



Kontaminasi kimia dan biologi pada air dan udara dengan ARKM: analisis risiko kesehatan masyarakat

Dian Rosdiana ^{1*}, Ira Ayu Hastiaty ¹, Eka Hartomy ¹, Ikram Kango ¹, Porman Tiurmaida Simbolon ¹, Prima Gita Pradapaningrum ¹, Minar Indriasih ¹, Adhika Paramasatya ¹

¹ Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia; Depok 16424

* Korespondensi: diar.azumiasa@gmail.com

Tanggal Diterima: 27 Juni 2023

Tanggal Revisi: 30 Juli 2023

Tanggal Terbit: 30 Juli 2023

Abstract

The large prevalence of infectious diseases in Indonesia can be triggered by the ability of pathogenic microorganisms to transmit which will then cause infection. Interviews were conducted with 6 household units to collect clean water. Children, toddlers, adolescents, and adults are measured by measuring health risks. The study showed that SO₂ with a concentration of 0.0004781 mg/m³ and NO₂ with a concentration of 0.0000576 mg/m³ was not at risk for all age groups in Depok Village. Whereas PM₁₀ with a maximum concentration of 0.070 mg/m³ is at risk for all age groups in Depok Village. Toddlers are most at risk of PM₁₀ contaminants with a concentration of 0.042 mg/m³ according to the characteristics, exposure patterns, and activity patterns of the toddler group in Depok Village. e. coli. Microbiological contamination in drinking water shows an EIR of 0.00000636 meaning that there are 7 people in the 1000000 population who are at risk of getting sick from E. coli infection through drinking water ingestion. Whereas in air, the EIR is 0.00000121 meaning that there are 2 people in 1000000 population who are at risk of getting sick due to E. coli infection through air inhalation in the house. Based on the CDI value of each age group, for the RQ of Mn, NO₂, NO₃, Cr⁶⁺, and iron, all were below 1 (RQ ≤ 1). So that exposure to these substances is safe for the drinking water consumption patterns of the people of Rawa Lio. Swamp water complies with Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 22 of 2021 except for nitrate and E. coli parameters. RQ < 1 for NO₂ and SO₂ in all age groups indicates no risk to health. And RQ > 1 at the maximum concentration of PM₁₀ in all age groups indicates a risky level for health.

Keywords: concentration; contaminants; phra; risk estimation (RQ)

Cite This Article:

Rosdiana, D., Hastiaty, I. A., Hartomy, E., Kango, I., Simbolon, P. T., Pradapaningrum, P. G., Indriasih, M., & Paramasatya, A. (2023). Kontaminasi kimia dan biologi pada air dan udara dengan ARKM: analisis risiko kesehatan masyarakat. *Public Health Risk Assessment Journal*, 1(1), 1-20. <https://doi.org/10.61511/phraj.v1i1.2023.222>



Copyright: © 2023 by the authors.
Submitted for possible open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstrak

Besarnya prevalensi penyakit infeksi di Indonesia dapat dipicu oleh kemampuan mikroorganisme patogen yang dapat bertransmisi yang kemudian akan menyebabkan infeksi. Proses transmisi mikroorganisme patogen ini sangat berkaitan dengan masalah-masalah geografis dan demografis yang terjadi di Indonesia. Wawancara dilakukan kepada 6 unit rumah tangga untuk mengambil air bersih. Anak, balita, remaja serta dewasa dilakukan pengukuran risiko kesehatan dengan pengukuran. Penelitian menunjukkan SO₂ dengan konsentrasi 0.0004781 mg/m³ dan NO₂ dengan konsentrasi 0.0000576 mg/m³ tidak berisiko pada semua kelompok umur di Kelurahan Depok. Sedangkan PM₁₀ dengan konsentrasi maksimal 0.070 mg/m³ berisiko pada semua kelompok umur di Kelurahan Depok. Balita paling berisiko terhadap kontaminan PM₁₀ dengan konsentrasi 0.042 mg/m³ sesuai karakteristik, pola pemajanan, dan pola aktivitas kelompok balita di Kelurahan Depok. e. coli. Kontaminasi mikrobiologi pada air minum menunjukkan EIR sebesar 0,00000636 berarti ada 7 orang dalam 1000000 orang populasi yang beresiko sakit karena infeksi E. coli melalui ingesti air minum. Sedangkan pada udara, EIR sebesar 0,00000121 berarti ada 2 orang dalam 1000000 orang populasi yang beresiko sakit karena infeksi E. coli melalui inhalasi udara di dalam rumah. Berdasarkan nilai CDI masing-masing kelompok

umur, untuk RQ zat Mn, NO₂, NO₃, Cr⁶⁺, dan besi, seluruhnya di bawah 1 ($RQ \leq 1$). Sehingga paparan zat-zat tersebut aman untuk pola konsumsi air minum masyarakat Rawa Lio. Air rawa memenuhi Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 kecuali parameter nitrat dan E. coli. $RQ < 1$ untuk NO₂ dan SO₂ pada semua kelompok umur menunjukkan tidak berisiko bagi kesehatan. Serta $RQ > 1$ pada konsentrasi PM₁₀ maksimum di semua kelompok umur menunjukan tingkat berisiko bagi kesehatan.

Kata kunci: ARKM; estimasi risiko (RQ); kontaminan; konsentrasi

1. Pendahuluan

Tingginya prevalensi penyakit infeksi di Indonesia dapat dipicu oleh kemampuan mikroorganisme patogen untuk bertransmisi yang kemudian akan menyebabkan infeksi. Proses transmisi mikroorganisme patogen ini sangat berkaitan dengan masalah-masalah geografis dan demografis yang terjadi di Indonesia. Kondisi demografis seperti jumlah penduduk yang padat dan tidak merata, kurangnya kesadaran penduduk akan kebersihan, kurangnya pengetahuan dan implementasi dari sebagian masyarakat mengenai infeksi (Nursidika et al., 2014), maupun dipengaruhi oleh letak geografis yang dapat berpengaruh terhadap kondisi iklim di wilayah Indonesia. Berdasarkan jenis-jenis penyakit infeksi yang telah tersebar di Indonesia menurut Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018, maka dapat dibuat batasan masalah dari penelitian berupa dua jenis penyakit infeksi dengan prevalensi tertinggi di Indonesia, yaitu penyakit ISPA dan diare. Lingkungan yang sehat menjadi faktor penting dalam rangka menjaga kesehatan manusia agar dapat menjalani hidup dengan optimal (Tarigan dkk., 2014). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan paparan lingkungan yang berpengaruh terhadap kesehatan manusia adalah melalui penetapan baku mutu melalui kajian hingga penelitian di lapangan melalui analisis risiko kesehatan lingkungan (Rofienda, 2004).

Zat pencemar di lingkungan dapat mempengaruhi manusia yang ada di sekitarnya. NO₂ berbahaya bagi manusia dan 4 kali lebih beracun dibandingkan NO. Dampak yang ditimbulkan antara lain edema pulmonary, infeksi saluran pernapasan, iritasi paru-paru, asma akut, bergantung dari konsentrasi zat yang diterima (Rofienda, 2004). Pencemaran pun dapat terjadi di air dan agen penyebabnya beragam, serta dapat dikaitkan dengan pencemaran udara karena polusi udara dapat jatuh ke bumi melalui air hujan, lalu pencemar yang sudah jatuh ke bawah dapat mencemari air hingga tanah. Cr berbahaya bagi kesehatan manusia. Besi pada air minum dapat menimbulkan rasa mual saat dikonsumsi. Pada dosis yang besar Fe dapat merusak dinding usus dan dapat berlanjut ke kematian. Fe pun dapat menyebabkan iritasi pada mata dan kulit, terakumulasi pada alveoli dan membuat fungsi paru-paru berkurang (Slamet, 2004). Strain E. coli 0157:H7 dapat menyebabkan diare yang parah dan kerusakan ginjal dengan komplikasi serius terjadi pada anak-anak dan lansia (American Academy of Family Physicians, 1999- 2006).

Depok merupakan kota dengan tingkat kepadatan yang sedang, terletak di bagian selatan Kota Jakarta dan bagian utara Kota Bogor. Depok berperan penting sebagai tempat penampungan/ penyangga air (dengan aliran dari Bogor ke DKI Jakarta). Untuk mencegah banjir di hilir, daerah penampungan air di Depok ini terdiri dari banyak danau, yang dikenal secara lokal sebagai 'Setu'. Salah satu danau di Kota Depok adalah Setu Rawa Besar. Menurut pemerintah setempat, kondisi Setu sangat memprihatinkan. Kampung Lio adalah kampung squatter yang berada di sempa dan Situ Rawa Besar di pusat Kota Depok, Jawa Barat. Berada di sempadan situ, kampung yang dihuni oleh masyarakat dengan ekonomi rendah ini kerap merasakan bencana banjir tiap kali hujan turun. Banjir dan kebakaran juga pernah terjadi, kali ini permukiman padat yang menjadi sebabnya. Kondisi kampung padat penduduk ini memang cenderung kumuh, karena minimnya perhatian dari masyarakat. Selain itu. Kampung Lio yang tumbuh secara tidak terencana membuat kampung tidak memiliki jaringan infrastruktur yang cukup baik.

Adanya pemukiman informal (pemukiman kumuh) di sekitar Setu mengakibatkan ukuran Setu menjadi lebih sempit dari ukuran asli 25 Ha menjadi 15 Ha. Selain itu, Setu juga tercemar karena banyaknya pembuangan limbah yang berasal dari pemukiman terdekat, industri lokal dan pasar di sekitar Setu. Salah satu permukiman informal di sekitar Setu Rawa Besar adalah Kampung Rawa Lio. Sebagian besar penduduk di kampung tersebut bekerja di sektor jasa kecil, seperti tukang becak, tukang kayu, buruh dan pedagang eceran kecil. Sebagai akibat dari status mereka sebagai pemukim informal di pemukiman yang tidak terencana, maka penduduk tersebut juga tidak memiliki akses ke sistem pengelolaan dan pembuangan limbah yang tetap atau formal. Kampung Rawa Lio dengan kepadatan penduduknya yang tinggi dan lokasinya yang berada di pinggir Situ Rawa Besar yang telah tercemar, kini harus menghadapi berbagai tantangan lingkungan yang dapat menimbulkan banyak masalah kesehatan.

Disisi lain, Kawasan Rawa Besar Lio berada di dekat salah satu proyek Pemerintah Kota Depok, yaitu pembangunan underpass perlintasan kereta api. Pembuatan jalan layang di jalan Dewi Sartika terus terus dikejar oleh Pemerintah Depok dan Jawa Barat. Pada bulan November 2022 diketahui bahwa model underpass telah terlihat bentuknya setelah sebagian seng penutup proyek di sisi jalan terbuka. Pekerja rutin merapikan saluran air dan bagian dalam underpass. Subandi, seorang pekerja yang ditemui *TribunnewsDepok.com* mengatakan pembangunan proyek ini sudah hampir rampung. Underpass yang melintang dari arah Dewi Sartika ke jalan Margonda Raya dibangun untuk mengatasi kemacetan lalu lintas di kawasan ini akibatnya adanya perlintasan kereta api. Situasi lalu lintas di sekitar proyek underpass ini masih terlihat pada pagi dan sore hari akibat adanya penyempitan jalur kendaraan ([Rama, 2022](#)). Adanya pembangunan underpass tersebut tentunya memberikan efek dan risiko tertentu pada masyarakat sekitar, dimana salah satunya adalah masyarakat di kawasan Rawa Besar Lio. Potensi polutan yang dihasilkan misalnya asap, debu, pasir terbang (grit) dan gas tidak stabil (NO dan CO). Untuk itu perlu dilakukan langkah antisipasi agar polutan dari proses pembangunan tidak memberikan dampak penyakit kepada masyarakat ([Simarmata et al. 2022](#)).

Keterbaruan dalam penelitian bahwasannya kini telah terbit berbagai hasil-hasil riset pada jurnal internasional bereputasi terkait dampak kontaminasi kimia dan biologi yang berpengaruh terhadap berbagai kompartemen lingkungan termasuk binatang, vegetasi, udara, air dan tanah. Pada tahapan lebih lanjut riset dampak pencemaran kimia dan biologi terhadap manusia banyak membahas terkait faktor risiko dan output kesehatan yang dihasilkan ketika terjadi interaksi. Beberapa hasil riset mencoba mengevaluasi dampak kesehatan manusia dari paparan zat toksik yang merupakan dampak lanjutan dari dampak kesehatan dan dampak lingkungan yang tidak teratasi. Fakta menunjukkan bahwa eskalasi paparan zat toksik yang berbanding lurus dengan dampak yang ditimbulkan, namun ternyata tidak sebanding dengan upaya mitigasi terhadap bahaya dari dampak tersebut. Ketidakmampuan sebuah populasi terdampak untuk melakukan mitigasi bahaya paparan zat toksik diasumsikan karena rendahnya pengetahuan dan lemahnya sikap terhadap upaya mitigasi itu sendiri. Selain itu, lemahnya analisis epidemiologis yang menjustifikasi factor risiko paparan zat toksik terhadap output kesehatan khususnya kelompok rentan termasuk pekerja dan warga sekitar semakin memperburuk situasi kesehatan masyarakat pada populasi. Sampai saat ini sangat terbatas penelitian yang mengelaborasi metode secara terintegrasi untuk memberikan rekomendasi yang ilmiah dan terukur dalam bentuk hasil penelitian khususnya dampak kesehatan terhadap para balita, ibu, pekerja dan masyarakat sekitar.

Analisis risiko kesehatan masyarakat menjadi alat yang penting untuk menilai tingkat risiko pajanan zat pencemar terhadap kesehatan manusia yang hasil keluarannya berupa karakterisasi risiko yang menjelaskan suatu zat berisiko terhadap kesehatan manusia atau tidak ([Dewi dkk., 2018](#)). Masih perlu diteliti terkait zat Cr6+, besi, mangan, NO3, NO2, E coli dan total koliform pada ada air, SO2, NO2, PM10 pada sampel udara serta parameter DHL, pH, TDS, suhu pada air agar dapat dilakukan tindakan pengendalian risiko

untuk mencegah timbulnya penyakit. Oleh karena itu kegiatan analisis risiko kesehatan lingkungan untuk parameter fisika, kimia, dan biologi menjadi penting untuk dilakukan demi mengetahui karakterisasi risiko di wilayah Pancoran Mas, Kota Depok. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pajanan besaran parameter fisika, kimia dan biologi pada air dan udara di Kawasan Rawa Besar Lio Kelurahan Depok, Pancoran Mas, Kota Depok, Provinsi Jawa Barat tahun 2022.

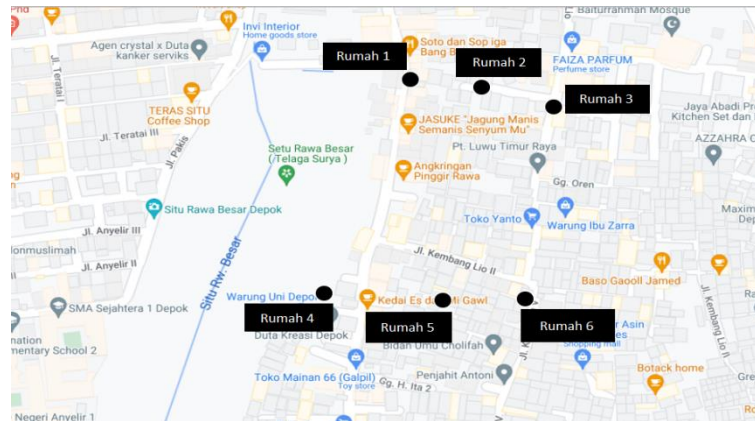
2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Masyarakat. Komponen ARKM terdiri dari empat langkah yaitu identifikasi bahaya, analisis pajanan, analisis dosis-respon dan karakteristik risiko. ARKM digunakan untuk mengevaluasi pajanan, mengetahui besar tingkat kontaminasi di wilayah kontaminan itu berada dan bagaimana penduduk di wilayah itu dapat kontak dengan kontaminan tersebut (KEMENKES, 2017). Tempat penelitian berada Kawasan Situ Rawa Besar Lio atau Kampung Lio, Kelurahan Depok, Kecamatan Pancoran Mas, Kota Depok, Jawa Barat. Kampung Lio merupakan permukiman kumuh di Kelurahan Depok yang mengelilingi Bantaran Situ Rawa Besar yang menjadi daerah resapan air di Kota Depok. Risiko kesehatan dari paparan zat kimia dalam air minum dan air bersih dapat diperkirakan sebagai Risk Quotient (RQ) untuk efek non karsinogenik dan risiko kanker berlebih (ECR) untuk efek Karsinogenik. RQ dihitung hanya dengan membagi asupan harian kronis (CDI) dengan dosis referensi oral (RfD), sedangkan ECR dihitung dengan mengalikan dosis harian rata - rata seumur hidup (LADD) dengan faktor kemiringan kanker (CSF). Risiko kesehatan dianggap ada dan memerlukan tindakan (Soemirat, 2021).

Analisis risiko kesehatan masyarakat merupakan alat yang penting untuk menilai tingkat risiko pajanan zat pencemar terhadap kesehatan manusia. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui estimasi risiko bahaya pajanan parameter kimia, fisika dan biologi pada air minum, air bersih dan air rawa, pajanan SO₂, NO₂, PM₁₀ pada udara ambien serta bahaya pajanan mikrobiologi pada udara dalam rumah di kawasan Rawa Besar Lio Kelurahan Depok, Kecamatan Pancoran Mas. Adanya pemukiman informal (pemukiman kumuh) di sekitar Setu mengakibatkan ukuran Setu menjadi lebih sempit dari ukuran asli 25 Ha menjadi 15 Ha. Selain itu, Setu juga tercemar karena banyaknya pembuangan limbah yang berasal dari pemukiman terdekat, industri lokal dan pasar di sekitar Setu. Salah satu permukiman informal di sekitar Setu Rawa Besar adalah Kampung Rawa Besar Lio. Studi analisis risiko kesehatan masyarakat dilakukan dalam penelitian dan diperlukan mendapatkan data lama tinggal responden, laju konsumsi, berat badan dengan 6 unit rumah sebanyak 25 responden. Didapatkan 10 sampel pada air minum dan air bersih. Jika $RQ > 1$ (untuk efek non-karsinogenik), artinya CDI telah melebihi RfD nya atau $ECR > 10^{-4}$ (untuk efek karsinogenik), artinya ECR telah melebihi batas atas. Nilai terikat ECTR yang tidak dapat diterima sebesar 10^{-4} . Media pajanan lingkungan adalah air bersih, air minum dan udara, kontaminan lingkungan meliputi mineral dengan unsur-unsur esensial dan logam toksik, yang terdiri dari Cr⁶⁺, Fe, Mn, NO₂, NO₃, SO₂, PM₁₀ parameter lain yang mempengaruhi konsentrasi mineral yakni suhu, pH, TDS, DHL, serta mikrobiologi lingkungan yakni E.coli dan Total coliform pada air dan udara. Unit analisis adalah rumah tangga dengan kriteria memiliki setidaknya dua kelompok usia.

Target pada penelitian ini merupakan warga yang bermukim di perkampungan kawasan Rawa Besar Lio Kelurahan Depok dengan kriteria inklusi laki-laki atau perempuan (kelompok usia yaitu balita 0-5 tahun, anak usia sekolah 6-12 tahun, remaja usia 13-18 tahun, dewasa berusia 19-59 tahun). Teknik pengambilan sampel dilakukan secara tidak acak (non-probability sampling). Dalam penentuan besar sampel, peneliti menggunakan rumus Slovin karena dalam penarikan sampel, jumlahnya harus representative agar hasil penelitian dapat digeneralisasikan. Dalam penelitian ini sampel yang diperlukan yaitu 99,7. Namun hasil perhitungan dengan ditambah derajat toleransi sebesar 10%, didapatkan hasil 100 sampel rumah tangga yang akan menjadi responden di kelurahan Depok Pancoran Mas

akan tetapi karena keterbatasan waktu yang dimiliki oleh peneliti sehingga jumlah sampel yang akan diteliti terdiri dari 6 rumah tangga (26 responden) yang tinggal di RW 13 di sekitaran Setu Rawa Besar. Pengumpulan data menggunakan kuesioner, peralatan, prosedur sampling dan analisis konsentrasi Cr^{6+} , besi, mangan, NO_3 , NO_2 , E. coli, total coliform, parameter DHL, PH, TDS dan suhu pada sampel air, serta SO_2 , NO_2 , PM_{10} pada sampel udara dalam media pajanan lingkungan. Data kondisi fisik lingkungan permukiman dikumpulkan dengan observasi dan wawancara menggunakan kuesioner.



Gambar 1. Titik Koordinat Sampel Rumah Tangga di Kawasan Setu Rawa Besar Lio
Source: Indonesian Geospatial Information Agency, 2022

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Karakteristik Faktor-faktor Pemajanan Antropometri, Pola Aktivitas dan Pola Konsumsi Orang Dewasa (24 – 59 tahun), Anak Usia Sekolah (6 – 16 tahun) dan Balita (≤ 5 tahun) Penduduk Setu Rawa Besar Lio ($n = 31$)

Karakteristik	Rerata \pm SD	Median	Rentang	Distribusi ^a
Anthropometric Umum				
Dewasa				
Umur, tahun	46,6 \pm 10,7	48	24 – 59	Normal
Berat Badan, kg	60,2 \pm 11,5	61,1	45 – 78	Normal
Anak usia sekolah				
Umur, tahun	11,6 \pm 4,4	11	6 – 16	Normal
Berat badan, kg	44,8 \pm 10,6	47	31 – 54	Normal
Balita				
Umur, tahun	3,9 \pm 1,4	4	1,6 – 5	Normal
Berat badan, kg	20,3 \pm 6,2	22,7	8,7 – 24,8	Tidak normal
Pola Aktivitas				
Dewasa				
tE, jam/hari	18,8 \pm 3,7	19	11 – 23,5	Normal
fE, hari/tahun	356,3 \pm 20,5	362	269 – 365	Tidak normal
Dt, tahun	61,5 \pm 10	59	48 – 82	Tidak normal
Anak Usia Sekolah				
tE, jam/hari	16 \pm 0,7	16	15 – 17	Normal
fE, hari/tahun	359 \pm 5,6	359	351 – 362	Normal
Dt, tahun	61,2 \pm 4,5	61	54 – 65	Normal
Balita				
tE, jam/hari	19 \pm 2,6	18	16 – 23	Normal
fE, hari/tahun	361,4 \pm 1,3	362	359 – 362	Tidak normal
Dt, tahun	67,6 \pm 13,8	65	54 – 82	Normal
Laju Konsumsi				
Dewasa				
Air minum, L/hari	1,6 \pm 0,8	1,2	0,75 – 4	Tidak normal
Anak usia sekolah				

Karakteristik	Rerata \pm SD	Median	Rentang	Distribusi ^a
Air minum, L/hari	1,7 \pm 0,8	1,6	1 – 3	Normal
Balita				
Air minum, L/hari	1,1 \pm 0,4	1,2	0,6 – 1,6	Normal

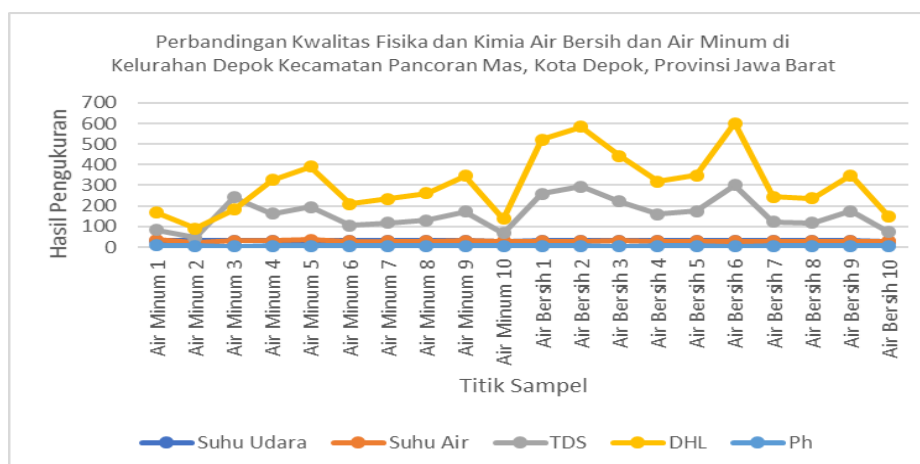
^aKenormalan data ditentukan dengan: Skewness \div Standard Error of Skewness = ± 2 .

Tabel 2. Nilai Pusatan dan Sebaran Statistik Konsentrasi Parameter Kimia, Biologi dan Fisika dalam Air Bersih di Situ Rawa Besar Lio ($n = 6$) (parameter kimia dalam mg/L, parameter biologi dalam cfu/100mL)

Parameter	Baku Mutu ^a	Rerata \pm SD	Median	Rentang	Distribusi ^c
Kimia					
Nitrit	1	0,0083 \pm 0,0059	0,008	0 – 0,017	Normal
Nitrat	10	5,717 \pm 4,3997	5,55	0,7 – 11,6	Normal
Mangan	0,5	2,417 \pm 1,5917	2,05	0,9 – 5	Normal
Kromium (valensi 6)	b	0,215 \pm 0,0174	0,017	0,007 – 0,055	Tidak normal
Besi	1	0,0517 \pm 0,0691	0,015	0 – 0,15	Normal
Biologi					
Total Coliform air	50	Tidak dapat ditentukan ^d	Tidak dapat ditentukan ^d	Tidak dapat ditentukan ^d	Tidak dapat ditentukan ^d
<i>E. coli</i> air	0	29,5 \pm 46,380	0	0 – 101	Normal
Fisika					
Suhu udara	b	30,8 \pm 1,8	31	26 – 32	Tidak normal
Suhu air	Suhu udara \pm 3	28,7 \pm 0,8	28,7	27,9 – 30,8	Tidak normal
TDS	1000	189,4 \pm 77,5	174	72 – 301	Normal
DHL	b	379,4 \pm 154,1	348,5	148 – 602	Normal
pH	6,5 – 8,5	5,03 \pm 0,9	4,9	3,9 – 6,3	Normal

(Sumber: Data Primer, 2022)

^aBerdasarkan Permenkes No. 32 Tahun 2017 Tentang Standar Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum. ^bTidak diatur Permenkes 32/2017. ^cKenormalan data ditentukan dengan: Skewness \div Standard Error of Skewness = ± 2 . ^dBeberapa sampel air menunjukkan hasil TBUD (Terlalu Banyak Untuk Dihitung) setelah dilakukan pengujian di laboratorium, sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan.



Gambar 3.1 Perbandingan Kualitas Fisika dan Kimia Air Bersih dan Air Minum di Kelurahan Depok Kecamatan Pancoran Mas, Kota Depok, Provinsi Jawa Barat
(Sumber: Data Primer, 2022)

Tabel 3. Nilai Pusatan dan Sebaran Statistik Konsentrasi Parameter Kimia, Biologi dan Fisika dalam Air Minum di Situ Rawa Besar Lio($n = 6$) (parameter kimia dalam mg/L, parameter biologi dalam Jumlah per 100 mL sampel)

Parameter	Baku Mutu ^a	Rerata \pm SD	Median	Rentang	Distribusi ^c
Kimia					
Nitrit	3	0,012 \pm 0,0097	0,0095	0,004 – 0,031	Tidak normal
Nitrat	50	3,683 \pm 3,8747	2,05	5 – 10,4	Normal
Mangan	0,4	1,133 \pm 0,7763	0,9	0,4 – 2,6	Tidak normal
Kromium (valensi 6)	^b	0,0137 \pm 0,0097	0,011	0,005 – 0,03	Normal
Besi	0,3	0,005 \pm 0,0084	0,000	0 – 0,02	Normal
Biologi					
Total Coliform air	0	Tidak dapat ditentukan ^d	Tidak dapat ditentukan ^d	Tidak dapat ditentukan ^d	Tidak dapat ditentukan ^d
<i>E. coli</i> air	0	0,67 \pm 1,633	0,00	0 – 4	Tidak normal
Fisika					
Suhu udara	^b	30,6 \pm 1,7	31	26 – 32	Tidak Normal
Suhu air	Suhu udara \pm 3	30,1 \pm 4	29,7	22 – 37	Normal
TDS	500	132 \pm 60,9	124	45 – 241	Normal
DHL	^b	234,3 \pm 96,4	222,5	90 – 390	Normal
pH	6,5 – 8,5	6,7 \pm 1,3	6,9	3,9 – 8,7	Normal

(Sumber: Data Primer, 2022)

^aBerdasarkan Permenkes No. 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. ^bTidak diatur Permenkes 492/2010. ^cKenormalan data ditentukan dengan: Skewness \div Standard Error of Skewness = ± 2 . ^dBeberapa sampel air menunjukkan hasil TBUD (Terlalu Banyak Untuk Dihitung) setelah dilakukan pengujian di laboratorium, sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan.

Tabel 4. Nilai Pusatan dan Sebaran Statistik Konsentrasi Parameter Kimia dan Biologi dalam Air Rawa di Situ Rawa Besar Lio ($n = 2$)

Parameter	Baku mutu ^a	Rerata \pm SD	Median	Rentang
Kimia				
Nitrit	0,06	0,0015 \pm 0,0007	0,002	0,001 – 0,002
Nitrat	10	10,0625 \pm 0,0008	10,0625	5,984 – 14,141
Mangan	0,4	0,00385 \pm 0,00078	0,00385	0,0033 – 0,0044
Kromium (valensi 6)	^b	0,0054 \pm 0,00099	0,0054	0,0047 – 0,0061
Besi	-	0,0418 \pm 0,0144	0,0418	0,316 – 0,520
Biologi				
Total Coliform air	5000	Tidak dapat ditentukan ^a	Tidak dapat ditentukan ^a	Tidak dapat ditentukan ^a
<i>E. coli</i> air	1000	Tidak dapat ditentukan ^a	Tidak dapat ditentukan ^a	Tidak dapat ditentukan ^a

(Sumber: Data Primer, 2022)

^aSemua sampel air menunjukkan hasil TBUD (Terlalu Banyak Untuk Dihitung) setelah dilakukan pengujian di laboratorium, sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan. Baku mutu air rawa yang digunakan yaitu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada baku mutu air danau dan sejenisnya kelas 2, kecuali parameter nitrat.

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat bahwa nilai *E. coli* pada air rawa tidak dapat ditentukan saat pengujian di laboratorium. Hal ini karena nilai *E. coli* yang sangat tinggi pada air rawa, artinya air Rawa Lio sudah tercemar dengan banyaknya sampah domestik.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kualitas Fisika dan Kimia Udara Ambien di Kawasan Situ Rawa Lio

	Parameter		
	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂
Baku mutu (µg/m ³)	200	75 (24 jam)	150
Konsentrasi	0,0576	52,8	0,4781
Tanggal pengukuran	05 Desember 2022	05 Desember 2022	11 Desember 2022
Hari pengukuran	Senin	Senin	Sabtu
Waktu	12:35 - 13:35	17:45 - 18:45	10:00 - 11:00
Tekanan udara	747,58	(tidak diukur)	749,52
RH (%)	(tidak diukur)	80,7	(tidak diukur)
Suhu (°C)	41,2	28,2	42,82
Kecepatan angin	59,22	(tidak diukur)	54,92
Kondisi cuaca	panas terik	setelah hujan	panas terik
Jumlah kendaraan motor	334	(tidak dihitung)	445
Jumlah kendaraan mobil	21	(tidak dihitung)	20

(Sumber: Data Primer, 2022)

Tabel 6. Estimasi Risiko Kontaminan Udara Ambien di Kawasan Situ Rawa Besar Lio

	Parameter				
	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀ (Minimum)	PM ₁₀ (Rata-Rata)	PM ₁₀ (Maksimum)
Konsentrasi	0,0004781	0,0000576	0,042	0,0528	0,07
RfC	0,026	0,02	0,014	0,014	0,014
Balita					
CDI	0,000224577	0,0000271	0,02	0,025	0,033
RQ	0,00863	0,00135	1,409	1,772	2,349
Anak Sekolah					
CDI	0,000126	0,0000152	0,011	0,014	0,018
RQ	0,00484	0,000759	0,791	0,994	1,318
Remaja					
CDI	0,00011335	0,0000137	0,01	0,013	0,017
RQ	0,00435	0,000683	0,711	0,894	1,185
Dewasa					
CDI	0,000115123	0,0000139	0,01	0,013	0,017
RQ	0,00442	0,000693	0,722	0,908	1,204

(Sumber: Data Primer, 2022)

Tabel 7. Populasi Rata-rata Bakteri yang Disesuaikan untuk Paparan Sepanjang Hayat (D_{Adj}, CFU/m³), Nilai Numerik Parameter Spesifik Dosis-Respon masing-masing, Dosis Respon Infeksi Mikroba (P_{inf}), dan Tingkat Risiko Kesakitan (EIR)

Keterangan	D _{adj} (CFU/m ³)	α	N ₅₀	P _{inf}	EIR
<i>E. coli</i> air minum	0,04	0,155	2110000	0,000000254	0,00000636
<i>E. coli</i> di air bersih	1,01	0,155	2110000	0,00000642	0,00000636
<i>E. coli</i> udara di dalam rumah	262116,33	0,155	2110000	0,317422	0,00000121

(Sumber: Data Primer, 2022)

Probabilitas kejadian sakit karena infeksi oleh bakteri *E. coli* bagi populasi karena air minum (EIR) adalah 6.36E-06. Dengan EIR sebesar 6.36E-06 berarti ada 7 orang dalam 1000000 orang populasi yang beresiko sakit karena infeksi *E. coli* melalui ingesti air minum.

Probabilitas kejadian sakit karena infeksi oleh bakteri *E. coli* bagi populasi karena air bersih (EIR) adalah $6.36E-06$. Dengan EIR sebesar $6.36E-06$ berarti ada 7 orang dalam 1000000 orang populasi yang beresiko sakit karena infeksi *E. coli* melalui ingesti air bersih.

Probabilitas kejadian sakit karena infeksi oleh bakteri *E. coli* bagi populasi karena udara di dalam rumah (EIR) adalah $1.21E-06$. Dengan EIR sebesar $1.21E-06$ berarti ada 2 orang dalam 1000000 orang populasi yang beresiko sakit karena infeksi *E. coli* melalui inhalasi udara di dalam rumah.

Hasil perhitungan EIR ini sejalan dengan hasil wawancara responden penelitian, yaitu 2 orang anggota keluarga pada rumah 5 mengalami diare pada 6 bulan terakhir. Pada rumah 5 dengan air bersih yang memiliki nilai *E. coli* 101 CFU/100 mL.

Tabel 8. Perkiraan Chronic Daily Intake (CDI, mg/kg/hari) dan Risk Quotient (RQ) Air Minum berdasarkan Kelompok Umur Masyarakat di Kawasan Rawa Besar Lio

	Parameter				
	Mn	NO ₂	NO ₃	Cr ⁶⁺	Fe
RFD oral	0,14	0,1	1,6	0,003	0,7
umur ≤ 5 tahun					
CDI	0,077	0,0006	0,1954	0,0005	0,0005
RQ	0,5499	0,0064	0,1221	0,1770	0,0008
Umur 6-12 tahun					
CDI	0,0593	0,0005	0,1505	0,0004	0,0004
RQ	0,4236	0,0049	0,0941	0,1363	0,0006
Umur 13-18 tahun					
CDI	0,0615	0,0005	0,1560	0,0004	0,0004
RQ	0,439	0,0051	0,0975	0,1413	0,0006
Umur 19-59 Tahun					
CDI	0,0381	0,0003	0,0967	0,0003	0,0003
RQ	0,2721	0,0032	0,0604	0,0876	0,0004

(Sumber: Data Primer, 2022)

Berdasarkan nilai CDI masing-masing kelompok umur, untuk RQ zat Mn, NO₂, NO₃, Cr⁶⁺, dan besi, seluruhnya di bawah 1 ($RQ \leq 1$). Sehingga paparan zat-zat tersebut aman untuk pola konsumsi air minum masyarakat Rawa Lio. Nilai RQ yang harus diwaspadai yaitu untuk pajanan zat mangan di dalam air minum, karena RQ untuk anak balita sebesar 0.5499. Konsentrasi mangan di dalam air minum harus dijaga agar tidak menyebabkan resiko kesehatan. Jika konsentrasi mangan di atas 2,4 mg/L, untuk kelompok anak balita maka nilai $RQ > 1$.

Karakteristik antropometri yang diteliti meliputi data antropometri umum yaitu berat badan dan umur responden, data pola aktivitas terdiri dari waktu pemajanan, frekuensi pemajanan dan durasi pemajanan, serta data laju konsumsi yaitu jumlah air yang diminum dalam satu hari. Usia menjadi salah satu faktor penentu tingkat kerentanan seseorang terhadap pajanan yang diterima. Seseorang yang memiliki usia yang semakin tua maka akan semakin tinggi risiko untuk keracunan zat toksik (Mahawati, 2006). Semakin bertambahnya usia juga semakin mempertinggi risiko untuk timbulnya gangguan kesehatan atau munculnya penyakit pada seseorang. Perubahan biologis akan dipengaruhi pula oleh pertambahan usia pada seseorang (Rahmadani and Tualeka, 2016). Berdasarkan studi Analisis Risiko Kesehatan Masyarakat semakin rendah berat badan maka akan semakin besar intake yang diterima, selain itu semakin besar berat badan maka semakin kecil intake yang diterima. Berat badan dapat mempengaruhi besarnya risiko seseorang untuk mengalami gangguan kesehatan. Seseorang yang memiliki berat badan yang kurang pada umumnya lebih rentan untuk mengalami gangguan penyakit. Selain itu, beberapa zat toksik lebih mudah larut di dalam lemak, sehingga seseorang yang memiliki banyak lemak di dalam tubuh akan memiliki kadar zat toksik yang rendah di dalam tubuh (Mukono, 2005).

Waktu pajanan (tE) didapatkan dengan cara menanyakan berapa lama kebiasaan responden sehari-hari berada di luar rumah seperti ke pasar, mengantar dan menjemput

anak sekolah dalam hitungan jam. Untuk mendapatkan data frekuensi pajanan (fE), peneliti menanyakan kepada responden kebiasaan-kebiasaan apa yang dilakukan setiap tahun seperti misalnya meninggalkan tempat mukim untuk pulang kampung, berlibur ke rumah orang tua, rekreasi dan sebagainya dalam hitungan hari. Durasi pajanan (DE) merupakan lamanya seseorang untuk terpajan bahan kimia dalam waktu satu tahun. Bahwa semakin lama seseorang untuk terpajan suatu bahan kimia, maka akan semakin banyak pula pajanan bahan kimia yang diterima oleh tubuh seseorang (ATSDR, 2007). Laju konsumsi (R) adalah banyaknya volume air yang masuk setiap jam nya (liter/hari). Berdasarkan hasil analisa, diketahui bahwa nilai median konsumsi air minum kelompok orang dewasa adalah 1,2 L/hari, pada kelompok anak usia sekolah adalah 1,7 L/hari, dan pada kelompok anak usia sekolah adalah 1,1 L/hari.

Berdasarkan hasil uji kualitas sampel air rawa yang diperiksa, diketahui bahwa secara umum parameter kimia yang diperiksa sudah sesuai baku mutu air rawa pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada baku mutu air danau dan sejenisnya kelas 2, kecuali parameter nitrat. Berdasarkan hasil uji kualitas sampel air rawa terdapat beberapa kandungan kimia dalam sampel air. Dalam sampel air rawa yang diperiksa, terdapat 0,001 - 0,002 mg/L nitrit (NO₂). Kandungan nitrit tersebut masih berada dibawah baku mutu yang dipersyaratkan yaitu 0,06 mg/L. Sedangkan untuk parameter Nitrat (NO₃) sendiri, diketahui terdapat 5,984 - 14,141 mg/L nitrat dalam sampel air rawa. Jumlah ini berada di atas baku mutu yang dipersyaratkan yaitu 10 mg/L.

Pencemaran bahan-bahan kimia di bagian hulu dapat disebabkan oleh nitrat yang berada di perairan. Berkurangnya pupuk nitrat yang tinggi, diantaranya disebabkan oleh proses pencucian dan aliran permukaan. Methemoglobinemia dengan nilai lebih dari 10% hemoglobin diubah menjadi methemoglobin merupakan efek toksik dari nitrat. Dampak nitrit dalam jumlah lebih dari batas pada manusia adalah dapat menyebabkan gastrointestinal, diare, dapat berlanjut menjadi oleh konvulsi, koma dan bila tidak tertolong dapat meningkatkan risiko kematian (Abdurivai, 2017).

Tingginya konsentrasi nitrat di perairan juga dapat disebabkan oleh masukan bahan organik yang tinggi dari aktivitas daratan yang dapat berupa erosi daratan, masukan limbah rumah tangga, limbah pertanian berupa sisa pemupukan dan lain sebagainya (Hamuna et al. 2018). Hal ini sangat mungkin terjadi karena banyaknya sampah yang bertumpuk di Rawa Lio tempat pengambilan sampel air rawa dilakukan. Selain itu lokasi rawa berada sangat dekat dengan tempat pembuangan sampah sementara yang menyebabkan banyaknya sampah beterbangan dari TPS dan masuk ke dalam rawa. Ion nitrat dapat diturunkan dengan serbuk zeolit ZSM-5 terimpregnasi TiO₂, karena zeolit ZSM-5 mempunyai luas permukaan yang besar dan mempunyai saluran yang dapat menyaring ion atau molekul, dan terimpregnasi TiO₂ maka daya kerja zeolit ZSM-5 lebih meningkat (Anggraeni, 2018).

Selanjutnya berdasarkan hasil pemeriksaan uji sampel air rawa, diketahui terdapat 0,0033 - 0,0044 mg/L mangan (Mn). Jumlah Mn tersebut berada di bawah baku mutu Mn yang dipersyaratkan yaitu 0,4 mg/L. Untuk parameter Cr⁶⁺sendiri, diketahui terdapat 0,0047 - 0,0061 mg/L yang terkandung dalam sampel air rawa yang diperiksa. Jumlah tersebut masih dalam batas aman yaitu dibawah baku standar mutu yaitu 0,05 mg/L. Sedangkan setelah dilakukan pemeriksaan terhadap parameter Besi atau Fe, didapatkan hasil yaitu terdapat 0,316 - 0,520 mg/L pada sampel air rawa. Jumlah Fe ini masih termasuk dalam kategori aman dikarenakan tidak ada jumlah Fe yang dijadikan baku mutu pada Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021.

Berdasarkan hasil uji kualitas sampel air rawa untuk parameter biologi di daerah Situ Rawa Besar, diketahui bahwa semua sampel air menunjukkan hasil terlalu banyak untuk dihitung (TBUD) setelah dilakukan pengujian di laboratorium, sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan. Apabila kita merujuk pada 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, diketahui bahwa standar baku mutu (kadar maksimum) untuk Total Coliform adalah 50 CFU/100 mL. Sedangkan untuk *E. coli* sendiri, standar baku mutu yang diizinkan adalah <1 atau 0 CFU / 100 mL

Air bersih atau air untuk keperluan Hygiene Sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum ([Permenkes RI No. 32 Tahun 2017](#)). Untuk keperluan sehari - hari nya, warga Kampung Lio biasa menggunakan air bersih yang bersumber dari sumur pompa listrik atau sumur gali listrik. Kedalaman air sumur warga beragam dari 12 m sampai 20 m. Namun, setelah dilakukan wawancara dengan responden masih ada warga yang sumber airnya berjarak kurang dari 10 m dengan septic tank. Hal ini dapat menyebabkan tercemarnya sumber air.

Berdasarkan hasil uji kualitas sampel air bersih untuk parameter fisika di daerah Situ Rawa Besar, diperoleh hasil bahwa untuk parameter suhu dan TDS telah memenuhi standar yang ditetapkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017. Namun, untuk parameter pH, hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa rerata pH air yang digunakan oleh penduduk Kampung Lio adalah 5,03 dimana hasil tersebut tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan yaitu 6,5 - 8,5. Pengukuran pH digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. pH yang asam pada air bersih yang digunakan oleh penduduk Kampung Lio dapat disebabkan karena tipe sumur yang tidak kedap air permukaan, sehingga dapat terpengaruh dengan air hujan dan kontaminasi cemaran berbagai jenis limbah. pH pada air hujan umumnya bersifat asam dengan kisaran 5.6-5.8 karena adanya kontak antara air hujan dengan CO₂ di atmosfer. [Satriawan \(2018\)](#) menyatakan bahwa air hujan yang jatuh ke daratan akan meningkatkan kadar keasaman tanah dan air permukaan tanah karena kehadiran dari CO₂ dapat menurunkan pH air hujan hingga 5.6. Penelitian oleh. Untuk parameter DHL tidak diatur dalam Permenkes RI No. 32 Tahun 2017. Daya hantar listrik adalah bilangan yang menyatakan kemampuan larutan cair untuk menghantarkan arus listrik. Kemampuan ini tergantung keberadaan ion, total konsentrasi ion, valensi konsentrasi relatif ion dan suhu saat pengukuran. Semakin tinggi konduktivitas dalam air, maka air akan terasa payau sampai asin. Tingginya daya hantar listrik menandakan banyaknya jenis bahan organik dan mineral yang masuk sebagai limbah ke perairan. Standar baku mutu air tanah untuk nilai daya hantar listrik (DHL) adalah 20 - 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ([Ruseffandi & Gusman, 2020](#)). Pada penelitian ini, hasil pemeriksaan DHL adalah sebesar 379,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sehingga dapat dikatakan untuk parameter DHL pada air bersih yang digunakan oleh penduduk Kampung Lio masih sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Berdasarkan hasil uji kualitas sampel air bersih untuk parameter kimia di daerah Situ Rawa Besar, parameter yang diperiksa umumnya telah memiliki kadar dalam batas yang dipersyaratkan Permenkes RI 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, kecuali parameter Nitrat (NO₃), Mangan (Mn) dan kromium (valensi 6) yang memiliki kadar di luar persyaratan. Nitrat adalah ion - ion anorganik alami yang merupakan bagian dari siklus nitrogen, sedangkan nitrit merupakan bentuk peralihan antara amonia dan nitrat (nitrifikasi) dan antara nitrat dengan gas nitrogen (denitrifikasi). Kadar Nitrat dan Nitrit yang berlebih dapat bersifat toksik bagi organisme perairan. Nitrit dan Nitrat dapat bersifat racun karena dapat bereaksi dengan hemoglobin dalam darah, sehingga darah tidak dapat mengangkut oksigen. Disamping itu nitrit dapat membentuk nitrosamin (RRN-NO) pada air buangan tertentu dan dapat menimbulkan kanker. Pencemaran oleh pupuk nitrogen, termasuk amonia anhidrat seperti juga sampah organik hewan maupun manusia, dapat mengakibatkan kadar nitrat di dalam air ([Mulyati, 2022](#)).

Ditemukannya zat kimia nitrat pada air bersih yang biasa digunakan warga dapat dihubungkan dengan keberadaan Situ Rawa Besar yang berdekatan dengan lokasi Kampung Lio. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa kondisi Situ Rawa Besar telah tercemar zat nitrat dengan kandungan yang melebihi standar yang telah ditetapkan. Menurut [Tong dan Chen](#)

(2002), kualitas air sumur gali yang bersumber pada air tanah membawa residu-residu dari tanah dan yang penting untuk diperhatikan adalah adanya sumber polusi yang dapat merembes ke air tanah. Menurut (Marsono, 2009), kualitas air sumur gali dapat dipengaruhi oleh rembesan air limbah rumah tangga, limbah kimia, laundry, rembesan air sungai terdekat yang sudah tercemar dan lainnya. Pencemaran di Situ Rawa Besar diduga merembes ke sumur gali di sekitarnya dan berdampak pada turunnya kualitas air sumur. Hal ini dapat dihubungkan pula dengan banyaknya sumber air warga yang berjarak kurang dari 10 meter dengan septic tank warga.

Guna menurunkan kadar nitrat dalam air, dapat dilakukan proses denitrifikasi sebagai proses untuk mengurangi konsentrasi nitrat terlarut dalam air. Namun hal ini bukan merupakan proses autotrofik seperti nitrifikasi, melainkan heterotrofik. Bakteri denitrifikasi memperoleh energi untuk tumbuh dengan mengkonversi nitrat menjadi gas nitrogen dan membutuhkan sumber karbon organik untuk sintesis sel. Proses ini merupakan respirasi heterotrofik anaerob dari jenis anoksik, dimana reduksi nitrat (NO_3) menjadi gas nitrogen (N_2) melibatkan aktivitas enzim. Cara lain untuk mengurangi konsentrasi nitrat dalam air adalah asimilasi senyawa ini oleh ganggang (Bellinger dan Sige, 2015). Disisi lain, saat dilakukan survei pendahuluan pada awal penelitian ini, salah satu responden, yaitu anggota rumah tangga yang tinggal di sekitar Rawa Besar Lio ini mengungkapkan bahwa sebelum tahun 2006 air sumur di rumahnya masih dapat dikonsumsi untuk minum dan memasak. Namun, setelah tahun 2006 sampai dengan saat ini, air sumur berubah menjadi keruh dan tidak dapat dikonsumsi kembali. Selain itu, air sumur yang digunakan untuk mencuci pakaian menyebabkan pakaian menjadi kekuningan.

Menurut (Danaryanto et al, 2008 dalam Kodoatie dan Syarief, 2010), kekeruhan dan warna pada air bersih dapat terjadi karena adanya zat-zat koloid berupa zat terapan serta terurai secara halus sekali, kehadiran zat organik, lumpur atau karena tingginya kandungan logam besi (Fe) dan Mangan (Mn). Kehadiran amonia dalam air dapat berasal dari rembesan lingkungan yang kotor, semisal dari saluran air pembuangan domestik. Amonia terbentuk karena adanya pembusukan zat organik secara bakterial atau karena adanya pencemaran pertanian. Kandungan besi dan mangan yang tinggi dapat pula disebabkan karena batuan penyusun akuifer yang banyak mengandung logam besi dan mangan. Pada umumnya, senyawa besi dan mangan sangat umum terdapat di dalam tanah dan mudah larut dalam air terutama bila air bersifat asam.

Logam mangan mampu menimbulkan keracunan kronis pada manusia hingga berdampak menimbulkan lemah pada kaki, muka kusam dan dampak lanjutan bagi manusia yang keracunan mangan adalah bicaranya lambat serta hiperrefleksi (Susilawati, 2010). Untuk mengatasi permasalahan mangan pada air, dapat digunakan pengolahan air menggunakan metode aerasi dan filtrasi. Dengan cara ini dilakukan proses memasukkan udara atau oksigen ke dalam air dengan harapan kation logam besi, aluminium dan mangan membentuk senyawa oksida logam. Hal tersebut dapat menyebabkan senyawa oksida logam Fe_2O_3 atau Al_2O_3 dapat tersaring melalui filtrasi (Kusnaedi, 2010).

Kemudian untuk parameter kromium heksavalen, diketahui sebesar 0,007 - 0,005 mg/l. Hal ini berarti kadar Cr +6 dalam sampel air bersih yang diperiksa, berada di atas kadar maksimum yang diperbolehkan, yaitu 0,05 mg/L. Cr6+ jarang ditemukan di alam, namun banyak dijumpai di perairan akibat dari kegiatan industri dan aktivitas domestik di air limbahnya. Senyawa Cr6+ dapat menimbulkan efek berbahaya bagi manusia, yaitu melalui pernafasan dan pencernaan. Masuknya Cr6+ ke dalam tubuh dapat menyebabkan penyakit paru-paru, kulit ruam, sakit perut, bisul, masalah pernafasan, sistem kekebalan yang lemah, kerusakan ginjal dan hati, perubahan materi genetik, kanker paru-paru dan kematian (Berniyanti, 2018).

Metode umum yang biasa digunakan untuk menghilangkan logam-logam berat dari limbah meliputi pengendapan kimia, ekstraksi pelarut, dialisis, osmosis bolak-balik, pertukaran ion, penyerapan dan filtrasi. Filtrasi merupakan alternatif yang digunakan untuk menghilangkan logam berat kromium. Pasir dapat digunakan sebagai salah satu media

filtrasi (Anggraini, 2012). Setianingsih (2001) menunjukkan bahwa penggunaan pasir laut tanpa aktivasi memberikan nilai adsorpsi lebih tinggi dibandingkan pasir sungai, bentonit dan zeolit.

Berdasarkan hasil uji kualitas sampel air bersih di daerah Situ Rawa Besar, parameter biologi yang diperiksa belum memiliki kadar dalam batas yang dipersyaratkan Permenkes RI 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, yaitu parameter Total coliform dan E. coli yang memiliki kadar di luar persyaratan. Setelah dilakukan uji kualitas sampel air, diketahui bahwa terdapat bakteri E. coli dengan rentang 0 - 101 CFU / 100 mL. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri E. coli yang ada di sampel air bersih yang diperiksa berada di atas baku mutu yaitu 0 CFU / 100 mL. Sedangkan untuk parameter Total coliform air sendiri tidak dapat ditentukan karena menunjukkan hasil Terlalu Banyak untuk Dihitung (TBUD) setelah dilakukan pengujian di laboratorium, sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan. Kandungan E. coli yang tinggi menunjukkan air bersih di sekitar Rawa Lio tercemar. Sumber pencemar antara lain rembesan air rawa yang memiliki kandungan E. coli yang tinggi dan jarak septic tank ≤ 10 m.

Berdasarkan hasil uji kualitas sampel air minum di daerah Situ Rawa Besar, parameter kimia yang diperiksa umumnya telah memiliki kadar dalam batas yang dipersyaratkan Permenkes RI No. 492 / Menkes / Per / IV/ 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, kecuali parameter Mangan (Mn) yang memiliki kadar di luar persyaratan. Dapat dilihat bahwa berdasarkan hasil pemeriksaan, kandungan NO₂ dalam air minum yang diperiksa masih memiliki rentang 0,004 - 0,031 mg/l. Sedangkan kadar maksimum NO₂ (Nitrit) yang diizinkan dalam air minum adalah sebanyak 3 mg/l. Selanjutnya berdasarkan hasil pemeriksaan, diketahui terdapat kandungan Nitrat (NO₃) dengan rentang 5 - 10,4 mg/l. Ini berarti kandungan NO₃ dalam air minum yang diperiksa juga masih dalam batas aman yaitu di bawah kadar maksimum yang diperbolehkan sebanyak 50 mg/l.

Keberadaan kandungan senyawa nitrat dan nitrit dapat menyebabkan penyakit *baby blue syndrome* atau methemoglobinemia (Jaffe, 1981 dalam Ardhaneswari dan Wispriyono, 2022). Kondisi tersebut juga menyebabkan hipoksi dan bahkan kematian (Manassaram et al., 2010 dalam Ardhaneswari dan Wispriyono, 2022). Selain itu meningkatkan risiko bayi berusia 6 bulan untuk terkena *baby blue syndrome* (Oftadeh et al., 2019 dalam Ardhaneswari dan Wispriyono, 2022). Dapat meningkatkan risiko kematian pada neonatal (Rezaei et al. 2019 dalam Ardhaneswari dan Wispriyono, 2022). Penyakit kanker pada orang dewasa dapat meningkatkan risiko oleh paparan nitrat diatas batas aman (ATSDR, 2017 dalam Ardhaneswari dan Wispriyono, 2022),

Untuk parameter Mangan, terdapat 0,4 - 2,6 mg/L Mn dalam air minum yang diperiksa. Kadar Mn dalam sampel air melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan yaitu 0,4 mg/L. Mangan terdapat dalam bentuk kompleks dengan bikarbonat, mineral dan organik. Unsur mangan pada air permukaan berupa ion bervalensi empat dalam bentuk organik kompleks. Konsentrasi mangan yang berlebihan dapat menyebabkan rasa pahit pada minuman dan meninggalkan noda kecoklatan pada pakaian. Keracunan kronis memberikan gejala pada kelainan susunan saraf, insomnia, lemah pada kaki dan otot muka seperti beku sehingga tampak seperti topeng, bila terpapar secara terus menerus maka bicara dapat menjadi lambat, monoton, terjadi hyper - refleksia dan berjalan seperti penderita parkinsonism (Martani, 2020).

Aerasi dan filtrasi merupakan salah satu cara untuk menurunkan kandungan kation yang larut, terutama kadar besi (Fe), Mangan (Mn) dan Aluminium (Al). Konstruksinya dapat terbuat dari dua buah drum yang bagian dalamnya telah di cat atau dilapur. Prinsip kerja pengolahan air aerasi filtrasi adalah proses memasukkan udara atau oksigen ke dalam air dengan harapan kation logam besi, aluminium dan mangan membentuk senyawa oksida logam. Dengan demikian, senyawa oksida logam Fe₂O₃ atau Al₂O₃ dapat disaring melalui

filtrasi. Media filtrasi juga berfungsi untuk menangkap ion - ion yang larut dalam air, serta menangkap bahan organik sebagai penyebab air bau (Kusnaedi, 2010).

Kemudian untuk parameter Cr^{6+} diketahui pada sampel air minum yang diperiksa, hanya terdapat 0,005 - 0,03 mg/L. Namun, baku mutu kromium heksavalen tidak diatur dalam Permenkes RI No. 492 / Menkes / Per / IV/ 2010. Baku mutu untuk kromium (valensi 6) sendiri tercantum dalam Permenkes No. 416/Menkes/Per/IX/1990 yaitu kadar maksimum kromium heksavalen dalam air minum maksimal 0,05 mg/L, dimana hal ini berarti kadar kromium heksavalen dalam sampel air minum yang diperiksa masih dalam batas yang dipersyaratkan. Logam berat kadmium (Cd) dan kromium (Cr) merupakan jenis logam yang banyak ditemukan di perairan (Borkar et al., 2006)

Selanjutnya, untuk parameter kadar Fe dalam sampel air minum yang diperiksa adalah sebanyak 0 - 0,02 mg/L. Dimana kadar tersebut masih dalam batas yang dipersyaratkan yaitu maksimal 0,3 mg/L dalam air minum. Unsur logam besi (Fe), apabila masuk ke dalam tubuh, meski dalam jumlah agak berlebihan, biasanya tidak menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap tubuh. Hal ini disebabkan karena unsur besi (Fe) dibutuhkan dalam darah untuk mengikat oksigen (Fahrudin, 2018).

Berdasarkan hasil uji kualitas sampel air minum di daerah Situ Rawa Besar, parameter biologi yang diperiksa belum memiliki kadar dalam batas yang dipersyaratkan Permenkes RI No. 492 / Menkes / Per / IV/ 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Dimana setelah dilakukan pemeriksaan diketahui bahwa sampel air minum yang diperiksa mengandung coliform dan E. coli di luar baku mutu yang telah ditentukan. Untuk parameter coliform air menunjukkan hasil Terlalu Banyak Untuk Dihitung (TBUD) setelah dilakukan pengujian di laboratorium sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan. Padahal baku mutu coliform pada air minum yaitu 50 CFU / 100 mL. Sedangkan pada parameter E. coli sendiri, diketahui terdapat 0 - 4 CFU / 100 mL yang terkandung pada sampel air minum yang diperiksa. Jumlah tersebut merupakan jumlah yang melebihi baku mutu E. coli pada air minum yaitu <1 atau 0 CFU / 100 mL.

Kehadiran mikroorganisme yang tinggal dalam usus manusia adalah bakteri coliform. Dalam feses dan tinja manusia jika ditemukannya bakteri coliform berarti telah terjadinya pencemaran (Marhaini, 2022). Hal tersebut sangat mungkin terjadi, mengingat jarang septictank dengan sumur atau sumber air banyak yang kurang dari 10 meter. Kehadiran materi fekal di dalam air minum sangat tidak diharapkan, baik ditinjau dari segi estetika, sanitasi maupun dengan alasan infeksi. Jika di dalam 100 mL sampel air didapatkan 500 sel bakteri E. coli, memungkinkan terjadinya infeksi gastroenteritis yang segera diikuti oleh demam typhoid. E. coli pada semakin tinggi kandungannya dapat menyebabkan infeksi pada kandung kemih, hati, ginjal dan pelvis. Maka semakin tingginya kandungan bakteri E. coli maka akan semakin kotor dan tidak memenuhi syarat keadaan air tersebut untuk kebutuhan minum pada manusia (Marhaini, 2022).

Berdasarkan Profil Kesehatan Kota Depok pada tahun 2020 diketahui di Kecamatan Pancoran Mas sendiri terdapat 3862 kasus diare dimana 1950 diantaranya merupakan balita. Untuk mengatasi masalah tersebut, UPTD Puskesmas Pancoran Mas telah berupaya yaitu memberikan oralit dan zinc kepada penderita penyakit diare. Berdasarkan hasil Studi Status Gizi Indonesia (SSGI) Tahun 2021, angka stunting di Kota Depok menduduki posisi terendah se-Jawa Barat sebesar 12,3% dibandingkan dengan kota atau kabupaten lainnya di wilayah Jawa Barat. Sedangkan di Jawa Barat sendiri angka stunting mencapai 24,5%. Berdasarkan data hasil audit stunting semester I dan publikasi data stunting Tahun 2022 Tim Percepatan Penurunan Stunting (TPPS) Kota Depok, angka balita stunting di Kota Depok Tahun 2022 mengalami penurunan sebesar 0,02% dibandingkan dengan Tahun 2021 dari sebelumnya 3.675 balita menjadi 3.637 balita. Faktor pemicu stunting dapat berasal dari pola asuh yang tidak tepat dan makanan balita yang tidak sehat dan bergizi.

Stunting diidentikkan dengan perawakan tubuh anak pendek akibat kekurangan gizi kronis. Namun, selain dilihat dari tinggi badan, tanda awal stunting juga bisa dilihat dari berat badan anak yang kurang. Berat badan anak hingga usia di bawah dua tahun yang tak

adekuat atau memadai bisa menjadi tanda awal stunting sehingga perlu segera mendapatkan penanganan dokter. Hal ini sejalan dengan data antropometri yang didapat bahwa dari kelima balita yang dilakukan wawancara dengan dibantu orang tua tidak terdapat kasus stunting setelah melihat perbandingan grafik pertumbuhan antara tinggi badan dan berat badan balita. Dengan demikian, dapat diambil kesimpulan bahwa status gizi responden yang diwawancarai dan dianalisis menunjukkan hasil yang baik. Namun hasil ini tidak dapat menggambarkan Kelurahan Depok secara keseluruhan karena adanya keterbatasan jumlah sampel rumah tangga yang diambil dan dianalisis. Bisa menjadi Batasan penelitian

Hasil pengukuran udara ambien di Kampung Lio menunjukkan bahwa konsentrasi PM10 seluruhnya masih di bawah Nilai Baku Mutu dengan pengukuran 24 jam. Masih terdapat risiko mengalami gangguan kesehatan masyarakat walaupun nilai dibawah ambang batas hal tersebut di karenakan didapatkan nilai $RQ > 1$ dan beberapa gangguan kesehatan pada masyarakat. penelitian sejalan oleh BPLH Kota Bandung yakni walaupun besar konsentrasi PM10 masih berada di bawah baku mutu, tetapi kontribusi PM10 di udara ambien terhadap kematian sebesar 87,27% dan terhadap insidensi ISPA 87,95%. Senyawa organik dan anorganik menjadi penyebabnya. Nilai $RQ > 1$ ini menyimpulkan bahwa pajanan PM10 ke dalam tubuh balita telah melewati batas dosis pajanan harian yang memungkinkan tidak menimbulkan dampak pada kesehatan.

Faktor karakteristik, faktor individu, dan faktor meteorologi dapat mempengaruhi paparan PM10 pada udara bagi masyarakat. Pada faktor karakteristik yakni tempat tinggal yang dekat dengan sumber pencemar dan bangunan rumah yang kurang memadai ditemukan dalam penelitian sehingga berisiko untuk terpapar. Pada faktor individu berpengaruh terhadap berat badan dan usia, semakin tingginya usia dan rendahnya berat badan akan berisiko semakin tinggi untuk berisiko terpapar zat toksik. Faktor meteorologi dapat disebabkan oleh pengaruh dari kecepatan angin, suhu, dan curah hujan. Semakin tingginya kecepatan angin dan suhu akan meningkatkan pencemaran debu PM 10 serta meningkatkan risiko non karsinogenik dan karsinogenik. Dampak dari risiko non-karsinogenik pada PM10 yakni menyebabkan gangguan fungsi paru, jantung serta sistem saraf dan dapat menyebabkan kematian. Adapun dampak PM10 pada risiko karsinogenik yakni dapat menyebabkan risiko terdjangkit penyakit kanker.

Kegiatan manajemen risiko dapat dilakukan dengan kegiatan substitusi, komplementer, eliminasi, dan perlindungan individu. Paparan konsentrasi PM10 dapat diminimalisir risikonya dengan menggunakan Alat Pelindung Diri, menanam tanaman hijau disekitar pemukiman, dan penyediaan sarana fasilitas teknologi dalam mengatasi pencemaran udara. Pengelolaan risiko juga diperlukan Kerjasama antara pemerintah, tokoh agama, dan tokoh masyarakat dalam menentukan kebijakan, penyuluhan, peningkatan pengetahuan dengan edukasi sosial untuk menjaga kebersihan pemukiman dan melestarikan tanaman hijau serta peningkatan kesadaran diri dengan menggunakan APD.

Berdasarkan hasil penelitian didapat Nilai $RQ\ SO_2 < 1$ pada semua kelompok umur yang menandakan masih masuk ke dalam kategori aman atau tidak berisiko. Nilai RQ merupakan perbandingan nilai asupan intake dengan RfC yang merupakan nilai default pada dokumen IRIS US-EPA atau National Ambient (NAAQS) tahun 1990 yaitu 0,026 mg/kg/hari. Nilai tingkat risiko (RQ) menunjukkan kemungkinan risiko terpapar udara yang mengandung SO_2 pada masyarakat di lokasi penelitian (Wahyuddin et al, 2016). Paparan SO_2 dipengaruhi oleh faktor meteorologi, yakni semakin tinggi kecepatan angin maka zat toksik mengendap ke tanah, bangunan, dan air maka udara ambien dapat berubah kualitasnya. Faktor individu juga mempengaruhi terpaparnya SO_2 yakni dengan berat badan yang rendah akan berisiko tinggi untuk terpapar dengan berbanding terbalik pada asupan. Semakin tingginya usia, tidak memakai APD, dan merokok maka berpengaruh semakin tinggi risiko untuk terpapar SO_2 .

Efek dari gas SO_2 ini ialah mudah lelah, mual dan sakit kepala. Gejala kesehatan tersebut kemungkinan timbul akibat adanya manifestasi pajanan dari sumber pencemar,

meskipun begitu terdapat pula penyebab lain yang dapat menimbulkan keluhan tersebut. Paparan gas SO₂ pada manusia dapat menyebabkan gejala sesak nafas. Namun berdasarkan hasil wawancara responden, sebagian kecil responden mengalami sesak nafas. Hal itu disebabkan oleh paparan SO₂ terjadi pada konsentrasi yang sangat kecil. Maka pentingnya untuk melakukan pengelolaan risiko gas SO₂ yakni dengan Kerjasama pihak pemangku kepentingan dengan masyarakat dalam melakukan evaluasi serta monitoring kualitas udara.

Berdasarkan hasil penelitian didapat Nilai RQ NO₂ < 1 untuk seluruh kategori kelompok umur seluruhnya tidak berisiko non-karsinogenik. Rendahnya intake menjadi penyebab tidak berisiko. Dalam beberapa penelitian ditemukan pada pekerja di Jambi yakni nilai RQ<1 dan hasil berbeda ditemukan pada penelitian di Surabaya bahwa nilai RQ>1 pada agen SO₂ yang menyebabkan risiko non-karsinogenik pada masyarakatnya. Nilai konsentrasi polutan udara NO₂ yang rendah dapat dipengaruhi oleh faktor meteorologi berupa peningkatan suhu udara. Dari hasil penelitian didapat tekanan udara, suhu dan kecepatan angin pada saat pengukuran masing-masing sebesar 747,58; 41,2 dan 59,22. Hal tersebut sejalan pada penelitian yakni semakin tingginya suhu udara, kecepatan angin, dan kelembapan maka akan meningkatkan kadar gas NO₂ di udara yakni pengenceran pada bahan pencemar di udara ([Adi, 2011](#))

Karakteristik risiko kesehatan didapatkan dari hasil perbandingan nilai intake atau asupan dengan nilai referensi bahan kimia yang diperbolehkan. Hubungan antara nilai intake dengan risiko kesehatan yakni berbanding lurus. Apabila nilai intake semakin besar maka semakin besar pula risiko kesehatan yang diterima manusia. Besar kadar pencemar udara juga mempengaruhi nilai RQ dan besar kadar udara juga berhubungan langsung dengan banyaknya sumber pencemar udara. Dalam hasil perhitungan ditemukan bahwasannya hasil intake atau asupan dipengaruhi oleh durasi paparan maka tingginya paparan akan menyebabkan semakin tingginya berisiko terpapar zat toksik. Penelitian sejalan juga ditemukan semakin tingginya rendahnya berat badan dengan semakin tingginya usia maka akan berpengaruh terhadap semakin besarnya nilai asupan ([Yulaekha, 2007](#)). Dalam penelitian ditemukan rata-rata responden berat badan 60kg maka tidak cukup aman berada pada lokasi penelitian.

Sifat toksik gas NO₂ empat kali lebih kuat daripada toksisitas gas NO. Organ Tubuh yang paling peka terhadap pencemaran gas NO₂ adalah paru-paru. Paru-paru yang terkontaminasi oleh gas NO₂ akan membengkak sehingga penderita sulit bernafas yang dapat menyebabkan kematiannya. NO₂ juga sangat reaktif dan telah dilaporkan menyebabkan bronchitis dan pneumonia dan juga meningkatkan kerentanan terhadap infeksi pernafasan. Walau konsentrasi gas NO₂ masih jauh berada di bawah ambang batas, sebaiknya pihak Dinas Kesehatan setempat harus melakukan pemantauan terhadap konsentrasi udara di lingkungan sekitar Kampung Lio. Mengingat emisi yang dikeluarkan kendaraan bermotor adalah gas-gas yang berbahaya bagi kesehatan.

Ditemukannya konsentrasi mikroorganisme diatur pada KEPMENKES pada persyaratan kebersihan air dan ditetapkan standar mikroba yaitu kurang dari 700 CFU/m³ serta tidak terdapat mikroba patogen. Dalam penelitian konsentrasi bakteri serta jamur di udara masih aman dikarenakan nilai sebesar ≤200 CFU/m³. Faktor meteorologi menjadi penentu konsentrasi bakteri dan jamur di udara yaitu semakin tinggi atau rendahnya suhu, intensitas Cahaya, dan kelembapan udara, maka akan mempengaruhi keberadaan bakteri. Hasil penelitian sejalan yakni didapatkan konsentrasi bakteri yang lebih tinggi pada suhu yang lebih tinggi dibandingkan pada suhu yang lebih rendah ([Nahar, 2016](#)). Sejalan dalam penelitian bahwa suhu udara merupakan faktor penting keberadaan mikroorganisme ([Candrasari, 2013](#)). Adanya gangguan iritasi kulit dengan udara yang tercemar dengan hasil penelitian semakin besarnya suhu udara memiliki risiko 0,634 kali lebih besar untuk terjadinya dampak iritasi kulit.

Sebanyak 50% masyarakat terdampak iritasi kulit. Sebesar 30°C nilai suhu udara dan sebesar 59,0% kelembapan udara dikarenakan udara kering maka menyebabkan kulit

menjadi kering. Maka pentingnya untuk tindakan pengelolaan manajemen risiko. Langkah yang dapat dilakukan yakni dapat mengurangi pajanan dengan menjaga sanitasi lingkungan dan kebersihan individu. Membersihkan lingkungan bangunan rumah dengan teratur serta memasang penyaring udara. Pada Batasan penelitian yakni waktu pelaksanaan penelitian estimasi risiko lingkungan di Kelurahan Depok, Kecamatan Pancoran Mas ini sangat singkat dan terbatas. Keterbatasan waktu dengan pengukuran parameter fisika, kimia, biologi yang cukup banyak menyebabkan kurang optimalnya hasil pengumpulan data responden sehingga sampel minimal responden tidak terpenuhi. Kondisi cuaca yang tidak menentu menghambat pengukuran udara ambien.

4. Kesimpulan

SO₂ dengan konsentrasi 0.0004781 mg/m³ dan NO₂ dengan konsentrasi 0.0000576 mg/m³ tidak berisiko pada semua kelompok umur di Kelurahan Depok sesuai karakteristik, pola pemajanan dan pola aktivitas masyarakatnya. Sedangkan PM₁₀ dengan konsentrasi maksimal 0.070 mg/m³ berisiko pada semua kelompok umur di Kelurahan Depok. Balita paling berisiko terhadap kontaminan PM₁₀ dengan konsentrasi 0.042 mg/m³ sesuai karakteristik, pola pemajanan, dan pola aktivitas kelompok balita di Kelurahan Depok. Diantara lima zat pada air yang dilakukan analisis, seluruh zat pada air tidak berisiko jika dikonsumsi oleh semua kelompok umur karena memiliki nilai RQ <1, tetapi estimasi risiko Mangan untuk balita tertinggi diantara yang lain yaitu 0,5499.

Populasi masyarakat berisiko terpapar infeksi oleh E. coli yang berasal dari air minum, air warga dan udara di dalam rumah. Warga yang memiliki septic tank berjarak kurang dari 10 meter dengan sumber air bersih (sumur) dapat membuat septic tank kembali dengan jarak minimal 10 meter, atau dapat melakukan pengecoran terhadap lubang septic tank yang telah ada agar sisa buangan dari kamar mandi tidak tercampur dengan sumber air. Pada air rawa dan sumber air bersih warga diketahui masih memiliki kadar nitrat di luar batas persyaratan. Untuk itu sumber air dapat diberikan serbuk zeolit ZSM-5 terimpregnasi TiO₂, karena zeolit ZSM-5 mempunyai luas permukaan yang besar dan mempunyai saluran yang dapat menyaring ion atau molekul, dan terimpregnasi TiO₂ maka daya kerja zeolit ZSM-5 lebih meningkat untuk menurunkan kadar nitrat dalam air.

Pada sampel air bersih dan air minum yang diperiksa diketahui masih terdapat kandungan Mangan di luar baku mutu. Sehingga perlu dilakukan pengolahan air minum dengan cara aerasi dan filtrasi guna menurunkan kandungan kation yang larut, terutama kadar besi (Fe), Mangan (Mn) dan Aluminium (Al). Bagi balita yang paling berisiko terhadap paparan PM₁₀ udara ambien disarankan untuk menggunakan masker jika hendak atau bermain di luar rumah.

Dalam proses pelaksanaan penelitian terdapat beberapa keterbatasan yang berpengaruh terhadap hasil penelitian, keterbatasan tersebut yaitu pada saat pengambilan data terkait menentukan frekuensi pajanan (hari/tahun) hanya mengandalkan pada daya ingat responden, sehingga bisa terjadi ketidaktepatan pada hasil frekuensi pajanan dan dapat mempengaruhi perhitungan nilai intake secara personal. Pengambilan sampel hanya dilakukan di lokasi wilayah kawasan rumah tangga situ besar lio dan tidak terdapat pembanding dengan sampel di wilayah dengan radius yang cukup jauh dari wilayah penelitian. Penelitian ini hanya berfokus pada pajanan populasi tidak berdasarkan individu, hal tersebut dikarenakan ARKM menggunakan data agregat sehingga data yang digunakan adalah data populasi.

Acknowledgment

The authors would like to thank informants from KD, SRB 'S partners for their support to this research.

Author Contribution

Study conception and design DR, IAH, EH, IK, PTS, PGP, MI, AP; Data collections DR, IAH, EH, IK, PTS, PGP, MI, AP; Data analysis and interpretation DR, IAH, EH, IK, PTS, PGP, MI, AP; Drafting of the article DR, IAH, EH, IK, PTS, PGP, MI, AP; Critical revision of the article DR, IAH, EH, IK, PGP

Funding

This research received no external funding.

Ethical Review Board Statement

"Not applicable" for studies not involving humans or animals or not concerning public health and safety.

Informed Consent Statement

Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement

The data is available upon request.

Conflicts of Interest

There was no conflict of interest in this study

Daftar Pustaka

- Abdurrivai, S. N. (2017). Hubungan Kandungan Nitrat (NO₃) dan Nitrit (NO₂) pada Air Lindi dengan Kualitas Air Sumur Gali di Kel. Bangkala Kecamatan Manggala Kota Makassar. *Jurnal Sulolipu*. 17 (2): 2.
- Adi, Putra Perwira. (2011). Tingkat Pencemaran Udara Kawasan Sekolah Berdasarkan Parameter Total Suspended Particulate (TSP) dan Kebisingan Akibat Kedaraan Yang Melintas. Skripsi: Universitas Indonesia.
- American Academy of Family Physicians. (2006).
- Anggraeni, P. N. 2018. Penurunan Kadar Nitrat (NO₃) dalam Air dengan Zeolit ZSM-5 Terimpregnasi TiO₂ berdasarkan Variasi Konsentrasi dan Lama Penyinaran. Manuscript Program Studi D IV Analis Kesehatan. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Anggraini, S. P. A. (2012). Penyisihan Kromium pada Limbah Cair dengan Menggunakan Unggun Filtrasi Pasir. Program Studi Teknik Kimia. *Jurnal Teknik Pengairan*. Vol.2 (1) hlm 21-28.
- Asmadi, Endro, S. Oktiawan, W. (2009). Pengurangan Krom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit pada Proses Tannery menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)₂, NaOH dan NaHCO₃ (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang). *JAI* Vol. 5 No.1 Tahun 2009.
- ATSDR. (2017). Toxicological Profile: Nitrate and Nitrite [Internet]. U.S. Department of Health and Human Services. 327 p. Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/TP.asp?id=1452&tid=258>
- Bellinger, E.G., and Sigee, D.C. (2015). *Freshwater Algae: Identification, Enumeration, and Use as Bioindicator*. Willey Blackwell: India.
- Berniyanti, T. (2018). *Biomarker Toksisitas: Paparan Logam Tingkat Molekuler*. Airlangga University Press: Surabaya.
- Bielicka, A., I. Bojanowska, and A. Wisniewski. (2005). Two faces of chromium-pollutant and bioelement, *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol.14(1): 5-10.
- Borkar, M.U., R.P. Athalye and G. Quadros. (2006). Occurrence of heavy metals in abiotic and biotic components of the mangrove ecosystem of Thane Creek. *JEcol. Env. & Cons.*, Vol.12(4): 723-728.

- Candrasari, A., Romas, M. A., Hasbi, M. & Astuti, R. O. (2012). Uji Daya Antimikroba Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*piper Crocatum* Ruiz dan Pac.) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Eschericia coli* ATCC 11229 dan *Candida albicans* ATCC 10231 Secara Invitro. *Biomedika*, Volume 4
- Danaryanto, Kodoatie, Robert J., Satriyo, Hadipurwo, Sangkawati. (2008). *Manajemen Air Tanah Berbasis Cekungan Air Tanah*. Direktorat Pembinaan Pengusahaan Panas Bumi dan Pengelolaan Air Tanah. Direktorat Jenderal Mineral, Batubara dan Panas Bumi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral: Jakarta.
- Dewi, A, T, I., dkk. (2018). *Jurnal Medika Udayana*. Prevalensi Dan Karakteristik Dermatitis Kontak Akibat Kerja Pada Nelayan Di Desa Perancak, Jembrana Tahun 2018, 8 (12), 2-3.
- Direktur Jendral PP dan PL Kementerian Kesehatan. (2021). *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*.
- Fahrudin. (2018). *Pengelolaan Limbah Pertambangan secara Biologis: Biological Management of Mining Waste*. Celebes Media Perkasa: Makassar.
- Hamuna, B. Tanjung, R. H. R., Suwito, Maury, H. K. (2018). Konsentrasi Amonia, Nitrat dan Fosfat di Perairan Distrik Depapre, Kabupaten Jayapura. *Envirosciencetea* Vol. 14 No. 1, April 2018. Halaman 8 - 15.
- Juli Soemirat Slamet. (2004). *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Jaffé ER. (1981). *Methemoglobin pathophysiology*. Progress in clinical and biological research.
- Keenan, Charles.W, and Kleinfelter, Donald.C, and Wood, Jesse.H, Pudjaatmaka, A.H. (1993). *Kimia Untuk Universitas*, Edisi Keenam. Erlangga: Jakarta.
- Kodoatie, R. J., Syarief, R. (2010). *Tata Ruang Air*. C.V Andi Offset: Yogyakarta.
- Kusnaedi. (2010). *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Linder, M.C. (2010). *Biokimia Nutrisi Dan Metabolisme: Dengan Pemakaian Secara Klinis*. Department of Chemistry, California State University, Fullerton. Diterjemahkan oleh: Aminuddin Parakkasi. UI-Press. Jakarta
- Mahawati, E., Suhartono and Nurjazuli. (2006) 'Hubungan Antara Kadar Fenol Dalam Urin Dengan Kadar Hb, Eritrosit , Trombosit Dan Leukosit (Studi Pada Tenaga Kerja Di Industri Karoseri CV Laksana Semarang) The Correlation between Phenol Urine Concentration, Haemoglobin Concentration, Erythrocyte', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 5(1), pp. 1-6. Available at: <https://media.neliti.com/media/publications/4834-ID-hubungan-antara-kadar-fenol-dalam-urin-dengan-kadar-hb-eritrosit-trombosit-dan-l.pdf>.
- Manassaram DM, Backer LC, Messing R, Fleming LE, Luke B, Monteilh CP. (2010). Nitrates in drinking water and methemoglobin levels in pregnancy: a longitudinal study. *Environ Heal* [Internet]. Dec 14;9(1):60. Available from: <https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-60>
- Marhaini. (2022). *Pengolahan Limbah dan Dampak Lingkungan*. NEM - Anggota IKAPI: Pekalongan.
- Marsono. (2009). *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali di Permukiman, Studi di Desa Karangnom, Kecamatan Klaten Utara, Klaten*. Tesis. Program Magister Ilmu Lingkungan-Universitas Diponegoro
- Martani, N. S. (2020). *mer A ESCHERICHIA COLI (Efek Resistensi Merkuri terhadap Resistensi Antibiotik)*. Media Sains Indonesia: Kota Bandung.
- Merino, U. O. (2019). *Analysis of Nitrite and Nitrate in Foods: Overview of Chemical, Regulatory and Analytical Aspects*. Analysis of Nitrite and Nitrate in Foods, 81 (65), ISSN 1043 - 4526.
- Mulyati. (2022). *Modul Kualitas Air dan Hama Penyakit*. Litera Pustaka: Bogor.
- Mukono (2005) *Toksikologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Nahar, M., Khan, M. H., & Ahmad, S. A. (2016a). *Indoor air pollutants and respiratory*

- problems among Dhaka City dwellers. Archives of Community Medicine and Public Health, 2(1), 032-036. doi: <http://dx.doi.org/10.17352/2455-5479.000014>
- Nursidika, P., Saptarini, O., & Rafiqua, N. (2014). Aktivitas antimikrob fraksi ekstrak etanol buah pinang (*Areca catechu* L) pada bakteri Methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. Majalah Kedokteran Bandung, 46(2), 94- 99
- Oftadeh BZG, Sany SBT, Alidadi H, Saghi M, Tafaghodi M, Shamszadeh SH, et al. (2019). Health Risk Assessment of Nitrite and Nitrate in the Drinking Water in Mashhad, Iran. J Fasting Heal [Internet].;7(1):58-67. Available from: <http://10.0.86.22/jnfh.2019.38879.1181%0Ahttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=139154892&site=ehost-live>
- Rahmadani, R. and Tualeka, A. R. (2016) 'Health Risk Characteristic Due to Air Pollution Exposure in Shoe Soles Workers (around Bubutan Road in Surabaya city)', Jurnal Kesehatan Lingkungan, 8(2), p. 164. doi: [10.20473/jkl.v8i2.2016.164-171](https://doi.org/10.20473/jkl.v8i2.2016.164-171).
- Rama, H. (2022). Pembangunan Underpass Jalan Dewi Sartika Depok Hampir Rampung, Begini Penampakannya. Depok Tribun News. diakses melalui: <https://depok.tribunnews.com/2022/11/09/pembangunan-underpass-jalan-dewi-sartika-depok-hampir-rampung-begini-penampakannya>
- Rezaei H, Jafari A, Kamarehie B, Fakhri Y, Ghaderpoury A, Karami MA. (2019). Health-risk assessment related to the fluoride, nitrate, and nitrite in the drinking water in the Sanandaj, Kurdistan County, Iran. Hum Ecol Risk Assess An Int J [Internet]. 2019 Jul 4;25(5):1242-50. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10807039.2018.146350>.
- Rofienda. (2004). Dampak Negatif Pencemaran Nitrogen dioksida, Usaha Pencegahan dan penanggulangannya
- Ruseffandi, M. A., & Gusman, M. (2020). Pemetaan Kualitas Air tanah Berdasarkan Parameter Total Dissolved Solid (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL) dengan Metode Ordinary Kriging di Kec. Padang Barat, Kota Padang. Jurnal Bina Tambang, 5(1), 153-162. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/article/view/107631/102993>
- Satriawan, E. (2018). Strategi Nasional Percepatan Pencegahan Stunting 2018- 2024 (National Strategy for Accelerating Stunting Prevention 2018-2024). Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan (TNP2K) Sekretariat Wakil Presiden Republik Indonesia, November, 1-32. [http://tnp2k.go.id/filemanager/files/Rakornis 2018/Sesi 1_01_RakorStuntingTNP2K_Stranas_22Nov2018.pdf](http://tnp2k.go.id/filemanager/files/Rakornis%202018/Sesi%201_01_RakorStuntingTNP2K_Stranas_22Nov2018.pdf)
- Setianingsih I, Williamson R, Daud D, Harahap A, Marzuki S, and Forresst S. (2001). Phenotypic variability of filipino β -thalassemia/Hb E patients in Indonesia. American Journal of Hematology; 62:7-12
- Simarmata, M. M. T., Asmuliani R., Pasanda, O. S. R., Marzuki, E., Soputra, D., Sudasman, F. H., Mohamad, E., Syahrir, M., Hardiyanti, S. A., Mahyati, Triastuti, Armus, R. (2022). Pengantar Pencemaran Udara. Yayasan Kita Menulis: Medan.
- Soemirat J. (2021). Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Susilawati. (2010). Penerapan Metode Elektrokoagulasi dalam Peningkatan Kualitas Air Gambut. NEM:
- Tarigan R. S. B., (2014). "Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Bibit Unggul Buah Stroberi Menggunakan Metode TOPSIS", Pelita Informatika Budi Darma, Vol. 6 , No. 2 , hal. 11-14, ISSN 2301-9425
- Tong, I. J., Chen, S. (2002). An Assessment of Dug-Well Water Quality. Sustainable Development in Agriculture and Environment vol (1)
- Wahyuddin, P. P., Susilawaty, A., Azriful, & Basri, S. (2016). Risiko paparan Sulfur Dioksida (SO₂) pada masyarakat yang bermukim disekitar PT. PLN (Persero) Sektor Tello tahun 2014. HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan, 2(1), 8-14
- Yulaekha. (2007). Pengaruh Gizi Seimbang Pada Manusia. *Laporan Penelitian*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.