

KADAR LOGAM BERAT MERKURI (Hg), DAN ARSENIK (As) DI UDARA AMBIEN KAWASAN KOTA TUA JAKARTA

Asih Wijayanti*, Hernani Yulinawati, Celine Millennia Palureng
*asihwijayanti@gmail.com

Abstrak

Sejalan dengan perkembangan jaman, kualitas udara juga mengalami perubahan yang mengakibatkan pencemaran udara. Pemprov DKI Jakarta secara resmi menerapkan kawasan *Low Emission Zone* (LEZ) di Kawasan Kota Tua Jakarta untuk mengatasi permasalahan tersebut. Oleh karena Kawasan Kota Tua Jakarta merupakan kawasan cagar budaya yang menerapkan LEZ dan belum ada penelitian mengenai analisis logam berat di udara ambien Kawasan Kota Tua Jakarta, sehingga dilakukanlah penelitian ini dengan beberapa tujuan, yaitu mengidentifikasi dan menganalisis konsentrasi dua parameter (Hg, dan As) terhadap BMUA; membandingkan konsentrasi kedua parameter di dalam LEZ dengan di luar LEZ; dan mengidentifikasi upaya pengendalian kedua parameter tersebut. Digunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif. *Sampling* dilakukan menggunakan alat *portable High Volume Air Sampler* (HVAS) dan dianalisis menggunakan AAS *Hydride* untuk Hg dan As. Pengambilan sampel dilakukan di 4 titik lokasi selama 7 hari (pagi, siang, malam) dalam periode waktu 3 bulan, yaitu bulan Maret – Mei 2022 dan didapatkan 84 sampel. Konsentrasi partikulat, Hg, dan As masih memenuhi BMUA, namun tetap harus adanya pengawasan. Rentang nilai konsentrasi Hg, dan As dari ketiga titik *sampling* di lokasi LEZ adalah 5 - 73 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; 0,016 – 0,051 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; dan 0 – 0,0003 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Sementara rentang nilai konsentrasi Hg, dan As di lokasi non-LEZ adalah 9 – 80 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; 0,024 – 0,053 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; 0,0001 – 0,0013 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Upaya pengendalian bisa dilakukan dengan perluasan LEZ, pemasangan teknologi *Diesel Particulate Filter* (DPF) pada mesin diesel kendaraan niaga dan mobil yang menggunakan mesin diesel, penataan ulang lokasi yang terdeteksi dengan menambahkan ruang terbuka hijau (RTH), dan menetapkan BMUA untuk parameter Hg dan As ke dalam Peraturan Pemerintah. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan mengambil jumlah sampel yang lebih banyak dalam rentang waktu yang panjang serta melakukan evaluasi terhadap BMUA.

Kata Kunci: udara ambien, *Low Emission Zone*, *total suspended particulate* (TSP), *Merkuri* (Hg), *Arsenik* (As)

Abstract

Along with the development of the times, air quality is also undergoing changes that result in air pollution. The DKI Jakarta Provincial Government has officially implemented a Low Emission Zone (LEZ) in the Old Town area of Jakarta to address this issue. Since the Old Town area of Jakarta is a cultural heritage site that implements an LEZ and there has been no research on heavy metal analysis in the ambient air of the Old Town area of Jakarta, this study was conducted with several objectives, namely to identify and analyze the concentration of two parameters (Hg and As) against BMUA; to compare the concentration of these two parameters inside the LEZ with outside the LEZ; and to identify efforts to

control these two parameters. Descriptive quantitative research method was used. Sampling was conducted using a portable High Volume Air Sampler (HVAS) and analyzed using AAS Hydride for Hg and As. The sampling was carried out at 4 locations over 7 days (morning, afternoon, evening) within a 3-month period, from March to May 2022, resulting in 84 samples. The concentration of particulates, Hg, and As still meets BMUA standards, but supervision is still necessary. The range of Hg and As concentration values from the three sampling points at the LEZ location is 5 - 73 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; 0.016 – 0.051 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; and 0 – 0.0003 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Meanwhile, the range of Hg and As concentration values at the non-LEZ location is 9 – 80 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; 0.024 – 0.053 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; 0.0001 – 0.0013 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Control efforts can be carried out by expanding the LEZ, installing Diesel Particulate Filter (DPF) technology on diesel engines of commercial vehicles and cars that use diesel engines, reorganizing detected locations by adding green open spaces (RTH), and establishing BMUA for Hg and As parameters into Government Regulations. Further research is needed by taking a larger number of samples over a longer period and evaluating the BMUA.

Keywords: *ambient air, Low Emission Zone, total suspended particulate (TSP), Merkuri (Hg), Arsenik (As)*

A. PENDAHULUAN

Udara adalah salah satu aspek penting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Sejalan dengan kemajuan zaman, berkembangnya industri manufaktur dan lain sebagainya menyebabkan polusi udara, hal ini merupakan masalah pada kesehatan lingkungan yang nyata dan menyebabkan dampak yang tidak baik bagi kesehatan manusia.

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar udara ambien yang keberadaannya dapat disebabkan oleh aktivitas manusia maupun alam

Logam berat Merkuri (Hg) dan Arsenik (As) bersifat toksik bagi makhluk hidup, sehingga untuk mengatasi hal tersebut Pemprov DKI Jakarta secara resmi menerapkan kebijakan *Low Emission Zone* (LEZ) di Kawasan Kota Tua Jakarta untuk mengatasi permasalahan polusi udara yang terjadi. Sebagai gambaran umum Kawasan Kota Tua Jakarta berada di Kelurahan Pinangsia, Kecamatan Tamansari, Jakarta Barat. Kawasan tersebut memiliki luas sekitar 864 Hektar dengan koordinat 6°8'5" LS dan 106°48'47" BT dan merupakan salah satu cagar budaya yang ada di Jakarta.

Kawasan Kota Tua Jakarta ini menerapkan *Low Emission Zone* (LEZ) atau Zona Rendah Emisi tahap I per tanggal 8 Februari 2021 Jalur *Low Emission Zone*: Jalan Kunir sisi Selatan, Jalan Kemukus, Jalan Ketumbar, Jalan Lada, Jalan Pintu Besar Utara, dan Jalan Kali Besar Barat.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif yang mencakup: Studi Literatur, Pengumpulan Data, Pengolahan Data dan Analisis Data

Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu pengambilan sampel dalam rentang waktu 3 bulan dari bulan Maret – Mei 2022.

Sedangkan sampling dilakukan selama 7 hari (pagi, siang, dan malam) di 4 titik lokasi *sampling*.

Pengumpulan Data

a. Primer : membutuhkan data Konsentrasi TSP di udara ambien, Konsentrasi Hg di udara ambien

- dan Konsentrasi As di udara ambien sehingga dilaksanakan Survey Lapangan, 2022
- b. Sekunder : membutuhkan data arah dan kecepatan angin, tekanan, kelembaban, dan suhu di Kawasan Kota Tua Jakarta, semua ini di dapat dari BMKG DKI Jakarta dan BPS Jakarta

Pengolahan Data

Dengan cara : Analisis konsentrasi TSP berdasarkan SNI 7119-3:2017

Analisis konsentrasi Hg dan As menggunakan AAS *Hydride* berdasarkan SNI 7119-4:2017

Data arah dan kecepatan angin diolah untuk membuat diagram *wind rose* dengan software WRPLOT *View*

Perhitungan konsentrasi TSP, Hg, dan As terhadap perbedaan waktu pengukuran dengan persamaan: $C_2 = C_1 \times (T_1/T_2)^n$

Analisis Data

1. Menganalisis konsentrasi Hg dan As hasil sampling berdasarkan waktu dan lokasi pengambilan sampel.
2. Membandingkan data konsentrasi Hg dan As dengan BMUA yang ditetapkan oleh OAQC/TCEQ.
3. Menganalisis perbandingan konsentrasi Hg dan As untuk lokasi sampel di kawasan LEZ dan di luar LEZ.
4. Menganalisis diagram *wind rose* terhadap sebaran Hg dan As.
5. Menganalisis perkiraan sumber pencemar Hg dan As serta upaya pengendalian yang dapat dilakukan.

Hal ini semua dilakukan untuk mendapatkan gambaran mengenai kualitas udara ambien dengan parameter logam berat di Kawasan Kota Tua Jakarta, tujuannya adalah

1. Mengidentifikasi ada tidaknya logam berat dalam partikel di udara ambien di Kawasan Kota Tua Jakarta.
2. Menganalisis konsentrasi Hg dan As di udara ambien Kawasan Kota Tua Jakarta terhadap Baku Mutu Udara Ambien (BMUA).
3. Menganalisis konsentrasi Hg dan As antara Kawasan *Low Emission Zone* dan kawasan diluar *Low Emission Zone*.
4. Mengidentifikasi upaya pengendalian Hg dan As di udara ambien Kawasan Kota Tua Jakarta.

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Contoh Perhitungan Hg

UPK	Waktu	Qs (m ³ /mnt)	t (mnt)	Pa (atm)	Ta (°C)	Ta (K)	Vs (Nm ³)	Abs	Ct (ppb)	Ct (µg/mL)	Cb (µg/mL)	Vt (mL)	S/St	C _{Hg-1j} (µg/Nm ³)
Jumat, 25/3/22	Pagi	1	60	761	25	298	60,08	6,519	23,079	0,023	0	50	4	0,077
	Siang	1	60	761	32	305	58,70	5,043	22,818	0,023	0	50	4	0,078
	Sore	1	60	761	26	299	59,88	7,753	23,222	0,023	0	50	4	0,078

Contoh Perhitungan As

UPK	Waktu	Qs (m ³ /mnt)	t (mnt)	Pa (atm)	Ta (°C)	Ta (K)	Vs (Nm ³)	Abs	Ct (ppb)	Ct (µg/mL)	Cb (µg/mL)	Vt (mL)	S/St	C _{Hg-1j} (µg/Nm ³)
Jumat, 25/3/22	Pagi	1	60	761	25	298	60,08	0,081	0,207	0,00021	0	50	4	0,00069
	Siang	1	60	761	32	305	58,70	0,080	0,204	0,00020	0	50	4	0,00070
	Sore	1	60	761	26	299	59,88	0,083	0,212	0,00021	0	50	4	0,00071

Keterangan :

C_t = Konsentrasi logam dalam larutan contoh uji (µg/mL)

C_b = Konsentrasi logam dalam larutan blanko (µg/mL)

V_t = Volume larutan contoh uji (mL)

S = Luas contoh uji yang terpapar debu pada permukaan filter (mm²)

St = Luas contoh uji yang digunakan (mm²)

V = Volume udara yang dihisap dikoreksi pada kondisi normal (Nm³)

Identifikasi Logam Berat dalam Partikel (TSP) di Udara Ambien Kawasan Kota Tua Jakarta
Pengambilan sampel pertama kali dilakukan pada hari Jumat, 25 Maret 2022.

		Hg										
Lokasi	Waktu	Vs (Nm ³)	Abs	Ct (ppb)	Ct (µg/mL)	Cb (µg/mL)	Vt (mL)	S/St	CHg-1j (µg/Nm ³)	CHg-3j (µg/Nm ³)	CHg-24j (µg/Nm ³)	
Titik 1	Pagi	60,079	6,519	23,079	0,023	0	50	4	0,077	0,077	0,053	
	Siang	58,700	5,043	22,818	0,023	0	50	4	0,078			
	Sore	59,878	7,753	23,222	0,023	0	50	4	0,078			
Titik 2	Pagi	60,079	3,586	22,352	0,022	0	50	4	0,074	0,075	0,051	
	Siang	58,700	3,189	22,153	0,022	0	50	4	0,075			
	Sore	59,878	4,156	22,572	0,023	0	50	4	0,075			
Titik 3	Pagi	60,079	2,889	21,966	0,022	0	50	4	0,073	0,077	0,053	
	Siang	58,700	10,254	23,406	0,023	0	50	4	0,080			
	Sore	59,878	12,701	23,516	0,024	0	50	4	0,079			
Titik 4	Pagi	60,079	0,794	16,982	0,017	0	50	4	0,057	0,052	0,035	
	Siang	58,700	0,801	17,041	0,017	0	50	4	0,058			
	Sore	59,878	0,444	12,047	0,012	0	50	4	0,040			
		As										
Lokasi	Waktu	Vs (Nm ³)	Abs	Ct (ppb)	Ct (µg/mL)	Cb (µg/mL)	Vt (mL)	S/St	CHg-1j (µg/Nm ³)	CHg-3j (µg/Nm ³)	CHg-24j (µg/Nm ³)	
Titik 1	Pagi	60,079	-0,1150	-0,2988	-0,0003	0	50	4	-0,0010	0	0	
	Siang	58,700	-0,1294	-0,3361	-0,0003	0	50	4	-0,0011			
	Sore	59,878	-0,1244	-0,3230	-0,0003	0	50	4	-0,0011			
Titik 2	Pagi	60,079	-0,1196	-0,3108	-0,0003	0	50	4	-0,0010	0	0	
	Siang	58,700	-0,1417	-0,3677	-0,0004	0	50	4	-0,0013			
	Sore	59,878	-0,1197	-0,3109	-0,0003	0	50	4	-0,0010			
Titik 3	Pagi	60,079	-0,1451	-0,3764	-0,0004	0	50	4	-0,0013	0	0	
	Siang	58,700	-0,1332	-0,3458	-0,0003	0	50	4	-0,0012			
	Sore	59,878	-0,1784	-0,4622	-0,0005	0	50	4	-0,0015			
Titik 4	Pagi	60,079	0,0811	0,2068	0,0002	0	50	4	0,0007	0,0007	0,0005	
	Siang	58,700	0,0801	0,2042	0,0002	0	50	4	0,0007			
	Sore	59,878	0,0830	0,2116	0,0002	0	50	4	0,0007			

Keterangan:

Titik 1 = UPK Kota Tua

Titik 2 = Museum Sejarah Jakarta

Titik 3 = Pintu Masuk Kota Tua

Titik 4 = Stasiun Jakarta Kota

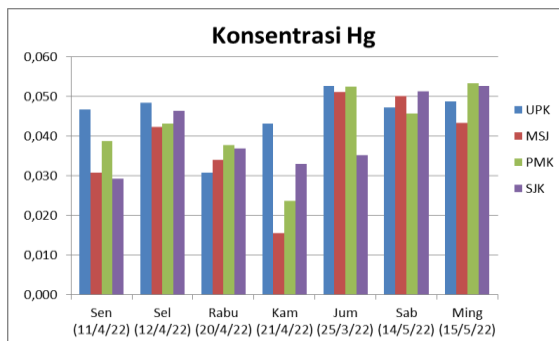
Rekapitulasi Konsentrasi Hg di Udara Ambien Kawasan Kota Tua Jakarta

Konsentrasi Hg ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) di Kawasan Kota Tua (t = 24 jam)							
Lokasi	Senin, 11 April 2022	Selasa, 12 April 2022	Rabu. 20 April 2022	Kamis, 21 April 2022	Jumat, 25 Maret 2022	Sabtu, 14 Mei 2022	Minggu, 15 Mei 2022
UPK	0,047	0,048	0,031	0,043	0,053	0,047	0,049
MSJ	0,031	0,042	0,034	0,016	0,051	0,050	0,043
PMK	0,039	0,043	0,038	0,024	0,053	0,046	0,053
SJK	0,029	0,046	0,037	0,033	0,035	0,051	0,053

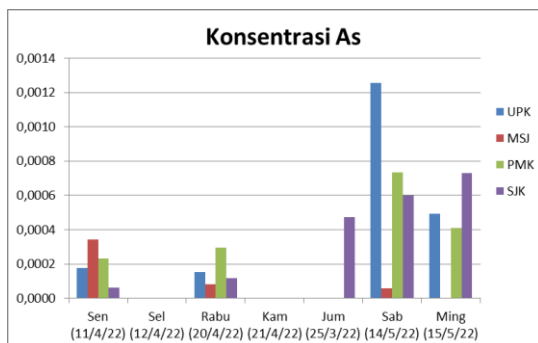
Rekapitulasi Konsentrasi As di Udara Ambien Kawasan Kota Tua Jakarta

Konsentrasi As ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) di Kawasan Kota Tua (t = 24 jam)							
Lokasi	Senin, 11 April 2022	Selasa, 12 April 2022	Rabu. 20 April 2022	Kamis, 21 April 2022	Jumat, 25 Maret 2022	Sabtu, 14 Mei 2022	Minggu, 15 Mei 2022
UPK	0,0002	0	0,0002	0	0	0,0013	0,0005
MSJ	0,0003	0	0,0001	0	0	0,0001	0
PMK	0,0002	0	0,0003	0	0	0,0007	0,0004
SJK	0,0001	0	0,0001	0	0,0005	0,0006	0,0007

Analisis Konsentrasi Hg dan As di Udara Ambien Kawasan Kota Tua Jakarta.



Rata-rata konsentrasi tertinggi terhadap waktu untuk As adalah hari Sabtu, sedangkan Hg adalah hari Minggu



Rata-rata konsentrasi terendah dari Hg dan As terhadap waktu adalah pada hari kerja

Rata-rata konsentrasi tertinggi terhadap lokasi untuk Hg di Kantor UPK Kota Tua dan As di Stasiun Jakarta Kota.

Rata-rata konsentrasi terendah dari Hg dan As terhadap lokasi adalah di Museum Sejarah Jakarta

Konsentrasi Hg dan As masih memenuhi BMUA

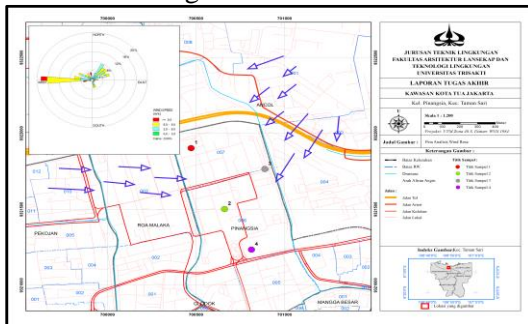
Analisis Konsentrasi TSP, Hg, dan As di Udara Ambien Kawasan Kota Tua Jakarta antara Kawasan LEZ

dan Non LEZ

No.	Kawasan	Rentang Nilai Konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	
		Hg	As
1.	LEZ	0,016 – 0,051	0 – 0,0003
2.	Non LEZ	0,024 – 0,053	0,0001 – 0,0013

- Lokasi titik sampling yang berada di kawasan LEZ memiliki konsentrasi Hg dan As yang lebih kecil dibandingkan dengan kawasan non-LEZ.
- Nilai konsentrasi Hg dan As pada kedua kawasan tersebut tidak terlalu signifikan, sehingga diperkirakan bahwa keberadaan Hg dan As tidak hanya berasal dari kendaraan yang melintas di kawasan non-LEZ.

Peta Sebaran Hg dan As di Udara Ambien Kawasan Kota Tua Jakarta



Perkiraan Sumber Pencemar Hg dan As di udara ambien Kawasan Kota Tua Jakarta

- Konsentrasi Hg dalam TSP bersumber dari bahan bakar yang terkandung di dalam knalpot kendaraan.
- Penggunaan Hg dalam produk yang digunakan dalam revitalisasi ruas jalan yang melepaskan konsentrasi Hg (batu kapur, batu bara, dan semen).
- Sumber pencemar As yang berasal dari kegiatan konstruksi, seperti: pengawetan pada semen dan cat/ pewarna yang mengandung As dan melepaskan As ke lingkungan.
- Industri pembuatan baja yang berjarak sekitar 3,2 Km dari lokasi titik sampling Museum Sejarah Jakarta.

Upaya Pengendalian Hg dan As di udara ambien Kawasan Kota Tua Jakarta

- Mempercepat penerapan *Low Emission Zone* tahap II.
- Pemasangan teknologi *Diesel Particulate Filter* (DPF) pada mesin diesel kendaraan niaga dan mobil yang menggunakan mesin diesel.
- Melakukan perawatan kendaraan dan uji emisi kendaraan secara berkala.
- Pada alat pembakaran baja, bisa menggunakan ESP (*Electrostatic Precipitator*) pada cerobong *furnace* nya.
- Mendesain ulang lokasi-lokasi yang terdeteksi adanya pencemaran udara dengan menambahkan ruang terbuka hijau (RTH).

6. Membuat BMUA untuk parameter Hg dan As untuk dimasukkan ke dalam Peraturan Pemerintah.

D. SIMPULAN

1. Udara ambien di Kawasan Kota Tua Jakarta teridentifikasi adanya logam berat Hg dan As dalam TSP.
2. a. Konsentrasi As cenderung tinggi pada hari Sabtu dan untuk Hg tertinggi pada hari Minggu. Kedua hari tersebut merupakan akhir pekan.
b. Rata-rata konsentrasi tertinggi Hg dan As terhadap lokasi hasilnya bervariasi, akan tetapi untuk rata-rata konsentrasi terendah hasilnya sama, yaitu berada di Museum Sejarah Jakarta.
c. Konsentrasi Hg dan As di udara ambien Kawasan Kota Tua Jakarta masih memenuhi BMUA yang dijadikan acuan.
d. Kandungan Hg/TSP (0,03% - 0,68%) memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan kandungan As/TSP (0% - 0,0025%).
3. a. Rentang nilai konsentrasi Hg dan As pada kawasan LEZ dan non-LEZ tidak terlalu signifikan, sehingga diperkirakan bahwa keberadaan Hg dan As di lokasi *sampling* tidak hanya berasal dari kendaraan yang melintas di kawasan non-LEZ.
b. Bahan baku yang digunakan dalam proses kegiatan konstruksi revitalisasi ruas jalan diperkirakan menjadi sumber pencemar dari ketiga parameter tersebut. Emisi kendaraan bermotor juga menjadi perkiraan sumber pencemar TSP, serta bahan bakar yang terkandung di dalam knalpot kendaraan dan bantalan rem pada kendaraan juga menjadi perkiraan sumber pencemar Hg.
4. Upaya pencegahan dan pengendalian kualitas udara ambien di Kawasan Kota Tua Jakarta, adalah dengan memberlakukan LEZ tahap II; pemasangan teknologi *Diesel Particulate Filter* (DPF) pada mesin diesel kendaraan niaga dan mobil yang menggunakan mesin diesel; Melakukan perawatan kendaraan dan uji emisi kendaraan secara berkala; Menggunakan ESP (*Electrostatic Precipitator*) pada cerobong *furnace* dari alat pembakaran baja; Penataan ulang lokasi yang terdeteksi dengan menambahkan ruang terbuka hijau (RTH); serta membuat Peraturan Perundang-Undangan dengan menetapkan BMUA untuk parameter Hg dan As.

DAFTAR PUSTAKA

- CM Palureng, H Yulinawati, A Wijayanti. 2023 Analisis Partikulat di Udara Ambien Kawasan Kota Tua Jakarta. *Jurnal Serambi Engineering*. <https://mail.ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/view/5553>
- Gerhardsson, L., & Aaseth, J. 2016. *Guidance for Clinical Treatment of Metal Poisonings—Use and Misuse of Chelating Agents*. In *Chelation Therapy in the Treatment of Metal Intoxication*: (pp. 313–341).
- Mukhtar, dkk. 2014. Kajian Baku Mutu Logam Berat di Udara Ambien Sebagai Bahan Masukan Lampiran PP 41/1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. *Jurnal Ecolab*, 8(1): 32–42.
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021 Pasal 1 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Rochimawati, N. R. 2014. Pendugaan Bangkitan Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) di Udara Ambien dari Permukaan Tanah.
- Sakti, E. S. 2012. Tinjauan Tentang Kualitas Udara Ambien (NO₂, SO₂, *Total Suspended Particulate*) terhadap Kejadian ISPA di Kota Bekasi Tahun 2004-2011. Universitas Indonesia.
- Snoj Tratnik, et al. 2019. Results of the first national human biomonitoring in Slovenia: *Trace Elements in Men and Lactating Women, Predictors of Exposure and Reference Values*. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*: 222(3), 563–582.
- UTAH. 2021. Mercury: *Department of Environmental Quality*. <https://deq.utah.gov/water-quality/mercury>.
- World Health Organization. 2019. Exposure To Arsenic: A Major Public Health Concern. *Preventing Disease Through Healthy Environments*, 1–6.
- Zhang, T., et al. 2022. *Analysis of Mercury Emissions and Cycles in Typical Industrial City Clusters: a*

case study in China. Environmental Science and Pollution Research.
Zhu, et al. 2014. *Earth Abides Arsenic Biotransformations*. Annual Review of Earth and Planetary Sciences
42(1), 443–467.