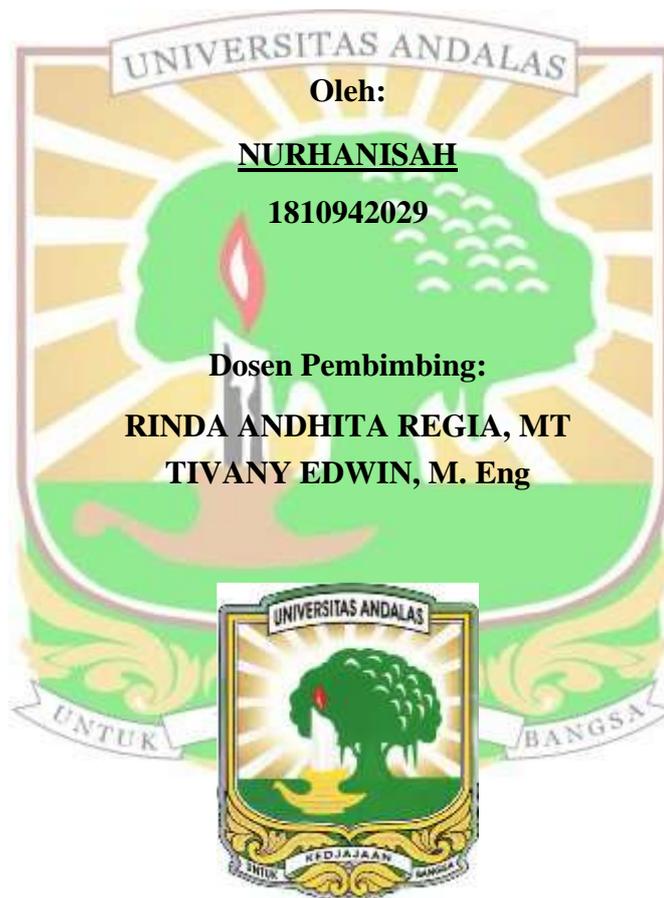


**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN
AKIBAT PAJANAN LOGAM BERAT
PADA AIR MINUM ISI ULANG (AMIU)
DI KECAMATAN PAUH KOTA PADANG**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1
Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Andalas



**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN AKIBAT PAJANAN LOGAM BERAT PADA AIR MINUM ISI ULANG (AMIU) DI KECAMATAN PAUH KOTA PADANG

Nama : Nurhanisah
NIM : 1810942029

Lulus Sidang Tugas Akhir tanggal: 22 Desember 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,



Rinda Andhita Regia, S.T.,M.T
NIP. 198910252015042002

Kopembimbing,



Tivany Edwin, S.T., M.Eng
NIP. 198704092008122001

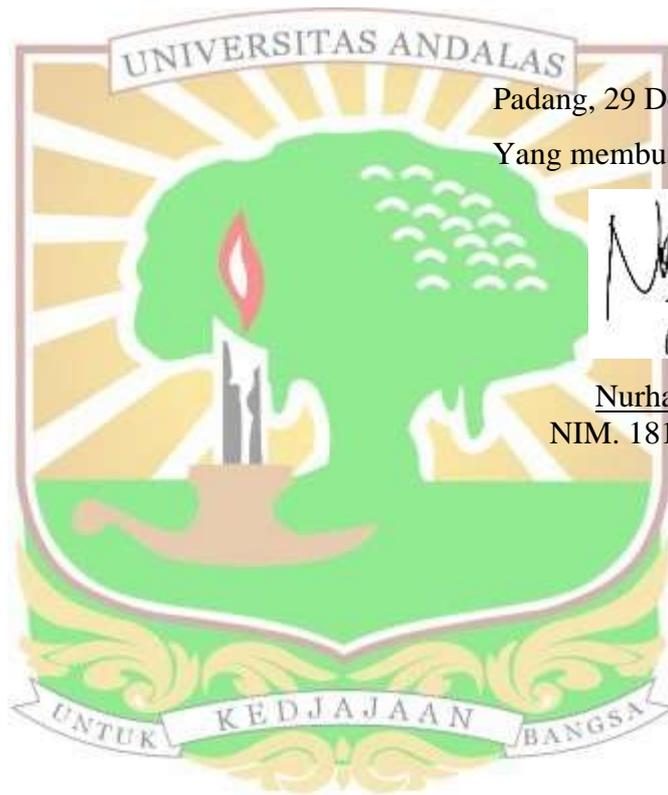
Disahkan oleh:
Ketua Departemen,



Rizki Aziz, Ph.D
NIP. 197610312005011001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang ditulis dengan judul: **Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Logam Berat pada Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Pauh Kota Padang** adalah benar hasil kerja/karya saya sendiri dan bukan merupakan tiruan hasil kerja/karya orang lain, kecuali kutipan pustaka yang sumbernya dicantumkan. Jika kemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka status kelulusan dan gelar yang saya peroleh menjadi batal dengan sendirinya.



Padang, 29 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nurhanisah' with a stylized flourish at the end.

Nurhanisah
NIM. 1810942029

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi logam berat pada AMIU dan untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan akibat paparan logam berat pada AMIU di Kecamatan Pauh, Kota Padang. Logam berat dapat ditemukan dalam AMIU karena sumber air baku yang telah terkontaminasi logam dan belum tepatnya pengolahan air baku yang dilakukan oleh Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU). Analisis risiko kesehatan terdiri dari 4 langkah yaitu identifikasi bahaya, analisis dosis-respon, analisis pajanan, dan karakterisasi risiko. Pengujian kualitas AMIU dilakukan dengan alat Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES) pada 2 DAMIU yang dipilih dengan menggunakan metode Purposive Sampling. Kriteria yang digunakan adalah kapasitas produksi tertinggi, sumber air baku yang sama, dan sistem pengolahan yang sama. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali pada 2 DAMIU di Kecamatan Pauh. Populasi penelitian adalah masyarakat yang mengkonsumsi AMIU selama kurang lebih 6 bulan di kedua DAMIU tersebut dengan responden sebanyak 60 orang. Hasil penelitian konsentrasi rata-rata Kadmium (Cd), Arsen (As), dan Selenium (Se) pada DAMIU A yaitu 0,0024 mg/L; 0,0020 mg/L; dan 0,0049 mg/L dan pada DAMIU B yaitu 0,0022 mg/L; 0,0037mg/L; 0,0014 mg/L. Hasil pengukuran konsentrasi logam Cd, As, dan Se pada AMIU dibandingkan dengan Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Analisis kuesioner responden dengan tahapan ARKL didapatkan nilai karakterisasi risiko/Risk Quotient (RQ) realtime <1 untuk logam Cd, As, dan Se, sedangkan karakterisasi risiko (RQ) lifetime untuk logam berat As >1 artinya sebanyak 24 responden pada DAMIU B berisiko, sehingga perlu adanya pengelolaan risiko dan komunikasi risiko.

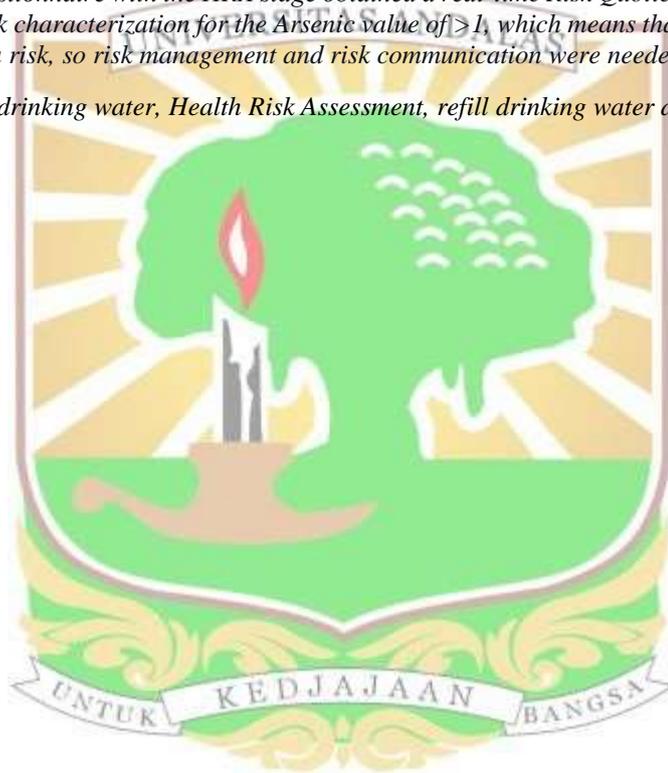
Kata kunci: AMIU, ARKL, DAMIU, ICP-AES.



ABSTRACT

This study aimed to analyze the concentration of heavy metals in refilled drinking water depots and Health Risk Assessment (HRA) due to heavy metal exposure to refill drinking water depots (AMIU) in Pauh District, Padang City. Heavy metals could be found in AMIU because raw water sources have been contaminated with metals and improper treatment of raw water by DAMIU. Health Risk Assessment (HRA) method consists of 4 steps: hazard identification, dose-response analysis, exposure analysis, and risk characterization. AMIU quality was tested using an Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES). The criteria used are the highest production capacity, the same source of raw water, and the same treatment. The sampling was done thrice in two depots in Pauh District. The research population is people who consume AMIU for approximately six months in two selected depots, with 60 respondents. The measured concentrations of Cadmium (Cd), Arsenic (As), and Selenium (Se) in drinking water samples met the water standard set by the Minister of Health Regulation No. 492 of 2010 about Drinking Water Quality Treatment. The average concentrations of Cd, As, and Se in depots A were 0.0024 mg/L; 0.0020 mg/L; dan 0.0049 mg/L, and in depots B, were 0.0022 mg/L; 0.0037mg/L; 0.0014 mg/L. Analysis of the respondent's questionnaire with the HRA stage obtained a real-time Risk Quotient (RQ) value of <1 and a lifetime risk characterization for the Arsenic value of >1, which means that 24 respondents in DAMIU B have a risk, so risk management and risk communication were needed.

Keywords: *refill drinking water, Health Risk Assessment, refill drinking water depots, ICP-AES.*



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia yang dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan akibat Paparan Logam Berat Pada Air Minum Isi Ulang (AMIU) di Kecamatan Pauh Kota Padang**. Serta shalawat dan salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Penulisan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas. Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan dari banyak pihak, baik langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Rinda Andhita Regia, M.T dan Ibu Tivany Edwin, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu dan dengan sabar memberikan ilmu, saran, bimbingan, semangat, dan doa yang sangat berharga bagi saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Dr. Eng Zulkarnaini dan Bapak Dr. Eng Alqadri Asri Putra selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran kepada saya;
3. Bapak Dr. Eng. Denny Helard selaku pembimbing akademik yang selalu sabar selama membimbing dan mengarahkan serta memberikan semangat dalam menyelesaikan perkuliahan di Teknik Lingkungan ini;
4. Dinas Kesehatan Kota Padang yang telah membantu terkait data yang dibutuhkan dalam penelitian;
5. Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kecamatan Pauh yang telah mengizinkan Penulis untuk melakukan pengambilan sampel air;
6. Bapak dan Ibu staf pengajar beserta karyawan-karyawati Departemen Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu kepada Penulis;
7. Ibu Syofni, S.Si dan Uni Firda Winengsih selaku Analis Laboratorium Air di Departemen Teknik Lingkungan yang telah memberikan bantuan, arahan, dan semangat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini;

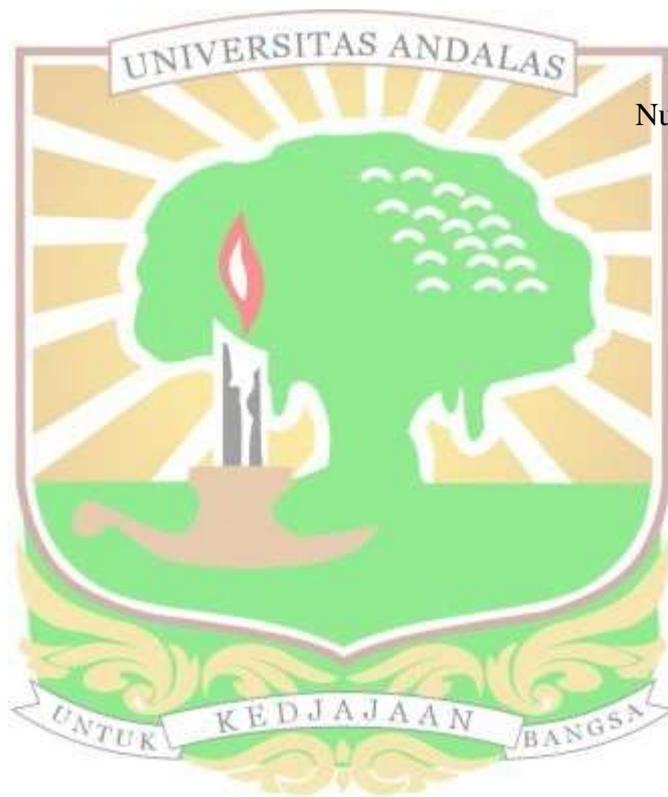
8. Semua pihak yang turut membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Penulis berharap tulisan ini dapat menjadi manfaat bagi kita semua. Penulis menerima segala bentuk kritik dan saran demi kesempurnaan laporan ini dan perbaikan di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT membalas kebaikan dengan yang lebih baik, Aamiin yaa Rabbal ‘Aalamiin.

Padang, Desember 2022

Wassalam,

Nurhanisah



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Air Minum.....	6
2.1.1 Sumber Air Minum	6
2.1.2 Syarat-Syarat Air Minum.....	7
2.2 Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU).....	10
2.2.1 Proses Produksi Air Minum Isi Ulang (AMIU).....	10
2.3 Logam Berat.....	13
2.3.1 Faktor yang Memengaruhi AMIU Terkontaminasi Logam Berat	18
2.4 Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kota Padang	19
2.5 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).....	20
2.5.1 Prinsip Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	21
2.5.2 Jenis dan Langkah-Langkah Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).....	23
2.6 Penelitian Terkait	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Umum.....	28
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	28
3.3 Tahapan Penelitian	28
3.3.1 Studi Literatur	31
3.3.2 Pengumpulan Data	31

3.3.3 Survei Pendahuluan.....	31
3.3.4 Penelitian Utama.....	31
3.4 Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian	38
3.4.1 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Umum.....	40
4.2 Gambaran Lokasi Penelitian	40
4.3 Konsentrasi Logam Berat dalam AMIU	41
4.3 Analisis Konsentrasi Logam Berat Cd, As, dan Se pada Air Baku dan Air Produksi	44
4.4 Hasil Pengukuran pH, DO, dan Suhu pada Air Baku dan AMIU.....	46
4.5 Analisis Kuesioner	48
4.5.1 Kuesioner Terhadap Operator DAMIU	48
4.5.2 Kuesioner Terhadap Konsumen DAMIU	49
4.5.2 Data Kesehatan Responden.....	52
4.6 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).....	55
4.6.1 Identifikasi Bahaya	55
4.6.2 Analisis Dosis Respon	58
4.6.3 Analisis Paparan.....	58
4.6.4 Karakterisasi Risiko	64
BAB V PENUTUP.....	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Wajib Kualitas Air Minum	9
Tabel 2.2 Parameter Tambahan Kualitas Air Minum	9
Tabel 2.3 Jumlah DAMIU di Kota Padang Tahun 2021	19
Tabel 2.4 Nilai <i>Default</i> untuk Air Minum	25
Tabel 2.5 Rekapitulasi Penelitian Terkait	27
Tabel 3.1 Daftar Alamat Lokasi Penelitian.....	33
Tabel 4.1 Kapasitas Produksi DAMIU A dan B	40
Tabel 4.2 Konsentrasi Logam Berat.....	41
Tabel 4.3 Nilai pH pada Air Baku	47
Tabel 4.4 Nilai DO pada Air Produksi.....	47
Tabel 4.5 Nilai Suhu pada Air Produksi	48
Tabel 4.6 Jenis Kelamin Responden	50
Tabel 4.7 Usia Responden.....	50
Tabel 4.8 Berat Badan.....	50
Tabel 4.9 Pekerjaan Responden.....	51
Tabel 4.10 Lamanya Responden Mengkonsumsi AMIU.....	51
Tabel 4.11 Keluhan Kesehatan Responden.....	52
Tabel 4.12 Keluhan Kesehatan Responden.....	53
Tabel 4.13 Identifikasi Bahaya DAMIU A	56
Tabel 4.14 Identifikasi Bahaya DAMIU B	57
Tabel 4.15 Analisis Dosis Respon	58
Tabel 4.16 Berat Badan Responden	59
Tabel 4.17 Durasi Paparan Responden.....	59
Tabel 4.18 Rekapitan Hasil Perhitungan Intake	64
Tabel 4.19 Rekapitan Hasil Perhitungan RQ	68
Tabel 4.20 Persentase Hasil perhitungan RQ.....	69
Tabel 4.21 Konsentrasi Aman dan Jumlah Konsumsi Aman	71
Tabel 4.22 Rata-Rata Batas Aman dan Jumlah Konsumsi Aman DAMIU B	72
Tabel 4.23 Alternatif Pendekatan Pengelolaan Risiko.....	73
Tabel 4.24 Alternatif Pendekatan Komunikasi Risiko.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pengolahan AMIU	13
Gambar 2.2 Fase Toksikokinetik	17
Gambar 2.3 Proses Analisis Risiko dan Paradigma	22
Gambar 2.4 Bagan Alir Penerapan ARKL.....	23
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian DAMIU A dan DAMIU B.....	28
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	30
Gambar 3.3 Skema Pengambilan Sampel	34
Gambar 4.1 Konsentrasi Cd, As, dan Se Air Baku	43
Gambar 4.2 Konsentrasi Cd, As, dan Se Air Produksi	44
Gambar 4.3 Rekapitulasi Konsentrasi Logam Berat	46
Gambar 4.4 Intake Kadmium (Realtime).....	60
Gambar 4.5 Intake Arsenik (Realtime)	61
Gambar 4.6 Intake Selenium (Realtime).....	61
Gambar 4.7 Intake Kadmium (Lifetime)	62
Gambar 4.8 Intake Arsenik (Lifetime).....	62
Gambar 4.9 Intake Selenium (Lifetime)	63
Gambar 4.10 RQ Kadmium (Realtime)	65
Gambar 4.11 RQ Arsenik (Realtime).....	65
Gambar 4.12 RQ Selenium (Realtime)	66
Gambar 4.13 RQ Kadmium (Lifetime).....	66
Gambar 4.14 RQ Arsenik (Lifetime)	67
Gambar 4.15 RQ Selenium (Lifetime).....	67
Gambar 4.16 Nilai Cnk (Aman) Logam As	71
Gambar 4.17 Nilai Rnk (Aman) Logam As	71

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERATURAN

- LAMPIRAN A.1 Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum
- LAMPIRAN A.2 Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.43 Tahun 2014 tentang Higiene Sanitasi Depot Air Minum
- LAMPIRAN A.3 Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum
- LAMPIRAN A.4 Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.907 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum
- LAMPIRAN A.5 Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

LAMPIRAN B PERHITUNGAN DATA

- LAMPIRAN B.1 Hasil Uji Konsentrasi Logam Berat
- LAMPIRAN B.2 Hasil Perhitungan *Intake*, RQ, Cnk, dan Rnk
- LAMPIRAN B.3 Contoh perhitungan *Intake*, RQ, Cnk, dan Rnk

LAMPIRAN C INSTRUMENT PENELITIAN

- LAMPIRAN C.1 Kuesioner Penelitian
- LAMPIRAN C.2 Uji Validasi dengan *Expert*
- LAMPIRAN C.3 Rekapitulasi Kuesioner Responden Penelitian
- LAMPIRAN C.4 Hasil Kuesioner Operator DAMIU
- LAMPIRAN C.5 Daftar DAMIU dan Kapasitas Produksi di Kecamatan Pauh

LAMPIRAN D DOKUMENTASI

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas air minum harus lebih baik dibandingkan dengan kualitas air lainnya. Hal ini dikarenakan air minum akan masuk ke dalam tubuh manusia yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Harsojo & Darsono, 2014). Seiring perkembangan zaman tingkat kesadaran masyarakat akan kebutuhan air minum yang memenuhi standar kesehatan semakin tinggi (Ma'arif et al., 2017). Tingginya permintaan masyarakat akan kebutuhan air minum, dan mahalnnya harga Air Minum Dalam Kemasan (AMDK), masyarakat di daerah perkotaan memiliki pilihan lain yaitu dengan membeli Air Minum Isi Ulang (AMIU) yang saat ini telah berkembang pesat di seluruh wilayah di Indonesia (Rusidah & Farikhah, 2021). Semakin majunya teknologi dan meningkatnya aktivitas sehari-hari, AMIU dapat dijadikan salah satu langkah praktis yang dapat dipilih masyarakat dalam rangka pemenuhan kebutuhan air minum (Ma'arif et al., 2017).

Kebutuhan masyarakat dalam mengkonsumsi AMIU sangat tinggi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2020) terdapat 29,1% masyarakat Indonesia yang menjadikan AMIU sebagai sumber air minum utama (BPS, 2020). Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Padang (2021) masih banyak Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) yang belum memenuhi persyaratan kesehatan yaitu persyaratan fisik, biologis, kimiawi, dan radioaktif dari total 839 DAMIU yang ada di Kota Padang. Salah satunya terdapat di Kecamatan Pauh yaitu sebanyak 24 DAMIU tidak memenuhi persyaratan kesehatan dari total 69 DAMIU yang ada di kecamatan tersebut (Dinkes Padang, 2021). Hal ini menyebabkan penting adanya pengawasan mutu air minum oleh Dinas Kesehatan agar air yang diminum aman dan terjamin kesehatan dan kesegarannya. Kebugaran tubuh dan semua aktivitas manusia sangat bergantung pada kualitas air yang diminum setiap harinya (Amisa & Mubarak, 2021).

Dalam penelitian Hasan (2018) menjelaskan bahwa analisis kandungan logam berat (As, Cd, Cr, dan Se) pada DAMIU di Kecamatan Kuranji, Kota Padang tidak memenuhi baku mutu untuk parameter As dan Se yaitu sebesar 0,152 mg/L dan 0,021 mg/L (Hasan, 2018). Pada penelitian Ismayanti (2019) juga menganalisis

tentang logam kadmium, timbal, dan besi dalam AMIU yang dilakukan di sekitar kampus Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta mendapatkan hasil bahwa parameter yang diuji tidak memenuhi baku mutu kualitas air minum yaitu sebesar 0,0083 mg/L; 0,21 mg/L; dan 0,6154 mg/L (Ismayanti et al., 2019). Penelitian mengenai analisis risiko kesehatan akibat logam berat juga ditemukan pada penelitian Agustina (2019) mengenai analisis risiko kesehatan lingkungan parameter air minum untuk pekerja di Kabupaten Pasuruan didapatkan hasil bahwa tingkat risiko untuk logam berat tersebut ≤ 1 yang artinya paparan logam berat tersebut tidak berisiko terhadap kesehatan masyarakat. Sedangkan, pada penelitian Mursidi (2015) mengenai analisis risiko kandungan logam Kromium Heksavalen (Cr^{6+}) dan Arsen (As) dalam air minum didapatkan hasil dengan konsentrasi logam Cr 0,030 mg/L dan As 0,01 mg/L tingkat risiko untuk logam As > 1 yang artinya paparan logam As berisiko terhadap kesehatan masyarakat. Hal ini menunjukkan bahwa adanya kandungan logam berat pada AMIU dapat menimbulkan risiko kesehatan terhadap masyarakat yang mengkonsumsi AMIU tersebut dalam jangka waktu yang lama (Mursidi, 2015).

Kandungan logam berat dalam AMIU dapat disebabkan oleh sumber air yang digunakan telah mengandung logam berat, belum tepatnya pengolahan air minum yang dilakukan oleh pengelola DAMIU terkait waktu penggantian *filter* dan jenis *filter* yang digunakan. Selain itu, penggunaan logam berat untuk melapisi perpipaan serta penggunaan pipa untuk proses pengaliran air juga dapat menyebabkan adanya kandungan logam berat pada AMIU (Amelia & Rahmi, 2017). Logam berat yang masuk pada sistem metabolisme dalam jumlah banyak akan menimbulkan bahaya bagi tubuh manusia. Logam berat pada tubuh manusia akan menghambat kerja enzim pembentukan Hemoglobin (Hb) (WHO, 2011). Logam berat apabila dikonsumsi dapat mengakibatkan gejala sakit kepala, mudah marah, sakit perut, dan gejala lainnya terkait dengan sistem saraf. Seseorang yang dalam waktu lama terpapar logam berat maka dapat mengakibatkan kehilangan daya ingatnya dan gangguan sintesis hemoglobin. Selain itu logam berat yang masuk ke dalam tubuh manusia juga dapat menyebabkan gangguan pada ginjal dan sel darah merah; kerusakan pada paru-paru; dan iritasi pada lambung yang menimbulkan gejala muntah-muntah serta diare (Irianti et al., 2017). Oleh karena itu, untuk

mengestimasi risiko kesehatan manusia akibat pajanan logam berat maka perlu adanya Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

Terdapat 35% DAMIU di Kecamatan Pauh yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan menurut data Dinas Kesehatan Kota Padang pada tahun 2021, akan tetapi tidak diketahui tingkat risiko yang dapat ditimbulkan akibat adanya konsentrasi logam berat terutama pada DAMIU yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan tersebut. ARKL merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk melihat potensi besarnya risiko yang diawali dengan menggambarkan masalah lingkungan yang telah diketahui dan melibatkan penetapan risiko pada kesehatan manusia yang berkaitan dengan masalah lingkungan yang berkaitan (Dirjen P2PL, 2012). Berdasarkan uraian diatas, maka penting untuk dilakukannya penelitian mengenai ARKL akibat pajanan logam berat pada AMIU di Kecamatan Pauh, Kota Padang.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan akibat pajanan logam berat pada AMIU di Kecamatan Pauh, Kota Padang. Tujuan penelitian ini antara lain ialah:

1. Menganalisis konsentrasi logam berat yang terdapat dalam AMIU.
2. Menganalisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) akibat pajanan logam berat pada AMIU di Kecamatan Pauh;

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Bagi masyarakat hasil penelitian ini dapat memberikan pengetahuan dan informasi mengenai tingkat risiko kesehatan masyarakat yang mengkonsumsi AMIU yang mengandung logam berat dan pentingnya mengkonsumsi air minum yang aman bagi kesehatan dan bahaya logam berat yang terdapat pada AMIU.
2. Bagi pemilik DAMIU, penelitian ini dapat memberikan masukan dan informasi agar pemilik DAMIU lebih memperhatikan persyaratan air minum yang layak konsumsi sehingga tingkat risiko kesehatan masyarakat akibat pajanan logam berat dari AMIU dapat dikurangi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Sampel AMIU yang diteliti adalah DAMIU di Kecamatan Pauh yang belum memenuhi syarat kesehatan berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Padang;
2. Jumlah sampel yang diuji pada saat penelitian ialah 2 DAMIU yang dipilih dengan metode *Purposive Sampling* yang dinilai berdasarkan kapasitas produksi terbanyak, sumber air baku yang digunakan sama, dan cara pengolahan air minum yang sama;
3. Wawancara dan observasi kepada pemilik DAMIU untuk mengetahui praktik higiene yang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2014 mengenai Higiene Sanitasi DAMIU.
4. Wawancara kepada konsumen DAMIU masing-masing sebanyak 30 orang untuk mengetahui informasi mengenai kualitas AMIU yang dikonsumsi.
5. Metode analisis kandungan logam berat pada AMIU dilakukan dengan alat *Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry* (ICP-AES) dan membandingkannya dengan baku mutu pada PERMENKES No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
6. Berdasarkan pedoman ARKL tahun 2012 metode ARKL dilakukan dengan 4 langkah yaitu identifikasi bahaya (*Hazard Identification*), analisis dosis respon (*dose-respon assessment*), analisis pemajanan (*exposure assessment*), dan karakterisasi risiko (*risk characterization*);

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang dasar-dasar teori mengenai Air Minum, DAMIU, DAMIU di Kota Padang, Logam Berat pada AMIU, ARKL, dan Penelitian Terkait.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan penelitian secara umum, lokasi dan waktu penelitian, tahapan penelitian yang dilakukan, dan metode analisis yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian yaitu konsentrasi logam berat pada AMIU dan pada tangki air baku, analisis konsentrasi logam berat tertinggi yang diperoleh dari hasil pengujian, analisis kuesioner, dan analisis risiko kesehatan lingkungan dengan menggunakan 4 langkah yaitu identifikasi bahaya, analisis dosis-respon, analisis pajanan, dan karakterisasi risiko

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Minum

Berdasarkan Permenkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 mengenai Persyaratan Kualitas Air Minum menjelaskan bahwa air minum adalah air yang telah diolah atau tanpa pengolahan namun sudah memenuhi standar kualitas air minum dan langsung bisa dikonsumsi. Air ialah zat terpenting dalam kehidupan. Manusia tidak akan dapat bertahan hidup selama lebih dari 4-5 hari tanpa air minum. Air juga dapat menjadi sumber penyakit bagi manusia apabila air telah terkontaminasi pencemar maka penyakit-penyakit dapat muncul dan ditularkan disebarkan melalui air (Wandriviel et al., 2012).

2.1.1 Sumber Air Minum

Hal utama yang harus ada pada sisten penyediaan air bersih ialah sumber air karena apabila tidak ada sumber air maka sistem penyediaan air bersih tidak berfungsi. Air yang berada di permukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber, terdapat tiga bagian air berdasarkan letak sumbernya yaitu air permukaan, air hujan, dan air tanah. Sumber-sumber air minum (Faisal, 2012):

a. Air Hujan

Air hujan merupakan air bersih yang dapat dijadikan air minum dengan cara ditampung. Akan tetapi air hujan tidak mengandung kalsium, agar air hujan dapat dijadikan air minum yang sehat maka perlu adanya penambahan kalsium kedalamnya.

b. Air Sungai dan Danau

Menurut asalnya sebagian dari air sungai dan air danau juga berasal dari air hujan yang mengalir melalui saluran-saluran ke dalam sungai atau danau. Air sungai dan air danau sering juga disebut sebagai air permukaan. Air sungai dan danau ini sudah terkontaminasi atau tercemar oleh berbagai macam kotoran maka apabila akan dijadikan air minum harus diolah terlebih dahulu.

c. Mata Air

Air tanah yang muncul secara alamiah merupakan air yang keluar dari mata air yang apabila air ini belum tercemar oleh kotoran maka dapat dijadikan air minum langsung. Akan tetapi, untuk lebih baiknya air ini harus direbus terlebih

dahulu sebelum diminum agar dapat dipastikan bahwa air mata air ini sudah aman untuk diminum.

d. Air Sumur Dangkal

Air sumur dangkal berasal dari lapisan air di dalam tanah yang dangkal. Kedalaman lapisan air dari permukaan tanah yang satu dengan yang lainnya berbeda-beda, namun biasanya sekitar 5 sampai 15 meter dari permukaan tanah. Air sumur dangkal juga dapat dijadikan air minum apabila sudah direbus terlebih dahulu karena kontaminasi kotoran dari permukaan air tanah masih ada.

e. Air Sumur Dalam

Air sumur dalam bersumber dari lapisan air kedua di dalam tanah. Kedalamannya dari permukaan tanah biasanya di atas 15 meter. Air pada sumur dalam sudah cukup sehat untuk dijadikan air minum langsung (tanpa adanya pengolahan).

2.1.2 Syarat-Syarat Air Minum

Air minum yang dikonsumsi dalam kehidupan sehari-hari harus memenuhi standar kesehatan sehingga tidak menimbulkan penyakit bagi manusia. *World Health Organization* (WHO) telah menetapkan standar air minum yang aman dikonsumsi ialah (WHO, 2011):

1. Memenuhi syarat fisik;
2. Memenuhi syarat biologis;
3. Tidak terdapat zat kimia yang berbahaya;
4. Tidak mengandung radioaktif.

Berdasarkan Kementerian Kesehatan, kebutuhan air minum yang baik adalah air yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa serta tidak mengandung logam berat. Meskipun air yang berasal dari alam dapat diminum langsung, akan tetapi air ini juga mungkin terkontaminasi oleh bakteri atau zat berbahaya lainnya. Dengan merebus air hingga 100°C maka bakteri dapat mati, begitu juga dengan zat berbahaya atau logam.

Pada dasarnya tidak terdapat air yang 100% murni tidak mengandung zat-zat yang berbahaya bagi tubuh manusia apabila dikonsumsi, oleh karena itu penting untuk

mengolah air sebelum diminum sehingga air dapat memenuhi syarat kesehatan. Adapun syarat-syarat kesehatan tersebut ialah (Achmadi, 2001):

1. Syarat Bakteriologis

Air minum tidak boleh terkontaminasi bakteri terutama bakteri patogen. Bakteri yang sering diuji adalah *e.coli* dan *coliform*. Sampel air yang diuji tidak boleh mengandung bakteri tersebut, apabila sampel mengandung bakteri *e.coli* dan *coliform* maka air diartikan tidak memenuhi syarat kesehatan yaitu dari segi bakteriologis. Kedua bakteri ini dijadikan sebagai patokan karena biasanya penyakit ditemukan dari bakteri ini karena bakteri *e.coli* dan *coliform* relatif susah dihilangkan dengan merebus air.

2. Syarat Fisik

Syarat fisik dari air minum yaitu tidak boleh memiliki bau, rasa, ataupun warna. Dalam hal ini artinya air harus jernih dan suhunya harus berada di bawah suhu udara. Semua syarat fisik tersebut harus dipenuhi agar air dapat dinyatakan sehat dan aman untuk diminum. Penyakit bisa saja muncul akibat salah satu syarat kesehatan secara fisik tidak terpenuhi pada air.

3. Syarat Kimia

Zat-zat kimia dapat membahayakan tubuh manusia apabila dikonsumsi secara berlebihan. Oleh karena itu, air yang sehat adalah air yang tidak terkontaminasi zat kimia secara berlebihan. Tidak semua zat kimia tidak boleh dikonsumsi, terdapat zat kimia yang memang dibutuhkan oleh tubuh manusia namun dalam jumlah tertentu.

Memperoleh air bersih untuk keperluan rumah tangga seperti air minum tentunya harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh peraturan internasional WHO dan APHA (*American Public Health Association*) ataupun peraturan nasional dan lokal. Kualitas air bersih di Indonesia harus memenuhi persyaratan yang sesuai dengan Peraturan menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/SK/VII/2010 yaitu setiap komponen yang mungkin ada di dalamnya harus pas. Persyaratan air minum terdiri dari parameter wajib dan tambahan. Parameter wajib ada yang berhubungan langsung dengan kesehatan manusia dan ada yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan manusia. Parameter tambahan seperti timbal, air raksa, nikel dan lain-lain. Penjabaran parameter

tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dan **Tabel 2.2** berikut (Permenkes RI No. 492, 2010).

Tabel 2.1 Parameter Wajib Kualitas Air Minum

Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diizinkan
Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
A. Parameter Mikrobiologi		
1. <i>Escherichia coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0
2. Total bakteri koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
B. Kimia an-organik		
1. Arsen	mg/L	0,01
2. Fluorida	mg/L	1,5
3. Total kromium	mg/L	0,05
4. Kadmium	mg/L	0,003
5. Nitrit (sebagai NO ₂ ⁻)	mg/L	3
6. Nitrat (sebagai NO ₃ ⁻)	mg/L	50
7. Sianida	mg/L	0,07
8. Selenium	mg/L	0,01
Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
A. Parameter Fisik		
1. Bau	-	Tidak Berbau
2. Warna	TCU	15
3. TDS	mg/L	500
4. Kekeruhan	NTU	5
5. Rasa	-	Tidak Berasa
6. Suhu	°C	Suhu Udara ±3
B. Parameter Kimiawi		
1. Aluminium	mg/L	0,2
2. Besi	mg/L	0,3
3. Kesadahan	mg/L	500
4. Khlorida	mg/L	250
5. Mangan	mg/L	0,4
6. pH	-	6,5-8,5
7. Seng	mg/L	3
8. Sulfat	mg/L	250
9. Tembaga	mg/L	2
10. Amonia	mg/L	1,5

Sumber: Permenkes RI No. 492, 2010

Tabel 2.2 Parameter Tambahan Kualitas Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	KIMIAWI		
a.	Bahan Anorganik		
	Air Raksa	mg/L	0,001
	Antimon	mg/L	0,02
	Barium	mg/L	0,7
	Boron	mg/L	0,5
	Molybdenum	mg/L	0,07
	Nikel	mg/L	0,07
	Sodium	mg/L	200
	Timbal	mg/L	0,01
	Uranium	mg/L	0,015
b.	Bahan Organik		
	Aromatic hydrocarbons		

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Benzene	mg/L	0,01
	Toluene	mg/L	0,7
	Xylenes	mg/L	0,5
	Ethylbenzene	mg/L	0,3
	Styrene	mg/L	0,02

Sumber: Permenkes RI No. 492, 2010

2.2 Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU)

AMIU ialah air baku yang telah melewati proses pengolahan seperti penjernihan sehingga aman untuk diminum tanpa dimasak lagi (Margareta, 2019). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 43 Tahun 2014 yang dimaksud dengan DAMIU merupakan usaha pengolahan air baku menjadi air minum dalam bentuk curah dan dijual langsung kepada konsumen. Air minum ialah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi persyaratan kesehatan serta dapat langsung diminum. Setiap DAMIU wajib (Permenkes RI, No. 43, 2014):

- a. Menjamin air minum yang dihasilkan telah memenuhi standar baku mutu atau persyaratan kualitas air minum sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan;
- b. Memenuhi persyaratan higiene sanitasi dalam pengolahan air minum.

2.2.1 Proses Produksi Air Minum Isi Ulang (AMIU)

Kualitas air baku serta peralatan yang digunakan untuk proses pengolahan air merupakan salah satu hal yang sangat perlu diperhatikan untuk menjamin air minum yang sehat dan aman. Secara umum pengolahan AMIU yang dilakukan pada setiap DAMIU akan sama. Pengolahan air tersebut bertujuan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, serta zat kimia dan mikroorganisme yang terdapat didalamnya (Nuraini et al., 2015). DAMIU akan memproduksi air minum dengan proses sebagai berikut (Kemenperindag, 2004):

1. Proses menampung air baku dari sumbernya

Air baku diangkut dengan menggunakan tangki agar bisa ditampung pada bak penampungan atau yang disebut dengan *reservoir*. Kebersihan tangki pengangkut air harus dijaga secara berkala, yaitu tangki harus bersih dan telah di desinfeksi dan disanitasi baik pada bagian dalam ataupun luar tangki minimalnya sebanyak satu kali dalam jangka waktu 3 bulan.

2. Proses menyaring air baku

Air yang telah ditampung pada bak penampungan akan disaring secara bertahap yaitu dengan saringan pasir dan saringan jenis lain dengan fungsi yang sama. Tujuan dari saringan pasir ialah untuk menyaring partikel yang berukuran besar. Saringan ini menggunakan butir-butir silika 80%. Selain itu, juga terdapat saringan dari batok kelapa atau batu bara yang dapat menyerap debu, warna, rasa, bahan organik, dan sisa khlor. Saringan lainnya berukuran 10 mikron untuk menyaring partikel berukuran kecil.

3. Desinfeksi

Bakteri patogen dapat dimatikan dengan proses desinfeksi. Tindakan desinfeksi dapat dilakukan dengan 3 cara di antaranya sebagai berikut (Nuraini et al., 2015):

a. Ozon

Oksidator kuat yang dapat bereaksi dengan cepat pada hampir semua zat organik disebut sebagai ozon. Sifat ozon di antaranya algasida, bakterisida, virusida, serta dapat mengubah senyawa organik yang sangat kompleks menjadi senyawa organik yang sederhana. Dengan menggunakan ozon air minum yang dihasilkan tidak akan memiliki bau dan rasa, hal ini menjadi salah satu pilihan konsumen. Apabila menggunakan ozon proses desinfeksi akan dilakukan pada tangki dengan residu ozon sekitar 0,06 – 0,1 ppm dan konsentrasi ozon minimal 0,1.

b. Sinar Ultraviolet (UV)

Menggunakan sinar UV memiliki kelebihan dibandingkan dengan menggunakan ozon. Walaupun dengan menggunakan sinar radiasi untuk mematikan bakteri namun tidak akan meninggalkan sisa radiasi pada air. Selain itu, sinar radiasi tidak menggunakan bahan kimia seperti pada teknik ozonisasi. Sinar UV juga sangat baik dalam hal membunuh bakteri patogen, tidak ada produk sampingan yang akan dikeluarkan, dan tidak bergantung pada pH. Tidak hanya itu, pengoperasiannya sangatlah mudah dan bisa menentukan dosis dengan akurat. Faktor terpenting dalam menggunakan sinar UV untuk desinfeksi air ini ialah lama penyinaran dan lama kontak. Waktu kontak berbanding lurus dengan

banyaknya bakteri yang terbunuh, semakin lama waktu kontak maka akan semakin banyak bakteri pathogen yang akan mati.

4. Proses Pembilasan, Pencucian, dan Sterilisasi Wadah

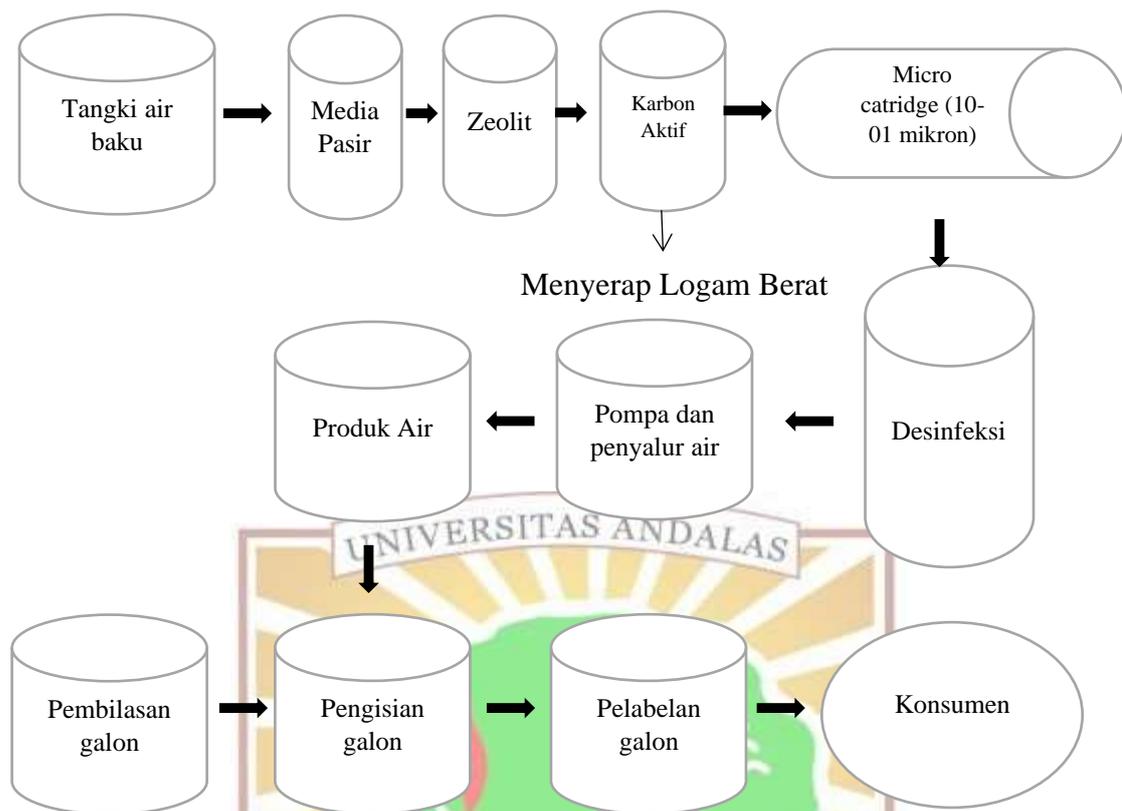
Proses pembilasan dilakukan pada wadah yang bersih dan telah dinyatakan layak untuk dijadikan wadah air minum oleh DAMIU. Biasanya wadah yang digunakan terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*). Deterjen yang digunakan untuk proses pencucian wadah berbagai jenis deterjen tara pangan. Setelah diberi deterjen wadah akan dibilas dengan air minum atau air produk agar tidak terdapat sisa deterjen pada wadah.

5. Pengisian

Proses pengisian air ke dalam wadah dilakukan pada tempat yang higienis dan layak dengan menggunakan alat dan mesin.

Gambar proses pengolahan AMIU secara lengkap dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.





Gambar 2.1 Proses Pengolahan AMIU

Sumber: (Alfian et al., 2021)

Berdasarkan proses pengolahan AMIU bagian yang dapat menyisihkan logam berat dalam air minum ialah bagian *pre filter* dan *micro filter*. Pada bagian tersebut terdapat pasir silika, zeolite, dan karbon. Pasir silika dapat menyaring lumpur, tanah, dan logam dalam air sedangkan karbon dapat menghilangkan senyawa organik dan menyerap logam. *Micro filter* dapat menyaring partikel, klorin, partikulat, mikroorganisme, pestisida, bahan kimia dan lain-lain dalam air sesuai dengan ukuran dari lubang *filter* (Indra & Sutanto, 2016).

2.3 Logam Berat

Logam tergolong atas logam ringan dan logam berat, logam ringan memiliki berat kurang dari 5 g untuk setiap cm^3 dan sebaliknya logam berat memiliki berat lebih dari 5 g untuk setiap cm^3 nya (Adhani & Husaini, 2017). Logam berat ialah komponen alami di dalam tanah yang tidak dapat di degradasi atau dihancurkan. Salah satu proses masuknya senyawa logam ke dalam tubuh manusia ialah melalui air minum (Margareta, 2019). Logam berat yang paling sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari ialah:

a. Timbal (Pb)

Timbal dalam kehidupan sehari-hari dalam bentuk apapun mempunyai dampak toksisitas untuk makhluk hidup. Timbal memiliki warna coklat kehitaman dan bersifat lunak. Akumulasi timbal di lingkungan disebabkan oleh kegiatan tambang dan pembakaran bahan bakar fosil. Selain itu pada produksi kosmetik, pipa, solder, dan produksi baterai timbal juga sering digunakan. Salah satu lingkungan tempat timbal dapat terakumulasi ialah pada air. Sumber air yang mengandung timbal yang berkemungkinan dijadikan sebagai air baku untuk air minum apabila tercemar timbal tentunya dapat berbahaya bagi kesehatan manusia. Sifat toksik dari timbal dapat menyebabkan gangguan saluran cerna, gangguan ginjal dan urinaria, kerusakan sistem saraf, sistem reproduksi dan jantung. Timbal dapat mengkontaminasi air yang digunakan untuk air minum melalui proses pemasangan pipa, pembuatan tangki air (Adhani & Husaini, 2017).

b. Arsenik (As)

Arsenik salah satu unsur yang paling beracun apabila ditemukan di air, tanah, dan udara. Arsenik dapat bersumber dari letusan gunung vulkanik yang akan melepaskan sampai 3000 ton setiap tahunnya. Namun, angka tersebut belum tinggi jika dibandingkan dengan pelepasan arsenik yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti industri dan pembakaran bahan bakar fosil yang mencapai 80.000 ton per tahunnya. Kontaminasi air tanah akibat arsenik dapat disebabkan oleh sumber geologi seperti mineral arsenik, proses penambangan dan peleburan bijih. Pupuk dan pestisida juga ikut melepaskan arsenik ke lingkungan dengan konsentrasi yang tinggi. Apabila arsenik masuk ke tubuh manusia dapat menimbulkan kanker hati, kandung kemih, paru-paru, dan kulit. Meminum air yang mengandung arsenik menjadi penyebab keracunan arsenik pada 30 lebih negara di dunia ini (Adhani & Husaini, 2017).

c. Aluminium (Al)

Aluminium sering terdapat pada makanan, minuman, atau aluminium yang mengandung obat. Gejala pada tubuh manusia yang mengandung aluminium dalam jumlah berlebih seperti bisul kulit, sariawan, diare, ruam kulit, dan nyeri rematik. Penderita penyakit ginjal sangat susah untuk menghilangkan

aluminium dari dalam tubuhnya sehingga aluminium akan terus terakumulasi dan menimbulkan kerusakan otak dan tulang (Adhani & Husaini, 2017).

d. Kadmium (Cd)

Produk sampingan dari seng ialah kadmium (Cd). Mineral pupuk, tanah, batuan serta batu bara mengandung kadmium. Kadmium juga terdapat pada plastik, baterai, dan pigmen. Kadmium diklasifikasikan sebagai karsinogen. Pengklasifikasian ini dilakukan oleh Badan Internasional untuk penelitian mengenai kanker. Sumber pelepasan kadmium ke lingkungan yaitu melalui pelapukan, letusan gunung berapi, transportasi sungai, aktivitas pertambangan, merokok tembakau, pembuatan pupuk, dan pembakaran limbah. Kadmium dapat menimbulkan kerusakan tulang dan gangguan fungsi ginjal. Apabila kadmium tertelan dalam jumlah yang tinggi dapat menyebabkan muntah dan diare bahkan iritasi lambung. Senyawa yang paling larut di dalam air ialah kadmium jika dibandingkan dengan logam-logam lainnya. Apabila paparan kadmium tinggi pada tubuh ibu hamil maka bayi akan lahir secara prematur dengan berat badan yang kurang (Adhani & Husaini, 2017).

e. Merkuri (Hg)

Merkuri atau yang disebut dengan air raksa ialah logam alami, logam ini memiliki wujud cair pada suhu kamar. Merkuri merupakan salah satu logam berat paling beracun yang terdapat di lingkungan. Merkuri tersebar melalui kegiatan industri seperti kertas, farmasi, pertanian, serta industri soda kaustik. Apabila air minum terkontaminasi merkuri dan masuk ke dalam tubuh manusia maka dapat merusak ginjal, otak, dan janin. Di dalam makanan dan minuman akan terdapat sekitar <1 sampai 50 mg/kg merkuri. Sistem saraf manusia sangat sensitif dengan semua jenis merkuri baik organik maupun anorganik. Apabila kadar merkuri meningkat dapat mengubah fungsi otak yang menimbulkan efek mudah marah, rasa malu, masalah memori, tremor, serta perubahan pendengaran dan penglihatan. Berdasarkan efek kesehatan yang dapat muncul akibat paparan merkuri dalam tubuh manusia sehingga hadir aturan atau standar batasan kadar merkuri pada air minum yaitu pada tingkat yang lebih rendah dari 0,002 mg/L dan 0,001 mg/L dengan UU Perlindungan Lingkungan dan Organisasi Kesehatan Dunia (Adhani & Husaini, 2017).

f. Besi (Fe)

Logam transisi yang paling melimpah di kerak bumi ialah besi atau ferrum (Fe). Besi didalam tubuh diperlukan karena dapat menjadi kofaktor bagi enzim dan protein penting. Namun, jika jumlahnya terlalu banyak dapat menimbulkan keracunan terutama bagi anak-anak. Keracunan besi ditandai dengan pengembangan struktur dan ulserasi gastrointestinal. Penyerapan zat bersih dalam kadar yang tinggi menjadi topik serius pada negara maju karena dapat mengakibatkan penyakit kanker (Adhani & Husaini, 2017).

g. Kromium (Cr)

Senyawa kromium banyak terdapat dalam sedimen air. Kromium yang paling tinggi paparan yang ditimbulkannya ke manusia dan merupakan unsur paling stabil ialah Cr (VI) dan Cr (III). Kontaminasi kromium pada air dapat bersumber dari buangan industri, pabrik tekstil, pelapisan krom, pabrik cat, tinta dan pengeboran minyak. Jumlah kromium yang tinggi dalam tubuh manusia dapat menimbulkan eritrosit glutathione reduktase yang dapat mengurangi methemoglobin dan hemoglobin. Selain itu, senyawa ini dapat menyebabkan penyimpangan kromosom, perubahan replikasi dan transkripsi DNA, serta kerusakan DNA (Adhani & Husaini, 2017).

h. Selenium (Se)

Salah satu mineral yang ditemukan di dalam tanah ialah selenium. Selenium dapat muncul pada makanan dan air. Selenium di dalam tubuh hanya diperlukan dalam jumlah kecil. Akan tetapi, sangat berperan penting untuk fungsi biologis. Selenium dapat bermanfaat sebagai penghasil selenoprotein yang berfungsi sebagai antioksidan. Kelebihan konsentrasi selenium di dalam tubuh juga tidak baik bagi kesehatan manusia karena dapat menimbulkan keracunan yang disebut sebagai seleniosis. Gejala keracunan selenium seperti rambut rontok dan adanya perubahan bentuk kuku. Selain itu juga muncul kemerahan pada kulit bahkan sampai kulit melepuh. Efek selenium dalam tubuh manusia juga dapat menyebabkan kelainan pada otot, diabetes melitus, hingga kanker (Kusmana, 2017).

Mekanisme pembersihan atau perjalanan logam berat di dalam tubuh atau disebut dengan fase toksikokinetik ialah sebagai berikut (Adhani & Husaini, 2017):



Gambar 2.2 Fase Toksikokinetik

Sumber: (Adhani & Husaini, 2017)

Perjalanan logam berat di dalam tubuh pada fase toksikokinetik terjadi dalam waktu paruh 10-30 tahun hingga dapat menuju target organ. Logam berat bersifat akumulatif. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh melalui air minum, makanan, ataupun partikel dan asap yang terhirup. Kadmium ialah salah satu logam berat yang mempunyai toksisitas yang tinggi. Proses pengeluaran logam Cd ialah melalui proses granula yang dibuang oleh ginjal. Logam Cd akan dikeluarkan atau terekskresi melalui urin dan feses, dengan konsentrasi yang rendah serta paruh waktu yang lama (10-30 tahun). Logam Cd yang dapat diekskresikan tubuh manusia melalui saluran pencernaan hanya sebesar 5%, dan sisanya kan tersimpan dan terakumulasi dalam hati dan ginjal. Semakin lama seseorang terpapar logam dan semakin bertambahnya umur maka akumulasi akan terus meningkat, efeknya akan terlihat ketika dewasa (Adhani & Husaini, 2017).

Logam berat dapat mengumpul didalam tubuh dan tetap tinggal dalam jangka waktu yang lama sebagai racun terakumulasi, hal ini disebut bioakumulasi. Bioakumulasi ialah peningkatan konsentrasi zat kimia di dalam tubuh makhluk hidup pada jangka waktu lama, dibandingkan dengan kadar zat kimia di alam. Dalam jumlah sedikit logam berat di tubuh masih dapat dikeluarkan, akan tetapi apabila kadar logam berat dalam jumlah banyak maka tidak dapat dimetabolisme dan tidak dapat mengalami biotransformasi ke bentuk senyawa lain. Logam berat hanya dapat dieksresikan oleh tubuh melalui ginjal dalam bentuk ion dan ion ini dapat menyebabkan

gangguan fungsi ginjal. Logam Cd sangat larut dalam air dibandingkan dengan logam lain, oleh karena itu logam Cd lebih cenderung berakumulasi di dalam tubuh. Kadmium tidak diperlukan bagi tubuh dalam proses metabolisme sehingga dalam kadar sedikitpun Cd dapat bersifat racun bagi tubuh manusia (Adhani & Husaini, 2017).

2.3.1 Faktor yang Memengaruhi AMIU Terkontaminasi Logam Berat

Adapun faktor-faktor yang dapat memengaruhi AMIU terkontaminasi oleh logam berat ialah:

1. Sumber air yang digunakan. Air baku yang dijadikan sebagai sumber AMIU dapat berasal dari air pegunungan, air tanah, air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan lain sebagainya. Air tanah yang dapat dijadikan salah satu sumber air baku dapat saja terkontaminasi logam berat. Logam berat tersebut berasal dari sumber aktivitas alam dan manusia. Sebenarnya, kandungan logam berat pada perairan tidak terlalu banyak, akan tetapi aktivitas manusia dapat berpengaruh besar seperti aktivitas industri, pertanian, domestik dan lain-lain. Pencemaran tersebut mengakibatkan logam berat pada air sulit diuraikan secara fisik, kimia, atauoun biologis (Putra & Mairizki, 2019).
2. Kondisi peralatan pengolahan DAMIU yang sudah dipakai dalam jangka waktu yang lama. DAMIU pada kondisi awal penjualan tentunya dapat berfungsi dengan baik karena semua peralatan yang digunakan masih baru sehingga kualitas airnya masih terjaga, lain halnya dengan DAMIU yang telah berdiri cukup lama, pemilik DAMIU terkadang tidak mau mengikuti standar DAMIU yang baik, penggantian *filter* yang tidak dilakukan secara berkala dapat mengurangi kualitas air minum yang akan dijual (Nuria et al., 2009).
3. DAMIU tercemar logam berat yang disebabkan oleh pencemaran lingkungan oleh industri-industri yang berada disekitar sumber air baku (Harsojo & Darsono, 2014).
4. Selain itu, kualitas AMIU juga dapat terkontaminasi logam berat akibat peralatan yang kurang memadai, tidak terdapat alat sterilisasi, proses pengolahan air minum yang kurang lengkap, serta pemeliharaan yang belum sesuai dengan standar (Nuria et al., 2009).

2.4 Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kota Padang

Dinas Kesehatan Kota Padang dengan Puskesmas bertanggung jawab terhadap pengawasan air bersih masyarakat. Kegiatan pengawasan yang dilakukan seperti pengamatan lapangan, inspeksi sanitasi, serta pengambilan sampel untuk dilakukan pengujian kualitas air. Cakupan masyarakat Kota Padang yang mengakses air minum berkualitas pada tahun 2019 ialah 93% dari target 100%. Permasalahan masyarakat yang belum dapat mengakses air minum berkualitas ialah pada sarana yang digunakan yang masih belum memenuhi persyaratan, perilaku hygiene dan sanitasi yang belum dijalankan dengan baik sehingga air minum tercemar. 93% masyarakat telah dapat mengakses air minum berkualitas di Kota Padang namun hanya 75% dari sarana air minum yang memenuhi syarat kesehatan. Penyebab sarana air minum ini belum memenuhi syarat kesehatan ialah masih adanya beberapa sarana yang terletak di lokasi pencemaran seperti di dekat tempat penampungan sampah sementara (Dinkes Padang, 2020).

Salah satu kecamatan yang terdapat di Kota Padang ialah Kecamatan Pauh dengan jumlah DAMIU sebanyak 69 DAMIU. DAMIU yang memenuhi persyaratan secara keseluruhan sebanyak 560 DAMU di Kota Padang dan 45 DAMIU di Kecamatan Pauh yang apabila dibandingkan dengan jumlah DAMIU yang terdapat di Kecamatan Pauh hanya 65,21% yang memenuhi persyaratan fisik, kimiawi, bakteriologis, dan radioaktif (Dinkes Padang, 2020).

Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Padang pada tahun 2021 terdapat 839 DAMIU di Kota Padang. Jumlah DAMIU masing-masing kecamatan di Kota Padang pada tahun 2021 dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Jumlah DAMIU di Kota Padang Tahun 2021

No.	Kecamatan	Puskesmas	Jumlah DAMIU	Jumlah DAMIU yang Memenuhi Syarat Kesehatan
1.	Bungus	Bungus	18	8
2.	Lubuk Kilangan	Lubuk Kilangan	45	32
3.	Lubuk Begalung	Lubuk Begalung	49	45
4.		Pegambiran	57	5
5.	Padang Selatan	Seberang Padang	13	5
6.		Pemancangan	13	11
7.		Rawang Barat	19	19
8.	Padang Timur	Andalas	69	53
9.	Padang Barat	Padang Pasir	37	16
10.	Padang Utara	Ulak Karang	14	12
11.		Air Tawar	27	17

No.	Kecamatan	Puskesmas	Jumlah DAMIU	Jumlah DAMIU yang Memenuhi Syarat Kesehatan
12.		Alai	22	20
13.	Nanggalo	Nanggalo	38	22
14.		Lapai	23	20
15.	Kuranji	Belimbing	55	43
16.		Kuranji	23	21
17.		Ambacang Kri	40	40
18.	Pauh	Pauh	69	45
19.	Koto Tangah	Air Dingin	49	18
20.		Lubuk Buaya	81	40
21.		Koto Panjang	9	9
22.		Anak Air	37	27
23.		Tunggul Hitam	32	32
Total			839	560

Sumber: Dinkes Padang, 2021

2.5 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Seiring dengan perkembangan zaman serta kemajuan teknologi, perkembangan industri menawarkan keberdayaan bagi masyarakat secara ekonomi. Perkembangan industri juga akan menimbulkan dampak negatif yang membuat masyarakat menjadi rugi. Kesehatan manusia terancam akibat adanya bahaya-bahaya dari lingkungan. Tidak hanya bahaya biologi seperti adanya bakteri *Escherichia coli* pada minuman, namun kini bahaya lingkungan yang mungkin terjadi seperti *modern risk* yang dapat berasal dari bahaya radiasi ataupun senyawa kimia (Dirjen P2PL, 2012).

Bahaya yang berasal dari lingkungan akan berpotensi atau berdampak terhadap kesehatan manusia. Bahaya ini akan menimbulkan berbagai gejala baik gejala ringan seperti batuk berdahak dan gatal hingga gejala berat seperti mutasi gen, kanker, bahkan kematian. Bahaya lingkungan dapat terjadi secara sinergis di tubuh manusia, bahaya ini dapat dikelompokkan menjadi tiga kriteria yaitu bahaya biologis terdiri dari virus dan organisme patogen, bahaya fisik seperti dari gelombang dan radiasi, serta bahaya kimia yaitu zat beracun (Dirjen P2PL, 2012).

Bahaya biologis adalah risiko yang ditimbulkan oleh agen biologis, seperti patogen dan virus di lingkungan. Ketika patogen dan virus ini masuk ke dalam tubuh manusia maka masalah kesehatan akan terjadi pada jumlah atau tingkat tertentu. Pada manusia agen biologis akan melalui masa inkubasi yaitu tubuh yang terinfeksi tidak akan langsung terinfeksi, melainkan akan menimbulkan gejala terlebih dulu. Agen biologis dalam tubuh dapat menumpuk dan menyebabkan berbagai gejala

yang berbeda setiap levelnya. Bahaya fisik dapat terjadi pada tubuh manusia ketika suhu ekstrim (terlalu rendah atau terlalu tinggi) atau terkena paparan radiasi yang lama. Ketika tubuh terkena agen fisik maka reaksi akan terjadi pada tubuh bergantung pada intensitas paparannya. Reaksi tubuh ini dapat berkisar dari ketidaknyamanan, kelelahan, dan ruam hingga mutasi genetik dan kematian (Dirjen P2PL, 2012).

Bahaya kimia memiliki karakteristik yang sangat spesifik. Zat kimia yang terdapat di lingkungan dapat berubah sewaktu waktu bergantung pada suhu, mikroorganisme pengurai, dan adanya zat kimia lainnya. Setiap zat kimia memiliki tingkat toksisitas yang berbeda-beda pula. Zat kimia yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat terakumulasi dan menimbulkan gangguan kesehatan. Sifat akumulasi ini yang membuat kadar zat kimia akan terus meningkat di dalam tubuh dan menimbulkan implikasi kesehatan sesuai dengan konsentrasinya dalam tubuh (Dirjen P2PL, 2012).

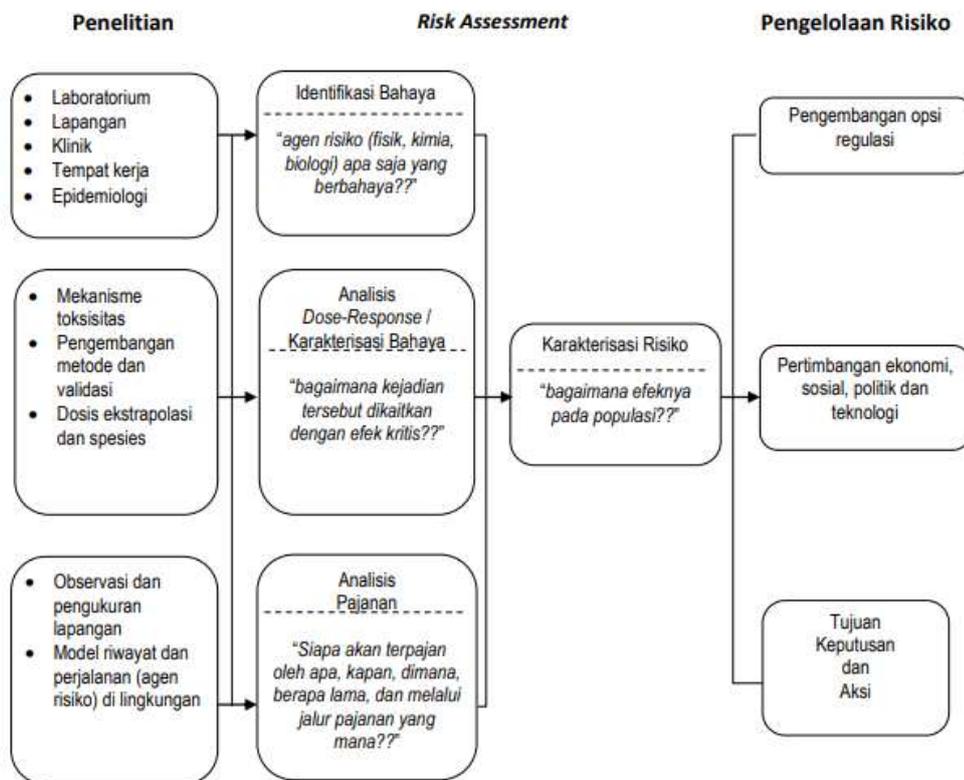
ARKL memberikan kerangka ilmiah yang tersistematik untuk menjelaskan risiko suatu zat di lingkungan serta memudahkan pengelolaan risiko dan pengambilan keputusan terhadap kondisi kesehatan manusia. ARKL merupakan salah satu panaksiran atau penilaian risiko kesehatan yang dapat terjadi pada populasi berisiko di suatu waktu. ARKL ini merupakan metode yang cocok dipakai untuk kajian dampak lingkungan terhadap kesehatan masyarakat. Analisis risiko merupakan proses untuk menghitung atau memperkirakan risiko pada suatu organisme, sistem, populasi dengan memperhatikan karakteristik sasaran dan agen secara spesifik (Dirjen P2PL, 2012).

2.5.1 Prinsip Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Analisis risiko pada awalnya berguna untuk mengendalikan risiko akibat radiasi. Kemudian pada tahun 1975 analisis risiko secara intensif dilakukan untuk mengetahui penyebab kematian akibat kebocoran reaktor nuklir. Pada saat ini analisis risiko telah diperuntukkan untuk mengetahui bahaya lingkungan baik secara biologis ataupun fisik. Hal ini dikarenakan bahaya-bahaya tersebut dapat menimbulkan kerusakan lingkungan serta bahaya kesehatan. Kajian terhadap efek

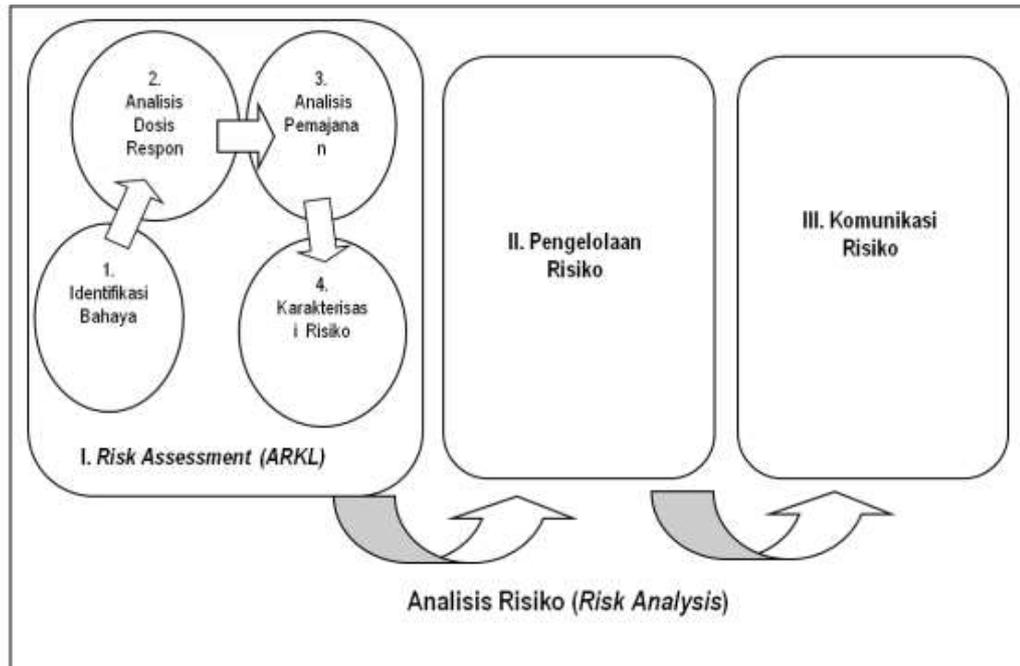
lingkungan disebut dengan *Ecological Risk Assessment* (ERA) dan untuk kesehatan disebut *Health Risk Assessment* (HRA) (Dirjen P2PL, 2012).

Paradigma analisis risiko terdiri dari penelitian, *risk assessment*, dan pengelolaan risiko. Tujuan dari penelitian ialah untuk mengamati efek dari bahaya atau risiko lingkungan terhadap manusia dan untuk mengetahui dosis yang aman bagi tubuh agen risiko. *Risk assessment* atau disebut ARKL bertujuan untuk mengidentifikasi apa saja bahaya yang dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia, seberapa besar pajanannya dan bagaimana tingkat risiko serta efeknya. Sedangkan pengelolaan risiko akan dilakukan apabila *risk assessment* menetapkan bahwa agen risiko tidak aman bagi populasi sehingga perlu adanya tindakan lanjutan. Proses analisis risiko dan paradigma serta bagan alir ARKL dapat dilihat pada **Gambar 2.2** dan **Gambar 2.3** (Dirjen P2PL, 2012).



Gambar 2.3 Proses Analisis Risiko dan Paradigma

Sumber: Dirjen PP dan PL Kemenkes, 2012



Gambar 2.4 Bagan Alir Penerapan ARKL

Sumber: Dirjen PP dan PL Kemenkes, 2012

Bahaya kesehatan dapat terjadi apabila terjadi pemajanan yang disebabkan oleh agen risiko dengan waktu dan dosis yang cukup. Agen ialah materi, zat, atau makhluk yang mengenai sasaran atau kontak. Dosis ialah jumlah total suatu agen yang diterima, diserap, atau diberikan oleh suatu organisme, sistem, dan populasi. Konsentrasi merupakan banyaknya suatu bahan atau agen yang terkandung dalam satuan jumlah pada sebuah media (Dirjen P2PL, 2012).

2.5.2 Jenis dan Langkah-Langkah Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Jenis ARKL terdiri dari 2 jenis yaitu kajian lapangan (*Field Study*) dan kajian cepat ARKL (*Dekstop Study*). Kajian lapangan (*Field Study*) dilakukan dengan pengukuran secara langsung mengenai kualitas lingkungan, data antropometri, dan pajanan, sedangkan kajian cepat ARKL (*Dekstop Study*) dilakukan dengan menggunakan nilai-nilai default, asumsi, dan rekomendasi. Terdapat 4 langkah yang dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko kesehatan masyarakat terhadap logam berat yang berasal dari air minum isi ulang. Langkah tersebut ialah (Dirjen P2PL, 2012):

1. Identifikasi Bahaya (*Hazard-Identification*)

Langkah pertama dalam ARKL yang berguna untuk mengetahui secara spesifik agen risiko yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan apabila tubuh terpajan. Tahap ini menjelaskan tentang agen yang berisiko yang berbahaya, media lingkungan eksisting, besar kandungan agen tersebut, dan gejala kesehatan yang ditimbulkan.

2. Analisis dosis-respon (*Dose-Respon Assessment*)

Analisis dosis respon dilakukan dengan mencari nilai Dosis Referensi (RfD), Konsentrasi Referensi (RfC) atau *Slope Factor* (SF) dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL dan memahami efek apa saja yang mungkin timbul akibat agen tersebut. Nilai RfD dan RfC ialah nilai yang dijadikan referensi untuk nilai aman pada efek non karsinogenik suatu agen risiko sedangkan SF ialah referensi untuk nilai yang aman pada efek karsinogenik.

3. Analisis Paparan (*Exposure Assessment*)

Analisis paparan dilakukan dengan mengukur atau menghitung *intake*/asupan dari agen risiko. Untuk menghitung *intake* terdapat rumus atau persamaan berikut:

- a. Perhitungan *intake* non-karsinogenik pada jalur oral (tertelan) (Dirjen P2PL, 2012):

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

I_{nk} (*Intake*) : Jumlah konsentrasi agen risiko yang masuk ke dalam tubuh manusia (mg/kg.hari)

C (*Concentration*) : Konsentrasi agen risiko pada air minum atau pada makanan (mg/L)

R (*Rate*) : Laju konsumsi atau banyaknya volume air atau jumlah berat makanan yang masuk setiap jamnya (L/h)

f_E (*Frequency of exposure*) : Lamanya atau jumlah hari terjadinya paparan setiap tahunnya (Hari/Tahun)

D_t (*Duration Time*) : Lamanya atau jumlah terjadinya paparan (Tahun)

$T_{avg(nk)}$: Periode waktu rata-rata untuk efek non karsinogen (hari)

W_b (*Weight of Body*) : berat badan manusia/populasi (kg)

Nilai *default* residensial/pajanan seumur hidup yaitu 30 tahun sedangkan nilai *default* untuk berat badan dewasa ialah 55 kg dan anak-anak 15 kg. Nilai *default* untuk air minum dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.4 Nilai Default untuk Air Minum

No.	Kategori	Nilai (liter/hari)
1.	Dewasa (pemukiman)	2
2.	Anak-Anak (pemukiman)	1
3.	Dewasa (Lingkungan Kerja)	1

Sumber : Dirjen PP dan PL Kemenkes, 2012

4. Karakterisasi Risiko (*Risk Characterization*)

Karakterisasi risiko bertujuan untuk menetapkan tingkat risiko atau menentukan agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis yang berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat. Karakterisasi risiko dilakukan dengan membandingkan *intake* dengan dosis agen tersebut. Nilai RQ pada pemajanan jalur oral dapat dihitung dengan (Dirjen P2PL, 2012):

$$R = \frac{I}{RfD} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

I : *Intake*

RfD : Nilai referensi agen risiko pada pemajanan ingesti

a) Interpretasi tingkat risiko non karsinogenik

Tingkat risiko dapat dikatakan aman apabila nilai *intake* ≤ RfD atau RfC atau dinyatakan dengan RQ ≤ 1. Tingkat risiko dapat dikatakan tidak aman apabila nilai *intake* ≥ RfD atau RfC atau dinyatakan dengan RQ > 1.

b) Strategi Pengelolaan Risiko

a. Penentuan batas aman (batas terendah yang menyebabkan tingkat risiko menjadi tidak aman). Penentuan konsentrasi aman non karsinogenik oral (Dirjen P2PL, 2012):

$$C_{nk(aman)} = \frac{RfD \times W_b \times t_{avg}}{R \times f_E \times D_t} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

$C_{nk(aman)}$: Konsentrasi agen risiko pada udara ambien atau pada air bersih/minum atau pada makanan yang aman

RfD : Nilai kuantitatif atau konsentrasi agen risiko yang dijadikan referensi untuk nilai aman bagi tubuh

W_b	: Berat badan manusia
T_{avg}	: Agen risiko dengan efek non karsinogenik
R (<i>Rate</i>)	: Laju asupan (volume air minum yang masuk tubuh setiap harinya)
f_E	: Jumlah/lama hari terjadinya pajanan setiap tahunnya
D_t	: Jumlah/lama tahun terjadinya pajanan

b. Penentuan jumlah konsumsi aman (R)

Laju konsumsi aman non karsinogenik (oral) (Dirjen P2PL, 2012):

$$R_{nk(aman)} = \frac{RfD \times W_b \times t_{avg}}{C \times f_E \times D_t} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

$R_{nk(aman)}$: Laju konsumsi atau banyaknya volume air yang masuk tubuh setiap harinya yang aman
RfD	: Nilai kuantitatif atau konsentrasi agen risiko yang dijadikan referensi untuk nilai aman bagi tubuh
W_b	: Berat badan manusia
T_{avg}	: Untuk agen risiko dengan efek non karsinogenik
R (<i>Rate</i>)	: Laju asupan (volume air minum yang masuk tubuh setiap harinya)
f_E	: Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya
D_t	: Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan

Setelah selesai keempat langkah tersebut sesuai bagan alir ARKL langkah selanjutnya yaitu pengelolaan risiko dan komunikasi risiko.

a) Pengelolaan Risiko

Adapun pengelolaan risiko yang dapat dilakukan ialah sebagai berikut (Dirjen P2PL, 2012):

- a) Pendekatan teknologi seperti penggunaan alat, bahan dan metode, serta teknik tertentu.
- b) Pendekatan sosial-ekonomis dengan melibatkan pihak-pihak lain, efisiensi proses, substitusi, dan penerapan sistem kompensasi.
- c) Pendekatan institusional dengan menempuh jalur dan mekanisme kelembagaan dengan cara melakukan kerjasama dengan pihak lain.

b) Komunikasi Risiko

Komunikasi risiko bertujuan untuk menyampaikan informasi risiko kepada masyarakat atau populasi yang berisiko, pemerintah, atau pihak berkepentingan lainnya. Langkah ini ialah tindak lanjut dari pelaksanaan

ARKL dan tanggung jawab pihak yang menimbulkan risiko kesehatan. Penyampaian dapat dilakukan melalui ceramah, media massa, ataupun penyajian dalam format pemetaan (Dirjen P2PL, 2012).

2.6 Penelitian Terkait

Penelitian yang relevan dengan tingginya konsentrasi logam berat pada AMIU dan analisis risiko kesehatan akibat pajanan logam berat pada air minum dapat ditemukan di beberapa jurnal penelitian, antara lain sebagai berikut:

Tabel 2.5 Rekapitulasi Penelitian Terkait

No.	Nama Peneliti	Lokasi Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Mursidi (2015)	Kelurahan Kalanganyar, Kabupaten Pandeglang, Banten.	RQ >1
2.	Agustina (2019)	Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.	RQ ≤ 1
3.	Musfirah (2020)	Wilayah Kerajinan Perak Jagalan Bantul.	RQ ≤ 1
4.	Khairunnisa (2021)	Kecamatan Simpang Empat Karo	RQ ≤ 1
5.	Awliahasanah (2021)	Kota Depok	RQ ≤ 1
6.	Hasan (2018)	Kecamatan Kuranji Kota Padang.	Tidak memenuhi baku mutu: As = 0,152 mg/L; Se = 0,021 mg/L.
7.	Ismayanti (2019)	Kampus Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.	Tidak memenuhi baku mutu: Cd = 0,0083 mg/L;

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya terdapat 2 penelitian yang menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat pada AMIU tidak memenuhi persyaratan kesehatan yaitu pada penelitian yang dilakukan oleh Hasan (2018) di Kecamatan Kuranji, Kota Padang dan Ismayanti (2019) di sekitar kampus Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Selain itu juga terdapat 5 penelitian yang membahas tentang analisis risiko logam berat pada air, satu diantaranya memperoleh nilai $RQ > 1$ untuk logam Arsen (As) yang artinya konsentrasi logam berat pada air minum berisiko terhadap kesehatan masyarakat, hal ini terdapat pada penelitian Mursidi (2015) yang berjudul Analisis Risiko Kandungan Logam Kromium Heksavalen (Cr^{6+}) dan Arsen (As) dalam Air Minum yang dilakukan terhadap penduduk Kalanganyar sebanyak 200 orang dengan jumlah sampel sebanyak 32 sampel.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko kesehatan masyarakat Kecamatan Pauh, Kota Padang yang mengkonsumsi air minum yang mengandung logam berat yang berasal dari AMIU. Analisis kandungan logam berat pada AMIU dilakukan dengan menggunakan alat ICP-AES. Analisis tingkat risiko dilakukan dengan 4 langkah ARKL yaitu identifikasi bahaya (*Hazard Identification*), analisis dosis respon (*dose-respon assessment*), analisis pemajanan (*exposure assessment*), dan karakterisasi risiko (*risk characterization*).

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian, Laboratorium Air Departemen Teknik Lingkungan Universitas Andalas, dan DAMIU di Kecamatan Pauh, Kota Padang. Penelitian ini akan dilaksanakan dalam jangka waktu kurang lebih selama 6 bulan. Lokasi Penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian DAMIU A dan DAMIU B

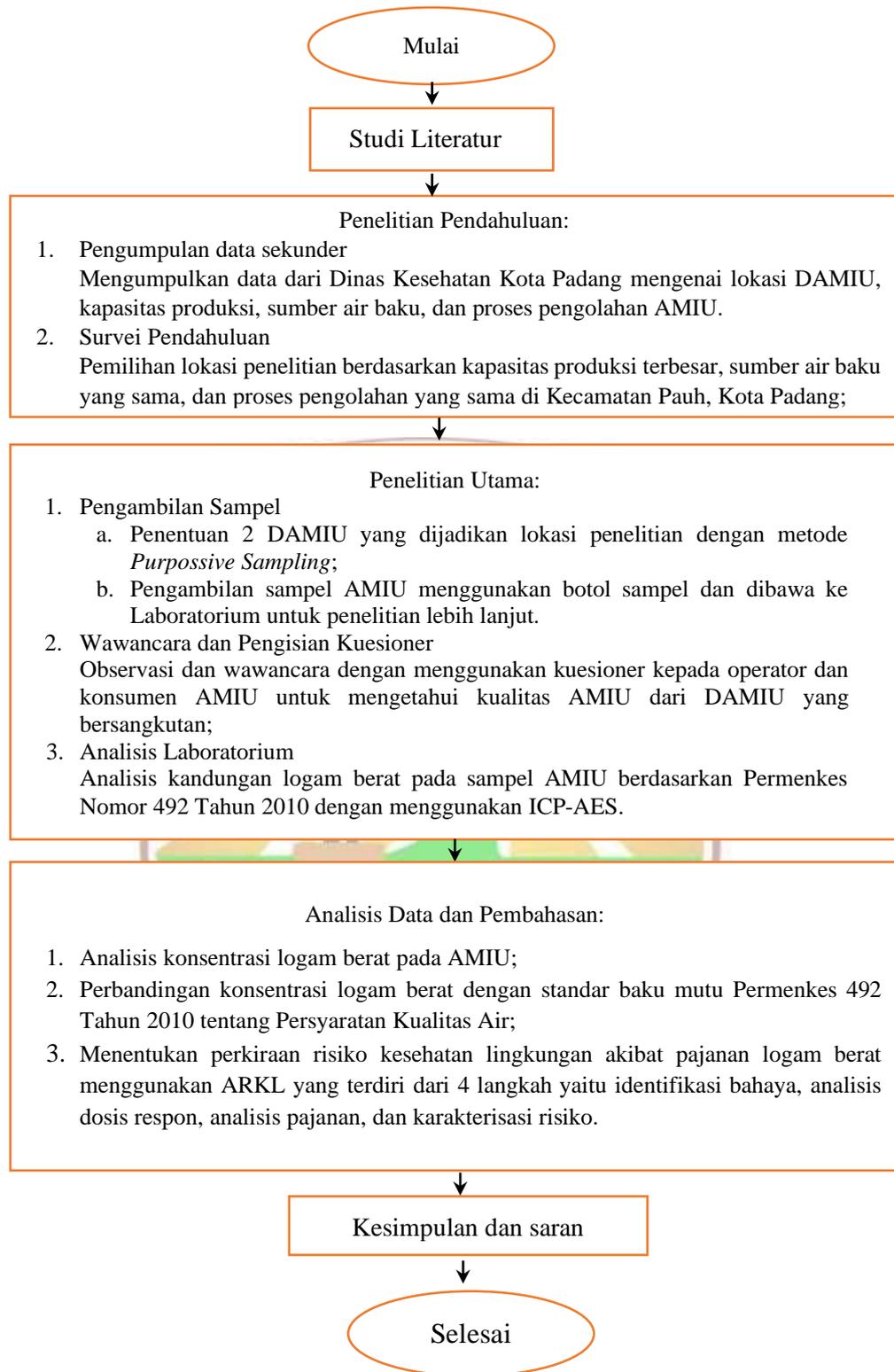
3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi studi literatur, penelitian pendahuluan, penelitian utama, analisis data dan pembahasan yang mengacu kepada **Gambar 3.2**.

Penelitian pendahuluan yaitu pengumpulan data sekunder seperti lokasi DAMIU di Kecamatan Pauh, sumber air baku, sistem pengolahan, dan kapasitas produksi. Lalu melakukan survei pendahuluan untuk mendapatkan kapasitas produksi masing-masing DAMIU yang tidak memenuhi syarat. Penentuan jumlah sampel berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kota Padang khususnya Kecamatan Pauh pada tahun 2021 yaitu terdapat 24 DAMIU yang belum memenuhi persyaratan kesehatan dari total 96 DAMIU yang ada. Kemudian dilakukan survei kapasitas produksi, sumber air, dan proses pengolahan yang digunakan dari 24 DAMIU tersebut untuk dijadikan lokasi penelitian sebanyak 2 DAMIU. DAMIU dipilih dengan menggunakan metode *Purposive Sampling* yang dinilai berdasarkan kapasitas produksi tertinggi serta sumber air dan proses pengolahan yang sama.

Penelitian utama terdiri dari pengambilan sampel, wawancara dan pengisian kuesioner, serta analisis laboratorium. Sampel air yang diambil ialah sampel air tangki dan sampel air yang telah diproduksi dari masing-masing DAMIU yang diambil sebanyak 3 kali pengambilan berdasarkan hari masuknya air baku dari sumbernya yaitu setiap dua hari sekali. Wawancara dan pengisian kuesioner dilakukan untuk mendapatkan data mengenai keluhan kesehatan yang dirasakan oleh masyarakat, serta data antropometri responden. Kuesioner dibagikan kepada 30 orang untuk masing-masing DAMIU. Analisis laboratorium dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi logam berat pada sampel yang diuji dengan menggunakan ICP-AES.

Analisis data dan pembahasan berisikan konsentrasi logam berat pada sampel, perbandingan konsentrasi logam berat dengan baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010 mengenai Persyaratan Kualitas Air Minum dan ARKL dengan 4 tahapan yaitu identifikasi bahaya, analisis dosis-respon, analisis pajanan, dan karakterisasi risiko. Diagram alir dari tahapan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.2.**



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi maupun teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan seperti AMIU yang terdiri dari pengertian dan persyaratan air minum, AMIU, logam berat, serta penjelasan mengenai ARKL.

3.3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan salah satu langkah penting yang perlu dilakukan dalam studi ini. Jenis data yang dikumpulkan berupa data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Padang mengenai jumlah dan alamat DAMIU yang terdaftar di Kecamatan Pauh, Kota Padang. Berdasarkan data tersebut jumlah DAMIU terdaftar pada tahun 2021 di Kecamatan Pauh ialah 69 DAMIU. 24 diantaranya tidak memenuhi persyaratan kesehatan. Daftar DAMIU yang terdapat di Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2021 dapat dilihat pada **Lampiran C.5**

3.3.3 Survei Pendahuluan

Kegiatan survei dilakukan terhadap 24 DAMIU yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan tersebut untuk mendapatkan kapasitas produksi, sumber mata air, dan proses pengolahan yang digunakan. Dari hasil survei didapatkan kapasitas produksi tertinggi yaitu pada DAMIU A dan DAMIU B sebanyak 150 dan 100 galon per hari. Sumber air baku kedua DAMIU berasal dari mata air Gunung Talang, Kabupaten Solok, dan proses pengolahan air menggunakan sistem UV. Oleh karena itu, DAMIU A dan B ditetapkan sebagai lokasi penelitian dengan menggunakan metode *Purposive Sampling*. Kriteria *Purposive Sampling* yang digunakan ialah DAMIU tidak memenuhi persyaratan kesehatan menurut data Dinkes, kapasitas produksi tertinggi, serta proses pengolahan dan sumber air baku sama. Daftar kapasitas produksi, sumber air baku, dan proses pengolahan yang digunakan dapat dilihat pada **Lampiran C.5**.

3.3.4 Penelitian Utama

Peralatan yang digunakan adalah peralatan untuk pengujian kadar logam berat pada AMIU dan analisis pengukuran logam berat.

3.3.4.1 Persiapan Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan adalah peralatan untuk pengujian kadar logam berat pada AMIU dan analisis pengukuran logam berat. Alat yang akan digunakan untuk menguji kadar logam berat pada AMIU terdiri dari:

- a) *Beaker glass* 100 ml digunakan sebagai wadah untuk sampel air pada saat destruksi;
- b) Labu ukur 50 ml digunakan untuk pengenceran sampel yang telah disaring;
- c) Kertas saring untuk menyaring sampel yang telah dipanaskan;
- d) *Hot plate* digunakan untuk memanaskan sampel air yang telah ditambah dengan HNO_3 pekat;
- e) Gelas ukur 10 ml digunakan untuk mengukur volume HNO_3 pekat sebelum ditambahkan pada sampel;
- f) ICP-AES digunakan untuk menguji konsentrasi logam berat pada sampel. Merk alat yang digunakan ialah Shimadzu dengan tipe ICPE-9000.
- g) Corong digunakan sebagai alat bantu untuk memindahkan sampel pada saat penyaringan sampel ke labu ukur;
- h) Pipet tetes digunakan untuk memindahkan HNO_3 pekat dari botol HNO_3 ke gelas ukur;
- i) *Filter Whatman* No. 42 digunakan untuk menyaring sampel yang telah dipanaskan ke labu ukur untuk diencerkan.
- j) pH meter dengan merk ATC dan tipe PH-2011 digunakan untuk mengukur nilai pH air pada saat pengambilan sampel.
- k) DO meter dengan merk Lutron dan tipe DO-5510 digunakan untuk mengukur nilai DO dan suhu air pada saat pengambilan sampel.

3.3.4.2 Persiapan Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan untuk menguji kadar logam berat pada AMIU terdiri dari:

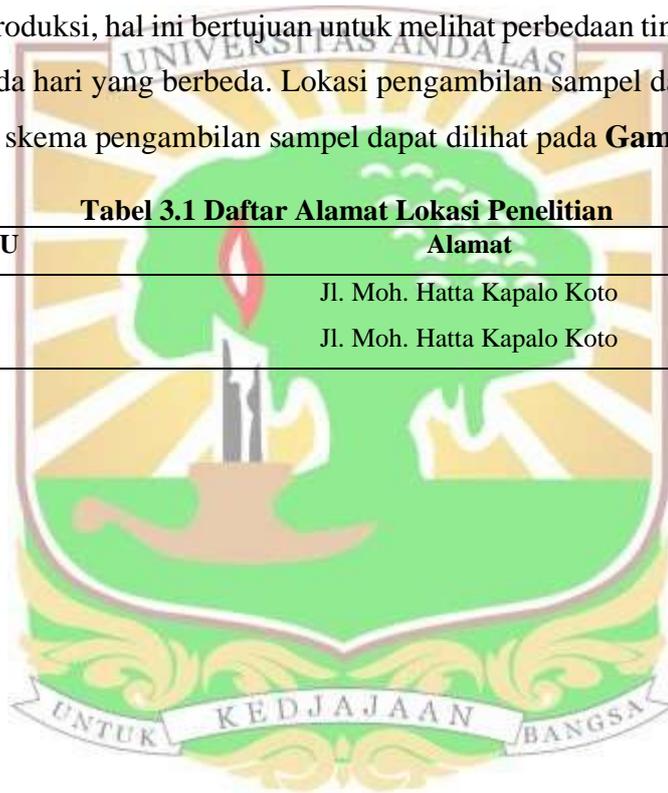
- a) Sampel AMIU dari 2 DAMIU di Kota Padang;
- b) HNO_3 pekat digunakan untuk memutus ikatan senyawa kompleks organologam;
- c) *Aquabidest* digunakan untuk mengencerkan sampel menjadi 50 ml.

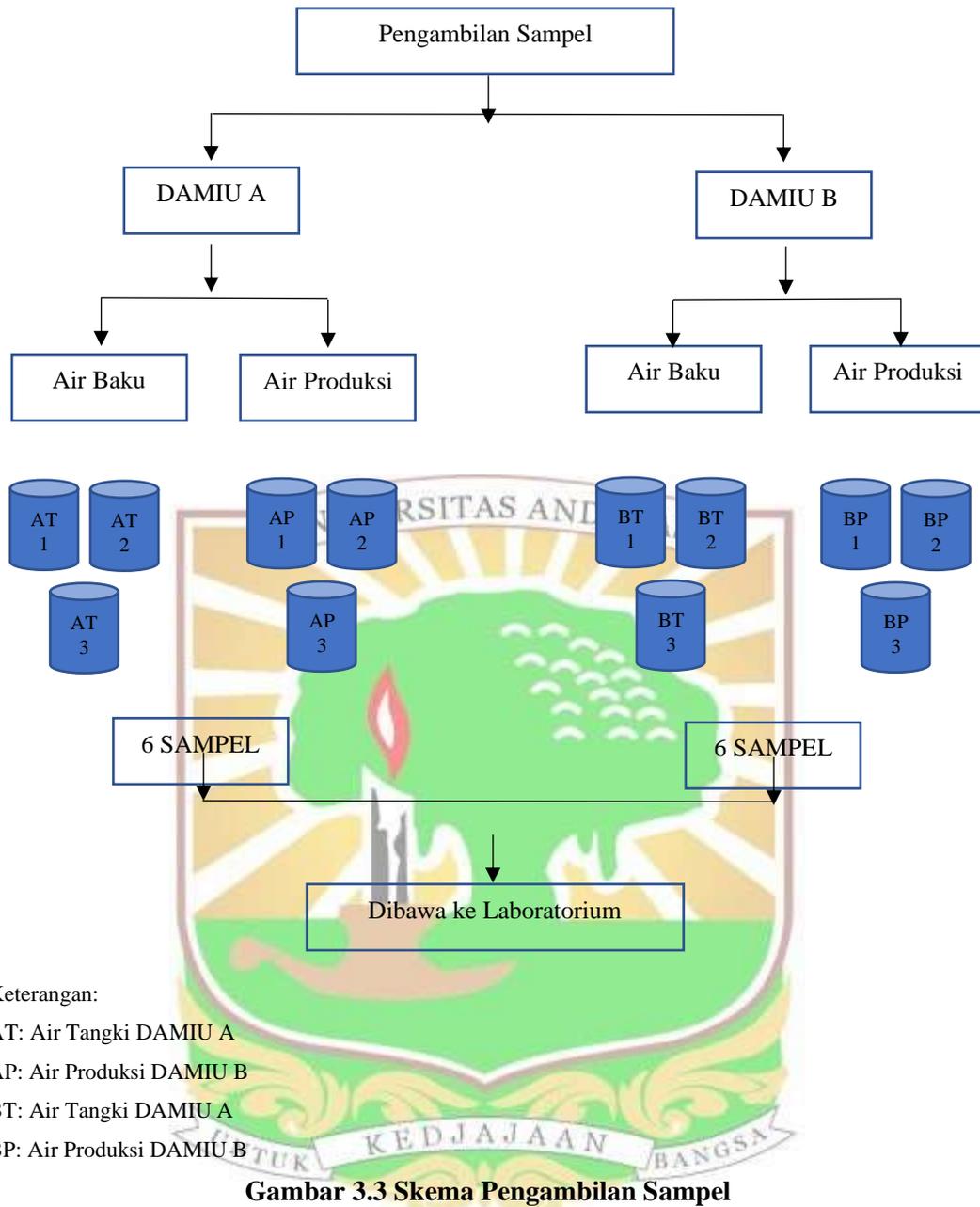
3.3.4.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali dengan frekuensi setiap dua hari sekali, hal ini berdasarkan waktu masuknya air baku ke DAMIU A dan B. Jumlah sampel yang diambil setiap harinya ialah 2 sampel yaitu sampel air baku dan sampel air produksi/AMIU, sehingga pada masing-masing DAMIU selama 3 kali pengambilan sampel akan diperoleh sampel sebanyak 6 sampel. Jadi, total keseluruhan jumlah sampel untuk DAMIU A dan DAMIU B ialah 12 sampel. Hal tersebut dikarenakan DAMIU yang akan di analisis risiko kesehatan lingkungannya ialah 2 DAMIU, kemudian dilakukan pengambilan sampel selama 3 hari pada air baku dan air produksi, hal ini bertujuan untuk melihat perbedaan tingkat risiko yang didapatkan pada hari yang berbeda. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada **Tabel 3.1** dan skema pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.

Tabel 3.1 Daftar Alamat Lokasi Penelitian

Kode DAMIU	Alamat
A	Jl. Moh. Hatta Kapalo Koto
B	Jl. Moh. Hatta Kapalo Koto





3.3.4.3 Uji Karakteristik AMIU

AMIU diperoleh dari 2 DAMIU yang belum memenuhi syarat kesehatan berdasarkan data Dinas Kesehatan yang terdapat di Kecamatan Pauh, Kota Padang dengan tiga hari pengambilan sampel untuk masing-masing DAMIU. Sampel air yang diambil yaitu pada air baku dan AMIU atau air hasil produksi.

3.3.4.4 Kuesioner terhadap Operator DAMIU di Kecamatan Pauh, Kota Padang

Selain dilakukan pengukuran kandungan logam berat pada AMIU, higiene dan sanitasi AMIU yang dijual di Kecamatan Pauh, Kota Padang juga harus diperhatikan karena kontaminasi logam berat dapat terjadi akibat perlakuan dari operator terhadap AMIU. Daftar pertanyaan sanitasi DAMIU dapat dilihat pada **Lampiran C.1.**

3.3.4.5 Kuesioner terhadap Konsumen DAMIU di Kecamatan Pauh, Kota Padang

Penentuan kualitas air minum isi ulang di 2 DAMIU yang belum memenuhi syarat kesehatan berdasarkan data Dinas Kesehatan yang berada di Kecamatan Pauh, Kota Padang juga didukung dengan pemberian kuesioner kepada 30 orang konsumen masing-masing DAMIU yang bertujuan untuk mendapatkan data berat badan dan lamanya masyarakat meminum AMIU dari 2 DAMIU tersebut serta mengetahui pendapat masyarakat terkait logam berat, gangguan kesehatan, dan AMIU. Daftar pertanyaan terkait parameter AMIU, ARKL, dan logam berat terhadap konsumen dapat dilihat pada **Lampiran C.1.**

Perhitungan yang digunakan untuk menghitung jumlah responden yaitu dengan menggunakan rumus Slovin. Rumus Slovin sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N_e^2} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

n : jumlah sampel

N : Jumlah Populasi

e : *margin of error*

Ketentuan dalam rumus Slovin:

1. Nilai e : 0,1 (10%) untuk populasi dalam jumlah besar
2. Nilai e : 0,2 (20%) untuk populasi dalam jumlah kecil

Jumlah populasi dalam penelitian ini ialah banyaknya total pelanggan dari DAMIU A dan DAMIU B yaitu 250 orang dan 150 orang sehingga persentase kesalahan yang digunakan ialah 0,2 (20%) dan hasil perhitungan dibulatkan untuk mencapai kesesuaian. Perhitungan untuk mengetahui jumlah sampel dapat dilihat sebagai berikut:

$$n(\text{DAMIU A}) = \frac{250}{1+250(20\%)^2} = 23 = 30 \text{ responden}$$

$$n(\text{DAMIU B}) = \frac{150}{1+150(20\%)^2} = 22 = 30 \text{ responden}$$

Responden yang dapat mengisi kuesioner ini diharapkan memiliki karakteristik seperti:

1. Responden merupakan konsumen DAMIU yang bersangkutan;
2. Responden tidak dalam keadaan sakit;
3. Responden merupakan langganan DAMIU yang bersangkutan kurang lebih selama 6 bulan terakhir;

Sebelum kuesioner dibagikan kepada konsumen DAMIU dilakukan uji validitas dengan ahli/*expert*. Kuesioner diberikan kepada 3 orang ahli yaitu Ibu Putri Nilam sari, SKM, M.Kes (Dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat), Ibu Guswenny (Kepala Seksi/Kasi Kesehatan Lingkungan Dinas Kesehatan Kota Padang) dan Ibu Kusriani, S.Si (Staff Dinas Kesehatan Kota Padang Bagian AMIU). Pertanyaan pada kuesioner terdapat beberapa perubahan dan perbaikan sampai dinyatakan valid oleh ketiga ahli tersebut kemudian dapat dibagikan kepada responden.

3.3.4.6 Pengujian Kadar Logam Berat

Langkah yang dilakukan dalam pengujian kadar logam berat dalam AMIU ialah:

1. Sampel:
 - a. Mengambil sampel DAMIU masing-masing DAMIU 50 ml;
 - b. Tambahkan 5 ml HNO_3
 - c. Kemudian dipanaskan pada suhu 150° sampai volumenya tinggal 10 ml;
 - d. Dinginkan dan saring dengan *filter whatman* No. 42 dan kemudian dilarutkan dengan *aquabidest* sampai volumenya 50 ml;
 - e. Analisis menggunakan alat ICP-AES. Prosedur dalam menggunakan ICP ialah:
 - a) Aplikasi *ICP solution launcher* pada komputer dibuka;
 - b) Kemudian dipilih '*analysis*';
 - c) Setelah muncul jendela baru klik '*analysis*' di pojok kanan kiri lalu klik '*Quan Base Jam*' dan '*measurement conditions*';

- d) Ganti '*solvent rinse*' 10 dan '*sample rinse*' 60, lalu pilih '*analysis elements*' dan '*wavelengths registration*' dan klik '*quantitative*';
- e) Tambahkan semua jenis logam yang akan diuji;
- f) Kemudian pilih '*standards registration*' lalu klik '*add/delete*' sampel;
- g) Pilih beberapa buah larutan standar yang akan diukur panjang gelombangnya lalu isi nama sampel;
- h) Isi '*Cal*' 1,2 dan seterusnya dengan kadar larutan standar yang diisi kemudian klik '*Recall Sample*';
- i) Kemudian tambahkan '*standard sequence*' lalu ganti nama-nama pos berdasarkan perletakan larutan standar;
- j) Kemudian klik '*plasma on*' dan '*start*' lalu tunggu hingga muncul perintah ready;
- k) Lalu klik *start* dan tunggu hingga pengukuran selesai;
- l) Selanjutnya klik '*calibration-curve*' lalu pilih logam yang menghasilkan panjang gelombang dengan nilai R mendekati 1 dan kurva yang bagus yaitu yang tidak mengalami patahan pada puncaknya dan letak garis tegak lurus di bawah kurva tepat berada di tengah kurva;
- m) Kemudian catat panjang gelombang untuk masing-masing parameter logam yang diukur;
- n) Buka jendela baru ulangi langkah a sampai dengan d kemudian tambahkan logam dengan panjang gelombang terpilih lalu ulangi langkah f sampai dengan k;
- o) Selanjutnya untuk mengukur sampel klik '*recall sample*' lalu pilih *batch create*;
- p) Lalu isi '*number of actuals*' sampel dengan jumlah sampel yang akan diukur lalu klik '*add/insert sample sequence*';
- q) Setelah muncul jendela baru lakukan kembali langkah j dan k;
- r) Kemudian cek grafik dan hilangkan kadar logam yang melenceng dari grafik;
- s) Lalu klik '*list of result*' untuk melihat kadar sampel;

t) Pengukuran selesai.

3.4 Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian

Analisis dan pembahasan hasil uji kualitas AMIU yang mengandung logam berat dilakukan dengan menggunakan metode ARKL yang mengacu pada Pedoman ARKL Dirjen PP dan PL kemenkes tahun 2012.

3.4.1 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Langkah ARKL dilakukan untuk 3 jenis logam dengan kandungan atau konsentrasi tertinggi pada sampel AMIU yang diuji. Langkah tersebut meliputi:

3.4.1.1 Risk Assessment

Terdapat 4 langkah yang dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko kesehatan masyarakat terhadap logam berat yang berasal dari air minum isi ulang. Langkah tersebut ialah (Dirjen PP dan PL Kemenkes, 2012):

a. Identifikasi Bahaya (*Hazard-Identification*)

Langkah pertama dalam ARKL yang berguna untuk mengetahui secara spesifik agen risiko yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan apabila tubuh terpajan. Tahap ini menjelaskan tentang agen yang berisiko yang berbahaya, media lingkungan eksisting, besar kandungan agen tersebut, dan gejala kesehatan yang ditimbulkan.

b. Analisis dosis-respon (*Dose-Respon Assessment*)

Analisis dosis respon dilakukan dengan mencari nilai RfD, RfC atau SF dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL dan memahami efek apa saja yang mungkin timbul akibat agen tersebut.

c. Analisis Paparan (*Exposure Assessment*)

Analisis paparan dilakukan dengan mengukur atau menghitung *intake*/asupan dari agen risiko. Pada analisis ini akan dilakukan perhitungan *intake* non karsinogenik melalui jalur oral (tertelan). Perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan **Persamaan 2.1**.

d. Karakterisasi Risiko (*Risk Characterization*)

Karakterisasi risiko bertujuan untuk menetapkan tingkat risiko atau menentukan agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis yang berisiko

menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat. Karakterisasi risiko dilakukan dengan membandingkan *intake* dengan dosis agen tersebut.

1. Interpretasi tingkat risiko non karsinogenik

Tingkat risiko dapat dikatakan aman apabila nilai *intake* \leq RfD atau RfC atau dinyatakan dengan $RQ \leq 1$. Tingkat risiko dapat dikatakan tidak aman apabila nilai *intake* $>$ RfD atau RfC atau dinyatakan dengan $RQ > 1$. Nilai RQ dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 2.2**.

2. Strategi pengelolaan risiko

Penentuan batas aman (batas terendah yang menyebabkan tingkat risiko menjadi tidak aman). Pada langkah ini dilakukan penentuan konsentrasi aman non karsinogenik oral dan penentuan jumlah konsumsi aman R dengan menggunakan **Persamaan 2.3** dan **Persamaan 2.4**.

3. Pengelolaan Risiko

Adapun pengelolaan risiko yang dapat dilakukan ialah sebagai berikut:

- a) Pendekatan teknologi seperti penggunaan alat, bahan dan metode, serta teknik tertentu.
- b) Pendekatan sosial-ekonomis dengan melibatkan pihak-pihak lain, efisiensi proses, substitusi, dan penerapan sistem kompensasi.
- c) Pendekatan institusional dengan menempuh jalur dan mekanisme kelembagaan dengan cara melakukan kerjasama dengan pihak lain.

4. Komunikasi Risiko

Komunikasi risiko bertujuan untuk menyampaikan informasi risiko kepada masyarakat atau populasi yang berisiko, pemerintah, atau pihak berkepentingan lainnya. Langkah ini ialah tindak lanjut dari pelaksanaan ARKL dan tanggung jawab pihak yang menimbulkan risiko kesehatan. Penyampaian dapat dilakukan melalui ceramah, media massa, ataupun penyajian dalam format pemetaan yang disampaikan oleh pihak berwenang.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Bab ini membahas mengenai penelitian yang telah dilakukan dan perhitungan data yang didapatkan dari hasil penelitian. Penelitian dilakukan dengan tiga kali pengambilan sampel pada hari masuknya sumber air baku. Penelitian utamanya ialah mengukur konsentrasi logam berat pada AMIU dan pada tangki air baku dari dua DAMIU di Kecamatan Pauh, Kota Padang. Pengujian menggunakan alat ICP-AES. Analisis yang dilakukan ialah analisis konsentrasi logam berat tertinggi yang diperoleh dari hasil pengujian, analisis kuesioner, dan ARKL dengan menggunakan 4 langkah yaitu identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis paparan, dan karakterisasi risiko.

4.2 Gambaran Lokasi Penelitian

Kecamatan Pauh merupakan salah satu kecamatan yang terdapat di Kota Padang dengan jumlah DAMIU sebanyak 69 DAMIU. Adapun DAMIU yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan ialah 24 DAMIU. 2 DAMIU yang dijadikan sebagai lokasi penelitian ialah DAMIU A dan DAMIU B yang terletak di kelurahan Kapalo Koto, Kecamatan Pauh, Kota Padang. DAMIU A dan B dipilih berdasarkan kapasitas produksi tertinggi dari 24 DAMIU yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan berdasarkan data Dinas Kesehatan, Kota Padang pada tahun 2021. Kedua DAMIU menggunakan sumber air baku dari Gunung Talang, Kabupaten Solok dan menggunakan sistem UV sebagai proses pengolahan AMIU. Waktu tempuh dari sumber air baku ke Kecamatan Pauh sekitar 1 jam lebih dan air diangkut menggunakan truk tangki. Hasil survei kapasitas produksi 24 DAMIU yang belum memenuhi persyaratan kesehatan dapat dilihat pada **Lampiran C.5** dan Kapasitas Produksi dari kedua DAMIU dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Kapasitas Produksi DAMIU A dan B

No.	DAMIU	Kapasitas Produksi (galon/hari)
1.	A	150
2.	B	100

4.3 Konsentrasi Logam Berat dalam AMIU

Sampel yang diuji pada penelitian ini berjumlah 6 sampel untuk masing-masing DAMIU. Pengujian konsentrasi logam berat pada sampel air dilakukan selama 3 hari berdasarkan waktu air baku masuk ke DAMIU tersebut. Sampel air yang diambil yaitu pada tangki air baku dan sampel air produksi melalui tempat pengisian AMIU. Total terdapat 12 sampel yang telah diuji dengan menggunakan alat ICP-AES di Laboratorium Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Andalas. Hasil pengujian konsentrasi logam berat tertinggi pada AMIU dibandingkan dengan baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010 sedangkan konsentrasi logam berat pada air baku dibandingkan Permenkes No. 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum. *Solus Per Aqua* merupakan sarana air yang digunakan untuk terapi yang memiliki karakteristik tertentu yang dapat diperoleh secara alami ataupun dari pengolahan (Permenkes RI No. 32, 2017). Di dalam peraturan tersebut dijelaskan selain untuk keperluan higiene sanitasi, baku mutu tersebut juga dapat digunakan sebagai baku mutu air minum. Hasil pengujian konsentrasi logam berat pada air baku dan air hasil produksi dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Konsentrasi Logam Berat

DAMIU	Logam Berat	Air Baku			Air Produksi		
		Cd (mg/L)	As (mg/L)	Se (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Se (mg/L)
A	Hari ke-1	0,0021	0,0025	0,0037	0,0025	0,0016	0,0055
	Hari ke-2	0,0020	0,0019	0,0030	0,0024	0,0020	0,0050
	Hari ke-3	0,0023	0,0022	0,0032	0,0023	0,0025	0,0043
	Rata-rata	0,0021	0,0022	0,0033	0,0024	0,0020	0,0049
B	Hari ke-1	0,0021	0,0037	0,0027	0,0020	0,0037	0,0017
	Hari ke-2	0,0021	0,0042	0,0029	0,0026	0,0042	0,0015
	Hari ke-3	0,0024	0,0028	0,0020	0,0021	0,0031	0,0011
	Rata-rata	0,0022	0,0036	0,0025	0,0022	0,0037	0,0014

Keterangan: **0,00xx** : konsentrasi tertinggi

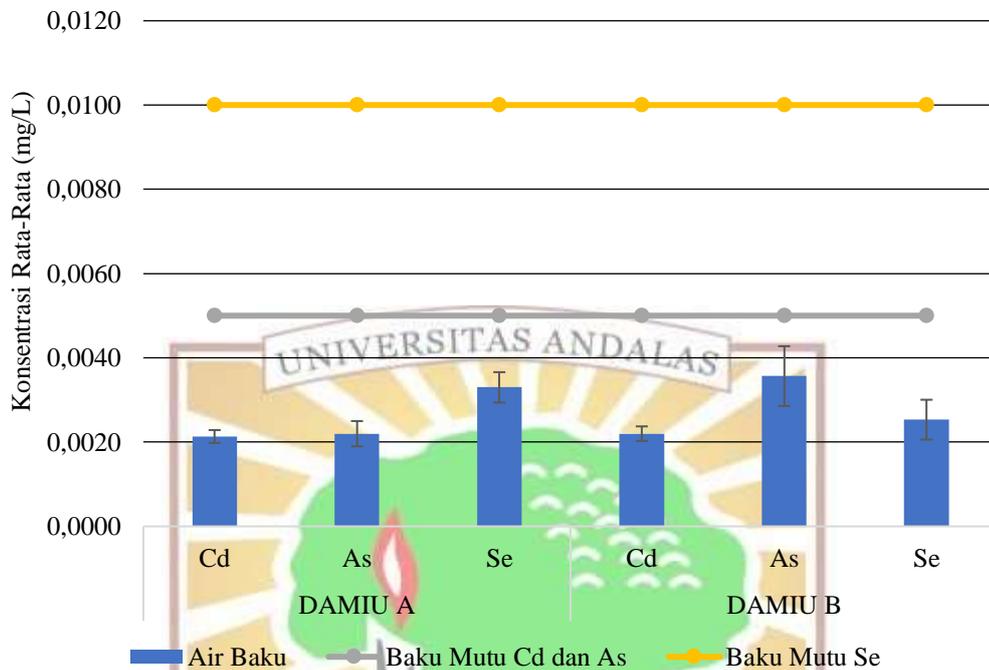
Berdasarkan hasil pengujian konsentrasi logam berat tertinggi yang mendekati baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010 mengenai Persyaratan Kualitas Air Minum pada air hasil produksi ialah logam Kadmium (Cd), Arsen (As), dan Selenium (Se) dengan nilai tertinggi 0,0026 mg/L; 0,0042 mg/L; dan 0,0055 mg/L.

Logam berat Cd dan As dengan konsentrasi tertinggi terdapat pada DAMIU B yaitu pada pengambilan sampel hari kedua, sedangkan logam Se terdapat pada DAMIU A yaitu pengambilan sampel hari pertama. Baku mutu logam berat Cd, As, dan Se untuk Air Minum berdasarkan Permenkes No.492 Tahun 2010 ialah 0,003 mg/L; 0,01 mg/L; 0,01 mg/L. Baku mutu konsentrasi logam berat Cd, As, dan Se untuk Air Baku ialah 0,005 mg/L; 0,05 mg/L; 0,01 mg/L. Konsentrasi logam masih berada di bawah baku mutu akan tetapi ketiga logam tersebut merupakan logam berat yang dapat terjadi bioakumulasi di dalam tubuh manusia. Bioakumulasi merupakan peningkatan konsentrasi zat kimia (logam berat) dalam tubuh makhluk hidup pada rentang waktu yang cukup lama (Adhani & Husaini, 2017).

Nilai minimum logam Cd, As, dan Se pada air baku DAMIU A yaitu 0,0020; 0,0019; dan 0,0030 mg/L. Nilai maksimumnya yaitu 0,0023; 0,0025; dan 0,0037 mg/L. Pada DAMIU B nilai minimum logam Cd, As, dan Se yaitu 0,0021; 0,0028; dan 0,0020 mg/L dan nilai maksimum yaitu 0,0024; 0,0042; dan 0,0029 mg/L. Sedangkan untuk air produksi (AMIU) nilai minimum pada DAMIU A yaitu 0,0023; 0,0016; dan 0,0043 mg/L dengan nilai maksimum yaitu 0,0025; 0,0025; dan 0,0055 mg/L. Pada DAMIU B nilai minimum yaitu 0,0020; 0,0031; dan 0,0011 mg/L dengan nilai maksimum yaitu 0,0026; 0,0042; dan 0,0017 mg/L. Data hasil uji semua logam berat pada sampel dapat dilihat pada **Lampiran B.1**.

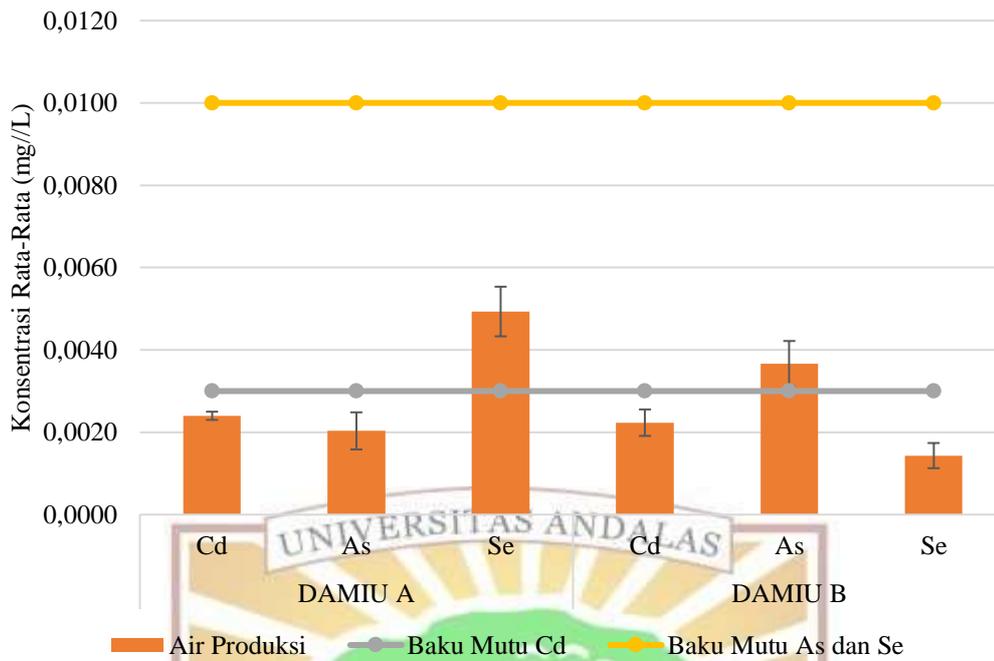
Pada DAMIU A rata-rata konsentrasi logam berat Cd, As, dan Se pada air baku ialah 0,0021; 0,0022; 0,0033 mg/L dan DAMIU B 0,0022; 0,0036; 0,0025 mg/L, sedangkan untuk air produksi pada DAMIU A yaitu 0,0024; 0,0020; 0,0049 mg/L dan DAMIU B 0,0022; 0,0037; 0,0014 mg/L. Konsentrasi rata-rata logam berat tertinggi yaitu pada DAMIU A logam selenium. Tingginya konsentrasi logam berat pada air produksi dibandingkan dengan air baku dapat disebabkan karena proses pengolahan air baku yang belum sempurna ataupun pada saat pengawetan sampel AMIU tersebut (Bali, 2012). Selain itu, peningkatan konsentrasi dapat terjadi karena perilaku dan kepatuhan operator DAMIU dalam hal penggantian karbon aktif yang seharusnya dilakukan setelah beberapa ribu liter, namun kemungkinan hal tersebut tidak dilakukan sehingga kualitas air yang diproduksi tidak baik (Hasan, 2018). Perbedaan konsentrasi logam berat pada DAMIU A dan B juga dapat disebabkan oleh proses pengolahan yang dilakukan oleh masing-masing

DAMIU berbeda. Grafik konsentrasi logam berat Cd, As, dan Se pada air baku dan AMIU yang dibandingkan dengan baku mutu dapat dilihat pada **Gambar 4.1** dan **Gambar 4.2**.



Gambar 4.1 Konsentrasi Cd, As, dan Se Air Baku

Berdasarkan **Gambar 4.1** dapat dilihat konsentrasi logam Cd pada air baku DAMIU A yaitu 0,0021 mg/L dan DAMIU B 0,0022 mg/L dengan baku mutu sebesar 0,005 mg/L. Konsentrasi logam As pada air baku DAMIU A yaitu 0,0022 mg/L dan DAMIU B 0,0036 mg/L dengan baku mutu sebesar 0,005 mg/L. Konsentrasi logam Se pada air baku DAMIU A yaitu 0,0033 mg/L dan DAMIU B 0,0025 mg/L dengan baku mutu sebesar 0,01 mg/L. Konsentrasi ketiga logam masih berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan Cd, As, Se pada air baku masih aman.



Gambar 4.2 Konsentrasi Cd, As, dan Se Air Produksi

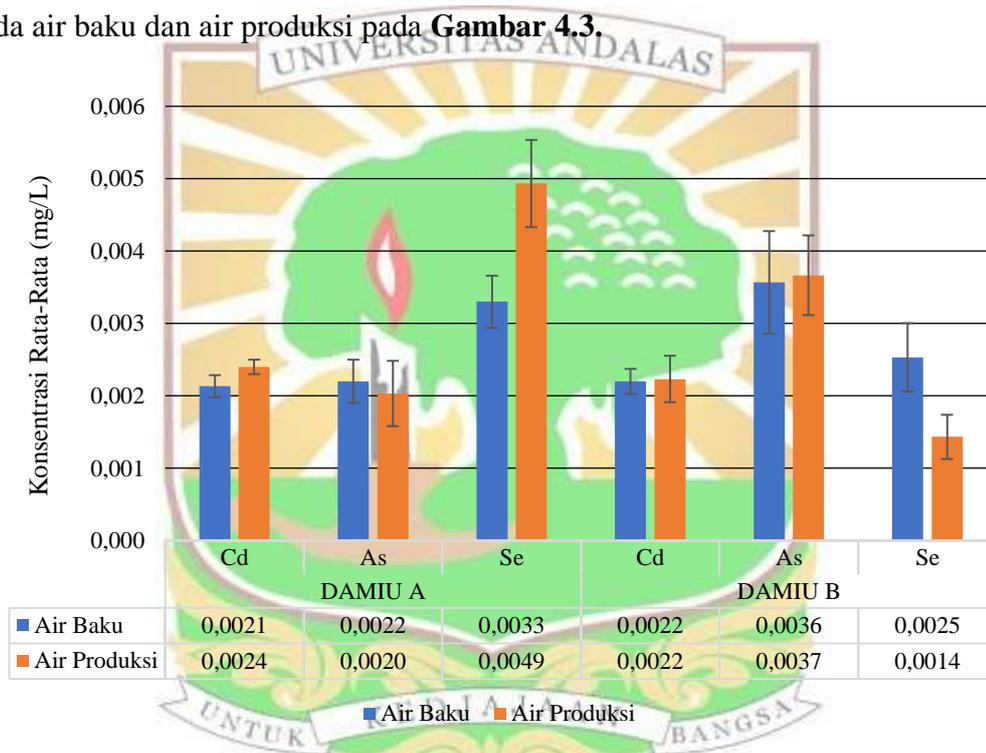
Berdasarkan **Gambar 4.2** dapat dilihat konsentrasi logam Cd pada air produksi DAMIU A yaitu 0,0024 mg/L dan DAMIU B 0,0022 mg/L dengan baku mutu sebesar 0,003 mg/L. Konsentrasi logam As pada air produksi DAMIU A yaitu 0,0020 mg/L dan DAMIU B 0,0037 mg/L dengan baku mutu sebesar 0,01 mg/L. Konsentrasi logam Se pada air produksi DAMIU A yaitu 0,0049 mg/L dan DAMIU B 0,0014 mg/L dengan baku mutu sebesar 0,01 mg/L. Konsentrasi ketiga logam masih berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan logam Cd, As, dan Se pada air produksi masih aman.

4.3 Analisis Konsentrasi Logam Berat Cd, As, dan Se pada Air Baku dan Air Produksi

Konsentrasi logam berat Cd, As, dan Se pada DAMIU A dan B pada air baku dan air hasil produksi masih berada di bawah baku mutu. Konsentrasi logam tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.1** dan **Gambar 4.2**. Konsentrasi logam Cd dan Se pada DAMIU A mengalami penurunan pada hari pertama sampai hari ketiga, sementara untuk logam As justru mengalami peningkatan. Pada DAMIU B konsentrasi logam Cd dan As tidak konstan yaitu meningkat pada hari kedua dan

kembali turun pada hari ketiga. Sedangkan, logam Se mengalami penurunan setiap harinya. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kandungan logam berat pada sumber air baku. Pada beberapa hari pengambilan sampel terdapat kandungan logam berat yang lebih tinggi pada sumber air baku dibandingkan pada AMIU. Contohnya pada logam Se yang mengalami penurunan konsentrasi dari 0,0027 mg/L pada air baku menjadi 0,0017 mg/L pada AMIU. Tingginya kandungan logam Cd, As, dan Se pada air baku dapat disebabkan oleh tekstur tanah dan lingkungan di sekitar lokasi sumber air baku yang telah terkontaminasi oleh pembuangan baterai, letusan gunung, pembakaran limbah, pemupukan, ataupun aktivitas pertambangan (Adhani & Husaini, 2017). Akan tetapi juga terdapat konsentrasi logam berat pada AMIU justru lebih tinggi dibandingkan pada sumber air bakunya. Contohnya pada logam Cd mengalami kenaikan konsentrasi setelah diproduksi yaitu dari 0,0021 mg/L menjadi 0,0025 mg/L. Hal ini dapat disebabkan oleh proses pengolahan air baku ataupun pada saat pengawetan sampel AMIU tersebut (Bali, 2012). Melalui proses pengolahan seharusnya logam berat dapat tersisihkan, akan tetapi dapat terlihat masih adanya kandungan logam berat pada AMIU, hal ini dapat disebabkan oleh proses pengolahan yang dilakukan belum sempurna, seperti proses pencucian *filter*, waktu penggantian mikrofilter yang tidak dilakukan secara berkala, dan jenis *filter* yang digunakan. Penggunaan *microfilter* yang sudah kadaluarsa atau tidak dalam masa pakainya lagi, tidak memperhatikan waktu jenuh penggunaan karbon *filter* seperti lebih dari 6-12 bulan, kurang memperhatikan intensitas lampu UV (30.000 MW sec/cm²), lampu radiasi ini harus diganti dalam waktu paling lama 1 tahun (Alfian et al., 2021). Selain itu, penggunaan logam berat untuk melapisi perpipaan serta penggunaan pipa untuk proses pengaliran air juga dapat menyebabkan adanya kandungan logam berat pada AMIU (Amelia & Rahmi, 2017). Air minum yang mengalir pada pipa yang telah mengalami korosi dapat berpengaruh terhadap meningkatnya konsentrasi logam berat, hal ini dikarenakan masa pakai pipa yang sudah terlalu lama. Masa pakai pipa tergantung pada jenis bahan pipa dan lapisan pelindung pipa yang efektifitasnya dapat menurun seiring waktu (Ab Razak et al., 2015).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hasan (2018) konsentrasi logam As dan Se tidak memenuhi baku mutu yaitu 0,152 mg/L dan 0,021 mg/L sedangkan hasil penelitian saat ini konsentrasi As dan Se ialah 0,0037 mg/L dan 0,0049 mg/L yang masih memenuhi baku mutu. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ismayanti (2019) didapatkan konsentrasi Cd sebesar 0,0083 mg/L sedangkan pada penelitian saat ini konsentrasi Cd yang diperoleh ialah 0,0024 mg/L, perbedaan hasil penelitian yang diperoleh saat ini dengan penelitian sebelumnya dapat disebabkan karena perbedaan lokasi penelitian dan peralatan pengolahan yang digunakan oleh masing-masing DAMIU. Berikut ditampilkan rekapitulasi konsentrasi logam berat pada air baku dan air produksi pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 Rekapitulasi Konsentrasi Logam Berat

Berdasarkan **Grafik 4.3** Konsentrasi rata-rata logam Cd pada air hasil produksi DAMIU A ialah 0,0024 mg/L dan DAMIU B 0,0022 mg/L. Konsentrasi rata-rata logam berat As ialah 0,0020 mg/L pada DAMIU A dan 0,0037 mg/L pada DAMIU B. Konsentrasi rata-rata logam berat Se pada DAMIU A ialah 0,0049 mg/L dan 0,0014 mg/L pada DAMIU B.

4.4 Hasil Pengukuran pH, DO, dan Suhu pada Air Baku dan AMIU

pH ialah intensitas keadaan asam atau basa pada air. Rasa dari AMIU akan bergantung kepada nilai pH dari air tersebut. Apabila pH air minum sangat rendah

maka air akan terasa pahit/asam akan tetapi jika pH terlalu tinggi justru akan berasa tidak enak (licin/kental) (Hasan, 2018). Peranan kandungan oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) pada air minum ialah sebagai pengoksidasi dan pereduksi bahan kimia beracun sehingga membentuk senyawa lainnya yang lebih sederhana atau tidak beracun. Suhu merupakan salah satu parameter yang juga diukur dalam penelitian ini. Suhu dapat berubah-ubah tergantung kepada ruang dan waktu (Sa'idi, 2020). Tabel hasil pengukuran pH, DO, dan suhu air baku dan AMIU dapat dilihat pada **Tabel 4.3-Tabel 4.5**.

Tabel 4.3 Nilai pH pada Air Baku

Lokasi	Sampel	Air Baku		Air produksi		Baku Mutu
		pH	Rata-rata	pH	Rata-rata	
DAMIU A	Hari Ke-1	7,24		7,15		6,5-8,5
	Hari Ke-2	7,43	7,29	7,31	7,23	
	Hari Ke-3	7,21		7,24		
DAMIU B	Hari Ke-1	7,18		6,89		6,5-8,5
	Hari Ke-2	7,16	7,23	7,05	6,99	
	Hari Ke-3	7,35		7,02		

Berdasarkan **Tabel 4.3** dapat dilihat bahwa nilai pH tertinggi air hasil produksi/AMIU pada DAMIU A dan B ialah pada pengambilan sampel hari ke-2 yaitu 7,31 dan 7,05 dengan nilai rata-rata yaitu 7,23 dan 6,99. pH yang baik untuk air minum berdasarkan Permenkes No. 492 Tahun 2010 ialah dalam rentang 6,5-8,5. Berdasarkan tabel di atas nilai pH air baku dan air produksi pada DAMIU A dan DAMIU B berada di dalam rentang baku mutu yang ditetapkan yaitu 6,5-8,5. Hal ini menunjukkan bahwa pH air pada kedua DAMIU telah memenuhi standar baku mutu Permenkes No.492 Tahun 2010.

Tabel 4.4 Nilai DO pada Air Produksi

Lokasi	Sampel	Air Baku		Air produksi		Baku Mutu
		DO mg/L	Rata-rata	DO mg/L	Rata-rata	
DAMIU A	Hari Ke-1	7,5		6,5		>4 mg/L
	Hari Ke-2	7,6	7,23	7,3	6,73	
	Hari Ke-3	6,6		6,4		
DAMIU B	Hari Ke-1	7,0		6,3		>4 mg/L
	Hari Ke-2	7,2	7,17	6,1	5,97	
	Hari Ke-3	7,3		5,5		

Berdasarkan **Tabel 4.4** Nilai DO tertinggi AMIU pada DAMIU A dan B ialah 7,3 mg/L dan 8,4 mg/L dengan rata-rata yaitu 6,73 dan 5,97 mg/L. Nilai DO yang ditetapkan oleh Permenkes No. 492 Tahun 2010 yaitu minimal 4 mg/L. Berdasarkan grafik di atas nilai DO air baku dan air produksi pada DAMIU A dan DAMIU B berada di dalam rentang baku mutu yang ditetapkan yaitu minimal 4 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa DO air pada kedua DAMIU telah memenuhi standar baku mutu Permenkes No.492 Tahun 2010.

Tabel 4.5 Nilai Suhu pada Air Produksi

Lokasi	Sampel	Air Baku		Air produksi		Baku Mutu
		Suhu °C	Rata-rata	Suhu °C	Rata-rata	
DAMIU A	Hari Ke-1	28		29,8		24-30°C
	Hari Ke-2	25,5	26,93	26,6	27,97	
	Hari Ke-3	27,3		27,5		
DAMIU B	Hari Ke-1	25,5		26,5		24-30°C
	Hari Ke-2	27,6	26,27	27,7	26,97	
	Hari Ke-3	25,7		26,7		

Berdasarkan **Tabel 4.5** untuk suhu tertinggi AMIU yaitu pada pengambilan sampel hari ke-1 pada DAMIU A dan hari ke-2 pada DAMIU B yaitu 29,8°C dan 27,7°C dengan suhu rata-rata yaitu 27,97°C dan 26,97°C. Rentang suhu yang diatur dalam Permenkes No. 492 Tahun 2010 ialah 24-30°C. Berdasarkan grafik di atas suhu air baku dan air produksi pada DAMIU A dan DAMIU B berada di dalam rentang baku mutu yang ditetapkan yaitu 24-30°C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu air pada kedua DAMIU telah memenuhi standar baku mutu Permenkes No.492 Tahun 2010.

4.5 Analisis Kuesioner

Analisis kuesioner dilakukan untuk mendapatkan informasi dan data mengenai hygiene sanitasi DAMIU dan pendapat serta keluhan Kesehatan masyarakat terhadap AMIU yang dikonsumsi. Analisis kuesioner ini terdiri kuesioner terhadap operator DAMIU dan terhadap konsumen DAMIU.

4.5.1 Kuesioner Terhadap Operator DAMIU

Proses wawancara dan pembagian kuesioner kepada operator DAMIU dilakukan untuk mengetahui praktik hygiene dan sanitasi yang mengacu kepada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2014 tentang Higiene dan Sanitasi DAMIU. Hasil yang diperoleh dari pembagian kuesioner dan wawancara

ini ialah lokasi dan tempat pengolahan AMIU di DAMIU A dan B sebagian besar telah sesuai dengan Permenkes, akan tetapi ada beberapa poin yang belum terpenuhi seperti belum adanya jamban, tempat cuci tangan yang belum dilengkapi dengan sabun cuci tangan, dan belum adanya saluran tertutup untuk pengaliran air limbah.

Secara keseluruhan operator DAMIU A dan B telah menerapkan praktik higiene dan sanitasi seperti bebas dari penyakit, menggunakan pakaian kerja yang bersih dan rapi, akan tetapi operator tidak selalu mencuci tangan dengan sabun sebelum pengisian AMIU, tidak melakukan pemeriksaan secara berkala, dan belum memiliki sertifikat bukti mengikuti kursus higiene dan sanitasi. Data mengenai kelengkapan hygiene dan sanitasi dapat dilihat pada **Lampiran C.4**

4.5.2 Kuesioner Terhadap Konsumen DAMIU

Kuesioner disebarakan kepada konsumen dari DAMIU A dan B yang telah mengkonsumsi AMIU minimal selama kurang lebih 6 bulan terakhir. Tujuan dari penyebaran kuesioner ini ialah untuk memperoleh data pribadi konsumen seperti nama, usia, berat badan, lamanya mengkonsumsi AMIU tersebut, alamat, dan jenis kelamin dari responden. Selain berisikan data pribadi, kuesioner juga berisikan tentang kualitas dari AMIU, beberapa pertanyaan mengenai gejala atau penyakit yang dirasakan konsumen setelah meminum air tersebut, dan beberapa pertanyaan mengenai pengetahuan konsumen terhadap logam berat pada AMIU. Data-data ini diperlukan sebagai dasar dalam perhitungan analisis risiko kesehatan lingkungan akibat pajanan logam berat pada AMIU serta untuk mengidentifikasi apakah diperlukan pengelolaan risiko untuk menjaga kesehatan masyarakat terutama masyarakat yang mengkonsumsi AMIU dari DAMIU A dan B dalam jangka waktu yang lama.

4.5.2.1 Karakteristik Responden

Karakteristik responden di Kecamatan Pauh, Kota Padang yang mengkonsumsi AMIU dari kedua DAMIU tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.6** dan **Tabel 4.7** yang diperoleh dari hasil wawancara dan pengisian kuesioner.

Tabel 4.6 Jenis Kelamin Responden

DAMIU	Jenis Kelamin	Jumlah (orang)	Persentase (%)
A	Laki-Laki	8	27
	Perempuan	22	73
B	Laki-Laki	11	37
	Perempuan	19	63

Tabel 4.7 Usia Responden

DAMIU	Usia	Jumlah (orang)	Persentase (%)
A	>30 Tahun	13	43
	≤ 30 Tahun	17	57
B	>30 Tahun	7	23
	≤ 30 Tahun	23	77

Berdasarkan **Tabel 4.6** dan **Tabel 4.7** dapat dilihat bahwa responden DAMIU A berjenis kelamin laki-laki sebanyak 8 orang dan perempuan 22 orang dengan usia tertinggi persentase usia responden yang kecil sama 30 tahun sebanyak 17 orang dan usia besar dari 30 tahun sebanyak 13 orang. Sedangkan untuk DAMIU B persentase responden laki-laki sebanyak 11 orang dan perempuan sebanyak 19 orang dengan usia responden kecil sama 30 tahun sebanyak 23 orang dan usia besar dari 30 tahun sebanyak 7 orang. Banyaknya responden perempuan dibandingkan laki-laki pada kedua DAMIU disebabkan karena pembagian kuesioner dilakukan pada siang hari sehingga yang ditemui di lokasi tempat tinggal responden adalah perempuan. Sedangkan banyaknya responden yang berumur di bawah 30 tahun pada DAMIU B disebabkan karena di sekitar lokasi DAMIU B banyak terdapat kos-kosan putri. Persentase berat badan responden dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Berat Badan

DAMIU	Berat Badan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
A	≤ 50 kg	8	27
	> 50 kg	22	73
B	≤ 50 kg	15	50
	> 50 kg	15	50

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa persentase berat badan responden DAMIU A yaitu sebanyak 22 orang untuk responden dengan berat badan lebih dari 50 kg, dan 8 orang untuk responden dengan berat badan kecil sama 50 kg. Sedangkan untuk DAMIU B berat badan responden yang lebih dari 50 kg sama

dengan berat badan responden yang kecil sama 50 kg yaitu sebanyak 15 orang. Persentase pekerjaan responden dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Pekerjaan Responden

DAMIU	Pekerjaan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
A	Karyawan	3	10
	Pedagang	9	30
	Ibu Rumah Tangga	6	20
	Mahasiswa	8	27
	Lainnya	4	13
B	Karyawan	4	13
	Pedagang	5	17
	Ibu Rumah Tangga	1	3
	Mahasiswa	15	50
	Lainnya	5	17

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa persentase pekerjaan responden DAMIU A didominasi oleh pedagang yaitu sebanyak 9 orang, sedangkan untuk DAMIU B responden terbanyak terdiri dari mahasiswa yaitu sebanyak 15 orang. Persentase lamanya konsumen mengkonsumsi AMIU dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.10 Lamanya Responden Mengkonsumsi AMIU

DAMIU	Lama Mengkonsumsi AMIU	Jumlah (orang)	Persentase (%)
A	< 1 Tahun	12	40
	1-3 Tahun	6	20
	> 3 Tahun	12	40
B	< 1 Tahun	12	40
	1-3 Tahun	12	40
	> 3 Tahun	6	20

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa persentase lama responden mengkonsumsi AMIU dari DAMIU A paling banyak yaitu dalam kurun waktu kurang dari 1 tahun atau lebih dari 3 tahun, sedangkan untuk DAMIU B lama responden mengkonsumsi AMIU dalam kurun waktu 1 sampai 3 tahun atau kurang dari 1 tahun. Responden rata-rata sudah berlangganan tetap dengan DAMIU A ataupun DAMIU B sehingga banyak responden yang telah mengkonsumsi AMIU

tersebut dalam waktu lama bahkan ada yang telah mengkonsumsi AMIU selama 10 tahun.

4.5.2 Data Kesehatan Responden

Berdasarkan hasil wawancara dan pengisian kuesioner didapatkan bahwa rata-rata masyarakat tidak mengalami adanya semua gejala-gejala yang ditanyakan pada kuesioner. Namun, ada beberapa gejala yang dirasakan seperti sakit kepala, mual, ataupun diare. Gejala yang dirasakan oleh responden tidak dapat disimpulkan sepenuhnya terjadi akibat AMIU melainkan terdapat faktor-faktor lainnya yang dapat mendukung terjadinya gejala tersebut. Tidak banyaknya gejala yang dirasakan masyarakat setelah mengkonsumsi AMIU dalam waktu yang lama dapat disebabkan karena sudah terbentuknya antibodi dari sistem imun manusia (Bimantoro, 2018). Kuesioner terkait ARKL terdiri dari empat pertanyaan terkait gejala yang dirasakan masyarakat yang disebabkan oleh efek logam berat Cd, As, dan Se di dalam tubuh manusia. Tabel data kesehatan responden dapat dilihat pada **Tabel 4.11** dan **Tabel 4.12**.

Tabel 4.11 Keluhan Kesehatan Responden

DAMIU	Pekerjaan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
A	Mual dan Diare	3	11
	Sakit Kepala	2	7
	Sesak Napas	1	4
	Hipertensi	0	0
	Muntah	0	0
	Detak Jantung Tidak Normal	1	3
	Diare/Sakit Perut	2	7
	Mati Rasa/Kram Otot	1	4
	Rambut Rontok Parah	8	29
	Kulit Kemerahan/Melepuh	0	0
	Tremor	5	18
	Nyeri Otot	5	18

Berdasarkan hasil wawancara dan pengisian kuesioner pada DAMIU A terdapat beberapa orang yang merasakan keluhan atau gejala yaitu 3 orang yang mengalami gejala mual dan diare, 2 orang mengalami gangguan sakit kepala, dan 1 orang mengalami sesak napas yang disertai nyeri dada. Terdapat 1 orang yang merasakan

detak jantung tidak normal, 2 orang merasakan diare atau sakit perut, dan 1 orang yang pernah merasakan kram atau mati rasa. Selain itu, juga terdapat 8 orang yang mengalami kerontokan parah pada rambutnya, 5 orang yang mengalami tremor pada bagian kaki dan tangan, serta 5 orang yang mengalami nyeri otot.

Tabel 4.12 Keluhan Kesehatan Responden

DAMIU	Pekerjaan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
B	Mual dan Diare	2	11
	Sakit Kepala	4	22
	Sesak Napas	0	0
	Hipertensi	0	0
	Muntah	2	11
	Detak Jantung Tidak Normal	1	6
	Diare/Sakit Perut	1	6
	Mati Rasa/Kram Otot	0	0
	Rambut Rontok Parah	8	44
	Kulit Kemerahan/Melepuh	0	0
	Tremor	0	0
	Nyeri Otot	0	0

Berdasarkan tabel di atas pada DAMIU B terdapat 2 orang yang mengalami gejala mual dan diare, 4 orang yang mengalami gangguan sakit kepala. Terdapat 2 orang yang mengalami muntah, 1 orang yang merasakan detak jantung tidak normal, 1 orang merasakan diare atau sakit perut. Selain itu, juga terdapat 8 orang yang mengalami kerontokan parah pada rambutnya.

Data karakteristik responden didapatkan bahwa usia responden DAMIU A lebih dari 30 tahun yaitu sebanyak 57% dengan pekerjaan sebagai pedagang yang merupakan pekerjaan yang memakan waktu seharian penuh, sehingga gejala atau keluhan yang dirasakan dapat diakibatkan karena kelelahan saat bekerja dan faktor usia. Sedangkan DAMIU B 77% berusia kurang dari 30 tahun dengan pekerjaan sebagai mahasiswa. Berdasarkan hasil kuesioner responden DAMIU B lebih sering merasakan keluhan seperti sakit kepala, mual, dan diare dibandingkan dengan responden DAMIU A dengan rentang usia yang berbeda. Gejala-gejala yang dirasakan responden berkaitan dengan sistem imun masing-masing tubuh responden, responden yang berstatus sebagai mahasiswa lebih sering merasakan

gejala-gejala tersebut, hal ini juga dapat disebabkan oleh pola hidup yang kurang sehat seperti makan tidak teratur, tidur kurang cukup, dan sering memakan makanan instan, oleh karena itu tidak dapat dikatakan bahwa gejala-gejala yang dirasakan responden hanya disebabkan oleh AMIU saja, akan tetapi ada faktor-faktor lainnya. Maka, perlu adanya penelitian lebih lanjut, apakah gejala-gejala yang dirasakan akibat penyakit bawaan atau faktor-faktor lainnya yang juga dapat menimbulkan gejala yang sama akibat pajanan logam berat pada AMIU, selain itu juga perlu adanya penelitian lanjutan mengenai gejala yang dirasakan akibat logam yang berasal dari makanan atau minuman lain yang dikonsumsi dan sebagainya, dan juga perlu diketahui sebelumnya catatan riwayat kesehatan dari masing-masing responden pada penelitian selanjutnya.

Selain pertanyaan mengenai ARKL, kuesioner juga berisikan pertanyaan mengenai AMIU seperti rasa dan warna air yang diterima konsumen, kondisi galon, dan penggunaan dispenser, pompa elektrik, atau galon berkeran. Berdasarkan hasil jawaban dari responden DAMIU A 2 orang yang merasakan air terkadang tidak tawar atau berasa seperti rasa tanah, hampir semua responden mendapatkan galon dalam keadaan bersih, tidak berwarna, dan galon diantar jemput oleh petugas DAMIU, 11 orang yang menggunakan dispenser, 2 orang yang menggunakan pompa elektrik, 22 orang menggunakan galon berkeran untuk minum. Selain itu, hampir semua responden menjawab tidak pernah membeli AMIU yang sudah memenuhi syarat atau memiliki stiker memenuhi syaratnya. Sedangkan pada DAMIU B, hampir semua responden mendapatkan galon dalam keadaan bersih, tidak berwarna, berasa tawar, dan galon diantar jemput oleh petugas DAMIU, 7 orang yang menggunakan dispenser, tidak ada yang menggunakan pompa elektrik, 24 orang menggunakan galon berkeran untuk minum serta, hampir semua responden menjawab tidak pernah membeli AMIU yang sudah memenuhi syarat atau memiliki stiker memenuhi syaratnya. Hal ini dikarenakan, responden hanya membeli air saja tanpa memperhatikan hal tersebut, apalagi galon sering diantar jemput oleh petugas DAMIU sehingga responden jarang mengunjungi dan memperhatikan lokasi DAMIU.

Pertanyaan kuesioner terkait logam berat terdiri atas 4 pertanyaan mengenai pengetahuan masyarakat terkait logam berat pada AMIU, akan tetapi berdasarkan hasil kuesioner pada DAMIU A, 18 orang responden tidak mengetahui tentang logam berat (Cd, As, dan Se), 16 orang tidak mengetahui bahwa logam berat (Cd, As, dan Se) dapat mencemari air minum, 22 orang tidak mengetahui ciri-ciri air minum yang mengandung logam berat (Cd, As, dan Se), dan 16 orang tidak mengetahui bahwa logam berat (Cd, As, dan Se) dapat masuk ke dalam tubuh melalui air minum. Sedangkan pada DAMIU B, 17 orang responden tidak mengetahui tentang logam berat (Cd, As, dan Se), 17 orang tidak mengetahui bahwa logam berat (Cd, As, dan Se) dapat mencemari air minum, 21 orang tidak mengetahui ciri-ciri air minum yang mengandung logam berat (Cd, As, dan Se), dan 17 orang tidak mengetahui bahwa logam berat (Cd, As, dan Se) dapat masuk ke dalam tubuh melalui air minum. Hal ini dapat disebabkan karena istilah logam berat yang belum familier bagi masyarakat.

4.6 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

ARKL menjelaskan mengenai identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis paparan, dan karakterisasi risiko. Perhitungan analisis risiko berdasarkan data yang telah diperoleh melalui pembagian kuesioner kepada masyarakat yang mengkonsumsi AMIU pada DAMIU A dan B. Analisis paparan pada logam berat (Cd, As, dan Se) dapat dihitung menggunakan **Persamaan 2.1**.

4.6.1 Identifikasi Bahaya

Berdasarkan permasalahan mengenai adanya kandungan logam berat (Cd, As, dan Se) pada AMIU maka bahaya yang akan dianalisis ialah Kadmium (Cd), Arsen (As), dan Selenium (Se) yang diukur dalam air hasil produksi (AMIU). Menurut *Integrated Risk Information System (IRIS)* dosis referensi yang tersedia untuk paparan logam Cd, As, dan Se ialah nilai RfD yaitu dosis respon yang digunakan untuk paparan non karsinogenik. Tabel identifikasi bahaya DAMIU A dan DAMIU B dapat dilihat pada **Tabel 4.13** dan **Tabel 4.14**.

Tabel 4.13 Identifikasi Bahaya DAMIU A

Sumber	Media Lingkungan Potensial	Agen Risiko	Konsentrasi Terukur		
			Min (mg/L)	Rata-Rata (mg/L)	Maks (mg/L)
<p>Pelapukan, letusan gunung berapi, aktivitas manusia seperti peleburan, pertambangan, pembakaran sampah, merokok tembakau, dan pembuatan pupuk (Adhani & Husaini, 2017). Kurang adanya pencucian filter secara berkala, waktu penggantian <i>mikrofilter</i>, jenis <i>filter</i> yang digunakan (Pulungan & Wahyuni, 2021).</p>		Kadmium (Cd)	0,0023	0,0024	0,0025
<p>Pembakaran bahan bakar fosil, letusan gunung vulkanik, kegiatan industri, pengolahan biji, penambangan, dan penggunaan pupuk (Adhani & Husaini, 2017). Kurang adanya pencucian filter secara berkala, waktu penggantian <i>mikrofilter</i>, jenis <i>filter</i> yang digunakan (Pulungan & Wahyuni, 2021).</p>	Air	Arsen (As)	0,0016	0,0020	0,0025
<p>Sumber alami berasal dari tanah dan bebatuan serta sumber lainnya berasal dari aktivitas antropogenik seperti pembakaran bahan bakar fosil, humus dan komponen <i>agricultural</i> (Fairweather, 2018). Kurang adanya pencucian filter secara berkala, waktu penggantian <i>mikrofilter</i>, jenis <i>filter</i> yang digunakan (Pulungan & Wahyuni, 2021).</p>		Selenium (Se)	0,0043	0,0049	0,0055

Tabel 4.14 Identifikasi Bahaya DAMIU B

Sumber	Media Lingkungan Potensial	Agen Risiko	Konsentrasi Terukur		
			Min (mg/L)	Rata-Rata (mg/L)	Maks (mg/L)
Pelapukan, Letusan gunung berapi, aktivitas manusia seperti peleburan, pertambangan, pembakaran sampah, merokok tembakau, dan pembuatan pupuk (Adhani & Husaini, 2017).		Kadmium (Cd)	0,0020	0,0022	0,0026
Kurang adanya pencucian filter secara berkala, waktu penggantian mikrofilter, jenis filter yang digunakan (Pulungan & Wahyuni, 2021).					
Pembakaran bahan bakar fosil, letusan gunung vulkanik, kegiatan industri, pengolahan biji, penambangan, dan penggunaan pupuk (Adhani & Husaini, 2017).	Air	Arsen (As)	0,0031	0,0037	0,0042
Kurang adanya pencucian filter secara berkala, waktu penggantian mikrofilter, jenis filter yang digunakan (Pulungan & Wahyuni, 2021).					
Sumber alami berasal dari tanah dan bebatuan serta sumber lainnya berasal dari aktivitas antropogenik seperti pembakaran bahan bakar fosil, humus dan komponen agricultural (Fairweather, 2018).		Selenium (Se)	0,0011	0,0014	0,0017
Kurang adanya pencucian filter secara berkala, waktu penggantian mikrofilter, jenis filter yang digunakan (Pulungan & Wahyuni, 2021).					

Sumber adanya kandungan logam berat pada AMIU ialah air baku yang telah terkontaminasi logam berat sebelumnya, hal ini dapat dilihat dari hasil uji konsentrasi logam berat pada air baku selama 3 kali pengambilan sampel untuk masing-masing DAMIU yang didalamnya terdapat logam berat (Cd, As, dan Se). Melalui proses pengolahan seharusnya logam berat dapat tersisihkan, akan tetapi dapat terlihat masih adanya kandungan logam berat pada AMIU, hal ini dapat disebabkan oleh proses pengolahan yang dilakukan belum sempurna, seperti proses pencucian *filter*, waktu penggantian mikrofilter yang tidak dilakukan secara berkala, dan jenis *filter* yang digunakan. Penggunaan *microfilter* yang sudah

kadaluarsa atau tidak dalam masa pakainya lagi, tidak memperhatikan waktu jenuh penggunaan karbon *filter* seperti lebih dari 6-12 bulan, kurang memperhatikan intensitas lampu UV ($30.000 \text{ MW sec/cm}^2$), lampu radiasi ini harus diganti dalam waktu paling lama 1 tahun (Alfian et al., 2021). Selain itu, penggunaan logam berat untuk melapisi perpipaan serta penggunaan pipa untuk proses pengaliran air juga dapat menyebabkan adanya kandungan logam berat pada AMIU (Amelia & Rahmi, 2017).

4.6.2 Analisis Dosis Respon

Berdasarkan berbagai literatur diketahui bahwa Cd, As, dan Se dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui jalur oral. Masuknya Cd, As, dan Se ke dalam tubuh manusia dapat menimbulkan berbagai macam penyakit, efek yang digunakan dalam kasus ini ialah efek sistemik atau efek non karsinogenik berdasarkan nilai dosis yang tersedia pada IRIS. Analisis dosis respon dapat dilihat pada **Tabel 4.15**.

Tabel 4.15 Analisis Dosis Respon

No	Agent	Dosis Respon mg/kg.hari	Efek Kritis dan Referensi
1.	Cd	5×10^{-4} *	Diare, demam, muntah, nyeri otot, kerusakan paru-paru, gangguan ginjal, kerusakan tulang, dan gangguan reproduksi (Jamshaid et al., 2018).
2.	As	3×10^{-4} *	Hiperpigmentasi, keratosis dan kemungkinan komplikasi vaskular pajanan oral (Tseng, 1977; Tseng et al., 1968). Tumor pada paru-paru, ginjal, kandung kemih, dan hati (Jamshaid et al., 2018).
3.	Se	5×10^{-3} *	Selenosis klinik, studi epidemiologi pada manusia (Yang et al., 1989). Kerontokan rambut yang parah, kulit melepuh, dan nyeri otot (Kusmana, 2017).

*Integrated Risk Information System (IRIS) US EPA

4.6.3 Analisis Pajanan

Analisis pajanan logam berat pada AMIU di Kecamatan Pauh dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 2.1**. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan data yaitu durasi pajanan, berat badan, frekuensi pajanan, dan nilai *intake* dari logam Cd, As, dan Se. Distribusi durasi pajanan, berat badan, frekuensi pajanan, dan nilai *intake* dari logam Cd, As, dan Se dapat dilihat pada **Tabel 4.16** dan **Tabel 4.17**. Pembagian kategori **Tabel 4.20-4.23** ialah dengan membagi data kuesioner dengan batas nilai median.

Tabel 4.16 Berat Badan Responden

DAMIU	Berat Badan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
A	>57,5 kg	15	50
	≤57,5 kg	15	50
B	>51 kg	15	50
	≤51 kg	15	50

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa jumlah responden pada DAMIU A dengan berat badan > 57,5 kg sebanyak 15 orang dan ≤ 57,5 kg juga sebanyak 15 orang. Berat badan responden tertinggi ialah 91 kg dan terendah 43 kg. Berat badan responden akan berpengaruh terhadap perhitungan *intake* dan hasil RQ yang diperoleh. Sedangkan, jumlah responden pada DAMIU B dengan berat badan > 51 kg sebanyak 15 orang dan ≤ 51 kg juga sebanyak 15 orang. Berat badan responden tertinggi ialah 75 kg dan terendah 40 kg. Berat badan responden akan berpengaruh terhadap perhitungan *intake* dan hasil RQ yang diperoleh.

Tabel 4.17 Durasi Pajanan Responden

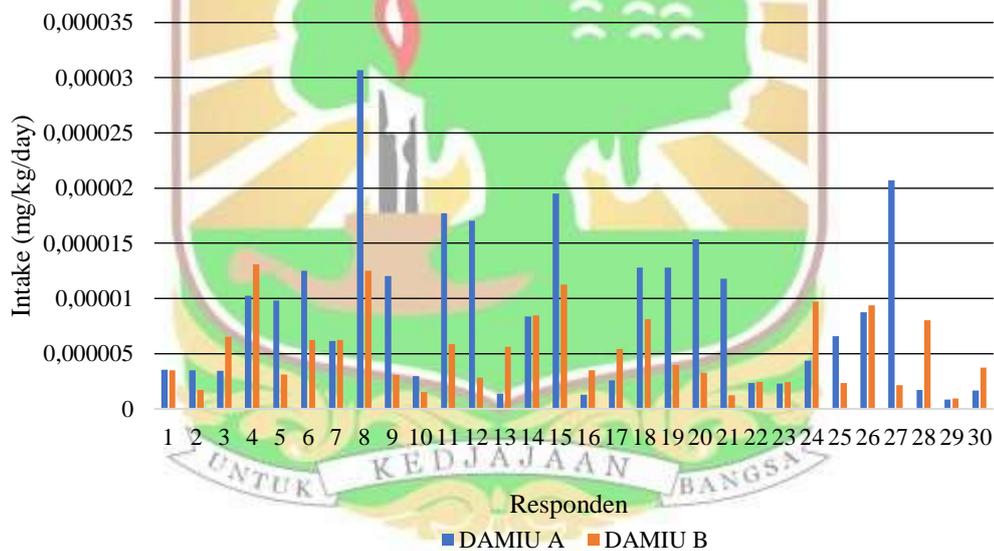
DAMIU	Berat Badan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
A	≤ 3 Tahun	18	60
	> 3 Tahun	12	40
B	≤ 1,75 Tahun	15	50
	> 1,75 Tahun	15	50

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa jumlah responden pada DAMIU A dengan durasi pajanan > 3 tahun sebanyak 12 orang dan ≤ 3 tahun sebanyak 18 orang. Durasi pajanan tertinggi ialah 10 tahun dan terendah 6 bulan. Durasi pajanan akan berpengaruh terhadap perhitungan *intake realtime* dan hasil RQ yang diperoleh. Sedangkan, jumlah responden pada DAMIU B dengan durasi pajanan >1,75 tahun sebanyak 15 orang dan ≤ 1,75 tahun juga sebanyak 15 orang. Durasi pajanan tertinggi ialah 4 tahun dan terendah 6 bulan. Durasi pajanan akan berpengaruh terhadap perhitungan *intake realtime* dan hasil RQ yang diperoleh.

Nilai *default* laju asupan untuk air minum dewasa (pemukiman) ialah 2 L/h berdasarkan Dirjen PP dan PL Kemenkes tahun 2012. Data berat badan responden DAMIU A dan B dapat dilihat pada **Tabel 4.16** dengan rata-rata 59,5 kg dan 53 kg dengan nilai median 57,5 kg dan 51 kg. Data distribusi durasi pajanan responden DAMIU A dan B dapat dilihat pada **Tabel 4.17** dengan rata-rata durasi

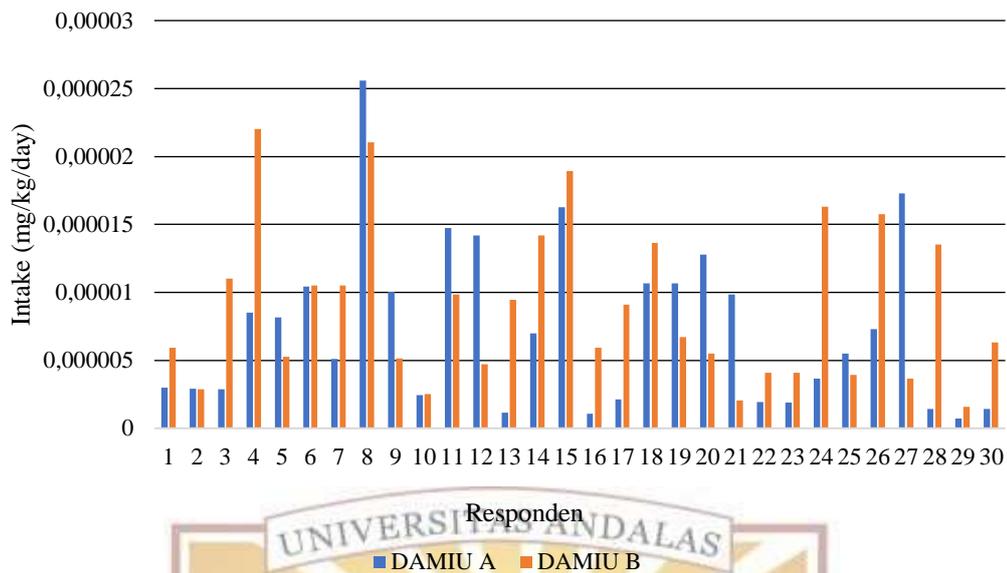
pajanan selama 3 tahun 3 bulan dan 1 tahun 9 bulan. Nilai median dari durasi pajanan ialah 3 tahun dan 1 tahun 8 bulan.

Perhitungan nilai *intake* dipengaruhi oleh konsentrasi logam, berat badan, durasi pajanan, serta frekuensi pajanan logam tersebut. *Intake* ialah jumlah konsentrasi agen risiko yang bisa masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu setiap harinya (Dirjen P2PL, 2012). Pada penelitian nilai *intake* yang dihitung ialah nilai *intake realtime* dan nilai *intake lifetime*. *Intake realtime* ialah pajanan yang dihitung berdasarkan durasi pajanan dari responden dalam mengkonsumsi AMIU sedangkan *intake lifetime* ialah pajanan yang dihitung seumur hidup (Nurfadillah & Maksun, 2021). Durasi pajanan seumur hidup yang digunakan ialah angka harapan hidup masyarakat Kota Padang tahun 2021 yaitu sebesar 73,69 Tahun. Hasil perhitungan keseluruhan nilai *intake* dan contoh perhitungan masing-masing responden DAMIU A dan B dapat dilihat pada **Lampiran B.2**.



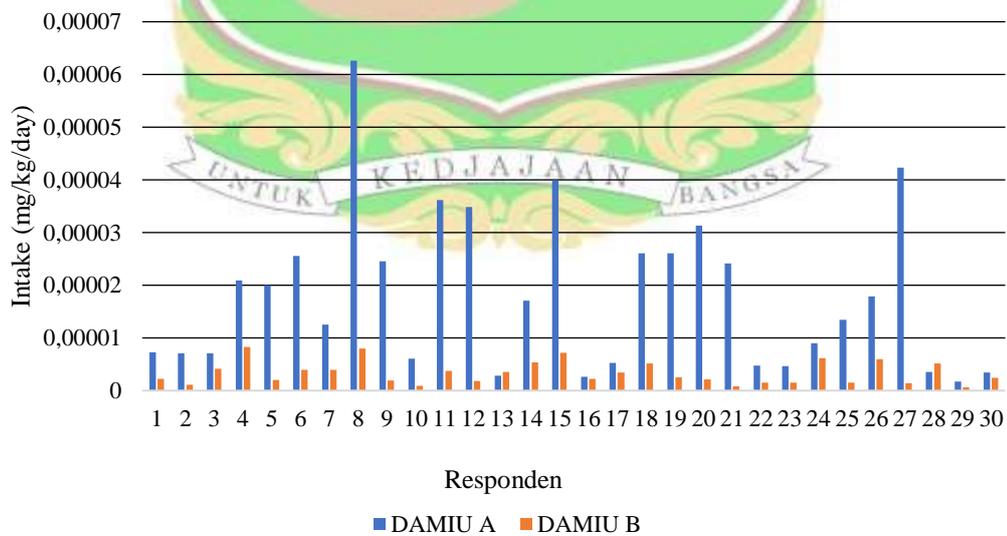
Gambar 4.4 Intake Kadmium (Realtime)

Berdasarkan grafik di atas DAMIU A memiliki 30 orang responden dengan nilai maksimum *intake realtime* logam Cd ialah 0,000031 mg/kg.hari pada responden No. 8 dan minimum 0,000001 mg/kg.hari pada responden No. 13, 16, dan 29. Sedangkan pada DAMIU B nilai maksimumnya ialah 0,000013 mg/kg.hari pada responden No. 4 dan 8 serta nilai minimumnya 0,000001 mg/kg.hari pada responden No. 10, 21, dan 29.



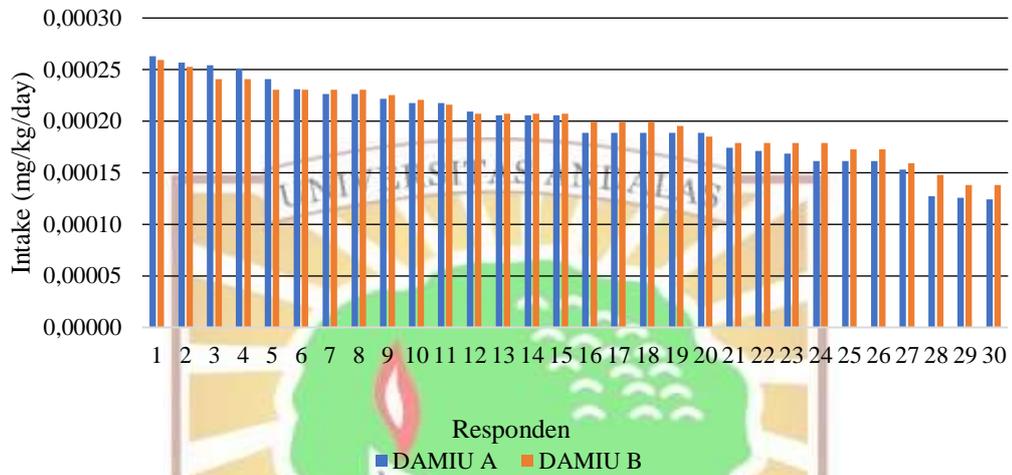
Gambar 4.5 Intake Arsenik (Realtime)

Berdasarkan grafik di atas DAMIU A memiliki 30 orang responden dengan nilai maksimum *intake realtime* logam As ialah 0,000026 mg/kg.hari pada responden No. 8 dan minimum 0,000001 mg/kg.hari pada responden No. 13, 16, 28, 29, dan 30. Sedangkan pada DAMIU B nilai maksimumnya ialah 0,000022 mg/kg.hari pada responden No. 4 serta nilai minimumnya 0,000002 mg/kg.hari pada responden No. 21 dan 29.



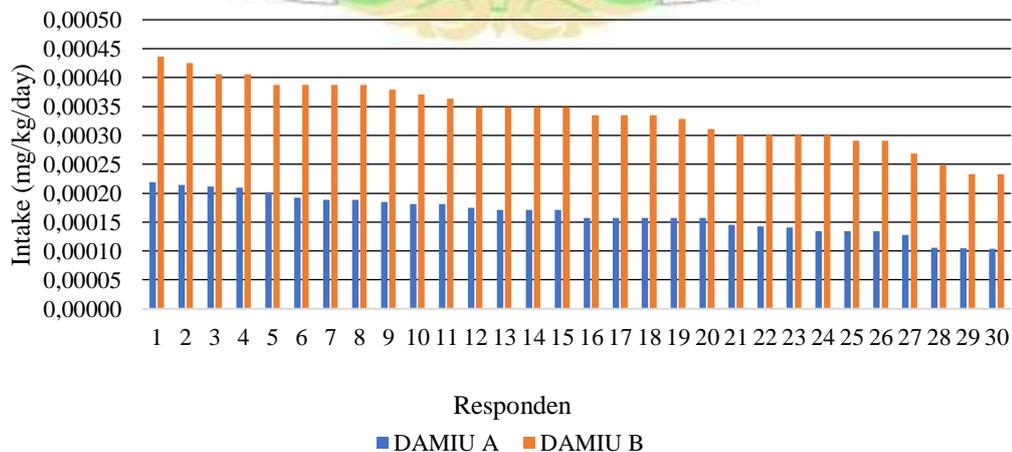
Gambar 4.6 Intake Selenium (Realtime)

Berdasarkan grafik di atas DAMIU A memiliki 30 orang responden dengan nilai maksimum *intake realtime* logam Se ialah 0,000063 mg/kg.hari pada responden No. 8 dan minimum 0,000002 mg/kg.hari pada responden No. 29. Sedangkan pada DAMIU B nilai maksimumnya ialah 0,000008 mg/kg.hari pada responden No. 4 dan 8 serta nilai minimumnya 0,000001 mg/kg.hari pada responden No. 2, 10, 21, 25, 27, dan 29.



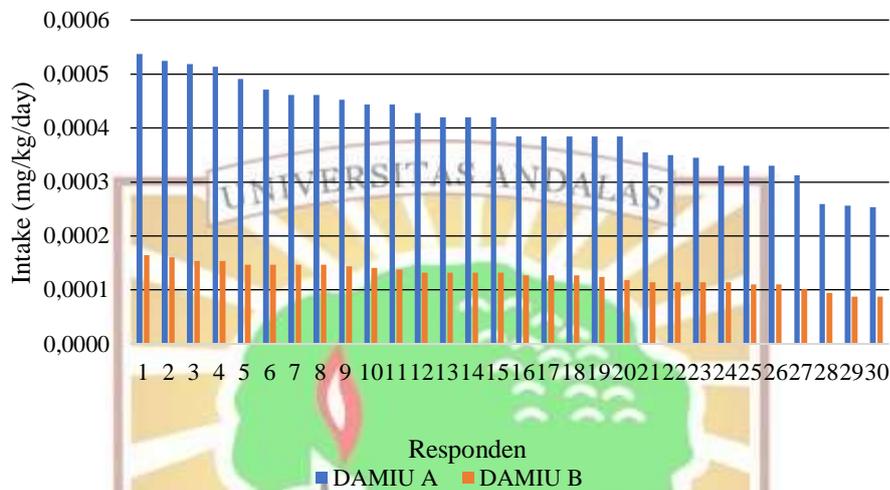
Gambar 4.7 Intake Kadmium (Lifetime)

Berdasarkan grafik di atas DAMIU A memiliki 30 orang responden dengan nilai maksimum *intake lifetime* logam Cd ialah 0,000263 mg/kg.hari pada responden No. 1 dan minimal 0,000124 pada responden No. 30. Sedangkan pada DAMIU B nilai maksimumnya ialah 0,000259 mg/kg.hari pada responden No. 1 serta nilai minimumnya 0,000138 mg/kg.hari pada responden No. 29 dan 30.



Gambar 4.8 Intake Arsenik (Lifetime)

Berdasarkan grafik di atas DAMIU A memiliki 30 orang responden dengan nilai maksimum *intake lifetime* logam As ialah 0,000219 mg/kg.hari pada responden No. 1 dan minimal 0,000104 pada responden No. 30. Sedangkan pada DAMIU B nilai maksimumnya ialah 0,000436 mg/kg.hari pada responden No. 1 serta nilai minimumnya 0,000232 mg/kg.hari pada responden No. 29 dan 30.



Gambar 4.9 Intake Selenium (Lifetime)

Berdasarkan grafik di atas DAMIU A memiliki 30 orang responden dengan nilai maksimum *intake lifetime* logam Se ialah 0,000537 mg/kg.hari pada responden No. 1 dan minimal 0,000254 pada responden No. 30. Sedangkan pada DAMIU B nilai maksimumnya ialah 0,000165 mg/kg.hari pada responden No. 1 serta nilai minimumnya 0,000088 mg/kg.hari pada responden No. 29 dan 30.

Berdasarkan grafik nilai *intake realtime* dan *lifetime* logam Cd, As, dan Se pada DAMIU A dan B dapat disimpulkan nilai *intake realtime* tertinggi ialah pada logam Se DAMIU A sebesar 0,000063 mg/kg.hari pada responden No. 8 dengan berat badan 50 kg dan durasi pajanan selama 10 tahun. Sedangkan nilai *intake lifetime* tertinggi juga pada logam Se DAMIU A yaitu 0,000537 mg/kg.hari pada responden No. 1 karena responden memiliki berat badan yang kecil yaitu 43 kg sehingga terjadi peningkatan nilai *intake lifetime* sesuai dengan usia harapan hidup selama 73,69 tahun mendatang. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil berat badan seseorang maka kemungkinan terkena paparannya akan semakin besar, pendapat ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh (Alwi et al., 2016) yang

menyatakan bahwa dalam perhitungan analisis risiko, semakin besar berat badan seseorang maka kemungkinan terkena pajanannya akan semakin kecil. Paparan logam pada tubuh manusia juga dipengaruhi oleh durasi pajanan dan konsentrasi logamnya, semakin tinggi konsentrasi logam dan semakin lama seseorang terpapar maka akan semakin besar juga kemungkinan risiko kesehatan yang dapat ditimbulkan.

Nilai *intake* yang diperoleh pada penelitian saat ini jauh berbeda jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya di Kabupaten Pasuruan yaitu Agustina (2017) dengan nilai paparan 0,01041594 mg/kg.hari. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan kualitas air minum pada lokasi penelitian. Akan tetapi pada penelitian Khairunnisa (2021) yang meneliti mengenai ARKL air minum masyarakat di Kecamatan Simpang Empat Karo, Sumatera Utara didapatkan nilai *intake* yang hampir sama dengan penelitian saat ini yaitu 0,00005 mg/kg.hari.

Hasil nilai paparan (*intake*) *realtime* rata-rata dan *lifetime* rata-rata dapat dilihat pada **Tabel 4.18** di bawah ini:

Tabel 4.18 Rekap Hasil Perhitungan Intake

DAMIU	<i>Intake Realtime (mg/kg.hari)</i>			<i>Intake Lifetime (mg/kg.hari)</i>		
	Cd	As	Se	Cd	As	Se
A	0,000009	0,000007	0,000018	0,000197	0,000164	0,000402
B	0,000005	0,000009	0,000003	0,000201	0,000338	0,000128

4.6.4 Karakterisasi Risiko

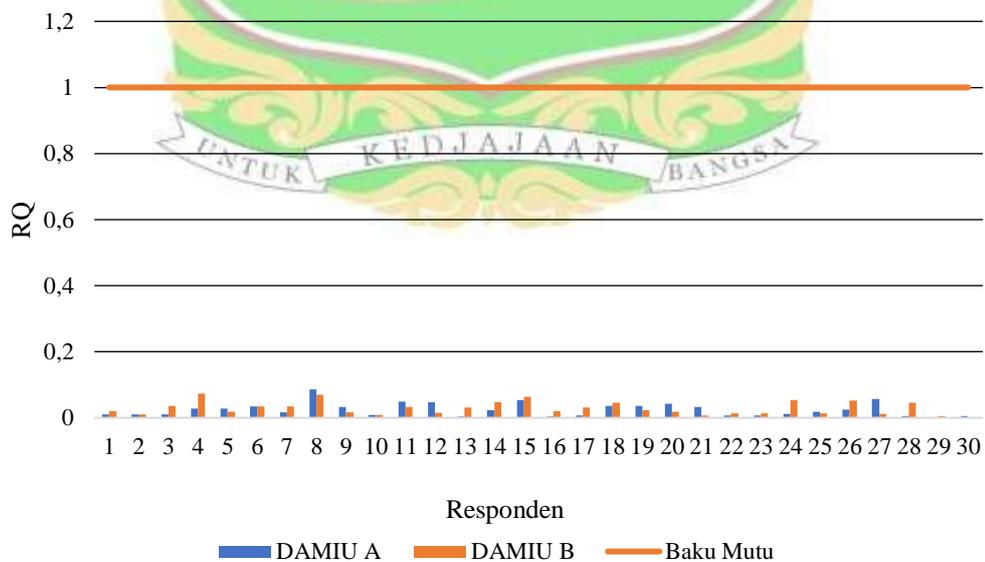
Tingkat risiko (RQ) dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 2.2**. Parameter yang dibutuhkan ialah nilai *Intake* dari perhitungan sebelumnya, dan nilai RfD dari logam Cd, As, dan Se. Pengukuran tingkat risiko dilakukan dengan membandingkan nilai *intake* dengan dosis referensi (RfD). Apabila hasil perhitungan memperoleh nilai $RQ > 1$ maka tingkat risiko dinyatakan tidak aman sedangkan jika nilai $RQ \leq 1$ tingkat risiko dinyatakan aman. RQ yang dihitung adalah RQ *realtime* dan RQ *lifetime*. RQ *realtime* ialah nilai tingkat risiko yang didapatkan dari rumus *intake realtime* dibagi dengan nilai dosis respon agen. Sedangkan nilai RQ *lifetime* diperoleh dengan membagi nilai *intake lifetime* dengan nilai dosis respon agen (Dirjen P2PL, 2012). Tabel perhitungan nilai RQ dapat dilihat pada **Lampiran B.2**.

Hasil perhitungan RQ atau tingkat risiko *realtime* pada logam Cd bernilai < 1 yaitu berkisar dari 0,0017- 0,0614 pada DAMIU A dan 0,0019-0,0262 pada DAMIU B hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.14** di bawah ini:



Gambar 4.10 RQ Kadmium (Realtime)

Hasil perhitungan RQ atau tingkat risiko *realtime* pada logam As bernilai < 1 yaitu berkisar dari 0,0024-0,0852 pada DAMIU A dan 0,0053-0,0733 pada DAMIU B hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.15** di bawah ini:



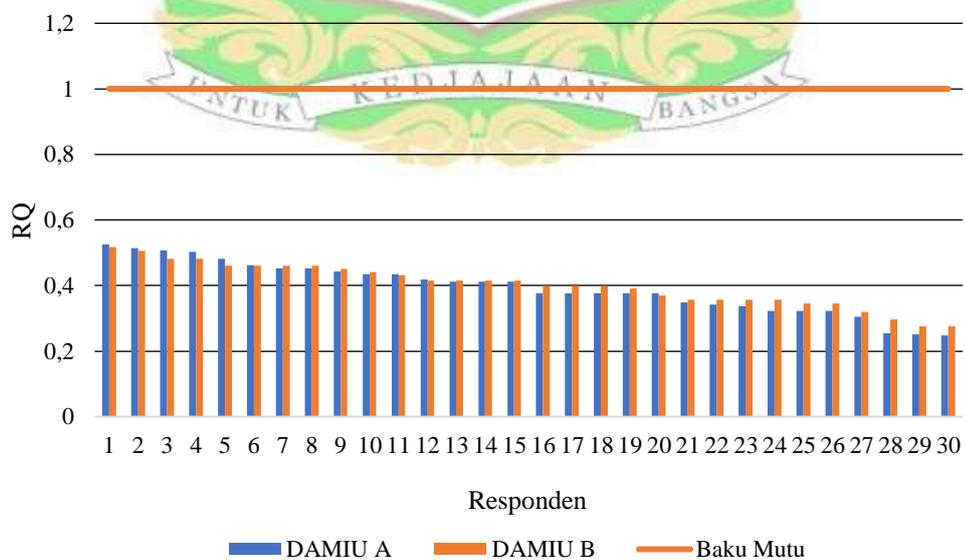
Gambar 4.11 RQ Arsenik (Realtime)

Hasil perhitungan RQ atau tingkat risiko *realtime* pada logam Se bernilai < 1 yaitu berkisar dari 0,0003-0,0125 pada DAMIU A dan 0,0002-0,0017 pada DAMIU B hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.16** di bawah ini:



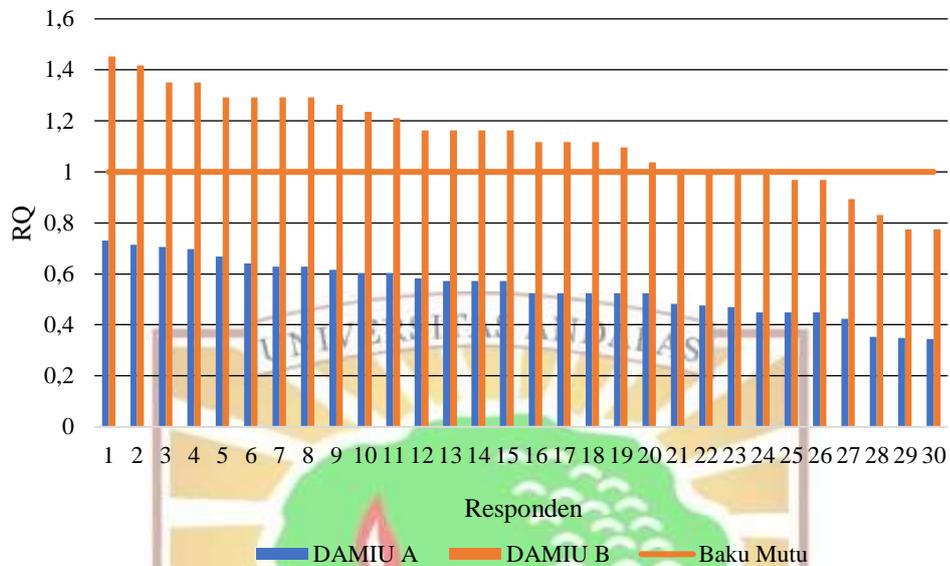
Gambar 4.12 RQ Selenium (Realtime)

Hasil perhitungan RQ atau tingkat risiko *lifetime* pada logam Cd juga bernilai < 1 yaitu berkisar dari 0,2485-0,5259 pada DAMIU A dan 0,2764-0,5182 pada DAMIU B hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.17** di bawah ini:



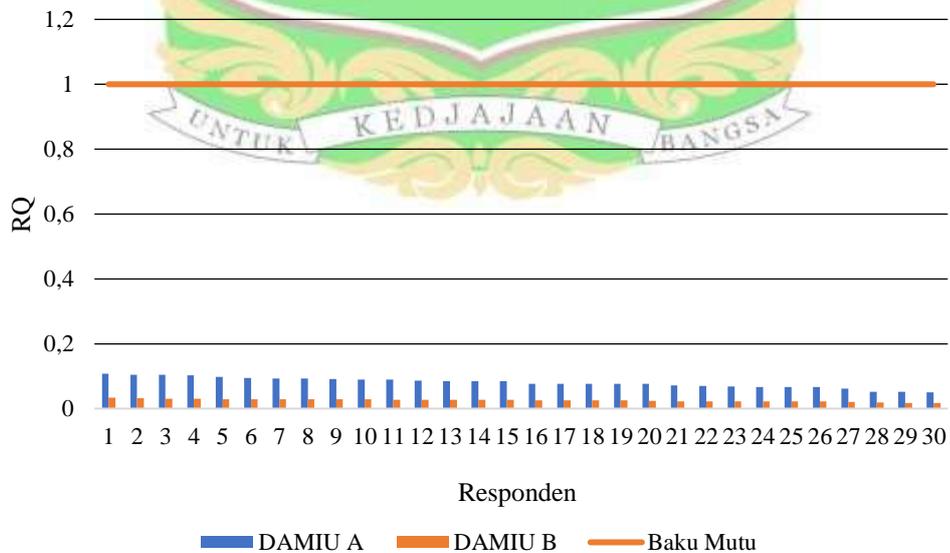
Gambar 4.13 RQ Kadmium (Lifetime)

Hasil perhitungan RQ atau tingkat risiko *lifetime* pada logam As DAMIU A < 1 yaitu berkisar dari 0,3421-0,7304 sedangkan pada DAMIU B nilai RQ > 1 yaitu berkisar dari 0,775-1,452 hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.18** di bawah ini:



Gambar 4.14 RQ Arsenik (Lifetime)

Hasil perhitungan RQ atau tingkat risiko *lifetime* pada logam Se juga bernilai < 1 yaitu berkisar dari 0,2764-0,5182 pada DAMIU A dan 0,0176-0,0330 pada DAMIU B hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.19** di bawah ini:



Gambar 4.15 RQ Selenium (Lifetime)

Penelitian ini menghasilkan analisa akhir terkait tingkat risiko/Risk Quotient (RQ) pada logam Cd dan Se di DAMIU A dan DAMIU B bernilai < 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa masyarakat yang mengkonsumsi AMIU dengan konsentrasi logam Cd dan As tersebut aman selama 73,69 tahun sejak ia mulai mengkonsumsi AMIU tersebut. Hasil penelitian ini sama dengan penelitian sebelumnya yaitu Musfirah (2020) dan Awliahasanah (2021) dengan hasil $RQ < 1$. Sedangkan pada logam As dengan 24 responden memiliki nilai $RQ_{lifetime} > 1$ juga diperkuat oleh penelitian Mursidi (2015) mengenai ARKL logam Cr dan As pada Air minum yaitu nilai $RQ > 1$ untuk logam As yang artinya responden akan terkena risiko apabila mengkonsumsi AMIU tersebut dalam jangka waktu yang lama. Hasil nilai tingkat risiko *realtime* rata-rata dan *lifetime* rata-rata dapat dilihat pada **Tabel 4.19** di bawah ini:

Tabel 4.19 Rekapitan Hasil Perhitungan RQ

DAMIU	RQ <i>Realtime</i>			RQ <i>Lifetime</i>		
	Cd	As	Se	Cd	As	Se
A	0,0177	0,0245	0,0036	0,3934	0,5464	0,0803
B	0,0105	0,0296	0,0007	0,4019	1,1265	0,0256

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai $RQ_{realtime}$ rata-rata masing-masing logam pada DAMIU A dan B berada sangat jauh dari batas konsumsi aman yaitu 1. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat yang terdapat pada AMIU masih aman dan tidak membahayakan masyarakat untuk waktu sekarang (*realtime*). Hasil penelitian yang diperoleh sama dengan hasil penelitian yang didapatkan oleh Agustina (2019) dan Khairunnisa (2021) mengenai ARKL logam berat pada AMIU yaitu nilai $RQ_{realtime}$ kecil dari 1 (aman).

Hasil di atas menunjukkan bahwa sebagian besar responden pada penelitian ini dapat dinyatakan berada dalam batas aman dari risiko akibat paparan logam berat Cd dan Se. Nilai *lifetime* yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan nilai *realtime* hal ini menandakan bahwa tingkat risiko untuk waktu paparan 73,69 tahun akan meningkat sehingga walaupun untuk saat berada dalam batas aman. Oleh karena itu, perlu adanya pemantauan serta pengawasan yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kota Padang secara rutin. Apabila $RQ < 1$ menandakan bahwa tidak adanya efek yang ditimbulkan dari agen risiko sehingga dapat dianggap memiliki

risiko yang dapat diabaikan (Dirjen P2PL, 2012). Persentase nilai RQ akibat paparan logam berat pada masyarakat yang mengkonsumsi DAMIU A dan DAMIU B di Kecamatan Pauh, Kota Padang dapat dilihat pada **Tabel 4.20**.

Tabel 4.20 Persentase Hasil perhitungan RQ

RQ	Jumlah (%)		Total
	Jumlah	%	
RQ <i>Realtime</i>	RQ > 1	-	-
	RQ < 1	30	100
RQ <i>Lifetime</i>	RQ > 1	24	80
	RQ < 1	6	20

Berdasarkan tabel perhitungan nilai RQ didapatkan nilai RQ *realtime* untuk semua sampel yang dihitung yaitu ≤ 1 yang artinya tidak ada risiko kesehatan (paparan logam berat masih aman). Rata-rata tingkat risiko logam berat tertinggi ialah 0,0296 pada DAMIU B logam As. Nilai minimum RQ yaitu 0,0002 pada DAMIU B logam Se dan nilai maksimum yaitu 0,852 pada DAMIU A logam As. Dapat disimpulkan tingkat risiko logam tertinggi berada pada DAMIU B dengan logam As. Nilai RQ pada tabel menunjukkan bahwa tidak perlu adanya tindak lanjut dari pihak berwenang terkait konsentrasi logam berat pada DAMIU A dan B di Kecamatan Pauh, Kota Padang. Hal ini dikarenakan nilai dengan pola konsumsi saat ini, masyarakat Kecamatan Pauh yang mengkonsumsi AMIU dari kedua DAMIU tersebut dinyatakan tidak memiliki risiko terhadap logam berat yang terdapat pada AMIU.

RQ *lifetime* didapatkan nilai RQ rata-rata untuk sampel As DAMIU B tidak aman karena nilai RQ > 1. Terdapat sebanyak 24 orang yang berisiko apabila mengkonsumsi AMIU tersebut selama 73,69 tahun (harapan hidup Kota Padang tahun 2021). Tingkat risiko logam berat tertinggi ialah 1,452 pada DAMIU B logam As. Nilai minimum RQ yaitu 0,0176 pada DAMIU B logam Se dan nilai maksimum yaitu 1,452 pada DAMIU B logam As. Dapat disimpulkan tingkat risiko logam tertinggi berada pada DAMIU B dengan logam As. Nilai RQ *lifetime* pada tabel menunjukkan bahwa perlu adanya tindak lanjut dari pihak berwenang terkait konsentrasi logam berat pada DAMIU B di Kecamatan Pauh, Kota Padang.

Logam berat As dapat masuk ke dalam air, tanah, dan udara melalui aliran air dan angin. AMIU dapat terkontaminasi logam As karena cadangan mineral atau pembuangan kimia yang mengandung As tidak layak, dan penggunaan pestisida

yang mengandung As. As termasuk racun protoplastik hal ini dikarenakan As dapat mempengaruhi gugus sulfhidril sel, enzim sel dan mitosis, serta sebagai penyebab malfungsi pernapasan. Dalam hal biotransformasi AS, kandungan As anorganik akan dimetilasi oleh jamur, alga, bakteri, dan manusia untuk memberikan *monomethylarsonic acid* (MMA) dan *dimethyl arsenic acid* (DMA). Pada proses ini spesies As anorganik akan dikonversi menjadi arsenik termetilasi secara enzimik. Arsenik termetilasi adalah metabolit akhir yang memiliki fungsi sebagai biomarker paparan arsenik kronis (Irianti et al., 2017).

Toksisitas As terbagi dua yaitu toksisitas kronis dan akut. Toksisitas kronis fokus pada manifestasi kulit, sedangkan toksisitas akut akibat As dinamakan arsenikosis. Paparan As pada tubuh dengan konsentrasi berlebih dapat menyebabkan muntah, mual, detak jantung tidak normal, kerusakan pembuluh darah, pengurangan produksi sel darah merah dan sel darah putih, serta sensasi tertusuk pada tangan atau kaki. Apabila manusia terpapar logam As dalam kurun waktu yang lama dapat mengakibatkan masalah neurologis, penyakit paru-paru, hipertensi, penyakit jantung, luka kulit, penyakit pembuluh darah purifier, dan diabetes melitus (Irianti et al., 2017).

4.6.4.1 Konsentrasi Aman dan Jumlah Konsumsi Aman

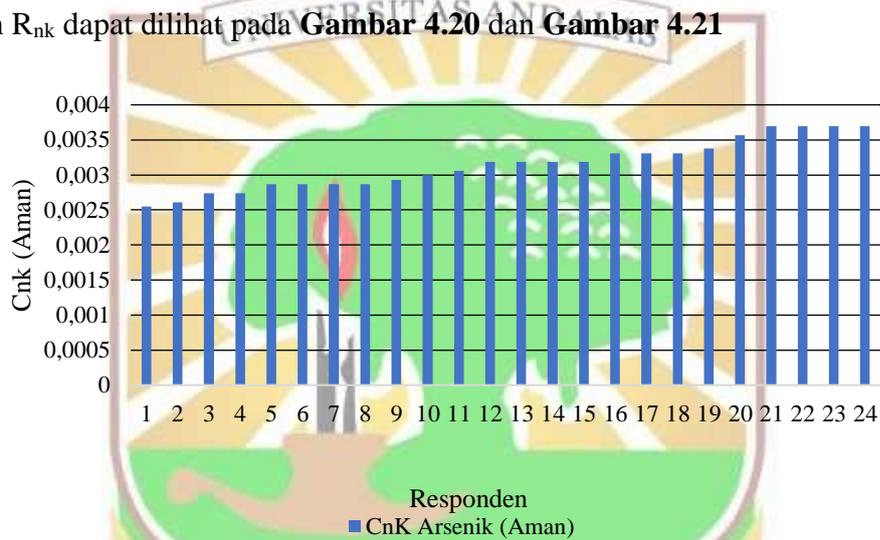
Nilai $RQ \leq 1$ menunjukkan bahwa logam berat tidak mempunyai risiko terhadap kesehatan masyarakat. Sedangkan nilai $RQ > 1$ menunjukkan bahwa logam berat mempunyai risiko terhadap kesehatan manusia. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan logam berat As pada DAMIU B berisiko terhadap kesehatan manusia dengan nilai RQ tertinggi yaitu 1,452. Penentuan batas aman atau batas terendah yang menyebabkan risiko menjadi tidak aman dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 2.3**. Sedangkan, penentuan jumlah konsumsi aman dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 2.4**. Perhitungannya dapat dilihat pada **Lampiran B.2**.

Rata-rata batas aman dan jumlah konsumsi aman DAMIU B dapat dilihat pada **Tabel 4.21**.

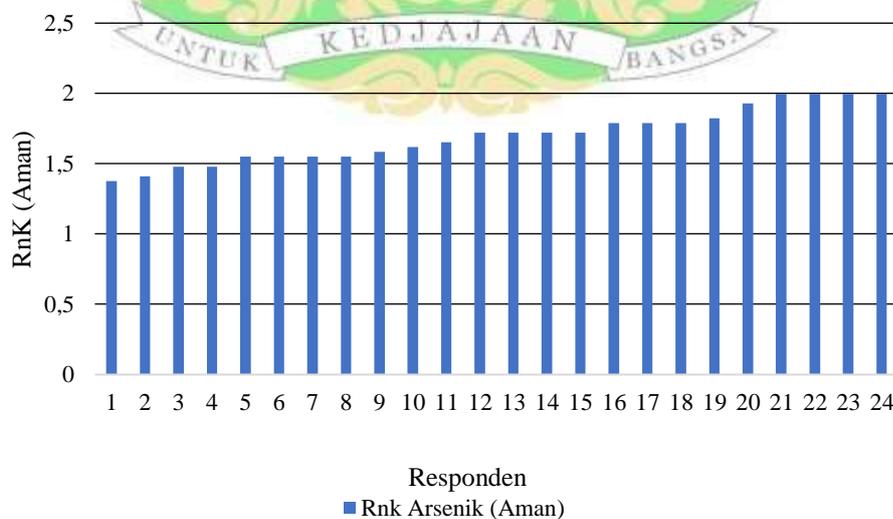
Tabel 4.21 Konsentrasi Aman dan Jumlah Konsumsi Aman

DAMIU	Logam Berat	Batas Aman (C_{nk}) (mg/L)			Jumlah Konsumsi Aman (R_{nk}) (L/h)		
		Rata-rata	Min	Max	Rata-rata	Min	Max
B	As	0,0032	0,0025	0,0037	1,6997	1,3769	1,9966

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa batas aman kandungan logam berat As tertinggi ialah 0,0037 mg/L, hal ini menunjukkan bahwa jika konsentrasi logam berat As pada AMIU melebihi dari 0,0037 mg/L maka akan berbahaya bagi tubuh manusia. Nilai R_{nk} dari logam berat menunjukkan seberapa banyak jumlah konsumsi aman AMIU yang diperbolehkan dengan konsentrasi logam tersebut, jumlah konsumsi aman air tertinggi untuk logam As ialah 1,9966 L/h. Grafik nilai C_{nk} dan R_{nk} dapat dilihat pada **Gambar 4.20** dan **Gambar 4.21**



Gambar 4.16 Nilai Cnk (Aman) Logam As



Gambar 4.17 Nilai Rnk (Aman) Logam As

4.6.5 Pengelolaan Risiko

Tahapan lanjutan apabila didapatkan nilai $RQ > 1$ ialah pengelolaan risiko. Tahapan ini berguna untuk meminimalkan risiko yang diterima masyarakat. Pengelolaan risiko dapat dilakukan oleh pihak-pihak berwenang sesuai dengan bidang keahlian masing-masing. Tujuannya ialah agar dalam keadaan tertentu masyarakat dan pihak yang menyampaikan risiko dapat mengelola permasalahan dengan baik (Soemirat, 2013). Hasil $RQ_{lifetime}$ pada penelitian ini diketahui memiliki risiko pada DAMIU B logam Arsen sehingga perlu adanya pengendalian agar risiko dapat diturunkan.

Proses meminimalkan risiko pada masyarakat yang mengkonsumsi AMIU pada DAMIU B dapat dilakukan dengan upaya lanjutan seperti menghitung batas konsumsi konsentrasi logam berat yang aman dan jumlah konsumsi air minum yang aman. Perhitungan batas konsentrasi aman dan jumlah konsumsi aman dapat dihitung dengan **Persamaan 2.3** dan **Persamaan 2.4** sesuai dengan pedoman ARKL yang dapat dilihat pada **Tabel 4.22** berikut ini:

Tabel 4.22 Rata-Rata Batas Aman dan Jumlah Konsumsi Aman DAMIU B

DAMIU	Logam Berat	Batas Aman (C_{nk}) (mg/L)			Jumlah Konsumsi Aman (R_{nk}) (L/h)		
		Rata-rata	Min	Max	Rata-rata	Min	Max
B	As	0,0032	0,0025	0,0048	1,7350	1,3769	2,5818

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa rata-rata konsumsi aman konsentrasi logam berat oleh masyarakat yang mengkonsumsi AMIU yang berasal dari DAMIU B ialah maksimal 0,0041 mg/L dengan jumlah konsumsi AMIU sebanyak 1,9966 L/h. Batas konsentrasi aman dan jumlah konsumsi aman masing-masing responden dapat dilihat pada **Lampiran B.2**. Hal ini menandakan bahwa masing-masing responden aman dari risiko hingga jumlah konsumsi aman dan batas konsentrasi aman. Selain melakukan pengelolaan risiko dengan menurunkan hingga batas aman, maka juga perlu diterapkan beberapa pendekatan seperti teknologi, sosial ekonomi, dan institusional. Berikut ini merupakan pendekatan yang dapat dilakukan:

Tabel 4.23 Alternatif Pendekatan Pengelolaan Risiko

Pendekatan	Alternatif Pendekatan
Teknologi	a. Melakukan penggantian filter secara berkala dan pencucian filter secara berkala sesuai dengan prosedur (Alfian et al., 2021). b. Melakukan sterilisasi alat pengolahan menggunakan sinar UV agar kontaminan pada peralatan dapat dihilangkan (Alfian et al., 2021).
Sosial-Ekonomi	a. Mengadakan sosialisasi rutin terkait kontaminan yang dapat menyebabkan kualitas AMIU menurun.
Institusional	a. Melakukan pengujian kualitas AMIU secara berkala oleh pemilik DAMIU ke Dinas Kesehatan Kota Padang, lalu mendapatkan sertifikat atau bukti bahwa kualitas AMIU tersebut sudah baik. b. Dinas Kesehatan selalu mengawasi terkait kualitas AMIU yang diperjualbelikan dan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi DAMIU (Alfian et al., 2021). c. Menyediakan kebijakan yang berkaitan dengan pengelolaan DAMIU d. Tindakan lanjut upaya penanggulangan/perbaikan dilakukan oleh pengelola DAMIU (Kepmenkes RI No. 907, 2002).

4.6.6 Komunikasi Risiko

Komunikasi risiko merupakan tahap akhir dari ARKL. Tahap ini bertujuan untuk menyampaikan solusi dan risiko yang dapat diterima masyarakat akibat agen risiko sehingga terbentuk sikap pengertian. Hal utama yang harus dilakukan ialah dengan menyampaikan efek yang ditimbulkan akibat pajanan logam berat pada AMIU, pada saat penyampaian dibutuhkan banyak sumber daya dan usaha yang keras. Penyampaian ini dilakukan oleh orang yang jujur, kompeten, dan terbuka kepada masyarakat. Komunikasi risiko harus disampaikan dengan jelas dan dipercaya oleh masyarakat. Komunikasi risiko yang dapat diterapkan kepada masyarakat sesuai permasalahan pada penelitian ini ialah:

Tabel 4. 24 Alternatif Pendekatan Komunikasi Risiko

Komunikasi Risiko	Alternatif Pendekatan
Pemilik DAMIU	a. Untuk mengusahakan melakukan pengujian secara berkala. b. Melakukan survei kepada masyarakat (survei kesehatan) sekitar terkait keluhan yang dirasakan setelah mengkonsumsi AMIU dalam waktu lama.
Masyarakat	a. Memilih DAMIU yang sudah terjamin kualitasnya melalui sertifikat atau bukti kualitas air memenuhi persyaratan yang ditempel di lokasi DAMIU tersebut.

Komunikasi Risiko	Alternatif Pendekatan
	b. Sosialisasi terkait efek yang dapat ditimbulkan akibat adanya logam berat dalam tubuh manusia yang mungkin masuk melalui AMIU.

Implementasi kegiatan komunikasi risiko diperlukan untuk monitoring kegiatan atau pendekatan yang bertujuan untuk mengurangi risiko kesehatan sehingga target kedepannya menjadi lebih baik dapat tercapai dan terus ditingkatkan.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan berikut ini:

1. Konsentrasi logam berat tertinggi pada air minum ialah logam Kadmium (Cd), Arsen (As), dan Selenium (Se) dengan nilai rata-rata 0,0024 mg/L; 0,0020 mg/L; dan 0,0049 mg/L untuk DAMIU A dan 0,0022 mg/L; 0,0037mg/L; 0,0014 mg/L untuk DAMIU B.
2. RQ *realtime* yang diperoleh untuk logam Cd, As, dan Se pada DAMIU A dan DAMIU B ≤ 1 yang artinya pajanan logam berat masih berada dalam batas aman dan tidak berisiko terhadap kesehatan masyarakat, RQ *lifetime* logam Cd dan Se pada DAMIU A dan DAMIU B juga ≤ 1 , sedangkan nilai RQ *lifetime* logam As pada DAMIU B didapatkan sebanyak 24 orang atau 80% responden berisiko (RQ>1) apabila mengkonsumsi AMIU tersebut selama durasi pajanan *lifetime* dan 20% responden tidak berisiko (RQ<1), sehingga perlu dilanjutkan pada tahap pengelolaan risiko dan komunikasi risiko.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian untuk selanjutnya ialah:

1. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan terkait bagaimana respon tubuh masing-masing responden dengan nilai RQ > 1 dan catatan riwayat penyakit masing-masing responden;
2. Perlu dilakukannya penelitian lanjutan mengenai faktor yang paling berpengaruh yang dapat menimbulkan adanya gejala-gejala yang dirasakan responden karena logam berat bukan satu-satunya faktor yang dapat menimbulkan gejala-gejala tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ab Razak, N. H., Praveena, S. M., Aris, A. Z., & Hashim, Z. (2015). Drinking Water Studies: a Review On Heavy Metal, Application of Biomarker and Health Risk Assessment (a Special Focus in Malaysia). *Journal of Epidemiology and Global Health*, 5(4), 297–310.
- Achmadi. (2001). *Peranan Air Dalam Peningkatan Derajat Kesehatan Masyarakat*. 1–7.
- Adhani, R., & Husaini. (2017). Logam Berat Sekitar Manusia. In *Syria Studies* (Vol. 7, Issue 1).
- Alfian, A. R., Firdani, F., Sari, P. N., & Dinata, R. T. (2021). *Mengenal Air Minum Isi Ulang* (Issue November).
- Alwi, J., Yasnani, & Aimurafiq. (2016). *Selenium In Human Health And Disease*. 1–15.
- Amelia, F., & Rahmi. (2017). *Analisa Logam Berat Pada Air Minum Dalam Kemasan (Amdk) Yang Diproduksi Di Kota Batam*. 6(3), 434–441.
- Amisa, R., & Mubarak, A. (2021). Jurnal Manajemen Dan Ilmu Administrasi Publik (Jmiap). *Manajemen Dan Ilmu Administrasi Publik (Jmiap)*, 3(1), 172–179.
- Bali, S. (2012). Kandungan Logam Berat (Timbal , Kadmium), Amoniak, Nitrit Dalam Air Minum Isi Ulang Di Pekanbaru. *Health Care*, 2(1), 1–5.
- Bimantoro, S. (2018). *Analisis Risiko Logam Berat Pb, Hg, Dan As Pada Daging Ikan Nila (Oreochromis Niloticus) Terhadap Kesehatan Masyarakat Di Danau Maninjau Provinsi Sumatera Barat*.
- Bps. (2020). Sebagian Besar Masyarakat Indonesia Minum Air Isi Ulang Pada 2020. *Katadata.Co.Id*, 1.
- Dinkes Padang. (2020). *Profil Kesehatan Tahun 2020*.
- Dirjen P2PL. (2012). *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Arkl)*.
- Fairweather, S. J. (2018). Selenium In Human Health And Disease. In *Molecular And Integrative Toxicology* (Pp. 3–26).
- Faisal. (2012). *Gambaran Kondisi Higiene Dan Sanitasi Depot Terhadap Kualitas Fisik Air Pada Depot Air Minum Di Kecamatan Manggala Kota Makassar Tahun 2012*.
- Harsojo, & Darsono. (2014). *Studi Kandungan Logam Berat Dan Mikroba Pada Air Minum Isi Ulang*. 8, 53–60.
- Hasan, R. A. (2018). *Analisis Kandungan Logam Berat Arsen (As), Kadmium (Cd), Kromium (Cr) Dan Selenium (Se) Pada Depot Air Minum Isi Ulang (Damiu) Di Kecamatan Kuranji Kota Padang*. Universitas Andalas.
- Indra, A., & Sutanto, A. (2016). *Prototipe Alat Pencuci Cartridge Filter Usaha Air Minum Isi Ulang*. 6(1), 11–18.

- Irianti, T. T., Kuswandi, Nuranto, S., & Budiyantri, A. (2017). Logam Berat Dan Kesehatan. In *Grafika Indah Isbn: 979820492-1* (Issue January 2017).
- Ismayanti, N. A., Kesumaningrum, F., & Muhaimin. (2019). 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 Journal Of Chemical Analysis)*, 2(01), 41–46.
- Jamshaid, M., Khan, A. A., Ahmed, K., & Saleem, M. (2018). Heavy Metal In Drinking Water Its Effect On Human Health And Its Treatment Techniques – A Review. *International Journal Of Biosciences (Ijb)*, 12(4), 223–240.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum (2002).
- Kusmana, F. (2017). Selenium : Peranannya Dalam Berbagai Penyakit Dan Alergi. *Cdk-251*, 44(4), 289–294.
- Ma'arif, M. N., Selintung, M., & Bakri, B. (2017). *Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang Di Kota Makassar*.
- Margareta, S. N. (2019). *Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Cu, Cd, Dan Hg) Pada Air Minum Isi Ulang Di Kota Malang Berbasis Spektroskopi Serapan Atom Menggunakan Metode Pca*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Keputusan Menteri Perindustrian Dan Perdagangan Republik Indonesia Tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum Dan Perdagangannya, (2004).
- Mursidi, A. (2015). *Analisis Risiko Kandungan Logam Kromium Heksavalen (Cr6+) Dan Arsen (As) Dalam Air Minum*. 195–204.
- Nuraini, Iqbal, & Sabhan. (2015). Analisis Logam Berat Dalam Air Minum Isi Ulang (Amiu) Dengan Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (Ssa). *Gravitasi*, 14(1), 36–43.
- Nurfadillah, A. R., & Maksun, T. S. (2021). Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Merkuri Pada Ikan Kakap Merah Terhadap Gangguan Fungsi Kognitif. *Jambura Journal*, 3(2), 181–194.
- Nuria, M. C., Rosyid, A., & Sumantri. (2009). Uji Kandungan Bakteri Escherichia Coli Pada Air Minum Isi Ulang Dari Depot Air Minum Isi Ulang Di Kabupaten Rembang. *Jurnal -Pertanian*, 5(1), 27–35.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tentang Higiene Sanitasi Depot Air Minnum (2014).
- Pulungan, A. F., & Wahyuni, S. (2021). Analisis Kandungan Logam Kadmium (Cd) Dalam Air Minum Isi Ulang (Amiu) Di Kota Lhokseumawe, Aceh. *Averrous: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan Malikussaleh*, 7(1), 75.
- Putra, A. Y., & Mairizki, F. (2019). Analisis Warna, Derajat Keasaman Dan Kadar Logam Besi Air Tanah Kecamatan Kubu Babussalam, Rokan Hilir, Riau. *Jurnal Katalisator*, 4(1), 9.
- Rusidah, Y., & Farikhah, L. (2021). Analisa Organoleptik Dan Mikrobiologi Amdk

Dan Amiu Yang Dijual Sekitar Kampus Umku. *Jurnal Read (Research Of Empowerment And Development)*, 2(1), 7–14.

Sa'idi, M. M. (2020). Analisis Parameter Kualitas Air Minum (Ph, Orp, Tds, Do , Dan Kadar Garam) Pada Produk Air Minum Dalam Kemasan (Amdk). In *Skripsi*.

Wandrivel, R., Suharti, N., & Lestari, Y. (2012). Kualitas Air Minum Yang Diproduksi Depot Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Bungus Padang Berdasarkan Persyaratan Mikrobiologi. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 1(3), 129–133.

Who. (2011). Water Quality For Drinking: Who Guidelines. In *Malta By Gutenberg*.



LAMPIRAN

LAMPIRAN A
(Peraturan)



**MENTERI KESEHATAN
REPUBLIC INDONESIA**

PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010

TENTANG

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang :
- a. bahwa agar air minum yang di konsumsi masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu ditetapkan persyaratan kesehatan kualitas air minum;
 - b. bahwa Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Air Minum dipandang tidak memadai lagi dalam rangka pelaksanaan pengawasan air minum yang memenuhi persyaratan kesehatan;
 - c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Persyaratan Kualitas Air Minum dengan Peraturan Menteri Kesehatan;
- Mengingat :
1. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1984 Nomor 20, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3273);
 2. Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3821);
 3. Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004, Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4377);
 4. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437), sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang perubahan kedua atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b.Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a.Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3)Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b.Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

II. PARAMETER TAMBAHAN

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	KIMIAWI		
a.	Bahan Anorganik		
	Air Raksa	mg/l	0,001
	Antimon	mg/l	0,02
	Barium	mg/l	0,7
	Boron	mg/l	0,5
	Molybdenum	mg/l	0,07
	Nikel	mg/l	0,07
	Sodium	mg/l	200
	Timbal	mg/l	0,01
	Uranium	mg/l	0,015
b.	Bahan Organik		
	Zat Organik (KMnO ₄)	mg/l	10
	Deterjen	mg/l	0,05
	Chlorinated alkanes		
	Carbon tetrachloride	mg/l	0,004
	Dichloromethane	mg/l	0,02
	1,2-Dichloroethane	mg/l	0,05
	Chlorinated ethenes		
	1,2-Dichloroethene	mg/l	0,05
	Trichloroethene	mg/l	0,02
	Tetrachloroethene	mg/l	0,04
	Aromatic hydrocarbons		
	Benzene	mg/l	0,01
	Toluene	mg/l	0,7
	Xylenes	mg/l	0,5
	Ethylbenzene	mg/l	0,3
	Styrene	mg/l	0,02
	Chlorinated benzenes		
	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	mg/l	1
	1,4-Dichlorobenzene (1,4-DCB)	mg/l	0,3
	Lain-lain		
	Di(2-ethylhexyl)phthalate	mg/l	0,008
	Acrylamide	mg/l	0,0005
	Epichlorohydrin	mg/l	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/l	0,0006



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitrilotriacetic acid (NTA)	mg/l	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/l	0,02
	Aldicarb	mg/l	0,01
	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,00003
	Atrazine	mg/l	0,002
	Carbofuran	mg/l	0,007
	Chlordane	mg/l	0,0002
	Chlorotoluron	mg/l	0,03
	DDT	mg/l	0,001
	1,2- Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	mg/l	0,001
	2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	mg/l	0,03
	1,2-Dichloropropane	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	MCPA	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metolachlor	mg/l	0,01
	Molinate	mg/l	0,006
	Pendimethalin	mg/l	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/l	0,009
	Permethrin	mg/l	0,3
	Simazine	mg/l	0,002
	Trifluralin	mg/l	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA		
	2,4-DB	mg/l	0,090
	Dichlorprop	mg/l	0,10
	Fenoprop	mg/l	0,009
	Mecoprop	mg/l	0,001
	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5
	Hasil sampingan		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6 -Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Chlorinated acetic acids		
	Dichloroacetic acid	mg/l	0,05
	Trichloroacetic acid	mg/l	0,02
	Chloral hydrate		
	Halogenated acetonitrilies		
	Dichloroacetonitrile	mg/l	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/l	0,07
	Cyanogen chloride (sebagai CN)	mg/l	0,07
2.	RADIOAKTIFITAS		
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1
	Gross beta activity	Bq/l	1

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 43 TAHUN 2014

TENTANG

HIGIENE SANITASI DEPOT AIR MINUM

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang : a. bahwa masyarakat perlu dilindungi dari risiko penyakit bawaan air akibat mengkonsumsi air minum yang berasal dari depot air minum yang tidak memenuhi standar baku mutu dan persyaratan hygiene sanitasi;

b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, perlu menetapkan Peraturan Menteri Kesehatan tentang Higiene Sanitasi Depot Air Minum;

Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1984 Nomor 20, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3273);

2. Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3821);

3. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437) sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);

4. Undang-Undang ...

INSPEKSI SANITASI DEPOT AIR MINUM (DAM)

1. Nama DAM
2. Nama Pemilik/Penanggujawab
3. Alamat DAM
4. Tanggal/Bulan/Tahun mulai beroperasi
5. Lokasi/tempat sumber air baku
6. Jarak dari sumber air bakuKm
7. Luas bangunanm ²

Objek	Tanda (✓)	Nilai	U R A I A N
I. Tempat			
1		2	Lokasi bebas dari pencemaran dan penularan penyakit
2		2	Bangunan kuat, aman, mudah dibersihkan dan mudah pemeliharaannya
3		2	Lantai kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, dan mudah dibersihkan, serta kemiringan cukup landai
4		2	Dinding kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, dan mudah dibersihkan, serta warna yang terang dan cerah
5		2	Atap dan langit-langit harus kuat, anti tikus, mudah dibersihkan, tidak menyerap debu, permukaan rata, dan berwarna terang, serta mempunyai ketinggian cukup
6		2	Tata ruang terdiri atas ruang proses pengolahan, penyimpanan, pembagian/penyediaan, dan ruang tunggu pengunjung/konsumen
7		2	Pencahayaan cukup terang untuk bekerja, tidak menyilaukan dan tersebar secara merata
8		2	Ventilasi menjamin peredaran/pertukaran udara dengan baik
9		2	Kelembaban udara dapat memberikan mendukung kenyamanan dalam melakukan pekerjaan/aktivitas
10		2	Memiliki akses kamar mandi dan jamban
11		2	Terdapat saluran pembuangan air limbah yang alirannya lancar dan tertutup

Objek	Tanda (✓)	Nilai	U R A I A N
12		2	Terdapat tempat sampah yang tertutup
13		2	Terdapat tempat cuci tangan yang dilengkapi air mengalir dan sabun
14		2	Bebas dari tikus, lalat dan kecoa
II. Peralatan			
15		3	Peralatan yang digunakan terbuat dari bahan tara pangan
16		3	Mikrofilter dan peralatan desinfeksi masih dalam masa pakai/tidak kadaluarsa
17		2	Tandon air baku harus tertutup dan terlindung
18		2	Wadah/botol galon sebelum pengisian dilakukan pembersihan
19		2	Wadah/galon yang telah diisi air minum harus langsung diberikan kepada konsumen dan tidak boleh disimpan pada DAM lebih dari 1x24 jam
20		3	Melakukan sistem pencucian terbalik (<i>back washing</i>) secara berkala mengganti tabung macro filter.
21		3	Terdapat lebih dari satu mikro filter (μ) dengan ukuran berjenjang
22		5	Terdapat peralatan sterilisasi, berupa ultra violet dan atau ozonisasi dan atau peralatan disinfeksi lainnya yang berfungsi dan digunakan secara benar
23		2	Ada fasilitas pencucian dan pembilasan botol (galon)
24		2	Ada fasilitas pengisian botol (galon) dalam ruangan tertutup
25		2	Tersedia tutup botol baru yang bersih
III. Penjamah			
26		3	Sehat dan bebas dari penyakit menular
27		3	Tidak menjadi pembawa kuman penyakit
28		2	Berperilaku higiene dan sanitasi setiap melayani konsumen
29		2	Selalui mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir setiap melayani konsumen
30		2	Menggunakan pakaian kerja yang bersih dan rapi
31		3	Melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala minimal 1 (satu) kali dalam setahun
32		3	Operator/penanggung jawab/pemilik memiliki sertifikat telah mengikuti kursus higiene sanitasi depot air minum
IV. Air Baku dan Air Minum			
33		5	Bahan baku memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi dan kimia standar
34		2	Pengangkutan air baku memiliki surat jaminan pasok air baku

Objek	Tanda (✓)	Nilai	U R A I A N
35		3	Kendaraan tangki air terbuat dari bahan yang tidak dapat melepaskan zat-zat beracun ke dalam air/harus tara pangan
36		2	Ada bukti tertulis/sertifikat sumber air
37		3	Pengangkutan air baku paling lama 12 jam sampai ke depot air minum dan selama perjalanan dilakukan desinfeksi
38		10	Kualitas Air minum yang dihasilkan memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi dan kimia standar yang sesuai standar baku mutu atau persyaratan kualitas air minum
		100	

Petunjuk Pengisian :

- I. CARA PENGISIAN : Obyek yang memenuhi syarat diberikan tanda (✓) pada kolom "Tanda" yang tersedia.
Untuk obyek yang tidak memenuhi persyaratan, kolom tersebut dikosongkan.
- II. CARA PENILAIAN : Penilaian adalah merupakan jumlah obyek yang memenuhi syarat yaitu dengan cara menjumlahkan nilai yang bertanda (✓).
 1. Jika nilai pemeriksaan mencapai 70 atau lebih, maka dinyatakan memenuhi persyaratan kelaikan fisik.
 2. Jika nilai pemeriksaan di bawah 70 maka dinyatakan belum memenuhi persyaratan kelaikan fisik, dan kepada pengusaha diminta segera memperbaiki obyek yang bermasalah.
 3. Jika nilai telah mencapai 70 atau lebih, tetapi pada objek nomor 38 tidak memenuhi syarat, berarti DAM yang bersangkutan tidak memenuhi syarat kesehatan.

III. URAIAN DETAIL TIAP OBYEK PENGAWASAN

1. Lokasi berada di daerah yang bebas pencemaran lingkungan misalnya dekat dengan tempat pembuangan sampah sementara
2. Bangunan terbuat dari bahan yang kuat, aman, mudah dibersihkan dan mudah pemeliharaannya seperti terbuat dari batu bata/batako yang diplester
3. Lantai kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, dan mudah dibersihkan, serta kemiringan cukup landai untuk memudahkan pembersihan dan tidak terjadi genangan air
4. Dinding kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, dan mudah dibersihkan, serta warna yang terang dan cerah agar tidak menjadi sumber kontaminasi
5. Atap dan langit-langit harus kuat, anti tikus, mudah dibersihkan, tidak menyerap debu, permukaan rata, dan berwarna terang, serta mempunyai ketinggian yang cukup memungkinkan adanya pertukaran udara yang cukup dan lebih tinggi dari ukuran tandon air



PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 32 TAHUN 2017

TENTANG

STANDAR BAKU MUTU KESEHATAN LINGKUNGAN DAN PERSYARATAN
KESEHATAN AIR UNTUK KEPERLUAN HIGIENE SANITASI, KOLAM RENANG,
SOLUS PER AQUA, DAN PEMANDIAN UMUM

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 26 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, perlu menetapkan Peraturan Menteri Kesehatan tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum;

Mengingat : 1. Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 184, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5570);
2. Peraturan Presiden Nomor 35 Tahun 2015 tentang Kementerian Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 59);

Tabel 2. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100ml	50
2.	E. coli	CFU/100ml	0

Tabel 3 berisi daftar parameter kimia yang harus diperiksa untuk keperluan higiene sanitasi yang meliputi 10 parameter wajib dan 10 parameter tambahan. Parameter tambahan ditetapkan oleh pemerintah daerah kabupaten/kota dan otoritas pelabuhan/bandar udara.

Tabel 3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib			
1.	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Deterjen	mg/l	0,05
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05

**KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 907/MENKES/SK/VII/2002**

TENTANG

SYARAT-SYARAT DAN PENGAWASAN KUALITAS AIR MINUM

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang :
- a. bahwa dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, perlu dilaksanakan berbagai upaya kesehatan termasuk pengawasan kualitas air minum yang di konsumsi oleh masyarakat;
 - b. bahwa agar air minum yang di konsumsi masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu menetapkan persyaratan kesehatan kualitas air minum ;
 - c. bahwa sehubungan dengan huruf a dan b tersebut diatas, perlu ditetapkan Keputusan Menteri Kesehatan tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum;
- Mengingat :
1. Undang–Undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular (Lembaran Negara Tahun 1984 Nomor 20, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3273);
 2. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 23, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3469);
 3. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 100, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3495);
 4. Undang Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3821);
 5. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3839);
 6. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 1982 Tentang Tata Pengaturan Air (Lembaran Negara Tahun 1982 Nomor 37, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3225);

Lampiran II
KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN RI
Nomor : 907/MENKES/SK/VII/2002
Tanggal : 29 Juli 2002

TATA CARA PELAKSANAAN PENGAWASAN KUALITAS AIR MINUM

Dalam rangka memenuhi persyaratan kualitas air minum sebagaimana tercantum pada Pasal 2 Keputusan ini, maka perlu dilaksanakan kegiatan pengawasan kualitas air minum yang diselenggarakan secara terus menerus dan berkesinambungan agar air yang digunakan oleh penduduk dari penyediaan air minum yang ada, terjamin kualitasnya, sesuai dengan persyaratan kualitas air minum yang tercantum dalam Keputusan ini.

Pengawasan kualitas air minum dalam hal ini meliputi :

1. Air minum yang diproduksi oleh suatu perusahaan, baik pemerintah maupun swasta yang didistribusikan ke masyarakat dengan sistem perpipaan
2. Air minum yang diproduksi oleh suatu perusahaan, baik pemerintah maupun swasta, didistribusikan kepada masyarakat dengan kemasan dan atau kemasan isi ulang.

Kegiatan pengawasan ini dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota, yang meliputi:

- 1) Pengamatan lapangan atau inspeksi sanitasi:
Pada air minum perpipaan maupun air minum kemasan, dilakukan pada seluruh unit pengolahan air minum, mulai dari sumber air baku, instalasi pengolahan, proses pengemasan bagi air minum kemasan, dan jaringan distribusi sampai dengan sambungan rumah bagi air minumn perpipaan.
- 2) Pengambilan sampel:
Jumlah, frekuensi, dan titik sampel air minum harus dilaksanakan sesuai kebutuhan, dengan ketentuan minimal sebagai berikut:
 - a) Untuk Penyediaan Air Minum Perpipaan:
 - (1) Pemeriksaan kualitas bakteriogi:
Jumlah minimal sampel air minum perpipaan pada jaringan distribusi adalah :

Penduduk yang dilayani	Jumlah minimal sampel per bulan
< 5000 jiwa	1 sampel
5000 s/d 10 000 jiwa	1 sampel per 5000 jiwa
> 100 000 jiwa	1 sampel per 10 000 jiwa, ditambah 10 sampel tambahan

(2) Pemeriksaan kualitas kimiawi:

Jumlah sampel air minum perpipaan pada jaringan distribusi minimal 10% dari jumlah sampel untuk pemeriksaan bakteriologi.

(3) Titik pengambilan sampel air:

Harus dipilih sedemikian rupa sehingga mewakili secara keseluruhan dari sistem penyediaan air minum tersebut, termasuk sampel air baku.

b) Untuk Penyediaan Air Minum Kemasan dan atau Kemasan isi ulang.

Jumlah dan frekuensi sampel air minum harus dilaksanakan sesuai kebutuhan, dengan ketentuan minimal sebagai berikut:

(1) Pemeriksaan kualitas Bakteriologi:

Jumlah minimal sampel air minum pada penyediaan air minum kemasan dan atau kemasan isi ulang adalah sebagai berikut:

- Air baku diperiksa minimal satu sampel tiga bulan satu kali.
- Air yang siap dimasukkan kedalam kemasan minimal satu sample sebulan sekali.
- Air dalam kemasan minimal dua sampel satu bulan satu kali.

(2) Pemeriksaan Kualitas Kimiawi:

Jumlah minimal sampel air minum adalah sebagai berikut:

- Air baku diperiksa minimal satu sampel tiga bulan sekali
- Air yang siap dimasukkan kedalam kemasan minimal satu sample sebulan sekali.
- Air dalam kemasan minimal satu sampel satu bulan sekali.

(3) Pemeriksaan kualitas air minum

Dilakukan di lapangan, dan di Laboratorium Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota, atau laboratorium lainnya yang ditunjuk.

(4) Hasil pemeriksaan laboratorium harus disampaikan kepada pemakai jasa, selambat-lambatnya 7 hari untuk pemeriksaan mikrobiologik dan 10 hari untuk pemeriksaan kualitas kimiawi.

- (5) Pengambilan dan pemeriksaan sampel air minum dapat dilakukan sewaktu-waktu bila diperlukan karena adanya dugaan terjadinya pencemaran air minum yang menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan atau kejadian luar biasa pada para konsumen.
- (6) Parameter kualitas air yang diperiksa:
Dalam rangka pengawasan kualitas air minum secara rutin yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota, maka parameter kualitas air minimal yang harus diperiksa di Laboratorium adalah sebagai berikut:
- Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan:
 - a) Parameter Mikrobiologi:
 - (1) E. Koli
 - (2) Total Koliform
 - b) Kimia an-organik:
 - (1) Arsen
 - (2) Fluorida
 - (3) Kromium-val.6
 - (4) Kadmium
 - (5) Nitrit, sbg-N
 - (6) Nitrat, sbg-N
 - (7) Sianida
 - (8) Selenium
 - Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan:
 - a) Parameter Fisik:
 - (1) Bau
 - (2) Warna
 - (3) Jumlah zat padat terlarut (TDS)
 - (4) Kekeruhan
 - (5) Rasa
 - (6) Suhu
 - b) Parameter Kimiawi:
 - (1) Aluminium
 - (2) Besi
 - (3) Kesadahan
 - (4) Khlorida
 - (5) Mangan
 - (6) pH
 - (7) Seng
 - (8) Sulfat
 - (9) Tembaga
 - (10) Sisa Khlor
 - (11) Amonia

- (7) Parameter kualitas air minum lainnya selain dari parameter yang tersebut pada Lampiran II ini, dapat dilakukan pemeriksaan bila diperlukan, terutama karena adanya indikasi pencemaran oleh bahan tersebut.
- (8) Pada awal beroperasinya suatu sistem penyediaan air minum, jumlah parameter yang diperiksa, minimal seperti yang tercantum pada lampiran II point 6 keputusan ini, untuk pemeriksaan selanjutnya dilakukan sesuai dengan ketentuan pengambilan sample pada angka 2 butir a dan b Keputusan ini.
- (9) Bila parameter yang tercantum dalam Lampiran II ini tidak dapat diperiksa di laboratorium Kabupaten/Kota, maka pemeriksaannya dapat dirujuk ke laboratorium Propinsi atau laboratorium yang ditunjuk sebagai laboratorium rujukan.
- (10) Bahan kimia yang diperbolehkan digunakan untuk pengolahan air, termasuk bahan kimia tambahan lainnya hanya boleh digunakan setelah mendapatkan rekomendasi dari Dinas Kesehatan setempat.
- (11) Hasil pengawasan kualitas air wajib dilaporkan secara berkala oleh Kepala Dinas Kesehatan setempat kepada Pemerintah Kabupaten/Kota setempat secara rutin, minimal setiap 3 (tiga) bulan sekali, dan apabila terjadi kejadian luar biasa karena terjadinya penurunan kualitas air minum dari penyediaan air minum tersebut, maka pelaporannya wajib langsung dilakukan, dengan tembusan kepada Dinas Kesehatan Propinsi dan Direktur Jenderal.

MENTERI KESEHATAN RI,

Dr. ACHMAD SUJUDI

Lampiran III
KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN RI
Nomor : 907/MENKES/SK/VII/2002
Tanggal : 29 Juli 2002

PELAKSANAAN PENGAWASAN INTERNAL KUALITAS AIR
OLEH PENGELOLA AIR MINUM

Untuk menjamin kualitas air minum yang diproduksi memenuhi persyaratan, Pengelola Air Minum dengan system perpipaan wajib mengadakan pengawasan internal terhadap kualitas air yang diproduksinya, sesuai dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Untuk Produksi Air Minum sebesar $< 200.000 \text{ m}^3/\text{Tahun}/\text{Unit}$ Produksi:
 - ? Pada setiap reservoir (tendon air) dilakukan pemeriksaan parameter:
 - Sisa khlor dilakukan minimal satu kali sehari
 - Ph, dilakukan minimal satu kali per minggu
 - Daya hantar listrik (DHL), Alkalinitas, kesadahan total, Co_2 Agresif, dan suhu dilakukan minimal satu kali per minggu.
 - Besi dan Mangan, dilakukan minimal satu kali per bulan bila menjadi masalah.
 - ? Pada jaringan pipa distribusi dilakukan pemeriksaan parameter:
 - Sisa khlor, minimal satu kali sehari, pada outlet reservoir dan konsumen terjauh
 - Ph, minimal satu kali per minggu
 - Daya hantar listrik (DHL), minimal satu kali perbulan.
 - Kekeruhan, minimal satu kali per minggu.
 - Total Coliforms/E, minimal satu bulan sekali pada outlet reservoir dan konsumen terjauh
2. Untuk Produksi Air Minum sebesar $> 200.000 \text{ m}^3/\text{Tahun}/\text{Unit}$ Produksi:
 - ? Pada setiap reservoir (tendon air)/stasiun Khlorinasi ⁽¹⁾ ⁽³⁾ dilakukan pemeriksaan parameter:
 - Sisa khlor dilakukan minimal satu kali sehari
 - Ph, Daya hantar listrik (DHL), Alkalinitas, kesadahan total, Co_2 Agresif, dan suhu dilakukan minimal satu kali per minggu.

- Besi dan Mangan, dilakukan minimal satu kali sebulan, bila menjadi masalah.
- ? Pada jaringan pipa distribusi dilakukan pemeriksaan parameter:
 - Sisa khlor/ORP ⁽²⁾, pada outlet reservoir sampai dengan konsumen terjauh, dilakukan pemeriksaan sebanyak satu sample per 15.000 m³ produksi air minum.
 - Total Coliforms/E Coli, dilakukan pemeriksaan sebanyak satu sample per 15.000 m³ produksi air minum.
 - Ph, Daya hantar listrik (DHL),Kekeruhan, dilakukan pemeriksaan sebanyak satu sample per 15.000 m³ produksi air minum.

3. Kualitas Air Baku:

Pemeriksaan kualitas air baku air minum dilakukan minimal dua kali pertahun, meliputi parameter:

- Total Coliforms/E.Coli
- PH DO, Bahan Organik (KMn O₄), Alkalinitas. Kesadahan Total, CO₂ agresif, Suhu, DHL.
- Besi dan Mangan, dilakukan bila menjadi masalah

Keterangan:

- (1) Untuk memastikan efisiensi proses khlorinasi sebelum didistribusikan.
- (2) Untuk pemeriksaan rutin sisa Chlor dapat digantikan sebagian dengan pengukuran ORP, hanya jika telah terbukti terdapat hubungan antara Sisa Chlor dan ORP dan secara rutin telah dikalibrasi, menurut sumber airnya.
- (3) Berlaku jika khlor dipakai sebagai desinfektan, jika tidak sampel khlor bebas diganti menjadi tambahan Fecal/Total coli.

Langkah-langkah menjamin kualitas air minum oleh pengelola penyediaan air minum melalui sistem perpipaan, diantaranya

- a) Memperbaiki dan menjaga kualitas air sesuai petunjuk yang diberikan Dinas Kesehatan berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan.
- b) Melakukan pemeliharaan jaringan perpipaan dari kebocoran dan melakukan usaha-usaha untuk mengatasi korosifitas air di dalam jaringan perpipaan secara rutin.
- c) Membantu petugas Dinas Kesehatan setempat dalam pelaksanaan pengawasan kualitas air dengan memberi kemudahan petugas memasuki tempat-tempat dimana tugas pengawasan kualitas air dilaksanakan.

- d) Mencatat hasil pemeriksaan setiap sampel air, meliputi tempat pengambilan sampel (permukiman, jalan, nomor rumah, titik sampling), waktu pengambilan, hasil analisa pemeriksaan laboratorium termasuk metode yang dipakai, dan penyimpangan parameter.
- e) Mengirimkan duplikat pencatatan kepada Dinas Kesehatan setempat. Dokumen ini harus disimpan arsipnya untuk masa selama minimal 5 tahun.

MENTERI KESEHATAN RI,

Dr. ACHMAD SUJUDI

PEDOMAN ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL)



DIREKTORAT JENDERAL PP DAN PL
KEMENTERIAN KESEHATAN
TAHUN 2012

Dosis Referensi (RfD), Konsentrasi Referensi (RfC), dan Slope Factor (SF)

Uraian tentang dosis referensi (*RfD*), konsentrasi referensi (*RfC*), dan slope factor (*SF*) adalah sebagai berikut :

- Dosis referensi dan konsentrasi yang selanjutnya disebut ***RfD*** dan ***RfC*** adalah nilai yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman pada efek non karsinogenik suatu agen risiko, sedangkan ***SF*** (*slope factor*) adalah referensi untuk nilai yang aman pada efek karsinogenik.
- Nilai *RfD*, *RfC*, dan *SF* merupakan hasil penelitian (*experimental study*) dari berbagai sumber baik yang dilakukan langsung pada obyek manusia maupun merupakan ekstrapolasi dari hewan percobaan ke manusia.
- Untuk mengetahui *RfC*, *RfD*, dan *SF* suatu agen risiko dapat dilihat pada *Integrated Risk Information System (IRIS)* yang bisa diakses di situs www.epa.gov/iris.
- Jika tidak ada ***RfD***, ***RfC***, dan ***SF*** maka nilai dapat diturunkan dari dosis eksperimental yang lain seperti **NOAEL** (*No Observed Adverse Effect Level*), **LOAEL** (*Lowest Observed Adverse Effect Level*), **MRL** (*Minimum Risk Level*), baku mutu udara ambien pada **NAAQS** (*National Ambient Air Quality Standard*) dengan catatan dosis eksperimental tersebut mencantumkan faktor antropometri yang jelas (W_b , t_E , f_E , dan D_i).

Satuan dosis referensi (*RfD*) dinyatakan sebagai milligram (mg) zat per kilogram (Kg) berat badan per hari, disingkat **mg/kg/hari**. Dalam literatur terkadang ditulis mg/kgxhari, mg/kg•hari, dan mg/kg-hari. Satuan konsentrasi referensi (*RfC*) dinyatakan sebagai milligram (mg) zat per meter kubik (M³) udara, disingkat mg/M³. Konsentrasi referensi ini dinormalisasikan menjadi satuan mg/kg/hari dengan cara memasukkan laju inhalasi dan berat badan yang bersangkutan.

Untuk memudahkan dalam analisis dosis – respon, pada tabel 6 dan 7 disajikan contoh *RfD*, *RfC*, dan *SF*.

Tabel 6. Contoh *RfD*, dan *SF* beberapa agen risiko atau spesi kimia jalur ingesti

No (<i>RfD</i> , <i>SF</i>)	Agent	Dosis Respon	Efek Kristis dan Referensi
1	As (Arsen)	3E-4 mg/kg/day 1,5E+0 (mg/kg/day) ⁻¹	Hiperpigmentasi, keratosis dan kemungkinan komplikasi vaskular pajanan oral (Tseng, 1977; Tseng et al., 1968)
2	Ba (Barium)	2E-1 mg/kg/day	Nefropati dalam 2 tahun pemberian air minum kepada mencit (NTP 1994)
3	B (Boron)	2E-1 mg/kg/day	Penurunan berat janin pada pajanan asam borat gestasi diet mencit (Price et al, 1996; Heindel et al, 1992)
4	Cd (Kadmium)	5E-4 mg/kg/day	Proteinuria pajanan kronik manusia (USEPA, 1985)
5	Cl ₂ (Klorin) bebas	1E-1 mg/kg/day	Pajanan kronik air minum tikus (NTP, 1992)
6	Cr ⁶⁺ (Kromium Heksavalen)	3E-3 mg/kg/day	Uji hayati air minum 1 tahun dengan tikus (McKenzie et al, 1958) dan pajanan air minum penduduk Jinzhou (Zhang and Li, 1987)
7	CN ⁻ (Sianida)	2E-2 mg/kg/day	Kehilangan berat, efek tiroid dan degradasi myelin dalam uji hayati subkronik sampai kronik oral pada tikus (Philbrick et al, 1979)
8	F ⁻ (Fluorida)	6E-2 mg/kg/day	Flourisis gigi dan efek kosmetik dalam studi epidemiologi (Hodge, 1950 cited in Underwood, 1977)
9	Mn (Mangan)	1 .4E- 1 mg/kg/day	Hipokolesterolemia, epilepsi, kekurangan pankreas eksokrin, sklerosis berganda, katarak, osteoporosis, fenilketonuria & penyakit kencing maple syrup (inborn) pada ingesti kronik manusia (NRC 1989; Freeland-Graves et al 1987; WHO 1973)
10	Hg – MeHg (Merkuri - metal merkuri)	1E-4 mg/kg/day	Kelainan neuropsikologis perkembangan dalam studi epidemiologi (Grandjean et al 1997; Budz-Jergensen et al 1999)
11	NO ₂ ⁻ (Nitrit)	1E-1 mg/kg/day	Methemoglobinemia pada bayi yang terpajan kronik air minum (Walton 1951)
12	Se (Selenium)	5E-3 mg/kg/day	Selenosis dari studi epidemiologi (Yang et al 1989)

t_E (time of exposure)	: Lamanya atau jumlah jam terjadinya pajanan setiap harinya	Jam/hari	<ul style="list-style-type: none"> – Pajanan pada pemukiman : 24 jam/hari – Pajanan pada lingkungan kerja : 8 jam/hari – Pajanan pada sekolah dasar : 6 jam/hari
--	---	----------	---

Notasi	Arti notasi	Satuan	Nilai Default
f_E (frequency of exposure)	: Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setahunnya	Hari/tahun	<ul style="list-style-type: none"> – Pajanan pada pemukiman : 350 hari/tahun – Pajanan pada lingkungan kerja : 250 hari/tahun
D_t (duration time)	: Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan	Tahun	Residensial (pemukiman) / pajanan seumur hidup : 30 tahun
W_b (weight of body)	: Berat badan manusia / populasi / kelompok populasi	Kg	<ul style="list-style-type: none"> – Dewasa asia / Indonesia : 55 Kg – Anak – anak : 15 Kg
$t_{avg(nk)}$ (time average)	: Periode waktu rata – rata untuk efek non karsinogen	Hari	30 tahun x 365 hari/tahun = 10.950 hari

2. Intake pada jalur pemajanan ingesti (tertelan)

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}} \dots\dots\dots \text{Rumus 2}$$

Keterangan Notasi	Arti notasi	Satuan	Nilai Default
I_{nk} (Intake)	: Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya	mg/kg x hari	Tidak ada nilai default
C (Concentration)	: Konsentrasi agen risiko pada air bersih/minum atau pada makanan.	<ul style="list-style-type: none"> – mg/l (air) – mg/kg (makanan) 	Tidak ada nilai default
R (Rate)	: Laju konsumsi atau banyaknya volume air atau jumlah berat makanan yang masuk setiap jamnya	<ul style="list-style-type: none"> – liter/hari (air) – gram/hari (makanan) 	<p>Air Minum</p> <ul style="list-style-type: none"> – Dewasa (pemukiman) : 2 liter/hari – Anak – anak (pemukiman) : 1 liter/hari – Dewasa (lingkungan kerja) : 1 liter/hari <p>Makanan</p> <ul style="list-style-type: none"> – Buah – buahan : 42 gram/hari – Sayuran : 80 gram/hari – Ikan tangkapan : 54 gram/hari
f_E (frequency of exposure)	: Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setahunnya	Hari/tahun	<ul style="list-style-type: none"> – Pajanan pada pemukiman : 350 hari/tahun – Pajanan pada lingkungan kerja : 250 hari/tahun
D_t (duration time)	: Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan	Tahun	Residensial (pemukiman) / pajanan seumur hidup : 30 tahun

Tabel 9 Nilai default dari faktor pajanan (Rahman, 2007)

Tataguna lahan	Jalur pajanan	Asupan harian	Frekuensi pajanan (hari/tahun)	Durasi pajanan (tahun)	Berat badan (kg)
Residensial	Air minum	2 L (dewasa)	350	30	70 ; 55 ^b
		1 L (anak)	350	6	15
	Tanah/debu (tertelan)	100 mg (dewasa)	350	24	70 ; 55 ^b
		200 mg (anak)	350	6	15
	Inhalasi (terhirup)	20 m ³ (dewasa) ≈ 0,83 m ³ /jam	350	30	70 ; 55 ^b
Industri & komersial Pertanian	Air minum	12 m ³ (anak) ≈ 0,5 m ³ /jam	350	6	15
		1 L	250	25	70 ; 55 ^b
	Tanaman perkarangan	42 g (buah - buahan)	350	30	70 ; 55 ^b
		80 g (sayur - mayur)	350	30	70 ; 55 ^b
	Air minum	2 L (dewasa)	350	30	70 ; 55 ^b
		1 L (anak)	350	6	15
	Tanah/debu (tertelan)	100 mg (dewasa)	350	24	70 ; 55 ^b
		200 mg (anak)	350	6	15
	Inhalasi (terhirup)	20 m ³ (dewasa) ≈ 0,83 m ³ /jam	350	30	70 ; 55 ^b
	Rekreasi	Ikan tangkapan	54 g	350	30

Disadur dari Rahman, 2007 : seluruhnya berasal dari *Exposure Factor Handbook (EPA, 1990)* kecuali ^bNukman et al (2005)

3.2.4. Langkah 4 : Karakterisasi risiko (risk characterization)

Langkah ARKL yang terakhir adalah **karakterisasi risiko** yang dilakukan untuk **menetapkan** tingkat risiko atau dengan kata lain menentukan **apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat** (dengan karakteristik seperti berat badan, laju inhalasi/konsumsi, waktu, frekuensi, durasi pajanan yang tertentu) **atau tidak**.

Karakteristik risiko dilakukan dengan **membandingkan / membagi intake dengan dosis / konsentrasi agen risiko** tersebut. **Variabel** yang digunakan untuk menghitung **tingkat risiko** adalah **intake** (yang didapatkan dari analisis pemajanan) dan **dosis referensi (RfD) / konsentrasi referensi (RfC)** yang didapat dari literatur yang ada (dapat diakses di situs www.epa.gov/iris).

1. Karakterisasi risiko pada efek non karsinogenik

Perhitungan tingkat risiko non karsinogenik

Tingkat risiko untuk efek **non karsinogenik** dinyatakan dalam notasi **Risk Quotien (RQ)**. Untuk melakukan karakterisasi risiko untuk efek non karsinogenik dilakukan perhitungan dengan **membandingkan / membagi intake dengan RfC atau RfD**. Rumus untuk menentukan RQ adalah sebagai berikut :

$$\frac{I}{RfC} \dots\dots\dots \text{Rumus 5}$$

Keterangan

Digunakan untuk menghitung **RQ** pada pemajanan jalur inhalasi (terhirup)

I (intake) : Intake yang telah dihitung dengan **rumus 1**

RfC (reference concentration) : Nilai referensi agen risiko pada pemajanan inhalasi. Didapat dari situs www.epa.gov/iris.

Strategi pengelolaan risiko

1. Penentuan batas aman

Batas aman disini adalah batas atau nilai terendah yang menyebabkan tingkat risiko menjadi

tidak aman (tidak dapat diterima). Oleh karenanya **nilai yang aman adalah nilai di bawah batas amannya** sedangkan **nilai yang sama dengan batas aman** tersebut akan menyebabkan **tingkat risiko menjadi tidak aman**. Sebagai contoh jika hasil perhitungan menunjukkan **konsentrasi aman adalah 4,499 µg/m³** maka nilai konsentrasi yang benar – benar aman adalah di bawah 4,499 µg/m³ (<4,499 µg/m³) ≈ 4,498 µg/m³.

a) Penentuan konsentrasi aman (C)

Dalam penentuan konsentrasi aman semua variabel dan nilai yang digunakan sama dengan variabel dan nilai pada perhitungan intake. Akan tetapi nilai intake yang digunakan adalah *RfD* atau *RfC* agen risikonya.

Sedangkan konsentrasi aman pada intake karsinogenik, perhitungan didasarkan pada nilai acceptable sebesar 10⁻⁴ dibagi nilai *SF* nya. Selain itu, variabel *t_{avg}* disesuaikan dengan perhitungan karsinogenik yaitu (70 hari/tahun x 365 hari).

Untuk menghitung konsentrasi aman digunakan rumus sebagai berikut :

Konsentrasi aman non karsinogenik

– **Konsentrasi aman non karsinogenik (inhalasi)**

$$C_{nk(aman)} = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{R \times t_E \times f_E \times D_t} \dots\dots\dots \text{Rumus 8}$$

– **Konsentrasi aman non karsinogenik (ingestii)**

$$C_{nk(aman)} = \frac{RfD \times W_b \times t_{avg}}{R \times f_E \times D_t} \dots\dots\dots \text{Rumus 9}$$

Konsentrasi aman karsinogenik

– **Konsentrasi aman karsinogenik (inhalasi)**

$$C_{k(aman)} = \frac{(0.0001 / SF) \times W_b \times 70 \times 365}{R \times t_E \times f_E \times D_t} \dots\dots\dots \text{Rumus 10}$$

– **Konsentrasi aman karsinogenik (ingesti)**

$$C_{k(aman)} = \frac{(0.0001 / SF) \times W_b \times 70 \times 365}{R \times f_E \times D_t} \dots\dots\dots \text{Rumus 11}$$

Keterangan

Notasi	Arti Notasi
C_(aman) (Concentration)	: Konsentrasi agen risiko pada udara ambien atau pada air bersih/minum atau pada makanan yang aman.
– RfC atau reference concentration (rumus 8)	: – Nilai kuantitatif atau konsentrasi suatu agen risiko yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman bagi tubuh.
– RfD atau reference dose (rumus 9)	: – Nilai kuantitatif atau dosis suatu agen risiko yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman bagi tubuh.
– SF atau slope factor	: – Nilai kuantitatif suatu agen risiko karsinogenik yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman bagi tubuh dari efek karsinogenik.

- R (Rate)** : Laju asupan :
 – Volume udara yang masuk tubuh (m³) setiap jamnya
 – Volume air minum yang masuk tubuh (liter) setiap harinya
 – Volume makanan yang masuk tubuh (gram) setiap harinya
- t_E atau time of exposure** : Lamanya atau jumlah jam terjadinya pajanan setiap harinya (rumus 8)
- f_E (frequency of exposure)** : Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya
- D_t (duration time)** : Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan
- W_b (weight of body)** : Berat badan manusia / populasi / kelompok populasi
- t_{avg} (time average)** : Untuk agen risiko dengan efek non karsinogenik : Periode waktu rata – rata untuk efek non karsinogenik

b) Penentuan jumlah konsumsi aman (R)

Laju asupan yang dapat dikelola hanyalah pada pada pajanan melalui makanan dan air minum (ingesti) karena masih banyak substitusi untuk setiap jenis makanan ataupun air minum. Untuk pajanan melalui udara (inhalasi) pembatasan laju inhalasi hampir tidak mungkin dilakukan. Untuk menghitung jumlah konsumsi aman digunakan rumus sebagai berikut :

- Laju konsumsi aman non karsinogenik (ingesti)

$$R_{nk(aman)} = \frac{RfD \times W_b \times t_{avg}}{C \times f_E \times D_t} \dots\dots\dots \text{Rumus 12}$$

- Laju konsumsi aman karsinogenik (ingesti)

$$R_{k(aman)} = \frac{(0.0001 / SF) \times W_b \times 70 \times 365}{C \times f_E \times D_t} \dots\dots\dots \text{Rumus 13}$$

Keterangan

Notasi	Arti Notasi
R_(aman)	: Laju konsumsi atau banyaknya volume makanan (gram) atau volume air (liter) yang masuk tubuh setiap harinya yang aman.
– RfD atau reference dose	: – Nilai kuantitatif atau dosis suatu agen risiko yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman bagi tubuh.
– SF atau slope factor	: – Nilai kuantitatif suatu agen risiko karsinogenik yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman bagi tubuh dari efek karsinogenik.
C (Concentration)	: Konsentrasi agen risiko pada makanan atau air.
f_E (frequency of exposure)	: Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya
D_t (duration time)	: Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan
W_b (weight of body)	: Berat badan manusia / populasi / kelompok populasi
t_{avg} (time average)	: – Untuk agen risiko dengan efek non karsinogenik : Periode waktu rata – rata untuk efek non karsinogenik – Untuk agen risiko dengan efek karsinogenik : Periode waktu rata – rata untuk efek karsinogenik

c) Penentuan waktu pajanan aman (t_E)

Waktu pajanan aman dapat dikelola bila pemajanan terjadi pada lingkungan kerja ataupun lingkungan pendidikan yang tidak permanen seperti pada lingkungan tempat tinggal (pemukiman). Pengelolaan waktu pajanan dilakukan dengan mengurangi jumlah jam terpapar setiap harinya, oleh karenanya hanya dapat dilakukan pada populasi pekerja maupun siswa bukan pada populasi penduduk (masyarakat). Penerapannya dilakukan untuk pemajanan inhalasi, sedangkan untuk pemajanan ingesti (melalui makanan atau air minum) cukup dilakukan dengan pembatasan jumlah konsumsi saja. Untuk menghitung waktu pajanan aman digunakan rumus sebagai berikut :

LAMPIRAN B
(Perhitungan Data)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ANDALAS
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
LABORATORIUM AIR

Alamat: Kampus Limau Manis, Padang – Sumatera Barat, Kode Pos 25163

LAMPIRAN B.1-Hasil Uji Konsentrasi Logam Berat

ANALISIS : Logam

Sample name	Ag (ppm)	Al (ppm)	As (ppm)	B (ppm)	Ba (ppm)	Bi (ppm)	Ca (ppm)	Cd (ppm)	Co (ppm)
AT1	0,0011	0,0007	0,0025	0,0024	0,0006	0,0031	1,00	0,0021	0,0040
AT2	0,0010	0,0006	0,0019	0,0024	0,0008	0,0026	1,12	0,0020	0,0044
AT3	0,0010	0,0006	0,0022	0,0022	0,0009	0,0037	0,87	0,0023	0,0042
BT1	0,0013	0,0009	0,0037	0,0025	0,0010	0,0030	0,76	0,0021	0,0038
BT2	0,0011	0,0008	0,0042	0,0023	0,0015	0,0035	0,85	0,0021	0,0033
BT3	0,0011	0,0006	0,0028	0,0024	0,0006	0,0038	1,01	0,0024	0,0030
CT1	0,0010	0,0011	0,0021	0,0026	0,0008	0,0041	1,10	0,0022	0,0040
CT2	0,0010	0,0010	0,0026	0,0025	0,0011	0,0042	0,67	0,0024	0,0042
CT3	0,0010	0,0008	0,0020	0,0026	0,0006	0,0052	0,55	0,0025	0,0039
DT1	0,0009	0,0012	0,0031	0,0022	0,0016	0,0082	0,62	0,0028	0,0028
DT2	0,0010	0,0010	0,0042	0,0020	0,0017	0,0083	0,70	0,0025	0,0027
DT3	0,0008	0,0007	0,0040	0,0028	0,0010	0,0078	0,69	0,0026	0,0031
AP1	0,0012	0,0006	0,0016	0,0032	0,0008	0,0053	0,71	0,0025	0,0037
AP2	0,0010	0,0006	0,0020	0,0028	0,0010	0,0051	0,55	0,0024	0,0029
AP3	0,0010	0,0009	0,0025	0,0026	0,0009	0,0062	0,62	0,0023	0,0021
BP1	0,0011	0,0015	0,0037	0,0023	0,0007	0,0082	0,63	0,0020	0,0037
BP2	0,0011	0,0010	0,0042	0,0020	0,0012	0,0080	0,72	0,0026	0,0043
BP3	0,0010	0,0017	0,0031	0,0026	0,0015	0,0082	0,58	0,0021	0,0040
CP1	0,0014	0,0008	0,0020	0,0024	0,0011	0,0079	0,61	0,0025	0,0028
CP2	0,0015	0,0009	0,0025	0,0018	0,0008	0,0074	0,48	0,0024	0,0036
CP3	0,0013	0,0009	0,0023	0,0022	0,0007	0,0078	0,35	0,0022	0,0038
DP1	0,0011	0,0012	0,0041	0,0020	0,0006	0,0075	0,52	0,0026	0,0043
DP2	0,0009	0,0010	0,0052	0,0027	0,0010	0,0076	0,32	0,0023	0,0042
DP3	0,0012	0,0008	0,0038	0,0022	0,0013	0,0074	0,22	0,0022	0,0044

AKREDITASI



Prodi Sarjana Terakreditasi "Unggul"
SK No. 6093/SK/BAN-PT/Akred-Itnl/S/IX/2020
Prodi Magister Terakreditasi "B"
SK No. 3116/SK/BAN-PT/Akred/M/VIII/2019



Engineering
Accreditation
Commission

Terakreditasi ABET (Prodi Sarjana)



Prodi Sarjana
Terakreditasi
IABEE
Sertifikat Akreditasi
No. 00072 A



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ANDALAS
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
LABORATORIUM AIR

Alamat: Kampus Limau Manis, Padang – Sumatera Barat, Kode Pos 25163

Sample Name	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Ga (ppm)	Hg (ppm)	K (ppm)	Li (ppm)
AT1	0,0060	0,0062	0,0044	0,0011	Ttd	0,0442	0,0031
AT2	0,0071	0,0064	0,0046	0,0012	Ttd	0,0452	0,0028
AT3	0,0072	0,0067	0,0049	0,0014	Ttd	0,0432	0,0032
BT1	0,0078	0,0060	0,0051	0,0011	Ttd	0,0411	0,0027
BT2	0,0072	0,0076	0,0052	0,0015	Ttd	0,0526	0,0028
BT3	0,0075	0,0056	0,0054	0,0010	Ttd	0,0528	0,0041
CT1	0,0056	0,0061	0,0048	0,0015	Ttd	0,0424	0,0028
CT2	0,0062	0,0048	0,0044	0,0012	Ttd	0,0512	0,0043
CT3	0,0072	0,0060	0,0051	0,0014	Ttd	0,0422	0,0023
DT1	0,0070	0,0065	0,0048	0,0016	Ttd	0,0410	0,0043
DT2	0,0073	0,0064	0,0054	0,0020	Ttd	0,0372	0,0021
DT3	0,0075	0,0063	0,0050	0,0022	Ttd	0,0411	0,0024
AP1	0,0065	0,0064	0,0043	0,0017	Ttd	0,0453	0,0032
AP2	0,0072	0,0068	0,0052	0,0016	Ttd	0,0533	0,0034
AP3	0,0066	0,0070	0,0043	0,0022	Ttd	0,0563	0,0038
BP1	0,0078	0,0074	0,0048	0,0018	Ttd	0,0504	0,0028
BP2	0,0065	0,0072	0,0057	0,0023	Ttd	0,0436	0,0032
BP3	0,0078	0,0075	0,0050	0,0020	Ttd	0,0455	0,0027
CP1	0,0064	0,0076	0,0052	0,0011	Ttd	0,0374	0,0021
CP2	0,0071	0,0054	0,0053	0,0013	Ttd	0,0473	0,0028
CP3	0,0082	0,0056	0,0055	0,0015	Ttd	0,0511	0,0028
DP1	0,0075	0,0063	0,0048	0,0013	Ttd	0,0562	0,0031
DP2	0,0072	0,0058	0,0044	0,0015	Ttd	0,0378	0,0029
DP3	0,0075	0,0055	0,0042	0,0013	Ttd	0,0447	0,0033



Prodi Sarjana Terakreditasi "Unggul"
SK No. 6093/SK/BAN-PT/Akred-Itnl/S/IX/2020
Prodi Magister Terakreditasi "B"
SK No. 3116/SK/BAN-PT/Akred/M/VIII/2019



Engineering
Accreditation
Commission

Terakreditasi ABET (Prodi Sarjana)



Prodi Sarjana Terakreditasi IABEE
Sertifikat Akreditasi
No. 00072 A



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ANDALAS
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
LABORATORIUM AIR

Alamat: Kampus Limau Manis, Padang – Sumatera Barat, Kode Pos 25163

Sample name	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Na (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Sr (ppm)	Se (ppm)	Zn (ppm)
AT1	0,0652	0,0079	0,72	0,0072	Ttd	Ttd	0,0037	0,0192
AT2	0,0623	0,0056	0,54	0,0071	Ttd	Ttd	0,0030	0,0143
AT3	0,0565	0,0048	0,65	0,0067	Ttd	Ttd	0,0032	0,0122
BT1	0,0672	0,0062	0,44	0,0082	Ttd	Ttd	0,0027	0,0154
BT2	0,0625	0,0052	0,49	0,0063	Ttd	Ttd	0,0029	0,0135
BT3	0,0624	0,0064	0,65	0,0070	Ttd	Ttd	0,0020	0,0127
CT1	0,0562	0,0053	0,52	0,0065	Ttd	Ttd	0,0055	0,0166
CT2	0,0528	0,0061	0,49	0,0082	Ttd	Ttd	0,0045	0,0148
CT3	0,0665	0,0073	0,72	0,0063	Ttd	Ttd	0,0040	0,0155
DT1	0,0726	0,0054	0,55	0,0071	Ttd	Ttd	0,0028	0,0202
DT2	0,0546	0,0051	0,44	0,0054	Ttd	Ttd	0,0022	0,0217
DT3	0,0563	0,0062	0,72	0,0062	Ttd	Ttd	0,002	0,0187
AP1	0,0662	0,0072	0,28	0,0072	Ttd	Ttd	0,0055	0,0153
AP2	0,0478	0,0060	0,62	0,0062	Ttd	Ttd	0,0050	0,0162
AP3	0,0510	0,0038	0,55	0,0070	Ttd	Ttd	0,0043	0,0152
BP1	0,0532	0,0052	0,38	0,0047	Ttd	Ttd	0,0017	0,0122
BP2	0,0625	0,0071	0,56	0,0053	Ttd	Ttd	0,0015	0,0168
BP3	0,0377	0,0054	0,48	0,0063	Ttd	Ttd	0,0011	0,0172
CP1	0,0422	0,0061	0,52	0,0072	Ttd	Ttd	0,0023	0,0142
CP2	0,0528	0,0052	0,62	0,0053	Ttd	Ttd	0,0030	0,0156
CP3	0,0422	0,0048	0,54	0,0048	Ttd	Ttd	0,0026	0,0143
DP1	0,0527	0,0052	0,48	0,0053	Ttd	Ttd	0,0037	0,0152
DP2	0,0538	0,0063	0,62	0,0063	Ttd	Ttd	0,0028	0,0177
DP3	0,0520	0,0057	0,51	0,0072	Ttd	Ttd	0,0033	0,0162

AKREDITASI



Prodi Sarjana Terakreditasi "Unggul"
SK No. 6093/SK/BAN-PT/Akred-Itnl/S/IX/2020
Prodi Magister Terakreditasi "B"
SK No. 3116/SK/BAN-PT/Akred/M/VIII/2019



Engineering
Accreditation
Commission

Terakreditasi ABET (Prodi Sarjana)



Prodi Sarjana Terakreditasi IABEE
Sertifikat Akreditasi
No. 00072 A

LAMPIRAN B.2 Hasil Perhitungan Intake, RQ, Cnk, dan Rnk

Perhitungan Intake dan RQ *Realtime*

DAMIU A	No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	DT (Tahun)	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
KADMIUM	1	0,0024	2	350	1	43	365	0,000004	0,0005	0,0071	Tidak Berisiko
	2	0,0024	2	350	1	44	365	0,000003	0,0005	0,0070	Tidak Berisiko
	3	0,0024	2	350	1	44,5	365	0,000003	0,0005	0,0069	Tidak Berisiko
	4	0,0024	2	350	3	45	365	0,000010	0,0005	0,0205	Tidak Berisiko
	5	0,0024	2	350	3	47	365	0,000010	0,0005	0,0196	Tidak Berisiko
	6	0,0024	2	350	4	49	365	0,000013	0,0005	0,0250	Tidak Berisiko
	7	0,0024	2	350	2	50	365	0,000006	0,0005	0,0123	Tidak Berisiko
	8	0,0024	2	350	10	50	365	0,000031	0,0005	0,0614	Tidak Berisiko
	9	0,0024	2	350	4	51	365	0,000012	0,0005	0,0241	Tidak Berisiko
	10	0,0024	2	350	1	52	365	0,000003	0,0005	0,0059	Tidak Berisiko
	11	0,0024	2	350	6	52	365	0,000018	0,0005	0,0354	Tidak Berisiko
	12	0,0024	2	350	6	54	365	0,000017	0,0005	0,0341	Tidak Berisiko
	13	0,0024	2	350	0,5	55	365	0,000001	0,0005	0,0028	Tidak Berisiko
	14	0,0024	2	350	3	55	365	0,000008	0,0005	0,0167	Tidak Berisiko
	15	0,0024	2	350	7	55	365	0,000020	0,0005	0,0391	Tidak Berisiko
	16	0,0024	2	350	0,5	60	365	0,000001	0,0005	0,0026	Tidak Berisiko
	17	0,0024	2	350	1	60	365	0,000003	0,0005	0,0051	Tidak Berisiko
	18	0,0024	2	350	5	60	365	0,000013	0,0005	0,0256	Tidak Berisiko
	19	0,0024	2	350	5	60	365	0,000013	0,0005	0,0256	Tidak Berisiko
	20	0,0024	2	350	6	60	365	0,000015	0,0005	0,0307	Tidak Berisiko
	21	0,0024	2	350	5	65	365	0,000012	0,0005	0,0236	Tidak Berisiko
	22	0,0024	2	350	1	66	365	0,000002	0,0005	0,0046	Tidak Berisiko
	23	0,0024	2	350	1	67	365	0,000002	0,0005	0,0046	Tidak Berisiko
	24	0,0024	2	350	2	70	365	0,000004	0,0005	0,0088	Tidak Berisiko
	25	0,0024	2	350	3	70	365	0,000007	0,0005	0,0132	Tidak Berisiko
	26	0,0024	2	350	4	70	365	0,000009	0,0005	0,0175	Tidak Berisiko
	27	0,0024	2	350	10	74	365	0,000021	0,0005	0,0415	Tidak Berisiko
	28	0,0024	2	350	1	89	365	0,000002	0,0005	0,0034	Tidak Berisiko
	29	0,0024	2	350	0,5	90	365	0,000001	0,0005	0,0017	Tidak Berisiko
	30	0,0024	2	350	1	91	365	0,000002	0,0005	0,0034	Tidak Berisiko

DAMIU A
ARSENİK

No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	DT (Tahun)	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
1	0,0020	2	350	1	43	365	0,000003	0,0003	0,0099	Tidak Berisiko
2	0,0020	2	350	1	44	365	0,000003	0,0003	0,0097	Tidak Berisiko
3	0,0020	2	350	1	44,5	365	0,000003	0,0003	0,0096	Tidak Berisiko
4	0,0020	2	350	3	45	365	0,000009	0,0003	0,0284	Tidak Berisiko
5	0,0020	2	350	3	47	365	0,000008	0,0003	0,0272	Tidak Berisiko
6	0,0020	2	350	4	49	365	0,000010	0,0003	0,0348	Tidak Berisiko
7	0,0020	2	350	2	50	365	0,000005	0,0003	0,0170	Tidak Berisiko
8	0,0020	2	350	10	50	365	0,000026	0,0003	0,0852	Tidak Berisiko
9	0,0020	2	350	4	51	365	0,000010	0,0003	0,0334	Tidak Berisiko
10	0,0020	2	350	1	52	365	0,000002	0,0003	0,0082	Tidak Berisiko
11	0,0020	2	350	6	52	365	0,000015	0,0003	0,0492	Tidak Berisiko
12	0,0020	2	350	6	54	365	0,000014	0,0003	0,0474	Tidak Berisiko
13	0,0020	2	350	0,5	55	365	0,000001	0,0003	0,0039	Tidak Berisiko
14	0,0020	2	350	3	55	365	0,000007	0,0003	0,0232	Tidak Berisiko
15	0,0020	2	350	7	55	365	0,000016	0,0003	0,0542	Tidak Berisiko
16	0,0020	2	350	0,5	60	365	0,000001	0,0003	0,0036	Tidak Berisiko
17	0,0020	2	350	1	60	365	0,000002	0,0003	0,0071	Tidak Berisiko
18	0,0020	2	350	5	60	365	0,000011	0,0003	0,0355	Tidak Berisiko
19	0,0020	2	350	5	60	365	0,000011	0,0003	0,0355	Tidak Berisiko
20	0,0020	2	350	6	60	365	0,000013	0,0003	0,0426	Tidak Berisiko
21	0,0020	2	350	5	65	365	0,000010	0,0003	0,0328	Tidak Berisiko
22	0,0020	2	350	1	66	365	0,000002	0,0003	0,0065	Tidak Berisiko
23	0,0020	2	350	1	67	365	0,000002	0,0003	0,0064	Tidak Berisiko
24	0,0020	2	350	2	70	365	0,000004	0,0003	0,0122	Tidak Berisiko
25	0,0020	2	350	3	70	365	0,000005	0,0003	0,0183	Tidak Berisiko
26	0,0020	2	350	4	70	365	0,000007	0,0003	0,0244	Tidak Berisiko
27	0,0020	2	350	10	74	365	0,000017	0,0003	0,0576	Tidak Berisiko
28	0,0020	2	350	1	89	365	0,000001	0,0003	0,0048	Tidak Berisiko
29	0,0020	2	350	0,5	90	365	0,000001	0,0003	0,0024	Tidak Berisiko
30	0,0020	2	350	1	91	365	0,000001	0,0003	0,0047	Tidak Berisiko

DAMIU A
SELENIUM

No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	DT (Tahun)	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
1	0,0049	2	350	1	43	365	0,000007	0,005	0,0015	Tidak Berisiko
2	0,0049	2	350	1	44	365	0,000007	0,005	0,0014	Tidak Berisiko
3	0,0049	2	350	1	44,5	365	0,000007	0,005	0,0014	Tidak Berisiko
4	0,0049	2	350	3	45	365	0,000021	0,005	0,0042	Tidak Berisiko
5	0,0049	2	350	3	47	365	0,000020	0,005	0,0040	Tidak Berisiko
6	0,0049	2	350	4	49	365	0,000026	0,005	0,0051	Tidak Berisiko
7	0,0049	2	350	2	50	365	0,000013	0,005	0,0025	Tidak Berisiko
8	0,0049	2	350	10	50	365	0,000063	0,005	0,0125	Tidak Berisiko
9	0,0049	2	350	4	51	365	0,000025	0,005	0,0049	Tidak Berisiko
10	0,0049	2	350	1	52	365	0,000006	0,005	0,0012	Tidak Berisiko
11	0,0049	2	350	6	52	365	0,000036	0,005	0,0072	Tidak Berisiko
12	0,0049	2	350	6	54	365	0,000035	0,005	0,0070	Tidak Berisiko
13	0,0049	2	350	0,5	55	365	0,000003	0,005	0,0006	Tidak Berisiko
14	0,0049	2	350	3	55	365	0,000017	0,005	0,0034	Tidak Berisiko
15	0,0049	2	350	7	55	365	0,000040	0,005	0,0080	Tidak Berisiko
16	0,0049	2	350	0,5	60	365	0,000003	0,005	0,0005	Tidak Berisiko
17	0,0049	2	350	1	60	365	0,000005	0,005	0,0010	Tidak Berisiko
18	0,0049	2	350	5	60	365	0,000026	0,005	0,0052	Tidak Berisiko
19	0,0049	2	350	5	60	365	0,000026	0,005	0,0052	Tidak Berisiko
20	0,0049	2	350	6	60	365	0,000031	0,005	0,0063	Tidak Berisiko
21	0,0049	2	350	5	65	365	0,000024	0,005	0,0048	Tidak Berisiko
22	0,0049	2	350	1	66	365	0,000005	0,005	0,0009	Tidak Berisiko
23	0,0049	2	350	1	67	365	0,000005	0,005	0,0009	Tidak Berisiko
24	0,0049	2	350	2	70	365	0,000009	0,005	0,0018	Tidak Berisiko
25	0,0049	2	350	3	70	365	0,000013	0,005	0,0027	Tidak Berisiko
26	0,0049	2	350	4	70	365	0,000018	0,005	0,0036	Tidak Berisiko
27	0,0049	2	350	10	74	365	0,000042	0,005	0,0085	Tidak Berisiko
28	0,0049	2	350	1	89	365	0,000004	0,005	0,0007	Tidak Berisiko
29	0,0049	2	350	0,5	90	365	0,000002	0,005	0,0003	Tidak Berisiko
30	0,0049	2	350	1	91	365	0,000003	0,005	0,0007	Tidak Berisiko

DAMIU B
KADMIUM

No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	DT (Tahun)	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
1	0,0022	2	350	1	40	365	0,000004	0,0005	0,0070	Tidak Berisiko
2	0,0022	2	350	0,5	41	365	0,000002	0,0005	0,0034	Tidak Berisiko
3	0,0022	2	350	2	43	365	0,000007	0,0005	0,0131	Tidak Berisiko
4	0,0022	2	350	4	43	365	0,000013	0,0005	0,0262	Tidak Berisiko
5	0,0022	2	350	1	45	365	0,000003	0,0005	0,0063	Tidak Berisiko
6	0,0022	2	350	2	45	365	0,000006	0,0005	0,0125	Tidak Berisiko
7	0,0022	2	350	2	45	365	0,000006	0,0005	0,0125	Tidak Berisiko
8	0,0022	2	350	4	45	365	0,000013	0,0005	0,0250	Tidak Berisiko
9	0,0022	2	350	1	46	365	0,000003	0,0005	0,0061	Tidak Berisiko
10	0,0022	2	350	0,5	47	365	0,000001	0,0005	0,0030	Tidak Berisiko
11	0,0022	2	350	2	48	365	0,000006	0,0005	0,0117	Tidak Berisiko
12	0,0022	2	350	1	50	365	0,000003	0,0005	0,0056	Tidak Berisiko
13	0,0022	2	350	2	50	365	0,000006	0,0005	0,0113	Tidak Berisiko
14	0,0022	2	350	3	50	365	0,000008	0,0005	0,0169	Tidak Berisiko
15	0,0022	2	350	4	50	365	0,000011	0,0005	0,0225	Tidak Berisiko
16	0,0022	2	350	1,3	52	365	0,000004	0,0005	0,0070	Tidak Berisiko
17	0,0022	2	350	2	52	365	0,000005	0,0005	0,0108	Tidak Berisiko
18	0,0022	2	350	3	52	365	0,000008	0,0005	0,0162	Tidak Berisiko
19	0,0022	2	350	1,5	53	365	0,000004	0,0005	0,0080	Tidak Berisiko
20	0,0022	2	350	1,3	56	365	0,000003	0,0005	0,0065	Tidak Berisiko
21	0,0022	2	350	0,5	58	365	0,000001	0,0005	0,0024	Tidak Berisiko
22	0,0022	2	350	1	58	365	0,000002	0,0005	0,0048	Tidak Berisiko
23	0,0022	2	350	1	58	365	0,000002	0,0005	0,0048	Tidak Berisiko
24	0,0022	2	350	4	58	365	0,000010	0,0005	0,0194	Tidak Berisiko
25	0,0022	2	350	1	60	365	0,000002	0,0005	0,0047	Tidak Berisiko
26	0,0022	2	350	4	60	365	0,000009	0,0005	0,0188	Tidak Berisiko
27	0,0022	2	350	1	65	365	0,000002	0,0005	0,0043	Tidak Berisiko
28	0,0022	2	350	4	70	365	0,000008	0,0005	0,0161	Tidak Berisiko
29	0,0022	2	350	0,5	75	365	0,000001	0,0005	0,0019	Tidak Berisiko
30	0,0022	2	350	2	75	365	0,000004	0,0005	0,0075	Tidak Berisiko

DAMIU B
ARSENİK

No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	DT (Tahun)	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
1	0,0037	2	350	1	40	365	0,000006	0,0003	0,0197	Tidak Berisiko
2	0,0037	2	350	0,5	41	365	0,000003	0,0003	0,0096	Tidak Berisiko
3	0,0037	2	350	2	43	365	0,000011	0,0003	0,0367	Tidak Berisiko
4	0,0037	2	350	4	43	365	0,000022	0,0003	0,0733	Tidak Berisiko
5	0,0037	2	350	1	45	365	0,000005	0,0003	0,0175	Tidak Berisiko
6	0,0037	2	350	2	45	365	0,000011	0,0003	0,0350	Tidak Berisiko
7	0,0037	2	350	2	45	365	0,000011	0,0003	0,0350	Tidak Berisiko
8	0,0037	2	350	4	45	365	0,000021	0,0003	0,0701	Tidak Berisiko
9	0,0037	2	350	1	46	365	0,000005	0,0003	0,0171	Tidak Berisiko
10	0,0037	2	350	0,5	47	365	0,000003	0,0003	0,0084	Tidak Berisiko
11	0,0037	2	350	2	48	365	0,000010	0,0003	0,0329	Tidak Berisiko
12	0,0037	2	350	1	50	365	0,000005	0,0003	0,0158	Tidak Berisiko
13	0,0037	2	350	2	50	365	0,000009	0,0003	0,0315	Tidak Berisiko
14	0,0037	2	350	3	50	365	0,000014	0,0003	0,0473	Tidak Berisiko
15	0,0037	2	350	4	50	365	0,000019	0,0003	0,0631	Tidak Berisiko
16	0,0037	2	350	1,3	52	365	0,000006	0,0003	0,0197	Tidak Berisiko
17	0,0037	2	350	2	52	365	0,000009	0,0003	0,0303	Tidak Berisiko
18	0,0037	2	350	3	52	365	0,000014	0,0003	0,0455	Tidak Berisiko
19	0,0037	2	350	1,5	53	365	0,000007	0,0003	0,0223	Tidak Berisiko
20	0,0037	2	350	1,3	56	365	0,000005	0,0003	0,0183	Tidak Berisiko
21	0,0037	2	350	0,5	58	365	0,000002	0,0003	0,0068	Tidak Berisiko
22	0,0037	2	350	1	58	365	0,000004	0,0003	0,0136	Tidak Berisiko
23	0,0037	2	350	1	58	365	0,000004	0,0003	0,0136	Tidak Berisiko
24	0,0037	2	350	4	58	365	0,000016	0,0003	0,0544	Tidak Berisiko
25	0,0037	2	350	1	60	365	0,000004	0,0003	0,0131	Tidak Berisiko
26	0,0037	2	350	4	60	365	0,000016	0,0003	0,0526	Tidak Berisiko
27	0,0037	2	350	1	65	365	0,000004	0,0003	0,0121	Tidak Berisiko
28	0,0037	2	350	4	70	365	0,000014	0,0003	0,0451	Tidak Berisiko
29	0,0037	2	350	0,5	75	365	0,000002	0,0003	0,0053	Tidak Berisiko
30	0,0037	2	350	2	75	365	0,000006	0,0003	0,0210	Tidak Berisiko

DAMIU B
SELENIUM

No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	DT (Tahun)	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
1	0,0014	2	350	1	40	365	0,000002	0,005	0,0004	Tidak Berisiko
2	0,0014	2	350	0,5	41	365	0,000001	0,005	0,0002	Tidak Berisiko
3	0,0014	2	350	2	43	365	0,000004	0,005	0,0008	Tidak Berisiko
4	0,0014	2	350	4	43	365	0,000008	0,005	0,0017	Tidak Berisiko
5	0,0014	2	350	1	45	365	0,000002	0,005	0,0004	Tidak Berisiko
6	0,0014	2	350	2	45	365	0,000004	0,005	0,0008	Tidak Berisiko
7	0,0014	2	350	2	45	365	0,000004	0,005	0,0008	Tidak Berisiko
8	0,0014	2	350	4	45	365	0,000008	0,005	0,0016	Tidak Berisiko
9	0,0014	2	350	1	46	365	0,000002	0,005	0,0004	Tidak Berisiko
10	0,0014	2	350	0,5	47	365	0,000001	0,005	0,0002	Tidak Berisiko
11	0,0014	2	350	2	48	365	0,000004	0,005	0,0007	Tidak Berisiko
12	0,0014	2	350	1	50	365	0,000002	0,005	0,0004	Tidak Berisiko
13	0,0014	2	350	2	50	365	0,000004	0,005	0,0007	Tidak Berisiko
14	0,0014	2	350	3	50	365	0,000005	0,005	0,0011	Tidak Berisiko
15	0,0014	2	350	4	50	365	0,000007	0,005	0,0014	Tidak Berisiko
16	0,0014	2	350	1,3	52	365	0,000002	0,005	0,0004	Tidak Berisiko
17	0,0014	2	350	2	52	365	0,000003	0,005	0,0007	Tidak Berisiko
18	0,0014	2	350	3	52	365	0,000005	0,005	0,0010	Tidak Berisiko
19	0,0014	2	350	1,5	53	365	0,000003	0,005	0,0005	Tidak Berisiko
20	0,0014	2	350	1,3	56	365	0,000002	0,005	0,0004	Tidak Berisiko
21	0,0014	2	350	0,5	58	365	0,000001	0,005	0,0002	Tidak Berisiko
22	0,0014	2	350	1	58	365	0,000002	0,005	0,0003	Tidak Berisiko
23	0,0014	2	350	1	58	365	0,000002	0,005	0,0003	Tidak Berisiko
24	0,0014	2	350	4	58	365	0,000006	0,005	0,0012	Tidak Berisiko
25	0,0014	2	350	1	60	365	0,000001	0,005	0,0003	Tidak Berisiko
26	0,0014	2	350	4	60	365	0,000006	0,005	0,0012	Tidak Berisiko
27	0,0014	2	350	1	65	365	0,000001	0,005	0,0003	Tidak Berisiko
28	0,0014	2	350	4	70	365	0,000005	0,005	0,0010	Tidak Berisiko
29	0,0014	2	350	0,5	75	365	0,000001	0,005	0,0001	Tidak Berisiko
30	0,0014	2	350	2	75	365	0,000002	0,0005	0,0048	Tidak Berisiko

Perhitungan Intake dan RQ *Lifetime*

DAMIU A	No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	Dt (Lama Menetap di lokasi) Tahun	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
KADMIUM	1	0,0024	2	350	73,69	43	365	0,000263	0,0005	0,5259	Tidak Berisiko
	2	0,0024	2	350	73,69	44	365	0,000257	0,0005	0,5139	Tidak Berisiko
	3	0,0024	2	350	73,69	44,5	365	0,000254	0,0005	0,5081	Tidak Berisiko
	4	0,0024	2	350	73,69	45	365	0,000251	0,0005	0,5025	Tidak Berisiko
	5	0,0024	2	350	73,69	47	365	0,000241	0,0005	0,4811	Tidak Berisiko
	6	0,0024	2	350	73,69	49	365	0,000231	0,0005	0,4615	Tidak Berisiko
	7	0,0024	2	350	73,69	50	365	0,000226	0,0005	0,4522	Tidak Berisiko
	8	0,0024	2	350	73,69	50	365	0,000226	0,0005	0,4522	Tidak Berisiko
	9	0,0024	2	350	73,69	51	365	0,000222	0,0005	0,4434	Tidak Berisiko
	10	0,0024	2	350	73,69	52	365	0,000217	0,0005	0,4348	Tidak Berisiko
	11	0,0024	2	350	73,69	52	365	0,000217	0,0005	0,4348	Tidak Berisiko
	12	0,0024	2	350	73,69	54	365	0,000209	0,0005	0,4187	Tidak Berisiko
	13	0,0024	2	350	73,69	55	365	0,000206	0,0005	0,4111	Tidak Berisiko
	14	0,0024	2	350	73,69	55	365	0,000206	0,0005	0,4111	Tidak Berisiko
	15	0,0024	2	350	73,69	55	365	0,000206	0,0005	0,4111	Tidak Berisiko
	16	0,0024	2	350	73,69	60	365	0,000188	0,0005	0,3769	Tidak Berisiko
	17	0,0024	2	350	73,69	60	365	0,000188	0,0005	0,3769	Tidak Berisiko
	18	0,0024	2	350	73,69	60	365	0,000188	0,0005	0,3769	Tidak Berisiko
	19	0,0024	2	350	73,69	60	365	0,000188	0,0005	0,3769	Tidak Berisiko
	20	0,0024	2	350	73,69	60	365	0,000188	0,0005	0,3769	Tidak Berisiko
	21	0,0024	2	350	73,69	65	365	0,000174	0,0005	0,3479	Tidak Berisiko
	22	0,0024	2	350	73,69	66	365	0,000171	0,0005	0,3426	Tidak Berisiko
	23	0,0024	2	350	73,69	67	365	0,000169	0,0005	0,3375	Tidak Berisiko
	24	0,0024	2	350	73,69	70	365	0,000162	0,0005	0,3230	Tidak Berisiko
	25	0,0024	2	350	73,69	70	365	0,000162	0,0005	0,3230	Tidak Berisiko
	26	0,0024	2	350	73,69	70	365	0,000162	0,0005	0,3230	Tidak Berisiko
	27	0,0024	2	350	73,69	74	365	0,000153	0,0005	0,3056	Tidak Berisiko
	28	0,0024	2	350	73,69	89	365	0,000127	0,0005	0,2541	Tidak Berisiko
	29	0,0024	2	350	73,69	90	365	0,000126	0,0005	0,2512	Tidak Berisiko
	30	0,0024	2	350	73,69	91	365	0,000124	0,0005	0,2485	Tidak Berisiko

DAMIU A
ARSENİK

No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	Dt (Lama Menetap di lokasi) Tahun	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
1	0,0020	2	350	73,69	43	365	0,000219	0,0003	0,7304	Tidak Berisiko
2	0,0020	2	350	73,69	44	365	0,000214	0,0003	0,7138	Tidak Berisiko
3	0,0020	2	350	73,69	44,5	365	0,000212	0,0003	0,7057	Tidak Berisiko
4	0,0020	2	350	73,69	45	365	0,000209	0,0003	0,6979	Tidak Berisiko
5	0,0020	2	350	73,69	47	365	0,000200	0,0003	0,6682	Tidak Berisiko
6	0,0020	2	350	73,69	49	365	0,000192	0,0003	0,6409	Tidak Berisiko
7	0,0020	2	350	73,69	50	365	0,000188	0,0003	0,6281	Tidak Berisiko
8	0,0020	2	350	73,69	50	365	0,000188	0,0003	0,6281	Tidak Berisiko
9	0,0020	2	350	73,69	51	365	0,000185	0,0003	0,6158	Tidak Berisiko
10	0,0020	2	350	73,69	52	365	0,000181	0,0003	0,6039	Tidak Berisiko
11	0,0020	2	350	73,69	52	365	0,000181	0,0003	0,6039	Tidak Berisiko
12	0,0020	2	350	73,69	54	365	0,000174	0,0003	0,5816	Tidak Berisiko
13	0,0020	2	350	73,69	55	365	0,000171	0,0003	0,5710	Tidak Berisiko
14	0,0020	2	350	73,69	55	365	0,000171	0,0003	0,5710	Tidak Berisiko
15	0,0020	2	350	73,69	55	365	0,000171	0,0003	0,5710	Tidak Berisiko
16	0,0020	2	350	73,69	60	365	0,000157	0,0003	0,5234	Tidak Berisiko
17	0,0020	2	350	73,69	60	365	0,000157	0,0003	0,5234	Tidak Berisiko
18	0,0020	2	350	73,69	60	365	0,000157	0,0003	0,5234	Tidak Berisiko
19	0,0020	2	350	73,69	60	365	0,000157	0,0003	0,5234	Tidak Berisiko
20	0,0020	2	350	73,69	60	365	0,000157	0,0003	0,5234	Tidak Berisiko
21	0,0020	2	350	73,69	65	365	0,000145	0,0003	0,4832	Tidak Berisiko
22	0,0020	2	350	73,69	66	365	0,000143	0,0003	0,4758	Tidak Berisiko
23	0,0020	2	350	73,69	67	365	0,000141	0,0003	0,4687	Tidak Berisiko
24	0,0020	2	350	73,69	70	365	0,000135	0,0003	0,4486	Tidak Berisiko
25	0,0020	2	350	73,69	70	365	0,000135	0,0003	0,4486	Tidak Berisiko
26	0,0020	2	350	73,69	70	365	0,000135	0,0003	0,4486	Tidak Berisiko
27	0,0020	2	350	73,69	74	365	0,000127	0,0003	0,4244	Tidak Berisiko
28	0,0020	2	350	73,69	89	365	0,000106	0,0003	0,3529	Tidak Berisiko
29	0,0020	2	350	73,69	90	365	0,000105	0,0003	0,3489	Tidak Berisiko
30	0,0020	2	350	73,69	91	365	0,000104	0,0003	0,3451	Tidak Berisiko

DAMIU A
SELENIUM

No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	Dt (Lama Menetap di lokasi) Tahun	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
1	0,0049	2	350	73,69	43	365	0,000537	0,005	0,1074	Tidak Berisiko
2	0,0049	2	350	73,69	44	365	0,000525	0,005	0,1049	Tidak Berisiko
3	0,0049	2	350	73,69	44,5	365	0,000519	0,005	0,1037	Tidak Berisiko
4	0,0049	2	350	73,69	45	365	0,000513	0,005	0,1026	Tidak Berisiko
5	0,0049	2	350	73,69	47	365	0,000491	0,005	0,0982	Tidak Berisiko
6	0,0049	2	350	73,69	49	365	0,000471	0,005	0,0942	Tidak Berisiko
7	0,0049	2	350	73,69	50	365	0,000462	0,005	0,0923	Tidak Berisiko
8	0,0049	2	350	73,69	50	365	0,000462	0,005	0,0923	Tidak Berisiko
9	0,0049	2	350	73,69	51	365	0,000453	0,005	0,0905	Tidak Berisiko
10	0,0049	2	350	73,69	52	365	0,000444	0,005	0,0888	Tidak Berisiko
11	0,0049	2	350	73,69	52	365	0,000444	0,005	0,0888	Tidak Berisiko
12	0,0049	2	350	73,69	54	365	0,000427	0,005	0,0855	Tidak Berisiko
13	0,0049	2	350	73,69	55	365	0,000420	0,005	0,0839	Tidak Berisiko
14	0,0049	2	350	73,69	55	365	0,000420	0,005	0,0839	Tidak Berisiko
15	0,0049	2	350	73,69	55	365	0,000420	0,005	0,0839	Tidak Berisiko
16	0,0049	2	350	73,69	60	365	0,000385	0,005	0,0769	Tidak Berisiko
17	0,0049	2	350	73,69	60	365	0,000385	0,005	0,0769	Tidak Berisiko
18	0,0049	2	350	73,69	60	365	0,000385	0,005	0,0769	Tidak Berisiko
19	0,0049	2	350	73,69	60	365	0,000385	0,005	0,0769	Tidak Berisiko
20	0,0049	2	350	73,69	60	365	0,000385	0,005	0,0769	Tidak Berisiko
21	0,0049	2	350	73,69	65	365	0,000355	0,005	0,0710	Tidak Berisiko
22	0,0049	2	350	73,69	66	365	0,000350	0,005	0,0699	Tidak Berisiko
23	0,0049	2	350	73,69	67	365	0,000345	0,005	0,0689	Tidak Berisiko
24	0,0049	2	350	73,69	70	365	0,000330	0,005	0,0660	Tidak Berisiko
25	0,0049	2	350	73,69	70	365	0,000330	0,005	0,0660	Tidak Berisiko
26	0,0049	2	350	73,69	70	365	0,000330	0,005	0,0660	Tidak Berisiko
27	0,0049	2	350	73,69	74	365	0,000312	0,005	0,0624	Tidak Berisiko
28	0,0049	2	350	73,69	89	365	0,000259	0,005	0,0519	Tidak Berisiko
29	0,0049	2	350	73,69	90	365	0,000256	0,005	0,0513	Tidak Berisiko
30	0,0049	2	350	73,69	91	365	0,000254	0,005	0,0507	Tidak Berisiko

DAMIU B KADMIUM		No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	Dt (Lama Menetap di lokasi Tahun)	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
		1	0,0022	2	350	73,69	40	365	0,000259	0,0005	0,5182	Tidak Berisiko
		2	0,0022	2	350	73,69	41	365	0,000253	0,0005	0,5055	Tidak Berisiko
		3	0,0022	2	350	73,69	43	365	0,000241	0,0005	0,4820	Tidak Berisiko
		4	0,0022	2	350	73,69	43	365	0,000241	0,0005	0,4820	Tidak Berisiko
		5	0,0022	2	350	73,69	45	365	0,000230	0,0005	0,4606	Tidak Berisiko
		6	0,0022	2	350	73,69	45	365	0,000230	0,0005	0,4606	Tidak Berisiko
		7	0,0022	2	350	73,69	45	365	0,000230	0,0005	0,4606	Tidak Berisiko
		8	0,0022	2	350	73,69	45	365	0,000230	0,0005	0,4606	Tidak Berisiko
		9	0,0022	2	350	73,69	46	365	0,000225	0,0005	0,4506	Tidak Berisiko
		10	0,0022	2	350	73,69	47	365	0,000221	0,0005	0,4410	Tidak Berisiko
		11	0,0022	2	350	73,69	48	365	0,000216	0,0005	0,4318	Tidak Berisiko
		12	0,0022	2	350	73,69	50	365	0,000207	0,0005	0,4145	Tidak Berisiko
		13	0,0022	2	350	73,69	50	365	0,000207	0,0005	0,4145	Tidak Berisiko
		14	0,0022	2	350	73,69	50	365	0,000207	0,0005	0,4145	Tidak Berisiko
		15	0,0022	2	350	73,69	50	365	0,000207	0,0005	0,4145	Tidak Berisiko
		16	0,0022	2	350	73,69	52	365	0,000199	0,0005	0,3986	Tidak Berisiko
		17	0,0022	2	350	73,69	52	365	0,000199	0,0005	0,3986	Tidak Berisiko
		18	0,0022	2	350	73,69	52	365	0,000199	0,0005	0,3986	Tidak Berisiko
		19	0,0022	2	350	73,69	53	365	0,000196	0,0005	0,3911	Tidak Berisiko
		20	0,0022	2	350	73,69	56	365	0,000185	0,0005	0,3701	Tidak Berisiko
		21	0,0022	2	350	73,69	58	365	0,000179	0,0005	0,3574	Tidak Berisiko
		22	0,0022	2	350	73,69	58	365	0,000179	0,0005	0,3574	Tidak Berisiko
		23	0,0022	2	350	73,69	58	365	0,000179	0,0005	0,3574	Tidak Berisiko
		24	0,0022	2	350	73,69	58	365	0,000179	0,0005	0,3574	Tidak Berisiko
		25	0,0022	2	350	73,69	60	365	0,000173	0,0005	0,3455	Tidak Berisiko
		26	0,0022	2	350	73,69	60	365	0,000173	0,0005	0,3455	Tidak Berisiko
		27	0,0022	2	350	73,69	65	365	0,000159	0,0005	0,3189	Tidak Berisiko
		28	0,0022	2	350	73,69	70	365	0,000148	0,0005	0,2961	Tidak Berisiko
		29	0,0022	2	350	73,69	75	365	0,000138	0,0005	0,2764	Tidak Berisiko
		30	0,0022	2	350	73,69	75	365	0,000138	0,0005	0,2764	Tidak Berisiko

DAMIU B	No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	Dt (Lama Menetap di lokasi) Tahun	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
ARSENİK	1	0,0037	2	350	73,69	40	365	0,000436	0,0003	1,4525	Berisiko
	2	0,0037	2	350	73,69	41	365	0,000425	0,0003	1,4171	Berisiko
	3	0,0037	2	350	73,69	43	365	0,000405	0,0003	1,3512	Berisiko
	4	0,0037	2	350	73,69	43	365	0,000405	0,0003	1,3512	Berisiko
	5	0,0037	2	350	73,69	45	365	0,000387	0,0003	1,2911	Berisiko
	6	0,0037	2	350	73,69	45	365	0,000387	0,0003	1,2911	Berisiko
	7	0,0037	2	350	73,69	45	365	0,000387	0,0003	1,2911	Berisiko
	8	0,0037	2	350	73,69	45	365	0,000387	0,0003	1,2911	Berisiko
	9	0,0037	2	350	73,69	46	365	0,000379	0,0003	1,2630	Berisiko
	10	0,0037	2	350	73,69	47	365	0,000371	0,0003	1,2362	Berisiko
	11	0,0037	2	350	73,69	48	365	0,000363	0,0003	1,2104	Berisiko
	12	0,0037	2	350	73,69	50	365	0,000349	0,0003	1,1620	Berisiko
	13	0,0037	2	350	73,69	50	365	0,000349	0,0003	1,1620	Berisiko
	14	0,0037	2	350	73,69	50	365	0,000349	0,0003	1,1620	Berisiko
	15	0,0037	2	350	73,69	50	365	0,000349	0,0003	1,1620	Berisiko
	16	0,0037	2	350	73,69	52	365	0,000335	0,0003	1,1173	Berisiko
	17	0,0037	2	350	73,69	52	365	0,000335	0,0003	1,1173	Berisiko
	18	0,0037	2	350	73,69	52	365	0,000335	0,0003	1,1173	Berisiko
	19	0,0037	2	350	73,69	53	365	0,000329	0,0003	1,0962	Berisiko
	20	0,0037	2	350	73,69	56	365	0,000311	0,0003	1,0375	Berisiko
	21	0,0037	2	350	73,69	58	365	0,000301	0,0003	1,0017	Berisiko
	22	0,0037	2	350	73,69	58	365	0,000301	0,0003	1,0017	Berisiko
	23	0,0037	2	350	73,69	58	365	0,000301	0,0003	1,0017	Berisiko
	24	0,0037	2	350	73,69	58	365	0,000301	0,0003	1,0017	Berisiko
	25	0,0037	2	350	73,69	60	365	0,000290	0,0003	0,9683	Tidak Berisiko
	26	0,0037	2	350	73,69	60	365	0,000290	0,0003	0,9683	Tidak Berisiko
	27	0,0037	2	350	73,69	65	365	0,000268	0,0003	0,8938	Tidak Berisiko
	28	0,0037	2	350	73,69	70	365	0,000249	0,0003	0,8300	Tidak Berisiko
	29	0,0037	2	350	73,69	75	365	0,000232	0,0003	0,7747	Tidak Berisiko
	30	0,0037	2	350	73,69	75	365	0,000232	0,0003	0,7747	Tidak Berisiko

DAMIU B	No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	Dt (Lama Menetap di lokasi Tahun)	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori
SELENIUM	1	0,0014	2	350	73,69	40	365	0,000165	0,005	0,0330	Tidak Berisiko
	2	0,0014	2	350	73,69	41	365	0,000161	0,005	0,0322	Tidak Berisiko
	3	0,0014	2	350	73,69	43	365	0,000153	0,005	0,0307	Tidak Berisiko
	4	0,0014	2	350	73,69	43	365	0,000153	0,005	0,0307	Tidak Berisiko
	5	0,0014	2	350	73,69	45	365	0,000147	0,005	0,0293	Tidak Berisiko
	6	0,0014	2	350	73,69	45	365	0,000147	0,005	0,0293	Tidak Berisiko
	7	0,0014	2	350	73,69	45	365	0,000147	0,005	0,0293	Tidak Berisiko
	8	0,0014	2	350	73,69	45	365	0,000147	0,005	0,0293	Tidak Berisiko
	9	0,0014	2	350	73,69	46	365	0,000143	0,005	0,0287	Tidak Berisiko
	10	0,0014	2	350	73,69	47	365	0,000140	0,005	0,0281	Tidak Berisiko
	11	0,0014	2	350	73,69	48	365	0,000137	0,005	0,0275	Tidak Berisiko
	12	0,0014	2	350	73,69	50	365	0,000132	0,005	0,0264	Tidak Berisiko
	13	0,0014	2	350	73,69	50	365	0,000132	0,005	0,0264	Tidak Berisiko
	14	0,0014	2	350	73,69	50	365	0,000132	0,005	0,0264	Tidak Berisiko
	15	0,0014	2	350	73,69	50	365	0,000132	0,005	0,0264	Tidak Berisiko
	16	0,0014	2	350	73,69	52	365	0,000127	0,005	0,0254	Tidak Berisiko
	17	0,0014	2	350	73,69	52	365	0,000127	0,005	0,0254	Tidak Berisiko
	18	0,0014	2	350	73,69	52	365	0,000127	0,005	0,0254	Tidak Berisiko
	19	0,0014	2	350	73,69	53	365	0,000124	0,005	0,0249	Tidak Berisiko
	20	0,0014	2	350	73,69	56	365	0,000118	0,005	0,0236	Tidak Berisiko
	21	0,0014	2	350	73,69	58	365	0,000114	0,005	0,0227	Tidak Berisiko
	22	0,0014	2	350	73,69	58	365	0,000114	0,005	0,0227	Tidak Berisiko
	23	0,0014	2	350	73,69	58	365	0,000114	0,005	0,0227	Tidak Berisiko
	24	0,0014	2	350	73,69	58	365	0,000114	0,005	0,0227	Tidak Berisiko
	25	0,0014	2	350	73,69	60	365	0,000110	0,005	0,0220	Tidak Berisiko
	26	0,0014	2	350	73,69	60	365	0,000110	0,005	0,0220	Tidak Berisiko
	27	0,0014	2	350	73,69	65	365	0,000101	0,005	0,0203	Tidak Berisiko
	28	0,0014	2	350	73,69	70	365	0,000094	0,005	0,0188	Tidak Berisiko
	29	0,0014	2	350	73,69	75	365	0,000088	0,005	0,0176	Tidak Berisiko
	30	0,0014	2	350	73,69	75	365	0,000088	0,005	0,0176	Tidak Berisiko

Perhitungan Cnk, dan Rnk Lifetime Logam As

No	C (Mg/L)	R (L/h)	FE (Hari/Tahun)	Dt Tahun	WB (kg)	TAVG (Hari)	INTAKE (mg/kg.hari)	RFD (mg/kg/day)	RQ	Kategori	Cnk (aman) (mg/L)	Rnk (aman) (L/h)
1	0,0037	2	350	73,69	40	365	0,000436	0,0003	1,4525	Berisiko	0,0025	1,3769
2	0,0037	2	350	73,69	41	365	0,000425	0,0003	1,4171	Berisiko	0,0026	1,4114
3	0,0037	2	350	73,69	43	365	0,000405	0,0003	1,3512	Berisiko	0,0027	1,4802
4	0,0037	2	350	73,69	43	365	0,000405	0,0003	1,3512	Berisiko	0,0027	1,4802
5	0,0037	2	350	73,69	45	365	0,000387	0,0003	1,2911	Berisiko	0,0029	1,5491
6	0,0037	2	350	73,69	45	365	0,000387	0,0003	1,2911	Berisiko	0,0029	1,5491
7	0,0037	2	350	73,69	45	365	0,000387	0,0003	1,2911	Berisiko	0,0029	1,5491
8	0,0037	2	350	73,69	45	365	0,000387	0,0003	1,2911	Berisiko	0,0029	1,5491
9	0,0037	2	350	73,69	46	365	0,000379	0,0003	1,2630	Berisiko	0,0029	1,5835
10	0,0037	2	350	73,69	47	365	0,000371	0,0003	1,2362	Berisiko	0,0030	1,6179
11	0,0037	2	350	73,69	48	365	0,000363	0,0003	1,2104	Berisiko	0,0031	1,6523
12	0,0037	2	350	73,69	50	365	0,000349	0,0003	1,1620	Berisiko	0,0032	1,7212
13	0,0037	2	350	73,69	50	365	0,000349	0,0003	1,1620	Berisiko	0,0032	1,7212
14	0,0037	2	350	73,69	50	365	0,000349	0,0003	1,1620	Berisiko	0,0032	1,7212
15	0,0037	2	350	73,69	50	365	0,000349	0,0003	1,1620	Berisiko	0,0032	1,7212
16	0,0037	2	350	73,69	52	365	0,000335	0,0003	1,1173	Berisiko	0,0033	1,7900
17	0,0037	2	350	73,69	52	365	0,000335	0,0003	1,1173	Berisiko	0,0033	1,7900
18	0,0037	2	350	73,69	52	365	0,000335	0,0003	1,1173	Berisiko	0,0033	1,7900
19	0,0037	2	350	73,69	53	365	0,000329	0,0003	1,0962	Berisiko	0,0034	1,8245
20	0,0037	2	350	73,69	56	365	0,000311	0,0003	1,0375	Berisiko	0,0036	1,9277
21	0,0037	2	350	73,69	58	365	0,000301	0,0003	1,0017	Berisiko	0,0037	1,9966
22	0,0037	2	350	73,69	58	365	0,000301	0,0003	1,0017	Berisiko	0,0037	1,9966
23	0,0037	2	350	73,69	58	365	0,000301	0,0003	1,0017	Berisiko	0,0037	1,9966
24	0,0037	2	350	73,69	58	365	0,000301	0,0003	1,0017	Berisiko	0,0037	1,9966
25	0,0037	2	350	73,69	60	365	0,000290	0,0003	0,9683	Tidak Berisiko		
26	0,0037	2	350	73,69	60	365	0,000290	0,0003	0,9683	Tidak Berisiko		
27	0,0037	2	350	73,69	65	365	0,000268	0,0003	0,8938	Tidak Berisiko		
28	0,0037	2	350	73,69	70	365	0,000249	0,0003	0,8300	Tidak Berisiko		
29	0,0037	2	350	73,69	75	365	0,000232	0,0003	0,7747	Tidak Berisiko		
30	0,0037	2	350	73,69	75	365	0,000232	0,0003	0,7747	Tidak Berisiko		

LAMPIRAN B.3 Contoh Perhitungan Intake, RQ, Cnk, dan Rnk

Contoh Perhitungan *Intake* (Ink) Jalur Oral *realtime*

1. DAMIU A

Cd

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

$$I_{nk} = \frac{0,0024 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 7 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$

$$I_{nk} = 0,000020 \frac{mg}{kg/hari}$$

As

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

$$I_{nk} = \frac{0,0020 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 7 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$

$$I_{nk} = 0,000016 \frac{mg}{kg/hari}$$

Se

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

$$I_{nk} = \frac{0,0049 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 7 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$

$$I_{nk} = 0,000040 \frac{mg}{kg/hari}$$

2. DAMIU B

Cd

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

$$I_{nk} = \frac{0,0022 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 2 \text{ tahun}}{43 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$

$$I_{nk} = 0,000007 \frac{mg}{kg/hari}$$

As

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

$$I_{nk} = \frac{0,0037 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 2 \text{ tahun}}{43 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$

$$I_{nk} = 0,000011 \frac{mg}{kg/hari}$$

Se

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

$$I_{nk} = \frac{0,0014 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 2 \text{ tahun}}{43 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$

$$I_{nk} = 0,000004 \frac{mg}{kg/hari}$$

Contoh Perhitungan RQ Jalur Oral *realtime*

Persamaan 2.2

$$RQ = \frac{I}{Rfd}$$

1. DAMIU A

Cd

$$R = \frac{0,000020}{0,0005} = 0,0391 \leq 1$$

As

$$R = \frac{0,000016}{0,0003} = 0,0542 \leq 1$$

Se

$$R = \frac{0,000040}{0,005} = 0,0080 \leq 1$$

2. DAMIU B

Cd

$$R = \frac{0,000007}{0,0005} = 0,0131 \leq 1$$

As

$$R = \frac{0,000011}{0,0003} = 0,0367 \leq 1$$

Se

$$R = \frac{0,000004}{0,005} = 0,0008 \leq 1$$

Contoh Perhitungan *Intake (Ink)* Jalur Oral *lifetime*

3. DAMIU A

Cd

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$
$$I_{nk} = \frac{0,0024 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 73,69 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$
$$I_{nk} = 0,000206 \frac{mg}{kg/hari}$$

As

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$
$$I_{nk} = \frac{0,0020 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 73,69 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$
$$I_{nk} = 0,000171 \frac{mg}{kg/hari}$$

Se

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$
$$I_{nk} = \frac{0,0049 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 73,69 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$
$$I_{nk} = 0,000420 \frac{mg}{kg/hari}$$

4. DAMIU B

Cd

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$
$$I_{nk} = \frac{0,0022 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 73,69 \text{ tahun}}{43 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$
$$I_{nk} = 0,000241 \frac{mg}{kg/hari}$$

As

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$
$$I_{nk} = \frac{0,0037 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 73,69 \text{ tahun}}{43 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$
$$I_{nk} = 0,000405 \frac{mg}{kg/hari}$$

Se

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$
$$I_{nk} = \frac{0,0014 \frac{mg}{L} \times 2 \frac{L}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 73,69 \text{ tahun}}{43 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$
$$I_{nk} = 0,000153 \frac{mg}{kg/hari}$$

Contoh Perhitungan RQ Jalur Oral *lifetime*

Persamaan 2.2

$$RQ = \frac{I}{Rfd}$$

3. DAMIU A

Cd

$$R = \frac{0,000206}{0,0005} = 0,4111 \leq 1$$

As

$$R = \frac{0,000171}{0,0003} = 0,5710 \leq 1$$

Se

$$R = \frac{0,000420}{0,005} = 0,0839 \leq 1$$

4. DAMIU B

Cd

$$R = \frac{0,000241}{0,0005} = 0,4820 \leq 1$$

As

$$R = \frac{0,000405}{0,0003} = 1,3512 > 1$$

Se

$$R = \frac{0,000153}{0,005} = 0,0307 \leq 1$$

Contoh Perhitungan C_{nk} dan R_{nk} Logam As

Perhitungan C_{nk}

Persamaan 2.3 :

$$C_{nk(aman)} = \frac{RfD \times W_b \times t_{avg}}{R \times f_E \times D_t}$$
$$C_{nk(aman)} = \frac{0,0003 \frac{mg}{kg} \cdot hari \times 43 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari/tahun}}{2 \frac{L}{h} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 73,69 \text{ tahun}}$$
$$C_{nk(aman)} = 0,0027 \text{ mg/L}$$

Perhitungan R_{nk}

Persamaan 2.4

$$R_{nk(aman)} = \frac{RfD \times W_b \times t_{avg}}{C \times f_E \times D_t}$$
$$R_{nk(aman)} = \frac{0,0037 \frac{mg}{kg} \cdot hari \times 56 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari/tahun}}{0,0041 \frac{mg}{L} \times \frac{350 \text{ hari}}{\text{tahun}} \times 73,69 \text{ tahun}}$$
$$R_{nk(aman)} = 1,4802 \text{ L/h}$$

LAMPIRAN C
(Instrument Penelitian)

LAMPIRAN C.1

KUESIONER PENELITIAN

A. Inform Concern:

- Judul Penelitian : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan akibat Paparan Logam Berat Pada Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Pauh, Kota Padang.
- Peneliti : Nurhanisah
- Jurusan : Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.
- Deskripsi Studi : Tujuan akhir dari studi ini adalah untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan akibat paparan logam berat pada AMIU di Kecamatan Pauh, Kota Padang.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis konsentrasi logam berat yang terdapat dalam AMIU.
2. Menganalisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) akibat paparan logam berat pada AMIU di Kecamatan Pauh;
3. Mengidentifikasi pengelolaan risiko yang dapat dilakukan guna menjaga kesehatan konsumen AMIU.

Jika Bpk/Ibu/Sdr setuju untuk berpartisipasi dalam penelitian ini, Bpk/Ibu/Sdr akan diminta untuk menjawab beberapa pertanyaan mengenai Air Minum Isi Ulang (AMIU), Logam Berat, dan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Diperlukan waktu sekitar 10 menit untuk menyelesaikan survei.

Risiko dan Manfaat:

Tidak ada risiko yang dapat diperkirakan (atau diharapkan) secara wajar.

Kerahasiaan:

Studi ini anonim. Kami tidak akan mengumpulkan atau menyimpan informasi apa pun tentang identitas Bpk/Ibu/Sdr (misalnya nama dan alamat rumah). Semua informasi akan dilindungi dengan baik. Kami tidak akan memasukkan informasi apa pun dalam laporan apa pun yang akan kami terbitkan yang memungkinkan untuk mengidentifikasi Bpk/Ibu/Sdr.

Hak Bpk/Ibu/Sdr:

Keputusan untuk berpartisipasi dalam penelitian ini sepenuhnya dikembalikan kepada Bpk/Ibu/Sdr. Bpk/Ibu/Sdr berhak untuk mengajukan pertanyaan dan meminta jawaban atas pertanyaan tentang penelitian ini sebelum, selama, atau setelah penelitian. Jika Bpk/Ibu/Sdr memiliki pertanyaan atau kekhawatiran mengenai penelitian ini Bpk/Ibu/Sdr dapat menghubungi nomor berikut 0822-8781-7312.

Persetujuan untuk berpartisipasi dalam penelitian:

1. Ya, saya memahami penelitian ini dan setuju untuk berpartisipasi

2. Tidak, saya memilih untuk tidak berpartisipasi

B. DATA UMUM

- a. Responden :
- b. Lokasi Tempat Tinggal :
- c. Jenis Kelamin : Laki-Laki Perempuan
- d. Umur :
- e. Pekerjaan : PNS
 Ibu Rumah Tangga
 Pelajar/Mahasiswa
 Pedagang
 Karyawan Swasta
 Lainnya,

C. DATA KARAKTERISTIK RESPONDEN

- a. Berat Badan :
- b. Lama mengonsumsi AMIU/Air Galon :

D. DATA KESEHATAN

- a. Riwayat Penyakit : Ada =
 Tidak Ada
- b. Lama Mengidap Penyakit : < 1 Tahun
 > 1 Tahun

E. KUESIONER KONSUMEN

a. Kuesioner Air Minum isi Ulang dan ARKL

No.	Parameter	Kriteria	Skor				
			1 (Tidak Pernah)	2 (Jarang)	3 (Kadang-Kadang)	4 (Sering)	5 (Selalu)
1	Air Minum Isi Ulang (AMIU/Air Galon)	Apakah Bapak/Ibu/Sdr selalu mengonsumsi air galon yang berasal dari depot ini?					
		Apakah air galon yang Bapak/Ibu/Sdr konsumsi memiliki rasa yang tawar?					
		Apakah air galon yang Bapak/Ibu/Sdr konsumsi tidak memiliki warna?					
		Apakah galon yang Bapak/Ibu/Sdr terima dalam keadaan bersih?					

No.	Parameter	Kriteria	Skor				
			1 (Tidak Pernah)	2 (Jarang)	3 (Kadang-Kadang)	4 (Sering)	5 (Selalu)
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr menggunakan dispenser untuk air galon?					
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr menggunakan pompa galon elektrik?					
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr menggunakan galon berkeran?					
		Apakah galon diantarkan langsung kerumah Bapak/Ibu/Sdr?					
		Apakah Bpk/Ibu/Sdr membeli air galon yang sudah memenuhi syarat dan dilengkapi stiker memenuhi syarat nya?					
2	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Kadmium:					
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr mengalami mual dan diare setelah mengkonsumsi air galon?					
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr mengalami gangguan sakit kepala setelah mengkonsumsi air galon?					
		Apakah sesak napas Bapak/Ibu disertai dengan nyeri dada?					
		Apakah Bapak/Ibu mengalami hipertensi (tekanan darah tinggi)?					
		Arsen:					
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr pernah muntah setelah mengkonsumsi air galon?					
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr pernah merasakan detak jantung tidak normal?					
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr pernah merasakan diare atau sakit perut setelah mengkonsumsi air galon?					
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr pernah merasakan mati rasa atau kram otot?					
		Selenium:					
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr mengalami kerontokan yang parah?					

No.	Parameter	Kriteria	Skor				
			1 (Tidak Pernah)	2 (Jarang)	3 (Kadang-Kadang)	4 (Sering)	5 (Selalu)
		Apakah kulit Bapak/Ibu/Sdr mengalami kemerahan dan melepuh?					
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr sering mengalami gemetar (tremor) pada bagian tangan atau kaki?					
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr sering mengalami nyeri otot?					

b. Kuesioner Logam Berat

No.	Parameter	Kriteria	Skor	
			1 (Ya)	2 (Tidak)
1	Logam Berat	Apakah Bapak/Ibu/Sdr mengetahui apa itu logam berat (Kadmium, Arsen, dan Selenium)?		
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr mengetahui logam berat (Kadmium, Arsen, dan Selenium) dapat mencemari air minum?		
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr mengetahui ciri-ciri air minum yang mengandung logam berat (Kadmium, Arsen, dan Selenium)?		
		Apakah Bapak/Ibu/Sdr mengetahui bahwa logam berat (Kadmium, Arsen, dan Selenium) dapat masuk ke dalam tubuh melalui air minum?		

Kuesioner Sanitasi Depot Air Minum Isi Ulang

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
I. Tempat			
1.	Lokasi bebas dari pencemaran dan penularan penyakit		
2.	Bangunan kuat, aman, mudah dibersihkan dan mudah pemeliharaannya		
3.	Lantai kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, dan mudah dibersihkan, serta kemiringan cukup landai		
4.	Dinding kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, dan mudah dibersihkan, serta warna yang terang dan cerah		
5.	Atap dan langit-langit harus kuat, anti tikus, mudah dibersihkan, tidak menyerap debu, permukaan rata, dan berwarna terang, serta mempunyai ketinggian cukup		
6.	Tata ruang terdiri atas ruang proses pengolahan, penyimpanan, pembagian/penyediaan, dan ruang tunggu pengunjung/konsumen		
7.	Pencahayaan cukup terang untuk bekerja, tidak menyilaukan dan tersebar secara merata		
8.	Ventilasi menjamin peredaran/pertukaran udara dengan baik		
9.	Kelembaban udara dapat memberikan mendukung kenyamanan dalam melakukan pekerjaan/aktivitas		
10.	Memiliki akses kamar mandi dan jamban		
11.	Terdapat saluran pembuangan air limbah yang alirannya lancar dan tertutup		
12.	Terdapat tempat sampah yang tertutup		
13.	Terdapat tempat cuci tangan yang dilengkapi air mengalir dan sabun		
14.	Bebas dari tikus, lalat dan kecoa		
II. Peralatan			
15.	Peralatan yang digunakan terbuat dari bahan tara pangan		
16.	Mikrofilter dan peralatan desinfeksi masih dalam masa pakai/tidak kadaluarsa		
17.	Tandon air baku harus tertutup dan terlindung		
18.	Wadah/botol galon sebelum pengisian dilakukan pembersihan		
19.	Wadah/galon yang telah diisi air minum harus langsung diberikan kepada konsumen dan tidak boleh disimpan pada DAM lebih dari 1x24 jam		
20.	Melakukan sistem pencucian terbalik (back washing) secara berkala mengganti tabung macro filter		
21.	Terdapat lebih dari satu mikro filter (μ) dengan ukuran berjenjang		
22.	Terdapat peralatan sterilisasi, berupa ultra violet dan atau ozonisasi dan atau peralatan disinfeksi lainnya yang berfungsi dan digunakan secara benar		
23.	Ada fasilitas pencucian dan pembilasan botol (galon)		
24.	Ada fasilitas pengisian botol (galon) dalam ruangan tertutup		
25.	Tersedia tutup botol baru yang bersih		
III. Penjamah			
26.	Sehat dan bebas dari penyakit menular		
27.	Tidak menjadi pembawa kuman penyakit		
28.	Berperilaku higiene dan sanitasi setiap melayani konsumen		
29.	Selalui mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir setiap melayani konsumen		
30.	Menggunakan pakaian kerja yang bersih dan rapi		

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
31.	Melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala minimal 1 (satu) kali dalam setahun		
32.	Operator/penanggung jawab/pemilik memiliki sertifikat telah mengikuti kursus higiene sanitasi depot air minum		
IV. Air Baku dan Air Minum			
33.	Bahan baku memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi dan kimia standar		
34.	Pengangkutan air baku memiliki surat jaminan pasok air baku		
35.	Kendaraan tangki air terbuat dari bahan yang tidak dapat melepaskan zat-zat beracun ke dalam air/harus tara pangan		
36.	Ada bukti tertulis/sertifikat sumber air		
37.	Pengangkutan air baku paling lama 12 jam sampai ke depot air minum dan selama perjalanan dilakukan desinfeksi		
38.	Kualitas Air minum yang dihasilkan memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi dan kimia standar yang sesuai standar baku mutu atau persyaratan kualitas air minum		

Sumber: PERMENKES No. 43 Tahun 2014

LAMPIRAN C.2 UJI VALIDASI DENGAN EXPERT

TUGAS AKHIR

**Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Logam Berat Pada
Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Pauh, Kota Padang**

*Tugas Akhir Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas*



Oleh:

Nurhanisah

1810942029

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2022

PENDAHULUAN

Kualitas air minum harus lebih baik dibandingkan dengan kualitas air lainnya. Hal ini dikarenakan air minum akan masuk ke dalam tubuh manusia yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Harsojo dan Darsono, 2014). Seiring perkembangan zaman tingkat kesadaran masyarakat akan kebutuhan air minum yang memenuhi standar kesehatan semakin tinggi (Ma'arif, 2017). Tingginya permintaan masyarakat akan kebutuhan air minum, dan mahalnnya harga Air Minum Dalam Kemasan (AMDK), masyarakat di daerah perkotaan memiliki pilihan lain yaitu dengan membeli Air Minum Isi Ulang (AMIU) yang saat ini telah berkembang pesat di seluruh wilayah di Indonesia (Rusidah, 2021). Semakin majunya teknologi dan meningkatnya aktivitas sehari-hari, AMIU dapat dijadikan salah satu langkah praktis yang dapat dilakukan masyarakat khususnya oleh masyarakat perkotaan dalam rangka pemenuhan kebutuhan air minum (Ma'arif, 2017). Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Padang (2021) masih banyak DAMIU yang belum memenuhi persyaratan kesehatan yaitu persyaratan fisik, biologis, kimiawi, dan radioaktif dari total 786 DAMIU yang ada di Kota Padang. Salah satunya terdapat di Kecamatan Pauh yaitu sebanyak 24 DAMIU masih belum memenuhi persyaratan kesehatan dari total 69 DAMIU yang ada di kecamatan tersebut (Dinkes Padang, 2020).

Dalam penelitian Ismayanti dkk. (2019) menganalisis tentang logam besi, krom, kadmium, dan timbal dalam AMIU yang dilakukan di sekitar kampus Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta mendapatkan hasil bahwa parameter kadmium, timbal, dan besi tidak memenuhi baku mutu kualitas air minum. Pada penelitian Margareta (2019) juga menjelaskan bahwa Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Cd, dan Hg) pada AMIU di Kota Malang tidak memenuhi baku mutu. Kontaminasi logam berat terhadap air minum lainnya juga ditemukan pada penelitian Hidayah dkk. (2021) mengenai Analisis Kandungan Logam Berat pada AMIU Depot Air Minum (DAM) di Kecamatan Tangen yang juga melewati baku mutu. Hal ini menunjukkan bahwa adanya kandungan logam pada AMIU yang menyebabkan kualitas AMIU masih kurang baik.

Kandungan logam berat dalam AMIU dapat disebabkan oleh sumber air yang digunakan telah mengandung logam berat, kurang baiknya pengolahan air minum yang dilakukan oleh pengelola depot AMIU terkait waktu penggantian *filter* dan jenis *filter* yang digunakan. Selain itu, penggunaan logam berat untuk melapisi perpipaan serta penggunaan pipa untuk proses pengaliran air juga dapat menyebabkan adanya kandungan logam berat pada AMIU (Amelia

dan Rahmi, 2017). Kontaminasi logam berat pada AMIU sangat mungkin terjadi. Logam berat yang masuk pada sistem metabolisme dalam jumlah banyak akan menimbulkan bahaya bagi tubuh manusia. Logam berat pada tubuh manusia akan menghambat kerja enzim pembentukan Hemoglobin (Hb) (WHO, 2011). Logam berat apabila dikonsumsi dapat mengakibatkan gejala sakit kepala, mudah marah, sakit perut, dan gejala lainnya terkait dengan sistem saraf. Seseorang yang dalam waktu lama terpapar logam berat maka dapat mengakibatkan kehilangan daya ingatnya dan gangguan sintesis hemoglobin (Irianti, 2017). Oleh karena itu, untuk mengestimasi risiko kesehatan manusia akibat paparan logam berat maka perlu adanya Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk melihat potensi besarnya risiko yang diawali dengan menggambarkan masalah lingkungan yang telah diketahui dan melibatkan penetapan risiko pada kesehatan manusia yang berkaitan dengan masalah lingkungan yang berkaitan (Dirjen PP dan PL Kemenkes, 2012). Berdasarkan uraian diatas, penting untuk dilakukannya penelitian mengenai analisis risiko kesehatan lingkungan akibat paparan logam berat pada AMIU di Kecamatan Pauh, Kota Padang. Pada Penelitian ini data diperoleh dengan cara melakukan analisis terhadap sampel dari DAMIU dan melakukan observasi serta wawancara terhadap pemilik DAMIU dan konsumen AMIU di Kecamatan Pauh, Kota Padang.

LEMBAR VALIDASI
FORM PENILAIAN KUALITAS AMIU OLEH KONSUMEN DAMIU
DI KECAMATAN KOTO TANGAH KOTA PADANG

Nama : Nurhanisah
No BP : 1810942029
Judul Penelitian : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Logam Berat Pada Air Minum Isi Ulang (AMIU) Di Kecamatan Pauh, Kota Padang.
Nama Validator : Putri Nilam Sari, SKM, M.Kes

Petunjuk :

- a. Bapak /Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberi angka pada kolom skor penilaian yang tersedia. Deskripsi penilaian memiliki skor sebagai berikut:
1 = Untuk Nilai Terendah (Tidak Relevan)
2 = Untuk Nilai Tengah (Kurang Relevan)
3 = Untuk Nilai Tengah (Cukup Relevan)
4 = Untuk Nilai Tertinggi (Relevan)
- b. Bapak /Ibu dimohon memberikan komentar dan saran pada kolom yang telah disediakan apabila diperlukan revisi terhadap form penilaian kualitas amiu oleh konsumen damiu di kecamatan koto tengah kota padang.

Validasi kesesuaian isi dengan penggunaan bahasa

No	Aspek yang divalidasi	Penilaian (Skor 1-4)	Keterangan
1	Penafsiran terhadap bahasa yang digunakan	3	
2	Kelugasan dan kejelasan bahasa	4	
3	Generalisasi dalam bahasa yang digunakan	3	
4	Penggunaan kata-kata yang subyektif	3	
5	Susunan dalam bahasa kalimat	4	
6	Format penulisan	3	
	Total Skor	20	

Deskripsi penilaian memiliki skor sebagai berikut:

1 = Untuk Nilai Terendah (Sangat Kurang)

2 = Untuk Nilai Tengah (Kurang)

3 = Untuk Nilai Tengah (Cukup)

4 = Untuk Nilai Tertinggi (Baik)

Komentar dan Saran:

- Keterangan 'tidak relevan - relevan' untuk menafsirkan hasil skor '1-4' pada kuesioner yang akan dijawab responden sebaiknya disesuaikan dengan pertanyaan.

Contohnya, akan terdapat kejanggalan jika pertanyaan:

Apakah anda selalu mengkonsumsi AMIU yang berasal dari depot ini? Jawaban 'relevan' akan terdengar rancu, seharusnya 'selalu'.

Skala jawaban untuk aspek **Air Minum Isi Ulang (AMIU)** dan **ARKL** sebaiknya diganti dengan: tidak pernah (1), jarang (2), sering (3), selalu (4). Untuk memudahkan responden, dapat dibuat 4 kolom di samping pertanyaan agar responden dapat mencentang salah satu skor.

- Kalimat pertanyaan pada aspek **Logam Berat** sudah baik, tetapi kurang sesuai jika dijawab dengan skala likert. Opsi jawaban sebaiknya 'Ya/Tidak' karena yang ditanyakan adalah aspek pengetahuan responden pada saat penelitian dilakukan. Jika ingin menggunakan skala likert sebaiknya kalimat pertanyaan dimodifikasi.

- Pertanyaan aspek **logam berat** nomor **1** sebaiknya dimodifikasi agar tidak tendensius menyatakan logam berat terkandung dalam AMIU. Terdapat kecenderungan responden akan memiliki persepsi bahwa air yang mereka konsumsi juga mengandung logam berat saat membaca pertanyaan pada kuesioner.
- Sebaiknya pertanyaan menggunakan kata 'Bapak/Ibu/Sdr' dibandingkan menggunakan 'anda'

Padang, 30 Juli 2022

Validator,



(Putri Nilam Sari, SKM, M.Kes)

1. Validasi kesesuaian parameter dengan tujuan penelitian

No.	Aspek yang divalidasi	Skor (1-4)
1	Air Minum Isi Ulang (AMIU)	4
2	Logam Berat	3
3	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	3

Deskripsi penilaian memiliki skor sebagai berikut:

1 = Untuk Nilai Terendah (Tidak Relevan)

2 = Untuk Nilai Tengah (Kurang Relevan)

3 = Untuk Nilai Tengah (Cukup Relevan)

4 = Untuk Nilai Tertinggi (Relevan)

2. Validasi kesesuaian kriteria penilaian dengan parameter

A. DATA UMUM

- a. Responden :
- b. Lokasi Tempat Tinggal :
- c. Jenis Kelamin : Laki-Laki Perempuan
- d. Umur :
- e. Pekerjaan : PNS
 Ibu Rumah Tangga
 Pelajar/Mahasiswa
 Pedagang
 Karyawan Swasta
 Lainnya,

B. DATA KARAKTERISTIK RESPONDEN

- a. Berat Badan :
- b. Lama mengonsumsi AMIU :

C. DATA KESEHATAN

- a. Riwayat Penyakit : Ada =
 Tidak Ada
- b. Lama Mengidap Penyakit : < 1 Tahun
 > 1 Tahun

D. KUESIONER KONSUMEN

No.	Parameter	Kriteria	Skor (1-4)
1	Air Minum Isi Ulang (AMIU)	Apakah anda selalu mengkonsumsi AMIU yang berasal dari depot ini?	4
		Apakah galon AMIU ada perubahan warna atau rasa jika berhari-hari digunakan?	3
		Apakah anda mengetahui proses pengolahan AMIU?	4
		Apakah galon yang anda terima dalam keadaan bersih?	4
		Apakah anda menggunakan dispenser untuk AMIU?	4
		Apakah anda menggunakan pompa galon elektrik?	4
		Apakah anda menggunakan galon berkeran?	4
		Apakah galon diantarkan langsung kerumah anda?	4
		Apakah anda mengantarkan sendiri galon yang akan diisi air ke DAMIU?	4
2	Logam Berat	Apakah anda mengetahui adanya kandungan logam berat pada AMIU?	2
		Apakah anda mengetahui ciri-ciri AMIU yang mengandung logam berat?	4
		Apakah anda mengetahui bahwa logam berat dapat masuk ke dalam tubuh melalui AMIU?	4
3	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda merasakan sakit perut?	3
		Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda mengalami diare?	3
		Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda merasakan sakit kepala?	3
		Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda mengalami muntah-muntah?	3
		Apakah anda sering mengalami kesemutan atau mati rasa atau kebas atau gemetar (tremor) pada bagian tangan atau kaki?	4
		Apakah anda sering mengalami nyeri sendi?	4

Deskripsi penilaian memiliki skor sebagai berikut:

1 = Untuk Nilai Terendah (Tidak Relevan)

2 = Untuk Nilai Tengah (Kurang Relevan)

3 = Untuk Nilai Tengah (Cukup Relevan)

4 = Untuk Nilai Tertinggi (Relevan)

Komentar dan Saran:

- Karena setiap manusia memiliki penyakit yang beragam, pada riwayat penyakit yang ditanyakan di bagian karakteristik responden sebaiknya difokuskan kepada penyakit-penyakit spesifik yang memang disebabkan logam berat.
- Untuk pertanyaan ARKL, perlu di tambah pilihan jawaban yang lebih spesifik mengenai dampak kesehatan konsumsi logam berat pada tubuh. Terutama jika pada fase *identifikasi bahaya* dilakukan pengukuran konsentrasi untuk setiap jenis logam berat, setiap logam berat tersebut akan memberikan dampak kesehatan yang berbeda. Misal: Kelebihan asupan Fe akan menyebabkan gangguan hati, kelebihan asupan Cd menyebabkan gangguan ginjal, kelebihan asupan Mn memberikan dampak pada gangguan saraf.

Padang, 30 Juli 2022

Validator,



(Putri Nilam Sari, SKM, M.Kes)

LEMBAR VALIDASI
FORM PENILAIAN KUALITAS AMIU OLEH KONSUMEN DAMIU
DI KECAMATAN KOTO TANGAH KOTA PADANG

Nama : Nurhanisah
No BP : 1810942029
Judul Penelitian : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Logam Berat
Pada Air Minum Isi Ulang (AMIU) Di Kecamatan Pauh, Kota Padang.
Nama Validator : *KUSRIANI, S.Si*

Petunjuk :

- a. Bapak /Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberi angka pada kolom skor penilaian yang tersedia. Deskripsi penilaian memiliki skor sebagai berikut:
 - 1 = Untuk Nilai Terendah (Tidak Relevan)**
 - 2 = Untuk Nilai Tengah (Kurang Relevan)**
 - 3 = Untuk Nilai Tengah (Cukup Relevan)**
 - 4 = Untuk Nilai Tertinggi (Relevan)**
- b. Bapak /Ibu dimohon memberikan komentar dan saran pada kolom yang telah disediakan apabila diperlukan revisi terhadap form penilaian kualitas AMIU oleh konsumen DAMIU di kecamatan Pauh, kota padang.

Validasi kesesuaian isi dengan penggunaan bahasa

No	Aspek yang divalidasi	Penilaian (Skor 1-4)	Keterangan
1	Penafsiran terhadap bahasa yang digunakan	3	
2	Kelugasan dan kejelasan bahasa	4	
3	Generalisasi dalam bahasa yang digunakan	3	
4	Penggunaan kata-kata yang subyektif	4	
5	Susunan dalam bahasa kalimat	4	
6	Format penulisan	3	
	Total Skor		

Deskripsi penilaian memiliki skor sebagai berikut:

1 = Untuk Nilai Terendah (Sangat Kurang)

2 = Untuk Nilai Tengah (Kurang)

3 = Untuk Nilai Tengah (Cukup)

4 = Untuk Nilai Tertinggi (Baik)

Komentar dan Saran:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

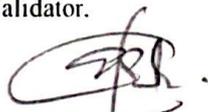
.....

.....

.....

Padang, 18 Agustus 2022

Validator.


(.....
Kuspiani.....)

D. KUESIONER KONSUMEN

No.	Parameter	Kriteria	Skor (1-4)
1	Air Minum Isi Ulang (AMIU)	Apakah anda selalu mengkonsumsi AMIU yang berasal dari depot ini?	4
		Apakah galon AMIU ada perubahan warna atau rasa jika sehari-hari digunakan?	4
		Apakah anda mengetahui proses pengolahan AMIU?	2
		Apakah galon yang anda terima dalam keadaan bersih?	4
		Apakah anda menggunakan dispenser untuk AMIU?	4
		Apakah anda menggunakan pompa galon elektrik?	3
		Apakah anda menggunakan galon berkeran?	4
		Apakah galon diantarkan langsung kerumah anda?	4
		Apakah anda mengantarkan sendiri galon yang akan diisi air ke DAMIU?	4
2	Logam Berat	Apakah anda mengetahui adanya kandungan logam berat pada AMIU?	3
		Apakah anda mengetahui ciri-ciri AMIU yang mengandung logam berat?	4
		Apakah anda mengetahui bahwa logam berat dapat masuk ke dalam tubuh melalui AMIU?	3
3	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda merasakan sakit perut?	4
		Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda mengalami diare?	4
		Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda merasakan sakit kepala?	4
		Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda mengalami muntah-muntah?	4
		Apakah anda sering mengalami kesemutan atau mati rasa atau kebas atau gemetar (tremor) pada bagian tangan atau kaki?	4
		Apakah anda sering mengalami nyeri sendi?	4

Deskripsi penilaian memiliki skor sebagai berikut:

- 1 = Untuk Nilai Terendah (Tidak Relevan)
- 2 = Untuk Nilai Tengah (Kurang Relevan)
- 3 = Untuk Nilai Tengah (Cukup Relevan)
- 4 = Untuk Nilai Tertinggi (Relevan)

Komentar dan Saran:

- u/ pertanyaan kuesioner no.3, kelengkapan pertanyaan berdasarkan logam berat yg akan diteliti
- u/ pertanyaan kuesioner no.2, tambahkan pertanyaan pd responden, apakah responden tau apa itu logam berat & contohnya?
- u/ pertanyaan kuesioner no.1, tambahkan pertanyaan pd responden, apakah bapak/ibu tau kalau depot air minum yg di bapak/ibu membeli air sudah memenuhi syarat & dilengkapi stiker MUI nya?

Padang, 18-8-2022

Validator,



Kustiandi

(.....)

LEMBAR VALIDASI
FORM PENILAIAN KUALITAS AMIU OLEH KONSUMEN DAMIU
DI KECAMATAN KOTO TANGAH KOTA PADANG

Nama : Nurhanisah
No BP : 1810942029
Judul Penelitian : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Logam Berat
Pada Air Minum Isi Ulang (AMIU) Di Kecamatan Pauh, Kota Padang.
Nama Validator : Guswenny

Petunjuk :

- a. Bapak /Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberi angka pada kolom skor penilaian yang tersedia. Deskripsi penilaian memiliki skor sebagai berikut:
 - 1 = Untuk Nilai Terendah (Tidak Relevan)
 - 2 = Untuk Nilai Tengah (Kurang Relevan)
 - 3 = Untuk Nilai Tengah (Cukup Relevan)
 - 4 = Untuk Nilai Tertinggi (Relevan)
- b. Bapak /Ibu dimohon memberikan komentar dan saran pada kolom yang telah disediakan apabila diperlukan revisi terhadap form penilaian kualitas AMIU oleh konsumen DAMIU di kecamatan Pauh, kota padang.

Validasi kesesuaian isi dengan penggunaan bahasa

No	Aspek yang divalidasi	Penilaian (Skor 1-4)	Keterangan
1	Penafsiran terhadap bahasa yang digunakan	4	
2	Kelugasan dan kejelasan bahasa	3	
3	Generalisasi dalam bahasa yang digunakan	4	
4	Penggunaan kata-kata yang subyektif	4	
5	Susunan dalam bahasa kalimat	4	
6	Format penulisan	4	
Total Skor			

Deskripsi penilaian memiliki skor sebagai berikut:

1 = Untuk Nilai Terendah (Sangat Kurang)

2 = Untuk Nilai Tengah (Kurang)

3 = Untuk Nilai Tengah (Cukup)

4 = Untuk Nilai Tertinggi (Baik)

Komentar dan Saran:

AMIU diganti dengan Sir Minum Depot
 atau di brekasi kepangannya AMIU nya

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Padang,

Validator,

(.....)

D. KUESIONER KONSUMEN

No.	Parameter	Kriteria	Skor (1-4)
1	Air Minum Isi Ulang (AMIU)	Apakah anda selalu mengkonsumsi AMIU yang berasal dari depot ini?	3
		Apakah galon AMIU ada perubahan warna atau rasa jika sehari-hari digunakan?	3
		Apakah anda mengetahui proses pengolahan AMIU?	3
		Apakah galon yang anda terima dalam keadaan bersih?	4
		Apakah anda menggunakan dispenser untuk AMIU?	3
		Apakah anda menggunakan pompa galon elektrik?	4
		Apakah anda menggunakan galon berkeran?	4
		Apakah galon diantarkan langsung kerumah anda?	4
		Apakah anda mengantarkan sendiri galon yang akan diisi air ke DAMIU?	3
2	Logam Berat	Apakah anda mengetahui adanya kandungan logam berat pada AMIU?	3
		Apakah anda mengetahui ciri-ciri AMIU yang mengandung logam berat?	3
		Apakah anda mengetahui bahwa logam berat dapat masuk ke dalam tubuh melalui AMIU?	3
3	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda merasakan sakit perut?	3
		Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda mengalami diare?	3
		Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda merasakan sakit kepala?	3
		Apakah setelah mengkonsumsi AMIU anda mengalami muntah-muntah?	3
		Apakah anda sering mengalami kesemutan atau mati rasa atau kebas atau gemetar (tremor) pada bagian tangan atau kaki?	4
		Apakah anda sering mengalami nyeri sendi?	4

Deskripsi penilaian memiliki skor sebagai berikut:

- 1 = Untuk Nilai Terendah (Tidak Relevan)
- 2 = Untuk Nilai Tengah (Kurang Relevan)
- 3 = Untuk Nilai Tengah (Cukup Relevan)
- 4 = Untuk Nilai Tertinggi (Relevan)

Komentar dan Saran:

AMIU ketika ditanyakan ke masyarakat
agar di baca lengkap Air Minum Isi Ulang
atau masyarakat lebih familiar dg Air Depot .

Padang,

Validator,


(...Cupwenny...)

LAMPIRAN C3 Rekapitan Kuesioner Responden Penelitian

DAMIU A

No	Jenis Kelamin	Umur (Tahun)	Berat Badan/Wb (kg)	Lama mengkonsumsi/Dt (Tahun)	Pekerjaan
1	P	22	55	7	Karyawan
2	P	45	50	10	Pedagang
3	L	35	54	6	Pedagang
4	L	27	60	6	Pedagang
5	P	30	52	1	Pedagang
6	P	42	70	4	Pedagang
7	L	40	60	5	Pedagang
8	P	30	52	6	Irt
9	P	49	60	1	Irt
10	P	43	70	2	Irt
11	P	31	74	10	Irt
12	L	43	65	5	Buruh Lepas
13	L	28	55	3	Pedagang
14	P	33	60	0,5	Karyawan
15	P	26	55	0,5	Karyawan
16	P	30	45	3	Pedagang
17	P	40	47	3	Irt
18	P	55	60	5	Pedagang
19	L	59	66	1	Petani
20	P	58	44	1	Irt
21	P	22	70	3	Mahasiswa
22	P	21	50	2	Mahasiswa
23	P	19	44,5	1	Mahasiswa
24	P	18	43	1	Mahasiswa
25	P	22	49	4	Mahasiswa

No	Jenis Kelamin	Umur (Tahun)	Berat Badan/Wb (kg)	Lama mengkonsumsi/Dt (Tahun)	Pekerjaan
26	L	21	51	4	Mahasiswa
27	P	21	90	0,5	Mahasiswa
28	P	22	67	1	Wiraswasta
29	L	22	91	1	Karyawan Swasta
30	P	22	89	1	Mahasiswa

DAMIU B

No	Jenis Kelamin	Umur (Tahun)	Berat Badan/Wb (kg)	Lama mengkonsumsi/Dt (Tahun)	Pekerjaan
1	P	22	43	2	Mahasiswa
2	P	22	70	4	Mahasiswa
3	P	22	58	4	Mahasiswa
4	P	24	58	1	Mahasiswa
5	P	22	47	0,5	Mahasiswa
6	L	24	65	1	Karyawan
7	P	28	53	1,5	Karyawan
8	L	20	50	2	Mahasiswa
9	L	18	52	2	Mahasiswa
10	P	36	60	1	Karyawan Swasta
11	P	22	45	2	Mahasiswa
12	P	39	48	2	Pedagang
13	L	24	45	2	Mahasiswa
14	P	39	50	3	Pedagang
15	P	21	52	3	Mahasiswa
16	L	22	58	1	Pedagang
17	L	20	45	1	Mahasiswa

No	Jenis Kelamin	Umur (Tahun)	Berat Badan/Wb (kg)	Lama mengkonsumsi/Dt (Tahun)	Pekerjaan
18	L	20	50	1	Mahasiswa
19	P	46	52	1,3	Irt
20	L	52	56	1,3	Pedagang
21	P	18	40	1	Mahasiswa
22	L	40	50	4	Pedagang
23	P	23	75	2	Mahasiswa
24	P	23	60	4	Mahasiswa
25	L	22	43	4	Mahasiswa
26	P	22	45	4	Mahasiswa
27	P	23	46	1	Mahasiswa
28	P	25	41	0,5	Karyawan
29	P	24	58	0,5	Karyawan
30	L	40	75	0,5	Wiraswasta

Hasil Rekapitan Keluhan Kesehatan Responden

DAMIU A

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	TOTAL	S10	S11	S12	S13	TOTAL	S14	S15	S16	S17	TOTAL	S18	S19	S20	S21	TOTAL	S22	S23	S24	S25	TOTAL
1	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	7	2	2	2	2	8
2	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
3	5	4	5	5	5	1	1	5	1	32	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
4	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	2	5	1	1	1	1	4
5	5	5	5	5	1	1	5	4	1	32	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
6	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	2	1	5
7	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	2	5	2	2	2	2	8
8	5	5	5	5	5	1	1	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	2	1	6

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	TOTAL	S10	S11	S12	S13	TOTAL	S14	S15	S16	S17	TOTAL	S18	S19	S20	S21	TOTAL	S22	S23	S24	S25	TOTAL
9	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	1	1	5	1	1	2	1	5
10	5	5	5	5	1	1	5	3	1	31	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	2	1	6
11	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	1	2	1	1	5	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4
12	5	5	5	5	1	1	5	3	1	31	3	1	1	1	6	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
13	4	4	5	5	5	1	1	5	1	31	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4
14	4	5	5	5	5	1	1	5	2	33	2	1	1	1	5	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
15	5	5	5	5	5	1	1	5	1	33	1	2	1	1	5	1	3	1	1	6	3	1	1	1	6	2	2	2	2	8
16	5	5	5	5	1	1	5	4	1	32	1	2	1	1	5	1	1	1	2	5	1	1	1	1	4	2	1	2	2	7
17	5	5	5	5	1	1	5	4	2	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	3	1	3	4	11	1	1	1	1	4
18	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	4	7	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
19	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
20	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	1	1	5	2	2	2	2	8
21	5	4	4	5	1	1	5	5	1	31	2	2	2	1	7	1	1	1	1	4	3	1	1	1	6	1	1	1	1	4
22	5	4	4	5	1	3	2	5	1	30	3	3	1	1	8	1	2	3	2	8	4	1	3	2	10	1	2	2	1	6
23	4	5	5	4	3	1	4	4	4	34	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	3	1	3	1	8	1	1	1	1	4
24	4	5	5	5	3	1	2	5	3	33	1	1	1	1	4	1	2	1	1	5	4	1	3	1	9	1	1	2	1	5
25	5	3	4	5	1	1	5	5	1	30	3	4	2	1	10	1	2	3	2	8	5	1	4	3	13	1	1	1	1	4
26	4	3	5	5	5	5	1	3	2	33	2	2	3	1	8	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
27	4	5	5	5	1	1	5	5	1	32	1	2	1	1	5	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4
28	4	5	5	4	4	1	4	5	3	35	1	2	1	1	5	1	1	1	1	4	1	1	2	3	7	2	2	2	2	8
29	4	5	5	4	4	1	4	5	3	35	1	2	1	1	5	1	1	1	1	4	1	1	2	3	7	2	2	2	2	8
30	4	5	5	4	4	1	4	5	3	35	1	2	1	1	5	1	1	1	1	4	1	1	2	3	7	2	2	2	2	8

B. DAMIU B

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	TOTAL	S10	S11	S12	S13	TOTAL	S14	S15	S16	S17	TOTAL	S18	S19	S20	S21	TOTAL	S22	S23	S24	S25	TOTAL
1	4	4	5	4	1	1	5	5	1	30	2	2	1	1	6	1	3	1	2	7	4	1	1	2	8	2	1	2	1	6
2	5	5	5	4	5	1	1	5	3	34	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	1	2	6	2	2	2	2	8
3	5	5	5	4	5	1	1	5	3	34	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	1	2	6	2	2	2	2	8
4	4	5	5	5	5	1	1	1	1	28	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	3	1	1	1	6	2	2	2	2	8
5	4	4	5	5	1	1	5	5	1	31	2	2	1	1	6	1	1	1	1	4	2	1	1	1	5	2	2	2	2	8
6	4	5	5	5	1	1	5	5	1	32	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	1	1	1	2	5	2	2	2	2	8
7	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4
8	4	5	5	5	1	1	5	4	3	33	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
9	4	5	5	5	1	1	5	4	2	32	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
10	5	5	5	5	1	1	5	1	1	29	2	2	1	1	6	2	2	1	2	7	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
11	5	5	5	5	1	1	5	5	3	35	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	3	1	2	1	7	2	1	2	1	6
12	5	5	5	5	1	1	5	3	1	31	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	2	2	7
13	4	5	5	5	1	1	5	4	1	31	2	3	1	1	7	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
14	4	5	5	5	1	1	5	5	1	32	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4
15	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
16	4	5	5	5	1	1	5	4	1	31	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
17	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
18	4	5	5	5	1	1	5	5	1	32	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4
19	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	3	1	1	2	7	1	1	1	1	4
20	4	5	5	5	1	1	5	5	1	32	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	2	5	1	1	1	1	4
21	4	5	5	5	5	1	1	5	1	32	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4	1	2	2	2	7
22	4	5	5	5	1	1	5	5	1	32	2	3	1	1	7	1	1	2	1	5	1	1	1	2	5	2	2	2	2	8
23	5	5	5	5	1	1	5	5	1	33	2	2	1	1	6	2	1	2	1	6	4	1	1	1	7	1	1	1	1	4
24	5	5	5	5	5	1	1	5	1	33	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	7	1	1	1	1	4
25	5	5	4	5	3	1	5	5	1	34	2	2	1	1	6	4	2	2	1	9	4	1	2	1	8	1	1	1	1	4
26	3	3	3	5	3	1	1	5	1	25	3	3	1	1	8	4	2	3	2	11	4	1	1	1	7	1	1	1	1	4
27	4	4	5	4	1	1	5	5	1	30	3	3	1	1	8	1	2	2	1	6	1	1	2	2	6	1	1	2	1	5

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	TOTAL	S10	S11	S12	S13	TOTAL	S14	S15	S16	S17	TOTAL	S18	S19	S20	S21	TOTAL	S22	S23	S24	S25	TOTAL
28	5	5	5	5	1	1	5	3	1	31	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
29	4	5	5	5	1	1	5	5	1	32	2	2	1	1	6	1	1	2	1	5	1	1	1	1	4	2	2	2	2	8
30	3	5	5	5	1	1	5	5	1	31	2	2	1	1	6	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	2	1	5

Keterangan:

S1-S9 : Pertanyaan nomor 1-9 pada kuesioner responden mengenai AMIU

S10-S13 : Pertanyaan nomor 10-13 pada kuesioner responden mengenai ARKL logam Cd

S14-S17 : Pertanyaan nomor 14-17 pada kuesioner responden mengenai ARKL logam As

S18-S21 : Pertanyaan nomor 18-21 pada kuesioner responden mengenai ARKL logam Se

S22-S25 : Pertanyaan nomor 22-25 pada kuesioner responden mengenai Logam Berat

LAMPIRAN C.4 HASIL KUESIONER OPERATOR DAMIU

LAMPIRAN KUISIONER PENELITIAN

Profil Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU)

Nama DAMIU : DAMIU A
 Alamat DAMIU : Kapalo Koto
 Tanggal/Bulan/Tahun mulai beroperasi : 2012
 Masa berlaku izin Dinas Kesehatan : -
 Sumber air : Mata air Gunung Talang, Solok
 Jenis pengolahan : Ultraviolet
 Jumlah unit produksi : -
 Kapasitas Produksi : 150 galon/hari

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
I. Tempat			
1.	Lokasi bebas dari pencemaran dan penularan penyakit	✓	
2.	Bangunan kuat, aman, mudah dibersihkan dan mudah pemeliharaannya	✓	
3.	Lantai kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, dan mudah dibersihkan, serta kemiringan cukup landai	✓	
4.	Dinding kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, dan mudah dibersihkan, serta warna yang terang dan cerah	✓	
5.	Atap dan langit-langit harus kuat, anti tikus, mudah dibersihkan, tidak menyerap debu, permukaan rata, dan berwarna terang, serta mempunyai ketinggian cukup	✓	
6.	Tata ruang terdiri atas ruang proses pengolahan, penyimpanan, pembagian/penyediaan, dan ruang tunggu pengunjung/konsumen	✓	
7.	Pencahayaan cukup terang untuk bekerja, tidak menyilaukan dan tersebar secara merata	✓	
8.	Ventilasi menjamin peredaran/pertukaran udara dengan baik	✓	
9.	Kelembaban udara dapat memberikan mendukung kenyamanan dalam melakukan pekerjaan/aktivitas	✓	
10.	Memiliki akses kamar mandi dan jamban		✓
11.	Terdapat saluran pembuangan air limbah yang alirannya lancar dan tertutup		✓
12.	Terdapat tempat sampah yang tertutup		✓
13.	Terdapat tempat cuci tangan yang dilengkapi air mengalir dan sabun		✓
14.	Bebas dari tikus, lalat dan kecoa	✓	
II. Peralatan			
15.	Peralatan yang digunakan terbuat dari bahan tara pangan	✓	
16.	Mikrofilter dan peralatan desinfeksi masih dalam masa pakai/tidak kadaluarsa	✓	
17.	Tandon air baku harus tertutup dan terlindung	✓	
18.	Wadah/botol galon sebelum pengisian dilakukan pembersihan	✓	
19.	Wadah/galon yang telah diisi air minum harus langsung diberikan kepada konsumen dan tidak boleh disimpan pada DAM lebih dari 1x24 jam	✓	
20.	Melakukan sistem pencucian terbalik (back washing) secara berkala mengganti tabung macro filter	✓	
21.	Terdapat lebih dari satu mikro filter (μ) dengan ukuran berjenjang	✓	

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
22.	Terdapat peralatan sterilisasi, berupa ultra violet dan atau ozonisasi dan atau peralatan disinfeksi lainnya yang berfungsi dan digunakan secara benar	✓	
23.	Ada fasilitas pencucian dan pembilasan botol (galon)	✓	
24.	Ada fasilitas pengisian botol (galon) dalam ruangan tertutup	✓	
25.	Tersedia tutup botol baru yang bersih	✓	
III. Penjamah			
26.	Sehat dan bebas dari penyakit menular	✓	
27.	Tidak menjadi pembawa kuman penyakit	✓	
28.	Berperilaku higiene dan sanitasi setiap melayani konsumen	✓	
29.	Selalui mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir setiap melayani konsumen		✓
30.	Menggunakan pakaian kerja yang bersih dan rapi	✓	
31.	Melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala minimal 1 (satu) kali dalam setahun		✓
32.	Operator/penanggung jawab/pemilik memiliki sertifikat telah mengikuti kursus higiene sanitasi depot air minum		✓
IV. Air Baku dan Air Minum			
33.	Bahan baku memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi dan kimia standar	✓	
34.	Pengangkutan air baku memiliki surat jaminan pasok air baku	✓	
35.	Kendaraan tangki air terbuat dari bahan yang tidak dapat melepaskan zat-zat beracun ke dalam air/harus tara pangan	✓	
36.	Ada bukti tertulis/sertifikat sumber air	✓	
37.	Pengangkutan air baku paling lama 12 jam sampai ke depot air minum dan selama perjalanan dilakukan desinfeksi	✓	
38.	Kualitas Air minum yang dihasilkan memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi dan kimia standar yang sesuai standar baku mutu atau persyaratan kualitas air minum		✓

LAMPIRAN KUISIONER PENELITIAN

Profil Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU)

Nama DAMIU : DAMIU B
 Alamat DAMIU : Kapalo koto
 Tanggal/Bulan/Tahun mulai beroperasi : 2015
 Masa berlaku izin Dinas Kesehatan : -
 Sumber air : Mata air Gunung Talang, Solok
 Jenis pengolahan : Ultraviolet
 Jumlah unit produksi : -
 Kapasitas Produksi : 100 galon /hari

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
I. Tempat			
1.	Lokasi bebas dari pencemaran dan penularan penyakit	✓	
2.	Bangunan kuat, aman, mudah dibersihkan dan mudah pemeliharaannya	✓	
3.	Lantai kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, dan mudah dibersihkan, serta kemiringan cukup landai	✓	
4.	Dinding kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, dan mudah dibersihkan, serta warna yang terang dan cerah	✓	
5.	Atap dan langit-langit harus kuat, anti tikus, mudah dibersihkan, tidak menyerap debu, permukaan rata, dan berwarna terang, serta mempunyai ketinggian cukup	✓	
6.	Tata ruang terdiri atas ruang proses pengolahan, penyimpanan, pembagian/penyediaan, dan ruang tunggu pengunjung/konsumen	✓	
7.	Pencahayaannya cukup terang untuk bekerja, tidak menyilaukan dan tersebar secara merata	✓	
8.	Ventilasi menjamin peredaran/pertukaran udara dengan baik	✓	
9.	Kelembaban udara dapat memberikan mendukung kenyamanan dalam melakukan pekerjaan/aktivitas	✓	
10.	Memiliki akses kamar mandi dan jamban		✓
11.	Terdapat saluran pembuangan air limbah yang alirannya lancar dan tertutup		✓
12.	Terdapat tempat sampah yang tertutup		✓
13.	Terdapat tempat cuci tangan yang dilengkapi air mengalir dan sabun		✓
14.	Bebas dari tikus, lalat dan kecoa	✓	
II. Peralatan			
15.	Peralatan yang digunakan terbuat dari bahan tara pangan	✓	
16.	Mikro filter dan peralatan desinfeksi masih dalam masa pakai/tidak kadaluarsa	✓	
17.	Tandon air baku harus tertutup dan terlindung	✓	
18.	Wadah/botol galon sebelum pengisian dilakukan pembersihan	✓	
19.	Wadah/galon yang telah diisi air minum harus langsung diberikan kepada konsumen dan tidak boleh disimpan pada DAM lebih dari 1x24 jam	✓	
20.	Melakukan sistem pencucian terbalik (back washing) secara berkala mengganti tabung macro filter	✓	
21.	Terdapat lebih dari satu mikro filter (μ) dengan ukuran berjenjang	✓	

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
22.	Terdapat peralatan sterilisasi, berupa ultra violet dan atau ozonisasi dan atau peralatan disinfeksi lainnya yang berfungsi dan digunakan secara benar	✓	
23.	Ada fasilitas pencucian dan pembilasan botol (galon)	✓	
24.	Ada fasilitas pengisian botol (galon) dalam ruangan tertutup	✓	
25.	Tersedia tutup botol baru yang bersih	✓	
III. Penjamah			
26.	Sehat dan bebas dari penyakit menular	✓	
27.	Tidak menjadi pembawa kuman penyakit	✓	
28.	Berperilaku higiene dan sanitasi setiap melayani konsumen	✓	
29.	Selalui mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir setiap melayani konsumen		✓
30.	Menggunakan pakaian kerja yang bersih dan rapi	✓	
31.	Melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala minimal 1 (satu) kali dalam setahun		✓
32.	Operator/penanggung jawab/pemilik memiliki sertifikat telah mengikuti kursus higiene sanitasi depot air minum		✓
IV. Air Baku dan Air Minum			
33.	Bahan baku memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi dan kimia standar	✓	
34.	Pengangkutan air baku memiliki surat jaminan pasok air baku	✓	
35.	Kendaraan tangki air terbuat dari bahan yang tidak dapat melepaskan zat-zat beracun ke dalam air/harus tara pangan	✓	
36.	Ada bukti tertulis/sertifikat sumber air	✓	
37.	Pengangkutan air baku paling lama 12 jam sampai ke depot air minum dan selama perjalanan dilakukan desinfeksi	✓	
38.	Kualitas Air minum yang dihasilkan memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi dan kimia standar yang sesuai standar baku mutu atau persyaratan kualitas air minum		✓

LAMPIRAN C.5 DAFTAR DAMIU DAN KAPASITAS PRODUKSI DI KECAMATAN PAUH

DAFTAR DAMIU DI KECAMATAN PAUH

PUSKESMAS	NAMA DAM	ALAMAT	TANGGAL PEMERIKSAAN BAKTERIOLOGIS				TANGGAL PEMERIKSAAN KIMIA				TGL TERBIT LAIK SEHAT
			TW I	TW II	TW III	TW IV	TW I	TW II	TW III	TW IV	
PAUH											
-	1 2 PUTRA NABILA	JL RAYA LIMA MANIS									
	2 AA Fama	JL. Air Manis	27/01/2022			06/10/2021					
	3 ADAM WATER	JL.M.HATTA NO. 58 CUPAK TGH				30/11/2019					
	4 Alra	Jl. Ulu Gadut RT 02 RW 02 Limau Manis Selatan				08/11/2022					
	5 AIQRO	KOMP UNAND JL.FILSAFAT B1	04/03/2022	24/06/2021		05/11/2021					
	6 AIJOS	NUANSA INDAH GADUT	04/03/2022	24/06/2021		05/11/2021					
	7 AIRIN	JL RAYA CUPAK TANGAH		08/05/2019							
-	8 AIRIN	LUBUK GAJAH									
	9 AIRIN	JL PIAI TANGAH NO.5			26/09/2019	08/11/2017		06/08/2018		15/10/2018	
	10 AIRSYAM	KAPALO KOTO, PAUH	18/03/2020								
	11 AL 'AIN	JL SIMP ALAI	22/02/2017				22/02/2017				
	12 ALL STAR	GERBANG KAMPUS UNAND	04/03/2022	24/06/2021	21/08/2019	05/11/2021	12/01/2018			16/01/2018	
-	13 ALMA	LIMA MANIS RT 07 RW 03									
	14 AMUD	BINUANG	25/01/2021		13/08/2021						
	15 AQUARIUS	JL. KAMPUNG DALAM PAUH	06/02/2019		20/9/2016	11/10/2019		20/9/2016			
	16 ARIFA	Jl. Raya Ulu Gadut No.83	04/03/2022	24/06/2021		05/11/2021					
-	17 ARTHES	JL.M.HATTA SIMP KP DURI									
	18 ASIA PADANG	Jl. DJ Wak Ketok Koto Parak Kel. Pisang	22/02/2022				16/02/2022				
-	19 AYU BERSAUDARA	JL.M.HATTA NO.19									
	20 AZRA	KOMP.ZIZANI RESIDENCE B 1 N1				20/11/2019					
	21 Azka	Komp. Cimpago Permai Koto Lua			22/07/2021	29/11/2021					
-	22 BENING SALJU	JL.M.HATTA KAPALO KOTO									
	23 CV. AUFA	JL. MUHAMMAD PAUH, PADANG		11/05/2020							
	24 DAFIS	JL.PS.BARU DEPAN KORAMIL	13/01/2021								
	25 DAHAGA	PERUM.DEPKES A7 NO.1				19/10/2019					
	26 DEPOT GIZI	JL RAYA ULU GADUT RSJ PROF.HB.SAANIN			23/09/2017	29/11/2018		30/09/2017	30/11/2018	17/12/2018	
-	27 DZ	JL RAYA CUPAK TANGAH NO 41									
	28 E-LIND ANUGRAH	GERBANG KAMPUS UNAND	04/03/2022	24/06/2021	21/09/2020	05/11/2021	30/12/2019				
-	29 EXIS	JL.PISANG RT 02 RW 03									
	30 F2 (TWO)	JL RAYA CUPAK TANGAH	04/03/2022	24/06/2021		05/11/2021	12/01/2017			02/02/2017	
	31 FAJAR BARU	JL RAYA CUPAK TANGAH, PAUH	17/01/2019	02/04/2020	19/07/2021	17/11/2020			29/10/2016		
	32 FAIZ	KAPALO KOTO		15/04/2020							
	33 FATYA	Jl. Simpang Limau Manis	13/01/2022								
	34 FEBY GANTRY	JL RAYA LIMA MANIS				11/09/2019					
-	35 GHEA	JL IIRIGASI NO.19 PS.BARU									
-	36 GHEA	LIMA MANIS									
	37 Green Water	Jl. M. Hatta, Cupak Tengah Padang				14/12/2021					

PUSKESMAS	NAMA DAM	ALAMAT	TANGGAL PEMERIKSAAN BAKTERIOLOGIS				TANGGAL PEMERIKSAAN KIMIA				TGL. TERBIT LAIK SEHAT
			TW I	TW II	TW III	TW IV	TW I	TW II	TW III	TW IV	
	38 Harapan suci	Jl. Dr. M. Hatta	25/02/2021								
	39 Humaira	Perum. Waluyo RT.03 RW.04 Kel Koto Luar	23/01/2020	04/04/2018		02/09/2019					
	40 IMEG	JL.KOTO LUA	15/2/2016	09/05/2018			15/2/2016				
	41 KATO	JL.MALINTANG RT 01 RW 01		15/04/2020							
	42 KHALIF	DEPAN PDAM ULU GADUT				23/12/2018	02/01/2018				15/01/2018
-	43 LIMQUA	JL.RAYA LIMA MANIS									
-	44 LIMQUA	JAWA GADUT LIMA MANIS									
	45 MOZA	KOMP.PONDOK PERMAI	04/03/2022	20/04/2020	02/09/2019	05/11/2021					
	46 NABILA	KOMP.PEMDA LIMA MANIS BLOK G No.24				15/11/2017					
-	47 NAJWA	JL.M.HATTA NO.17									
-	48 NIRWANA	JL.RAYA ULU GADUT									
	49 NISA	Jl. Piai Tengah No.93 Pauh			26/07/2021	16/11/2020					
-	50 NOFARO	PIAI ATAS NO. 6									
-	51 NOVA	JAWA GADUT LIMA MANIS									
-	52 OCEAN	JL.M.HATTA NO.17 B									
-	53 PUTRA MINERAL	JL.PULAI PIAI TANGAH									
	54 QOLBU	JL.M.HATTA DEKAT JEMB.RESKI	04/03/2022								
-	55 RAKHA	JEMBATAN BARU LIMA MANIS									
-	56 REDHO	JL.PS.BARU NO.20									
-	57 RESTU IBU	KP.PRIUK NO.53									
	58 Riyani	Jl. Dr. M. Hatta No. 63 Padang		21/05/2021		20-Des-21					
-	59 SAFA MARWA	JL.GARUDA 5 BLOK J NO.17									
	60 SEHIRA	KP.PINANG RT 03 RW 01	20/01/2021	03/08/2016	25/08/2020	03/12/2022		03/08/2016		11/09/2016	
-	61 SEJUK 7 PUTRI	JL.BINUANG KP.DALAM									
-	62 TASYA MINERAL	JL.PIAI TANGAH NO.26									
	63 TELAGA BENING	JL.PISANG NO.28	04/03/2022			05/11/2021					
	64 TELAGA BENING	JL.KOTO LUA				05/10/2019					
	65 TRIPA	LIMA MANIS SELATAN	04/03/2022	24/06/2021	09/07/2020	05/11/2021					
	66 YESA	JL. ALAI KAPALO KOTO	13/01/2022								08/12/2017
	67 YPM	JL.KOTO LUA RT 03 RW 02	11/02/2021	24/06/2021	02/09/2019	05/11/2021					
	68 ZAHWA BENING	Perum. Bumi Pisang Jl Pisang batu A/52	04/03/2022	24/06/2021	09/07/2020	05/11/2021	04/03/2017				18/12/2017
	69 ZINEFA	Pisang RT 02 RW III Pauh	03/01/2017							01/12/2016	02/02/2017

KAPASITAS PRODUKSI DAMIU YANG TIDAK MEMENUHI SYARAT DI KECAMATAN PAUH

No	DAMIU	Kapasitas Produksi (galon/hari)
1	2 Putra Nabila	Tutup
2	Airin	Tutup
3	Alma	50
4	Arthes	150
5	Ayu Bersaudara	Tutup
6	Bening Salju	100
7	DZ	80
8	Exis	10
9	Ghea	Tutup
10	Ghea	Tutup
11	Limqua	40
12	Limqua	40
13	Najwa	Tutup
14	Nirwana	Tutup
15	Nofaro	Tutup
16	Nova	40
17	Ocean	Tutup
18	Putra Mineral	Tutup
19	Rakha	Tutup
20	Redho	Tutup
21	Restu Ibu	10
22	Safa Marwa	10
23	Sejuk 7 Putri	10
24	Tasya Mineral	70

LAMPIRAN D
(DOKUMENTASI)



Gambar D.1 Sampel Air



Gambar D.2 Pengukuran pH Air



Gambar D.3 Pengukuran DO dan Suhu Air



Gambar D.4 Penambahan HNO₃ Pekat



Gambar D.5 Sampel dipanaskan pada suhu 150°C



Gambar D.6 Penyaringan dengan *Filter Whatman* No.42



Gambar D.7 Sampel dilarutkan dengan Aquabidest hingga 50 mL



Gambar D.8 Botol Sampel sebelum di Uji ICP



Gambar D.9 Analisis Konsentrasi Logam Berat dengan ICP-AES



Gambar D.10 Wawancara dan Pengisian Kuesioner

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN
AKIBAT PAJANAN LOGAM BERAT
PADA AIR MINUM ISI ULANG (AMIU)
DI KECAMATAN PAUH, KOTA PADANG**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-I
Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Andalas

Oleh:

NURHANISAH

1810942029

Match Overview

3%

3
↓
i

1	scholar.unand.ac.id Internet Source	1% >
2	ariagusti.files.wordpres... Internet Source	1% >
3	repository.unhas.ac.id Internet Source	1% >
4	pdffox.com Internet Source	1% >