

KORELASI KONSENTRASI DEPOSIT FE (ZAT BESI) PADA RAMBUT TERHADAP PERKEMBANGAN ANAK BALITA STUNTING DI PUSKESMAS TAMALATE

Jinan Maghfirah Azzahra Iswan¹, A. Husni Esa Darussalam^{2*}, Andy Visi Kartika³, Irmayanti⁴, Sidrah Darma⁵

¹Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia

²Departemen Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia, Rumah Sakit Ibnu Sina YW – UMI

³Departemen Ilmu Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia, Rumah Sakit Ibnu Sina YW – UMI

⁴Departemen Ilmu Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia, Rumah Sakit Ibnu Sina YW - UMI

⁵Departemen Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia, Rumah Sakit Ibnu Sina YW - UMI

(*)Korespondensi: ahusniesa.darussalam@umi.ac.id

ABSTRAK

Kekurangan zat besi tetap menjadi masalah kesehatan yang signifikan dalam meningkatkan kesehatan anak, khususnya di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini mengeksplorasi korelasi antara konsentrasi zat besi pada rambut dan stunting pada anak di kawasan Puskesmas Tamalate, Makassar. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran, menggabungkan metode kuantitatif dan kualitatif dengan desain studi cross-sectional. Data primer diperoleh melalui observasi langsung, yang kemudian dikombinasikan dengan pengisian kuesioner dan data perkembangan anak dari *Pre-Screening Developmental Questionnaire*. Hasil penelitian menunjukkan korelasi yang lemah antara kadar zat besi dan pertumbuhan anak yang terhambat ($p > 0,5$). Konsentrasi zat besi rambut umumnya di atas (<100), dan hasil perkembangan anak (sesuai: 19 sampel (51,4%)), menunjukkan bahwa zat besi bukan satu-satunya faktor yang mempengaruhi perkembangan anak. Faktor-faktor lain seperti praktik membesarkan anak yang disertai dengan stimulasi berperan. Kadar zat besi pada rambut diukur menggunakan spektrofotometri dengan metode AAS, dan perkembangan anak dinilai menggunakan prakuesioner. Hasil penelitian ini menekankan perlunya pendekatan komprehensif untuk pencegahan stunting yang tidak hanya mencakup intervensi gizi tetapi juga strategi sosial, kesehatan, dan lingkungan yang lebih luas. Studi ini menyoroti pentingnya mengintegrasikan berbagai faktor, termasuk nutrisi, perawatan kesehatan, dan pendidikan, untuk memastikan pertumbuhan dan perkembangan yang optimal pada anak.

Kata kunci: Kekurangan Zat Besi, Stunting, Perkembangan Anak, Kadar Zat Besi Rambut, Studi Kohort Prospektif

ABSTRACT

Iron deficiency remains a significant health issue in improving children's health, particularly in Indonesia. Therefore, this study explores the correlation between iron concentration in hair and stunting in children in the Tamalate Health Center area, Makassar. This research employs a mixed-methods approach, combining quantitative and qualitative methods with a cross-sectional study design. Primary data were obtained through direct observation, which was then combined with questionnaire completion and child development data from the pre-screening development questionnaire. The results of the study showed a weak correlation between iron levels and stunted child development ($p > 0.5$). Hair iron concentrations were generally above (<100), and child development outcomes (appropriate: 19 samples (51.4%)), indicating that iron is not the sole factor influencing child development. Other factors such as child-rearing practices accompanied by stimulation play a role. Iron levels in hair were measured using spectrophotometry with the AAS method, and child development was assessed using the questionnaire. The results of this study emphasize the need for a comprehensive approach to stunting prevention that includes not only nutritional interventions but also broader social, health, and environmental strategies.

Keywords: Iron Deficiency, Stunting, Child Development, Hair Iron Levels, Prospective Cohort Study

Submitted : 20-06-2025

Revision : 15-02-2026

Accepted: 06-03-2026



Syifa Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan by <https://jurnal.um-palembang.ac.id/syifamedika> is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Copyright (c) 2026 Jinan Maghfirah Azzahra Iswan, dkk

Pendahuluan

Stunting merupakan masalah kesehatan masyarakat yang serius di Indonesia, tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan fisik anak-anak tetapi juga berdampak jangka panjang pada perkembangan kognitif, motorik, dan sosio-emosional. Menurut data global dan nasional, prevalensi stunting di Indonesia tetap pada tingkat yang mengkhawatirkan, mengindikasikan masalah mendasar dalam memenuhi kebutuhan gizi, terutama pada tahap awal kehidupan. Salah satu mikronutrien penting yang memainkan peran penting selama periode pertumbuhan ini adalah zat besi (Fe), yang terlibat dalam sintesis hemoglobin, perkembangan otak, dan sistem kekebalan tubuh anak-anak.^{1,2}

Selama tahap awal kehidupan, kebutuhan zat besi sangat tinggi untuk mendukung produksi sel darah merah, perkembangan otot, dan perkembangan neurologis. Neonatus, bayi, dan balita memperoleh zat besi dari ASI (melalui laktoferin), serta makanan hewani (heme) dan nabati (non-heme). Kekurangan zat besi selama periode ini dapat menyebabkan anemia defisiensi besi, yang berdampak negatif pada perhatian, memori, dan kontrol motorik, dan meningkatkan risiko stunting.^{3,4}

Beberapa penelitian telah mengkonfirmasi hubungan antara kadar zat besi yang rendah dan keterlambatan perkembangan anak. Anak-anak dengan kadar zat besi yang memadai menunjukkan pertumbuhan yang lebih optimal dibandingkan dengan mereka yang kekurangan.^{5,6} Di sisi lain, stunting tidak hanya disebabkan oleh faktor diet tetapi juga oleh faktor non-diet seperti pendidikan orang tua yang rendah, praktik pengasuhan yang tidak memadai, dan kondisi sanitasi yang buruk.^{7,8} Dalam konteks pengukuran status zat besi, pendekatan konvensional melalui darah dan urin memiliki keterbatasan karena sifatnya yang fluktuatif. Sebaliknya, analisis mineral pada rambut adalah alternatif non-invasif yang dianggap lebih stabil dalam mencerminkan akumulasi zat besi jangka panjang. Rambut dapat menyimpan unsur mineral seperti zat besi untuk waktu yang lebih lama dibandingkan dengan jaringan tubuh lainnya dan kurang dipengaruhi oleh kondisi metabolisme akut.^{9,10} Hal ini menjadikan rambut sebagai biomarker potensial untuk mengevaluasi status gizi mikronutrien, termasuk zat besi.

Namun, hingga saat ini, hanya sedikit penelitian di Indonesia yang memanfaatkan sampel rambut sebagai alat untuk mengukur kadar zat besi dalam kaitannya dengan status perkembangan anak stunting. Inovasi ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan deteksi dini gangguan gizi dan perkembangan pada anak-anak tanpa memerlukan metode invasif. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memverifikasi hubungan antara endapan zat besi pada rambut dan perkembangan anak yang kerdil. Urgensi penelitian ini semakin ditekankan oleh kebutuhan mendesak akan metode yang praktis, efektif, dan dapat diterapkan untuk skrining status gizi di tingkat perawatan primer.

Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode campuran yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif.^{11,12} Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menilai kadar zat besi (Fe) pada sampel rambut balita stunting di wilayah kerja Puskesmas Tamalate, Kota Makassar. Sementara itu, pendekatan kualitatif dilakukan melalui wawancara mendalam untuk mengeksplorasi perkembangan anak dan berbagai faktor yang mempengaruhinya dari perspektif orang tua atau pengasuh. Penelitian ini menggunakan desain *cross-sectional*, dengan pendataan dilakukan pada waktu tertentu untuk mengamati hubungan antara kadar zat besi, status stunting, dan perkembangan anak.^{13,14} Populasi yang terlibat adalah seluruh balita berstatus stunting di Puskesmas Tamalate, dan pengambilan sampel dilakukan dengan teknik pengambilan sampel total. Data diperoleh dari dua sumber, yaitu

data primer melalui pengujian laboratorium dan wawancara, dan data sekunder dari rekam medis puskesmas.¹⁵ Studi ini dilakukan di Pusat Kesehatan Masyarakat Tamalate pada tahun 2025, dengan pengumpulan data berlangsung selama bulan Februari. Variabel utama yang diteliti antara lain kadar zat besi pada rambut, status stunting berdasarkan tinggi badan untuk usia (HFA), dan perkembangan anak yang dinilai menggunakan *Pre-Screening Development Questionnaire* (PSDQ). Kadar zat besi dianalisis menggunakan metode AAS dengan spektrofotometri, sedangkan stunting diidentifikasi jika HFA anak di bawah standar deviasi -2. Evaluasi pembangunan dilakukan dengan menggunakan klasifikasi kuesioner: tepat, dipertanyakan, atau menyimpang. Kriteria inklusi meliputi anak berusia 24–59 bulan dengan stunting, sedangkan kriteria pengecualian mencakup anak dengan kelainan bawaan, penyakit kronis, dan rekam medis yang tidak lengkap atau rusak. Tahapan penelitian diawali dengan persiapan, seperti penentuan populasi dan waktu pendataan, dilanjutkan dengan implementasi, yang meliputi proses perizinan, identifikasi status gizi, pengambilan sampel rambut, dan wawancara. Proses pengujian kadar zat besi melibatkan pencucian, penimbangan, dan pelarutan rambut sesuai protokol Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar (Labkesmas Makassar 1). Hasil yang diperoleh telah mengalami validasi akurasi, presisi, dan batas deteksi dan kuantifikasi yang dilakukan di Labkesmas Makassar 1. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian dengan nomor rekomendasi 156/A.1/KEP-UMI/III/2025.

Hasil Penelitian

Karakteristik Sampel Penelitian

Table 1. Hasil Karakteristik Sampel Penelitian

Variabel	Kategori	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Laki-laki	19	47,5
	Perempuan	21	52,5
	Total	40	100
Tingkat Perkembangan Anak	Pantas	21	52,5
	Dipertanyakan	15	37,5
	Penyimpangan	4	10,0
	Total	40	100
Perkembangan Kognitif	Sangat Buruk	15	37,5
	Kurang	4	10,0
	Baik	21	52,5
	Total	40	100
Keterampilan Motorik Halus	Sangat Buruk	13	32,5
	Kurang	5	12,5
	Baik	22	55,0
	Total	40	100
Keterampilan Motorik Kasar	Sangat Buruk	15	37,5
	Kurang	4	10,0
	Baik	21	52,5
	Total	40	100

	Total	40	100
Bahasa Anak	Sangat Buruk	16	40,0
	Kurang	4	10,0
	Baik	20	50,0
	Total	40	100
Sosial Emosional	Kurang	30	75,0
	Baik	10	25,0
	Total	40	100
Faktor Sosial Ekonomi	Kurang	18	45,0
	Rentan terhadap Kemiskinan	19	47,5
	Standar	3	7,5
	Total	40	100
Pendidikan Ibu	Sekolah Dasar	2	5,0
	Sekolah Menengah Pertama	17	42,5
	Sekolah Menengah Atas	21	52,5
	Total	40	100
Praktik Hidup Sehat	Kurang	40	100
	Total	40	100
Dukungan Lingkungan	Mengunjungi Puskesmas Secara Teratur	40	100
	Total	40	100

Berdasarkan tabel distribusi karakteristik responden ($n = 40$), mayoritas anak berjenis kelamin perempuan (52,5%), sedangkan laki-laki sebanyak 47,5%. Pada tingkat perkembangan anak, sebagian besar berada pada kategori pantas (52,5%), namun masih terdapat 37,5% dengan perkembangan yang dipertanyakan dan 10% mengalami penyimpangan. Pada aspek perkembangan kognitif, lebih dari setengah responden berada pada kategori baik (52,5%), meskipun masih ditemukan 37,5% dalam kategori sangat buruk dan 10% kategori kurang.

Pada aspek keterampilan motorik, baik motorik halus maupun motorik kasar menunjukkan pola yang hampir serupa, di mana sebagian besar anak berada pada kategori baik (55% untuk motorik halus dan 52,5% untuk motorik kasar). Namun demikian, masih terdapat proporsi anak dengan kemampuan sangat buruk masing-masing sebesar 32,5% pada motorik halus dan 37,5% pada motorik kasar. Pada aspek bahasa, separuh responden (50%) berada pada kategori baik, sedangkan 40% tergolong sangat buruk dan 10% kurang. Sementara itu, pada perkembangan sosial emosional, sebagian besar anak (75%) berada pada kategori kurang, menunjukkan bahwa aspek ini merupakan area yang paling membutuhkan perhatian.

Dilihat dari faktor eksternal, hampir setengah responden berasal dari keluarga rentan terhadap kemiskinan (47,5%) dan 45% berada pada kategori sosial ekonomi kurang, sedangkan hanya 7,5% yang berada pada kategori standar. Tingkat pendidikan ibu didominasi oleh sekolah menengah atas (52,5%), diikuti sekolah menengah pertama (42,5%) dan sekolah dasar (5%). Seluruh responden (100%) tercatat memiliki praktik hidup sehat dalam kategori kurang, namun seluruhnya juga rutin mengunjungi puskesmas

secara teratur (100%). Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun akses layanan kesehatan cukup baik, masih terdapat berbagai faktor perkembangan dan sosial ekonomi yang berpotensi memengaruhi tumbuh kembang anak.

Konsentrasi Zat Besi pada Rambut Anak

Tabel 2. Konsentrasi Zat Besi pada Rambut Anak

Deskripsi	Konsentrasi Fe ($\mu\text{g} / \text{g}$)
Minimum	56.67
Maksimum	486.89
Rata-rata	195.09
Nilai Menengah	146.12
Standar Deviasi	120.83

Konsentrasi Fe (zat besi) yang mengendapkan pada rambut anak balita stunting di wilayah kerja Puskesmas Tamalat Kota Makassar memiliki nilai yang sangat bervariasi. Nilai minimum konsentrasi Fe tercatat sebesar 56,67 $\mu\text{g/g}$, sedangkan nilai maksimum mencapai 486,89 $\mu\text{g/g}$ dengan konsentrasi Fe rata-rata dari semua sampel adalah 195,09 $\mu\text{g/g}$. Nilai rata-rata konsentrasi Fe adalah 146,12 $\mu\text{g/g}$ dengan standar deviasi 144,56,13 $\mu\text{g/g}$. Standar Indonesia yang tinggi menunjukkan bahwa ada keragaman yang cukup besar dalam konsentrasi Fe antar individu. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan asupan makanan, status gizi, kondisi metabolisme, dan faktor lingkungan yang mempengaruhi akumulasi zat besi di rambut. Nilai maksimum yang sangat tinggi juga menunjukkan outlier, atau kemungkinan beberapa anak memiliki konsentrasi Fe yang jauh lebih tinggi.

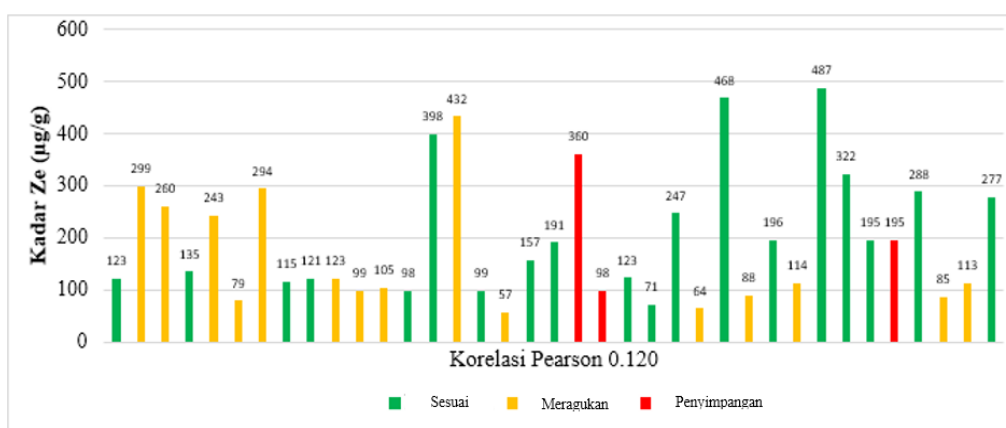
Tingkat Perkembangan Balita

Tabel 3. Tingkat Perkembangan Balita

Tingkat Perkembangan Anak	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Pantas	19	51.4
Keraguan	15	40.5
Penyimpangan	3	8.1
TOTAL	37	100

Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat perkembangan anak balita di wilayah kerja Puskesmas Tamalate, Kota Makassar. Hasil penilaian menggunakan *Pre-Screening Developmental Questionnaire* menunjukkan bahwa dari 37 anak yang diteliti, sebanyak 19 anak atau 51,4% memiliki perkembangan sesuai usia, 15 anak atau 40,5% dalam kategori meragukan, dan 3 anak atau 8,1% menunjukkan penyimpangan perkembangan. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar anak masih berkembang secara normal, hampir setengah dari responden mengalami keterlambatan perkembangan yang perlu diwaspadai.

Korelasi antara Tingkat Perkembangan Anak dan Kadar Zat Besi



Gambar 1. Korelasi antara Tingkat Perkembangan Anak dan Kadar Zat Besi

Gambar 1 menunjukkan konsentrasi zat besi (Fe) per sampel, dinyatakan dalam $\mu\text{g g}^{-1}$. Sebanyak 19 sampel ($\approx 79\%$) memenuhi kriteria "dapat diterima", 4 sampel ($\approx 17\%$) berada di zona 'dipertanyakan', dan satu sampel ($\approx 4\%$) diklasifikasikan sebagai "menyimpang" dengan konsentrasi $360 \mu\text{g g}^{-1}$. Koefisien korelasi Pearson antara konsentrasi zat besi dan variabel pendamping yang dianalisis dicatat sebagai $r = 0,120$ (ditunjukkan di bawah grafik), menunjukkan hubungan linier yang sangat lemah dan secara statistik diperkirakan tidak signifikan. Oleh karena itu, variabel yang menyertainya tidak secara substansial menjelaskan variasi konsentrasi Fe, sementara distribusi konsentrasi zat besi terus menunjukkan dominasi sampel dalam batas aman, disertai dengan sejumlah kecil kasus ambang batas dan penyimpangan.

Hubungan Antara Endapan Zat Besi dan Perkembangan Otak Pada Balita Stunting

Penelitian ini menyoroti dampak multidimensi stunting terhadap perkembangan anak, dengan fokus khusus pada status zat besi sebagai salah satu faktor kunci yang mempengaruhi hasil perkembangan. Dari 37 bayi yang mengalami stunting, lebih dari separuh ($51,4\%$) menunjukkan perkembangan yang sesuai dengan usia menurut Kuesioner Skrining Perkembangan (DSQ), sementara $40,5\%$ diklasifikasikan sebagai dipertanyakan dan $8,1\%$ menunjukkan penyimpangan perkembangan. Meskipun beberapa anak tampaknya berkembang secara normatif, risiko gangguan perkembangan tetap tinggi.^{16,17} Secara rinci, aspek kognitif, motorik halus, dan motorik kasar menunjukkan bahwa sekitar $50\text{-}54\%$ anak-anak berada dalam kategori baik, sementara 40% kurang baik, dan $8\text{-}10\%$ tertunda. Kondisi ini mencerminkan kelainan struktural otak yang mungkin diakibatkan oleh kekurangan gizi kronis selama periode kritis perkembangan otak.¹⁸ Selain itu, keterbatasan dalam aspek bahasa dan sosial-emosional bahkan lebih signifikan, dengan $51,3\%$ anak menunjukkan perkembangan bahasa yang rendah dan $81,1\%$ mengalami defisit dalam aspek sosial-emosional.

Hal ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh kurangnya stimulasi lingkungan, pengasuhan yang tidak optimal, dan kemungkinan kerusakan biologis akibat stunting.¹⁹ Faktor nutrisi, terutama status zat besi, memainkan peran sentral dalam konteks ini. Studi terbaru menunjukkan bahwa kekurangan zat besi dapat berdampak signifikan pada perkembangan neurologis dan motorik anak. Zat besi sangat penting untuk fungsi inti perhatian, pembelajaran, dan pembentukan memori dalam perkembangan kognitif.^{4,6} Anak-anak dengan stunting umumnya memiliki kadar zat besi serum yang lebih rendah dibandingkan dengan anak yang tidak stunting sehingga memperburuk keterlambatan perkembangan.²⁰

Kadar zat besi dalam penelitian ini diukur melalui analisis rambut, metode non-invasif yang semakin banyak digunakan karena kemampuannya untuk mencerminkan status mikronutrien jangka panjang. Hasil menunjukkan bahwa sekitar 79% anak-anak berada dalam kisaran aman, 17% berada di borderline, dan satu kasus menunjukkan kadar kelebihan ($\approx 4\%$). Meskipun sebagian besar kasus tampak normal, kasus ekstrem tetap penting untuk dipantau, karena mungkin dikaitkan dengan gangguan metabolisme atau paparan lingkungan tertentu.²¹ Menariknya, korelasi antara kadar zat besi dan perkembangan anak sangat lemah ($r = 0,120$), menunjukkan bahwa status zat besi bukan satu-satunya indikator perkembangan. Hal ini konsisten dengan temuan yang menekankan perlunya pendekatan holistik dalam intervensi, termasuk memantau berat badan lahir, status imunisasi, praktik menyusui, dan status sosial ekonomi keluarga.^{22,23} Status zat besi pada ibu selama kehamilan juga berkontribusi signifikan pada hasil perkembangan anak.

Ibu dengan anemia defisiensi besi cenderung memiliki anak dengan simpanan zat besi rendah dan peningkatan risiko gangguan perkembangan.²⁴ Meskipun suplementasi zat besi telah terbukti meningkatkan status zat besi, dampaknya pada perkembangan motorik dan kognitif bervariasi tergantung pada latar belakang gizi dan lingkungan sosial anak. Oleh karena itu, strategi intervensi yang komprehensif sangat penting, termasuk pendidikan orang tua, peningkatan kualitas makanan, akses ke layanan kesehatan, dan intervensi psikososial.²⁵

Implikasi Penelitian

Temuan penelitian ini menggarisbawahi hubungan kompleks antara kadar zat besi dan perkembangan anak, terutama di kalangan balita yang stunting. Terlepas dari korelasi lemah yang diamati, penelitian ini menunjukkan bahwa zat besi berperan dalam perkembangan kognitif dan motorik, meskipun faktor lain, seperti status sosial ekonomi, kesehatan ibu, dan praktik pengasuhan anak, juga dapat berkontribusi secara signifikan terhadap hasil perkembangan. Temuan ini menyoroti perlunya pendekatan yang lebih komprehensif untuk pencegahan stunting yang mengintegrasikan tidak hanya intervensi nutrisi tetapi juga faktor perawatan kesehatan, sosial, dan lingkungan yang lebih luas. Studi ini memberikan wawasan berharga yang dapat menginformasikan pembuat kebijakan, praktisi kesehatan, dan ahli gizi dalam mengembangkan strategi yang lebih holistik dan terarah untuk memerangi stunting dan memastikan perkembangan anak yang optimal di Indonesia.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang dapat mempengaruhi interpretasi temuan. Penggunaan kadar zat besi rambut sebagai satu-satunya indikator status zat besi mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan kebutuhan zat besi tubuh yang dinamis dan langsung, karena merupakan biomarker yang lebih stabil tetapi responsif lebih lambat. Selain itu, sifat *cross-sectional* dari penelitian ini membatasi kemampuan untuk menetapkan kausalitas antara kadar zat besi dan hasil perkembangan. Sampel tersebut terbatas pada anak-anak di dalam wilayah Puskesmas Tamalate, Makassar, yang mungkin tidak mewakili daerah lain dengan kondisi demografis dan sosial ekonomi yang berbeda. Selain itu, penelitian ini tidak memperhitungkan faktor yang membingungkan potensial seperti kecenderungan genetik, adanya kekurangan mikronutrien lainnya, dan pengaruh lingkungan pada perkembangan anak.

Simpulan dan Saran

Studi ini mengungkapkan bahwa meskipun zat besi memainkan peran penting dalam perkembangan anak, terutama dalam mendukung fungsi kognitif dan motorik, dampaknya terhadap perkembangan anak yang terhambat tidak signifikan yang diantisipasi sebelumnya. Korelasi yang lemah antara kadar zat besi dan hasil perkembangan menunjukkan bahwa faktor lain, seperti kesehatan ibu, kondisi sosial ekonomi, dan perawatan anak usia dini, memainkan peran yang lebih menonjol dalam membentuk pertumbuhan dan perkembangan anak. Oleh karena itu, intervensi untuk mengatasi stunting harus mengadopsi pendekatan holistik, dengan mempertimbangkan interaksi berbagai faktor yang mempengaruhi kesehatan dan perkembangan anak, daripada hanya berfokus pada suplementasi zat besi. Berdasarkan temuan penelitian ini, disarankan agar penelitian ke depan mengeksplorasi interaksi kompleks antara berbagai mikronutrien, faktor sosial ekonomi, dan perkembangan anak usia dini. Studi longitudinal diperlukan untuk lebih memahami efek jangka panjang dari kekurangan zat besi dan kekurangan nutrisi lainnya pada perkembangan anak. Selain itu, program kesehatan yang bertujuan untuk mencegah stunting harus fokus pada intervensi komprehensif yang mengintegrasikan dukungan gizi dengan perbaikan kesehatan ibu, perawatan anak usia dini, pendidikan, dan kondisi sosial ekonomi. Kolaborasi antara berbagai sektor, termasuk kesehatan, pendidikan, dan layanan sosial, sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang kondusif untuk perkembangan anak yang optimal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh tenaga pendidik, dosen dan khususnya pembimbing penelitian, dan penulis berterimakasih atas segala dedikasi yang diberikan oleh pihak Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia.

Daftar Pustaka

1. Erda R, Alisyah NK, Suntara DA, Yunaspi D. Hubungan Pola Asuh Ibu, Pendidikan Ibu, dan ASI Eksklusif Dengan Kejadian Stunting pada Balita. *J Ilmu Kesehat* [Internet]. 2022 Oct 31;6(2):310. Available from: <https://jik.stikesalifah.ac.id/index.php/jurnalkes/article/view/554>
DOI: <https://doi.org/10.33757/jik.v6i2.554>
2. Sinaga RD, Sukanto IS, Wiboworini B, Wahidah NJ, Sari AN. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Stunting Pada Anak Usia 12-59 Bulan. *LINK* [Internet]. 2022 Nov 30;18(2):105–12. Available from: <https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/link/article/view/8931>
DOI: <https://doi.org/10.31983/link.v18i2.8931>
3. Kasanah U, Muawanah S. Efektifitas Pemberian Zinc dalam Peningkatan Tinggi Badan (TB) Anak Stunting di Kabupaten Pati. *Coping Community Publ Nurs* [Internet]. 2020 Oct 31;8(3):251. Available from: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/coping/article/view/66119>
DOI : <https://doi.org/10.24843/coping.2020.v08.i03.p04>
4. McCann S, Mason L, Milosavljevic B, Mbye E, Touray E, Colley A, et al. Iron Status in Early Infancy is Associated with Trajectories of Cognitive Development Up To Pre-School Age in Rural Gambia. Apte A, editor. *PLOS Glob Public Heal* [Internet]. 2023 Nov 1;3(11):e0002531. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pgph.0002531>
DOI : <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002531>
5. Puspitasari B. Penyuluhan Tentang Upaya Pencegahan Stunting Pada Balita di

- Desa Bangkok Kecamatan Gurah Kabupaten Kediri. J Pengabd Masy Tjut Nyak Dhien [Internet]. 2023 Jan 2;2(1):34–9. Available from: <https://journal.utnd.ac.id/index.php/JPMTND/article/view/472>
DOI : <https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.7800>
6. Flora R, Zulkarnain M, Fajar NA, Jasmine AB, Yuliana I, Tanjung R, et al. Factors Associated with Iron Deficiency in Elementary School Children. Open Access Maced J Med Sci [Internet]. 2022 Jan 7;10(E):97–100. Available from: <https://oamjms.eu/index.php/mjms/article/view/7800>
DOI : <https://doi.org/10.20473/imhsj.v3i1.2021.16-23>
7. Nurbaety N, Musmuliadin M. Determinan Kasus Stunting pada Balita Umur 2 - 5 Tahun di Wilayah Kerja Puskesmas Bolo Kabupaten Bima Tahun 2019. Bima Nurs J [Internet]. 2020 Nov 30;2(1):30. Available from: <http://jkip.poltekkes-mataram.ac.id/index.php/bnj/article/view/654>
8. Pratiwi DP, Dewanti L, Husada D. Faktor Kejadian Stunting Pada Balita di Sebuah Desa Kabupaten Tasikmalaya. Indones Midwifery Heal Sci J [Internet]. 2021 Jun 23;3(1):16–23. Available from: <https://e-journal.unair.ac.id/IMHSJ/article/view/26898>
DOI : <https://doi.org/10.35842/ilgi.v6i1.347>
9. Wulandari S. Analisis Clustering Provinsi Berdasarkan Prevalensi Stunting Balita Menggunakan Algoritma Single dan Complete Linkage. Semnas Ristek (Seminar Nas Ris dan Inov Teknol [Internet]. 2024 Jan 31;8(1):26–33. Available from: <https://proceeding.unindra.ac.id/index.php/semnasristek/article/view/7128>
10. Medinawati DS, Melani V, Sa'pang M, Harna H. Pengaruh Media Edukasi Aplikasi “Acenting Seni” Terhadap Pengetahuan dan Sikap Cegah Stunting Sejak Dini Pada Wanita Usia Subur 20–25 Tahun. Ilmu Gizi Indones [Internet]. 2022 Aug 30;6(1):57. Available from: <https://ilgi.respati.ac.id/index.php/ilgi2017/article/view/347>
DOI : <https://doi.org/10.35842/ilgi.v6i1.347>
11. Liberty IA. Metode Penelitian Kesehatan. Pekalongan: Penerbit NEM; 2024. 27–35 p.
12. Agnesia Y, Sari SW, Nu'man H, Ramadhani DW, Nopianto. Buku Ajar Metode Penelitian Kesehatan. Pekalongan: Penerbit NEM; 2023.
13. Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif (Edisi ke-3) [Internet]. 3rd ed. Bandung: CV Alfabeta; 2022. 464 p. Available from: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1188929>
14. Lasiyono U, Alam WY. Metode Penelitian Kualitatif. Sumedang: Mega Press Nusantara; 2024.
15. Syahza A. Metode Penelitian [Internet]. Pekanbaru: UR Press; 2021. Available from: https://www.researchgate.net/publication/354697863_Metodologi_Penelitian
16. Vaivada T, Akseer N, Akseer S, Somaskandan A, Stefopoulos M, Bhutta ZA. Stunting in Childhood: An Overview of Global Burden, Trends, Determinants, and Drivers of Decline. Am J Clin Nutr [Internet]. 2020 Sep;112:777S–791S. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002916522009546>
DOI : <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa159>
17. Galler JR, Bringas-Vega ML, Tang Q, Rabinowitz AG, Musa KI, Chai WJ, et al. Neurodevelopmental Effects of Childhood Malnutrition: A Neuroimaging Perspective. Neuroimage [Internet]. 2021 May;231:117828. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053811921001051>

- DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117828>
18. De Sanctis V, Soliman A, Alaaraj N, Ahmed S, Alyafei F, Hamed N. Early and Long-term Consequences of Nutritional Stunting: From Childhood to Adulthood. *Acta Biomed* [Internet]. 2021 Feb 16;92(1):e2021168. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33682846>
DOI : <https://doi.org/10.23750/abm.v92i1.11346>
 19. Gabain IL, Ramsteijn AS, Webster JP. Parasites and Childhood Stunting – A Mechanistic Interplay with Nutrition, Anaemia, Gut Health, Microbiota, and Epigenetics. *Trends Parasitol* [Internet]. 2023 Mar;39(3):167–80. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1471492222003099>
DOI : <https://doi.org/10.1016/j.pt.2022.12.004>
 20. Ferdi J, Bardosono S, Medise BE. Iron Status and Developmental Delay Among Children Aged 24–36 Months. *Paediatr Indones* [Internet]. 2022 Aug 26;62(4):257–66. Available from: <https://paediatricaindonesiana.org/index.php/paediatricaindonesiana/article/view/2701>
DOI : <https://doi.org/10.14238/pi62.4.2022.257-266>
 21. E. Dabiri A, Samwel E, S. Kassab G. New Concept to Non-Invasively Screen Iron Deficiency in Patients. *Mol Cell Biomech* [Internet]. 2019;1–9. Available from: <https://www.techscience.com/mcb/v17n2/38479>
DOI : <https://doi.org/10.32604/mcb.2019.38479>
 22. Albashiry MI, Sari MGK, Munawaroh S, Landiasari DA. The Correlation Between Iron Deficiency Anemia and Nutritional Status in Toddlers at UNS Hospital. *Placenta J Ilm Kesehat dan Apl* [Internet]. 2024 Aug 5;12(2):132. Available from: <https://jurnal.uns.ac.id/placenta/article/view/84382>
DOI : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287703>
 23. Gutema BT, Sorrie MB, Megersa ND, Yesera GE, Yeshitila YG, Pauwels NS, et al. Effects of Iron Supplementation on Cognitive Development in School-Age Children: Systematic Review and Meta-Analysis. Metwally AM, editor. *PLoS One* [Internet]. 2023 Jun 27;18(6):e0287703. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0287703>
DOI : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287703>
 24. Wieggersma AM, Dalman C, Lee BK, Karlsson H, Gardner RM. Association of Prenatal Maternal Anemia with Neurodevelopmental Disorders. *JAMA Psychiatry* [Internet]. 2019 Dec 1;76(12):1294–304. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31532497>
DOI : <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2019.2309>
 25. Roberts M, Tolar-Peterson T, Reynolds A, Wall C, Reeder N, Rico Mendez G. The Effects of Nutritional Interventions on the Cognitive Development of Preschool-Age Children: A Systematic Review. *Nutrients* [Internet]. 2022 Jan 26;14(3):532. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35276891>
DOI : <https://doi.org/10.3390/nu14030532>