

Hubungan Kadar Kadmium (Cd) dalam Rambut dengan Kadar Asam Urat pada Pekerja Las di Kelurahan Banaran Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo

Pradita Isdio Mahendra Renza^{1*}, Mastuti Widi Lestari²

^{1,2} Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional

Abstract

Welding workers are potentially exposed to cadmium containing fumes during the welding process. Cadmium is one of the heavy metals that is considered toxic. Cadmium heavy metals can interfere with the health of body organs such as the kidneys. Accumulation of cadmium in the kidneys can decrease the excretory activity of the veins. Resulting impact is an increase in uric acid levels in the body (hyperuricemia). This study aims to determine the relationship between cadmium levels in hair and uric acid levels of welding workers in Kelurahan Banaran, Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo. Study was conducted using a purposive sampling method on 15 male welding workers. Cadmium levels in the hair were examined using FAAS. Uric acid levels in capillary blood are checked using POCT. Results of the examination of cadmium levels in 15 samples were still within the limits set by Biolab <0.10 ppm. Uric acid content examination results obtained 2 of the 15 samples had high uric acid levels >7.2 mg/dl. Data were analyzed using SPSS Pearson's Correlation Test. Results of the Pearson correlation test showed that there was no relationship between cadmium levels in the hair and uric acid levels in welding workers in Kelurahan Banaran Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo.

Keywords: uric acid, cadmium, Pearson correlation, welding workers

Pendahuluan

Kelurahan Banaran merupakan salah satu wilayah di Sukoharjo yang terdapat banyak bengkel las. Industri pengelasan di Kelurahan Banaran kebanyakan adalah industri informal yang biasanya dikelola secara perseorangan, sehingga segala peraturan yang berkaitan dengan perlindungan kesehatan dan keselamatan kerja kurang mendapat perhatian. Menurut *American Welding Society* pengelasan adalah proses menggabungkan dua logam atau lebih dengan pemberian tekanan atau pemanasan pada suhu yang tinggi (Dewi, 2020). Panas dan energi hasil dari proses pengelasan akan menyebabkan terjadinya berbagai reaksi kimia dan fisika. Reaksi

tersebut akan menghasilkan beberapa zat kimia yang bersifat toksik baik yang berbentuk *fume*, debu maupun radiasi elektromagnetik. Potensi pekerja bengkel las untuk terpapar logam melalui *fumes* sangat tinggi. *Fumes* yang mengandung logam berat dapat terhirup pada saat proses pengelasan (Asrori *et al.*, 2019). *Fumes* atau asap yang dihasilkan pada saat melakukan pengelasan mengandung berbagai logam berat diantaranya adalah kadmium (Cd) (Hashmi, 2014). Kadmium terdapat pada pelapis yang digunakan pada logam dasar seperti filler logam, elektroda dan fluks saat proses pengelasan (CAREX, 2020).

Kadmium bersifat akumulatif dalam tubuh, sehingga paparan kadmium dalam jangka waktu lama akan meningkatkan *body burden* (konsentrasi bahan kimia dalam tubuh) (Dewi, 2020). Logam berat dalam tubuh manusia dapat terakumulasi pada beberapa organ tubuh salah satunya yaitu ginjal. Toksisitas dari kadmium dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal dan

*corresponding author: Pradita Isdio Mahendra Reza

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional

Email: mwidi.11@gmail.com

Summited: 04-06-2022 Revised: 06-08-2022

Accepted: 03-01-2023 Published: 14-02-2023

menyebabkan kerusakan ekskresi urat sehingga menimbulkan tingginya kadar asam urat dalam tubuh (hiperurisemia) (Sun *et al.*, 2017).

Berbagai unsur yang masuk ke dalam tubuh seperti kadmium dapat diserap oleh rambut manusia. Rambut berkolesterol dengan jumlah logam yang diabsorpsi oleh tubuh, oleh karena itu dapat dilakukan analisis pada sampel rambut (Handayani & Ridha 2017). Tahun 2012 Biolab telah menetapkan nilai normal untuk konsentrasi logam berat kadmium di dalam sampel rambut adalah <0,10 ppm. Penelitian yang dilakukan Zhou *et al.*, (2021) terhadap 42 sampel rambut penduduk lokal di daerah Lanping, Cina Barat Daya dari usia 6 tahun hingga 63 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Cd pada sampel rambut memiliki konsentrasi yang tinggi yaitu 0,75 mg/kg. Penelitian yang dilakukan oleh Sun *et al.*, (2017) sebanyak 2996 responden di Cina, didapatkan hasil bahwa pria dengan tingkat *median Cadmium Blood (CdB)* diatas 2,40 µg/L lebih berisiko terkena hiperurisemia dibandingkan dengan pria dengan tingkat *median CdB* di bawah 2,40 µg/L. Database CAREX Canada (2015) pada tahun 2006 terdapat sekitar 10.000 pekerja bagian pengelasan dan berkaitan dengan mesin operator las mengalami paparan logam kadmium. Didukung dengan penelitian yang dilakukan Hernayanti *et al.*, (2019) sebanyak 30 orang pekerja bengkel las di Purwokerto dengan masa kerja lebih dari 3 tahun menunjukkan hasil kadar Cd dalam darah lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol yaitu bukan pekerja bengkel las.

Sejauh ini belum diketahui ada tidaknya hubungan kadar logam berat kadmium pada rambut dengan kadar asam urat pekerja las. Oleh sebab itu, berdasarkan uraian latar belakang diatas penulis bermaksud untuk meneliti hubungan kadar logam berat kadmium pada rambut dengan kadar asam urat pekerja las di Kelurahan Banaran. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai bahaya dari paparan kadmium terhadap gangguan fungsi ginjal.

Metode

Penelitian ini bersifat kuantitatif, menggunakan desain penelitian analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*.

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional mulai dari bulan Oktober 2021 sampai Mei 2022 dengan populasi para pekerja las laki-laki di Kelurahan Banaran, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo. Pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dengan besaran sampel minimal dihitung menggunakan rumus slovin, sehingga didapatkan sebanyak 15 responden yang sesuai dengan kriteria inklusi. Pengumpulan data dilakukan dengan meminta persetujuan responden menggunakan *inform consent* disertai dengan penjelasan mengenai tujuan dan maksud dari penelitian lalu dilanjutkan dengan pengisian kuesioner.

Operasional variabel dalam penelitian ini adalah: 1) Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat yang sering dianggap sebagai toksikan yang dapat terakumulasi pada rambut pekerja las di Kelurahan Banaran, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo. Pengukuran kadar kadmium pada rambut menggunakan *Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (FAAS)*. 2) Asam Urat merupakan produk akhir atau produk buangan yang dihasilkan dari metabolisme pemecahan purin. Kerusakan ginjal awal akibat paparan kadmium dapat menyebabkan kerusakan ekskresi urat dan menimbulkan hiperurisemia (kadar asam urat tinggi). Sampel darah kapiler diukur menggunakan *Point of Care Testing (POCT)*.

Teknik analisa data pada penelitian ini menggunakan statistika uji *korelasi pearson* untuk mengetahui hubungan kadar kadmium pada rambut dengan kadar asam urat pekerja las di Kelurahan Banaran, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo.

Cara Kerja

1. Pemeriksaan Kadar Cd dalam Rambut

a. Pengambilan sampel rambut

Pengambilan sampel dilakukan pada rambut di kepala bagian belakang, kemudian rambut diikat sebesar batang korek api dengan menggunakan benang dan dipotong pada bagian pangkalnya. Sampel rambut disimpan dalam kantong plastik yang tertutup rapat.

- b. Pembuatan larutan standar 100 mL larutan baku Cd 10 mg/L.
Pembuatan larutan standar sebanyak 100 mL dengan larutan baku Cd 10 mg/L, dilakukan dengan pemipetan larutan induk Cd 1000 mg/L sebanyak 1 mL, dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL, kemudian tepatkan dengan *aquadest* sampai tanda tera dan dihomogenkan.
- c. Pembuatan deret standar
Pemuatan deret standar dilakukan dengan pemipetan dari larutan baku 10 mg/L, dibuat larutan deret standar dengan konsentrasi 0,0 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,6 mg/L; 0,8 mg/L; dan 1,0 mg/L dalam labu takar 10 mL (Utami & Wulandari, 2019) kemudian ditambahkan *aquadest* hingga tanda tera dan homogenkan.
- d. Pemeriksaan kadar Cd pada sampel rambut
Dilakukan penimbangan sampel rambut sebanyak 50mg, lalu sampel rambut didestruksi dengan campuran HNO₃ p.a sebanyak 10 mL dan HClO₄ p.a 2 mL, setelah itu campuran dipanaskan sampai penguapan sempurna untuk mendapatkan larutan air jernih. Sampel yang telah terdestruksi dimasukkan ke dalam labu takar 50 mL, kemudian ditepatkan dengan *aquadest* sampai tanda tera dan dihomogenkan. Sampel uji diaspirasikan ke dalam *Flame Atomic Absorption Spectrophotometer* dan ukur serapannya pada panjang gelombang 229,11 nm. Kemudian dicatat hasil pengukurannya (SNI 6989.16:2009).
2. Pemeriksaan Kadar Asam Urat pada Darah Kapiler
Pemeriksaan kadar asam urat pada darah kapiler pekerja las dilakukan dengan memasukkan chip asam urat dan strip test pada alat POCT, kemudian pengambilan sampel darah kapiler dengan medesinfeksi jari tangan (jari 2, 3 atau 4) dengan kapas alkohol 70% biarkan kering, setelah itu ditusuk dengan lancet steril, menggunakan bantuan autoclick dan darah kapiler diteteskan pada zona reaksi pada strip test. Tunggu alat melakukan pemeriksaan dalam 20 detik dan hasil akan keluar dengan satuan mg/dL

Hasil

Hasil pengukuran kadar logam berat kadmium dan asam urat dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pemeriksaan Kadar Kadmium dan Asam Urat

Kode Sampel	Kadar Kadmium (ppm)	Kadar Asam Urat (mg/dl)
A1	0,0447	4,6
A2	0,0496	5,2
A3	0,0438	5,0
A4	0,0522	5,7
A5	0,0552	7,1
A6	0,0536	4,9
A7	0,0543	5,5
A8	0,0543	7,0
A9	0,0606	7,6
A10	0,0702	4,1
A11	0,0629	6,3
A12	0,0723	5,3
A13	0,0744	4,6
A14	0,0802	7,5
A15	0,0938	4,4

Hasil pemeriksaan yang diperoleh kemudian dilakukan uji normalitas *Shapiro Wilk* dan dilanjutkan dengan Uji *Korelasi Pearson* menggunakan program aplikasi *SPSS 22,0 for windows*. Hasil analisis data Uji normalitas *Shapiro Wilk* dan Uji *Korelasi Pearson* ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Signifikansi pada Uji Normalitas *Shapiro Wilk*

Keterangan	<i>Shapiro Wilk</i>
Kadar kadmium	0,224
Kadar asam urat	0,134

Tabel 2 hasil dari olah data uji normalitas yang telah dilakukan menunjukkan bahwa data pada kadar kadmium dan kadar asam urat memiliki nilai signifikansi $>0,05$ yang berarti data penelitian berdistribusi normal.

Tabel 3. Analisis Data Uji *Korelasi Pearson*

Keterangan	<i>Pearson Correlation</i>	<i>Sig</i>
Kadar Kadmium	0,35	0,901
Kadar Asam Urat		

Hasil analisis data Uji *Korelasi Pearson* diperoleh nilai *pearson correlation* sebesar 0,35 yang dikategorikan dalam tingkat kekuatan hubungan yang lemah dan berdasarkan uji signifikan didapatkan nilai sebesar 0,901 dimana nilai tersebut $>0,05$ yang berarti tidak berkorelasi, sehingga dapat dinyatakan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadar kadmium dalam rambut dengan kadar asam urat pada pekerja las di Kelurahan Banaran, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo

Pembahasan

Logam berat kadmium dapat ditemukan dari sumber alami dan sumber antropogenik. Sumber antropogenik berasal dari kegiatan industri, salah satunya adalah pada saat proses pengelasan yang menghasilkan *fumes* (WHO, 2007). Potensi pekerja las untuk terpapar kadmium melalui *fumes* sangat tinggi karena logam berat kadmium

terakumulasi pada ginjal. Paparan kadmium dalam tubuh pekerja las dapat menyebabkan kerusakan ginjal awal dan menurunkan aktivitas ekskresi urat, sehingga dapat menimbulkan tingginya kadar asam urat dalam tubuh (hiperurisemia) (Sun *et al.*, 2017).

Folikel rambut kaya akan pembuluh darah, dimana darah yang mengalir folikel rambut merupakan media transportasi untuk elemen penting dan berpotensi beracun (misalnya logam berat). Ketika elemen-elemen ini mencapai folikel rambut, elemen-elemen tersebut kemudian dimasukkan ke dalam protein rambut yang sedang tumbuh. Berbeda dengan jaringan tubuh lainnya, rambut adalah produk akhir metabolisme yang menggabungkan unsur-unsur ke dalam strukturnya saat tumbuh, saat mendekati permukaan kulit rambut mengalami proses pengerasan atau keratinisasi, dan unsur-unsur yang terakumulasi selama pembentukannya disegel ke dalam struktur protein rambut. Karena folikel rambut selalu mendapatkan pasokan darah selama pertumbuhannya, maka konsentrasi elemen rambut dapat mencerminkan konsentrasi di jaringan tubuh lain (Nutripath, 2015).

Hasil dari penelitian ini bertentangan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Sun *et al.*, tahun 2017 yang menyatakan bahwa kadmium pada sampel darah berhubungan positif dengan kadar asam urat pada serum dan hiperurisemia pada pria Cina. Sedangkan, pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 1 bahwa hasil pengukuran kadar kadmium dalam rambut pekerja las yang diperiksa masih berada dalam batas yang ditetapkan oleh Biolab, yaitu $<0,10$ ppm dan hasil pengukuran kadar asam urat ditemukan pada kode sampel A9 dan A14 memiliki kadar asam urat lebih dari normal ($>7,2$ mg/dl).

Adapun faktor yang mempengaruhi kadar kadmium dalam rambut pekerja las di Kelurahan Banaran, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo masih berada dalam batas yang ditetapkan oleh Biolab, yaitu ruangan terbuka dan masa kerja. Tempat kerja pada ruangan yang terbuka memiliki turbulensi udara yang cepat, akibatnya debu atau *fumes* yang mengandung logam berat langsung dihembuskan oleh angin (Deviandhoko *et al.*, 2013). Menurut Sugiharto *et*

al., (2016) fumes atau debu-debu yang dihasilkan selama proses pengelasan berlangsung akan cepat bereaksi dengan udara bebas dan mereduksi kandungan zat berbahaya, sehingga pekerja las yang bekerja di ruang terbuka dapat menurunkan resiko terkena paparan logam berat dan gangguan fungsi ginjal tidak secepat pada pekerja dengan kondisi bengkel yang hanya sebagian terbuka. Pada saat pengamatan lapangan didapatkan bahwa pekerja las di Kelurahan Banaran, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo bekerja di ruangan terbuka dan industri pengelasannya merupakan industri informal dimana pekerjaannya tidak melakukan pekerjaan setiap hari dan hanya bekerja jika mendapatkan pesanan saja, sehingga intensitas pajanan dan banyaknya *fumes* yang terhirup oleh masing-masing pekerja bengkel las berbeda. Sehingga, hal tersebut juga dapat menyebabkan rendahnya akumulasi kadmium pada pekerja las.

Kode sampel A9 dan A14 pada tabel 1 didapatkan kadar asam urat sebesar 7,6 mg/dL dan 7,5 mg/dL, dimana kadar asam urat tersebut telah melebihi nilai normal untuk laki-laki yaitu 3-7,2 mg/dL. Tingginya kadar asam urat pada pekerja las dengan kode sampel A9 dan A14 tetapi tidak diikuti dengan tingginya kadar kadmium dapat disebabkan oleh asupan purin. Berdasarkan hasil pengisian kuisioner responden, diketahui bahwa seluruh responden tidak mengonsumsi jeroan dan *seafood* dalam waktu seminggu terakhir. Pada penelitian ini, peneliti hanya mengendalikan asupan purin tinggi saja seperti jeroan dan *seafood*, namun tidak mengendalikan asupan purin sedang. Menurut Jaliana *et al.*, (2018) terdapat 3 golongan makanan dengan kandungan purin yaitu golongan makanan dengan purin tinggi (jeroan dan *seafood*), golongan makanan dengan purin sedang (tahu, tempe, bayam, kacang-kacangan, kangkung dan lain sebagainya), golongan makanan dengan purin rendah (nasi, ubi, singkong, roti, susu, dan telur). Ali *et al.*, (2013) mengungkapkan terlalu banyak dan sering mengonsumsi makanan dengan kandungan purin sedang lebih memungkinkan terjadinya peningkatan kadar asam urat dalam darah dibandingkan dengan sedikit mengonsumsi makanan dengan kandungan purin tinggi. Oleh

karena itu, mengonsumsi makanan-makanan tersebut bisa menjadi faktor penyebab tingginya kadar asam urat pada pekerja las.

Ada beberapa faktor lain yang menyebabkan tidak terdapat hubungan antara kadar kadmium dalam rambut dengan kadar asam urat pada pekerja las Di Kelurahan Banaran, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo diantaranya kemampuan silia dalam menyaring debu/*fume* yang dihasilkan saat proses pengelasan, *hygiene personal*, kekebalan tubuh, responden yang rutin mengonsumsi buah, sayuran dan air yang cukup, sehingga dapat membuat akumulasi kadar kadmium dalam tubuh berkurang dan dapat diekresikan oleh ginjal melalui urine (Rosita & Fadhlika, 2019).

Proses analisis statistika kedua data penelitian didapatkan hasil pada Uji Normalitas *Shapiro Wilk* berdistribusi normal. Hasil data yang diperoleh kemudian dilanjutkan dengan Uji *Korelasi Pearson* dan hasil akhir yang didapatkan adalah tidak terdapat hubungan antara kadar kadmium dalam rambut dengan kadar asam urat pada pekerja las di Kelurahan Banaran, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo dengan derajat hubungan korelasi lemah. Hal tersebut menunjukkan bahwa secara umum tidak ada gangguan fungsi ginjal oleh paparan kadmium pada pekerja las ditinjau dari kadar asam urat.

Keterbatasan waktu dan jumlah sampel yang dimiliki peneliti membuat peneliti memilih desain penelitian *cross sectional*. Desain penelitian tersebut hanya melihat paparan kadmium terhadap asam urat dengan melakukan pengukuran sampel sekali waktu pada saat yang bersamaan, sehingga berdampak pada penelitian yang tidak sesuai dengan teori dan peneliti lainnya.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai hubungan kadar kadmium (cd) dalam rambut dengan kadar asam urat pada pekerja las di Kelurahan Banaran, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadar kadmium dalam rambut dengan kadar asam urat pada pekerja las di Kelurahan

Banaran, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo dengan tingkat kekuatan hubungan yang lemah.

Hasil penelitian ini dapat berkontribusi pada peneliti selanjutnya dengan melakukan penelitian lanjut menggunakan desain penelitian analitik observasional baik *case control study* atau *cohort study* dan menambahkan kriteria-kriteria pada responden agar hasil lebih variatif. Sedangkan untuk para pekerja las harus tetap menggunakan APD yang lengkap dan sesuai, rutin mengkonsumsi makanan sehat dan bergizi, perbanyak minum air putih dan selalu melakukan *hygiene personal* yang baik.

Daftar Pustaka

- Ali, N.H., Billy, J.K., & Widdhi, B. 2013. Gambaran Asupan Purin Pada Remaja Di Kabupaten Minahasa. *Jurnal e-Biomedik (eBM)*. Vol. 1, No.1, Hal: 530-536.
- Asrori, Nurhayati, Abdul, M., Tiara, F.E. 2019. Gambaran Kadar Asam Urat Pada Pekerja Bengkel Las di Kecamatan Sukarami Palembang Tahun 2019. *Jurnal Analis Kesehatan* Vol. 8, No. 2, Hal. 63-71.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta, SNI 6989. 16: 2009, Air dan Air Limbah Bagian 16: Cara uji kadmium (Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala.
- Biolab Medical Unit, 2012. *Nutritional an Environmental Medicine, Hair Mineral Analysis*. London: England.
- CAREX Canada, 2015. Welders and Related Machine Operators Carcinogenic Exposures. Canada: CAREX Canada. http://www.carexcanada.ca/CAREX_Welder_Package_July-16-2015.pdf. Diakses tanggal 05 Oktober 2021.
- Dewi, C.H. 2020. Perbedaan Kadar Kadmium (Cd) Dalam Darah Dan Tekanan Darah Pada Pengelas Dan Non Pengelas Di Pt. X Surabaya. *Jurnal Wiyata*, Vol. 7, No. 2, Hal. 110-123.
- Deviandhoko, D., Wahyuningsih, N.E., & Nurjazuli N. 2013 Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengelasan di Kota Pontianak. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. Vol. 11, No. 2, Hal 123-129.
- Hashmi, S. (2014). *Comprehensive materials processing*: Newnes. Hal. 213.
- Hernayanti, Slamet, S., Sri, L., Lucky, P., Kamsinah, Rochmatino. 2019. Efek Paparan Kadmium (Cd) Terhadap Fungsi Ginjal Pekerja Bengkel Las. *Jurnal Kesmas Indonesia*, Vol. 11, No. 1, Hal: 1-8.
- Jaliana., Suhadi., & La, O.M.S. 2018. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Asam Urat Pada Usia 20-44 Tahun Di Rsud Bahteramas Provinsi Sulawesi Tenggara Tahun 2017. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat* Vol. 3, No. 2, Hal. 1-13.
- Putra, N.D. 2014. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kapasitas Vital Paru pada Pekerja Bengkel Las di Kelurahan Cirende. *Skripsi*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Rosita, B., & Fadhlika, A. 2019. Perbandingan Kadar Logam Kadmium (Cd) Dalam Darah Perokok Aktif Dan Pasif di Terminal Bus. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol. 11, No. 2, 70 – 77.
- Sugiharto, S.B., Suwarso, S., & Widharto, P. 2016. Level Kadmium Darah Dan Fungsi Ginjal Ditinjau Dari Kadar Ureum Dan Kreatinin Pekerja Las Bengkel Knalpot Di Purbalingga. *Berita Kedokteran Masyarakat*. Vol. 32, No. 4, Hal. 119-124.
- Sun, H., Wang, N., Chen, C., Nie, X., Han, B., Li, Q., Zhu, C., Chen, Y., Xia, F., Chen, Y., Zhai, H., Jiang, B., Hu, B., & Lu, Y. 2017. Cadmium exposure and its association with serum uric acid and hyperuricemia. *Scientific reports*, Vol.7, No.1, Hal. 1-8.
- WHO. 2007. *Health Risk of Heavy Metals from Long-Range Transboundary Air Pollution*
- Winata, S.D. 2017. Monitoring, Pencegahan, dan Penanganan Keracunan pada Pekerja Terpapar Cadmium. *Jurnal Kedokteran Meditek*, Vol. 22, No. 59.
- Zhou, T., Zhaoyang, W., Peter, C., Longhua, W. 2021. Cadmium and Lead Pollution Characteristics of Soils, Vegetables and

Human Hair Around an Open-cast Lead-zinc Mine. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*.