

Jurnal Penelitian Kesmas	Vol. 8 No.1	Edition: Mei 2025– Oktober 2025
	http://ejournal.delihusada.ac.id/index.php/JPKSY	
Received: 19 Oktober 2025	Revised: 24 Oktober 2025	Accepted: 27 Oktober 2025

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL) PAJANAN BESI (Fe) PADA DEPOT AIR DI KELURAHAN DWIKORA KECAMATAN HELVETIA

Eirin Zahara¹, Nada Amirah²

Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Sarjana, Fakultas Kesehatan
Masyarakat, Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua
e-mail: 02eirin@gmail.com , nadaamirah96@gmail.com

ABSTRACT

Drinking water is a fundamental necessity for human life. Safe drinking water should be clear, colorless, and free from odor. The presence of heavy metals such as iron (Fe) in refillable drinking water can occur due to contaminated raw water sources or inadequate water treatment processes at refill water depots (DAMIU). Based on the Decree of the Minister of Health No. 492 of 2010, the maximum permissible concentration of iron (Fe) in drinking water is 0.3 mg/L. This study employed a descriptive quantitative method using The Environmental Health Risk Analysis (EHRA) approach was applied to evaluate the potential health risks associated with iron (Fe) exposure in drinking water depots located in Dwikora Village. Measurements of Fe concentrations from four water samples were compared with the maximum permissible standard stated in Permenkes No. 492 of 2010 and analyzed using the EHRA framework. The research population consisted of housewives who consumed water from DAMIU in Dwikora. Data were collected through questionnaires and interviews. The findings revealed that the concentration of iron (Fe) in all four water samples remained below the permissible limit of 0.3 mg/L. This suggests that the Risk Quotient (RQ) values for Fe exposure in all samples were below 1, indicating that the drinking water from the DAMIU in Dwikora is still safe for public consumption.

Keywords: Health Risk Assessment, Iron (Fe), refill drinking water depots.

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan zaman, kebutuhan masyarakat akan air minum terus mengalami peningkatan. Saat ini tersedia berbagai pilihan sumber air minum, namun tingginya harga air kemasan mendorong masyarakat memilih alternatif yang lebih terjangkau dan praktis, yaitu Air Minum Isi Ulang (Rusidah & Farikhah, 2021). Meningkatnya permintaan terhadap AMIU turut memicu bertambahnya jumlah usaha Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2022), sekitar 31,23% rumah tangga di Indonesia menggunakan AMIU sebagai sumber utama air minum. Mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, terdapat 18 parameter kimia wajib yang harus diuji, salah satunya adalah kandungan besi (Fe). Regulasi tersebut menetapkan batas maksimum kadar besi dalam air minum sebesar 0,3 mg/L. Dalam penerapan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), setiap parameter kimia memiliki nilai Reference Dose (RfD) yang digunakan sebagai dasar dalam penilaian risiko.

Kontaminasi logam besi (Fe) dalam air minum isi ulang dapat terjadi akibat proses pengolahan yang tidak memenuhi standar kebersihan, seperti penggunaan pipa berbahan besi yang berkarat atau kualitas air baku yang kurang baik (Ismayanti et al., 2019). Kandungan Fe yang melampaui dapat menimbulkan gangguan teknis seperti pembentukan endapan korosif, serta

menurunkan kualitas fisik air melalui perubahan warna, bau, dan rasa (A. Firmansyah et al., 2013). Paparan besi dari air minum juga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan, terutama bila dikonsumsi dalam waktu lama.

Dalam jangka pendek, konsumsi air dengan kadar besi tinggi dapat menyebabkan gangguan sistem pencernaan seperti mual, muntah, dan diare, sedangkan paparan jangka panjang dapat meningkatkan risiko penyakit kronis seperti diabetes melitus (Getas, 2019). Pelaksanaan ARKL bertujuan untuk menilai kemungkinan timbulnya risiko kesehatan, baik pada kondisi saat ini maupun di waktu yang akan datang, dan menjadi dasar dalam perencanaan langkah mitigasi yang tepat (Dirjen P2PL, 2012). Penelitian Zendrato & Aruan (2021) di Kelurahan Dwikora menemukan dua depot air minum isi ulang dengan kadar besi melebihi ambang batas yang ditetapkan, masing-masing memiliki kandungan 0,35 mg/L dan 0,59 mg/L. Oleh karena itu, diperlukan analisis risiko kesehatan lingkungan untuk menilai potensi risiko paparan besi (Fe) pada masyarakat yang mengonsumsi air dari Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di wilayah tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi dengan desain deskriptif kuantitatif yang menggunakan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Setiap partisipan dalam penelitian ini hanya diobservasi dan diukur satu kali selama periode

pengumpulan data. Jumlah responden yang dilibatkan sebanyak 100 orang, yang dipilih menggunakan metode purposive sampling berdasarkan kriteria tertentu. Seluruh responden merupakan ibu rumah tangga yang mengonsumsi air dari Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) dan telah menetap di Kelurahan Dwikora selama minimal satu tahun. Proses pengumpulan data dilakukan melalui wawancara terstruktur dan pengisian kuesioner. Selain pengumpulan data dari responden, penelitian ini juga mencakup pengambilan sampel air minum dari empat titik DAMIU di Kelurahan Dwikora untuk mengukur kadar logam besi (Fe) yang terkandung di dalamnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN Konsentrasi Besi (Fe)

Pengukuran konsentrasi pada empat titik lokasi DAMIU Kelurahan Dwikora dilakukan dengan menggunakan alat Spektrofotometer. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata kandungan besi tertinggi ditemukan pada DAMIU A, yaitu sebesar 0,001065 mg/L, sedangkan konsentrasi terendah terdapat pada DAMIU D, yaitu sebesar 0,000659 mg/L. Nilai rata-rata keseluruhan konsentrasi Fe dari keempat lokasi DAMIU adalah 0,000880 mg/L. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa seluruh nilai konsentrasi Fe masih berada di bawah ambang batas yaitu 0,3 mg/L berdasarkan PerMenKes Nomor 492 Tahun 2010. Data hasil pengukuran konsentrasi Fe ditampilkan pada Tabel 1 dan 2.

Kadar besi dalam air DAMIU dapat dipengaruhi oleh sejumlah

faktor, seperti kualitas sumber air baku, keadaan peralatan pengolahan, proses penyaringan atau pengolahan air, serta tingkat kebersihan dari peralatan yang dipakai. Selain itu, ketiadaan alat sterilisasi dan pemeliharaan yang belum sesuai standar juga dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi atau peningkatan kadar besi dalam air.

Tabel 1. Konsentrasi Besi (Fe) Setiap DAMIU di Kelurahan Dwikora

Lokasi	Besi (mg/L)
DAMIU A	0,001065
DAMIU B	0,000952
DAMIU C	0,000845
DAMIU D	0,000659

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Konsentrasi Besi (Fe) Pada DAMIU di Kelurahan Dwikora

Variabel	n	Mea	Medi	Min-	95%
		n	an	Max	CI
Konsentras	4	0,0	0,000	0,00	0,000
i		008	898	0659	605-
Besi (Fe)	80			-	0,001
				0,00	15
				0106	
				5	

Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Responden

Berdasarkan hasil diketahui bahwa rata-rata usia responden adalah 38,4 tahun, dengan usia termuda 22 tahun dan tertua 72 tahun. Sementara itu, rata-rata berat badan (Wb) responden sebesar 59,9 kg, dengan berat badan terendah 45 kg dan tertinggi 75 kg. Sementara itu, tingkat paparan responden terhadap air minum isi ulang menunjukkan rata-rata 339,1 hari per tahun, sedangkan durasi paparan rata-rata tercatat selama 13,3 tahun.

Berdasarkan distribusi data pada tabel di atas, diketahui bahwa apabila variabel berdistribusi normal, maka nilai mean digunakan sebagai ukuran pemusatan data. Sebaliknya, untuk variabel yang tidak berdistribusi normal, maka nilai median digunakan sebagai acuan.

a. Umur

Dalam penelitian ini, nilai median usia responden adalah 37 tahun. Hasil menunjukkan bahwa responden dengan usia lebih dari 37 tahun berjumlah 48 orang (48%), sedangkan yang berusia ≤ 37 tahun sebanyak 52 orang (52%). Usia memiliki pengaruh terhadap toksisitas zat kimia dalam tubuh, karena pada usia sekitar 45 tahun terjadi penurunan fungsi metabolisme. Seiring bertambahnya umur, kerentanan terhadap berbagai penyakit juga meningkat (Helmy, 2019).

b. Berat Badan

Rata-rata berat badan ibu rumah tangga di Kelurahan Dwikora adalah 59,6 kg, dengan berat minimum 45 kg dan maksimum 75 kg. Menurut Wahyuni (2018), semakin tinggi berat badan seseorang maka nilai asupan (intake) yang diterima akan semakin kecil. Hal ini sejalan dengan pendapat Mallongi et al. (2018), individu dengan bobot badan lebih besar cenderung memiliki risiko paparan lebih kecil, karena tubuh dengan massa lebih besar umumnya memiliki cadangan nutrisi yang lebih banyak dibandingkan dengan individu berbadan lebih kecil.

c. Frekuensi Paparan

Menurut penelitian Wardani (2012), frekuensi paparan diperoleh dengan menghitung selisih antara total hari dalam satu tahun dan jumlah hari

responden tidak berada di rumah. Berdasarkan hasil pengolahan data, nilai median frekuensi paparan pada penelitian ini adalah 340 hari per tahun. Nilai ini tergolong tinggi karena sebagian besar ibu rumah tangga jarang bepergian dalam satu tahun, sehingga intensitas kontak dengan sumber paparan cukup sering.

d. Durasi Paparan

Untuk variabel durasi paparan, digunakan nilai median sebesar 10 tahun, dengan rentang durasi minimum 1 tahun dan maksimum 37 tahun. Lama paparan berpengaruh terhadap besarnya paparan dan nilai asupan setiap responden. Semakin panjang durasi paparan, maka nilai risiko (Risk Quotient/RQ) yang ditimbulkan cenderung semakin tinggi.

Analisis Dosis Responden

Dalam proses analisis dosis pada responden, data berat badan diperoleh melalui hasil wawancara dan pengisian kuesioner. Sementara itu, laju asupan air minum harian yang digunakan untuk estimasi risiko ditetapkan sebesar 2 liter per hari. Dalam penelitian ini, acuan nilai *Reference Dose* (RfD) untuk paparan logam besi digunakan berdasarkan ketetapan Environmental Protection Agency (EPA, 2006), yakni sebesar 0,7 mg/kg/hari.

Analisis Paparan

Tahapan analisis paparan dilakukan dengan menghitung nilai intake logam Fe, seperti yang ditampilkan pada Tabel 5. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata nilai intake mencapai 0,000025 mg/kg/hari. Angka tersebut masih sangat rendah jika

dibandingkan dengan batas asupan besi yang direkomendasikan oleh World Health Organization (WHO) dalam dokumen *Iron in Drinking Water* (2003), yaitu sebesar 0,8 mg/kg/hari. Untuk memperoleh nilai intake, digunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$Ink = C \times R \times fE \times Dt / Wb \times \text{avg}$$

Berdasarkan hasil estimasi asupan (*intake*) yang diperoleh dari setiap responden, diperoleh bahwa asupan tertinggi mencapai 0,0000428 mg/kg/hari, sedangkan asupan terendah sebesar 0,0000098 mg/kg/hari. Nilai intake aktual (*realtime*) dihitung dengan menggunakan durasi pajanan (*Dt*) berdasarkan nilai median, yaitu 10 tahun. Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi besi (*Fe*) yang diterima responden di Kelurahan Dwikora masih jauh di bawah batas ambang yang ditetapkan. Menurut Purnamasari (2018), semakin tinggi konsentrasi logam dalam air, maka nilai intake yang diterima oleh individu juga akan meningkat.

Nilai karakteristik setiap individu berbeda-beda, sehingga tingkat risiko yang diterima juga bervariasi tergantung pada sejumlah faktor seperti konsentrasi logam besi (*Fe*), berat badan, frekuensi pajanan, dan lama durasi pajanan. Nilai Risk Quotient (*RQ*) dipengaruhi oleh asupan (*intake*) masing-masing responden yang dihitung berdasarkan data pajanan dan data antropometri yang diperoleh dari penelitian.

Tingkat risiko nonkarsinogenik akibat paparan besi (*Fe*) ditentukan melalui perbandingan antara nilai intake dan Reference Dose (*RfD*), sebagaimana ditampilkan pada Tabel 6. Berdasarkan hasil perhitungan,

diperoleh bahwa nilai rata-rata *RQ realtime* pada responden di Kelurahan Dwikora adalah 0,000037. Sementara itu, nilai rata-rata *RQ* pada paparan jangka waktu 10 tahun tercatat sebesar 0,0000561 mg/kg/hari, meningkat menjadi 0,000112 mg/kg/hari pada 20 tahun, dan mencapai 0,000168 mg/kg/hari pada 30 tahun masa pajanan.

Data tersebut memperlihatkan adanya peningkatan nilai *RQ* seiring bertambahnya durasi pajanan. Namun demikian, meskipun terjadi kenaikan, tingkat pajanan yang diterima responden saat ini masih berada pada batas aman dan tidak menimbulkan efek kesehatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh responden tidak mengalami gangguan kesehatan akibat pajanan besi ($RQ \leq 1$). Hal tersebut disebabkan karena kadar besi pada DAMIU di Kelurahan Dwikora masih lebih rendah dari nilai yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010, yaitu sebesar 0,3 mg/L.

Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan suatu upaya untuk mengelola dan mengendalikan potensi risiko yang muncul akibat kondisi yang tidak aman, sehingga diperlukan langkah-langkah pengendalian untuk menetapkan batas aman terhadap suatu agen risiko. Proses pengendalian risiko tersebut dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan, antara lain pendekatan sosial-ekonomi maupun pendekatan institusional dengan melibatkan kerja sama lintas sektor atau pihak terkait (Kemenkes, 2012). Pada penelitian ini, hasil perhitungan nilai Risk

Quotient (RQ) terhadap paparan nonkarsinogenik baik pada kondisi realtime maupun lifespan menunjukkan $RQ \leq 1$. Dengan demikian, tindakan manajemen risiko tambahan tidak diperlukan dalam konteks penelitian ini.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Nilai Intake

Varia bel	n	Media n	Min- Max	95 % CI	Distri busi
Intake	100,000	0,000	0,00	Norm	
e	0 0256	0098	0025	al	
		–	–		
		0,00	0,00		
		0042	0027		
		8			

Tabel 6. Distribusi Responde berdasarkan Tingkat Risiko (RQ)

Intake Fe (mg/kg/hari)	n	%
>0,0000256	58	58
≤ 0,0000256	42	42
Total	100	100

Tabel 7. Distribusi Frekuensi Karakteristik Risiko (RQ)

Variab el	n	Media n	Min- Max	95% CI
RQ Realti me	100	0,000 028	0,00001 4– 0,00006 1	0,0000 36– 0,0000 39
RQ + 10 tahun	100	0,000 35	0,00000 83– 0,00040	0,0004 3– 0,0006 8
RQ + 20 tahun	100	0,000 70	0,00001 6– 0,00080	0,0000 87– 0,0001 3
RQ + 30	100	0,000 10	0,00002 4–	0,0001 3–

tahun	0,00120	0,0002
	0	

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan pembahasan mengenai risiko kesehatan akibat paparan logam besi, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kadar rata-rata besi (Fe) pada DAMIU di Kelurahan Dwikora sebesar 0,000880 mg/L, yang masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, yaitu 0,3 mg/L.
2. Usia median responden (ibu rumah tangga) di Kelurahan Dwikora adalah 37 tahun, dengan rentang usia 22 tahun (termuda) hingga 72 tahun (tertua).
3. Rata-rata karakteristik responden meliputi berat badan 59,6 kg, laju asupan air 2 L per hari, frekuensi pajanan 340 hari per tahun, serta durasi pajanan selama 10 tahun. Seluruh variabel tersebut menunjukkan distribusi data yang tidak normal.
4. Nilai intake (asupan) pada ibu rumah tangga di Kelurahan Dwikora terbagi menjadi dua, yaitu intake realtime sebesar $9,16 \times 10^{-6}$ mg/kg/hari dan intake lifespan sebesar $6,60 \times 10^{-5}$ mg/kg/hari, Keduanya tetap tergolong aman karena nilainya masih berada di bawah batas maksimum yang telah ditetapkan dalam standar baku mutu.
5. Risk Quotient (RQ) baik pada kondisi realtime maupun lifespan, seluruh responden bernilai ≤ 1 . Hal ini menunjukkan pajanan besi

(Fe) tidak menimbulkan dampak kesehatan yang berarti. Dengan demikian, tidak dibutuhkan langkah pengelolaan risiko lebih lanjut, dan air minum dari DAMIU di Kelurahan Dwikora masih tergolong aman untuk dikonsumsi.

SARAN

Berdasarkan temuan penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Pemerintah daerah dan pihak puskesmas perlu melakukan sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingnya kualitas air minum yang memenuhi standar kesehatan, serta memberikan edukasi tentang potensi pencemaran air dan upaya pencegahannya.
2. Dinas Kesehatan dan instansi terkait diharapkan terus melakukan pengawasan rutin terhadap Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) agar kualitas air, peralatan, dan sumber air baku tetap terjaga sesuai standar kesehatan.
3. Masyarakat diimbau untuk lebih selektif dalam memilih DAMIU, dengan memperhatikan kebersihan tempat, peralatan, dan proses pengisian air sehingga air yang dikonsumsi terjamin aman dan higienis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sasongko EB, Widyastuti E, Priyono RE. Study of Water Quality and Utility of Dug Well to the People around Kaliyasa Rivers Cilacap. *J Ilmu Lingkung*. 2014;12(2):72-82.
2. Rusidah Y, Farikhah L,

- Mundriyastutik Y. Analisa Kualitatif Air Minum dalam Kemasan (AMDK) dan Air Minum Isi Ulang (AIU) yang Dijual Sekitar Kampus UMKU. *Indones J Perawat*. 2021;6(1):22-32.
3. Agustina L. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Arkl) Parameter Air Minum Untuk Pekerja Di Kabupaten Pasuruan Tahun 2017. *Med Technol Public Health J*. 2019;3(1):61-69. doi:10.33086/mtphj.v3i1.663
3. Fadhillah A, Khairunnisa C, Yuziani Y. Analisis Kadar Logam Besi (Fe) pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Lhokseumawe. *COMSERVA J Penelit dan Pengabdi Masy*. 2022;1(12):1063-1073. doi:10.59141/comserva.v1i12.182
4. Kesumaningrum F, Ismayanti NA, Muhaimin M. Analisis Kadar Logam Fe, Cr, Cd dan Pb dalam Air Minum Isi Ulang Di Lingkungan Sekitar Kampus Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). *IJCA (Indonesian J Chem Anal*. 2019;2(01):41-46. doi:10.20885/ijca.vol2.iss1.art6
5. Zendrato M, Aruan DGR. Analisa Kadar Besi (Fe) Dalam Air di Depot Air Minum Isi Ulang yang Berada di Kelurahan Dwikora Kecamatan Medan Helvetia Kota Medan Tahun 2021. *J Kim Saintek dan Pendidik*. 2021;V(492):34-4
6. Dirjen P2PL. (2012). *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907 Tentang

- Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum (2002).
7. Rosita N. Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Tangerang Selatan. *J Kim Val*. 2014;4(2):134-141. doi:10.15408/jkv.v0i0.3611
8. Putra AY, Mairizki F. Analisis Warna, Derajat Keasaman dan Kadar Logam Besi Air Tanah Kecamatan Kubu Babussalam, Rokan Hilir, Riau. *J Katalisator*. 2019;4(1):9. doi:10.22216/jk.v4i1.4024
9. Marpaung MDO, Marsono BD. Uji Kualitas Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Sukolilo Surabaya Ditinjau dari Perilaku dan Pemeliharaan Alat. *J Tek POMITS Vol 2, No 2, ISSN 2337-3539 (2301-9271 Print)*. 2013;2(2):2-6.
10. Zora M, Gustina E, Ulfah M. Analisis Faktor-Faktor yang Berhubungan Dengan Akses Air Minum Aman di Wilayah Kerja Dinas Kesehatan Kabupaten OKU Tahun 2021. *J Kesehat Saelmakers PERDANA*. 2022;5(1):73-84. doi:10.32524/jksp.v5i1.392
11. Firmansyah D, Yulianto B, Sedjati S. STUDI KANDUNGAN LOGAM BERAT BESI (Fe) DALAM AIR, SEDIMEN DAN JARINGAN LUNAK KERANG DARAH (Anadara granosa Linn). 2013;2(November 2011):45-54.
12. Faisal. (2012). *Gambaran Kondisi Higiene Dan Sanitasi Depot Terhadap Kualitas Fisik Air Pada Depot Air Minum Di Kecamatan Manggala Kota Makassar Tahun 2012*. Keputusan Menteri Perindustrian Dan Perdagangan Republik Indonesia Tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdagangannya, (2004).