



# Heavy Metal Content in Hair at Workers in Gas Station of Sidoarjo City in 2021

## Kandungan Logam Berat pada Rambut Petugas Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) di Sidoarjo pada Tahun 2021

Jamilatur Rohmah\*, Niken Anggita Miranda, Mariany Lambertine Marlina, Uus Ufita Fiya

Prodi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl. Raya Rame Pidang No. 04, Wonoayu, Sidoarjo, 61261, Jawa Timur, Indonesia. Tel: (031)8962733

### ABSTRACT

One of the most dominant workplaces where heavy metal contamination occurs is the Gas Station (SPBU). Gas station workers are at high risk of being exposed to heavy metals while working due to inhaling fuel that evaporates into the air and vehicle fumes due to the behavior of motorists who do not turn off the engine while waiting in line. Determination of the level of heavy metal contamination of Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, and Cr was determined through hair clippings using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The gas stations used in this study are SPBU X and Y in Sidoarjo. This study aims to determine the levels of heavy metals in hair and to determine the relationship between working period, age, smoking habits, and safety with heavy metal levels in gas station workers in Sidoarjo. The type of research used is descriptive cross sectional and analytical method through filling out questionnaires and correlative statistics with SPSS. The results obtained showed that the average levels of heavy metals Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, and Cr at SPBU X were 0.232, respectively; 0.000; 0.003; 0.001; 0.464; and 0.024 mg/g. while the average levels of heavy metals Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, and Cr at SPBU Y were 0.516, respectively; 0.000; 0.007; -0.001; 0.345; and 0.051 mg/g. It can be said that the levels of heavy metals Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, and Cr did not exceed the specified threshold. The results of the statistical test of the correlation between the levels of heavy metals Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, and Cr with years of service, age, smoking habits, and PPE of gas station workers were not significant ( $p>0.05$ ).

**Keywords:** Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), Gas station workers, Hair, Heavy metals, Toxicity

### OPEN ACCESS

ISSN 2580-7730 (online)

**Edited by:**

Andika Aliviameita

**\*Correspondence:**

Jamilatur Rohmah  
jamilaturrohmah@umsida.ac.id

**Received:** 7 November 2021

**Accepted:** 20 Desember 2021

**Published:** 31 Desember 2021

**Citation:**

Rohmah J, Miranda NA, Marlina ML, Fiya UU (2021)

Heavy Metal Content in Hair at Workers in Gas Station of Sidoarjo City in 2021

Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology).

4:2.

doi: 10.21070/medicra.v4i2.1617

### ABSTRAK

Salah satu tempat kerja yang paling dominan terjadi kontaminasi logam berat yaitu Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). Petugas SPBU beresiko tinggi terpajan logam berat saat bekerja karena menghirup bahan bakar yang menguap ke udara dan asap kendaraan akibat perilaku pengendara yang tidak mematikan mesin saat mengantri. Penentuan tingkat kontaminasi logam berat Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr ditentukan melalui cuplikan rambut dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). SPBU yang digunakan pada penelitian ini yaitu SPBU X

dan Y yang ada di Sidoarjo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam berat dalam rambut dan mengetahui hubungan masa kerja, usia, kebiasaan merokok, dan APD petugas SPBU dengan kadar logam berat pada petugas SPBU di Sidoarjo. Jenis penelitian yang digunakan yaitu *descriptive cross sectional* dan metode analisa melalui pengisian kuesioner dan statistik korelatif dengan SPSS. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar rata-rata logam berat Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr pada SPBU X secara berturut-turut adalah 0,232; 0,000; 0,003; 0,001; 0,464; dan 0,024 mg/g. sedangkan kadar rata-rata logam berat Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr pada SPBU Y secara berturut-turut adalah 0,516; 0,000; 0,007; -0,001; 0,345; dan 0,051 mg/g. Dapat dikatakan bahwa kadar logam berat Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr tidak melebihi ambang batas yang ditentukan. Hasil uji statistik korelasi antara kadar logam berat Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr dengan masa kerja, usia, kebiasaan merokok, dan APD petugas SPBU yaitu tidak terdapat hubungan yang signifikan ( $p>0,05$ ).

**Kata Kunci:** Atomic Absorbtion Spectrophotometry (AAS), Logam berat, Petugas SPBU, Rambut, Toksisitas,

## PENDAHULUAN

Transportasi berperan penting untuk mempermudah aktivitas sehari-hari manusia. Sistem transportasi bertujuan agar proses transportasi baik penumpang maupun barang dapat bekerja secara optimum dengan pertimbangan faktor kenyamanan, keamanan, efisien (waktu maupun biaya) [Aziz & Asrul \(2018\)](#). Berdasarkan data Statistik Transportasi Darat, presentasi kenaikan kendaraan bermotor di Indonesia dari tahun 2014-2018 cukup signifikan dimana sepeda motor naik 6,61%, mobil penumpang 6,88%, mobil barang/truk 5,68%, bus 1,42%. Dari total pencemaran udara yang ada, asap kendaraan berbahan bakar merupakan penyumbang tertinggi yaitu 66,34%. Tidak hanya manfaat yang dapat dirasakan, namun juga resikonya yaitu penurunan kualitas lingkungan [BPS \(2019\)](#).

Peningkatan penggunaan kendaraan bermotor yang ada di perkotaan menyebabkan semakin bertambahnya Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). SPBU menjadi salah satu tempat terjadinya pencemaran gas atau limbah dari kendaraan bermotor [Ismiyati et al. \(2014\)](#). Para pegawai/petugas Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) lebih mudah terpapar partikel logam berat secara langsung yang keluar dari asap kendaraan dan terhirupnya uap bahan bakar saat pengisian. Asap kendaraan menghasilkan emisi gas buang dari pembakaran bahan bakar yang mengandung logam berat [Ridhowati \(2013\)](#). Logam berat yang digunakan dalam pemeriksaan adalah Besi (Fe), kadmium (Cd), Krom (Cr), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), dan Seng (Zn).

Logam berat tersebut dapat masuk ke dalam tubuh melewati jalur inhalasi, ingesti, dan kontak dengan permukaan kulit. Salah satu bagian tubuh yang menjadi jalur masuknya logam berat dalam tubuh adalah rambut. Rambut merupakan jaringan yang berada di luar tubuh, sehingga selain sebagai tempat deposisi logam berat, rambut juga terpapar langsung dengan polusi udara. Unsur logam yang diabsorpsi oleh rambut semakin lama akan semakin tinggi konsentrasinya, karena tidak dikeluarkan dari tubuh sehingga menjadi lebih peka. Pada rambut, gugusan-gugusan sulfhidril (-SH) dan disulfida sistin (-S-S-) mampu mengikat logam berat yang masuk ke dalam tubuh dan terikat di dalam rambut. Mengingat senyawa sulfida mudah terikat oleh logam berat, maka bila logam berat masuk ke dalam tubuh, logam-logam tersebut akan terikat oleh senyawa sulfida dalam rambut [Wiratama et al. \(2018\)](#).

Rambut merupakan jaringan yang berada di luar tubuh, sehingga rambut dapat berkontak langsung dengan polusi udara, oleh sebab itu rambut lebih banyak digunakan sebagai indikator akumulasi logam berat. Rambut juga memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih mencerminkan tingkat kontaminasi dalam jangka waktu yang lama. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh akan diekskresi oleh ginjal melalui urine sebesar 60% dalam waktu 1-2 hari dan 10% akan diekskresikan melalui empedu, serta sebagian kecil melalui rambut, kuku dan keringat, sedangkan pada darah dapat direfleksikan selama 74 hari. Sehingga logam berat ini jika masuk ke dalam tubuh dan terakumulasi dalam jaringan

tubuh apabila berlangsung secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama akan menimbulkan toksisitas yang tinggi bagi manusia [Adhani & Husaini \(2017\)](#).

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat dibagi menjadi dua jenis yaitu logam berat esensial dan non esensial. Logam berat esensial keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun, contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe. Logam berat non esensial atau beracun, keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun seperti Pb, Cr, Cd [Khlif & Hamza-Chaffai \(2010\)](#).

Logam seng dalam tubuh manusia sebanyak 2-3 gram yang 90% diantaranya terkandung dalam jaringan otot dan tulang, apabila dalam tubuh terjadi kelebihan logam berat seng dapat menyebabkan dampak yang berbahaya. Logam tembaga diperlukan organisme sebagai koenzim dalam proses metabolisme tubuh, yang ditemukan pada tubuh manusia pada organ hati, otot, dan tulang. Serta tembaga juga dapat ditemukan pada darah. Meskipun dibutuhkan oleh tubuh, apabila konsentrasi tembaga rendah/ kurang akan menyebabkan sel kekurangan oksigen akibatnya terjadi kekurangan darah (anemia). Namun apabila kelebihan akan mengakibatkan keracunan, mual, muntah, dan menyebabkan kerusakan pada hati dan ginjal. Logam Timbal sebagai salah satu komponen polutan udara yang memiliki efek toksik luas pada manusia. Keracunan logam berat timbal dapat menyerang sistem saraf pusat, menghambat reaksi enzim, memperpendek umur sel darah merah, meningkatkan kandungan zat besi dalam plasma darah, dan kerusakan otak [Palar \(2008\)](#). Keracunan timbal juga dapat mengganggu fungsi ginjal, gangguan pernapasan, kanker paru-paru, dan alergi. Sedangkan logam kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang memiliki toksisitas tinggi, penyebaran luas, serta memiliki waktu paruh yang paling panjang dalam tubuh organisme hidup yaitu sekitar 10-30 tahun karena kadmium tidak dapat didegradasi [Rumahlatu \(2012\)](#). Keracunan kadmium dapat mengakibatkan kerusakan ginjal dan sistem saraf, rapuh tulang, gangguan lambung, mengurangi haemoglobin dan pigmentasi gigi [Aliya \(2012\)](#). Logam berat kromium merupakan logam toksik yang memiliki beberapa tingkat oksidasi, yang paling stabil berada di alam adalah Cr (IV) dan Cr (III). Kromium (IV) dianggap paling toksik karena lebih mudah diserap oleh tubuh. Keracunan logam krom dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata, gangguan pencernaan, ginjal, hati, dan system pembekuan darah. Dampak lainnya adalah kanker paru-paru. Logam berat lainnya yang berdampak pada manusia yaitu logam besi (Fe). Besi merupakan logam berat yang dibutuhkan dimana zat ini dibutuhkan dalam proses untuk menghasilkan oksidasi enzim cytochrome dan pigmen pernapasan (haemoglobin). Logam ini akan menjadi racun apabila keadaannya terdapat dalam konsentrasi di atas normal [Herni \(2011\)](#). Dalam penelitiannya mengenai kandungan logam berat dalam udara ambien pada beberapa kota di Indonesia menyebutkan bahwa terdapat logam berat di udara seperti seng (Zn) dan tembaga (Cu) yang diakibatkan dari salah satu emisi gas buang kendaraan bermotor. Bahan

pencemar udara yang ditimbulkan dapat berupa gas ataupun partikel debu. Logam berat dalam bentuk partikel yang dihirup oleh manusia dapat mempengaruhi kesehatan tubuh [Mukhtar et al. \(2013\)](#).

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan pada petugas SPBU Gorontalo mengungkapkan bahwa faktor umur ikut ambil bagian dalam mendukung akumulasi timbal pada rambut. Didapati dari 35 orang pada kelompok umur 20-30 tahun, ada 28 orang yang terpapar timbal melebihi baku mutu dan dari 13 orang pada kelompok umur 40-59 tahun, ada 12 orang yang terpapar timbal melebihi baku mutu. Hal ini sering disebabkan seiring bertambahnya umur, daya tahan organ tertentu atas efek Timbal akan menurun sehingga akan semakin tinggi konsentrasi Timbal yang menumpuk pada jaringan tubuh [Prasetya & Yusuf \(2017\)](#). Timbal yang masuk ke dalam rambut dapat bertahan lama dan akan semakin tinggi karena tidak dikeluarkan dari tubuh [Hidayat et al. \(2008\)](#).

Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan pada rambut operator SPBU di Padang tahun 2018 menunjukkan adanya pengaruh masa kerja dengan tingginya kandungan logam Timbal di dalam tubuh, artinya semakin lama bekerja maka kandungan logam Timbal (Pb) juga akan semakin tinggi. Jumlah timbal terbanyak ada pada kelompok masa kerja yang paling lama yaitu 9-12 tahun dengan kandungan Timbal sebesar 0,8175 mg/g [Mayaserli et al. \(2018\)](#). Berdasarkan latar belakang diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang kandungan logam berat pada rambut petugas stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU) di Sidoarjo.

## METODE

Penelitian ini telah memperoleh sertifikat *Ethical Clearance* dengan nomor 106/HRECCFODM/III/2021 yang dikeluarkan oleh Komite Etik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.

Alat-alat dan bahan-bahan yang digunakan yaitu gunting rambut, plastik/botol sampel, gelas beaker, batang pengaduk, spatula, kaca arloji, bulb, pipet maat, labu ukur 50 ml, kertas label, neraca analitik, kertas saring, *hotplate*, AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) (Varian Spektra AA 240). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel rambut yang diperoleh dari petugas SPBU, asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pekat, Hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), aquades.

Cara pengambilan sampel rambut petugas/pegawai SPBU yaitu dipotong secara langsung dengan menggunakan gunting atau mesin pada bagian belakang kepala kira-kira 0,5 cm di atas kulit kepala, kemudian dimasukkan ke dalam plastik/botol sampel dan diberi label sesuai identitas responden.

Sampel yang telah diperoleh ditimbang sebanyak 0,5 gram dengan menggunakan neraca analitik, kemudian sampel dimasukkan kedalam beaker glass, ditambahkan dengan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pekat sebanyak 2 ml dan panaskan di atas pemanas atau *hotplate* hingga hampir kering dan berwarna putih. Kemudian ditambahkan asam perklorat dan asam nitrat dengan perbandingan 1:1. Dipanaskan kembali di atas

*hotplate* hingga berwarna putih, dinginkan spesimen dan tuang ke labu ukur 100 ml, diadddkan dengan aquades lalu dihomogenkan. Hasil dari air spesimen disaring menggunakan kertas saring. Kemudian alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dinyalakan dan dioptimasi sesuai petunjuk penggunaan alat. Selanjutnya memipet filtrat dari sampel yang telah dibuat dan dimasukkan ke dalam alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) untuk diukur dengan panjang gelombang 217-218 nm. Hasil yang diperoleh dicatat sebagai kadar logam. Sebelum itu, dilakukan pengukuran larutan standar masing-masing logam dengan konsentrasi 0.2; 0.4; 0.6; dan 0.8 mg/L.

Teknik analisis data yang digunakan yaitu teknik analisis data statistik korelasi. Data yang diperoleh berupa data parametrik dengan uji normalitas, homogenitas dengan  $\alpha = 0,05$ , dari hasil kadar logam berat Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr dengan hubungan masa kerja, usia, kebiasaan merokok, dan APD petugas SPBU.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi logam berat Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr diuji dan dianalisis pada rambut beberapa petugas SPBU di Sidoarjo. SPBU yang digunakan pada penelitian ini yaitu SPBU X dan Y. Petugas SPBU yang bekerja di SPBU X berjumlah 15 orang, sedangkan pada SPBU Y berjumlah 23 orang. Tahap awal dalam penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada petugas di kedua SPBU yang bersedia untuk dijadikan sampel. Sampel yang diperoleh hanya 20 orang yang bersedia diambil sampel rambutnya. Pengukuran konsentrasi logam berat diawali dengan pengukuran kurva standar masing-masing logam, dengan tiga kali pengulangan, dan rata-rata absorbansi otomatis dihitung di alat. Sebelum dilakukan analisis logam berat dengan instrumen AAS, semua sampel yang diteliti didestruksi dengan asam nitrat pekat (8 mL) dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  (30%, 1 mL) menggunakan sistem pemanasan dengan *hotplate*. Manfaat dari proses destruksi yang digunakan pada penelitian ini yaitu untuk meminimalkan kontaminasi sampel serta untuk memecah senyawa logam menjadi ion logam dan memungkinkan untuk meningkatkan pengukuran dan reabilitas prosedur analisis. Logam berat yang dipilih untuk dideteksi dalam penelitian ini didasarkan pada toksisitas dan kelimpahan relatifnya dalam enisi gas buang kendaraan. Beberapa studi epidemiologi baru-baru ini menghubungkan tingginya kadar logam beracun dalam tubuh manusia dengan penyakit berbahaya yaitu hipertensi, gangguan ginjal, iritasi gastrointestinal, disfungsi imun, dan masalah kardiovaskular [Wiratama et al. \(2018\)](#). Data petugas SPBU X dan Y yang bersedia dijadikan sampel tertera dalam Tabel 1.

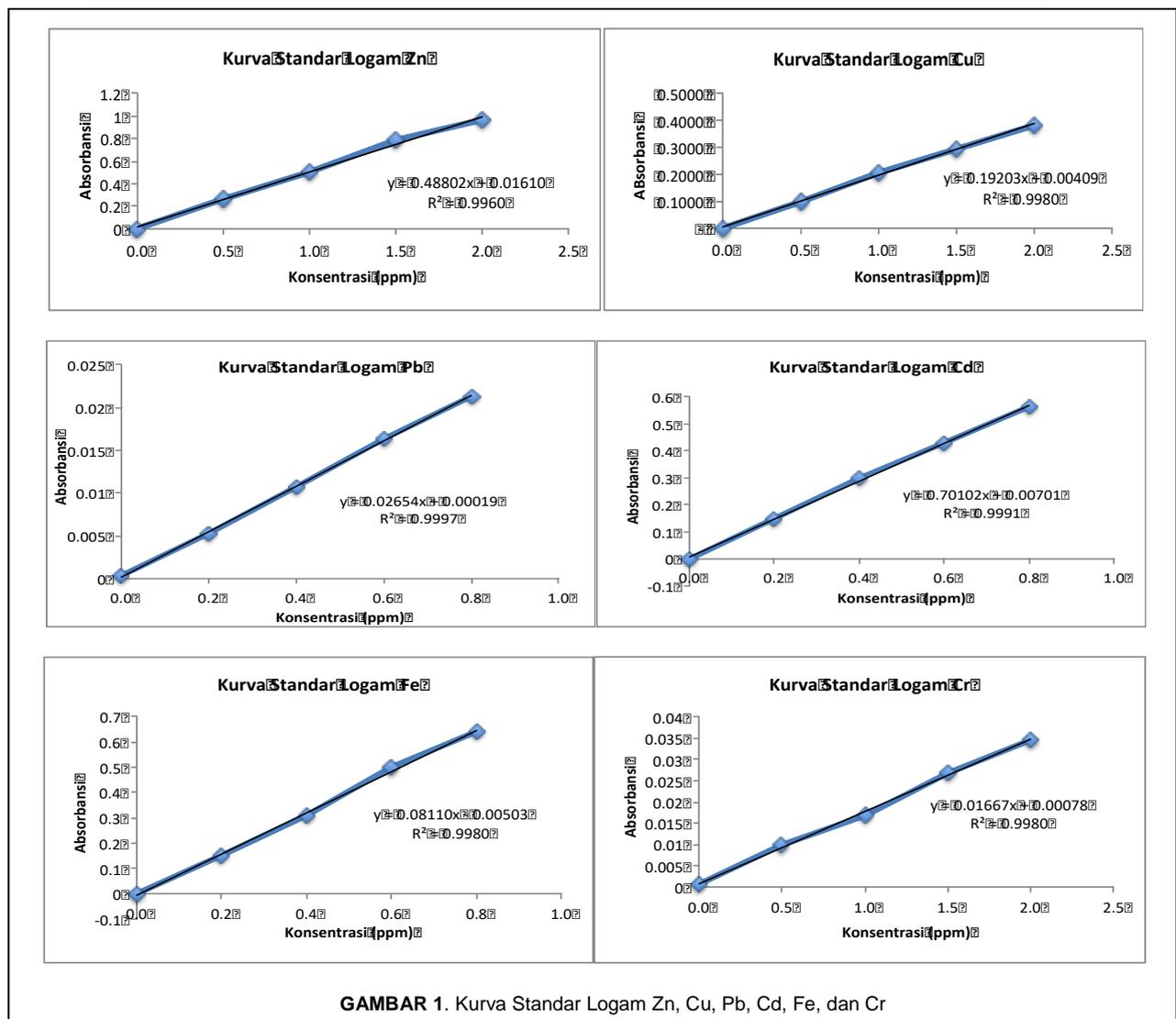
Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi pula nilai absorbansi. Dari kurva standar diperoleh nilai persamaan y. Persamaan dari kurva standar logam selanjutnya digunakan untuk menentukan konsentrasi logam dan nilai  $R^2$  untuk tiap kurva menunjukkan kurva yang linear dengan nilai  $R^2$  menyatakan

ukuran kesempurnaan antara nilai absorbansi dan nilai konsentrasi yang membentuk garis lurus. Linearitas dikatakan

sempurna apabila nilai  $R^2$  mendekati 1. Dari kurva standar masing-masing logam di atas didapatkan nilai  $R^2$  antara

TABEL 1. Data Petugas SPBU X dan Y

SPBU	Kode Sampel	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Masa Kerja (Tahun)	Merokok/ Tidak	APD
X	A	L	46	20	Tidak	Ya
	B	L	41	21	Tidak	Ya
	C	L	26	2	Ya	Ya
	D	L	21	3	Ya	Ya
	E	L	21	1	Tidak	Ya
	F	L	37	3.5	Tidak	Ya
	G	L	32	3	Ya	Ya
	H	L	21	1	Ya	Ya
	I	L	39	19	Tidak	Ya
	J	L	21	1	Ya	Ya
Y	01	P	19	1	Tidak	Ya
	02	L	27	10	Tidak	Ya
	03	L	30	4	Ya	Ya
	04	L	27	1	Ya	Ya
	05	P	30	11	Tidak	Ya
	06	P	26	6	Tidak	Ya
	07	P	24	6	Tidak	Ya
	08	L	50	20	Tidak	Ya
	09	P	44	17	Tidak	Ya
	10	L	47	7	Ya	Ya



GAMBAR 1. Kurva Standar Logam Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr

**TABEL 2.** Kadar Logam Berat pada Sampel Rambut Petugas SPBU

SPBU	Kode Sampel	Kadar Logam (mg/g)					
		Zn	Cu	Pb	Cd	Fe	Cr
X	1	0,303	0,000	0,007	0,000	0,21	0,009
	2	0,026	-0,003	0,000	0,000	1,288	0,006
	3	0,033	0,003	0,013	0,001	0,332	0,021
	4	0,230	0,000	0,005	0,000	0,666	0,024
	5	0,037	0,000	0,000	0,000	0,292	0,027
	6	0,397	-0,002	0,000	0,001	0,348	0,024
	7	0,300	-0,001	0,002	0,003	0,334	0,030
	8	0,292	-0,001	-0,003	0,003	0,384	0,033
	9	0,336	-0,001	0,010	0,002	0,425	0,036
	10	0,268	0,000	0,000	0,001	0,362	0,033
Y	11	0,655	-0,001	0,003	-0,002	0,355	0,030
	12	0,271	0,006	-0,001	-0,002	0,355	0,027
	13	0,492	0,002	0,002	-0,002	0,183	0,039
	14	0,380	-0,001	0,007	-0,002	0,422	0,057
	15	0,471	0,020	0,003	-0,002	0,375	0,057
	16	0,382	-0,004	0,011	-0,003	0,39	0,060
	17	0,640	0,006	0,003	-0,003	0,285	0,060
	18	0,616	0,002	0,007	-0,001	0,252	0,057
	19	0,806	-0,005	0,013	-0,001	0,351	0,066
	20	0,450	0,001	0,026	-0,001	0,486	0,061

**TABEL 3.** Nilai sig. (2-tailed) dan r analisis korelasi antara kadar logam berat dengan masa kerja, usia, kebiasaan merokok, dan APD

Parameter	Sig. (2-tailed)						r (Korelasi)					
	Zn	Cu	Pb	Cd	Fe	Cr	Zn	Cu	Pb	Cd	Fe	Cr
Masa kerja	0,285	0,285	0,588	0,027	0,849	0,648	0,251	-0,129	0,493	0,45	0,109	0,129
Usia	0,506	0,966	0,396	0,813	0,232	0,946	0,158	0,010	0,201	-0,057	0,280	-0,016
Kebiasaan merokok	0,197	0,625	0,941	0,152	0,502	1,000	-0,301	0,116	0,018	0,332	0,159	0,000
APD	0,042	0,484	0,894	0,159	0,766	0,000	-0,459	-0,166	-0,032	0,327	0,071	-0,757

0.9960-0.9991, dimana nilai R2 tersebut mendekati 1, yang berarti titik-titik pada kurva standar yang dihasilkan sampel mendekati garis lerengnya, sehingga kurva standar masing-masing logam layak dijadikan acuan dalam mengukur kadar logam pada sampel, dan persamaan y digunakan untuk menghitung konsentrasi logam [Lestari \(2015\)](#). Data hasil konsentrasi logam pada rambut petugas SPBU berdasarkan pengukuran dengan AAS dapat dilihat pada Tabel 2.

Dalam studi ini, rambut digunakan sebagai penanda biologis untuk mengeksplorasi toksisitas ion logam yang masuk ke tubuh subjek yang diteliti. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) merekomendasikan penggunaan analisis rambut untuk pengujian logam berat karena ketergantungan kadar unsur berat pada rambut terhadap paparan lingkungan, makanan, budaya, dan kebiasaan [WHO \(1980\)](#). Rambut merupakan jaringan yang berada di luar tubuh, sehingga selain sebagai tempat deposisi logam berat, rambut juga terpapar langsung dengan polusi udara. Unsur logam yang diabsorpsi oleh rambut semakin lama akan semakin tinggi konsentrasinya, karena tidak dikeluarkan dari tubuh sehingga menjadi lebih peka. Pada rambut, gugusan-gugusan sulfhidril (-SH) dan disulfida sistin (-S-S-) mampu mengikat logam berat yang masuk ke dalam tubuh dan terikat di dalam rambut. Mengingat senyawa sulfida mudah terikat oleh logam berat, maka bila logam berat masuk ke dalam tubuh, logam-logam tersebut akan terikat oleh senyawa sulfida dalam rambut [Wiratama et al. \(2018\)](#).

Rambut merupakan jaringan yang berada di luar tubuh, sehingga rambut dapat berkontak langsung dengan polusi udara, oleh sebab itu rambut lebih banyak digunakan sebagai indikator akumulasi logam berat. Rambut juga memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih mencerminkan tingkat kontaminasi dalam jangka waktu yang lama. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh akan diekskresi oleh ginjal melalui urine sebesar 60% dalam waktu 1-2 hari dan 10% akan diekskresikan melalui empedu, serta sebagian kecil melalui rambut, kuku dan keringat, sedangkan pada darah dapat direfleksikan selama 74 hari. Sehingga logam berat ini jika masuk ke dalam tubuh dan terakumulasi dalam jaringan tubuh apabila berlangsung secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama akan menimbulkan toksisitas yang tinggi bagi manusia [Adhani & Husaini \(2017\)](#). Untuk tujuan ini, konsentrasi logam berat diukur pada rambut manusia pada subjek petugas SPBU (Tabel 2).

Hasil pemeriksaan kadar logam Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr pada rambut yang dilakukan kepada 20 orang responden dari petugas SPBU X dan Y memiliki kandungan logam yang sangat rendah/ kecil meskipun petugas SPBU tersebut telah bekerja dengan waktu yang lama. Sampel tersebut menunjukkan bahwa kadar Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr pada seluruh petugas SPBU X dan Y masih memenuhi syarat dimana tidak melebihi ambang batas. Ambang batas kadar logam Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr pada rambut berdasarkan [Biolab Medical Unit \(2010\)](#) secara berturut-turut yaitu 160-

240, 10-100, <200, <0.1, 5.0-30, 0.10-1.50 µg/g.

Berdasarkan hasil pada Tabel 2, kadar logam berat Seng (Zn) dari hasil penelitian pada SPBU X yaitu kadar tertinggi pada sampel kode 06 sebesar 0.397 mg/g dengan masa kerja 3,5 tahun, usia 37 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD. Sedangkan kadar yang terendah pada sampel kode 02 sebesar 0.026 mg/g dengan masa kerja 21 tahun, usia 41 tahun, tidak merokok, dan selalu ber-APD. Pada SPBU Y kadar yang tertinggi yaitu sampel kode 19 sebesar 0.806 mg/g dengan masa kerja 17 tahun, usia 44 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD. Sedangkan kadar yang terendah yaitu sampel kode 12 sebesar 0.271 mg/g dengan masa kerja 10 tahun, usia 27 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD. Dari hasil tersebut kadar logam yang diperoleh tidak bergantung pada lama bekerja, usia, kebiasaan merokok, dan APD dimana masa kerja yang lama memiliki kandungan logam Seng (Zn) rendah begitupun sebaliknya masa kerja yang sedikit memiliki kandungan logam Seng (Zn) yang tinggi.

Kadar logam berat Tembaga (Cu) dari hasil penelitian pada SPBU X yaitu kadar tertinggi pada sampel kode 03 sebesar 0.003 mg/g dengan masa kerja 2 tahun, usia 26 tahun, merokok, dan selalu ber-APD. Sedangkan kadar terendah pada sampel kode 02 sebesar -0.003 mg/g dengan masa kerja 21 tahun, usia 41 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD. Pada SPBU Y kadar yang tertinggi yaitu sampel 15 sebesar 0.020 mg/g dengan masa kerja 11 tahun, usia 30 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD. Sedangkan kadar yang terendah yaitu sampel kode 19 sebesar -0.005 mg/g dengan masa kerja 17 tahun, usia 44 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD. Hasil negatif ini menunjukkan bahwa tidak terkandung logam berat Tembaga (Cu) dalam rambut petugas kedua SPBU tersebut. Hasil kadar logam Tembaga (Cu) dalam petugas kedua SPBU yaitu SPBU X dan SPBU Y memiliki kandungan logam Tembaga (Cu) sangat rendah atau sedikit meskipun petugas SPBU telah bekerja dengan waktu yang cukup lama, kebiasaan merokok, dan APD.

Kadar logam timbal (Pb) berdasarkan pada Tabel 2. yang tertinggi pada SPBU X terdapat pada sampel kode 03 dengan masa kerjanya 2 tahun, usia 26 tahun, merokok, dan selalu menggunakan APD dimana kadar logamnya sebesar 0.013 mg/g. Sedangkan kadar logam timbal terendah terdapat pada sampel kode 08 dengan masa kerjanya 1 tahun, usia 21 tahun, merokok, dan selalu menggunakan APD dimana kadar logam timbal yang diperoleh sebesar -0.003 mg/g. Sedangkan responden pada SPBU Y kadar logam timbal yang tertinggi terdapat pada sampel kode 20 dengan masa kerjanya 7 tahun, usia 47 tahun, merokok, dan selalu menggunakan APD dimana kadar logam timbal yang diperoleh sebesar 0.026 mg/g, dan kadar logam timbal yang terendah terdapat pada sampel 12 dengan masa kerja 10 tahun, usia 27 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD dimana kadar logam yang diperoleh sebesar -0.001 mg/g. Hasil kadar negatif menunjukkan bahwa tidak terkandung logam berat timbal (Pb) dalam rambut kedua petugas SPBU tersebut.

Kadar kadmium (Cd) yang tertinggi pada SPBU X terdapat pada sampel kode 07 dan 08 dengan masa kerja masing-masing 3 tahun dan 1 tahun, usia masing-masing 32 dan 21 tahun, keduanya merokok, dan selalu menggunakan APD dimana kadar logamnya sebesar 0.003 mg/g. Sedangkan kadar logam kadmium yang terendah terdapat pada sampel 01, 02, 04, 05 dengan masa kerja masing-masing 20 tahun, 21 tahun, 3 tahun, dan 1 tahun, dengan usia 46, 41, 21, dan 21 tahun, sampel 01, 02, dan 05 tidak merokok, sedangkan sampel 04 merokok, dan ke-empatnya selalu menggunakan APD dimana kadar logamnya sebesar 0.000 mg/g. Sedangkan responden pada SPBU Y kadar logam kadmium tertinggi terdapat pada sampel 18, 19, dan 20 dengan masa kerja masing-masing yaitu 21 tahun, 17 tahun, 7 tahun, dengan usia 46, 50, 44, dan 47 tahun, sampel 18 dan 19 tidak merokok, sedangkan sampel 20 merokok, dan ber-APD dimana kadar logam yang diperoleh sebesar -0.001 mg/g, dan kadar logam terendah terdapat pada sampel 16 dan 17 dengan masa kerja yang sama yaitu 6 tahun, usia masing-masing 26 dan 24 tahun, tidak merokok, dan ber-APD dimana kadar logam yang diperoleh masing-masing sampel sebesar -0.003 mg/g. Hasil kadar negatif menunjukkan bahwa tidak terkandung logam berat kadmium (Cd) dalam rambut petugas kedua SPBU tersebut.

Kadar logam Cr pada SPBU X terbesar pada sampel kode 09 dengan masa kerja 19 tahun, usia 29 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD dengan kadar sebesar 0,036 mg/g, sedangkan kandungan logam Cr terkecil pada sampel 02 dengan masa kerja 21 tahun, usia 41 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD dengan kadar sebesar 0,006 mg/g. Pada SPBU Y didapatkan kandungan Cr terbesar pada kode sampel 19 dengan masa kerja 17 tahun, usia 44 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD dengan kadar sebesar 0,066 mg/g, sedangkan kadar logam Cr terkecil pada kode sampel 12 dengan masa kerja 10 tahun, usia 27 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD dengan kadar sebesar 0,027 mg/g.

Selanjutnya kadar logam Fe pada SPBU X terbesar pada kode sampel 02 dengan masa kerja 21 tahun, usia 41 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD dengan kadar sebesar 1,288 mg/g, sedangkan kadar logam Fe terkecil pada kode sampel 01 dengan masa kerja 20 tahun, usia 46 tahun, tidak merokok, dan selalu menggunakan APD dengan dan kadar sebesar 0,210 mg/g. Pada SPBU Y didapatkan kadar Fe terbesar pada kode sampel 20 dengan masa kerja 7 tahun, usia 47 tahun, merokok, dan selalu menggunakan APD dan kadar sebesar 0,355 mg/g, sedangkan kadar logam Fe terkecil pada kode sampel 13 dengan masa kerja 4 tahun, usia 30 tahun, merokok, dan selalu menggunakan APD dan kadar sebesar 0,183 mg/g.

Tinggi rendahnya kadar logam berat pada petugas SPBU disebabkan oleh pencemaran udara yang berasal dari gas buang kendaraan bermotor, kontak langsung dengan uap bahan bakar minyak (BBM) pada saat melakukan pengisian, kebiasaan merokok, dan juga makanan ataupun minuman yang dikonsumsi [Anggraini & Maharani \(2012\)](#). Akan tetapi,

petugas SPBU juga perlu mengetahui bahwa logam berat bersifat akumulatif pada tubuh manusia, dan dapat memberikan dampak negatif pada kesehatan yang dimana akan memperpendek sel darah merah, menyerang saraf pusat, kerusakan otak, dan juga dapat mengganggu fungsi ginjal, gangguan pernafasan, kanker paru-paru dan alergi [Wiratama et al. \(2018\)](#). Sehingga petugas dari kedua SPBU tersebut harus melakukan pencegahan untuk meminimalisirnya, diantaranya dengan menggunakan APD lengkap pada saat bekerja, melakukan pola hidup yang sehat, dan juga tidak beristirahat di area pengisian Bahan Bakar Minyak (BBM).

Hasil pengukuran kadar logam pada kedua SPBU tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya pada rambut operator SPBU X di Kecamatan Tanjung Morawa, menunjukkan bahwa kadar yang diperoleh telah tercemar logam berat tetapi dalam jumlah yang sangat kecil/ rendah dimana petugas yang memiliki masa kerja yang lama mengandung kadar logam yang rendah dan masa kerja yang sedikit mengandung kadar logam yang cukup tinggi dengan hasil kadar timbal (Pb) pada rambut yaitu terendah -0,627 mg/kg dengan masa kerja 6 tahun, tertinggi -0,216 mg/kg dengan masa kerja <1 bulan, dan sampel tersebut berada di bawah batas maksimum cemaran logam timbal pada rambut yakni 10 ppm [Tarigan \(2019\)](#). Serta sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [Supriyanto et al. \(2002\)](#) bahwa keberadaan logam-logam berat Pb, Cd, Fe, dan Cu dalam cuplikan rambut kepala pegawai pom bensin di Daerah Istimewa Yogyakarta yang menunjukkan bahwa masa kerja yang lama mengandung kadar rendah dan masa kerja rendah mengandung kadar yang cukup tinggi, dimana hasil Pb dengan rentang masa kerja 1-4 tahun yaitu 1.53 ppm lebih tinggi dibandingkan dengan rentang masa kerja 5-9 tahun yaitu 1.13 ppm. Hasil Cd rentang masa kerja kurang dari 1 tahun sampai lebih 20 tahun yaitu <0.02 ppm. Hasil Fe rentang masa kerja 16-20 tahun yaitu 9.21 ppm lebih tinggi dibandingkan dengan rentang masa kerja >20 tahun yaitu 4.33 ppm. Hasil Cu rentang masa kerja 5-9 tahun yaitu 2.25 ppm lebih tinggi dibandingkan dengan rentang masa kerja 10-14 tahun yaitu 0.88 ppm. Fluktuasi relatif dalam data yang diperoleh di setiap tingkat elemen yang diselidiki mencerminkan lingkungan, makanan, budaya, usia, dan kebiasaan yang berbeda.

Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis korelasi dengan aplikasi SPSS v.16 dengan  $\alpha = 0,05$ . Hasil uji korelasi disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan nilai sig. (2-tailed) pada Tabel 3 yang  $> 0,05$  maka berarti tidak terdapat korelasi yang signifikan antara kadar logam dengan masa kerja, usia, kebiasaan merokok, dan APD. Selanjutnya berdasarkan nilai r hitung pada Tabel 3, dimana kesemua nilai r hitung ini  $< r$  tabel 0,444 maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan atau korelasi antara kadar logam berat dengan masa kerja, usia, kebiasaan merokok, dan APD. Karena nilai r hitung dalam analisis ini bernilai positif dan negatif maka itu artinya hubungan antara kedua variabel tersebut bersifat positif dan negatif.

## KESIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kadar rata-rata logam berat Seng (Zn) pada petugas SPBU X dan Y adalah 0,2323 mg/g dan 0,5163 mg/g. Sedangkan kadar rata-rata logam berat tembaga (Cu) pada SPBU X dan Y sebesar 0,000 mg/g. Kadar logam berat timbal (Pb) pada petugas SPBU X adalah 0,003 mg/g dan pada SPBU Y adalah 0,007 mg/g. Kadar rata-rata logam berat kadmium (Cd) pada petugas SPBU X adalah 0,001 mg/g dan pada petugas SPBU Y kadar rata-rata yang didapat sebesar -0,001 mg/g. Kemudian Kadar rata-rata logam berat krom (Cr) pada SPBU X adalah 0,024 mg/g dan pada SPBU Y adalah 0,051 mg/g. Sedangkan kadar rata-rata logam Fe pada SPBU X adalah 0,464 mg/g dan pada SPBU Y adalah 0,345 mg/g. Dapat dikatakan bahwa kadar logam berat Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr tidak melebihi ambang batas yang ditentukan. Hasil uji statistic korelasi antara kadar Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr dengan masa kerja yaitu tidak terdapat hubungan antara kadar Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, dan Cr dengan masa kerja, usia, kebiasaan merokok, dan APD dari kedua petugas SPBU.

## KONTRIBUSI PENULIS

Penulis pertama berperan dalam pengumpulan data dan penyusunan artikel. Penulis kedua, ketiga, dan keempat membantu dalam pengumpulan data dan penyusunan artikel.

## PENDANAAN

Sumber pendanaan penelitian ini berasal dari dana mandiri peneliti.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada SPBU X dan Y yang ada di Sidoarjo, Laboratorium Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sebagai penunjang metode dan fasilitas laboratorium yang digunakan dalam penelitian, tim penelitian logam berat, serta kepada berbagai pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

## REFERENSI

- Adhani, R., & Husaini. (2017). Logam berat sekitar manusia. *Skripsi*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin. Retrieved from <http://eprints.ulm.ac.id/id/eprint/2238>
- Aliya, Y. (2012). *Dampak kelebihan dan kekurangan mikronutrien*. Future Midwife. Retrieved from <http://www.futuremidwife.net>.
- Anggraini, H. & Maharani, E.T. (2012). Paparan timbal (Pb) pada rambut sopir angkot rute Johar-Kedungmundu. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 11(1), 47–50. <https://doi.org/10.14710/mkmi.11.1.47-50>

- Azis, R., & Asrul. (2018). *Pengantar Sistem dan Perencanaan transportasi*. Sleman: Deepublish. Retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=cRxmDwAAQBAJ&hl=id>
- BPS. (2019). *Statistik Transportasi Darat 2018*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. Retrieved from <https://www.bps.go.id/publication/2019/11/27/7fdd3379108b4a60e046f4c8/statistik-transportasi-darat-2018.html>
- Herni. (2011). Analisis analisis cemaran logam berat seng ( Zn) dan Timbal (Pb) pada tiram bakau (*Crassostrea cucullata*) asal kabupaten Takalar dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Fakultas ilmu kesehatan UIN Alauddin. Makassar. Retrieved from <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/3349/1/Herni.pdf>.
- Hidayat, A., Muhayatun., & Supriatna, D. (2008). Analisis unsur Cu dan Zn dalam rambut manusia dengan spektrofotometri serapan atom (SSA). *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*, 9(1), 73-78. doi: 10.17146/jstni.2008.9.2.2171
- Ismiyati, Malita, D., & Saidah, D. (2014). Pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 1(3), 241-247. doi: 10.25292/j.mtl.v1i3.23
- Khlif & Hamza-Chaffai. (2010). Head and neck cancer due to heavy metal exposure via tobacco smoking and professional exposure: A review. *Toxicol Appl Pharmacol*, 1(248), 71–88. doi: 10.1016/j.taap.2010.08.003.
- Lestari, W. F. (2015). Analisis kadar logam merkuri (Hg) dan timbal (Pb) pada teripang terung (*Phyllophorus* sp.) asal pantai jenjeran Surabaya secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Jurusan kimia UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang. Retrieved from <http://etheses.uin-malang.ac.id/3165/1/10630078.pdf>
- Mayaserli, D. P., Renowati, R., & Biomed, M. (2018). Analisis kadar logam timbal (Pb) pada rambut karyawan SPBU. *Sainstek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 9 (1), 19-25. doi:10.31958/js.v9i1.606
- Mukhtar, R., Hari, W., Esrom, H., Susy, L., Muhayatun, S., Diah, D. L., & Syukria, K. (2013). Kandungan logam berat dalam udara ambien pada beberapa kota besar di Indonesia. *Ecolab*, 7(2), 49-59. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/280290-kandungan-logam-berat-dalam-udara-ambien-7ddf887e.pdf>
- Palar, H. (2008). *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Prasetya, E., & Jusuf, H. (2017). Lead content in hair and health problems at workers in SPBU (Gas Station) of Gorontalo City in 2017. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 36 (2), 302-307. Retrieved from <http://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/16309/151000473.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ridhowati, S. (2013). *Mengenal pencemaran ragam logam*. Yogyakarta: Graha Ilmu. Retrieved from [https://nanopdf.com/download/untitled-graha-ilmu-22\\_pdf](https://nanopdf.com/download/untitled-graha-ilmu-22_pdf)
- Rumahlatu, D. (2012). Biomonitoring: Sebagai alat asesmen kualitas perairan akibat logam berat kadmium pada invertebrata perairan. *Sainstis*, 1(1), 10–34. doi:10.18860/sains.v0i0.1869
- SNI 6989.4. (2009). *Cara uji Besi (Fe) secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. Retrieved from <http://sispk.bsn.go.id/PNPS/DetilPNP S/1982>
- Supriyanto, C., Kamal, Z. & Samin. (2002). Keberadaan logam-logam berat Pb, Cd, Fe dan Cu dalam cuplikan rambut kepala pegawai pom bensin di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Puslitbang Teknologi Maju BATAN*, Yogyakarta, I, 214–218. Retrieved from [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/44/003/44003608.pdf?r=1&r=1](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/44/003/44003608.pdf?r=1&r=1)
- Tarigan, E. L. T. (2019). Analisa kadar timbal (Pb) pada rambut operator SPBU X di Kecamatan Tanjung Morawa. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara. Medan. Retrieved from <http://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/16309/151000473.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- WHO. (1980). *Lead Environmental Health*. Geneva: World Health Organization
- Wiratama, S., Sitorus, S., & Kartika, R. (2018). Studi bioakumulasi ion logam Pb dalam rambut dan darah operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum, Jalan Sentosa, Samarinda. *Jurnal Atomik*, 3(1), 1-8. Retrieved from [http://repository.lppm.unila.ac.id/7382/1/41.Analisis\\_Kadar\\_Timbal\\_Pb\\_pada\\_Rambut\\_Pekerja\\_Bengk\\_3.pdf](http://repository.lppm.unila.ac.id/7382/1/41.Analisis_Kadar_Timbal_Pb_pada_Rambut_Pekerja_Bengk_3.pdf)

**Conflict of Interest Statement:** The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2021 Rohmah J, Miranda NA, Marlina ML, and Fiya UU. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.