatan masyarakat menjadi perhatian utama dalam konteks pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis yang komprehensif mengenai kadar logam berat dalam air minum dan hubungannya dengan masalah kesehatan yang muncul. Dengan memahami efek paparan logam berat, diharapkan dapat diambil langkah-langkah pencegahan yang efektif untuk melindungi kesehatan masyarakat dan lingkungan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya mitigasi risiko kesehatan akibat pencemaran logam berat, serta mendorong kebijakan yang lebih baik dalam pengelolaan sumber daya air.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur yang mana melakukan serangkaian penelitian yang melibatkan berbagai macam informasi yang berasal dari dokumen, dan sebagainya dengan tujuan untuk menemukan berbagai macam teori dan gagasan yang kemudian dapat dirumuskan hasil sesuai dengan tujuan penelitian. Kajian literatur dalam penelitian ini dilakukan guna mendapatkan kesimpulan mengenai Analisis Efek Paparan Logam Berat Terhadap Kesehatan: Studi Toksikologi pada Air Minum di Daerah Tercemar. Rentang tahun yang digunakan dari tahun 2020-2025 Adapun beberapa literatur yang dikaji yang tercantum dalam tabel 1 dibawah ini :

No.	Researcher's Name	Title	Years	Abstract
1.	Yutika Nadira Thaher	Analisis Pengaruh Logam Berat Dalam Air Bersih/Minum Terhadap Risiko	Maret 2022	Orofacial Cleft (OFC), dikenal dengan bibir sumbing dan/atau celah langit-langit mulut merupakan cacat bawaan lahir paling umum di dunia. OFC termasuk cacat lahir tertinggi

Kejadian Bibir
Sumbing Atau
Celah Langit-
Langit Mulut Di
Kabupaten
Bandung
(Yutika Nadira
Thaher, 2022)

kedua di Indonesia dan Kabupaten Bandung menempati prevalensi tertinggi kedua di Jawa Barat. Masyarakat Kabupaten Bandung umumnya menggunakan air tanah dangkal yang mudah tercemar dari aktivitas antropogenik di sekitarnya, termasuk logam berat. Paparan logam berat selama trimester pertama kehamilan berpotensi meningkatkan risiko OFC pada keturunannya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi logam berat dalam sumber air bersih/minum, serta menganalisis hubungan dan pengaruhnya terhadap risiko kejadian OFC di Kabupaten Bandung. Sampling air bersih/minum dilakukan dengan metode grab sample di Kabupaten Bandung dengan total 48 sampel dari 15 kecamatan. Penentuan lokasi kecamatan berdasarkan banyaknya jumlah kejadian kasus celah orofasial yang terjadi di Kabupaten Bandung. Pengukuran logam berat mengacu pada SNI 6989-82:2018 dengan alat ICP-OES. Analisis data statistik Rank Spearman (bivariat) dan analisis regresi linear berganda (multivariat) digunakan pada penelitian ini. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat

beberapa sampel air yang melebihi baku mutu Hg, Pb, Cd masing-masing sebesar 8 sampel air, 38 sampel air, dan 1 sampel air. Selain itu, terdapat hubungan antara konsentrasi merkuri dalam sumber air bersih/minum terhadap konsentrasi merkuri dalam darah bayi OFC (p-value >0,05), namun tidak dapat menentukan hubungannya terhadap risiko kejadian OFC secara statistik. Tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara konsentrasi logam dalam air sumur (X1) dan logam dalam air isi ulang (X2) terhadap konsentrasi logam dalam darah bayi OFC (Y) secara simultan dan parsial. Hasil ini tidak dapat menentukan hubungannya terhadap risiko kejadian OFC secara statistik. OFC memiliki etiologi multifaktorial. Kemungkinan faktor-faktor dari lingkungan lainnya lebih berpengaruh terhadap risiko kejadian OFC.

2.	Alda Dianira Prastiwi, Sunu Kuntjoro	Analisis Kadar Logam Berat Tembaga (Cu) pada Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i>) di Sungai Prambon Sidoarjo(Dianira Prastiwi & Kuntjoro, 2022)	Vol. 11, No. 3 2022	Sungai Prambon merupakan sungai yang mengalir di sekitar kawasan industri kertas Kabupaten Sidoarjo. Limbah industri kertas berpotensi mencemari sungai, terutama limbah sisa produksi yang mengandung logam berat tembaga (Cu). Logam Cu yang masuk ke dalam perairan sungai
----	--------------------------------------	--	---------------------	---

dapat terakumulasi oleh tumbuhan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar Cu pada tumbuhan kangkung air dan perairan, serta mengetahui kualitas air Sungai Prambon. Penelitian dilakukan secara deskriptif observasional dengan menggunakan sampel kangkung air dan air Sungai Prambon. Sampel diambil menggunakan teknik purposive sampling. Pengambilan sampel kangkung air menggunakan metode plotting. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan hasil uji terhadap standar baku mutu PP RI No. 82 Tahun 2001. Kadar Cu kangkung air (*Ipomea aquatica*) pada stasiun I $0,012 \pm 0,001$ ppm, stasiun II $0,01 \pm 0,002$ ppm, sedangkan stasiun III $0,015 \pm 0,001$. Kadar Cu air sungai pada stasiun I sebesar $0,0022 \pm 0,0001$ ppm, sedangkan stasiun II dan III $0,0027 \pm 0,0004$ ppm. Kadar tembaga (Cu) pada kangkung air lebih tinggi dari air sungai. Kedua hasil kadar Cu tersebut masih dibawah baku mutu. Kualitas air Sungai Prambon tergolong baik karena masih berada dibawah baku mutu PP RI No.82 Tahun 2001, kecuali parameter kekeruhan telah melampaui baku mutu yang ditetapkan.

3. Ahmad Mursidi Analisi Risiko Jurnal Risk Analysis Metal Content of
Kandungan vokasi Hexavalent Chromium (Cr⁶⁺)
Logam kesehata and arsenic (As) in drinking
Kromium n, water. The research objective is to
Heksavalen volume i determine estimates of health
(CR⁶⁺) Dan nomor 6 risks from exposure to
Arsen (AS) nopembe hexavalent chromium metal and
Dalam Air r 2020 arsenic in drinking water.
Minum

4. Sudarmaji 1), J. Toksikologi Jurnal Heavy metals are the hazardous
Mukono 2). dan Logam Berat B3 Kesehata substances that produced by
Corie I.P. 3) Dan n industrial waste, included lead
Dampaknya Dampaknya Lingkung (Pb), mercury (Hg), kadnium

Terhadap
Kesehatan

an, Vol. 2,
NO. 2,
Januari
2020

(Cd), arsenic (As), copper (Cu), and chromium (Cr). Characteristics of lead (Pb) are soft consistency and black color. That heavy metal could cause acute and chronic body intoxication. Health effects of lead intoxication, such as neurology, kidney, reproductive system, hemopoitic system disorders. Characteristics of mercury are white liquid and boiling point is 356,90oC. The famous health effect of mercury intoxication is minamata disease. Other effects of mercury intoxication included cereblal palsy, mental retardation, and libido disorders. Characteristics of kadnium (Cd) are soft and white. The health effects of kadnium intoxication such as kidney, cardiovascular and bone disorders. The health effects of arsenic intoxication included eyes, skin, blood, kidney, liver, respiratory tract, reproduction, gastrointestinal tract, and immunological disorders. The health effects of copper intoxication included Wilson's disease and Menke's disease. The health effects of copper intoxication included respiratory system, skin, kidney, and vascular disorders

-
5. Elvi Sunarsih1, Achmad Fickry Analisis Paparan 2021 Air merupakan unsur yang vital dalam kehidupan manusia.

Faisya¹, Yuanita
Windusari¹, Inoy
Trisnaini¹, Dini
Arista¹, Dwi
Septiawati¹,
Yustini Ardila¹,
Imelda Gernauli
Purba¹, Rahmi
Garmini²
Kadmium, Besi,
Dan Mangan
Pada Air
Terhadap
Gangguan Kulit
Pada
Masyarakat
Desa Ibul Besar
Kecamatan
Indralaya
Selatan
Kabupaten
Ogan
Ilir(Sunarsih et
al., 2021)

Kualitas air bersih menurun akibat tingkah-laku manusia seperti sisa pembuangan pabrik-pabrik kimia/industri, zat-zat detergen, dan asam belerang. Dampak dari terpaparnya air yang mengandung bahan kimia seperti kadmium, besi, dan mangan dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan kronis maupun akut. Hasil : Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi rata-rata kadmium (Cd) 0,277 mg/L, besi (Fe) 0,414 mg/L, dan mangan (Mn) 0,213 mg/L masih memenuhi syarat Permenkes Nomor 32 Tahun 2017. Proporsi responden yang mengalami gangguan kulit sebanyak 45%. Variabel lama pajanan dan status alergi mempunyai hubungan yang bermakna (p value $< 0,05$), sedangkan variabel konsentrasi Cd, Fe, Mn, jenis kelamin, dan umur tidak mempunyai hubungan yang bermakna ($p>0,05$) terhadap gangguan kulit. Simpulan : Konsentrasi rata-rata Cd, Fe, Mn masih memenuhi syarat Permenkes, tetapi belum memenuhi syarat fisik karena memiliki rasa dan berwarna keruh. Gangguan gatal pada kulit disebabkan lama pajanan terhadap air sungai dan status alergi responden. Perlu dilakukan upaya promotif dan

edukasi seperti pembuatan pengolah air sederhana skala rumah tangga kepada masyarakat.

6.	Alnemer, Muhammad Farauq	Analisi Logam Berat Merkuri Dan Timbal Di Sedimen Dan Siput Sedot (Sulcospira Testudinaria) Sungai Batang Masumai, Kabupaten Merangin	2023	Cemaran logam berat saat ini telah banyak ditemukan di lingkungan. Di perairan keberadaan logam berat salah satunya disebabkan oleh aktivitas Penambangan emas tanpa izin (PETI). Pencemaran logam berat akibat PETI berdampak pada sedimen sungai dan biota yang hidup di dalamnya. Sungai Batang Masumai merupakan salah satu sungai yang berada di Kabupaten Merangin yang telah berpotensi tercemar logam berat merkuri dan timbal akibat aktivitas PETI. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat merkuri dan timbal pada sedimen dan melihat tingkat pencemarannya berdasarkan Indeks Geoakumulasi (Igeo) serta kandungan logam berat merkuri dan timbal pada siput sedot (Sulcospira testudinaria) dan melihat Faktor Biokonsentrasi (BCF). Metode penelitian ini dilakukan dengan metode grab sampling untuk memperoleh data kuantitatif. Selanjutnya mendestruksi basah semua sampel dan menggunakan instrumen Inductively Coupled
----	--------------------------	---	------	--

Plasma (ICP). Penelitian dilakukan dengan mengambil langsung sampel di lokasi penelitian untuk selanjutnya dianalisis di Laboratorium Air Universitas Andalas. Rata-rata kandungan logam berat merkuri pada sedimen Sungai Batang Masumai di hulu sebesar 0,341 mg/kg, sementara di tengah sebesar 0,494 mg/kg dan di hilir sebesar 0,647 mg/kg. Sementara itu rata-rata kandungan logam berat timbal di hulu sebesar 0,789 mg/kg, di tengah sebesar 0,883 mg/kg dan di hilir sebesar 0,959 mg/kg. Berdasarkan nilai Indeks Geoakumulasi (Igeo), logam berat merkuri dan timbal pada sedimen Sungai Batang Masumai termasuk kategori tercemar ringan ($0 < I_{geo} < 1$). Kondisi ini menunjukkan bahwa perlu adanya penanggulangan agar kondisi Sungai tidak semakin tercemar. Rata-rata konsentrasi logam berat merkuri pada siput sedot (*Sulcospira testudinaria*) adalah 0,057 mg/kg dan kandungan logam berat timbal adalah 0,042 mg/kg. Berdasarkan nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) maka siput sedot yang berada di Sungai Batang Masumai termasuk kategori akumulatif rendah ($BCF < 100$). Jika dibandingkan dengan baku mutu menurut BPOM Nomor 9 Tahun 2022, dapat disimpulkan

bahwa siput sedot di Sungai Batang Masumai masih termasuk kategori aman, yaitu tidak melebihi batas cemaran logam berat pada pangan, yaitu pada logam berat merkuri 0,5 mg/kg dan timbal 1,0 mg/kg. Walaupun hasil analisis masih belum melebihi batas cemaran logam berat pada pangan, masyarakat disarankan tidak terlalu sering mengkonsumsi siput sedot karena kandungan logam berat merkuri dan timbal di dalamnya. Kata Kunci : PETI, Logam berat merkuri, Logam berat timbal, Sedimen, Siput Sedot, Sungai Batang Masumai

7.	Rahimi	Evaluasi Risiko Kesehatan Akibat Paparan Logam Berat Dalam Air Minum: Studi Epidemiologi Lingkungan Augustinus Robin Butarbutar et al., 2024)	Vol. 7 No. 1 2024-02-26	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi risiko kesehatan yang mungkin timbul akibat paparan logam berat dalam air minum melalui pendekatan studi literatur dengan fokus pada aspek epidemiologi lingkungan. Identifikasi logam berat seperti timbal, merkuri, kadmium, dan arsenik dalam air minum menjadi titik fokus, sementara dampak kesehatan yang mungkin terkait dengan paparan tersebut dianalisis secara mendalam. Temuan literatur menunjukkan bahwa paparan logam berat dapat menyebabkan gangguan sistem saraf, masalah perkembangan pada anak-anak, dan peningkatan risiko penyakit
----	--------	--	-------------------------------	--

kronis. Variabilitas geografis dan lingkungan dalam distribusi logam berat juga diungkapkan sebagai faktor penting yang memengaruhi risiko kesehatan. Kritik terhadap metodologi penelitian dalam literatur menggarisbawahi kebutuhan akan konsistensi dan standar yang lebih tinggi dalam penelitian masa depan.

8.	Khairunnisa1, Sri Malem Indirawati	Analisis Risiko Kesehatan Paparan Timbal pada Air Minum Masyarakat di Wilayah Eks Erupsi Sunabung Kecamatan Simpang Empat Karo (Khairunnisa & Indirawati, 2021)	The eruption of Mount Sinabung can cause pollution to the environment, especially raw water sources for drinking water and can cause health problems. The volcanic ash resulting from the eruption contains various kinds of minerals and heavy metals so that when the eruption occurs, volcanic ash can pollute the surrounding environment, including air, soil and water. Simpang Empat District is one of the districts affected by the eruption in Karo Regency. This study aims to determine the health risks due to exposure to lead in drinking water, the concentration of lead in drinking water and to analyze the characteristics of health risks due to exposure to lead in public drinking water. The research method used was descriptive survey research using a crosssectional approach. The research was conducted in Lingga Julu Village and was carried out from February to August 2020. Lingga Julu Village
----	------------------------------------	---	--

is one of the villages in Karo Regency which was affected by the eruption of Mount Sinabung and has a water source from a borehole which is managed by the local village government. The number of samples in this study were 47 respondents with a random sampling technique. The results showed that the lead concentration value was 0.0012 mg/l which was still below the environmental quality standard. The mean intake for real-time duration exposure was 0.00005 mg/kg/day with an $RQ \leq 1$ value of 0.013.

Descriptively, intake of non-carcinogenic lead is not a risk to health. The estimated intake value for exposure to the next 50 years is 0.0024 with an $RQ \leq 1$ value of 0.6. Descriptively, intake of non-carcinogenic effect lead does not have a health risk for the people of Lingga Julu Village for the next 50 years.

9.	Wikri Eko Putra, Onny Setiani, Nurjazuli	Kandungan Logam Berat Pb Pada Air Bersih Dan Pada Darah Wanita Usia Subur Di Kota Semarang (Eko Putra & Setiani, 2020)	Penentuan status mutu air perlu dilakukan sebagai acuan untuk pemantauan kualitas air yang terkontaminasi, salah satunya oleh logam berat timbal. Bandarharjo adalah salah satu wilayah pesisir di Semarang yang memiliki industri di sekitarnya yang menghasilkan limbah cair yang mengandung logam timbal, sehingga berpotensi mencemari sumber
----	--	--	---

air bersih di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pencemaran logam berat timbal pada air sumur gali, dan air tanah dalam dan kandungan logam berat timbal di dalam darah pada wanita usia subur di Puskesmas Bandarharjo Kecamatan Semarang Utara. Populasi dalam penelitian analitik observaional ini adalah seluruh wanita usia subur di wilayah kerja Puskesmas Bandarharjo yang berjumlah 50 orang. Sampel diambil dengan teknik purposive sampling yaitu wanita usia subur yang berusia antara 15 hingga 49 tahun dengan jumlah 31 responden. Pemeriksaan kadar timbal dalam darah dilakukan menggunakan metode AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry). Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji hubungan Chi Square dengan nilai α 5%. Rata-rata kadar timbal dalam darah sebesar 78,08 $\mu\text{g/dL}$ dengan rentang 54,2 – 99,7 $\mu\text{g/dL}$. Kandungan logam berat timbal pada air bersih memiliki nilai rata-rata sebesar 0,295 mg/L dengan rentang 0,080 – 0,446 mg/L. Terdapat hubungan antara kualitas sumber air bersih dengan kadar timbal dalam darah wanita usia subur dengan nilai p-value sebesar 0,041 ($<0,05$) dengan nilai Ratio Prevalence 3,020 (95% CI = 1,043 - 8,739).

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ditemukan timbal pada sumber air bersih dan darah pada WUS di wilayah kerja Puskesmas Bandarharjo Semarang Utara.

-
- | | | |
|-------------------------------|---|--|
| 10. Nora, Maksuk, Maliha Amin | Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Sumur Gali Masyarakat Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sukawinatan (Nora et al., 2022) | Latar Belakang: Tempat pembuangan akhir sampah merupakan tempat akhir untuk menimbun berbagai jenis sampah. Salah satu jenis sampah tersebut berupa logam berat diantaranya timbal. Timbal merupakan salah satu logam berat yang sangat beracun bagi manusia terutama anak-anak. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kandungan logam berat timbal dalam sumur gali masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Kota Palembang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pencemaran logam berat timbal (Pb) pada air sumur gali penduduk disekitar TPA Sukawinatan Kota Palembang. Metode Penelitian: Penelitian ini bersifat deskriptif dengan desain cross sectional. Contoh uji diambil jarak dengan kriteria jarak 100 meter, 200 meter, 300meter, 400 meter dan 500 meter dari TPA, jumlah contoh uji sumur 15 sumur gali, pengujian kandungan timbal dilakukan di laboratorium Balai Teknik Kesehatan Lingkungan. Pengukuran pH dan suhu dilakukan secara in situ, sedangkan untuk kondisi |
|-------------------------------|---|--|

kontruksi sumur gali dan kualitas fisik air sumur gali menggunakan lembar observasi. Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi kontruksi sumur gali yang tidak memenuhi syarat kesehatan, tetapi kualitas fisik air sumur gali (warna, bau dan rasa) memenuhi syarat kesehatan, kandungan timbal dalam sumur gali Masyarakat yaitu 0,02 dan 0,03 mg/L, dari 15 sumur gali tidak ada yang melebihi nilai baku mutu lingkungan yaitu 0,01 ppm, sedangkan pH air gali berkisar antara 4,9 dan 6,4. Namun jika kadar timbal dalam air sumur gali dibandingkan dengan persyaratan air minum maka semuanya tidak memenuhi syarat untuk air minum. Kesimpulan : Kandungan timbal dalam air sumur gali masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Kota Palembang ditemukan masih berada di bawah baku mutu persyaratan air bersih. Oleh karena itu partisipasi masyarakat dan peran pemerintah setempat dapat diperlukan untuk melakukan pengolahan air sumur dan memperbaiki kontruksi sumur gali masyarakat yang berada di sekitar pembuangan akhir sampah.

Hasil

Penelitian ini mengkaji dampak paparan logam berat terhadap kesehatan, dengan fokus pada beberapa studi kasus di Indonesia.

1. **Orofacial Cleft (OFC):** OFC, yang mencakup bibir sumbing dan celah langit-langit, merupakan cacat bawaan lahir yang umum. Di Kabupaten Bandung, prevalensi OFC tinggi, dan masyarakat bergantung pada air tanah dangkal yang rentan terhadap pencemaran logam berat. Penelitian menunjukkan bahwa beberapa sampel air melebihi baku mutu untuk logam berat seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), dan kadmium (Cd). Meskipun ada hubungan antara konsentrasi merkuri dalam air dan konsentrasi merkuri dalam darah bayi OFC, tidak ditemukan hubungan signifikan antara logam dalam air dan risiko kejadian OFC, menunjukkan bahwa faktor lingkungan lainnya mungkin lebih berpengaruh.
2. **Sungai Prambon:** Penelitian di Sungai Prambon, yang terpengaruh oleh limbah industri kertas, menunjukkan kadar tembaga (Cu) pada tumbuhan kangkung air lebih tinggi dibandingkan air sungai, meskipun keduanya masih di bawah baku mutu. Kualitas air sungai tergolong baik, kecuali parameter kekeruhan yang melebihi baku mutu.
3. **Kandungan Logam Hexavalent Chromium dan Arsenik:** Penelitian di Kalanganyar menemukan bahwa 16% responden berisiko terkena penyakit non-kanker akibat paparan kromium heksavalen, dan 59% berisiko akibat arsenik. Rata-rata risiko kanker akibat arsenik mencapai 1,5 per 10.000 populasi.
4. **Paparan Logam Berat dalam Air Minum:** Penelitian menunjukkan bahwa paparan logam berat seperti kadmium, besi, dan mangan dalam air minum dapat menyebabkan gangguan kesehatan, meskipun konsentrasi rata-rata masih memenuhi syarat. Gangguan kulit ditemukan pada 45% responden, dengan hubungan signifikan terhadap lama pajanan dan status alergi.
5. **Pencemaran oleh Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI):** Di Sungai Batang Masumai, kadar merkuri dan timbal pada sedimen menunjukkan pencemaran ringan. Siput sedot di sungai tersebut memiliki kadar logam berat yang masih dalam batas aman untuk konsumsi, meskipun disarankan untuk tidak mengonsumsinya terlalu sering.

Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti pentingnya pemantauan kualitas air dan dampak paparan logam berat terhadap kesehatan masyarakat, serta perlunya tindakan mitigasi untuk mengurangi risiko kesehatan yang terkait.

Pembahasan

1. Pengertian Logam Berat

Logam berat adalah logam yang mempunyai berat 5 g atau lebih untuk setiap cm³ (Darmono, 1995). Logam memiliki karakteristik konduktivitas listrik dan termal tinggi, serta mempunyai kekuatan dan kelenturan (Soemirat, 2005). Paparan terhadap logam berat meningkat seiring perkembangan aktivitas antropogenik seperti industrialisasi modern dan urbanisasi, terutama di kota-kota besar sehingga berkontribusi terhadap kontaminasi air tanah dari logam berat. Paparan logam berat tidak dapat dihindari, karena dapat terjadi secara alami dan persisten di lingkungan (Balali-Mood, dkk., 2021). Di alam, konsentrasi logam berat termasuk tinggi dan tersebar luas di berbagai sistem alam termasuk atmosfer, pedosfer, hidrosfer, dan biosfer (Rahman, 2019). Logam berat termasuk unsur penting yang diperlukan makhluk hidup dalam kadar yang tidak berlebihan. Logam berat esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), besi (Fe) dan seng (Zn) dibutuhkan untuk menjaga metabolisme tubuh manusia. Sebaliknya logam berat non esensial seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As), dan kadmium (Cd) tidak mempunyai fungsi di dalam tubuh manusia dan tidak diperlukan untuk proses biologis. Jika logam berat dalam tubuh melebihi ambang batas konsentrasi tertentu, maka menimbulkan dampak negatif terhadap fungsi fisiologis tubuh (Palar, 1994). Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, minuman, pernafasan, dan penetrasi kulit (Sutamihardja, 2006). Logam berat merupakan komponen alami yang tidak dapat didegradasi dan menyebabkan bioakumulasi. Bioakumulasi adalah kenaikan konsentrasi zat kimia dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu yang cukup lama, dibandingkan dengan konsentrasi zat kimia yang terdapat di alam (Yudo, 2006). Bioakumulasi terjadi karena adanya proses absorpsi logam berat yang masuk ke dalam tubuh melalui saluran 19 Koleksi digital milik UPT Perpustakaan ITB : Hanya di pergunakan di area kampus ITB untuk keperluan pendidikan dan penelitian pernapasan dan saluran pencernaan sehingga menyebabkan peningkatan logam berat dalam jaringan tubuh makhluk hidup (Darmono, 1995). Kandungan logam berat dapat meningkat melalui rantai makanan dan terakumulasi dalam organisme. Sifat logam berat yang dapat membahayakan lingkungan dan manusia menurut Sutamihardja (2006) sebagai berikut. a. Sulit didegradasi sehingga cenderung terakumulasi pada lingkungan. b. Dapat terakumulasi dalam tubuh organisme. Jika konsentrasi logam berat semakin tinggi, maka akan mengalami bioakumulasi dan biomagnifikasi. Biomagnifikasi adalah masuknya zat kimia dari lingkungan melalui rantai makanan yang tingkat konsentrasi zat kimianya melebihi bioakumulasi sederhana (Soemirat, 2005). c. Mudah terakumulasi pada sedimen, sehingga konsentrasi dalam sedimen selalu lebih tinggi daripada konsentrasi dalam air. Logam

berat pada sedimen membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara absorpsi dan kombinasi.

2. Mekanisme Terjadinya Pencemaran Air Tanah

Tanah secara alami menyaring partikel sehingga biasanya air tanah terlihat jernih dan bersih. Namun, saat air mengalir melalui tanah, logam seperti besi dan mangan ikut terlarut dan ditemukan dalam konsentrasi yang tinggi dalam air. Sebagian besar pencemaran air tanah berkaitan erat dengan pembuangan limbah di atas permukaan tanah atau ke dalam tanah. Masuknya pencemar ke dalam air tanah terjadi dengan perkolasi dari permukaan tanah ataupun melalui sumur dan air permukaan. Kontaminasi pada air tanah dapat disebabkan oleh kebocoran tempat penyimpanan seperti tangki bahan bakar atau tumpahan bahan kimia beracun, kemudian kebocoran tangki septik dan/atau tempat pembuangan limbah yang dapat memasukkan bakteri ke dalam air, limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) yang tidak terkontrol atau dibuang secara sembarangan, landfill, bahan kimia, kebocoran limbah cair industri maupun domestik, penggunaan pestisida dan pupuk yang dapat terakumulasi dan bermigrasi ke permukaan air, masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan subpermukaan, dan kontaminan atmosfer melalui air hujan. Daerah dengan 20 Koleksi digital milik UPT Perpustakaan ITB : Hanya di digunakan di area kampus ITB untuk keperluan pendidikan dan penelitian kepadatan penduduk tinggi dan penggunaan lahan intensif menyebabkan perubahan kualitas dan kuantitas air tanah. Kontaminan yang larut dalam air tanah terbawa bersama air ke sumur-sumur yang digunakan untuk penyediaan air minum. Potensi pencemaran air tanah dipengaruhi oleh kedalaman sumber pencemar dari permukaan air tanah, penyerapan oleh material di atas muka air tanah, permeabilitas akuifer, gradien muka air tanah, dan jarak horizontal antara sumur dengan sumber pencemar. Semakin dekat jarak vertikal antara sumber pencemar dengan muka air tanah, maka semakin besar kemungkinan air tanah tersebut mengalami pencemaran. Zat pencemar bergerak sejalan dengan aliran air tanah (Novran, 2009). Proses yang mempengaruhi penyebaran kontaminasi atau pengangkutan bahan kimia diantaranya adveksi, penyerapan, dan degradasi biologis. Adveksi terjadi ketika kontaminan bergerak atau bermigrasi dengan air tanah. Sifat-sifat zat kimia tetap utuh selama proses tersebut. Penyerapan terjadi ketika kontaminan menempel pada partikel tanah. Penyerapan merupakan pelekatan bahan kimia pada bahan kimia atau zat lain dengan proses fisik dan kimia. Degradasi biologi terjadi ketika mikroorganisme menggunakan zat berbahaya sebagai sumber makanan dan energi, mengurai senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang kurang berbahaya.

3. Pencemaran Air Sungai

Pencemaran sungai paling banyak disebabkan oleh aktivitas industri serta penduduk sekitar sungai yang memanfaatkannya sebagai tempat pembuangan limbah. Salah satu cemaran yang dihasilkan dari berbagai kegiatan manusia adalah logam berat. Salah satu komponen yang banyak terdapat di alam adalah logam berat, selain itu logam berat juga memiliki peran dalam kehidupan makhluk hidup, tetapi dalam penggunaannya yang melebihi kapasitas dapat berbahaya dan bersifat toksik bagi makhluk hidup (Alfa, 2003). Terdapat beberapa jenis logam berat yang dapat menimbulkan berbagai penyakit berbahaya (Wanna et al., 2017). Logam berat tembaga (Cu) dapat bersifat toksik bagi makhluk hidup jika dalam konsentrasi yang tinggi, tetapi dalam konsentrasi kecil logam tembaga tergolong dalam logam berat esensial.

4. Konsentrasi Kromium dan Arsen

Rata-rata konsentrasi kromium dan arsen masing-masing adalah 0,030 mg/liter dan 0,010 mg/liter. Sebanyak 20,50% masyarakat telah mengkonsumsi air minum yang mengandung kromium > 0,05 mg/liter dan 40% masyarakat telah mengkonsumsi air minum yang mengandung arsen > 0,01 mg/liter. Hubungan antara konsentrasi kromium dengan risiko kesehatan menunjukkan hubungan yang sangat kuat ($r=0,927$) maka risiko kesehatannya akan semakin tinggi. Hasil uji statistik didapatkan ada hubungan yang signifikan antara konsentrasi kromium dengan risiko kesehatan. Hubungan konsentrasi arsen dengan risiko kesehatan sangat kuat ($r =0,936$) maka dengan demikian semakin tinggi risiko kesehatannya, kemudian hasil uji statistik menunjukkan hubungan yang signifikan antara konsentrasi arsen dan risiko kesehatan. Kandungan arsen di alam rata-rata 2-5 ppm, sumber arsen berasal dari proses pembakaran bahan bakar fosil terutama batu bara, pertambangan tembaga, emas dan timbal yang telah melebihi kebutuhan komersial, kemudian dibuang ke lingkungan, dimana sebagian besar masuk ke dalam perairan. Diwilayah India (Bengal) kandungan arsen dalam air tanah berkisar diatas 50 $\mu\text{g/liter}$ (0,05 mg/l), dan bahkan ada beberapa wilayah di dunia seperti Argentina, Banglades, Cili, China, India, Meksiko, Thailand dan Amerika Serikat merupakan daerah yang tercemar oleh arsen secara alami (WHO, 2007) Kromium didalam air berasal dari pabrik elektroplating, penyamakan kulit dan fasilitas pabrik tekstil. Disamping itu kromium juga dapat masuk ke air tanah melalui leachet dari tanah, terutama yang dekat dengan tempat penampungan sampah. Bahkan contoh kasus di Meksiko air tanah terkontaminasi seluas 5 Km² akibat leachet limbah padat industri lebih dari 50 mg/liter kromium heksavalen. (EHP, 1995). Konsumsi air minum yang mengandung arsen $\leq 50\mu\text{g/liter}$ (0,05) mg/liter mengakibatkan adanya peningkatan risiko kanker paru-paru dan kandung kemih (EHC, 2000). Dalam studi lainnya anak yang berumur

14 tahun mengkonsumsi 1,5 gram potasium dikromat dan mati setelah 8 hari kemudian (EHC, 1988).

5. Sumber Bahan Pencemar Logam Berat dari Air

Kadar Pb yang secara alami dapat ditemukan dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg. Khusus Pb yang tercampur dengan batu fosfat dan terdapat didalam batu pasir (sand stone) kadarnya lebih besar yaitu 100 mg/kg. Pb yang terdapat di tanah berkadar sekitar 5-25 mg/kg dan di air bawah tanah (ground water) berkisar antara 1-60 µg/liter. Secara alami Pb juga ditemukan di air permukaan. Kadar Pb pada air telaga dan air sungai adalah sebesar 1-10 µg/liter. Dalam air laut kadar Pb lebih rendah dari dalam air tawar. Laut Bermuda yang dikatakan terbebas dari pencemaran mengandung Pb sekitar 0,07 µg/liter. Kandungan Pb dalam air danau dan sungai di USA berkisar antara 1-10 µg/liter. Secara alami Pb juga ditemukan di udara yang kadarnya berkisar antara 0,0001-0,001 µg/m³. Tumbuh-tumbuhan termasuk sayur-mayur dan padi-padian dapat mengandung Pb, penelitian yang dilakukan di USA kadarnya berkisar antara 0,1-1,0 µg/kg berat kering. Logam berat Pb yang berasal dari tambang dapat berubah menjadi PbS (golena), PbCO₃ (cerusite) dan PbSO₄ (anglesite) dan ternyata golena merupakan sumber utama Pb yang berasal dari tambang. Logam berat Pb yang berasal dari tambang tersebut bercampur dengan Zn (seng) dengan kontribusi 70%, kandungan Pb murni sekitar 20% dan sisanya 10% terdiri dari campuran seng dan tembaga. Secara alami Hg dapat berasal dari gas gunung berapi dan penguapan dari air laut. Dilaporkan kandungan kadmium (Cd) dalam air laut di dunia di bawah 20 ng/l. Variasi lain kandungan kadmium dari air hujan, freshwater dan air permukaan di perkotaan dan daerah Sudarmaji, J.Mukono, Corie I.P., Toksikologi Logam Berat B3 131 industri, kadmium pada level 10-4000 ng/l tergantung pada spesifikasi lokasi atau saat pengukuran larutan kadmium (WHO 1992). Kadmium masuk kedalam freshwater dari sumber yang berasal dari industri. Air sungai dan irigasi untuk pertanian yang mengandung kadmium akan terjadi penumpukan pada sedimen dan Lumpur. Sungai dapat mentransport kadmium pada jarak sampai dengan 50 km dari sumbernya. Kadmium dalam tanah bersumber dari alam dan sumber antropogenik. Yang berasal dari alam berasal dari batuan atau material lain seperti glacial dan alluvium. Kadmium dari tanah yang berasal dari antropogenik dari endapan penggunaan pupuk dan limbah. Sebagian besar kadmium dalam tanah berpengaruh pada pH, larutan material organik, logam yang mengandung oksida, tanah liat dan zat organik maupun anorganik. Rata-rata kadar kadmium alamiah dikerak bumi sebesar 0,1-0,5 ppm.

Kesimpulan

Logam berat merupakan unsur yang memiliki karakteristik berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan, terutama ketika terakumulasi dalam konsentrasi tinggi. Paparan logam berat, baik yang esensial maupun non-esensial, dapat terjadi melalui berbagai jalur, termasuk makanan, minuman, dan pernapasan. Pencemaran air tanah dan sungai oleh logam berat sering kali disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti industri, pertambangan, dan penggunaan pupuk serta pestisida.

Studi menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat seperti kromium dan arsen dalam air minum di daerah tercemar dapat mencapai tingkat yang berisiko bagi kesehatan masyarakat. Hubungan yang signifikan antara konsentrasi logam berat dan risiko kesehatan menegaskan perlunya perhatian serius terhadap kualitas air minum. Selain itu, mekanisme pencemaran yang melibatkan perkolasi, adveksi, dan penyerapan menunjukkan kompleksitas dalam penyebaran kontaminan di lingkungan.

Oleh karena itu, penting untuk melakukan pemantauan dan pengelolaan yang efektif terhadap sumber pencemar logam berat, serta meningkatkan kesadaran masyarakat tentang risiko kesehatan yang ditimbulkan. Upaya mitigasi, termasuk pengembangan kebijakan yang lebih ketat dan teknologi pembersihan, sangat diperlukan untuk melindungi kesehatan masyarakat dan menjaga kualitas sumber daya air. Penelitian lebih lanjut juga diperlukan untuk memahami dampak jangka panjang dari paparan logam berat dan untuk mengembangkan strategi pencegahan yang lebih efektif.

Daftar Pustaka

- Ahmad Mursidi. (2020). ANALISIS RISIKO KANDUNGAN LOGAM KROMIUM HEKSAVALEN (CR 6+) DAN ARSEN (AS) DALAM AIR MINUM. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 6, 195–204.
- Augustinus Robin Butarbutar, Rd. D. Lokita Pramesti Dewi, Restu Auliani, Baiq Fina Farlina, Swastika Oktavia, Bhakti Wiranti, & Desy Ari Apsari. (2024). EVALUASI RISIKO KESEHATAN AKIBAT PAPARAN LOGAM BERAT DALAM AIR MINUM: STUDI LINGKUNGAN EPIDEMIOLOGI. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7.
- Dianira Prastiwi, A., & Kuntjoro, S. (2022). Analisis Kadar Logam Berat Tembaga (Cu) pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica*) di Sungai Prambon Sidoarjo Analysis of Copper (Cu) Levels in Water Spinach (*Ipomea aquatica*) in Prambon River Sidoarjo. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 405–413. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index405>
- Eko Putra, W., & Setiani, O. (2020). KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb PADA AIR BERSIH DAN PADA DARAH WANITA USIA SUBUR DI KOTA SEMARANG. *Jurnal Kesehatan Masyarakat: JKM*, 8(6). <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Khairunnisa, K., & Indirawati, S. M. (2021). Analisis Risiko Kesehatan paparan Timbal pada Air Minum Masyarakat di Wilayah Eks Erupsi Sinabung Kecamatan Simpang Empat Karo. *JUMANTIK (Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan)*, 6(3), 205. <https://doi.org/10.30829/jumantik.v6i3.8643>
- Muhamad Farauq Alnemer. (2023). ANALISIS LOGAM BERAT MERKURI DAN TIMBAL DI SEDIMEN DAN SIPUT SEDOT (*SULCOSPIRA TESTUDINARIA*) SUNGAI BATANG MASUMAI, KABUPATEN MERANGIN. *Jurnal Teknik Lingkungan*.
- Nora, N., Maksuk, M., & Amin, M. (2022). Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sukawinatan. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 2(2), 79–84. <https://doi.org/10.36086/jsl.v2i2.877>
- Sudarmaji, S., Mukono, J., & Prasasti, corie indria. (2020). TOKSIKOLOGI LOGAM BERAT B3 DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN. 2.
- Sunarsih, E., Faisya, A. F., Windusari, Y., Trisnaini, I., Arista, D., Septiawati, D., Ardila, Y., Purba, I. G., & Garmini, R. (2021). Analisis Paparan Kadmium, Besi, Dan Mangan Pada Air Terhadap Gangguan Kulit Pada Masyarakat Desa Ibul Besar Kecamatan Indralaya Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN INDONESIA*, 17(2), 68. <https://doi.org/10.14710/jkli.17.2.68-73>
- Yutika Nadira Thaher. (2022). ANALISIS PENGARUH LOGAM BERAT DALAM AIR BERSIH/MINUM TERHADAP RISIKO KEJADIAN BIBIR SUMBING DAN/ATAU CELAH LANGIT-LANGIT MULUT DI KABUPATEN BANDUNG. Institut Teknologi Bandung.