

Literature Review : Pentingnya Asupan Protein dan Zat Besi Pada Balita untuk Mencegah Stunting

Alifia Mutiara Sholeha^{1*}, Rini Harianti², Fathma Syahbanu³

^{1,2,3} Gizi, Kesehatan, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

Open Access Freely Available Online

Dikirim: 14 Juli 2026

Direvisi: 27 Juli 2026

Diterima: 27 Juli 2026

*Penulis Korespondensi:

E-mail:

mutiarashlh4@gmail.com

ABSTRAK

Stunting merupakan kondisi yang ditandai dengan tinggi badan anak lebih rendah dibandingkan standar tinggi badan anak seusianya. *Stunting* hingga saat ini masih menjadi masalah gizi kronis secara global, dan menjadi fokus utama dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin 2 yaitu tanpa kelaparan (*Zero hunger*). Tujuan review artikel ini untuk menganalisis mengenai peran protein dan zat besi untuk mencegah stunting. Desain Penelitian adalah study literature yang dilakukan secara sistematis melalui beberapa basis data elektronik, yaitu google scholar, PubMed, ScienceDirect, dan beberapa search engine lainnya. Asam amino esensial merupakan komponen protein tidak dapat diproduksi oleh tubuh, sehingga harus diperoleh melalui konsumsi makanan sehari-hari, dengan mekanisme dapat mengaktivasi mTORC1 yang berfungsi sebagai regulator utama pertumbuhan dan perkembangan anak. Zat besi merupakan salah satu mikronutrien yang berperan dalam transport oksigen, terlibat dalam sintesis DNA, pembelahan sel, dan aktivitas berbagai enzim yang mendukung pertumbuhan jaringan. Hasil kajian menunjukkan bahwa protein, terutama asam amino esensial, dan zat besi merupakan zat gizi yang berperan penting dalam pencegahan stunting melalui mekanisme yang saling melengkapi. Kesimpulan dari kajian ini menunjukkan bahwa protein, terutama asam amino esensial, dan zat besi merupakan zat gizi yang berperan penting dalam pencegahan *stunting* melalui mekanisme yang saling melengkapi.

Kata kunci: *stunting*, gizi, asam amino esensial, zat besi

ABSTRACT

Stunting is a condition characterized by a child's height being lower than the standard height for children of the same age. *Stunting* remains a chronic global nutritional problem and is a primary focus of Sustainable Development Goals point 2, "Zero Hunger." The purpose of this review article is to analyze the role of protein and iron in preventing stunting. The research design was a systematic literature review conducted through several electronic databases, including Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, and several other search engines. Essential amino acids are protein components that cannot be produced by the body and must therefore be obtained through daily food consumption. This mechanism can activate mTORC1, which functions as a primary regulator of child growth and development. Iron is a micronutrient that plays a role in oxygen transport, is involved in DNA synthesis, cell division, and the activity of various enzymes that support tissue growth. The study results indicate that protein, especially essential amino acids, and iron are nutrients that play an important role in preventing stunting through complementary mechanisms. The conclusion of this study shows that protein, especially essential amino acids, and iron are nutrients that play an important role in preventing stunting through complementary mechanisms.

Keywords: *Stunted*, Nutrition, Essential Amino Acid, Iron

PENDAHULUAN

Stunting merupakan kondisi yang ditandai dengan tinggi badan anak lebih rendah dibandingkan standar tinggi badan anak seusianya. *Stunting* mencerminkan kekurangan gizi kronis dalam jangka panjang yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan, serta dapat diukur dengan panjang badan dan tinggi badan menurut umur (PB/U atau TB/U). Anak usia balita

merupakan kelompok yang paling rentan mengalami *stunting* (Fauziyah et al., 2023). Faktor penyebab kejadian *stunting* meliputi pendapatan, pendidikan, pengetahuan ibu, jumlah anggota keluarga. Akibat kejadian ini adalah menghambat perkembangan anak, intelektual yang menurun, meningkatkan risiko PTM dan kejadian BBLR, serta menurunkan produktivitas (Hidayah & Zurhayati, 2022).

Stunting hingga saat ini masih menjadi masalah gizi kronis secara global, dan menjadi fokus utama dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin 2 yaitu tanpa kelaparan (*Zero hunger*) (Widari et al., 2025). Secara global, *World Health Organization* (WHO), tahun 2024 melaporkan angka *stunting* mencapai 23,2%. Di Indonesia sendiri, prevalensi *stunting* tercatat sebesar 21,6% di tahun 2024, yang masih jauh dari target RPJMN sebesar 14,2% pada tahun 2025-2029 (Mutmainah et al., 2025). Provinsi Jawa Barat merupakan salah satu provinsi dengan daerah yang memberikan kontribusi *stunting* sebesar 15,9% pada tahun 2024 (SSGI, 2024). Kabupaten Karawang merupakan bagian dari Provinsi Jawa Barat juga memberikan kontribusi *stunting* sebesar 17,6% di tahun 2024 (Dinkes Jakbar, 2024).

Prevalensi di atas tidak hanya sekedar melihat panjang atau tinggi badan, namun juga menggambarkan indikator lainnya seperti defisiensi zat gizi yang berlangsung lama, sehingga dapat menghambat perkembangan otak, kerentanan akan penyakit dan menjadi ancaman serius bagi kualitas sumber daya manusia di masa mendatang. Rendahnya asupan protein hewani dan nabati serta kekurangan zat gizi mikro esensial, khususnya zat besi menjadi penyebab langsung kejadian *stunting*. Maka, pemenuhan gizi pada anak *stunting* perlu dilakukan secara optimal guna tercukupinya asupan protein dan zat besi. Protein merupakan zat gizi esensial yang memiliki peran utama dalam pertumbuhan jaringan tubuh balita. Komponen pembentuk protein yang berperan dalam pencegahan *stunting* adalah asam amino esensial (AAE), yang berfungsi untuk mengaktifkan jalur mTORC1 sebagai sintesis protein dan pertumbuhan sel. Kekurangan AAE dapat menghambat pertumbuhan tulang, otot, sistem saraf, usus dan imun anak (Semba et al., 2016).

Zat besi berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan anak. Kekurangan zat besi pada anak *stunting* dapat menghambat pembentukan hemoglobin, jika kekurangan zat besi terjadi maka, distribusi oksigen ke jaringan tubuh, termasuk tulang, menjadi tidak optimal dan dapat menghambat pertumbuhan anak. Selain itu, zat besi berperan dalam sintesis DNA, pembelahan sel, metabolisme energi, serta perkembangan sistem saraf melalui *sintesis neurotransmitter* dan *mielinisasi neuron* yang dibutuhkan selama masa pertumbuhan dan perkembangan anak (Medise, 2021). Jika anak mengalami defisiensi zat besi, maka berdampak pada penurunan daya tahan tubuh, peningkatan

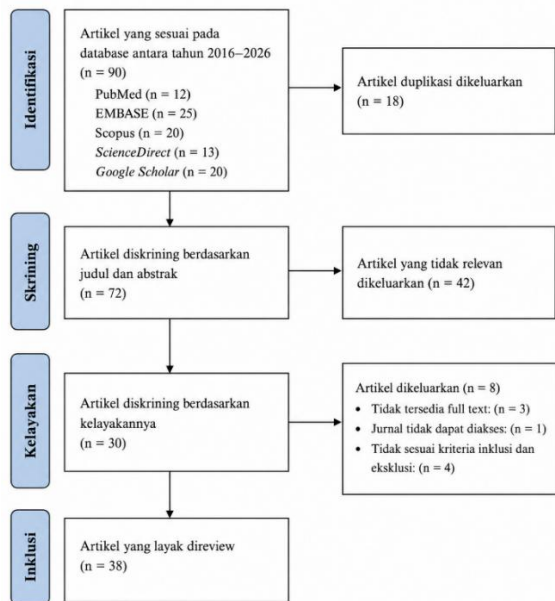
risiko infeksi, dan terganggunya pemanfaatan zat gizi lain seperti vitamin A dan zink (Tan et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukannya kajian mengenai peran dari senyawa penting untuk dikonsumsi dalam mencegah masalah gizi *stunting*.

METODE

Desain Penelitian adalah study literature yang dilakukan secara sistematis melalui beberapa basis data elektronik, yaitu google scholar, PubMed, ScienceDirect, dan beberapa search engine lainnya. Kata kunci yang digunakan meliputi kombinasi istilah “*stunting*”, “*protein*”, “*essential amino acids*”, “*iron*”, “*child growth*”, dan “*stunting prevention*”, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Artikel yang dipertimbangkan dalam kajian ini merupakan publikasi ilmiah yang diterbitkan pada rentang tahun 2016-2026, tersedia dalam teks lengkap, serta membahas hubungan protein, asam amino esensial, atau zat besi dengan pertumbuhan linear maupun kejadian *stunting* pada anak. Publikasi yang tidak sesuai dengan topik penelitian, artikel duplikat, serta naskah yang tidak dapat diakses secara lengkap dikeluarkan dari proses seleksi. Tahapan identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan penentuan artikel yang digunakan mengacu pada prinsip pelaporan PRISMA untuk meningkatkan transparansi proses penelusuran literatur.

Screening Artikel

Pada tahap screening artikel, dilakukan proses seleksi terhadap seluruh literatur yang diperoleh dari berbagai basis data ilmiah berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Artikel yang dipilih merupakan penelitian asli (*original research*), *systematic review*, dan *narrative review* yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir, tersedia dalam bentuk full text, serta membahas hubungan antara protein, asam amino esensial, zat besi, dan pencegahan *stunting* pada balita. Selanjutnya, artikel yang tidak sesuai dengan topik penelitian, memiliki duplikasi, atau tidak memenuhi kriteria kelayakan dikeluarkan dari proses analisis sehingga hanya literatur yang relevan dan berkualitas yang digunakan dalam penyusunan tinjauan pustaka.



Gambar 1. Diagram Alur Proses Seleksi Artikel

Sintesis Artikel

Artikel yang memenuhi kriteria selanjutnya dianalisis secara naratif dengan mengelompokkan hasil penelitian berdasarkan tema pembahasan. Sintesis dilakukan untuk mengidentifikasi kesamaan, perbedaan, dan keterkaitan antarhasil penelitian mengenai

mekanisme protein asam amino esensial dan zat besi dalam mendukung pertumbuhan linear serta mencegah stunting pada balita. Setelah dilakukan seleksi screening dan sintesis, artikel dipilih karena memenuhi seluruh kriteria. Diagram alur proses seleksi artikel dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL

Ringkasan Hasil Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai peran dari protein dan zat besi dalam pencegahan stunting telah banyak dilakukan dalam beberapa tahun terakhir. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua zat gizi tersebut berkontribusi dalam mendukung proses pertumbuhan melalui mekanisme yang berbeda, seperti sintesis protein, regulasi pertumbuhan sel, pembentukan hemoglobin, serta metabolisme energi yang diperlukan untuk pembentukan jaringan baru. Hal ini memberikan dasar ilmiah bahwa pemenuhan asupan protein berkualitas dan zat besi merupakan salah satu strategi penting dalam upaya pencegahan stunting pada balita. Ringkasan hasil penelitian yang mendukung peran protein, asam amino esensial, dan zat besi terhadap pertumbuhan linear anak disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1
Ringkasan Hasil Tinjauan Pustaka

Judul	Penulis dan Tahun Terbit	Desain	Hasil
Hubungan Antara Asupan Zat Besi, Protein, dan Paparan Asap Rokok dengan Stunting Anak Usia Prasekolah	Imeldawati et al. (2025)	Studi <i>cross-sectional</i>	Terdapat hubungan yang signifikan antara asupan zat besi, protein, dan paparan asap rokok dengan <i>stunting</i> pada anak usia prasekolah. Anak dengan asupan zat besi dan protein yang kurang lebih berisiko mengalami <i>stunting</i> .
Pentingnya Protein Hewani dalam Mencegah Balita Stunting: <i>Systematic Review</i>	Iswara & Syafiq (2024)	Desain tinjauan sistematis	Balita yang tidak mengonsumsi protein hewani memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami stunting. Semakin beragam sumber hewani yang dikonsumsi maka semakin kecil peluang balita mengalami stunting.
<i>Relationship Between Iron Deficiency Anemia and Stunting in Pediatric Populations in Developing Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis</i>	Oktarina et al. (2024)	Desain tinjauan sistematis	Anak yang mengalami defisiensi zat besi berkaitan dengan kejadian <i>stunting</i> . Defisiensi zat besi jangka panjang terbukti menyebabkan penurunan kognitif, defisit motorik, dan masalah kerja sama, sehingga dapat menyebabkan gangguan perkembangan.
Hubungan Asupan Protein Karbohidrat dan Zat Besi Dengan Stunting Pada Balita Di Wilayah Puskesmas Gianyar 1	Anzi et al. (2024)	Studi <i>cross-sectional</i>	Terdapat hubungan yang signifikan antara asupan protein, karbohidrat dan zat besi pada balita dengan kasus <i>stunting</i> yang terjadi pada balita di Puskesmas Gianyar I. Semakin baik asupan protein, karbohidrat, dan zat besi maka semakin baik pula status gizi pada balita.

Judul	Penulis dan Tahun Terbit	Desain	Hasil
<i>The Relationship Between Nutrient Intake (Protein, Zinc, Iron), Parenting, and Sanitary Hygiene on The Incidence of Stunting</i>	Agustin et al. (2024)	Studi <i>cross-sectional</i>	Hasil menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara asupan protein, zinc dan zat besi terhadap <i>stunting</i> .
<i>Low Intake of Essential Amino Acids and Other Risk Factors of Stunting among Under-Five Children in Malang City, East Java, Indonesia</i>	Maulidiana & Sutjiati (2021)	Deskriptif, Studi <i>case-control</i>	Asupan asam amino esensial pada anak-anak yang mengalami <i>stunting</i> lebih rendah dibandingkan anak-anak yang tidak mengalami <i>stunting</i> , hal ini menjadi salah satu faktor risiko <i>stunting</i> pada anak-anak di bawah umur 5 tahun
<i>Literature Review: The Relationship of Protein Intake on the Incident of Stunting in Children</i>	Safitri et al. (2024)	Desain tinjauan sistematis	Asupan protein memiliki peran penting dalam perkembangan dan sistem pertumbuhan anak. Hal ini ditandai dengan asupan protein yang lebih rendah pada anak-anak yang mengalami <i>stunting</i> dibandingkan dengan anak-anak yang tidak mengalami <i>stunting</i> .

PEMBAHASAN

Stunting pada Balita

Anak balita berada dalam kelompok usia 0-59 bulan, namun rentan usia 24-59 bulan merupakan periode yang paling sering dicatat memiliki prevalensi kejadian *stunting* lebih tinggi karena masa ini mencerminkan efek kekurangan gizi kronis jangka panjang yang terjadi sejak awal kehidupan (Wulandari & Setyaningsih, 2024). Masa pertumbuhan dan perkembangan anak merupakan suatu proses biologis yang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kecukupan zat gizi. Masa balita merupakan periode pertumbuhan yang berlangsung sangat pesat sehingga memerlukan asupan zat gizi makro dan mikro yang cukup untuk mendukung proses tumbuh kembang balita secara maksimal. Jumlah

dan kualitas zat gizi yang dikonsumsi anak dapat mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan secara optimal pada masa balita (Escobedo-monge et al., 2025).

Gangguan pada masa pertumbuhan dan perkembangan balita, seperti *stunting*, umumnya terjadi akibat faktor langsung berupa kurangnya asupan makanan serta penyakit infeksi. Pada faktor asupan makanan, riwayat kekurangan konsumsi protein dan zat besi menyebabkan malnutrisi serta melemahnya sistem imun sehingga menyebabkan *stunting* (Widyaningsih et al., 2024). Berikut adalah kategori ambang batas status gizi anak berdasarkan indeks Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia tentang Standar Antropometri untuk Penilaian Status Gizi Anak tahun 2020 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2
Standar Antropometri untuk Penilaian Status Gizi Anak

Indeks	Kategori Status Gizi	Ambang Batas (Z-Score)
Panjang badan atau tinggi badan menurut umur (PB/U atau TB/U) anak usia 0-5 tahun	Sangat pendek (<i>Severely Stunted</i>) Pendek (<i>Stunted</i>) Normal Tinggi	<-3 SD -3 SD sd <-2 SD -2 SD sd +3 SD > +3 SD

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan No 2 Tahun 2020

Faktor Risiko

Terjadinya *stunting* pada balita dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi, baik dilihat dari kondisi ibu, anak, maupun lingkungan tempat anak tumbuh dan berkembang. Salah satu faktor yang berperan penting adalah pemberian ASI eksklusif. Balita yang tidak memperoleh ASI eksklusif selama enam

bulan pertama kehidupan cenderung memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan pertumbuhan karena kebutuhan zat gizi makro dan mikro tidak terpenuhi secara optimal serta lebih rentan terhadap penyakit infeksi yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan anak, selain itu, MP-ASI yang tidak tepat, baik terlalu dini, terlambat, maupun memiliki kualitas

gizi yang rendah dapat menyebabkan kekurangan energi, protein, dan mikronutrien yang penting untuk pertumbuhan (WHO, 2023).

Faktor risiko lainnya berasal dari kondisi ibu dan masa kehamilan. Status gizi ibu yang kurang, anemia, kekurangan energi kronis (KEK), tinggi badan ibu yang pendek, pendidikan yang rendah, serta jarak kelahiran yang terlalu dekat diketahui berhubungan dengan peningkatan risiko stunting pada anak. Kondisi tersebut dapat memengaruhi pertumbuhan janin sejak dalam kandungan sehingga anak lebih rentan mengalami hambatan pertumbuhan setelah lahir. Sehingga, bayi dapat mengalami kelahiran premature dan berat badan lahir rendah (BBLR). Sesuai dengan penelitian Beal *et al.*, (2018), yang menyatakan bahwa bayi yang lahir dengan berat badan rendah atau lahir sebelum usia kehamilan cukup bulan umumnya memiliki cadangan nutrisi yang lebih sedikit, sistem pencernaan yang belum matang, dan risiko infeksi yang lebih tinggi sehingga lebih rentan mengalami kegagalan tumbuh.

Risiko tersebut dapat semakin meningkat apabila setelah lahir anak tidak memperoleh asupan gizi yang memadai dan mengalami penyakit infeksi berulang. Penyebaran infeksi ini dapat terjadi oleh faktor sanitasi dan lingkungan. Lingkungan yang tidak sehat meningkatkan risiko terjadinya penyakit infeksi, terutama diare dan infeksi saluran cerna, yang dapat mengganggu penyerapan nutrisi. Selain itu, paparan mikroorganisme patogen secara terus-menerus dapat menyebabkan gangguan fungsi usus atau *environmental enteric dysfunction* yang berpengaruh terhadap pertumbuhan anak (Adi *et al.*, 2023).

Penyakit infeksi tersebut dapat menyebabkan berkurangnya asupan makanan, gangguan penyerapan zat gizi, serta peningkatan kebutuhan metabolisme tubuh. Siklus antara kekurangan gizi dan infeksi dapat berlangsung terus-menerus sehingga menghambat pertumbuhan anak (Sari *et al.*, 2025). Selain infeksi, faktor sosial ekonomi keluarga juga berpengaruh dalam kejadian stunting. Keluarga dengan pendapatan rendah sering kali mengalami keterbatasan dalam menyediakan pangan bergizi, memperoleh pelayanan kesehatan, dan menciptakan lingkungan yang sehat bagi anak. Selain itu, rendahnya tingkat pendidikan orang tua dapat memengaruhi pengetahuan mengenai pola asuh, pemberian makan, dan praktik kesehatan keluarga (Gusnedi *et al.*, 2023).

Patogenesis Protein dan Zat Besi

Stunting terjadi ketika asupan zat gizi yang tidak mencukupi dalam jangka panjang menyebabkan terganggunya proses pertumbuhan dan perkembangan anak. Kekurangan zat gizi, terutama protein dan mikronutrien, dapat menurunkan produksi Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1) yang berperan dalam pertumbuhan tulang dan jaringan tubuh (Endrinikapoulos *et al.*, 2023). Selain itu, infeksi berulang dapat memicu peradangan kronis dan mengganggu penyerapan zat gizi sehingga kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan tidak terpenuhi secara optimal. Kondisi tersebut menyebabkan proses pembentukan dan pemanjangan tulang terhambat, sehingga pertumbuhan linear anak menjadi tidak optimal dan menyebabkan *stunting* (Hasan *et al.*, 2022).

Peran Protein pada Pertumbuhan

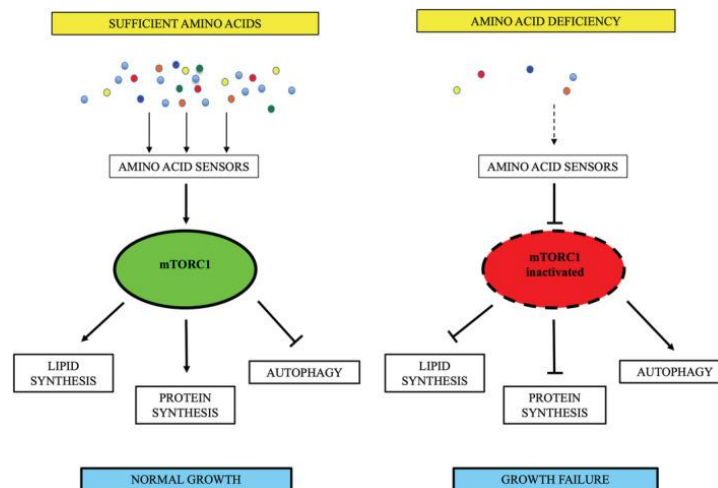
Protein merupakan zat gizi makro penting dalam mendukung pertumbuhan balita dan mencegah *stunting*. Protein berperan dalam pembentukan dan perbaikan jaringan tubuh, produksi enzim dan hormon, serta menjaga daya tahan tubuh. Kekurangan protein pada masa pertumbuhan dapat menghambat pertumbuhan linier balita dan meningkatkan risiko stunting. Berbagai penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa rendahnya asupan protein berhubungan dengan tingginya kejadian *stunting* pada balita (Afriansyah *et al.*, 2023). Protein berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan anak, termasuk dalam sintesis jaringan, pembentukan otot dan organ, serta mengganti sel yang rusak. Asupan protein adekuat selama masa awal kehidupan terbukti dalam meningkatkan parameter antropometri, seperti tinggi badan dan berat badan, sehingga berkontribusi terhadap pencegahan *stunting*. Asupan protein yang mengandung asam amino esensial selama periode pertumbuhan mendukung pertumbuhan yang optimal pada balita (Nurhayati *et al.*, 2023).

Asam amino merupakan komponen penyusun protein yang berperan penting dalam berbagai proses fisiologis tubuh, termasuk pertumbuhan, perbaikan jaringan, metabolisme, dan sintesis senyawa biologis lainnya. Berdasarkan kemampuan tubuh dalam memproduksi, asam amino dibedakan menjadi dua, yaitu asam amino esensial dan asam amino non-esensial. Asam amino esensial adalah jenis asam amino yang tidak dapat diproduksi atau hanya dapat diproduksi dalam jumlah yang sangat terbatas oleh tubuh, sehingga harus diperoleh melalui konsumsi makanan sehari-hari (Wu & Li, 2022). Sementara

itu, asam amino non-esensial merupakan asam amino yang dapat disintesis secara endogen melalui berbagai jalur metabolisme sehingga keberadaannya tidak sepenuhnya bergantung pada asupan makanan (Bröer & Gauthier-coles, 2021).

Penelitian Parikh et al., (2022) menyatakan bahwa asam amino esensial berperan penting dalam pencegahan stunting melalui aktivasi jalur *mechanistic Target of Rapamycin Complex-1*

(mTORC1) yang berfungsi sebagai regulator utama pertumbuhan dan perkembangan anak. Ketersediaan asam amino esensial yang cukup akan mengaktifkan mTORC1 sehingga meningkatkan sintesis protein dan berbagai proses anabolik yang diperlukan untuk pembentukan jaringan tubuh. Berikut adalah mekanisme asam amino dalam tubuh, terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbedaan Mekanisme Kerja Asam Amino Esensial dalam Mencegah *Stunting*

Protein yang dikonsumsi akan dicerna menjadi asam amino yang berfungsi sebagai bahan pembentuk jaringan baru sekaligus regulator berbagai jalur pertumbuhan. Salah satu asam amino esensial, yaitu leusin, berperan dalam mengaktifkan jalur *mechanistic Target of Rapamycin Complex-1* (mTORC1) yang mengatur sintesis protein, proliferasi sel, dan pertumbuhan jaringan tubuh (Inzaghi et al., 2022). Aktivasi mTORC1 merangsang berbagai proses anabolik yang mendukung pembentukan jaringan baru, sementara asupan protein yang adekuat juga meningkatkan produksi *Insulin-like Growth Factor-1* (IGF-1), yaitu mediator utama hormon pertumbuhan yang berperan dalam proliferasi dan diferensiasi kondrosit pada lempeng pertumbuhan tulang (*growth plate*). Melalui mekanisme tersebut, protein dan asam amino esensial berkontribusi terhadap pertumbuhan linear dan perkembangan tubuh anak secara optimal (Zhang et al., 2021).

Selain meningkatkan sintesis protein, aktivasi mTORC1 juga merangsang sintesis lipid, yang berperan dalam pembentukan membran sel baru dan penyediaan energi bagi proses pertumbuhan. Sintesis lipid yang optimal diperlukan untuk mendukung proliferasi dan diferensiasi sel selama masa pertumbuhan anak (Takahara et al., 2020). Pada kondisi kecukupan asam amino, mTORC1 juga menekan proses

autofagi (*autophagy*), yaitu proses degradasi komponen sel untuk memenuhi kebutuhan energi. Penekanan autofagi menunjukkan bahwa sel berada dalam kondisi nutrisi yang cukup sehingga energi dapat dialihkan untuk proses pertumbuhan dan pembentukan jaringan baru. Dengan demikian, keseimbangan antara peningkatan sintesis protein dan penurunan autofagi akan menghasilkan pertumbuhan yang normal (Son et al., 2020).

Sementara itu, ketika terjadi defisiensi asam amino esensial, sensor asam amino tidak mampu mengaktifkan mTORC1 secara optimal sehingga aktivitas mTORC1 menurun atau menjadi inaktif. Kondisi ini menyebabkan penurunan sintesis protein dan lipid, sementara proses autofagi meningkat sebagai mekanisme adaptasi untuk mempertahankan kelangsungan hidup sel. Akibatnya, tubuh kekurangan substrat yang diperlukan untuk pembentukan jaringan baru dan pertumbuhan tulang sehingga pertumbuhan linear anak menjadi terhambat. Apabila kondisi ini berlangsung dalam jangka panjang, risiko terjadinya stunting akan meningkat (Buel et al., 2022).

Peran Zat Besi pada Pertumbuhan

Zat besi merupakan mikronutrien penting yang berperan dalam pembentukan hemoglobin untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Pada

balita, kekurangan zat besi dapat mengganggu suplai oksigen ke jaringan dan berdampak pada terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan. Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa asupan zat besi yang rendah berkaitan dengan meningkatnya risiko stunting pada balita (Ilmani & Fikawati, 2023).

Selain berperan dalam transport oksigen, zat besi juga terlibat dalam sintesis DNA, pembelahan sel, dan aktivitas berbagai enzim yang mendukung pertumbuhan jaringan. Pada masa pertumbuhan, kebutuhan zat besi meningkat karena tubuh memerlukan pembentukan sel-sel baru, termasuk sel tulang, otot, dan jaringan lainnya. Defisiensi zat besi dapat menghambat proliferasi sel dan mengurangi kemampuan tubuh dalam membentuk jaringan baru sehingga pertumbuhan linear anak menjadi tidak optimal (Imeldawati et al., 2025). Protein juga berperan penting dalam proses penyerapan zat besi karena protein membantu membentuk transferin sebagai pengangkut zat besi dalam tubuh. Kekurangan asupan protein dapat mengganggu proses pengangkutan zat besi (Fajriyati & Nafies, 2024).

Setelah makanan diserap di usus halus, zat besi diangkut dalam sirkulasi oleh protein transferrin menuju berbagai jaringan, terutama sumsum tulang, hati, dan jaringan yang sedang mengalami pertumbuhan. Di sumsum tulang, zat besi dimanfaatkan untuk sintesis hemoglobin pada eritrosit, sedangkan pada jaringan lain zat besi berperan sebagai kofaktor berbagai enzim yang terlibat dalam metabolisme energi, sintesis DNA, dan pembelahan sel. Kecukupan zat besi memungkinkan sel memperoleh energi yang cukup untuk melakukan proliferasi dan diferensiasi sehingga proses pembentukan jaringan baru dapat berlangsung secara optimal (McMillen et al., 2022).

Selain berperan dalam pembentukan hemoglobin, zat besi juga mendukung kerja *Insulin-like Growth Factor-1* (IGF-1) yang berfungsi merangsang proliferasi dan diferensiasi kondrosit pada *growth plate*. Melalui mekanisme ini, proses osifikasi endokondral dan pemanjangan tulang berlangsung secara optimal sehingga mendukung pertumbuhan linear anak. Sebaliknya, kekurangan zat besi dapat mengganggu pembentukan eritrosit dan menurunkan suplai oksigen ke jaringan, sehingga produksi energi sel berkurang dan proses sintesis protein serta pembentukan tulang menjadi kurang optimal. Dalam jangka panjang, kondisi tersebut dapat menghambat pertumbuhan linear dan meningkatkan risiko stunting (Leroith et al., 2021).

SIMPULAN

Hasil kajian menunjukkan bahwa protein, terutama asam amino esensial, dan zat besi merupakan zat gizi yang berperan penting dalam pencegahan stunting melalui mekanisme yang saling melengkapi. Asam amino esensial mendukung pertumbuhan melalui aktivasi jalur mTORC1, peningkatan sintesis protein, dan stimulasi IGF-1, sedangkan zat besi berperan dalam pembentukan hemoglobin, transport oksigen, sintesis DNA, serta metabolisme energi yang mendukung proliferasi dan diferensiasi sel. Dengan demikian, kecukupan asupan protein berkualitas dan zat besi diperlukan untuk mengoptimalkan pertumbuhan linear anak. Selanjutnya kajian ini diharapkan dapat menjadi landasan ilmiah dalam penyusunan strategi intervensi gizi serta pengembangan pangan fungsional atau produk pangan yang kaya protein dan zat besi untuk mendukung pencegahan *stunting* pada balita.

REFERENSI

- Adi, S., Krisnana, I., Rahmawati, P. D., & Maghfiroh, U. (2023). Environmental Factors That Affect the Incidence of Stunting in Under-Five Children: A Literature Review. *Pedimatern Nursing Journal*, 9(1), 42–44. <https://doi.org/10.20473/pmnj.v9i1.43863>
- Afriansyah, E., Yuswita, E., & Fitriyani, L. (2023). Hubungan Tingkat Kecukupan Asupan Gizi (Karbohidrat, Protein, Lemak Dan Zat Besi) Sebagai Faktor Resiko Kejadian Stunting Pada Balita < 5 Tahun Di Kota Depok Tahun 2023. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(4), 6427–6433. <https://doi.org/10.31004/jkt.v4i4.21448>
- Agustin, E., Lestari, P., & Kurniasanti, P. (2024). The Relationship Between Nutrient Intake (Protein, Zinc, Iron), Parenting, and Sanitary Hygiene on The Incidence of Stunting. *Journal Sport and Nutrition*, 6(1), 37–49. <https://journal.unnes.ac.id/sju/spnj/article/view/64740/26921>
- Anzi, N. K. Y. L., Kencana, I. K., & Ambartana, I. W. A. (2024). Hubungan Asupan Protein Karbohidrat dan Zat Besi Dengan Stunting Pada Balita Di Wilayah Puskesmas Gianyar 1. *Jurnal Ilmu Gizi*, 13(2), 128–136. <https://doi.org/10.33992/jig.v13i2.2877>
- Beal, T., Tumilowicz, A., Sutrisna, A., Izwardy, D., & Neufeld, L. M. (2018). A Review of Child Stunting Determinants in Indonesia.

- Maternal & Child Nutrition*, 14(4), 1–10.
<https://doi.org/10.1111/mcn.12617>
- Bröer, S., & Gauthier-coles, G. (2021). Amino Acid Homeostasis in Mammalian Cells with a Focus on Amino Acid Transport. *Journal of Nutrition*, 152(1), 16–28.
<https://doi.org/10.1093/jn/nxab342>
- Buel, G. R., Dang, H. Q., Asara, J. M., Blenis, J., & Mutvei, A. P. (2022). Prolonged Deprivation of Arginine or Leucine Induces PI3K / Akt-Dependent Reactivation of mTORC1. *Journal of Biological Chemistry*, 298(6), 102030.
<https://doi.org/10.1016/j.jbc.2022.102030>
- Endrinikapoulos, A., Afifah, D. N., Mexitalia, M., Andoyo, R., Hatimah, I., & Nuryanto. (2023). Study of The Importance of Protein Needs for Catch-up Growth in Indonesian Stunted Children : a Narrative Review. *SAGE Open Medicine*, 11, 1–9.
<https://doi.org/10.1177/2050312123116556>
- Escobedo-monge, M. F., Parodi-román, J., Escobedo-monge, M. A., & Marugán-miguelsanz, J. M. (2025). The Biological Value of Proteins for Pediatric Growth and Development : A Narrative Review. *Nutrients*, 17(13), 1–23.
<https://doi.org/10.3390/nu17132221>
- Fajriyati, W. N., & Nafies, D. A. A. (2024). Analisis Kandungan Zat Besi, Protein dan Mutu Organoleptik Cookies Substitusi Tepung Ikan Manyung dan Tepung Bayam Hijau sebagai Selingan Remaja Anemia. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(6), 588–597.
<https://doi.org/10.55123/insologi.v3i6.4165>
- Fauziyah, A., Rachmi, R., Mahdalena, V., & Handayani, L. (2023). Penyuluhan Pencegahan Stunting pada Balita di Daerah Jakarta Selatan. *Jurnal Abmas Negeri*, 4(1), 22–26.
<https://doi.org/10.36590/jagri.v4i1.522>
- Gusnedi, G., Nindrea, R. D., Purnakarya, I., Umar, H. B., Andrafikar, Syafrawati, Asrawati, Susilowati, A., Novianti, Masrul, & Lipoeto, N. I. (2023). Risk factors associated with childhood stunting in Indonesia : A systematic review and meta-analysis. *Asia Pac J Clin Nutr*, 32(2), 184–195.
<https://doi.org/10.6133/apjcn.202306>
- Hasan, M., Gazi, A., Das, S., Fahim, S. M., Hossaini, F., Khan, A. R., Ferdous, J., Alam, A., & Mahfuz, M. (2022). Gut biomolecules (I - FABP , TFF3 and lipocalin - 2) are Associated with Linear Growth and Biomarkers of Environmental Enteric Dysfunction (EED) in Bangladeshi children. *Scientific Reports*, 12(13905), 1–8.
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-18141-8>
- Hidayah, N., & Zurhayati. (2022). Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Stunting pada Balita. *Journal of Midwifery Science*, 6(1), 1–10.
<https://doi.org/10.36341/jomis.v6i1.1730>
- Ilmani, D. A., & Fikawati, S. (2023). Nutrition Intake as a Risk Factor of Stunting in Children Aged 25–30 Months in Central Jakarta, Indonesia. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 18(2), 117–126.
<https://doi.org/10.25182/jgp.2023.18.2.117-126>
- Imeldawati, R., Kwart, C. P., Fathiyyah, N., & Ganisia, A. (2025). Hubungan Antara Asupan Zat Besi , Protein , dan Paparan Asap Rokok dengan Stunting Anak Usia Prasekolah. *Jurnal Ilmiah : J-HESTECH*, 8(1), 55–68.
<https://doi.org/10.25139/htc.v8i1.10431>
- Inzaghi, E., Pampanini, V., Deodati, A., & Cianfarani, S. (2022). The Effects of Nutrition on Linear Growth. *Nutrients*, 14(9), 1–12.
<https://doi.org/10.3390/nu14091752>
- Iswara, N. F., & Syafiq, A. (2024). Pentingnya Protein Hewani dalam Mencegah Balita Stunting: Systematic Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia*, 7(1), 110–117.
<https://doi.org/10.56338/mparki.v7i1.4631>
- Leroith, D., Holly, J. M. P., & Forbes, B. E. (2021). Insulin-Like Growth Factors : Ligands , Binding Proteins , and Receptors. *Molecular Metabolism*, 4(52), 1–16.
<https://doi.org/10.1016/j.molmet.2021.101245>
- Maulidiana, A. R., & Sutjiati, E. (2021). Low Intake of Essential Amino Acids and Other Risk Factors of Stunting Among Under-Five Children in Malang City , East Java , Indonesia. *Journal of Public Health Research*, 10(2), 220–226.
<https://doi.org/10.4081/jphr.2021.2161>
- McMillen, S. A., Dean, R., Dihardja, E., Ji, P., & Lönnnerdal, B. (2022). Benefits and Risks of Early Life Iron Supplementation. *Nutrients*, 14(20), 1–16.
<https://doi.org/10.3390/nu14204380>
- Medise, B. E. (2021). The Role of Iron for Supporting Children's Growth and

- Development. *World Nutrition Journal*, 5(1), 16–24. <https://doi.org/10.25220/wnj.v05.s1.0003>
- Mutmainah, M., Antoni, M. R., Wulandari, T. A., & Winata Hilma Mutiara Winata. (2025). Analisis Adaptive dan Collaborative Governance terhadap Determinan Sosial Kesehatan Menggunakan Metode Agglomerative pada Kasus Stunting di Jawa Barat pada Tahun 2024. *Journal of Indigenous Knowledge*, 4(2), 57–70. <https://jurnal.panengeninsani.com/index.php/pjoik/article/view/119>
- Nurhayati, A., Yustiani, A., Patriasih, R., & Mahmudatusaadah, A. (2023). Daily Protein Intake among Stunted Toddlers in Cimahi, Indonesia. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 18(1), 41–42. <https://doi.org/10.25182/jgp.2023.18.suppl.1.41-42>
- Oktarina, C., Dilantika, C., Sitorus, N. L., & Basrowi, R. W. (2024). Relationship Between Iron Deficiency Anemia and Stunting in Pediatric Populations in Developing Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Children*, 11(10), 1–14. <https://doi.org/10.3390/children11101268>
- Parikh, P., Semba, R., Manary, M., Swaminathan, S., Udomkesmalee, E., Bos, R., Koon, B., Rojroongwasinkul, N., Geurts, J., Sekartini, R., & Nga, T. T. (2022). Animal Source Foods , Rich in Essential Amino Acids , are Important for Linear Growth and Development of Young Children in Low-and Middle-Income Countries. *Maternal & Child Nutrition*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/mcn.13264>
- Safitri, A., Djamil, R., & Amroe, A. R. A. (2024). Literature Review: The Relationship of Protein Intake on the Incident of Stunting in Children. *Jurnal Edu Healt*, 15(02), 916–921. <https://doi.org/10.54209/eduhealth.v15i02>
- Sari, F. M., Wulandari, W., Sofais, R., Novega, N., & Ramlis, R. (2025). Determinants of Stunting in Children Under. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia*, 9(1), 165–178. <https://doi.org/10.56338/mppki.v9i1.8531>
- Semba, R. D., Trehan, I., Freire, M. G., Kraemer, K., Moaddel, R., Ordiz, M. I., Ferrucci, L., & Manary, M. J. (2016). Perspective : The Potential Role of Essential Amino Acids and the Mechanistic Target of Rapamycin Complex 1 (mTORC1) Pathway in the Pathogenesis. *Advances in Nutrition*, 7(5), 853–865. <https://doi.org/10.3945/an.116.013276>
- Son, S. M., Park, S. J., Stamatakou, E., Vicinanza, M., Menzies, F. M., & Rubinsztein, D. C. (2020). Leucine Regulates Autophagy Via Acetylation of The mTORC1 Component Raptor. *Nature Communications*, 11(3148), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16886-2>
- Takahara, T., Amemiya, Y., Sugiyama, R., Maki, M., & Shibata, H. (2020). Amino Acid-Dependent Control of mTORC1 Signaling : A Variety of Regulatory Modes. *Journal of Biomedical Science*, 27(87), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s12929-020-00679-2>
- Tan, X., Tan, P. Y., Gong, Y. Y., & Moore, J. B. (2024). Overnutrition is a risk factor for iron , but not for zinc or vitamin A deficiency in children and young people : a systematic review and meta- - analysis. *BMJ Global Health*, 9(4), 1–13. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2024-015135>
- WHO. (2023). *WHO Guideline for complementary feeding of infants and young children 6-23 months of age*. <https://www.who.int/>
- Widari, S., Bachtiar, N., & Primayesa, E. (2025). Faktor Penentu Stunting: Analisis Komparasi Masa Millenium Development Goals (MDGs) dan Sustainable Development Goals (SDGs) di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(3), 1338–1346. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v21i3.1726>
- Widyaningsih, T. D., Hidayatullah, A., Hapsari, T. K., Kinanti, A. A., & Febriyantiningtyas, S. (2024). Optimization of Food Bar Formula Based on Pumpkin , Edamame , Moringa Leaves and Snakehead Fish as Supplementary Food to Prevent Stunting. *Biological Sciences*, 8(14). <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-451-8>
- Wu, G., & Li, P. (2022). The “ Ideal Protein ” Concept Is Not Ideal in Animal Nutrition. *Experimental Biology and Medicine*, 247(13), 1191–1201. <https://doi.org/10.1177/15353702221082658>
- Wulandari, W. S., & Setyaningsih, A. (2024). Gambaran Umum Kejadian Stunting pada Balita Usia 24 – 59 Bulan di Desa Bansari Kabupaten Temanggung. *Jurnal Ilmiah Gizi*

dan Kesehatan (JIGK), 5(02), 62–66.

<https://doi.org/10.46772/jigk.v5i02.1328>

Zhang, S., Lin, X., Hou, Q., Hu, Z., Wang, Y., & Wang, Z. (2021). Regulation of mTORC1 by Amino Acids in Mammalian Cells: A General Picture of Recent Advances. *Animal Nutrition*, 7(4), 1009–1023. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.05.003>