

Article Review

Paparan Plumbum (Pb) sebagai Pemicu Stunting pada Balita

Exposure Plumbum (Pb) as A Trigger for Stunting in Toddlers

Nurjazuli, Yusniar Hanani Darundiati, Slamet Wardoyo*
Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

(slametwardoyo91@gmail.com, 085787549486)

ABSTRAK

Stunting masih menjadi permasalahan kesehatan pada balita di seluruh dunia, terutama pada negar-negara berpenghasilan rendah. Faktor pemicu stunting di setiap negara masih terjadi kesenjangan data dari factor gizi maupun factor sanitasi lingkungan. Namun ada kajian lanjut dari kontribusi paparan lingkungan beracun termasuk timbal dikaitkan dengan defisit nutria dan berujung stunting pada balita. Tinjauan literatur mengidentifikasi paparan logam berat terutama plumbum (Pb) sebagai factor stunting pada balita. Pencarian literatur dilakukan pada database elektronik *PumMed*, *ProQuest*, *Google Scholar* dengan kata kunci “(Stunt* or Growth), (Plumbum or Pb or Lead). Kriteria inklusi adalah Stunting or Growth and paparan Plumbum or Lead or Pb, *Fulltext*, diterbitkan 2016-2021, tipe artikel *Randomized Controlled Trial and Clinical Trial*. Kriteria eksklusi adalah Stunting yang disebabkan oleh asupan Gizi, artikel dalam bentuk *Books and Documents*, *Meta-Analysis*, *Review dan Systematic Review*.. Hasil kajian pustaka menunjukkan paparan logam berat berupa Pb pada balita yang bersumber dari lingkungan berdampak pada stunting pada balita karena sifat dari logam berat yang menghambat proses penyerapan nutrisi dari makanan dan berbanding lurus dengan penurunan skor Kognitif pada anak.

Kata kunci : Paparan Plumbum (Pb), Stunting, Balita

ABSTRACT

Stunting is still a health problem for children under five around the world, especially in low-income countries. The triggering factor for stunting in each country is still a gap in data from nutritional and environmental sanitation factors. However, there is a further study of the contribution of exposure to toxic environments, including lead associated with nutritional deficits and leading to stunting in toddlers. The literature review identified exposure to heavy metals, especially lead (Pb), as a stunting factor in toddlers. A literature search was conducted on PubMed, ProQuest, Google Scholar electronic databases with the keywords “(Stunt or Growth), (Plumbum or Pb or Lead). Inclusion criteria were Stunting or Growth and exposure to Plumbum or Lead or Pb, Fulltext, published 2016-2021, Randomized Controlled Trial and Clinical Trial article type. The exclusion criteria were stunting caused by nutritional intake, articles in Books and Documents, Meta-Analysis, Reviews, and Systematic Reviews. The results of the literature review show that exposure to heavy metals in the form of Pb in toddlers originating from the environment has an impact on stunting in toddlers due to the nature of heavy metals that inhibit the process of absorption of nutrients from food and are compared with a decrease in cognitive scores in children.*

Keywords : *Plumbum (Pb) Exposure, Stunting, Toddler*

<https://doi.org/10.33860/jik.v15i3.508>



© 2021 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

PENDAHULUAN

Stunting secara umum disebabkan oleh malnutrisi, kekurangan nutrisi mikro dan infeksi¹⁻³. Faktor-faktor penentu stunting anak masih terdapat kesenjangan data. Faktor sanitasi lingkungan menunjukkan adanya korelasi terhadap kejadian stunting di Indonesia. Anak-anak dari rumah tangga dengan jamban yang tidak sehat dan air minum yang tidak diolah juga berisiko lebih tinggi.^{4,5} Namun ada kajian lanjut dari kontribusi paparan lingkungan beracun termasuk timbal⁶⁻⁹. Paparan timbal dikaitkan dengan berbagai defisit nutrisi dan pada akhirnya mengganggu perkembangan saraf pada anak-anak¹⁰⁻¹². Anak-anak yang mengalami pencemaran makanan dan menjadi sasaran kontaminan lingkungan, seperti logam sangat rentan terhadap keterlambatan neurodevelopmental dan dampak kesehatan negatif lainnya. Salah satu indikator umum dari defisit nutrisi adalah pertumbuhan terhambat, yang terjadi ketika tinggi (atau panjang) anak untuk usia tertentu di bawah persentil ke-5⁴.

Banyak penelitian telah menunjukkan korelasi terbalik antara konsentrasi timbal dalam darah dan tinggi badan anak-anak^{9,13,14}, dengan postulasi bahwa timbal menyebabkan penurunan sekresi gonadotropin, dan bahwa kelainan pada sumbu hormon pertumbuhan dapat berkontribusi pada perkembangan saraf yang merugikan. Pada anak dengan stunting berpotensi meningkatkan penyerapan timbal. Anak-anak dengan status gizi yang terganggu dapat menyerap lebih banyak logam ke dalam tubuh mereka dibandingkan dengan anak-anak dengan asupan gizi memadai, yang menyebabkan penurunan lebih besar dalam perkembangan saraf. Selain itu, timbal dan malnutrisi memengaruhi metabolisme saraf. Kombinasi dapat menyebabkan penurunan yang lebih besar dalam perkembangan saraf.⁸

Anak-anak berisiko lebih tinggi keracunan Pb dibandingkan orang dewasa. Balita dapat menelan Pb melalui Air Susu Ibu (ASI), konsumsi makanan dan air yang mengandung Pb, dan kebiasaan memasukkan tangan ke mulut. Aktivitas membuat anak-anak lebih mudah terpapar Pb dari pada orang dewasa¹⁵. Tubuh manusia terpapar Pb melalui berbagai sumber, skenario paparan Pb eksternal sulit untuk dievaluasi. Penilaian paparan Pb dapat dicapai dengan pengukuran dosis internal. Umumnya, dosis Pb internal sering diukur

menggunakan sampel darah karena mencerminkan penyerapan Pb lebih lanjut. Oleh karena, sangat sulit untuk mendapatkan sampel darah anak kecil, terutama bayi, sampel urin dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengevaluasi pajanan Pb pada balita¹⁵.

Stunting merupakan masalah serius pada anak-anak yang harus dapat diselesaikan guna mendapatkan generasi penerus yang berkualitas. Pencegahan stunting tidak hanya dilakukan melalui perbaikan asupan gizi melainkan dari aspek sanitasi berupa pengawasan kualitas lingkungan dari paparan logam berat. Review ini bertujuan untuk mengkaji paparan logam berat Plumbum (Pb) sebagai kejadian stunting pada balita.

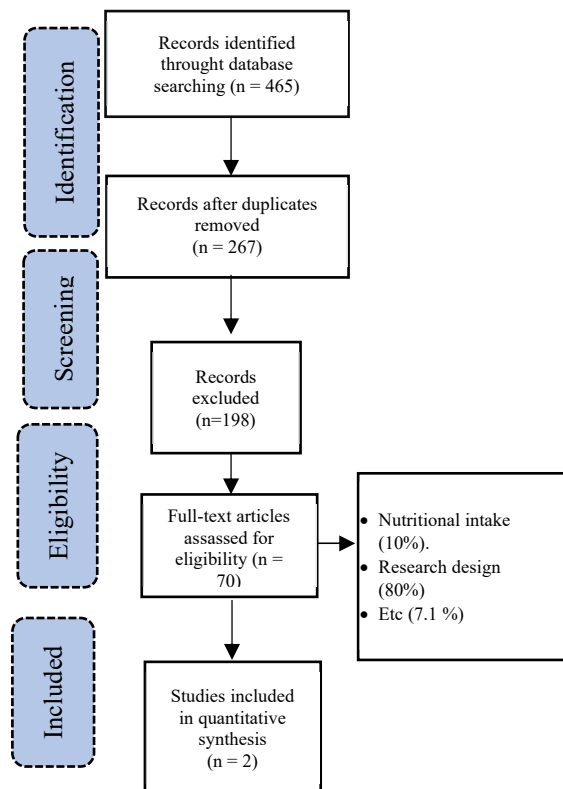
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data berupa *literature review* dengan jenis *Theoretical literature review*. Data base yang digunakan untuk pencarian literatur melalui *PudMed*, *ProQuest*, *Google Scholar* serta artikel yang terbatas pada artikel yang diterbitkan dalam Bahasa Inggris dengan rentang waktu 2016-2021. Kombinasi kata kunci utama yang digunakan “(Stunting or Growth), (Plumbum or Pb or Lead). Hasil pencarian terbatas pada pengaruh paparan Plumbum terhadap Stunting. Judul, abstrak, dan teks lengkap yang diperoleh dianalisa sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi adalah Stunting or Growth and paparan Plumbum or Lead or Pb, *Fulltext*, diterbitkan 2016-2021, tipe artikel *Randomized Controlled Trial and Clinical Trial*. Kriteria eksklusi adalah Stunting yang disebabkan oleh asupan Gizi, artikel dalam bentuk *Books and Documents, Meta-Analysis, Review dan Systematic Review*.

Total dari pencarian dari semua database didapatkan 465 artikel. Di antaranya, 287 artikel diambil dari *PudMed*, 20 dari *ProQuest*, 158 dari *Google Scholar*. Sebanyak 267 duplikat telah dihapus. Dengan demikian, judul dan abstrak dari 198 penelitian disaring oleh penulis sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi, yang dikembangkan secara apriori dari pencarian sesuai dengan format PICO. Sebanyak 128 artikel dikeluarkan sesuai dengan kriteria eksklusi, dan 70 artikel yang diskroning eligibilitasnya serta dianalisis untuk dimasukkan kedalam tinjauan berdasarkan kriteria inklusi. Jumlah akhir, didapatkan 2 artikel yang sesuai

dengan syarat kriteria inklusi. Alasan dikeluarkannya artikel tersebut adalah sebagian besar tidak sesuai dengan kriteria inklusi yaitu Stunting karena Asupan Gizi (10%), desain penelitian (80%), dan lainnya (7,1%) (Gambar. 1).

Penilaian kualitas artikel menggunakan checklist yang terstandar dari CONSORT sebanyak 25 item¹⁶. Sintesis artikel dilakukan secara naratif yang direkomendasikan oleh pernyataan PRISMA¹⁷.



Gambar 1. PRISMA 2009 Flow Diagram

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian atau kajian mengenai paparan lingkungan lingkungan tercemar terutama pencemaran logam berat berupa Plumbum (Pb), melaporkan bahwa menunjukkan adanya korelasi terbalik antara konsentrasi Plumbum (Pb) dalam darah dengan tinggi balita. Paparan logam terutama plumbum (Pb) juga memiliki kontribusi terhadap penurunan kecerdasan pada anak¹⁸⁻²¹.

Ringkasan hasil penelitian paparan logam Plumbum (Pb) sebagai pemicu stunting pada balita yang telah diidentifikasi dari setiap penelitian dilaporkan pada Tabel 1.

Paparan Plumbum (Pb)

Timbal dan senyawanya diserap oleh organisme manusia melalui paru-paru dan saluran pencernaan. Senyawa timbal organik, misalnya timbal tetraetil dan timbal tetrametil, juga dapat diserap dalam jumlah yang relevan secara toksikologi melalui kulit. Di tempat kerja, inhalasi adalah rute absorpsi yang paling penting untuk timbal dan senyawa anorganiknya. Sebaliknya, konsumsi melalui makanan dan air minum umumnya merupakan rute penyerapan yang paling umum bagi manusia. Namun, faktor gaya hidup khusus, seperti merokok dan olahraga menembak, dapat menyebabkan paparan timbal melalui inhalasi yang cukup besar.

Setelah resorpsi, timbal muncul dengan cepat dalam darah, di mana 94-99% diserap oleh sel darah merah dan hanya <1-6% yang tersisa dalam fraksi plasma. Hubungan antara timbal dalam plasma (Pb-P) dan timbal dalam darah (Pb-B) ditemukan tidak linier, menunjukkan peningkatan rasio Pb-P/Pb-B dengan peningkatan paparan. Percobaan in vitro menunjukkan bahwa sebagian besar timbal menembus membran eritrosit dan berikatan dengan hemoglobin (80%), sedangkan sebagian kecil (14%) diserap oleh membran sel darah merah. Dalam plasma, sebagian besar timbal terikat pada protein (4,5% kandungan darah) dan lipid (1,3%) dan hanya sebagian kecil timbal yang tidak terikat. Meskipun sel darah merah mewakili kompartemen utama timbal dalam darah, patut dipertanyakan apakah bagian ini cukup dapat ditukar. Dengan demikian, fraksi timbal dalam plasma seharusnya bertukar dengan jaringan yang berbeda dalam tubuh²².

Setelah didistribusikan melalui transportasi darah, timbal dapat disimpan di berbagai jaringan tubuh. Satu fraksi jaringan dapat ditetapkan sebagai kompartemen jaringan lunak dengan pergantian timbal yang tinggi (misalnya, otak, ginjal), sedangkan jaringan lain merupakan fraksi jaringan keras (tulang padat, gigi, rambut), di mana timbal sangat kuat terikat dan tidak dapat diekstraksi dengan baik. Dalam kondisi mapan, kerangka mengandung sekitar 80-90% dari total beban timbal tubuh.

Kinetika timbal dalam tulang tergantung pada jenis kompartemen tulang. Timbal dalam kompartemen tulang trabekular dapat diekstraksi dan mewakili bagian timbal yang dapat dipindahkan dalam tulang, sedangkan timbal dalam fraksi tulang kortikal terikat kuat dan oleh karena itu menunjukkan

tempat penyimpanan timbal. Timbal mudah melewati penghalang plasenta. Oleh karena itu, darah janin memiliki konsentrasi timbal yang kurang lebih sama dengan darah ibu. Timbal juga melewati sawar darah-otak, tetapi tidak seharusnya menumpuk di otak²²

Nilai Ambang Batas (NAB) atau tingkat referensi, yang ditetapkan oleh CDC (Centers for Disease Control and Prevention) adalah 5 g/dL timbal dalam darah dan telah disarankan untuk direvisi menjadi 3,5 g/dL. Namun, kadar timbal di bawah 3 g/dL telah terbukti menghasilkan penurunan fungsi kognitif dan perilaku maladaptif pada manusia dan hewan. Karena sebagian besar penelitian telah difokuskan pada konsentrasi timbal yang lebih tinggi, penelitian pada konsentrasi rendah diperlukan untuk lebih memahami efek neurobehavioral dan mekanisme kerja logam neurotoksik²³.

Efek Timbal Sebagai Pemicu Stunting

Timbal masuk ke dalam tubuh melalui jalur seperti menghirup debu bermuatan Pb yang tertiuap angin, menelan tanah yang terkontaminasi Pb, asupan air yang terkontaminasi Pb secara oral, dan makanan yang ditanam di daerah yang terkontaminasi Pb. Akumulasi Pb dalam jaringan ternak juga dapat menimbulkan risiko besar bagi kesehatan manusia melalui konsumsi daging ternak. Setelah diserap, Pb didistribusikan ke dalam tubuh melalui sel darah merah (RBC). Pb sebagian besar terikat pada hemoglobin daripada membran RBC setelah memasuki sel. Hematopoietik adalah sistem sensitif untuk toksisitas Pb kritis dan dapat menyebabkan anemia. Pengamatan histopatologi menegaskan bahwa ion Pb diangkut ke hati, di mana mereka dapat menyebabkan kerusakan kronis pada hati. Toksisitas Pb juga meningkatkan kadar enzim darah dan mengurangi sintesis protein. Pb memberikan efek toksik pada ginjal melalui kerusakan struktural dan perubahan fungsi ekskresi. Sistem organ dan jaringan lain yang

terpengaruh karena toksisitas timbal adalah sistem saraf, kardiovaskular, dan reproduksi. Toksisitas Pb memaksakan mineralisasi tulang dan gigi, yang merupakan beban tubuh utama. International Agency for Research on Cancer (IARC) menyatakan bahwa Pb anorganik kemungkinan bersifat karsinogenik bagi manusia (Grup 2A) berdasarkan bukti yang terbatas pada manusia dan bukti yang cukup pada hewan.²⁴

Faktor determinan kejadian stunting secara umum disebabkan oleh asupan gizi anak yang buruk yang dikaitkan dengan pola makan dan infeksi^{25,26,26}. Salah satu faktor resiko kejadian stunting yang telah dilakukan penelitian, menunjukkan hasil sanitasi lingkungan meliputi ketersediaan jamban dan kualitas air minum memiliki resiko lebih tinggi^{4,5}. Namun ada kajian lanjut dari kontribusi paparan lingkungan beracun termasuk timbal⁶⁻⁹. Paparan timbal dikaitkan dengan berbagai defisit nutrisi dan pada akhirnya mengganggu perkembangan saraf pada anak-anak¹⁰⁻¹². Anak-anak yang mengalami pencemaran makanan dan menjadi sasaran kontaminan lingkungan, seperti logam sangat rentan terhadap penyerapan nutrisi makanan. Salah satu indikator umum dari defisit nutrisi adalah pertumbuhan terhambat, yang terjadi ketika tinggi (atau panjang) anak untuk usia tertentu di bawah persentil ke-5⁴.

Balita memiliki resiko lebih tinggi menyerap logam berat seperti Pb dibandingkan orang dewasa¹⁵. Jalur pemajanan Pb pada balita dapat melalui ASI, makanan dan air yang dikonsumsi, dan kebiasaan memasukkan tangan ke mulut. Sebagaimana faktor potensial pencemaran logam timbal di Kalimantan Barat disebabkan oleh beberapa sumber, yaitu Air Hujan yang terpapar timbal (Pb) yang digunakan sebagai sumber air minum masyarakat^{27,28}, serta pelepasan timbal ke media lingkungan oleh cemaran yang pada akhirnya akan masuk ke rantai makanan dan berdampak pada kesehatan manusia.

Tabel 1. Karakteristik Studi dan Hasil

Penulis	Judul	Tujuan	Sampel	Desain Penelitian	Hasil	Kesimpulan
(Gleason et al. 2020) ⁸	Stunting and lead: using causal mediation analysis to	Stunting, ukuran pertumbuhan linier yang terkait dengan	n= 734 anak	Kohort untuk mempelajari efek kesehatan dari paparan	paparan timbal yang lebih rendah (konsentrasi darah tali pusat rata-rata, 1,7 g/dL),	Tidak menemukan bahwa pengerdilan bertindak

Penulis	Judul	Tujuan	Sampel	Desain Penelitian	Hasil	Kesimpulan
	better understand how environmental lead exposure affects cognitive outcomes in children	gizi buruk, adalah mediator dan/atau pengubah efek dari efek buruk paparan timbal terhadap perkembangan kognitif		logam lingkungan pranatal dan anak usia dini. Paparan timbal diperkirakan menggunakan sampel darah tali pusat yang diperoleh saat lahir dan darah yang diperoleh melalui pungsi vena pada usia 20-40 bulan	pengerdilan mengubah hubungan antara konsentrasi timbal darah prenatal dan skor kognitif pada usia 2-3 tahun. Peningkatan 1 unit dalam konsentrasi timbal darah tali pusat dengan adanya pengerdilan dikaitkan dengan penurunan 2,1 unit dalam skor kognitif ($\beta = 2,10$, $SE = 0,71$, $P = 0,003$). Interaksi ini tidak ditemukan di lokasi penelitian kedua di mana paparan timbal lebih tinggi (median konsentrasi timbal darah tali pusat, 6,1 g/dL, $= 0,45$, $SE = 0,49$, $P = 0,360$)	sebagai mediator efek timbal pada perkembangan kognitif, peneliti menemukan modifikasi efek yang signifikan oleh pengerdilan. Hasil menunjukkan bahwa anak-anak dengan pengerdilan lebih rentan terhadap efek buruk dari paparan timbal tingkat rendah
Moody et al. 2020 ⁶	Environmental exposure to metal mixtures and linear growth in healthy Ugandan children	Menganalisis apakah paparan Pb, As, Cd, Se, atau Zn terkait dengan stunting	n= 97 balita	cross-sectional	Ada 22 anak stunting dalam sampel, rata-rata Height-for-age Z- score (HAZ) was adalah -0,74 (SD = 1,84). Regresi linier menunjukkan bahwa Pb ($\beta = -0,80$, $p = 0,021$) dan Se ($\beta = 1,92$, $p = 0,005$) berhubungan secara signifikan dengan HAZ. Model Weighted Quantile Sum (WQS) memisahkan unsur-unsur beracun dengan efek negatif yang diduga pada HAZ (Pb, As, Cd) dari nutrisi penting dengan efek positif yang diduga pada HAZ (Se dan Zn). Campuran beracun	Adanya hubungan antara paparan Pb, Se dan HAZ

Penulis	Judul	Tujuan	Sampel	Desain Penelitian	Hasil	Kesimpulan
					secara signifikan terkait dengan HAZ yang lebih rendah ($\beta = -0,47, p = 0,03$), dengan 62% efek dari Pb. Indeks nutrisi WQS tidak mencapai signifikansi statistik ($\beta = -0,47, p = 0,16$).	

KESIMPULAN DAN SARAN

Paparan logam plumbum (Pb) dapat menjadi pemicu kejadian stunting karena sifat plumbum yang dapat menghambat proses penyerapan nutrisi terutama protein. Paparan Plumbum pada balita dapat melalui Air Susu Ibu (ASI), air dan makanan yang konsumsi serta perilaku balita. Penelitian hanya berupa studi literasi dan keterbatasan kajian mengenai paparan logam berat terutama plumbum (Pb) terhadap pemicu stunting pada balita sehingga diperlukan kajian lanjut mengenai paparan Logam berat dari lingkungan terhadap stunting pada balita.

DAFTAR PUSTAKA

- Sm, G., Ba, B. & Nj, M. Nutritional interventions for preventing stunting in children (birth to 59 months) living in urban slums in low- and middle-income countries (LMIC) (Review). *Cochrane Database Syst. Rev.* **6**, (2019).
- Goudet, S. M., Griffiths, P. L., Bogin, B. A. & Madise, N. J. Nutritional interventions for preventing stunting in children (0 to 5 years) living in urban slums in low and middle-income countries (LMIC). *Cochrane Database Syst. Rev.* **2015**, (2015).
- Goudet, S. M., Bogin, B. A., Madise, N. J. & Griffiths, P. L. Nutritional interventions for preventing stunting in children (birth to 59 months) living in urban slums in low-and middle-income countries (LMIC). *Cochrane Database Syst. Rev.* (2019).
- Tumilowicz, A., Beal, T. & Neufeld, L. M. A review of child stunting determinants in Indonesia. *Matern. Child Nutr.* **14**, e12617 (2018).
- Torlesse, H., Cronin, A. A., Sebayang, S. K. & Nandy, R. Determinants of stunting in Indonesian children : evidence from a cross-sectional survey indicate a prominent role for the water , sanitation and hygiene sector in stunting reduction. *BMC Public Health* 1–11 (2016). doi:10.1186/s12889-016-3339-8
- Moody, E. C. *et al.* Environmental exposure to metal mixtures and linear growth in healthy Ugandan children. *PLoS One* **15**, 1–13 (2020).
- Wasserman, G. A., Liu, X., Factor-litvak, P., Gardner, J. M. & Graziano, J. H. Developmental Impacts of Heavy Metals and Undernutrition. *Basic Clin. Pharmacol. Toxicol.* **102**, 212–217 (2008).
- Gleason, K. M. *et al.* Stunting and lead : using causal mediation analysis to better understand how environmental lead exposure affects cognitive outcomes in children. *J. Neurodev. Disord.* **12**, 1–10 (2020).
- Gleason, K. M. *et al.* Stunting is associated with blood lead concentration among Bangladeshi children aged 2-3 years. *Environ. Heal.* **15**, 1–9 (2016).
- Kponee-shovein, K. Z. *et al.* Neurotoxicology Estimating the causal effect of prenatal lead exposure on prepulse inhibition deficits in children and adolescents. *Neurotoxicology* **78**, 116–126 (2020).
- Chiodo, L. M., Jacobson, S. W. & Jacobson, J. L. Neurodevelopmental effects of postnatal lead exposure at very low levels. *Neurotoxicol. Teratol.* **26**, 359–371 (2004).
- Bellinger, D. C. Very low lead exposures and children ' s neurodevelopment. *Curr. Opin. Pediatr.* **20**, 172–177 (2008).
- Raihan, M. J. *et al.* Examining the relationship between blood lead level and stunting , wasting and underweight- A cross-sectional study of children under 2 years-of-age in a Bangladeshi slum. *PLoS One* **13**, e0197856 (2018).
- Anticona, C. & Sebastian, M. S. Anemia and malnutrition in indigenous children and adolescents of the Peruvian Amazon in a context of lead exposure: a cross-sectional study. *Glob. Health Action* **7**, 22888 (2014).
- Hee, J. *et al.* Lead and mercury levels in

- repeatedly collected urine samples of young children: A longitudinal biomonitoring study. *Environ. Res.* **189**, 109901 (2020).
16. Schulz, K. F., Altman, D. G. & Moher, D. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomized trials. *Ann. Intern. Med.* **152**, 726–732 (2010).
 17. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G. & Group, P. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* **6**, e1000097 (2009).
 18. Luyckx, V. A. *et al.* Effect of fetal and child health on kidney development and long-term risk of hypertension and kidney disease. *Lancet* **382**, 273–283 (2013).
 19. Prendergast, A. J. & Humphrey, J. H. The stunting syndrome in developing countries. *Paediatr. Int. Child Health* **34**, 250–265 (2014).
 20. Guerrant, R. L., DeBoer, M. D., Moore, S. R., Scharf, R. J. & Lima, A. A. M. The impoverished gut—a triple burden of diarrhoea, stunting and chronic disease. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* **10**, 220–229 (2013).
 21. Crookston, B. T. *et al.* Original Article Impact of early and concurrent stunting on cognition. *Matern. Child Nutr.* **7**, 397–409 (2011).
 22. Klotz, K. & Göen, T. Human Biomonitoring of Lead Exposure. *Met. Ions Life Sci.* **17**, (2017).
 23. Rocha, A. & Trujillo, K. A. Neurotoxicology Neurotoxicity of low-level lead exposure: History, mechanisms of action, and behavioral effects in humans and preclinical models. *Neurotoxicology* **73**, 58–80 (2019).
 24. Kumar, A., Kumar, A. & Chaturvedi, A. K. Lead Toxicity: Health Hazards, Influence on Food Chain, and Sustainable Remediation Approaches. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **17**, (2020).
 25. Rahman, T. *et al.* Factors associated with stunting and wasting in children under 2 years in Bangladesh. *Heliyon* **6**, e04849 (2020).
 26. Verma, P. & Prasad, J. B. Stunting, wasting and underweight as indicators of under-nutrition in under five children from developing Countries: A systematic review. *Diabetes Metab. Syndr. Clin. Res. Rev.* 102243 (2021).
 27. Khayan, K., Husodo, A. H., Astuti, I., Sudarmadji, S. & Djohan, T. S. Rainwater as a Source of Drinking Water: Health Impacts and Rainwater Treatment. *J. Environ. Public Health* **2019**, 1–10 (2019).
 28. Wardoyo, K. K. A. Plumbum (Pb) in Rainwater in West Kalimantan: Impact of Plumbum (Pb) in Community Blood. *Nat. Environ. Pollut. Technol.* **18**, 1423–1427 (2019)