



JURNAL BIOSHELL

e-ISSN: 2623-0321

DOI: 10.56013/bio.v14i2.4577
<http://ejurnal.uinj.ac.id/index.php/BIO>



Efek Toksik Logam Berat terhadap Kejadian Stunting

RA. Hoetary Tirta Amallia*, Feliyanti, Lukmawati, Ana Rahmi, Irma Permitasari

*E-mail of Corresponding Author: hoetary_uin@radenfatah.ac.id

Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia

Article History

Received: July 29, 2025

Revised: September 06, 2025

Accepted: October 18, 2025

Available online: October 19, 2025

ABSTRAK

Lingkungan memiliki peran penting bagi kesehatan anak. Tingginya tingkat pencemaran logam berat di lingkungan seperti Pb dan Cu dapat terpapar kepada anak-anak dan memiliki efek toksik yang berbahaya salah satunya adalah menghambat pertumbuhan dan perkembangan anak. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk menilai hubungan antara kadar unsur logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) terhadap kejadian stunting. Sampel penelitian ini adalah rambut dengan metode sampling yang digunakan adalah *purposive random sampling* dan *design cross sectional*. Analisis data menggunakan uji non parametrik *Mann Whitney test*. Hasil penelitian menunjukkan nilai *p value* $< 0,05$ artinya ada hubungan antara konsentrasi logam berat Pb dan Cu pada rambut. Kelompok anak stunting memiliki konsentrasi logam berat Pb dan Cu yang lebih tinggi pada rambut mereka.

Kata kunci: Stunting, Timbal, Cadmium, Logam berat, Toksik

ABSTRACT

The environment plays an important role in children's health. High levels of heavy metal pollution in the environment such as Pb and Cu can be exposed to children and have dangerous toxic effects, one of which is inhibiting children's growth and development. Therefore, this research aims to assess the relationship between concentrations of the heavy metals Pb and Cu and the incidence of stunting. The sample for this research was hair with the sampling method used was *proportional random sampling* and a *cross sectional design*. Data analysis used the non-parameter *Mann Whitney test*. The research results show a *p value* < 0.05 , meaning there is a relationship between the concentrations of heavy metals Pb and Cu in hair. The stunting group of children had higher concentrations of the heavy metals Pb and Cu in their hair.

Key word: Stunting, Lead, Cadmium, Heavy metals, Toxic

I. PENDAHULUAN

Logam berat merupakan zat polutan yang tersebar luas dan dikhawatirkan karena sifat logam berat yang tidak dapat terurai. Keberadaan logam berat di lingkungan dapat bersumber alami dan antropogenik. Saat ini yang menjadi sumber utama pencemaran logam berat pada lingkungan adalah akibat dari

aktivitas manusia seperti limbah industri, asap kendaraan dan kegiatan penambangan (Sall, *et al.*, 2020; Carolin, *et al.*, 2017; Alsaleh, *et al.*, 2017).

Kota adalah wilayah dengan tingkat pencemaran yang tinggi baik dari sisi sumber pencemaran dan efek dari pencemaran tersebut. Tanah di perkotaan juga merupakan "cekungan" sehingga

menjadi media yang informatif untuk mengukur akumulasi polutan terbesar (Chabukdhara, *et al.*, 2013). Logam berat lebih banyak terakumulasi pada tanah dan terpapar kepada manusia melalui saluran pernapasan, rantai makanan, dan juga penyerapan kulit. Logam berat terutama timbal, kromium, kadmium, tembaga, dan nikel jika dilepaskan ke lingkungan akan bersifat toksik dan terakumulasi secara biologis di dalam tubuh manusia (Oginawati, *et al.*, 2023).

Penelitian terbaru di Taiwan telah membuktikan bahwa ada hubungan paparan logam berat terhadap gangguan pertumbuhan dan perkembangan pada anak. Logam berat diketahui berbahaya bagi perkembangan saraf. Selain itu juga penelitian lain di Korea Selatan menunjukkan bahwa ibu dengan kadar mangan yang tinggi di dalam darahnya maka anaknya dapat terlahir memiliki berat badan di bawah ambang normal dimana kelahiran dengan berat badan rendah pada anak dapat meningkatkan risiko stunting (Zeng, *et al.*, 2018). Selain itu juga akumulasi logam berat pada tubuh anak berkorelasi dengan gangguan pemusatan perhatian/hiperaktivitas (ADHD) (Lee, *et al.*, 2018). Bahkan timbal dan arsenik telah terbukti berhubungan dengan perkembangan tinggi badan anak dan perkembangan sistem syaraf anak khususnya pada negara berkembang (Among, *et al.*, 2017). Tidak hanya itu cemaran logam berat timbal juga berhubungan dengan tingkat kecerdasan anak (Rodríguez, *et al.*, 2013).

Stunting didefinisikan sebagai suatu kondisi anak mengalami kegagalan dalam pertumbuhan dan perkembangan. Tinggi dan berat badan anak-anak yang mengalami stunting akan berada jauh dibawah standar kesehatan yang ditentukan WHO. Tidak hanya pertumbuhan, namun perkembangan dan kemampuan belajarnya juga (IQ) akan berada dibawah rata-rata (Jonah, *et al.*, 2018; Beal *et al.*, 2018).

Stunting memiliki konsekuensi langsung dan berlangsung lama sehingga dapat berpengaruh pada peningkatan angka kesakitan dan kematian, perkembangan otak anak yang kurang sehingga berpengaruh pada proses pembelajaran, anak lebih berisiko terkena penyakit menular maupun yang tidak menular saat dewasa, dan akhirnya berimbas pada produktivitas serta kondisi ekonomi (Sunarya, *et al.*, 2024).

Pada tahun 2019 secara global diperkirakan sebanyak 21,3% atau setara dengan 144 juta anak berusia di bawah lima tahun mengalami stunting. Prevalensi kasus berkisar dari 34,5% di Afrika bagian timur dan 4,5% di Asia bagian timur. Di Afrika sub-Sahara, 37% anak di bawah 5 tahun mengalami stunting (Akombi, *et al.*, 2017). Dari beberapa penelitian juga melaporkan terjadi peningkatan angka kejadian stunting dari tahun 1990 ke tahun 2019 sebanyak 109 juta. Untuk Negara Afrika terjadi peningkatan sebesar 13,1 juta sejak tahun 1990 dan 17% menjadi penyebab kematian pada anak di bawah 5 tahun. Negara-negara dengan tingkat prevalensi stunting tertinggi berada di

Asia Selatan dan Tenggara (Vaivada, *et al.*, 2020).

Pada tahun 2015 sampai dengan 2017, peringkat tiga negara dengan kasus stunting tertinggi di Asia Tenggara diduduki oleh Indonesia. Berdasarkan Riset Kesehatan Nasional pada tahun 2013, sebanyak 37% anak balita di Indonesia yaitu hampir 9 juta anak mengalami stunting. Angka ini meningkat dari tahun 2010 yang awalnya hanya 35,6% dan tahun 2007 Sebanyak 36,8%. Menurut data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia pada tahun 2018, kota Palembang menyumbang sebanyak 4.641 kasus stunting pada anak dibawah 5 tahun. Angka tersebut merupakan 7,9 % dari total 113.718 balita yang ada di Kota Palembang (Vonaesch, *et al.*, 2018; Batiro, *et al.*, 2017).

Fenomena di atas menjadi salah satu alasan yang menarik untuk melakukan uji hubungan antara kejadian stunting dan akumulasi logam berat pada tubuh yang dapat dijadikan gambaran atau data awal pengkajian logam berat sebagai salah satu penyebab kejadian stunting pada anak.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kantong sampel, gunting, *beacker glass*, kertas saring, sarung tangan, erlenmayer, pipet ukur, hot plate, tangkai pengaduk, AAS, HNO_3 , aquadest, dan asam peklorat.

B. Metode

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskripsi analitik yaitu penelitian yang mendeskripsikan, mencatat, menganalisis perbedaan antara konsentrasi logam berat pada rambut anak

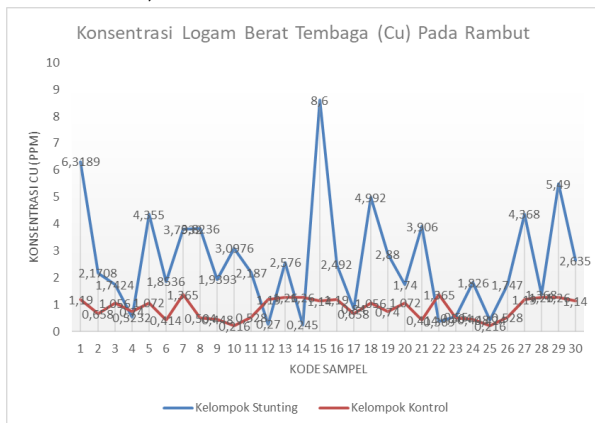
stunting dan tidak stunting dengan metode Cross Sectional Metode sampling yang digunakan adalah *proposive random sampling*. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium terpadu UIN Raden Fatah Palembang. Total sampel dalam penelitian ini adalah sebanyak 60 sampel yang terdiri dari 2 kelompok sampel. Kelompok pertama adalah anak stunting sebanyak 30 dan kelompok kedua anak yang tidak stunting sebanyak 30 sampel sebagai pembanding. Kriteria sampel yang dipilih yaitu usia anak-anak 2-5 tahun dengan kondisi ekonomi yang sama dan latar belakang pendidikan orang tua yang sama.

Pengamatan lokasi tempat tinggal responden dilakukan dengan observasi dan wawancara terhadap orang tua responden untuk mengetahui berat badan lahir, usia ibu menikah, pekerjaan orang tua, pendidikan, orang tua, dan penghasilan orang tua dan. Wawancara ini dilakukan untuk mencapai tingkat homogenitas sampel tinggi serta skrining riwayat penyakit yang sering di derita anak. Selanjutnya pemeriksaan konsentarsi logam berat Pb dan Cu pada rambut dengan menggunakan AAS. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan bantuan SPSS dan diuji dengan uji *Mann Whitney test*.

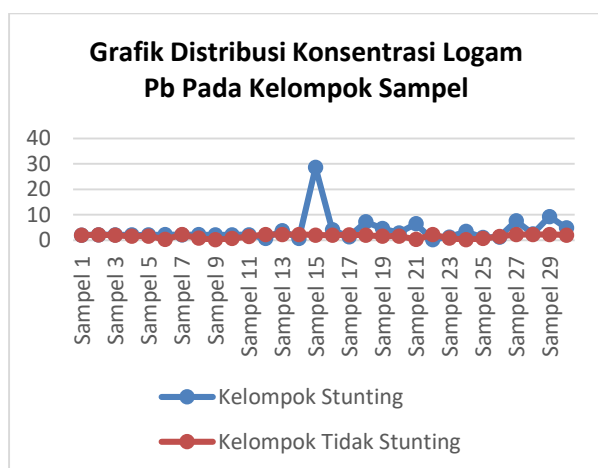
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menerangkan bahwa rata-rata konsentrasi logam berat Cu pada anak stunting jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol atau anak-anak yang tidak mengalami stunting. Konsentrasi logam berat Cu pada rambut menggambarkan besarnya paparan seseorang terhadap logam berat tersebut. Logam berat Cu merupakan mikronutrien

penting di dalam tubuh, namun jika dalam konsentrasi yang tinggi melebihi jumlah yang dibutuhkan maka Cu dapat bersifat racun dan merusak tubuh manusia (Liang, *et al.*, 2017).



Gambar 1. Konsentrasi Logam Berat Cu pada Masing-masing Kelompok Sampel



Gambar 2. Kadar Timbal (Pb) sebagai Logam Berat dalam Tiap Kelompok Sampel

Logam berat tembaga (Cu) merupakan logam berat yang mencemari lingkungan sekitar yaitu air, udara, tanah bahkan makanan dan sebagian besar berasal dari industri. Paparan tembaga juga dapat bersumber dari lahan pertanian di dekat industri dan jalan raya, serta dari pangan seperti hasil laut, jamur, kacang dan biji, buah kering, keju kambing, dan kedelai hasil fermentasi (Karim, *et al.*, 2018).

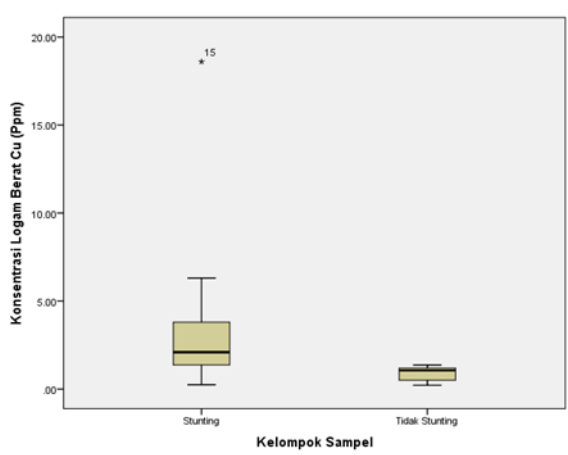
Survei yang dilakukan di lapangan dan penelitian sebelumnya bahwa konsentrasi VOC pada udara dalam ruangan anak-anak stunting jauh lebih tinggi dibanding anak yang tidak mengalami stunting. Sehingga kemungkinan besar anak-anak stunting terpapar logam berat Cu melalui udara yang mereka hirup. Apalagi kondisi lingkungan rumah yang tidak saniter dan kurangnya ventilasi menyebabkan sirkulasi udara rumah yang tidak baik.

Selain itu sebagian besar kelompok stunting masih saja memanfaatkan sumber air sungai untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, antara lain mandi dan mencuci peralatan makan. Beberapa penelitian melaporkan tingginya kandungan logam berat tembaga pada sedimen Sungai Musi sebesar 1,927 - 5,9 $\mu\text{g/g}$ Cu (Ayu, *et al.*, 2022). Selain itu, biota sungai seperti ikan yang hidup di Sungai Musi telah terkontaminasi logam berat Cu. Hasil penelitian menunjukkan kadar tembaga pada ikan Lais di pasar Sungki sebesar 0,58 0,13 mg/kg, dan pasar jakabaring sebesar 0,23 $\pm$ 0,12 mg/kg (Putri dan Pandapotan, 2023).

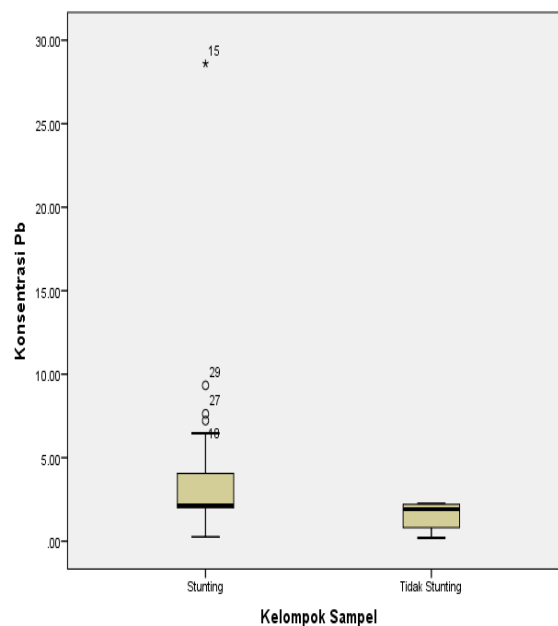
Logam selanjutnya yang dinilai sebagai salah satu faktor risiko terjadinya stunting pada anak adalah timbal (Pb) yang disajikan pada Gambar 2. Dari hasil analisis laboratorium menggambarkan adanya akumulasi logam berat pada rambut anak stunting dan tidak stunting. Namun yang menjadi perhatian dalam hasil uji ini adalah rata-rata akumulasi logam berat timbal pada rambut anak stunting jauh lebih tinggi dibanding anak-anak yang tidak mengalami stunting.

Paparan timbal pada anak dapat berasal dari air minum yang diminum dan udara yang mereka hirup. Timbal organik yang biasanya digunakan sebagai bahan tambahan pada bensin dapat diserap melalui kulit dan saluran pernapasan dengan mudah (Mitra, *et al.*, 2017).

Dari uji *Mann Whitney* untuk logam berat tembaga (Cu), didapatkan nilai *p* value 0,000 lebih kecil dari α 5 % (0,05) artinya ada perbedaan konsentrasi atau akumulasi logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb) yang signifikan antara kelompok kelompok anak stunting dan tidak stunting. Dilihat dari grafik konsentrasi atau akumulasi logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada rambut anak stunting lebih tinggi dibanding kelompok anak yang tidak stunting. Artinya tingkat akumulasi logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dapat menjadi salah satu faktor kejadian stunting dengan kata lain semakin tinggi konsentrasi atau akumulasi logam berat pada anak, maka akan semakin menghambat tumbuh kembang anak.



Gambar 3. Uji Beda Logam Berat Cu Antar Kelompok



Gambar 4. Uji Beda Logam Berat Pb Antar Kelompok

Logam berat tembaga (Cu) merupakan mikronutrisi yang dibutuhkan untuk proses biokimia tubuh seperti pembentukan hemoglobin dan metabolisme karbohidrat. Namun jika melebihi nilai ambang batas dapat menyebabkan sindrom defisiensi dan kerusakan sel tubuh. Logam berat diketahui dapat menghambat pertumbuhan organel sel termasuk membran sel, mitokondria, lisosom, retikulum endoplasma, merusak inti sel, dan merusak beberapa enzim yang digunakan dalam metabolisme. Logam berat juga dapat berinteraksi dengan DNA dan protein sehingga merusak DNA dan menyebabkan perubahan konformasi yang dapat menyebabkan modulasi siklus, karsinogenesis, atau apoptosis (Sawut, *et al.*, 2018).

Untuk timbal sendiri tingkat prevalensi peningkatan timbal dalam darah pada anak-anak di negara berkembang di seluruh dunia diperkirakan

sekitar 40%, memiliki risiko lebih besar terhadap paparan timbal dari lingkungan (Wasserman, *et al.*, 2008). Konsentrasi timbal yang tinggi pada anak-anak dapat membuat anak susah fokus, peningkatan iritabilitas, anak menjadi lebih bodoh, kejang, sakit kepala, koma dan bahkan. Dampak ini akan muncul jika konsentrasi timbal pada darah sudah melebihi 10 lg/dL. Hong dkk dan sudah banyak penelitian yang membuktikan jika konsentrasi timbal pada anak melebihi 10 lg/dL akan mengganggu perkembangan otak dan mental anak (Reuben, *et al.*, 2020; Evens, *et al.*, 2015).

Hal ini karena organ target dari efek toksik timbal yang paling utama adalah merusak biosintesis enzim dan kerusakan antioksidan tubuh. Akumulasi timbal yang tinggi di dalam darah dapat mengambat aktivitas enzim di dalam tubuh dan meningkatkan stres oksidatif (Al dan Massey, 2019). Metabolisme dan penyerapan nutrisi di dalam tubuh tidak dapat terjadi tanpa bantuan enzim sehingga apabila kerja enzim terganggu akibat paparan logam berat timbal maka nutrisi tidak akan terserap dengan baik pada tubuh anak. Selain itu menurunnya sistem imunitas tubuh akibat paparan logam berat timbal membuat anak mudah terserang penyakit infeksi. Sebagaimana sesuai data di lapangan anak-anak yang mengalami stunting kerap kali mengalami penyakit infeksi seperti batuk, ISPA, dan diare sehingga usus akan bekerja lebih aktif untuk mengekskresikan racun dan membunuh bakteri dan berkurang kemampuannya untuk menyerap nutrisi. Akhirnya anak akan mengalami malnutrisi.

Malnutrisi ini adalah dasar terjadinya stunting pada anak (Feliyanti, *et al.*, 2024).

Hasil penelitian ini jelas menggambarkan bahwa akumulasi tembaga (Cu) maupun timbal (Pb) pada tubuh anak menjadi salah faktor risiko terjadinya stunting. Dengan beberapa sumber literatur tadi dan beberapa penelitian menunjukkan bahwa logam berat khususnya Cu dan Pb dapat mengganggu kerja enzim, sel darah merah dan metabolisme tubuh begitupun dengan perkembangan otak anak yang menyebabkan kemungkinan besar anak mengalami malnutrisi, penyakit infeksi berulang, dan penurunan fungsi kognitif. Ciri-ciri ini dapat menjadi fase awal gagal tumbuh dan kembang anak yang disebut dengan istilah stunting.

IV. KESIMPULAN

Logam berat merupakan zat polutan yang paling banyak ditemukan di lingkungan. Logam berat memiliki efek toksik yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Timbal dan tembaga adalah jenis logam berat yang memiliki risiko terhadap kejadian stunting pada anak. Di mana telah diketahui dari hasil penelitian di atas bahwa ada hubungan yang signifikan antara konsentrasi logam berat pada rambut dan kejadian stunting pada anak.

DAFTAR PUSTAKA

- Akombi BJ, Agho KE, Hall JJ, Merom D, Astell-burt T, Renzaho AMN. Stunting and severe stunting among children under-5 years in Nigeria : A multilevel analysis. *BMC Pediatr* [Internet]. 2017;1-16. Available from:

<http://dx.doi.org/10.1186/s12887-016-0770-z>

- Al M, Massey IY. Exposure routes and health effects of heavy metals on children. *BioMetals* [Internet]. 2019;5. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10534-019-00193-5>
- Al-saleh I, Al-rouqi R, Elkhatib R, Abduljabbar M, Al-rajudi T. Risk assessment of environmental exposure to heavy metals in mothers and their respective infants. *Int J Hyg Environ Health* [Internet]. 2017;220(8). Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.07.010>
- Ayu W, Putri E, Susanti MI, Hendri M, Agustriani F. Status Cemarkan Logam Berat di Sedimen Muara Sungai Musi Sumatera Selatan. *Bul Oseanografi Mar.* 2022;11 (2):177–84.
- Batiro B, Demissie T, Halala Y, Anjulo AA. Determinants of stunting among children aged 6-59 months at Kindo Didaye woreda, Wolaita Zone, Southern Ethiopia: Unmatched case control study. *PLoS One.* 2017;1–15.
- Beal T, Tumilowicz A, Sutrisna A, Izwardy D, Neufeld LM. A review of child stunting determinants in Indonesia. *Matern Child Nutr.* 2018;14(4):1–10.
- Carolin CF, Kumar PS, Saravanan A, Joshiba GJ, Naushad M. Efficient Techniques for the Removal of Toxic Heavy Metals from Aquatic Environment. *Biochem Pharmacol* [Internet]. 2017;5(3). Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2017.05.029>
- Chabukdhara M, Nema AK. Ecotoxicology and Environmental Safety Heavy metals assessment in urban soil around industrial clusters in Ghaziabad, India : Probabilistic health risk approach. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. 2013;87:57–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2012.08.032>
- Evens A, Hryhorczuk D, Lanphear BP, Rankin KM, Lewis DA, Forst L, et al. The impact of low-level lead toxicity on school performance among children in the Chicago Public Schools : a population-based retrospective cohort study. *Environ Heal.* 2015;1–9.
- Feliyanti RA, Hoetary Tirta Amallia RR, Rina Antasari DY. Pengaruh Sanitasi Air Bersih yang Ditinjau dari Keberadaan Fecal Coliform terhadap Kejadian Stunting. *J Trop Biol.* 2024;8(2).
- Jonah CMP, Sambu WC, May JD. A comparative analysis of socioeconomic inequities in stunting: A case of three middle-income African countries. *Arch Public Heal.* 2018;76(1):1–15.
- Karim N. Copper and Human Health- A Review. *J Bahria Univ Med Dent Coll.* 2018;8(2):117–22.
- Lee M, Chou M, Chou W, Huang C, Kuo H, Lee S, et al. Heavy Metals' Effect on Susceptibility to Attention-Deficit / Hyperactivity Disorder : Implication of Lead, Cadmium, and Antimony. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15:1–12.
- Liang G, Pan L, Liu X. Assessment of Typical Heavy Metals in Human Hair of Different Age Groups and Foodstuffs in Beijing, China. *Environ Heal Eng Manag J.* 2017;14.
- Malnutrition C, Among N. Heavy Metals, Chronic Malnutrition and

- Neurodevelopment Among Children in Rural. 2017.
- Mitra P, Sharma S, Purohit P, Sharma P. Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences Clinical and molecular aspects of lead toxicity : An update. *Crit Rev Clin Lab Sci* [Internet]. 2017;0(0):1–23. Available from: <https://doi.org/10.1080/10408363.2017.1408562>
- Oginawati K, Janet S, Fahimah N, Rachmatiah I, Salami S, Hadi S. The associations of heavy metals exposure in water sources to the risk of stunting cases. *Emerg Contam* [Internet]. 2023;9(4):100247. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2023.100247>
- Putri Y, Pandapotan M. Analisis Kandungan Tembaga (Cu) pada Ikan Lais (*Kryptopterus Apogon*) di Perairan Sungai Musi Palembang dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *J Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. 2023;12(2):170–4.
- Reuben A, Caspi A, Belsky DW, Broadbent J, Harrington H, Sugden K, et al. Association of Childhood Blood Lead Levels With Cognitive Function and Socioeconomic Status at Age 38 Years and With IQ Change and Socioeconomic Mobility Between Childhood and Adulthood. *Jama Netw*. 2020;317(12):1244–51.
- Rodríguez-barranco M, Lacasaña M, Aguilar-garduño C, Alguacil J, Gil F, González-alzaga B, et al. Association of arsenic, cadmium and manganese exposure with neurodevelopment and behavioural disorders in children : A systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ* [Internet]. 2013;454–455:562–77. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.03.047>
- Sall ML, Karim A, Diaw D, Gningue-sall D, Aaron SE, Aaron J. Impact on the environment and human health, and treatment with conducting organic polymers. *Environ Sci Pollut Res*. 2020;27:29927–42.
- Sawut R, Kasim N, Maihemuti B, Hu L, Abliz A. Pollution characteristics and health risk assessment of heavy metals in the vegetable bases of northwest China. *Sci Total Environ*. 2018;642:864–78.
- Sunarya A, Thaha AR, Yandes J, Juniadi D, Akbar YM. Factors Contributing to Stunting in Indonesia: A Review. *Polit J Public Adm Polit Sci Int Relations*. 2024;2(1):38–47.
- Vaivada T, Akseer N, Akseer S, Somaskandan A, Stefopulos M, Bhutta ZA. Stunting in childhood : an overview of global burden, trends, determinants, and drivers of decline. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2020;112:777S–791S. Available from: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa159>
- Vonaesch P, Randremanana R, Gody J, Collard J, Giles-vernick T, Doria M, et al. Identifying the etiology and pathophysiology underlying stunting and environmental enteropathy : study protocol of the AFRIBIOTA project. 2018;1–18.
- Wasserman GA, Liu X, Factor-litvak P, Gardner JM, Graziano JH. Developmental Impacts of Heavy Metals and Undernutrition. *J Compil*. 2008;(102):212–7.
- Zeng X, Xu X, Qin Q, Ye K, Wu W, Huo X. Heavy metal exposure has adverse effects on the growth and

development of preschool children.
Environ Geochem Health [Internet].
2018; Available from:
<https://doi.org/10.1007/s10653-018-0114-z>