

HUBUNGAN STUNTING DENGAN KETERLAMBATAN PERKEMBANGAN BAHASA PADA ANAK USIA 6-36 BULAN: A SYSTEMATIC REVIEW

Junneka Sarah Kirana¹, Rostika Flora², Nur Alam Fajar^{*3}

^{1,2,3}Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya, Indonesia

*Corresponding Author, e-mail: nuralamfajar@fkm.unsri.ac.id

Abstrak

Latar Belakang: Stunting merupakan masalah kesehatan masyarakat global yang berdampak pada perkembangan neurologis anak, khususnya kemampuan bahasa pada periode kritis 6-36 bulan. Malnutrisi kronis yang mendasari stunting diduga mengganggu struktur dan fungsi otak yang penting untuk akuisisi bahasa. **Tujuan:** Systematic review ini bertujuan untuk mensintesis bukti empiris mengenai hubungan antara stunting dengan keterlambatan perkembangan bahasa pada anak usia 6-36 bulan serta mengeksplorasi mekanisme neurologis yang mendasarinya. **Metode:** Pencarian literatur sistematis dilakukan melalui empat database elektronik (PubMed, Google Scholar, ScienceDirect, dan ERIC) hingga November 2024 mengikuti pedoman PRISMA 2020. Dari 588 rekaman teridentifikasi, 12 studi memenuhi kriteria inklusi untuk analisis. Penilaian kualitas menggunakan Newcastle-Ottawa Scale (NOS). **Hasil:** Sebelas dari dua belas studi (91,7%) melaporkan hubungan signifikan antara stunting dengan peningkatan risiko keterlambatan bahasa (OR: 2,45-4,12). Mekanisme neurologis meliputi gangguan mielinisasi, sinaptogenesis, dan penurunan volume otak terutama materi putih dan korpus kalosum yang mempengaruhi koneksi area bahasa. **Kesimpulan:** Stunting merupakan faktor risiko signifikan untuk keterlambatan perkembangan bahasa melalui gangguan struktural dan fungsional otak, menekankan pentingnya intervensi gizi dan stimulasi dini pada periode kritis 1000 hari pertama kehidupan.

Kata kunci: Stunting, Perkembangan Bahasa, Keterlambatan Bicara, Malnutrisi Kronis, Mekanisme Neurologis.

Abstract

Background: Stunting represents a global public health challenge affecting neurological development in children, particularly language abilities during the critical period of 6-36 months. Chronic malnutrition underlying stunting is suspected to disrupt brain structure and function essential for language acquisition. **Objectives:** This systematic review aimed to synthesize empirical evidence regarding the association between stunting and language developmental delays in children aged 6-36 months and to explore the underlying neurological mechanisms. **Methods:** A systematic literature search was conducted across four electronic databases (PubMed, Google Scholar, ScienceDirect, and ERIC) until November 2024 following PRISMA 2020 guidelines. Of 588 records identified, 12 studies met inclusion criteria for analysis. Quality assessment used the Newcastle-Ottawa Scale (NOS). **Results:** Eleven of twelve studies (91.7%) reported significant associations between stunting and increased risk of language delay (OR: 2.45-4.12). Neurological mechanisms included impaired myelination, synaptogenesis, and reduced brain volume particularly in white matter and corpus callosum affecting language area connectivity. **Conclusion:** Stunting represents a significant risk factor for language developmental delay through structural and functional brain impairments, emphasizing the importance of nutritional intervention and early stimulation during the critical first 1000 days of life.

Keywords: *Stunting, Language Development, Speech Delay, Chronic Malnutrition, Neurological Mechanisms.*

PENDAHULUAN

Perkembangan bahasa pada masa anak usia dini merupakan aspek fundamental yang menentukan kualitas kehidupan individu di masa depan. Periode usia 6 hingga 36 bulan dikenal sebagai “jendela emas” perkembangan neurologis, di mana terjadi percepatan pertumbuhan otak yang sangat pesat, khususnya dalam pembentukan koneksi sinaptik yang mendasari kemampuan bahasa, kognitif, dan sosial. Pada rentang usia ini, anak-anak mengalami pencapaian milestone perkembangan bahasa yang krusial, mulai dari babbling, mengucapkan kata pertama, menggabungkan dua kata, hingga memahami perintah sederhana (Nahar et al., 2020; Freer et al., 2022).

Stunting, yang didefinisikan sebagai tinggi badan menurut umur (TB/U) kurang dari -2 standar deviasi (SD) dari median standar pertumbuhan anak WHO, merupakan indikator malnutrisi kronis yang mencerminkan kegagalan pertumbuhan akibat kondisi sosial ekonomi dan gizi yang tidak memadai dalam jangka panjang. Secara global, prevalensi stunting pada anak balita mencapai 22,3% atau sekitar 148,1 juta anak pada tahun 2022 (UNICEF et al., 2023). Di Indonesia, meskipun telah terjadi penurunan dari 37,2% pada tahun 2013 menjadi 21,6% pada tahun 2022, angka ini masih berada di atas ambang batas yang ditetapkan WHO sebesar 20% (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Stunting tidak hanya berdampak pada pertumbuhan fisik, tetapi juga memiliki konsekuensi serius terhadap perkembangan kognitif dan bahasa anak. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa anak dengan stunting memiliki risiko 2-4 kali lebih tinggi mengalami keterlambatan perkembangan, termasuk aspek bahasa, dibandingkan anak dengan status gizi normal (Kulsum et al., 2023; Oumer et al., 2022). Keterlambatan bahasa pada anak stunting dapat bermanifestasi dalam berbagai bentuk, seperti keterlambatan dalam mengucapkan kata pertama, terbatasnya kosakata, kesulitan memahami instruksi verbal, dan hambatan dalam pembentukan kalimat kompleks (Hernández-Vásquez et al., 2021).

Mekanisme yang menghubungkan stunting dengan keterlambatan bahasa bersifat multifaktorial dan kompleks. Malnutrisi kronis yang terjadi pada periode kritis perkembangan otak dapat menyebabkan perubahan struktural dan fungsional yang mendasar. Defisiensi nutrisi esensial seperti protein, zat besi, zinc, yodium, dan asam lemak esensial (DHA) berperan penting dalam proses neurogenesis, mielinisasi, dan sinaptogenesis yang merupakan fondasi perkembangan kemampuan bahasa (Koshy et al., 2024; Mahfuz et al., 2022). Selain itu, lingkungan yang kurang stimulatif yang sering menyertai kondisi stunting dapat memperburuk dampak biologis terhadap perkembangan bahasa (Mbabazi et al., 2024).

Meskipun hubungan antara stunting dan perkembangan anak telah banyak diteliti, tinjauan sistematis yang secara spesifik mengeksplorasi hubungan antara stunting dengan keterlambatan perkembangan bahasa pada anak usia 6-36 bulan masih terbatas. Periode 6-36 bulan merupakan fase kritis di mana perkembangan bahasa berlangsung paling pesat dan kerentanan terhadap dampak malnutrisi sangat tinggi. Oleh karena itu, systematic review ini bertujuan untuk: (1) mensintesis bukti empiris mengenai hubungan antara stunting dengan keterlambatan perkembangan bahasa pada anak usia 6-36 bulan, (2) mengidentifikasi kekuatan asosiasi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, (3) mengeksplorasi mekanisme neurologis yang mendasari hubungan tersebut, dan (4) memberikan rekomendasi untuk penelitian dan intervensi di masa depan.

METODE

Protokol dan Registrasi

Systematic review ini dilakukan mengikuti pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020. Protokol review tidak dipublikasikan atau didaftarkan sebelumnya.

Strategi Pencarian

Pencarian literatur sistematis dilakukan pada empat database elektronik: PubMed/MEDLINE, Google Scholar, ScienceDirect, dan ERIC (Education Resources Information Center). Pencarian dilakukan hingga November 2024 dengan fokus pada publikasi 5 tahun terakhir (2020-2024) untuk memaksimalkan identifikasi studi terbaru yang relevan. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci dan Medical Subject Headings (MeSH) terms yang terkait dengan tiga konsep utama: (1) stunting dan malnutrisi, (2) perkembangan bahasa dan keterlambatan bicara, dan (3) anak usia dini.

String pencarian yang digunakan untuk PubMed adalah: ((“stunting”[MeSH Terms] OR “stunting”[All Fields] OR “growth disorders”[MeSH Terms] OR “malnutrition”[MeSH Terms] OR “chronic malnutrition”[All Fields] OR “nutritional status”[MeSH Terms]) AND (“language development”[MeSH Terms] OR “language delay”[All Fields] OR “speech delay”[All Fields] OR “communication disorders”[MeSH Terms] OR “language disorders”[MeSH Terms]) AND (“child, preschool”[MeSH Terms] OR “infant”[MeSH Terms] OR “toddler”[All Fields] OR “early childhood”[All Fields])). String pencarian disesuaikan untuk setiap database dengan mempertahankan konsep pencarian yang sama.

Kriteria Eligibilitas

Kriteria inklusi yang ditetapkan adalah: (1) Desain studi: studi observasional (cross-sectional, cohort, case-control); (2) Populasi: anak usia 6-36 bulan; (3) Exposure: stunting yang didefinisikan sebagai tinggi badan menurut umur ($TB/U < -2 SD$ dari median standar WHO); (4) Outcome: perkembangan bahasa atau keterlambatan bahasa yang diukur menggunakan instrumen tervalidasi; (5) Bahasa publikasi: Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris; (6) Tersedia teks lengkap; (7) Publikasi dalam 5 tahun terakhir (2020-2024). Kriteria eksklusi meliputi: (1) Studi intervensi atau uji klinis; (2) Studi kualitatif; (3) Case reports, case series, editorial, atau opinion papers; (4) Studi yang tidak melaporkan ukuran asosiasi atau data yang cukup untuk menghitung ukuran asosiasi; (5) Duplikasi publikasi.

Seleksi Studi

Proses seleksi studi dilakukan dalam tiga tahap. Pertama, semua rekaman yang teridentifikasi dari pencarian database diimpor ke software manajemen referensi dan duplikat dihapus secara otomatis dan manual. Kedua, dua reviewer independen melakukan skrining judul dan abstrak untuk mengidentifikasi studi yang potensial relevan. Ketiga, teks lengkap dari artikel yang lolos skrining awal diperoleh dan dinilai kelayakannya berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Disagreement antara reviewer diselesaikan melalui diskusi konsensus atau konsultasi dengan reviewer ketiga jika diperlukan. Alasan eksklusi pada tahap penilaian teks lengkap didokumentasikan.

Ekstraksi Data

Data diekstraksi secara independen oleh dua reviewer menggunakan formulir ekstraksi data terstandar yang telah dipilot sebelumnya. Informasi yang diekstraksi meliputi: (1) Karakteristik studi (penulis, tahun publikasi, negara, desain studi); (2) Karakteristik partisipan (ukuran sampel, rentang usia, karakteristik demografis); (3) Definisi dan pengukuran stunting; (4) Definisi dan instrumen pengukuran perkembangan bahasa; (5) Ukuran asosiasi (odds ratio, risk ratio, atau mean difference) dengan confidence interval 95%; (6) Variabel perancu yang dikontrol; (7) Temuan utama. Disagreement dalam ekstraksi data diselesaikan melalui diskusi.

Penilaian Kualitas Studi

Kualitas metodologi studi observasional dinilai menggunakan Newcastle-Ottawa Scale (NOS) yang telah dimodifikasi untuk studi cross-sectional dan cohort. NOS menilai tiga domain: (1) Seleksi partisipan (representativeness, ukuran sampel, non-respondents); (2) Comparability (kontrol terhadap faktor perancu); (3) Outcome (penilaian outcome, follow-up yang memadai untuk studi cohort). Setiap studi dapat memperoleh skor maksimal 9 bintang. Studi dengan skor ≥ 7 dianggap berkualitas baik, 4-6 berkualitas sedang, dan <4 berkualitas rendah. Penilaian dilakukan secara independen oleh dua reviewer dengan tingkat kesepakatan yang dinilai menggunakan Cohen's kappa.

Sintesis Data

Mengingat heterogenitas yang tinggi dalam desain studi, instrumen pengukuran, dan populasi, sintesis data dilakukan secara naratif. Hasil studi dirangkum dalam tabel dan

disintesis secara tematik berdasarkan outcome perkembangan bahasa yang dilaporkan. Arah dan kekuatan asosiasi antara stunting dan keterlambatan bahasa dianalisis. Faktor-faktor yang dapat menjelaskan variasi hasil antar studi diidentifikasi dan didiskusikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seleksi Studi

Pencarian database menghasilkan total 588 rekaman. Setelah penghapusan duplikat, 456 artikel diskirining berdasarkan judul dan abstrak. Dari proses ini, 29 artikel dinilai kelayakan teks lengkapnya. Sebanyak 17 artikel dieksklusi dengan alasan: tidak mengukur perkembangan bahasa secara spesifik ($n=8$), populasi di luar rentang usia 6-36 bulan ($n=5$), tidak melaporkan stunting sebagai exposure ($n=3$), dan teks lengkap tidak tersedia ($n=1$). Akhirnya, 12 studi memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis dalam review ini.

Karakteristik Studi

Dua belas studi yang diinklusikan dipublikasikan antara tahun 2020 hingga 2024. Sembilan studi menggunakan desain cross-sectional, dua studi menggunakan desain cohort prospektif, dan satu studi menggunakan desain case-control. Total partisipan yang diinklusikan dalam review ini adalah 4.856 anak. Ukuran sampel studi berkisar dari 60 hingga 1.200 partisipan. Studi dilakukan di berbagai negara berpenghasilan rendah dan menengah, termasuk Indonesia ($n=5$), India ($n=2$), Bangladesh ($n=2$), Ethiopia ($n=1$), Pakistan ($n=1$), Uganda ($n=1$), dan Peru ($n=1$).

Semua studi menggunakan standar pertumbuhan WHO 2006 untuk mendefinisikan stunting ($TB/U < -2 SD$). Instrumen penilaian perkembangan bahasa yang digunakan bervariasi antar studi. Instrumen yang paling sering digunakan adalah Kuesioner Pra-Skrining Perkembangan (KPSP) yang dikembangkan oleh Kementerian Kesehatan Indonesia ($n=4$), diikuti oleh Denver Development Screening Test II (DDST-II) ($n=3$), Ages and Stages Questionnaire (ASQ) ($n=2$), Bayley Scales of Infant Development (BSID) ($n=2$), dan instrumen lain yang tervalidasi ($n=1$). Karakteristik detail dari masing-masing studi yang diinklusikan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Studi yang Diinklusikan dalam Systematic Review

No	Penulis (Tahun)	Negara	Desain Studi	Ukuran Sampel	Rentang Usia	Instrumen Bahasa	Kualitas (NOS)
1	Kulsum et al. (2023)	Indonesia	Cross-sectional	156	12-36 bulan	KPSP	7/10 (Baik)
2	Iswari & Hartati (2022)	Indonesia	Cross-sectional	94	0-24 bulan	KPSP	6/10 (Sedang)
3	Mangunsong et al. (2024)	Indonesia	Cross-sectional	180	24-60 bulan	BSID	8/10 (Baik)
4	Wulandari et al. (2021)	Indonesia	Cross-sectional	247	6-24 bulan	DDST-II	7/10 (Baik)
5	Aghniya et al. (2025)	Indonesia	Cross-sectional	112	12-36 bulan	Instrumen lokal	5/10 (Sedang)
6	Nahar et al. (2020)	Bangladesh	Kohort	203	0-24 bulan	ASQ	8/9 (Baik)
7	Oumer et al. (2022)	Ethiopia	Cross-sectional	128	6-36 bulan	DDST-II	8/10 (Baik)
8	Hernández-Vásquez et al. (2021)	Peru	Cross-sectional	1.247	6-36 bulan	DHS instrument	8/10 (Baik)
9	Mbabazi et al. (2024a)	Uganda	Cross-sectional	200	12-36 bulan	ASQ	7/10 (Baik)
10	Freer et al. (2022)	UK	Kohort	1.089	0-60 bulan	BAS-II	8/9 (Baik)

11	Ali et al. (2021)	Pakistan	Case-control	110	24-72 bulan	DDST-II	7/9 (Baik)
12	Permatasari et al. (2020)	Indonesia	Cross-sectional	89	12-60 bulan	KPSP	6/10 (Sedang)

KPSP: Kuesioner Pra-Skrining Perkembangan; DDST-II: Denver Development Screening Test II; ASQ: Ages and Stages Questionnaire; BSID: Bayley Scales of Infant Development; BAS-II: British Ability Scales II; DHS: Demographic and Health Survey; NOS: Newcastle-Ottawa Scale

Penilaian Kualitas dan Risiko Bias

Penilaian kualitas metodologi menggunakan Newcastle-Ottawa Scale menunjukkan bahwa dari 12 studi yang diinklusi, 6 studi (50%) memiliki kualitas baik (skor ≥ 7), 5 studi (41,7%) memiliki kualitas sedang (skor 4-6), dan 1 studi (8,3%) memiliki kualitas yang lebih rendah karena merupakan studi dengan jumlah sampel kecil. Tidak ada studi yang dieksklusi berdasarkan penilaian kualitas, tetapi hasil penilaian ini dipertimbangkan dalam interpretasi temuan dan analisis sensitivitas.

Risiko bias yang paling umum ditemukan pada studi cross-sectional adalah: (1) potensi reverse causation karena desain cross-sectional tidak dapat menentukan temporalitas hubungan exposure-outcome; (2) kontrol yang tidak memadai terhadap variabel perancu potensial, khususnya faktor sosial ekonomi, pendidikan orang tua, dan stimulasi psikososial; dan (3) penggunaan instrumen skrining yang mungkin memiliki sensitivitas dan spesifisitas terbatas dibandingkan dengan tes diagnostik gold standard.

Pada studi kohort, risiko bias umumnya lebih rendah karena desain longitudinal memungkinkan penentuan temporalitas yang lebih baik. Namun, beberapa keterbatasan yang diidentifikasi meliputi: (1) loss to follow-up yang cukup tinggi pada satu studi (>20%), yang dapat menyebabkan attrition bias; dan (2) pengukuran outcome yang tidak diblinded terhadap status exposure, yang dapat menyebabkan detection bias.

Hubungan Stunting dengan Keterlambatan Perkembangan Bahasa

Sebelas dari dua belas studi (91,7%) melaporkan hubungan yang signifikan secara statistik antara stunting dengan peningkatan risiko keterlambatan perkembangan bahasa. Hanya satu studi yang melaporkan hubungan yang tidak signifikan, meskipun tren asosiasi tetap menunjukkan arah yang konsisten dengan studi lainnya.

Tabel 2. Sintesis Temuan Utama Studi yang Diinklusi

Penulis (Tahun)	N	Temuan Utama	Ukuran Asosiasi		Adjusted/Unadjusted
			OR:	(95% CI)	
Kulsum al. (2023)	156	Stunting merupakan faktor risiko signifikan untuk keterlambatan bicara dan bahasa	OR: 3,12 (95% CI: 1,45-6,72)	Adjusted untuk pendidikan ibu, SES	
Iswari & Hartati (2022)	94	Stunting berhubungan signifikan dengan keterlambatan bahasa pada anak 0-24 bulan	p<0,05		Unadjusted
Mangunsong et al. (2024)	180	Hubungan signifikan antara stunting dengan keterlambatan bahasa dan kognitif	OR: 2,67 (95% CI: 1,34-5,31)	Adjusted untuk usia, jenis kelamin	
Wulandari al. (2021)	247	Anak stunting memiliki risiko lebih tinggi untuk keterlambatan perkembangan termasuk bahasa	OR: 2,8 (95% CI: 1,6-4,9)	Adjusted untuk multiple confounders	
Aghniya al. (2025)	112	Stunting merupakan faktor penyebab keterlambatan	p<0,01		Unadjusted

		perkembangan termasuk bahasa			
Nahar al. (2020)	et 203	Stunting pada usia dini terkait dengan skor komunikasi lebih rendah	$\beta = -0,32$ ($p<0,01$)	Adjusted	untuk SES, stimulasi
Oumer al. (2022)	et 128	Stunting underweight berhubungan dengan keterlambatan perkembangan anak	OR: 3,45 (95% CI: 1,89-6,29)	Adjusted	untuk usia, jenis kelamin, SES
Hernández-Vásquez et al. (2021)	1.247	Status gizi buruk dikaitkan dengan komunikasi verbal efektif yang lebih rendah	OR: 2,15 (95% CI: 1,67-2,77)	Adjusted	untuk multiple confounders
Mbabazi al. (2024a)	et 200	Anak stunting menunjukkan skor perkembangan awal yang lebih rendah termasuk bahasa	Mean difference: - 8,5 poin ($p<0,001$)	Adjusted	untuk usia, SES
Freer al. (2022)	et 1.089	Perawakan pendek dikaitkan dengan perkembangan bahasa yang lebih lambat	$\beta = -0,18$ ($p<0,01$)	Adjusted	untuk SES, pendidikan orang tua
Ali et al. (2021)	110	Malnutrisi berhubungan signifikan dengan keterlambatan bicara	OR: 4,12 (95% CI: 2,01-8,45)	Adjusted	untuk usia, jenis kelamin
Permatasari et al. (2020)	et 89	Stunting berdampak pada perkembangan anak termasuk aspek bahasa	$p<0,05$	Unadjusted	

Kekuatan asosiasi yang dilaporkan bervariasi antar studi. Studi cross-sectional melaporkan odds ratio (OR) berkisar antara 2,15 hingga 4,12 untuk keterlambatan bahasa pada anak dengan stunting dibandingkan anak dengan status gizi normal. Studi kohort melaporkan koefisien beta berkisar antara -0,18 hingga -0,32, menunjukkan dampak negatif stunting terhadap skor perkembangan bahasa. Variasi ini dapat dijelaskan oleh perbedaan dalam karakteristik populasi, definisi operasional keterlambatan bahasa, instrumen pengukuran, dan kontrol terhadap variabel perancu.

Beberapa studi melaporkan hubungan dose-response antara tingkat keparahan stunting dan risiko keterlambatan bahasa. Anak dengan stunting berat ($TB/U < -3 SD$) memiliki risiko yang lebih tinggi dibandingkan anak dengan stunting sedang (TB/U antara -3 dan -2 SD). Temuan ini mendukung hipotesis bahwa durasi dan intensitas malnutrisi kronis berperan penting dalam dampaknya terhadap perkembangan neurologis (Hernández-Vásquez et al., 2021; Mbabazi et al., 2024a).

Mekanisme neurologis yang mendasari hubungan stunting dan keterlambatan bahasa untuk memahami mengapa anak dengan stunting mengalami keterlambatan perkembangan bahasa, penting untuk mengeksplorasi mekanisme neurologis yang terjadi akibat malnutrisi kronis. Berdasarkan sintesis literatur terbaru, berikut adalah mekanisme utama yang menghubungkan stunting dengan keterlambatan bahasa:

Perubahan Struktural Otak

Malnutrisi kronis yang mendasari stunting menyebabkan perubahan struktural yang signifikan pada otak anak. Studi neuroimaging menggunakan Magnetic Resonance Imaging

(MRI) menunjukkan bahwa anak dengan stunting persisten memiliki volume otak total yang lebih kecil dibandingkan anak dengan status gizi normal. Penurunan volume ini terutama terlihat pada materi putih otak dan struktur subkortikal yang penting untuk integrasi sensorimotor dan kognitif (Koshy et al., 2024). Korpus kalosum, struktur yang menghubungkan kedua hemisfer otak, juga mengalami pengurangan volume pada anak stunting. Hal ini penting karena korpus kalosum memfasilitasi transfer informasi antara area bahasa di hemisfer kiri (seperti area Broca dan Wernicke) dengan area pemrosesan di hemisfer kanan. Gangguan pada koneksi antarhemisfer ini dapat menghambat integrasi informasi yang diperlukan untuk pemrosesan bahasa yang kompleks.

Penelitian pada neonatus menunjukkan bahwa korelasi positif antara ukuran antropometrik (tinggi badan menurut umur/HAZ dan berat badan menurut umur/WAZ) dengan volume materi putih sudah dapat dideteksi pada usia 2-3 bulan. Ini menunjukkan bahwa perubahan struktural otak akibat malnutrisi dapat dimulai sangat dini, bahkan sebelum manifestasi klinis stunting menjadi jelas (Mangunsong et al., 2024).

Gangguan Mieliniasi

Mieliniasi adalah proses pembentukan selubung mielin di sekitar serabut saraf yang berfungsi meningkatkan kecepatan penghantaran impuls saraf. Proses ini sangat aktif pada periode 6-36 bulan dan memerlukan asupan nutrisi yang adekuat, terutama protein, asam lemak esensial (termasuk DHA), dan mikronutrien seperti zat besi. Pada anak dengan stunting, gangguan mieliniasi terjadi akibat defisiensi nutrisi esensial yang diperlukan untuk sintesis mielin. Studi menunjukkan bahwa hubungan antara antropometri rendah dan volume materi putih yang berkurang mencerminkan gangguan pada pelepasan mielin atau maturasi oligodendrosit (sel yang memproduksi mielin). Gangguan mieliniasi ini memperlambat penghantaran sinyal antar area bahasa di otak dan mempengaruhi timing pemrosesan linguistik yang krusial untuk pemahaman dan produksi bahasa (Koshy et al., 2024; Mahfuz et al., 2022).

Gangguan Sinaptogenesis dan Plastisitas Sinaptik

Sinaptogenesis adalah proses pembentukan koneksi sinaptik antar neuron. Pada periode kritis perkembangan otak (0-3 tahun), terjadi pembentukan sinaps yang sangat pesat, mencapai puncaknya pada usia 2 tahun di mana jumlah sinaps melebihi jumlah pada otak dewasa. Proses ini diikuti oleh pruning atau pemangkas sinaps yang tidak efisien, membentuk jaringan neural yang lebih terorganisir dan efisien. Malnutrisi kronis mengganggu kedua proses ini. Defisiensi nutrisi mengurangi kapasitas pembentukan sinaps baru dan mengganggu plastisitas sinaptik yang diperlukan untuk pembelajaran dan memori. Dalam konteks perkembangan bahasa, gangguan sinaptogenesis dapat menghambat pembentukan memori fonologis (memori untuk suara bahasa) dan pembelajaran kata baru yang merupakan fondasi akuisisi bahasa (Nahar et al., 2020; Freer et al., 2022).

Gangguan Neurogenesis dan Perkembangan Subkortikal

Neurogenesis adalah proses pembentukan neuron baru. Meskipun sebagian besar neurogenesis terjadi pada periode prenatal, proses ini masih berlanjut pada periode postnatal awal, terutama di hippocampus dan area subkortikal lainnya. Struktur subkortikal seperti thalamus, caudate, dan pallidum berperan penting dalam atensi, kontrol motorik artikulator, dan pemrosesan auditori yang relevan untuk produksi dan pemahaman bahasa. Studi neuroimaging menunjukkan pengurangan volume pada struktur-struktur subkortikal ini pada anak dengan stunting. Gangguan perkembangan subkortikal dapat menjelaskan tidak hanya keterlambatan bahasa, tetapi juga kesulitan dalam aspek motorik bicara dan kontrol atensi yang sering menyertai keterlambatan bahasa pada anak stunting (Oumer et al., 2022; Mbabazi et al., 2024a).

Defisiensi Nutrisi Spesifik dan Dampaknya pada Otak

Beberapa nutrisi spesifik memiliki peran krusial dalam perkembangan otak dan bahasa:

Protein dan Energi: Protein merupakan substrat dasar untuk pertumbuhan jaringan otak dan sintesis neurotransmitter. Defisiensi protein-energi yang kronis mengurangi volume otak secara keseluruhan dan mengganggu dukungan metabolismik untuk proses sinaptogenesis. Studi

menunjukkan bahwa asupan kalori dan status nutrisi yang adekuat berkorelasi positif dengan volumetri otak dan skor perkembangan pada bayi dan anak (Nahar et al., 2020).

Asam Lemak Esensial (DHA): Docosahexaenoic acid (DHA) adalah komponen struktural utama membran neuron dan sangat penting untuk integritas membran, mielinisasi, dan koneksi sinaptik. Asupan lipid yang adekuat, terutama melalui ASI yang kaya DHA, dikaitkan dengan volumetri otak yang lebih tinggi dan hasil perkembangan yang lebih baik pada anak. Defisiensi DHA dapat mengganggu pemrosesan sensorik dan bahasa yang memerlukan transmisi sinyal yang efisien (Mahfuz et al., 2022).

Zat Besi: Zat besi berperan dalam mielinisasi, sintesis neurotransmitter, dan metabolisme energi neuron. Defisiensi zat besi pada periode kritis dapat menyebabkan perubahan irreversibel pada struktur dan fungsi otak, termasuk gangguan pada area yang terlibat dalam pemrosesan bahasa.

Zinc: Zinc diperlukan untuk proliferasi sel, diferensiasi neuron, dan fungsi sinaptik. Defisiensi zinc dapat mengganggu neurogenesis dan plastisitas sinaptik yang penting untuk pembelajaran bahasa.

Vitamin B12 dan Folat: Kedua vitamin ini penting untuk mielinisasi dan sintesis neurotransmitter. Studi pada anak dengan malnutrisi berat menunjukkan asosiasi antara status B12 dan folat dengan pencapaian milestone perkembangan, termasuk aspek bahasa (Mahfuz et al., 2022).

Periode Kritis dan Window of Opportunity

Kerentanan otak terhadap dampak malnutrisi paling tinggi pada periode prenatal hingga usia 2 tahun, yang dikenal sebagai "first 1000 days of life". Periode ini merupakan window of opportunity di mana intervensi nutrisi dan stimulasi dapat memberikan dampak maksimal dalam mencegah atau meminimalkan keterlambatan perkembangan. Perubahan struktural dan fungsional otak akibat malnutrisi dapat terdeteksi sangat dini, bahkan pada bulan-bulan pertama kehidupan. Hal ini menekankan pentingnya deteksi dini dan intervensi segera untuk mencegah dampak jangka panjang yang permanen. Intervensi yang dimulai setelah periode kritis mungkin tidak seefektif intervensi yang dilakukan pada window of opportunity ini (Nahar et al., 2020; Koshy et al., 2024).

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hubungan Stunting dan Keterlambatan Bahasa

Beberapa studi mengeksplorasi faktor-faktor yang dapat memodifikasi atau memediasi hubungan antara stunting dan keterlambatan bahasa:

Stimulasi Psikososial: Lingkungan yang kurang stimulatif sering menyertai kondisi stunting, terutama pada keluarga dengan status sosial ekonomi rendah. Kurangnya interaksi verbal, paparan bahasa yang terbatas, dan minimnya kesempatan bermain dapat memperburuk dampak biologis stunting terhadap perkembangan bahasa. Sebaliknya, stimulasi psikososial yang adekuat dapat berperan sebagai faktor protektif yang mengurangi dampak negatif stunting (Mbabazi et al., 2024a; Mbabazi et al., 2024b).

Status Sosial Ekonomi: Kemiskinan tidak hanya meningkatkan risiko stunting tetapi juga menciptakan lingkungan yang kurang kondusif untuk perkembangan bahasa. Faktor-faktor seperti pendidikan orang tua yang rendah, akses terbatas terhadap layanan kesehatan dan pendidikan, serta stres keluarga dapat berkontribusi pada keterlambatan bahasa secara independen atau sinergis dengan stunting (Hernández-Vásquez et al., 2021).

Usia Onset dan Durasi Stunting: Anak yang mengalami stunting sejak dini (early-onset stunting) dan stunting yang persisten memiliki risiko yang lebih tinggi untuk keterlambatan bahasa dibandingkan anak dengan late-onset stunting atau stunting yang mengalami catch-up growth. Hal ini konsisten dengan konsep periode kritis perkembangan otak (Koshy et al., 2024).

Praktik Pemberian Makan: ASI eksklusif, pemberian makanan pendamping ASI (MPASI) yang tepat waktu dan adekuat, serta diversitas diet merupakan faktor protektif yang dapat mengurangi risiko stunting dan mendukung perkembangan bahasa. Beberapa studi menunjukkan bahwa praktik pemberian makan yang optimal dapat memediasi hubungan antara status gizi dengan perkembangan bahasa (Nahar et al., 2020).

Kualitas Metodologi Studi

Penilaian kualitas menggunakan Newcastle-Ottawa Scale menunjukkan bahwa mayoritas studi memiliki kualitas metodologi sedang hingga baik. Tujuh studi (58,3%) memperoleh skor 7-8 (kualitas baik), empat studi (33,3%) memperoleh skor 5-6 (kualitas sedang), dan satu studi (8,3%) memperoleh skor 4 (kualitas rendah). Kekuatan utama studi yang diinklusi adalah penggunaan instrumen pengukuran yang tervalidasi untuk penilaian stunting dan perkembangan bahasa, serta ukuran sampel yang memadai.

Keterbatasan metodologi yang diidentifikasi terutama terkait dengan kontrol terhadap variabel perancu. Beberapa studi cross-sectional tidak mengontrol atau hanya mengontrol sebagian variabel perancu penting seperti stimulasi psikososial, pendidikan orang tua, dan status sosial ekonomi. Hal ini dapat menyebabkan overestimasi atau underestimasi kekuatan asosiasi. Selain itu, mayoritas studi menggunakan desain cross-sectional yang tidak dapat menetapkan hubungan temporal dan kausalitas.

Implikasi untuk Praktik dan Kebijakan

Temuan review ini memiliki implikasi penting untuk praktik klinis dan kebijakan kesehatan masyarakat. Pertama, pentingnya integrasi surveilans gizi dengan skrining perkembangan anak. Anak yang teridentifikasi stunting harus secara rutin menjalani skrining perkembangan, khususnya aspek bahasa, untuk deteksi dini keterlambatan. Kedua, program pencegahan dan penanganan stunting perlu diintegrasikan dengan program stimulasi perkembangan anak usia dini. Intervensi gizi saja mungkin tidak cukup untuk mencegah keterlambatan bahasa jika tidak disertai dengan stimulasi psikososial yang memadai.

Ketiga, fokus intervensi harus diarahkan pada periode kritis 1000 hari pertama kehidupan (dari konsepsi hingga usia 2 tahun) dengan penekanan khusus pada periode 6-36 bulan di mana perkembangan bahasa berlangsung paling pesat. Keempat, pendekatan multisektoral yang melibatkan sektor kesehatan, pendidikan, dan sosial diperlukan untuk mengatasi determinan ganda dari stunting dan keterlambatan perkembangan bahasa.

SIMPULAN

Systematic review ini menyediakan bukti konsisten bahwa stunting merupakan faktor risiko signifikan untuk keterlambatan perkembangan bahasa pada anak usia 6-36 bulan. Anak dengan stunting memiliki risiko 2-4 kali lebih tinggi mengalami keterlambatan bahasa dibandingkan anak dengan status gizi normal. Mekanisme yang menghubungkan stunting dengan keterlambatan bahasa bersifat multifaktorial, meliputi perubahan struktural otak (penurunan volume otak, materi putih, dan korpus kalosum), gangguan proses neurobiologis kritis (mielinisasi, sinaptogenesis, neurogenesis), defisiensi nutrisi esensial yang mempengaruhi perkembangan otak, dan gangguan konektivitas fungsional area bahasa. Periode 6-36 bulan merupakan window of opportunity di mana intervensi nutrisi dan stimulasi dapat memberikan dampak maksimal dalam mencegah keterlambatan bahasa.

Implikasi praktis dari temuan ini mencakup perlunya: (1) integrasi surveilans gizi dengan skrining perkembangan bahasa secara rutin pada anak usia dini, (2) penguatan program pencegahan stunting yang terintegrasi dengan stimulasi perkembangan anak, (3) fokus intervensi pada periode kritis 1000 hari pertama kehidupan, dan (4) pendekatan multisektoral untuk mengatasi determinan ganda dari stunting dan keterlambatan perkembangan.

Penelitian di masa depan perlu menggunakan desain longitudinal dengan follow-up yang lebih panjang untuk memahami trajektori perkembangan bahasa pada anak stunting, mengeksplorasi efektivitas intervensi gizi yang dikombinasikan dengan stimulasi bahasa, dan mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat memodifikasi hubungan antara stunting dan keterlambatan bahasa. Studi neuroimaging yang lebih spesifik juga diperlukan untuk memetakan secara detail area otak yang terlibat dalam keterlambatan bahasa pada anak stunting.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghniya, R., Oktaviani, I., & Widiyanti, S. (2025). Stunting and Child Development: Evidence from Pujo Basuki Village, Central Lampung. *Jurnal Kesehatan*, 16(2). <https://doi.org/10.26630/jk.v16i2.5077>
- Ali, M., Khan, E., Khan, M. N., & Khan, A. U. (2021). Association of Malnutrition with Delayed Speech among Children 2-6 Years Undergoing Speech Therapy at Rehabilitation Center. *Journal of Liaquat University of Medical and Health Sciences*. <https://doi.org/10.22442/jlumhs.2021.00834>
- Freer, J., Orr, J., Morris, J. K., Walton, R., & Dunkel, L. (2022). Short stature and language development in the United Kingdom: a longitudinal analysis of children from the Millennium Cohort Study. *BMC Medicine*, 20(1), 487. <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02680-y>
- Hardiyanti, L., Zahra, A. K., Azmiarrizqi, F., Khasanah, A. N., & Agustina, S. (2025). Association between undernutrition and language delay in children under 5 years old: a systematic review. *Indonesian Journal of Biomedical and Clinical Sciences*. <https://doi.org/10.22146/inajbcs.v57i2.19291>
- Hernández-Vásquez, A., Pisfil-Benites, N., Vargas-Fernández, R., & Azañedo, D. (2021). Nutritional status and effective verbal communication in Peruvian children: A secondary analysis of the 2019 Demographic and Health Survey. *PLOS ONE*, 16(2), e0246542. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0246542>
- Iswari, Y., & Hartati, S. S. (2022). Stunting mempengaruhi perkembangan motorik kasar, motorik halus dan bahasa anak usia 0-24 bulan. *Jurnal Endurance*, 6(3), 631-641. <https://doi.org/10.22216/jen.v6i3.618>
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). *Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) 2022*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Koshy, B., Thilagarajan, V. V., Berkins, S., Arunachal, G., Agarwal, V., Danda, S., & Thomas, S. V. (2024). Childhood brain morphometry in children with persistent stunting and catch-up growth. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2024.06.20.599887>
- Kulsum, D. U., Shalsabila, S., & Hastuti, D. (2023). Relationship Between Stunting Incidents and Speech Delay in Toddlers at Posyandu X Cimahi. *Jurnal Ilmiah Ilmu Keperawatan Indonesia*, 13(1), 115-123. <https://doi.org/10.33221/jiiki.v13i01.2380>
- Mahfuz, M., Hossain, S., Alam, M. A., Gazi, M. A., Fahim, S. M., Das, S., Ahmed, T., & Haque, R. (2022). Chronic aflatoxin exposure and cognitive and language development in young children of Bangladesh: A longitudinal study. *Toxins*, 14(12), 855. <https://doi.org/10.3390/toxins14120855>
- Mangunsong, R. R. D., Sutanto, A., & Sudarman, S. (2024). Factors Influencing Language Development in Preschool Children in Karanganyar Regency, Central Java. *International Journal of Public Health Excellence*, 4(1), 160-168. <https://doi.org/10.55299/ijphe.v4i1.1125>
- Mbabazi, J., Pesu, H., Mutumba, R., Bromley, K., & Ritz, C. (2024a). Correlates of early child development among children with stunting: A cross-sectional study in Uganda. *Maternal and Child Nutrition*, 20(2), e13619. <https://doi.org/10.1111/mcn.13619>
- Mbabazi, J., Pesu, H., Mutumba, R., McCray, G., & Ritz, C. (2024b). Predictors of change in early child development among children with stunting: Secondary analysis of a randomized trial in Uganda. *PLOS Global Public Health*, 4(8), e0003456. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0003456>
- Nahar, B., Hossain, M., Mahfuz, M., Islam, M. M., & Hossain, I. (2020). Early childhood development and stunting: Findings from the MAL-ED birth cohort study in Bangladesh. *Maternal and Child Nutrition*, 16(1), e12864. <https://doi.org/10.1111/MCN.12864>
- Oumer, A., Fikre, Z., Girum, T., Abera, M., Tiruneh, M., Terefe, B., & Belachew, T. (2022). Stunting and Underweight, but not Wasting are Associated with Delay in Child Development in Southwest Ethiopia. *Pediatric Health, Medicine and Therapeutics*, 15, 25-39. <https://doi.org/10.2147/phmt.s344715>

- Permatasari, D., Sawitri, E., & Ratnadilah, D. (2020). Impact of Stunting on Development of Children Aged 12–60 Months. *Advances in Health Sciences Research*, 27, 226-230. <https://doi.org/10.2991/AHSR.K.200723.047>
- Sideropoulos, V., Draper, A. L., Muñoz Chereau, B., Ang, L., & Dockrell, J. (2024). Childhood stunting and cognitive development: a meta-analysis. *OSF Preprints*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/7t9sr>
- UNICEF, WHO, & World Bank Group. (2023). *Levels and trends in child malnutrition: UNICEF/WHO/World Bank Group joint child malnutrition estimates*. New York: UNICEF.
- Wulandari, E. C., Wijayanti, H. S., Widyastuti, N., Panunggal, B., & Ayustaningworno, F. (2021). Hubungan stunting dengan keterlambatan perkembangan pada anak usia 6-24 bulan. *Journal of Nutrition College*, 10(4), 284-291. <https://doi.org/10.14710/jnc.v10i4.31114>