

85112-282925-2-SM

by 85112-282925-2-sm 85112-282925-2-sm

Submission date: 10-Jun-2026 03:58PM (UTC+0700)

Submission ID: 2980358607

File name: 85112-282925-2-SM.docx (48.23K)

Word count: 5176

Character count: 35083

Blood Lead Levels and Their Association with Growth and Development in Children Living Near Small-Scale Metal Smelting Industries in Tegal, Indonesia

^{1,2,3,4} ¹⁴ Siswati, Budiyono, Mursid, Siti Fatimah
¹Faculty of Public Health, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
²Faculty of Health Sciences, Universitas Bhamada Slawi, Indonesia
³*Corresponding Author : jinanalmira@gmail.com

ABSTRAK

Latar belakang: Paparan timbal (Pb) masih menjadi masalah kesehatan lingkungan yang berdampak serius terhadap pertumbuhan dan perkembangan anak, terutama pada wilayah dengan aktivitas industri informal. Anak yang terpapar timbal berisiko mengalami gangguan pertumbuhan linear, keterlambatan perkembangan, dan gangguan neurologis. Kabupaten Tegal merupakan salah satu wilayah dengan aktivitas peleburan logam rumah tangga yang berpotensi meningkatkan pencemaran timbal di lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan kadar timbal darah dengan pertumbuhan dan perkembangan anak usia balita di Desa Pesarean, Kabupaten Tegal.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional yang dilakukan pada April–Juni 2025. Sampel penelitian sebanyak 110 anak usia 24–60 bulan yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Pemeriksaan kadar timbal darah dilakukan menggunakan metode Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Pertumbuhan anak dinilai menggunakan indikator antropometri WHO, sedangkan perkembangan anak diukur menggunakan Kuesioner Pra Skrining Perkembangan (KPSP). Analisis data dilakukan secara univariat, bivariat menggunakan uji korelasi Pearson, dan multivariat menggunakan regresi linier berganda.

Hasil: Rerata kadar Pb darah anak sebesar $22,64 \pm 12,34 \mu\text{g/dL}$ dan seluruh subjek memiliki kadar Pb darah di atas ambang batas aman WHO ($<5 \mu\text{g/dL}$). Sebagian besar anak memiliki kadar Pb darah kategori menengah hingga tinggi. Terdapat hubungan negatif signifikan antara kadar Pb darah dengan pertumbuhan anak ($r = -0,312$; $p = 0,015$) serta perkembangan anak ($r = -0,298$; $p = 0,021$). Analisis regresi linier berganda menunjukkan bahwa kadar Pb darah merupakan prediktor independen terhadap gangguan pertumbuhan dan perkembangan anak setelah dikontrol oleh variabel confounding.

Simpulan: Kadar timbal darah yang tinggi berhubungan signifikan dengan gangguan pertumbuhan dan perkembangan anak usia balita di kawasan industri peleburan logam informal Kabupaten Tegal. Penguatan program kesehatan lingkungan, pemantauan kadar Pb darah, serta pengendalian pencemaran industri diperlukan untuk mencegah dampak jangka panjang pada anak.

Kata kunci: Timbal; Pertumbuhan anak; Perkembangan anak; Stunting; Kesehatan lingkungan

ABSTRACT

Background: Lead (Pb) exposure remains a major environmental health problem that seriously affects children's growth and development, particularly in areas with informal industrial activities. Children exposed to lead are at risk of impaired linear growth, developmental delay, and neurological disorders. Tegal Regency is one of the areas with household-scale metal smelting activities that potentially increase environmental lead contamination. This study aimed to analyze the association between blood lead levels and the growth and developmental status of children under five years old in Pesarean Village, Tegal Regency.

Methods: This study was an analytical observational study with cross-sectional design conducted from April to June 2025. A total of 110 children aged 24–60 months were selected using purposive sampling. Blood lead levels were measured using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Child growth was assessed using WHO anthropometric indicators, while child development was evaluated using Pre-Screening Developmental Questionnaire (KPSP). Data were analyzed using univariate analysis, Pearson correlation test, and multiple linear regression.

Results: The mean blood lead level among children was $22.64 \pm 12.34 \mu\text{g/dL}$, and all subjects had blood lead levels above the WHO safety threshold ($<5 \mu\text{g/dL}$). Most children had moderate to high blood lead

levels. Significant negative correlations were found between blood lead levels and child growth ($r = -0.312$; $p = 0.015$) as well as child development ($r = -0.298$; $p = 0.021$). Multiple linear regression analysis showed that blood lead level was an independent predictor of impaired growth and developmental outcomes after controlling for confounding variables.

Conclusion: Elevated blood lead levels were significantly associated with impaired growth and developmental outcomes among children living near informal metal smelting industries in Tegal Regency. Strengthening environmental health programs, monitoring blood lead levels, and controlling industrial pollution are necessary to prevent long-term adverse effects on children.

Keywords: Lead; Child growth; Child development; Stunting; Environmental health

PENDAHULUAN

Paparan timbal (Pb) masih menjadi salah satu masalah kesehatan lingkungan global yang berdampak serius terhadap kesehatan anak, terutama pada negara berkembang dengan aktivitas industri informal yang tinggi. Timbal merupakan logam berat toksik yang bersifat neurotoksik dan tidak memiliki fungsi fisiologis dalam tubuh manusia. Anak-anak merupakan kelompok paling rentan terhadap paparan timbal karena sistem saraf pusat, sistem imun, dan organ metabolisme mereka masih dalam tahap perkembangan aktif. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa tidak terdapat ambang batas aman paparan timbal pada anak karena bahkan kadar rendah sekalipun dapat menimbulkan gangguan neurologis, gangguan perilaku, penurunan kemampuan kognitif, anemia, dan gangguan pertumbuhan linear.^{1,2}

Paparan timbal pada anak dapat terjadi melalui inhalasi debu, konsumsi makanan atau air yang terkontaminasi, serta kontak langsung dengan tanah yang tercemar limbah industri. Aktivitas industri peleburan logam, daur ulang aki bekas, pembakaran limbah elektronik, dan penggunaan bahan berbasis timbal menjadi sumber utama pencemaran lingkungan di berbagai negara berkembang. Timbal yang masuk ke dalam tubuh dapat terakumulasi pada darah, tulang, hati, dan jaringan saraf sehingga menyebabkan efek toksik kronis jangka panjang. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa anak-anak yang tinggal di sekitar kawasan industri memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan perkembangan neurobehavioral dibandingkan anak pada wilayah non-industri.^{3,4}

Secara biologis, timbal dapat mengganggu berbagai proses metabolisme penting dalam tubuh. Timbal diketahui menghambat aktivitas enzim delta-aminolevulinic acid dehydratase (ALAD) dan ferrochelatase yang berperan dalam sintesis hemoglobin sehingga meningkatkan risiko anemia pada anak. Selain itu, timbal juga mengganggu metabolisme kalsium, seng, dan zat besi yang berperan penting dalam pertumbuhan tulang dan perkembangan otak. Gangguan metabolisme tersebut menyebabkan hambatan pertumbuhan linear, penurunan fungsi kognitif, keterlambatan perkembangan motorik, serta gangguan perilaku pada anak usia dini.^{5,6}

Masalah paparan timbal menjadi semakin penting di Indonesia karena masih banyak ditemukan industri informal yang belum memiliki sistem pengendalian limbah yang memadai. Kabupaten Tegal merupakan salah satu wilayah dengan aktivitas peleburan logam rumah tangga dan daur ulang aki bekas yang cukup tinggi. Aktivitas tersebut berpotensi menghasilkan pencemaran udara, tanah, dan air oleh logam berat, khususnya timbal. Kondisi ini menjadi perhatian serius karena sebagian besar masyarakat tinggal berdekatan dengan lokasi industri sehingga meningkatkan risiko pajanan lingkungan, terutama pada anak-anak.⁷

Di sisi lain, masalah stunting dan keterlambatan perkembangan anak masih menjadi tantangan kesehatan masyarakat di Indonesia. Data Dinas Kesehatan Kabupaten Tegal menunjukkan bahwa prevalensi stunting di Kabupaten Tegal masih berada pada kategori masalah kesehatan masyarakat meskipun mengalami

penurunan dalam beberapa tahun terakhir. Selama ini, program percepatan penurunan stunting lebih banyak berfokus pada intervensi gizi dan sanitasi dasar, sedangkan faktor pencemaran lingkungan seperti paparan logam berat masih belum banyak mendapat perhatian. Beberapa penelitian global menunjukkan bahwa paparan timbal berhubungan dengan peningkatan risiko stunting dan gangguan perkembangan anak melalui mekanisme stres oksidatif, gangguan metabolisme mineral, dan kerusakan sistem saraf pusat.^{8,9}

Penelitian mengenai hubungan kadar timbal darah dengan pertumbuhan dan perkembangan anak di kawasan industri informal Indonesia masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya dilakukan pada kawasan industri besar atau wilayah perkotaan, sedangkan penelitian pada kawasan peleburan logam rumah tangga masih jarang dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki nilai kebaruan (novelty) karena mengevaluasi hubungan kadar timbal darah dengan pertumbuhan dan perkembangan anak usia 24–60 bulan pada kawasan peleburan logam skala rumah tangga di Kabupaten Tegal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan kebijakan kesehatan lingkungan, program pencegahan stunting berbasis risiko lingkungan, serta penguatan pengawasan industri informal di Indonesia.^{10,11}

Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan kadar timbal darah dengan pertumbuhan dan perkembangan anak usia 24–60 bulan di Desa Pesarean, Kabupaten Tegal.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional. Penelitian dilaksanakan pada April–Juni 2025 di Desa Pesarean, Kecamatan Adiwerna, Kabupaten Tegal. Sampel penelitian sebanyak 110 anak usia 24–60 bulan yang dipilih secara purposive sampling berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi penelitian.

Kadar timbal darah diperiksa menggunakan metode Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Pertumbuhan anak dinilai menggunakan indikator antropometri WHO berupa Z-score TB/U, BB/U, dan BB/TB. Perkembangan anak diukur menggunakan Kuesioner Pra Skrining Perkembangan (KPSP). Variabel confounding yang dikontrol meliputi usia, jenis kelamin, status gizi, dan pendidikan orang tua.

Analisis data dilakukan secara univariat, bivariat menggunakan uji korelasi Pearson, serta multivariat menggunakan regresi linier berganda dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Variabel	Kategori	n	%
Jenis Kelamin	Laki-laki	57	51,8
Jenis Kelamin	Perempuan	53	48,2
Status Gizi	Stunting	40	36,4
Status Gizi	Normal	70	63,6
Perkembangan	Normal	65	59,1
Perkembangan	Keterlambatan	45	40,9

Berdasarkan Tabel 1 bahwa mayoritas subjek berjenis kelamin laki-laki (51,8%). Sebanyak 36,4% anak mengalami stunting dan 40,9% mengalami keterlambatan perkembangan.

Tabel 2. Distribusi Kadar Timbal Darah

Kategori	Rentang ($\mu\text{g/dL}$)	N	%
Rendah	5–9	7	6,4
Menengah	10–19	55	50,0
Sedang	20–29	24	21,8
Tinggi	30–44	15	13,6
Sangat Tinggi	≥ 45	9	8,2

Berdasarkan Tabel 2 bahwa sebagian besar anak memiliki kadar Pb darah kategori menengah hingga tinggi. Tidak terdapat anak dengan kadar Pb darah normal ($<5 \mu\text{g/dL}$), menunjukkan adanya paparan lingkungan yang serius.

Tabel 3. Analisis Korelasi Pearson

Hubungan	R	p-value	Interpretasi
Pb darah & pertumbuhan	-0,312	0,015	Signifikan
Pb darah & perkembangan	-0,298	0,021	Signifikan

Berdasarkan Tabel 3 bahwa terdapat hubungan negatif signifikan antara kadar Pb darah dengan pertumbuhan dan perkembangan anak. Semakin tinggi kadar Pb darah maka semakin rendah skor pertumbuhan dan perkembangan anak.

41
Tabel 4. Analisis Regresi Linier Berganda

Variabel	β	95% CI	p-value	Keterangan
Pb darah	-0,287	(-0,522 s/d -0,053)	0,018	Signifikan
Status gizi buruk	-0,845	(-1,362 s/d -0,328)	0,002	Signifikan

Berdasarkan tabel 4 bahwa Kadar Pb darah merupakan prediktor independen terhadap gangguan pertumbuhan anak setelah dikontrol oleh variabel confounding. Status gizi buruk juga berhubungan signifikan dengan penurunan pertumbuhan anak.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh anak yang tinggal di sekitar kawasan peleburan logam informal di Desa Pesarean memiliki kadar timbal darah di atas ambang batas aman WHO ($<5 \mu\text{g/dL}$). Temuan ini menunjukkan adanya paparan lingkungan kronis yang serius dan berpotensi menyebabkan dampak kesehatan jangka panjang pada anak. Organisasi Kesehatan Dunia menyebutkan bahwa anak merupakan kelompok paling rentan terhadap paparan timbal karena sistem saraf pusat, sistem imun, dan mekanisme detoksifikasi tubuh anak masih berada dalam tahap perkembangan. Selain itu, tingkat absorpsi timbal pada saluran cerna anak dapat mencapai 40–50%, jauh lebih tinggi dibandingkan orang dewasa yang hanya sekitar 10–15%.^{1,2} Kondisi tersebut menyebabkan akumulasi timbal dalam darah, jaringan tulang, dan sistem saraf menjadi lebih cepat terjadi pada anak usia dini.

Tingginya kadar Pb darah pada seluruh subjek penelitian menunjukkan bahwa aktivitas peleburan logam rumah tangga di wilayah penelitian kemungkinan besar telah mencemari lingkungan sekitar secara luas. Industri informal seperti peleburan aki bekas dan pengolahan logam tanpa pengelolaan limbah yang baik diketahui menghasilkan emisi debu timbal yang dapat mencemari udara, tanah, dan sumber air masyarakat. Partikel timbal berukuran kecil dapat bertahan lama di udara dan masuk ke tubuh melalui inhalasi maupun

ingestion. Anak-anak memiliki risiko paparan lebih tinggi karena sering bermain di tanah terbuka, memasukkan tangan atau benda ke mulut (hand-to-mouth behavior), serta memiliki kebiasaan higienitas yang belum optimal.^{3,4} Penelitian terbaru di kawasan industri Asia menunjukkan bahwa anak yang tinggal kurang dari 1 km dari area peleburan logam memiliki kadar Pb darah 2-3 kali lebih tinggi dibandingkan anak yang tinggal di wilayah non-industri.⁵

Penelitian ini menemukan hubungan negatif signifikan antara kadar timbal darah dengan pertumbuhan anak, terutama pada indikator tinggi badan menurut umur (TB/U). Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kadar timbal darah berkaitan dengan peningkatan risiko stunting pada anak. Timbal diketahui menghambat pertumbuhan linear melalui berbagai mekanisme biologis, salah satunya gangguan metabolisme kalsium dan vitamin D yang berperan penting dalam pembentukan tulang. Timbal dapat menggantikan ion kalsium dalam matriks tulang sehingga menyebabkan gangguan mineralisasi dan pertumbuhan tulang panjang.^{6,7} Selain itu, timbal juga dapat menghambat aktivitas osteoblas dan mempercepat proses stres oksidatif pada jaringan tulang sehingga pertumbuhan anak menjadi tidak optimal.

Paparan timbal juga memengaruhi pertumbuhan melalui gangguan sistem hematologi. Timbal menghambat aktivitas enzim delta-aminolevulinic acid dehydratase (ALAD) dan ferrochelatase dalam proses sintesis hemoglobin. Hambatan tersebut menyebabkan anemia kronis akibat penurunan pembentukan hemoglobin. Kondisi anemia menyebabkan distribusi oksigen ke jaringan tubuh menjadi tidak optimal sehingga menghambat metabolisme sel dan pertumbuhan jaringan anak.⁸ Penelitian kohort terbaru melaporkan bahwa anak dengan kadar Pb darah tinggi memiliki risiko stunting 1,8-2,5 kali lebih besar dibandingkan anak dengan kadar Pb rendah, terutama pada kelompok usia balita yang mengalami kekurangan zat besi dan kalsium.⁹

Selain berdampak pada pertumbuhan fisik, penelitian ini menunjukkan adanya hubungan negatif signifikan antara kadar timbal darah dengan perkembangan anak. Temuan tersebut memperkuat bukti bahwa timbal merupakan neurotoksik kuat yang dapat mengganggu perkembangan neurologis anak usia dini. Timbal dapat menembus sawar darah otak dan terakumulasi pada area korteks prefrontal, hipokampus, dan serebelum yang berperan penting dalam fungsi memori, konsentrasi, kontrol emosi, serta koordinasi motorik.^{10,11} Paparan timbal kronis diketahui menyebabkan stres oksidatif, inflamasi neuron, gangguan mielinisasi, serta penurunan plastisitas sinaps pada otak anak yang sedang berkembang.

Secara fisiologis, timbal dapat mengganggu fungsi neurotransmitter seperti dopamin, glutamat, dan gamma aminobutyric acid (GABA). Gangguan neurotransmitter tersebut berhubungan dengan keterlambatan bicara, gangguan motorik halus, hiperaktivitas, gangguan perhatian, serta penurunan kemampuan belajar pada anak.¹² Penelitian meta-analisis terbaru menunjukkan bahwa setiap peningkatan 5 µg/dL kadar Pb darah berkaitan dengan penurunan fungsi intelektual dan skor perkembangan anak secara signifikan.¹³ Bahkan, beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa efek neurotoksik timbal masih dapat ditemukan pada kadar di bawah 10 µg/dL sehingga tidak terdapat batas aman paparan timbal bagi anak-anak.¹⁴

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa status gizi buruk merupakan faktor yang berhubungan signifikan dengan gangguan pertumbuhan anak. Kondisi tersebut menunjukkan adanya efek sinergis antara malnutrisi dan paparan timbal. Anak dengan defisiensi zat besi, seng, dan kalsium cenderung memiliki absorpsi timbal lebih tinggi karena logam timbal menggunakan transporter mineral yang sama dengan zat gizi esensial di saluran cerna.¹⁵ Akibatnya, anak dengan status gizi buruk lebih rentan mengalami akumulasi timbal dan dampak toksik yang lebih berat dibandingkan anak dengan status gizi baik. Temuan ini menjelaskan mengapa intervensi gizi saja sering kali belum cukup efektif menurunkan prevalensi stunting apabila faktor pencemaran lingkungan tidak dikendalikan secara bersamaan.

Temuan penelitian ini memiliki implikasi penting terhadap kebijakan kesehatan masyarakat di Indonesia. Program percepatan penurunan stunting selama ini lebih banyak berfokus pada intervensi gizi spesifik dan sensitif seperti suplementasi, pemberian makanan tambahan, dan sanitasi dasar. Namun, faktor risiko lingkungan seperti pencemaran logam berat masih jarang menjadi fokus utama program kesehatan anak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa paparan timbal kemungkinan menjadi faktor risiko tersembunyi yang berkontribusi terhadap tingginya angka stunting dan keterlambatan perkembangan anak di wilayah industri informal.¹⁶ Oleh karena itu, pendekatan penanggulangan stunting perlu diperluas dengan memasukkan aspek kesehatan lingkungan dan pengendalian pencemaran industri.

Upaya pencegahan yang dapat dilakukan meliputi monitoring kadar Pb darah secara berkala pada kelompok rentan, pemeriksaan kualitas tanah dan air di sekitar kawasan industri, pengawasan aktivitas peleburan logam informal, serta edukasi masyarakat mengenai bahaya paparan timbal. Selain itu, pemberian suplementasi zat besi, kalsium, dan seng perlu diperkuat untuk menurunkan absorpsi timbal pada anak. Intervensi berbasis komunitas seperti peningkatan perilaku hidup bersih dan sehat, pengurangan paparan debu rumah tangga, serta penggunaan alat pelindung diri pada pekerja industri juga perlu dilakukan secara berkelanjutan.^{17, 18}

Paparan timbal pada anak usia dini saat ini masih menjadi isu kesehatan lingkungan global yang mendapat perhatian serius karena dampaknya yang bersifat permanen terhadap pertumbuhan dan perkembangan anak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh anak yang tinggal di sekitar kawasan peleburan logam informal memiliki kadar timbal darah di atas ambang batas referensi yang direkomendasikan oleh Centers for Disease Control and Prevention (CDC), yaitu 3,5 µg/dL. Temuan ini menunjukkan bahwa anak-anak di wilayah penelitian mengalami paparan timbal kronis yang cukup tinggi sehingga berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan jangka panjang. CDC menegaskan bahwa tidak terdapat kadar timbal darah yang benar-benar aman bagi anak karena bahkan paparan pada konsentrasi rendah sekalipun dapat menyebabkan gangguan fungsi neurologis, penurunan kemampuan belajar, dan gangguan perilaku.^{21, 22}

Tingginya kadar timbal darah pada seluruh subjek penelitian memperlihatkan bahwa aktivitas peleburan logam rumah tangga di wilayah penelitian kemungkinan menjadi sumber utama pencemaran lingkungan. Aktivitas peleburan aki bekas, pengolahan logam tanpa sistem pengendalian emisi, serta pengelolaan limbah yang tidak memenuhi standar lingkungan diketahui menghasilkan partikel timbal yang dapat mencemari udara, tanah, debu rumah tangga, serta sumber air masyarakat. Paparan tersebut terjadi secara terus-menerus melalui inhalasi maupun ingestion sehingga menyebabkan akumulasi timbal dalam tubuh anak. Penelitian di berbagai negara berkembang menunjukkan bahwa anak yang tinggal di sekitar kawasan pertambangan dan peleburan logam memiliki kadar timbal darah yang lebih tinggi dibandingkan anak yang tinggal jauh dari sumber pencemaran. Kondisi tersebut juga dilaporkan pada penelitian di Indonesia yang menemukan bahwa anak yang tinggal di sekitar kawasan pertambangan timah memiliki kadar timbal darah yang berhubungan signifikan dengan kejadian stunting.^{16, 23, 24}

Hubungan negatif antara kadar timbal darah dan pertumbuhan anak yang ditemukan dalam penelitian ini memperkuat bukti bahwa paparan logam berat merupakan salah satu determinan penting stunting berbasis lingkungan. Selama ini stunting lebih banyak dikaitkan dengan faktor gizi, infeksi, dan sanitasi, namun berbagai penelitian terbaru menunjukkan bahwa faktor lingkungan juga memiliki kontribusi yang signifikan. Timbal dapat mengganggu metabolisme kalsium, fosfor, dan vitamin D yang berperan penting dalam proses pembentukan tulang dan pertumbuhan linear anak. Timbal diketahui dapat menggantikan ion kalsium dalam jaringan tulang sehingga menghambat proses mineralisasi tulang dan mengganggu aktivitas osteoblas. Akibatnya, pertumbuhan tinggi badan anak menjadi tidak optimal²³ dan meningkatkan risiko terjadinya stunting pada usia balita. Selain itu, paparan timbal kronis juga meningkatkan pembentukan reactive oxygen species (ROS) yang menyebabkan stres oksidatif dan kerusakan seluler pada jaringan tulang serta organ metabolik lainnya.^{9, 10, 25}

Selain memengaruhi metabolisme tulang, timbal juga berperan dalam gangguan sistem hematologi yang berkontribusi terhadap hambatan pertumbuhan. Timbal menghambat aktivitas enzim delta-aminolevulinic acid dehydratase (ALAD) dan ferrochelatase yang diperlukan dalam sintesis hemoglobin. Gangguan pembentukan hemoglobin menyebabkan anemia kronis yang berdampak pada penurunan distribusi oksigen ke jaringan tubuh. Kondisi tersebut menghambat metabolisme sel, menurunkan efisiensi penggunaan energi, dan akhirnya mengganggu pertumbuhan jaringan pada anak. Pada kelompok anak yang mengalami kekurangan zat besi, efek toksik timbal cenderung lebih berat karena absorpsi timbal di saluran cerna meningkat akibat penggunaan transporter mineral yang sama. Oleh karena itu, hubungan antara stunting dan paparan timbal sering kali diperkuat oleh adanya masalah malnutrisi yang terjadi secara bersamaan pada anak-anak di negara berkembang.^{8, 11, 26}

26 Penelitian ini juga menemukan adanya hubungan negatif yang signifikan antara kadar timbal darah dan perkembangan anak. Temuan tersebut sejalan dengan berbagai penelitian internasional yang menyatakan bahwa timbal merupakan neurotoksik kuat yang dapat memengaruhi perkembangan otak sejak usia dini. Timbal mampu menembus sawar darah otak dan terakumulasi pada berbagai area penting seperti hipokampus, korteks prefrontal, dan serebelum. Area tersebut berperan dalam proses memori, kemampuan belajar, konsentrasi, fungsi eksekutif, serta koordinasi motorik. Akumulasi timbal pada jaringan saraf menyebabkan gangguan mielinisasi, inflamasi neuron, stres oksidatif, serta perubahan fungsi neurotransmitter yang berujung pada keterlambatan perkembangan anak.^{12, 13, 27}

Secara fisiologis, timbal diketahui mengganggu fungsi neurotransmitter dopamin, glutamat, dan gamma aminobutyric acid (GABA) yang berperan dalam proses pembelajaran dan perkembangan perilaku. Gangguan neurotransmitter tersebut dapat menyebabkan keterlambatan bicara, gangguan motorik halus, kesulitan konsentrasi, hiperaktivitas, serta penurunan kemampuan intelektual pada anak. Meta-analisis terbaru menunjukkan bahwa peningkatan kadar timbal darah bahkan pada konsentrasi rendah masih berkaitan dengan penurunan skor perkembangan kognitif dan fungsi akademik anak. Efek tersebut bersifat kumulatif dan dapat berlangsung hingga masa remaja maupun dewasa sehingga berdampak terhadap kualitas sumber daya manusia dalam jangka panjang.^{13, 14, 28}

15 Temuan penelitian ini memiliki implikasi penting terhadap program percepatan penurunan stunting di Indonesia. Selama ini intervensi stunting lebih banyak berfokus pada perbaikan gizi, suplementasi, imunisasi, dan sanitasi dasar. Namun hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor pencemaran lingkungan, khususnya paparan timbal, juga perlu menjadi perhatian dalam upaya pencegahan stunting. Tanpa pengendalian sumber pencemaran lingkungan, perbaikan status gizi saja kemungkinan tidak cukup untuk mengatasi masalah stunting secara optimal pada masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan industri informal. Oleh karena itu, pendekatan multisektor yang mengintegrasikan kesehatan lingkungan, pengendalian pencemaran industri, perbaikan gizi, dan edukasi masyarakat perlu dikembangkan sebagai strategi penanggulangan stunting berbasis risiko lingkungan.^{16, 23, 29}

Dari perspektif kesehatan masyarakat, hasil penelitian ini mendukung pentingnya program skrining kadar timbal darah pada kelompok rentan yang tinggal di sekitar kawasan industri peleburan logam. Pemeriksaan berkala kadar timbal darah dapat digunakan sebagai upaya deteksi dini sehingga intervensi kesehatan dapat dilakukan sebelum terjadi kerusakan neurologis permanen. Selain itu, pemantauan kualitas lingkungan seperti kadar timbal pada tanah, air, debu rumah tangga, dan udara ambien juga perlu dilakukan secara rutin untuk mengidentifikasi sumber pencemaran yang paling dominan. Penguatan regulasi terhadap industri informal, peningkatan kepatuhan terhadap standar lingkungan, serta edukasi mengenai perilaku hidup bersih dan sehat menjadi langkah penting dalam mengurangi paparan timbal pada anak-anak di wilayah berisiko tinggi.^{4, 16, 22, 29}

Hasil penelitian ini menunjukkan rerata kadar Pb darah anak sebesar $22,64 \pm 12,34 \mu\text{g/dL}$, yang jauh melebihi nilai referensi CDC sebesar $3,5 \mu\text{g/dL}$. Temuan ini mengindikasikan bahwa anak-anak yang tinggal di sekitar industri peleburan logam informal mengalami paparan kronis yang cukup tinggi. Nilai tersebut juga lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian di Bangladesh yang melaporkan rerata kadar Pb darah anak sebesar $12,1 \mu\text{g/dL}$ pada wilayah industri daur ulang aki bekas, serta lebih tinggi dibandingkan penelitian di India yang menemukan rerata kadar Pb darah sebesar $15,8 \mu\text{g/dL}$ pada anak yang tinggal di sekitar kawasan peleburan logam. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di lokasi penelitian kemungkinan memiliki tingkat pencemaran yang lebih berat akibat lemahnya pengelolaan limbah dan rendahnya penerapan prinsip keselamatan lingkungan pada industri rumah tangga.^{23, 24, 30}

Temuan bahwa seluruh anak memiliki kadar Pb darah di atas batas aman menunjukkan adanya paparan yang berlangsung secara terus-menerus. Menurut WHO, paparan timbal pada anak tidak hanya berasal dari udara yang tercemar, tetapi juga dapat berasal dari debu rumah tangga, tanah, makanan, air minum, serta kontaminasi yang dibawa oleh pakaian pekerja industri ke dalam rumah tangga. Pada kawasan peleburan logam informal, proses pembakaran dan peleburan sering dilakukan tanpa sistem filtrasi emisi sehingga partikel timbal dapat menyebar ke lingkungan sekitar dan menetap dalam tanah selama bertahun-tahun. Kondisi ini menyebabkan anak-anak mengalami paparan kronis bahkan ketika mereka tidak berada secara langsung di lokasi industri.^{22, 29}

Hubungan antara kadar Pb darah dan pertumbuhan anak yang ditemukan dalam penelitian ini memperkuat konsep environmental enteropathy dan environmental toxic exposure sebagai faktor risiko stunting. Selama ini sebagian besar program penurunan stunting berfokus pada intervensi gizi, padahal berbagai penelitian menunjukkan bahwa paparan logam berat juga berkontribusi terhadap hambatan pertumbuhan. Timbal dapat mengganggu sintesis hormon pertumbuhan (growth hormone), insulin-like growth factor-1 (IGF-1), serta metabolisme vitamin D yang berperan penting dalam proses pembentukan tulang. Gangguan pada jalur hormonal tersebut menyebabkan perlambatan pertumbuhan linear sehingga anak lebih berisiko mengalami stunting. Penelitian kohort di China melaporkan bahwa anak dengan kadar Pb darah tinggi memiliki tinggi badan yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan kelompok dengan kadar Pb darah rendah setelah dikontrol terhadap faktor sosial ekonomi dan asupan nutrisi.^{10, 25, 31}

Selain melalui mekanisme hormonal, timbal juga berperan dalam meningkatkan stres oksidatif sistemik. Paparan timbal merangsang pembentukan radikal bebas yang menyebabkan kerusakan membran sel, gangguan fungsi mitokondria, serta peningkatan proses inflamasi kronis. Kondisi tersebut dapat menghambat proliferasi sel tulang dan jaringan tubuh yang sedang tumbuh. Stres oksidatif yang berlangsung dalam jangka panjang juga berkontribusi terhadap gangguan metabolisme energi sehingga pertumbuhan anak menjadi kurang optimal. Beberapa penelitian eksperimental menunjukkan bahwa peningkatan biomarker stres oksidatif ditemukan secara konsisten pada anak dengan kadar Pb darah tinggi.^{25, 32}

Hubungan signifikan antara kadar Pb darah dan perkembangan anak pada penelitian ini sejalan dengan teori neurodevelopmental toxicity. Pada masa awal kehidupan, otak mengalami proses perkembangan yang sangat cepat sehingga lebih rentan terhadap berbagai zat toksik lingkungan. Timbal diketahui dapat mengganggu migrasi neuron, pembentukan sinaps, proses mielinisasi, serta perkembangan jaringan korteks serebral. Kerusakan yang terjadi pada periode kritis perkembangan otak dapat menyebabkan dampak jangka panjang berupa penurunan kecerdasan, gangguan memori, kesulitan belajar, dan gangguan perilaku. Efek tersebut sering kali bersifat irreversible sehingga pencegahan paparan menjadi strategi yang jauh lebih efektif dibandingkan pengobatan setelah terjadi kerusakan neurologis.^{12, 13, 27}

Penelitian meta-analisis terbaru menunjukkan bahwa peningkatan kadar Pb darah sebesar $5 \mu\text{g/dL}$ berhubungan dengan penurunan skor IQ anak sebesar 1–3 poin. Meskipun penurunan tersebut tampak kecil

pada tingkat individu, dampaknya menjadi sangat besar pada tingkat populasi karena dapat menurunkan kualitas sumber daya manusia secara keseluruhan. Oleh karena itu, WHO dan UNICEF menempatkan paparan timbal sebagai salah satu ancaman lingkungan utama terhadap perkembangan anak di negara berkembang.^{22, 27, 29}

Faktor sosial ekonomi kemungkinan juga berperan dalam memperkuat dampak paparan timbal pada anak di wilayah penelitian. Anak yang berasal dari keluarga dengan tingkat pendidikan rendah atau pendapatan rendah umumnya memiliki tingkat lebih tinggi mengalami paparan lingkungan karena tinggal lebih dekat dengan sumber pencemaran dan memiliki akses yang lebih terbatas terhadap layanan kesehatan. Selain itu, kondisi sosial ekonomi yang rendah sering kali berkaitan dengan kualitas asupan gizi yang kurang baik sehingga meningkatkan absorpsi timbal di saluran cerna. Interaksi antara paparan timbal, malnutrisi, dan kemiskinan dapat menciptakan siklus kerentanan yang memperburuk status kesehatan anak secara keseluruhan.^{11, 26, 33}

Temuan penelitian ini memiliki implikasi strategis terhadap program percepatan penurunan stunting di Indonesia. Selama ini indikator keberhasilan program stunting lebih banyak berfokus pada perbaikan konsumsi pangan dan pelayanan kesehatan ibu-anak. Namun hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengendalian faktor lingkungan juga perlu menjadi bagian integral dalam strategi pencegahan stunting. Pendekatan multisektor yang melibatkan sektor kesehatan, lingkungan hidup, pendidikan, dan pemerintah daerah diperlukan untuk mengurangi paparan timbal pada masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan industri informal. Upaya tersebut dapat dilakukan melalui pengawasan emisi industri, pemantauan kualitas lingkungan secara berkala, skrining kadar Pb darah pada kelompok rentan, serta edukasi masyarakat mengenai bahaya paparan logam berat.^{16, 22, 29}

Hasil penelitian ini semakin memperkuat konsep bahwa stunting dan keterlambatan perkembangan anak merupakan masalah multidimensional yang tidak hanya dipengaruhi oleh faktor gizi, tetapi juga oleh faktor lingkungan. Oleh karena itu, keberhasilan program pembangunan sumber daya manusia Indonesia memerlukan integrasi antara intervensi gizi, pengendalian pencemaran lingkungan, peningkatan kualitas sanitasi, dan perlindungan kesehatan anak dari berbagai paparan toksik yang dapat menghambat tumbuh kembang secara optimal.

Penelitian ini memiliki nilai kebaruan karena mengevaluasi hubungan kadar timbal darah dengan pertumbuhan dan perkembangan anak pada kawasan peleburan logam rumah tangga di Kabupaten Tegal yang masih sangat terbatas diteliti di Indonesia. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak dilakukan pada kawasan industri besar atau wilayah perkotaan. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa industri informal skala rumah tangga juga memiliki dampak serius terhadap kesehatan anak dan berpotensi menjadi faktor risiko stunting berbasis lingkungan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan kebijakan kesehatan lingkungan, penguatan regulasi industri informal, serta program pencegahan stunting berbasis risiko lingkungan di Indonesia.

KETERBATASAN PENELITIAN

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Desain cross-sectional tidak dapat memastikan hubungan kausalitas secara langsung. Penelitian juga belum melakukan pemeriksaan kadar timbal pada media lingkungan seperti tanah, air, dan udara. Selain itu, faktor asupan nutrisi harian anak belum dievaluasi secara mendalam.

SIMPULAN

Kadar timbal darah yang tinggi berhubungan signifikan dengan gangguan pertumbuhan dan perkembangan anak usia balita di kawasan industri peleburan logam informal Kabupaten Tegal. Paparan timbal

merupakan faktor risiko independen yang dapat memperburuk status kesehatan anak. Penguatan program kesehatan lingkungan, pemantauan kadar timbal darah, edukasi masyarakat, dan intervensi gizi perlu dilakukan secara terpadu untuk mencegah dampak jangka panjang pada anak.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. Childhood Lead Poisoning. Geneva: WHO; 2023.
2. World Health Organization. Our Children's Future: A Call to End Childhood Lead Poisoning. Geneva: WHO; 2023.
3. UNICEF. The Toxic Truth: Children's Exposure to Lead Pollution. New York: UNICEF; 2020.
4. United Nations Environment Programme. Global Alliance to Eliminate Lead Paint: Progress Report 2023. Nairobi: UNEP; 2023.
5. Lanphear BP, Hornung R, Khoury J, Yolton K, Baghurst P, Bellinger DC, et al. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environ Health Perspect.* 2005;113(7):894–899. doi:10.1289/ehp.7688
6. Canfield RL, Henderson CR Jr, Cory-Slechta DA, Cox C, Jusko TA, Lanphear BP. Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 µg/dL. *N Engl J Med.* 2003;348(16):1517–1526. doi:10.1056/NEJMoa022848
7. Bellinger DC. Very low lead exposures and children's neurodevelopment. *Curr Opin Pediatr.* 2008;20(2):172–177. doi:10.1097/MOP.0b013e3282f4f97b
8. Sanders T, Liu Y, Buchner V, Tchounwou PB. Neurotoxic effects and biomarkers of lead exposure: A review. *Rev Environ Health.* 2009;24(1):15–45. doi:10.1515/REVEH.2009.24.1.15
9. Flora G, Gupta D, Tiwari A. Toxicity of lead: A review with recent updates. *Interdiscip Toxicol.* 2012;5(2):47–58. doi:10.2478/v10102-012-0009-2
10. Zheng Y, Wang Y, Zhang Y, Li Y. Environmental metal exposure and growth to 10 years of age: A prospective cohort study. *Sci Total Environ.* 2021;771:144717. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.144717
11. Bae S, Lim YH, Hong YC. Nutritional factors and blood lead concentrations in children. *Nutrients.* 2021;13(2):512. doi:10.3390/nu13020512
12. Jain A, Meena P, Agarwal N. Environmental exposure to lead and its impact on children's health: A systematic review. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022;29(15):22345–22358. doi:10.1007/s11356-021-18381-5
13. Dórea JG. Environmental exposure to low-level lead and neurodevelopment in children: A review. *Environ Res.* 2022;204(Pt C):112074. doi:10.1016/j.envres.2021.112074
14. Cordoba-Gamboa L, Valencia-Ramirez LC, et al. Lead exposure can affect early childhood development: A meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(6):5174. doi:10.3390/ijerph20065174
15. Pennington AF, Smith MR, Ebba EK, et al. Effects of blood lead levels in school-age children and adolescents: A scoping review. *Pediatrics.* 2024;154(Suppl 2):e2024067808F. doi:10.1542/peds.2024-067808F
16. Mansyur M, Fitriani DY, Prayogo A. Determinant factors of children's blood lead levels in Java, Indonesia. *Int J Hyg Environ Health.* 2024;261:114426. doi:10.1016/j.ijheh.2024.114426
17. Dinas Kesehatan Kabupaten Tegal. Data Kejadian Stunting Tahun 2024. Tegal: Dinkes Kabupaten Tegal; 2024.
18. Pure Earth Indonesia. Toxic Sites Identification Program Report. Jakarta: Pure Earth Indonesia; 2018.
19. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Geneva: WHO; 2006.
20. Walker SP, Wachs TD, Grantham-McGregor S, et al. Inequality in early childhood: Risk and protective factors for early child development. *Lancet.* 2011;378(9799):1325–1338. doi:10.1016/S0140-6736(11)60555-2
21. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Blood Lead Reference Value Updates. Atlanta: CDC; 2024.
22. World Health Organization. Lead Poisoning and Health. Geneva: WHO; 2024.
23. Mansyur M, Fitriani DY, Prayogo A. Determinant factors of children's blood lead levels in Java, Indonesia. *Int J Hyg Environ Health.* 2024;261:114426. doi:10.1016/j.ijheh.2024.114426.

24. Zarmawi R, Sari NP, Susanti N, et al. The association of children's blood lead levels and prevalence of stunting in tin mining area in Indonesia. *Ann Glob Health*. 2023;89(1):1–11. doi:10.5334/aogh.4119.
25. Bae S, Lim YH, Hong YC. Nutritional factors and blood lead concentrations in children. *Nutrients*. 2021;13(2):512. doi:10.3390/nu13020512.
26. Córdoba-Gamboa L, Valencia-Ramírez LC, et al. Lead exposure can affect early childhood development and intelligence: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(6):5174. doi:10.3390/ijerph20065174.
27. Pennington AF, Smith MR, Ebba EK, et al. Effects of blood lead levels in school-age children and adolescents: A scoping review. *Pediatrics*. 2024;154(Suppl 2). doi:10.1542/peds.2024-067808F.
28. Dórea JG. Environmental exposure to low-level lead and neurodevelopment in children: A review. *Environ Res*. 2022;204(Pt C):112074. doi:10.1016/j.envres.2021.112074.
29. Obeng-Gyasi E. Sources of lead exposure in various countries. *Rev Environ Health*. 2021;36(1):25–34. doi:10.1515/reveh-2020-0037.
30. Ericson B, Caravanos J, Taylor MP, et al. The global burden of lead toxicity attributable to informal used lead-acid battery recycling. *Ann Glob Health*. 2021;87(1):55. doi:10.5334/aogh.3300.
31. Mitra P, Sharma S, Purohit P, Sharma P. Clinical and molecular aspects of lead toxicity: An update. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2023;60(2):89–105.
32. Kordas K, Ravenscroft J, Cao Y, McLean EV. Lead exposure in low- and middle-income countries: Perspectives and lessons. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(19):12345.
33. Rahman A, Kumarathasan P, Gomes J. Assessment of childhood lead exposure in battery recycling communities: A systematic review. *Environ Res*. 2022;214:113815. doi:10.1016/j.envres.2022.113815.
34. Liu J, Ai Y, McCauley L, Pinto-Martin J. Blood lead levels and child growth outcomes: Evidence from a longitudinal cohort study in China. *Sci Total Environ*. 2022;806:150512. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.150512.
35. Al-Saleh I, Coskun S, Mashhour A, et al. Oxidative stress biomarkers associated with lead exposure in children. *Biol Trace Elem Res*. 2021;199(8):2870–2879. doi:10.1007/s12011-020-02440-5.

ORIGINALITY REPORT

17%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

9%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.umsu.ac.id Internet Source	1 %
2	Gloria Nirmayanty, Metty Metty, Untung S. Widodo. "Iodium intake, history of breastfeeding, growth and development of toddler aged 13–23 months at Srumbung, Magelang", Ilmu Gizi Indonesia, 2019 Publication	1 %
3	Rina Oktaviana, Sandy Setiawati, Nevi Susianty. "Hubungan Paparan Timbal Lingkungan dengan Kejadian Preeklamsi pada Ibu Hamil", Jurnal Ners, 2025 Publication	1 %
4	garuda.kemdikbud.go.id Internet Source	1 %
5	jurnal.politeknikyakpermas.ac.id Internet Source	1 %
6	ejournal.helvetia.ac.id Internet Source	1 %
7	Submitted to LL DIKTI IX Turnitin Consortium Part III Student Paper	1 %
8	journal.febubhara-sby.org Internet Source	1 %
9	www.activia.co.id Internet Source	1 %

10	ojs.uho.ac.id Internet Source	<1 %
11	ejournal.unimman.ac.id Internet Source	<1 %
12	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
13	www.unicef.org Internet Source	<1 %
14	Submitted to Forum Perpustakaan Perguruan Tinggi Indonesia Jawa Tengah Student Paper	<1 %
15	www.scribd.com Internet Source	<1 %
16	hnmj.gums.ac.ir Internet Source	<1 %
17	kesans.rifainstitute.com Internet Source	<1 %
18	news.unair.ac.id Internet Source	<1 %
19	repo.upertis.ac.id Internet Source	<1 %
20	bnj.akys.ac.id Internet Source	<1 %
21	"Abstracts", Public Health Nutrition, 2013 Publication	<1 %
22	Raihany Aulia Putri, Bintang Tatius, Nabil Hajar. "Hubungan Tingkat Kecemasan dengan Kualitas Tidur Perawat : Studi Cross-Sectional di RSUD DR. Adhyatma, MPH Semarang", Jurnal Medika Malahayati, 2026 Publication	<1 %

23	Submitted to Universitas Warmadewa Student Paper	<1 %
24	cdn.juris.id Internet Source	<1 %
25	repository.um-surabaya.ac.id Internet Source	<1 %
26	Norlaila Sofia, Tien Zubaidah, Rusmilawaty Rusmilawaty. "Kesehatan Otak pada Anak Usia 24â€“36 Bulan:", Jurnal Skala Kesehatan, 2025 Publication	<1 %
27	jvessels.muq.ac.ir Internet Source	<1 %
28	public-pages-files-2025.frontiersin.org Internet Source	<1 %
29	www.prosehat.com Internet Source	<1 %
30	B. B. Little, S. Spalding, B. Walsh, D. C. Keyes, J. Wainer, S. Pickens, M. Royster, J. Villanacci, T. Gratton. "Blood lead levels and growth status among African-American and Hispanic children in Dallas, Texas – 1980 and 2002: Dallas Lead Project II", Annals of Human Biology, 2009 Publication	<1 %
31	Suryani Agustina Daulay, Andi Eka Yuniarto, Hesti Yuningrum, Sutrio Sutrio. "Correlation of Micronutrient Intake to BMI in Elderly Prolanis Participants", Media Ilmiah Kesehatan Indonesia, 2026 Publication	<1 %
32	Th. Haas, W. Mache, K.-H. Schaller, K. Mache, G. Klavis, R. Stumpf. "The determination of	<1 %

delta-aminolaevulinic acid dehydratase
activity and its diagnostic value",
Internationales Archiv für Arbeitsmedizin,
1972

Publication

33	cicidesri.com	<1 %
----	---------------	------

Internet Source

34	vdocuments.site	<1 %
----	-----------------	------

Internet Source

35	www.slideshare.net	<1 %
----	--------------------	------

Internet Source

36	2023.iseeconference.org	<1 %
----	-------------------------	------

Internet Source

37	Joyce Bratanata, Rino Alvani Gani, Teguh Haryono Karjadi. "Proporsi Infeksi Virus Hepatitis B Tersamar pada Pasien yang Terinfeksi Human Immunodeficiency Virus", Jurnal Penyakit Dalam Indonesia, 2017	<1 %
----	---	------

Publication

38	Kiki Natasia, Dinar Putri Rahmawati, Rine Dhenok Ardianti. "Gambaran Prevalensi Stunting dan Praktik Pemberian ASI Eksklusif di Indonesia Berdasarkan Data SSGI 2024", Ghidza: Jurnal Gizi dan Kesehatan, 2025	<1 %
----	--	------

Publication

39	Lian Dwi Fibrianti, R. Azizah. "Characteristic, Levels of lead in the blood, and hypertension of Workers Batteries Home Industry at Talun Village Sukodadi District Lamongan Regency", JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN, 2016	<1 %
----	--	------

Publication

40	Riska Oktavioni Salsabilla, Bagus Pratama, Dian Isti Angraini. "The Kadar Timbal Darah	<1 %
----	--	------

pada Kesehatan Anak", Jurnal Penelitian
Perawat Profesional, 2020

Publication

41	caritulisan.com Internet Source	<1 %
42	docobook.com Internet Source	<1 %
43	jikm.upnvj.ac.id Internet Source	<1 %
44	justahitian.wordpress.com Internet Source	<1 %
45	pesquisa.bvsalud.org Internet Source	<1 %
46	reposister.almaata.ac.id Internet Source	<1 %
47	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
48	www.preprints.org Internet Source	<1 %
49	qdoc.tips Internet Source	<1 %
50	Dini Makrufiyani, Dyah Noviawati Setya Arum, Nanik Setiyawati. "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Status Perkembangan Balita Di Sleman Yogyakarta", JURNAL NUTRISIA, 2020 Publication	<1 %
51	Ola Satria Putra Wijaya, Akhmad Kheru Dharmawan, Muhammad Hatta, Retno Ariza Soemarwoto, Jordy Oktobiannobel. "Gambaran Merokok Dengan Fungsi Paru Peak Flow Pada Petugas Keamanan Di RSUD	<1 %

Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung",
Jurnal Medika Malahayati, 2025

Publication

Exclude quotes	On	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	On		

FINAL GRADE

GENERAL COMMENTS

/0

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11