

# Literature review: Paparan merkuri (Hg) pada anak stunting di area pertambangan emas

## Literature review: Exposure to mercury (Hg) in stunting children in gold mining

SAGO: Gizi dan Kesehatan  
2024, Vol. 5(3) 587-593  
© The Author(s) 2024



DOI: <http://dx.doi.org/10.30867/sago.v5i3.1713>  
<https://ejournal.poltekkesaceh.ac.id/index.php/gikes>

Aisyah<sup>1</sup>, Anang M. Legowo<sup>2\*</sup>, Muflihatul Muniroh<sup>3</sup>



Poltekkes Kemenkes Aceh

### Abstract

**Background:** Mercury (Hg) is used by small-scale gold miners to extract gold. Mercury waste is dangerous and toxic because it pollutes the environment and living creatures. Mercury can accumulate in the body through the food chain, air and air. Children who are exposed to mercury are associated with a risk of various health problems that can result in stunting.

**Objective:** The aim of writing this literature review is to identify exposure to mercury (Hg) in stunted children.

**Method:** This research is in the form of descriptive analysis. This research took the form of a literature review, article synthesis was carried out in a narrative manner as recommended by the PRISMA statement in selecting the articles found. The keywords used are stunting, exposure to mercury (Hg) and gold mining areas. Literature sources were obtained from the Scopus database, Google Scholar, PubMed Central and Science Direct. Inclusion criteria are stunting, exposure to mercury (Hg) and gold mining areas, full text, published in 2013-2023. Exclusion criteria are articles in the form of books and documents, reviews, meta-analysis and systematic reviews.

**Results:** Results from the literature show that stunted children are exposed to mercury that comes from the environment due to gold mining. Urine samples of stunted children aged 0-59 months contain mercury above 7 µg/L, which is the threshold set by Human Biomonitoring (HBM).

**Conclusion:** Stunted children aged 0-59 months who live in gold mining areas are exposed to mercury. The risk of mercury exposure to children can come from food, water and air.

### Keywords

Gold Mining Area, Mercury Exposure, Stunting

### Abstrak

**Latar Belakang:** Merkuri (Hg) digunakan oleh penambang emas skala kecil untuk mengesktraksi emas. Limbah merkuri berbahaya dan beracun karena mencemari lingkungan dan membahayakan makhluk hidup. Merkuri dapat terakumulasi di dalam tubuh melalui rantai makanan, air dan udara. Anak yang terpapar merkuri dikaitkan dengan risiko berbagai gangguan kesehatan yang dapat megakibatkan terjadinya stunting.

**Tujuan:** Untuk mengidentifikasi paparan merkuri (Hg) pada anak stunting.

**Metode:** Penelitian ini berupa analisis deskriptif. Penelitian ini berbentuk kajian literatur, sintesis artikel dilakukan secara naratif yang direkomendasikan oleh pernyataan PRISMA dalam menyeleksi artikel yang ditemukan. kata kunci yang digunakan adalah stunting, paparan merkuri (Hg) dan area pertambangan emas. Sumber literatur diperoleh dari database *Google Scholar*, *Scopus*, *PubMed Central* dan *Science Direct*. Kriteria inklusi adalah stunting, paparan merkuri (Hg) dan area pertambangan emas, full text, diterbitkan tahun 2013-2023. Kriteria eksklusi adalah artikel dalam bentuk books dan document, *Review*, *Meta-Analysis*, dan *Systematic Review*.

**Hasil:** Hasil dari literatur menunjukkan bahwa anak stunting terpapar merkuri yang bersumber dari lingkungan akibat dari pertambangan emas. Sampel urin anak stunting usia 0-59 bulan mengandung merkuri di atas 7 µg/L yaitu ambang batas yang ditetapkan oleh Human Biomonitoring (HBM).

**Kesimpulan:** Anak stunting usia 0-59 bulan yang hidup diarea pertambangan emas terpapar merkuri. Risiko paparan merkuri pada anak dapat berasal dari makanan, air dan udara.

<sup>1</sup> Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia. E-mail: [aisyah0596@gmail.com](mailto:aisyah0596@gmail.com)

<sup>2</sup> Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia. E-mail: [anang\\_ml@yahoo.com](mailto:anang_ml@yahoo.com).

<sup>3</sup> Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia. E-mail: [dr\\_mufliha@yahoo.com](mailto:dr_mufliha@yahoo.com)

### Penulis Koresponding:

**Anang M. Legowo:** Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.  
E-mail: [anang\\_ml@yahoo.com](mailto:anang_ml@yahoo.com).

Diterima: 26/02/2024

Revisi: 09/03/2024

Disetujui: 27/03/2024

Diterbitkan: 19/08/2024

**Kata Kunci**

Area Pertambangan Emas, Paparan Merkuri, Stunting

**Pendahuluan**

Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) sebanyak 151 juta anak dibawah 5 tahun di dunia mengalami stunting. Berdasarkan data *Stunting Joint Child Malnutrition Estimates* (JME), *United Nations International Childrens Emergency Fund* (UNICEF) *World Bank* Tahun 2020, prevalensi stunting Indonesia berada pada posisi 115 dari 151 negara di dunia, sedangkan di kawasan Asia Tenggara prevalensi stunting Indonesia tertinggi ke dua setelah Kamboja. Menurut Kementerian Kesehatan RI dalam Riset Kesehatan Dasar pada Tahun 2018, prevalensi *stunting* pada balita di Indonesia yaitu 30,8%. Stunting merupakan suatu bentuk malnutrisi yang ditandai dengan gangguan pertumbuhan linier pada dua tahun pertama kehidupan. Meskipun status gizi masih menjadi penyebab utama stunting, terdapat bukti bahwa faktor risiko lingkungan berhubungan dengan stunting (Vilcins et al., 2018). Dampak merkuri terhadap pertumbuhan anak telah diteliti. Penelitian melaporkan bahwa urin pada balita stunting memiliki kadar merkuri melebihi ambang batas yang dapat diterima ( $7\mu\text{g/L}$ ) *Human Biomonitoring* (HBM) (Lensoni, Nurdin, & Ismaturrehmi, 2023).

Merkuri (Hg) merupakan salah satu jenis logam berat yang digunakan oleh penambang Emas Skala Kecil (PESK) untuk mengekstraksi emas dari bijih sebagai amalgam yang stabil (Esdaile & Chalker, 2018). Merkuri merupakan logam berat yang beracun dan limbah berbahaya karena berpotensi membahayakan organisme hidup dan dapat mencemari lingkungan (Vilcins et al., 2018). Masuknya logam merkuri ke dalam lingkungan perairan salah satunya akibat aktivitas pertambangan emas. Kegiatan penambangan rakyat diakui sebagai penyumbang terbesar pencemaran merkuri di lingkungan (Meutia et al., 2022). Merkuri digunakan penambang emas dalam proses amalgamasi 95% akan terlepas ke lingkungan yang mengakibatkan pencemaran air, tanah, udara, dll (Genchi et al., 2017).

Apabila limbah merkuri dibuang ke sungai maka akan mencemari air sungai dan membahayakan kesehatan anak-anak dan masyarakat yang memanfaatkan air sungai sebagai

air minum dan kebutuhan hidup (Soprma et al., 2016). Merkuri organik dianggap sebagai bentuk paparan Hg yang paling berbahaya dan paling sering, terdeteksi sebagai metil merkuri (MeHg), yang ditemukan pada ikan (Zulaikhah et al., 2020). Sekitar 85% metil merkuri tertelan diserap di saluran pencernaan, sedangkan sekitar 5% ada di darah dan 10% di otak (Genchi et al., 2017). Sedangkan tubuh manusia tidak dapat mengolah bentuk metil merkuri sehingga merkuri tetap berada di dalam tubuh dalam waktu yang relatif lama dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan (Nogara et al., 2019). Dampak paparan merkuri secara terus menerus memberikan efek terhadap gangguan metabolisme dalam tubuh (Roy et al., 2017). Merkuri umumnya masuk ke dalam tubuh melalui air, makanan dan udara yang diserap dalam jumlah yang bervariasi (Lensoni, Nurdin, & Ismaturrehmi, 2023).

Paparan merkuri dapat berdampak buruk terhadap kesehatan anak-anak yang tinggal di wilayah PESK. Tingginya kadar merkuri yang terakumulasi di dalam air, ikan dan makanan yang dikonsumsi oleh anak-anak yang tinggal di area pertambang emas dapat meningkatkan risiko kesehatan (Esdaile & Chalker, 2018). Berkurangnya respon imun atau melemahnya sistem imun pada anak-anak yang hidup di wilayah PESK, ditambah tingginya risiko paparan merkuri dan disertai malnutrisi, secara signifikan meningkatkan risiko stunting (Puspita et al., 2020). Selain gizi buruk dan penyakit menular, anak-anak yang tinggal di wilayah PESK juga berisiko terkena diare (Puspita et al., 2020). Balita stunting dengan prevalensi diare yang tinggi akan memiliki tingkat imunitas yang lebih rendah (Budge et al., 2019). Berkurangnya respon imun atau daya tahan tubuh pada anak yang tinggal di daerah PESK yang berisiko tinggi terpapar merkuri dan diperburuk dengan gizi buruk yang terjadi secara bersamaan sangat berisiko mengalami stunting (Puspita et al., 2020), Paparan merkuri merupakan faktor risiko yang berhubungan dengan terjadinya stunting (Vilcins et al., 2018).

Stunting merupakan masalah serius yang terjadi pada anak-anak yang harus dapat diselesaikan guna mendapatkan generasi penerus yang berkualitas. Pencegahan stunting tidak hanya dilakukan melalui perbaikan asupan gizi melainkan

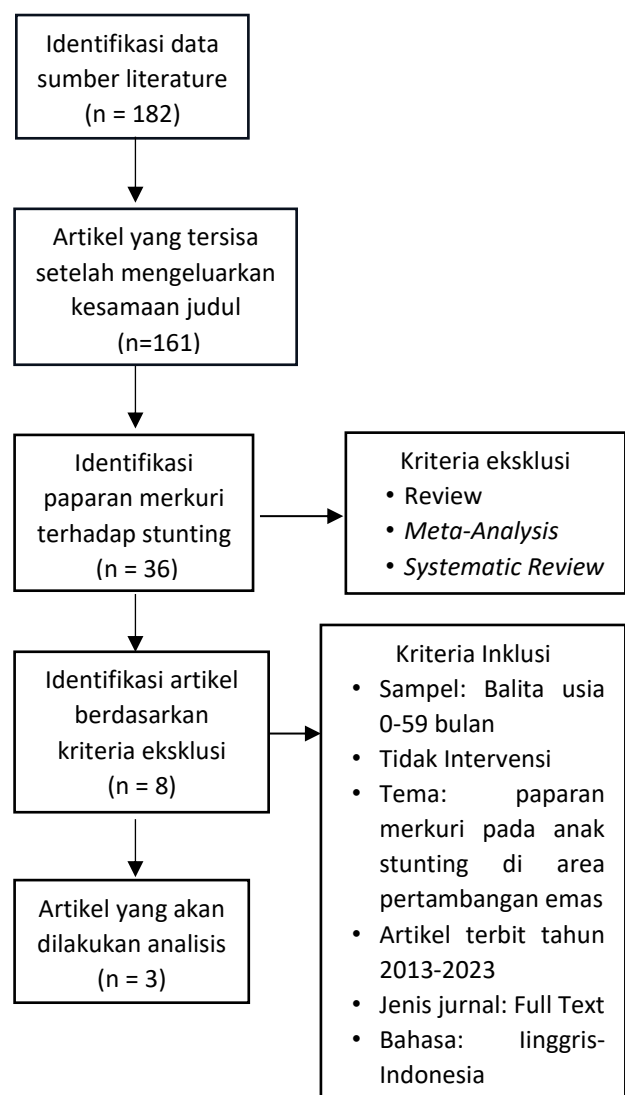
juga dari aspek lingkungan yaitu dari paparan merkuri. Hingga saat ini masih sedikit penelitian yang membahas paparan merkuri (Hg) dengan kejadian stunting pada balita yang tinggal di area pertambangan emas. Oleh karena itu, review ini bertujuan untuk mengkaji paparan merkuri (Hg) pada anak stunting yang tinggal di area pertambangan emas.

## Metode

Metode yang digunakan adalah *literature review* dengan jenis *Theoretical literature review* yang merupakan penelitian yang mengkaji atau meninjau secara kritis pengetahuan, gagasan, atau temuan yang terdapat di dalam literatur. Serta merumuskan kontribusi teoritis dan metodologisnya untuk topik tertentu. Adapun sifat dari penelitian ini adalah analisis deskriptif, yakni penguraian secara teratur data yang telah diperoleh (Khumairoh & Maharani, 2021). Referensi literatur bersumber dari database *Google Scholar*, *Scopus*, *PubMed* dan *Science Direct*, diterbitkan tahun 2013-2023, dengan menggunakan kata kunci "Stunting, Paparan Merkuri dan Area Pertambangan Emas". Kriteria inklusi yaitu stunting, paparan merkuri (Hg), dan area pertambangan emas, subjek yaitu anak balita usia 0-59 bulan, jenis jurnal full text. Kriteria eksklusi yaitu artikel dalam bentuk *Review*, *Meta-Analysis*, dan *Systematic Review*. Sintesis artikel dilakukan secara naratif yang direkomendasikan oleh pernyataan PRISMA dalam menyeleksi artikel yang ditemukan.

Total dari pencarian dari semua database terkait *mercury exposure*, *stunting*, dan *gold mining area* didapatkan 182 artikel penelitian, diantaranya 103 diambil dari *Google scholar*, 22 diambil dari *Scopus*, 49 diambil dari *PubMed* dan 8 diambil dari *Science Direct*. Sebanyak 21 artikel yang memiliki kesamaan judul dikeluarkan. Dengan demikian, 161 artikel penelitian disaring oleh penulis sesuai dengan fokus penelitian pada identifikasi merkuri terhadap anak stunting yaitu 36 artikel, Kemudian sebanyak 28 artikel dikeluarkan sesuai dengan kriteria eksklusi, dan terdapat 8 artikel penelitian yang kemudian dianalisis berdasarkan kriteria inklusi PICOS

(Populasi, Intervensi, Perbandingan, Hasil, Desain Studi dan Tahun Publikasi) adalah sebagai berikut : 1) populasi balita usia 0-59 bulan 2) tanpa intervensi 3) tanpa perbandingan 4) Hasil paparan merkuri pada anak stunting di area pertambangan emas 5) Uji Klinis 6) Artikel yang diterbitkan tahun 2013-2023. Setiap artikel dipelajari dan dianalisis berdasarkan kriteria inklusi. Jumlah akhir, didapatkan 3 artikel yang sesuai dengan syarat kriteria inklusi. Alasan dikeluarkannya artikel tersebut adalah Sebagian besar tidak sesuai dengan kriteria inklusi yaitu tahun terbit dan usia sampel lebih dari 5 tahun.



**Gambar 1.** Diagram proses pencarian literatur paparan merkuri (Hg) pada anak stunting di area pertambangan emas

## Hasil

Pada penelitian atau kajian mengenai paparan merkuri (Hg), melaporkan bahwa sampel urin anak stunting usia 0-59 bulan mengandung merkuri di atas 7 µg/L yaitu ambang batas yang ditetapkan

oleh *Human Biomonitoring* (HBM). Ringkasan hasil penelitian paparan merkuri (Hg) pada anak stunting yang telah diidentifikasi dari setiap penelitian dilaporkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil penelitian terkait paparan merkuri (Hg) pada anak stunting

Penulis dan tahun terbit	Judul	Metodelogi Penelitian	Hasil Penelitian
(Lensoni et al., 2023)	Identification Of Mercury Content Among Children With Stunting Aged 25 - 59 Months In The Small-Scale Gold Mining Area Of Krueng Sabee Sub-District, Aceh Jaya Regency	Desain Studi : Eksperimental Sampel : 10 balita Teknik Sampling : Total sampling	Hasil menunjukkan bahwa kesepuluh sampel balita stunting usia 24-59 bulan menunjukkan adanya merkuri, 9 sampel berada diatas ambang batas 7 µg/L yang ditetapkan oleh pedoman Human Biomonitoring (HBM) dan 1 sampel berada di bawah ambang batas. Penelitian ini menemukan bahwa 99% balita yang mengalami stunting melampaui ambang batas merkuri, sementara hanya 0,1% yang masih berada di bawah ambang batas tersebut.
(Lensoni et al., 2023)	Identification of Mercury Content in Children Stunting Patients Aged 0–24 Months in the Regions Small Scale Gold Mine in Krueng Sabee District, Aceh Jaya Regency	Desain Studi : Eksperimental Sampel : 11 balita Teknik Sampling : Total sampling	Hasil menunjukkan bahwa delapan sampel urin anak stunting usia 0-24 bulan mengandung merkuri di atas 7 µg/L, sedangkan tiga sampel urin mengandung merkuri di bawah 7 µg/L.
(Nurul et al, 2020)	The Effect of Chemical Contamination (Fe and Hg) in Drinking Water to Stunting on Children's (1-5 Years)	Desain Studi : Case control Sampel : 40 balita Teknik Sampling : Purposive sampling	Hasil menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh kadar Hg sumber air bersih/minum terhadap stunting dengan OR sebesar 1,889.

## Pembahasan

### Paparan Merkuri (Hg)

Merkuri (Hg) digunakan oleh penambang emas skala kecil untuk mengesktraksi emas (Puspita et al., 2020). Limbah merkuri dari kegiatan penambangan dibiarkan mengalir ke sungai begitu saja. Ekosistem yang tercemar merkuri sangat beracun sehingga merkuri yang tercemar di air ataupun lingkungannya dapat mengakibatkan kerugian terhadap anak-anak karena memiliki sifat yang mudah terikat dan mudah diserap sehingga dapat terakumulasi dalam organisme air (Puspita et al., 2020).

Kontaminasi merkuri terjadi melalui pernapasan, minuman, makanan, serta melalui kontak kulit (Zulaikhah et al., 2020). Senyawa Hg organik yang paling umum yaitu Metil merkuri, suatu zat yang dapat diserap sebagian besar organisme dengan cepat. Bila ikan kemudian memakan mikroorganisme (bakteri) itu, maka konsentrasi merkuri cenderung tinggi pada ikan (Hadi, 2013). Sehingga anak-anak yang memakan ikan terutama anak-anak yang tinggal di wilayah di aliran sungai pertambangan emas dapat terpapar merkuri karena mengkonsumsi ikan sungai yang merupakan sumber protein hewani, populasi yang bergantung pada penangkapan ikan sebagai sumber utama protein hewani dapat mengalami

risiko paparan metilmerkuri yang jauh lebih tinggi melalui makanan mereka (Riaz et al., 2018).

Dampak merkuri toksisitas pada manusia tergantung pada bentuk kimia merkuri, dosis, usia orang terpapar, lama paparan, masuk ke dalam tubuh, pola makan ikan dan konsumsi makanan (Wetipo et al., 2013). Tubuh manusia tidak bisa mengolah bentuk metil merkuri akibatnya merkuri tetap berada di dalam tubuh dalam waktu yang relatif lama dan pada akhirnya menimbulkan gangguan kesehatan (Nogara et al., 2019). Merkuri memiliki sifat lambat dikeluarkan dari dalam tubuh manusia, *Methyl mercury* beracun 50 kali lebih kuat daripada merkuri anorganik. Sekitar 90% bentuk organik bisa diserap oleh dinding usus, sedangkan bentuk anorganik hanya sekitar 10%. Bentuk awalnya juga bisa menembus sawar darah dan plasenta sehingga dapat menyebabkan efek teratogenik dan gangguan saraf (Hadi, 2013).

Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan beberapa peraturan yang berkaitan dengan pengamanan masyarakat terhadap pencemaran bahan kimia di lingkungan. Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Batas kandungan merkuri yang diperbolehkan dalam tubuh manusia adalah 1 µg/g menurut Organisasi Kesehatan Dunia.

### Paparan Merkuri Pada Anak Stunting

Paparan merkuri pada anak-anak yang tinggal di area pertambangan emas menimbulkan ancaman signifikan terhadap kesehatan dan perkembangan mereka (Fredy et al., 2022). Merkuri masuk ke dalam tubuh melalui sistem pencernaan dan akan bereaksi dengan unsur belerang dan enzim dalam tubuh kita sehingga enzim akan tidak bekerja dengan baik selain itu juga logam berat yang masuk ke dalam tubuh kita juga akan bereaksi dengan Gugus karboksilat(-COOH) juga amino (-NH<sub>2</sub>) dalam asam amino (Wetipo et al., 2013). Merkuri mampu mengikat protein sulfidril dalam sel mengakibatkan cedera sel nonspesifik atau bahkan kematian sel, penghambatan enzim, stres oksidatif, penghentian protein dan Deoxyribo Nucleic Acid (DNA) sintesis, dan respon autoimun. Merkuri dapat memicu pembentukan Reactive Oxygen Species (ROS), hidrogen peroksida, peroksidasi lipid, radikal hidroksil yang dapat menghambat enzim, kerusakan struktur protein, kerusakan sel, Kerusakan DNA (Zulaikhah et al., 2020). Menurut penelitian anak *stunting* mengalami

peningkatan stres oksidatif dan penurunan sistem pertahanan antioksidan dibandingkan dengan kontrol yang sehat (Aly et al., 2014).

Keluarga dan anak-anak pemukim di daerah aliran sungai pertambangan emas memiliki pola makan yang bergantung pada ikan sungai yang melimpah dan menggunakan air sungai untuk kehidupan sehari-hari mereka, sehingga anak-anak terkena dampak paparan lingkungan akibat pertambangan emas. Penduduk setempat mengandalkan ikan sebagai sumber protein utama (Priscinya et al., 2023). Penelitian menunjukkan bahwa seluruh sampel urin anak stunting usia 0-24 bulan yang diambil mengandung merkuri, delapan sampel urin anak stunting mengandung merkuri di atas ambang batas yang ditetapkan Human Biomonitoring (HBM), yaitu 7 µg/L, sedangkan tiga sampel urin mengandung merkuri di bawah 7 µg/L. Hal ini menunjukkan bahwa sebanyak 88% balita stunting mengandung merkuri dalam urinnya dan 12% mengandung merkuri di bawah ambang batas yang telah ditentukan (Priscinya et al., 2023).

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa seluruh sampel urin anak stunting usia 25-59 bulan mengandung merkuri. temuan penelitian ini mengungkapkan sembilan sampel urin memiliki kadar merkuri di atas 7 µg/L, sedangkan satu sampel urin memiliki kandungan merkuri di bawah 7 µg/L. Hal ini menunjukkan bahwa sekitar 99% anak stunting memiliki kandungan merkuri dalam urinnya di atas batas yang ditentukan, sedangkan 0,1% memiliki kandungan merkuri di bawah ambang batas yang ditetapkan (Lensoni, Nurdin, & Yulis, 2023). Konsentrasi merkuri tertinggi di Gampong Paya Seumantok disebabkan banyaknya industri pengolahan emas rakyat di daerah tersebut (Lensoni, Nurdin, & Ismaturrahmi, 2023).

Selain gizi buruk dan penyakit menular, anak-anak yang hidup di area pertambangan emas juga berisiko terkena diare (Puspita et al., 2020). Balita stunting dengan prevalensi diare yang tinggi akan memiliki tingkat imunitas yang lebih rendah (Budge et al., 2019). Berkurangnya respon imun atau daya tahan tubuh pada anak yang tinggal di daerah pertambangan emas yang berisiko tinggi terpapar merkuri dan diperburuk dengan gizi buruk yang terjadi secara bersamaan sangat berisiko mengalami stunting (Serafini et al., 2022).

Penelitian di Uganda menjelaskan bahwa anak penderita diare mengalami penurunan nafsu makan sehingga menyebabkan berkurangnya asupan nutrisi (Lensoni, Nurdin, & Yulis, 2023).

Tingginya kejadian diare, ditambah dengan gangguan penyerapan dan kehilangan nutrisi yang berulang pada anak, menyebabkan terganggunya proses tumbuh kembang. Balita stunting dengan prevalensi diare yang tinggi akan mempunyai respon imun yang rendah. Menurunnya respon imun atau daya tahan tubuh pada anak yang tinggal di wilayah PESK, dengan risiko tinggi terpapar merkuri dan ditambah dengan malnutrisi secara bersamaan, sangat meningkatkan risiko terjadinya stunting (Puspita et al., 2020).

Anak stunting apabila tidak segera ditangani akan berdampak pada saat dewasa. Stunting dalam jangka pendek mengakibatkan terjadinya penurunan kemampuan belajar karena kurangnya perkembangan kognitif, dan dalam jangka panjang dapat menurunkan kualitas hidup, menurunnya kesempatan mendapat pendidikan, peluang pekerjaan, dan penghasilan yang lebih baik. Selain itu juga berisiko menjadi obesitas dan penyakit degeneratif (Nirmalasari, 2020)

## Kesimpulan

Anak stunting usia 0-59 bulan yang hidup di area pertambangan emas terpapar merkuri. Risiko paparan merkuri pada anak berasal dari makanan, air dan udara. Oleh karena itu, meningkatkan kesadaran dan mengedukasi masyarakat tentang bahaya merkuri terhadap kesehatan anak sangatlah penting, serta menerapkan pemantauan yang lebih ketat.

## Deklarasi Konflik Kepentingan

Penelitian ini tidak menyertakan konflik kepentingan penulis maupun potensi konflik kepentingan instansi sehubungan dengan penelitian yang telah dilakukan, baik berdasarkan kepengarangan, maupun publikasi.

## Daftar Rujukan

Aly, G. S., Shaalan, A. H., Mattar, M. K., Ahmed, H. H., Zaki, M. E., & Abdallah, H. R. (2014). Oxidative stress status in nutritionally stunted children. *Egyptian Pediatric Association Gazette*, 62(1), 28–33.  
<https://doi.org/10.1016/j.epag.2014.02.003>

- Budge, S., Parker, A. H., Hutchings, P. T., & Garbutt, C. (2019). Environmental enteric dysfunction and child stunting. *Nutrition Reviews*, 77(4), 240–253.  
<https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy068>
- Esdaile, L. J., & Chalker, J. M. (2018). The mercury problem in artisanal and small-scale gold mining. *Chemistry - A European Journal*, 24(27), 6905–6916.  
<https://doi.org/10.1002/chem.201704840>
- Fredy Vergara-Murillo, Shirley González-Ospino, Nazly Cepeda-Ortega, F. P.-H., & Johnson-Restrepo, B. (2022). Adverse health effects and mercury exposure in a colombian artisanal and small-scale gold mining community. *Toxics*.
- Genchi, G., Sinicropi, M. S., Carocci, A., Lauria, G., & Catalano, A. (2017). Mercury exposure and heart diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(1), 1–13.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph14010074>
- Hadi, M. C. (2013). Bahaya merkuri di lingkungan. *Jurnal Skala Husada*, 10(2), 175–183.
- Kemendes RI. (2019). Hasil riset kesehatan dasar tahun 2018. *Kementrian Kesehatan RI*, 53(9), 1689–1699.
- Khumairoh, R., & Maharani. (2021). *Peran bidan terhadap keberhasilan pemberian ASI*. 8.
- Lensoni, Nurdin, A., & Ismaturrehmi. (2023). Identification of mercury content in children stunting patients aged 0 – 24 months in the Regions Small Scale Gold Mine in Krueng Sabee District , Aceh Jaya Regency. *Journal of Research in Science Education*, 9(9), 6962–6966.  
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.5017>
- Lensoni, Nurdin, A., & Yulis, S. (2023). Identification of mercury content among children with stunting aged 25 - 59 months in the small-scale gold mining Area of Krueng Sabee Sub-District , Aceh Jaya Regency. *Comorbid*, 2(1), 38–47.
- Meutia, A. A., Lumowa, R., & Sakakibara, M. (2022). Indonesian artisanal and small-scale gold mining — a narrative literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Nogara, P. A., Oliveira, C. S., Schmitz, G. L., Piquini, P. C., & Farina, M. (2019). BBA - general subjects methylmercury ' s chemistry : from the environment to the mammalian brain.

- BBA - General Subjects*, 1863(12), 129284.  
<https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2019.01.006>
- Priscinya Christiana Debora, Sofianti Hidayat, Mochamad Galuh Ryandha, Marsah Rahmawati Utami, L. N. (2023). Comparison of analysis methods of compound levels and mercury (hg) toxicity in biological samples. *Journal Of Pharmaceutical And Sciences*, 6(2), 863–875.
- Puspita, D., Patmasari, D., Sella, S., & Purbayanti, D. (2020). Review: Risiko stunting pada anak yang tinggal di area pertambangan emas skala kecil. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 3(1), 161–167.  
<https://doi.org/10.33084/bjmlt.v3i1.1906>
- Riaz, A., Khan, S., Muhammad, S., Liu, C., Shah, M. T., & Tariq, M. (2018). Mercury contamination in selected foodstuffs and potential health risk assessment along the artisanal gold mining,. *Environmental Geochemistry and Health*, 40(2), 625–635.  
<https://doi.org/10.1007/s10653-017-0007-6>
- Roy, C., Tremblay, P. Y., & Ayotte, P. (2017). Is mercury exposure causing diabetes, metabolic syndrome and insulin resistance? A systematic review of the literature. *Environmental Research*, 156(February), 747–760.  
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.04.038>
- Serafini, M. M., Maddalon, A., Iulini, M., & Galbiati, V. (2022). Air Pollution : Possible Interaction between the Immune and Nervous System ? *Environmental Research and Public Health*.
- Soprima, M., Kusnopranto, H., & Inswiasri, I. (2016). Kajian risiko kesehatan masyarakat akibat paparan merkuri pada pertambangan emas rakyat di Kabupaten Lebak, Banten. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 14(4), 296–308.  
<https://doi.org/10.22435/jek.v14i4.4708.296-308>
- Vilcins, D., Sly, P. D., & Jagals, P. (2018). Environmental risk factors associated with child stunting: A systematic review of the literature. *Annals of Global Health*, 84(4), 551–562.
- Wetipo, Y. S., Mangimbulude, J. C., & Rondonuwu, F. S. (2013). Produksi ROS akibat akumulasi ion logam berat dan mekanisme penangkal dengan antioksidan. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Environmental, and Learning*, Cd, 1–7.
- Zaynab, M., Al-Yahyai, R., Ameen, A., Sharif, Y., Ali, L., Fatima, M., Khan, K. A., & Li, S. (2022). Health and environmental effects of heavy metals. *Journal of King Saud University - Science*, 34(1), 101653.  
<https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101653>
- Zulaikhah, S. T., Wahyuwibowo, J., & Pratama, A. A. (2020). Mercury and its effect on human health: A review of the literature. *International Journal of Public Health Science*, 9(2), 103–114.  
<https://doi.org/10.11591/ijphs.v9i2.20416>