



STUNTING SEBAGAI FAKTOR RISIKO DIABETES MELITUS TIPE 2 DI MASA MENDATANG: SYSTEMATIC REVIEW

Laila Sholehah¹✉, Ratna²

^{1, 2)} Jurusan Gizi, Poltekkes Kemenkes Banjarmasin

✉ Corresponding author:
sholehalail@gmail.com

Abstrak

Stunting merupakan masalah gizi kronis yang tidak hanya berdampak pada gangguan pertumbuhan anak, tetapi juga berpotensi meningkatkan risiko penyakit metabolik pada usia dewasa. Penelitian ini bertujuan menelaah hubungan antara stunting pada masa anak dengan risiko *Type 2 Diabetes Mellitus* (T2DM) berdasarkan konsep *Developmental Origins of Health and Disease* (DOHaD). Penelitian menggunakan metode *systematic review* terhadap 21 artikel nasional dan internasional yang relevan, kemudian dilakukan analisis kritis dan sintesis naratif untuk mengidentifikasi keterkaitan epidemiologis, mekanisme biologis, dan perubahan metabolik jangka panjang. Hasil kajian menunjukkan adanya hubungan yang konsisten antara riwayat stunting dengan peningkatan risiko T2DM dan gangguan kardiometabolik pada usia dewasa. Individu dengan riwayat stunting mengalami gangguan homeostasis glukosa, penurunan fungsi sel beta pankreas, perubahan sensitivitas insulin, peningkatan lemak abdominal, dislipidemia, hipertensi, serta *catch-up growth* berlebihan. Berdasarkan konsep DOHaD, malnutrisi selama 1000 hari pertama kehidupan dapat menyebabkan *metabolic programming* permanen yang meningkatkan kerentanan terhadap penyakit metabolik di kemudian hari.

Kata Kunci: Stunting, Diabetes Mellitus Tipe 2, DOHaD

Abstract

Stunting is a chronic nutritional problem that not only affects children's growth and development but also has the potential to increase the risk of metabolic diseases in adulthood. This study aimed to examine the relationship between childhood stunting and the risk of *Type 2 Diabetes Mellitus* (T2DM) based on the *Developmental Origins of Health and Disease* (DOHaD) concept. This study employed a systematic review method of 21 relevant national and international articles, followed by critical analysis and narrative synthesis to identify epidemiological associations, biological mechanisms, and long-term metabolic changes. The findings showed a consistent association between a history of stunting and an increased risk of T2DM and cardiometabolic disorders in adulthood. Individuals with a history of stunting were found to experience impaired glucose homeostasis, reduced pancreatic beta-cell function, altered insulin sensitivity, increased abdominal fat accumulation, dyslipidemia, hypertension, and excessive catch-up growth. Based on the DOHaD concept, malnutrition during the first 1,000 days of life may lead to permanent metabolic programming, which increases susceptibility to metabolic diseases later in life.

Keyword: Stunting, Type 2 Diabetes Mellitus, DOHaD

PENDAHULUAN

Stunting masih menjadi salah satu permasalahan gizi kronis utama yang mengancam kualitas sumber daya manusia di berbagai negara, termasuk negara berkembang. Kondisi ini ditandai dengan gangguan pertumbuhan linier pada anak, yaitu panjang atau tinggi badan menurut umur berada di bawah minus dua standar deviasi (<-2 SD) berdasarkan *World Health Organization Child Growth Standards*, sebagai akibat dari kekurangan gizi kronis yang berlangsung sejak periode prenatal hingga awal kehidupan (Zahra et al., 2025). Secara global, pada tahun 2022

diperkirakan sekitar 148,1 juta atau 22,3% anak balita mengalami stunting (Who & Bank, 2025). Di Indonesia, stunting masih menjadi tantangan kesehatan masyarakat yang signifikan, dengan prevalensi sebesar 19,8% pada tahun 2024, yang menunjukkan bahwa pencapaian target penurunan stunting nasional masih memerlukan upaya yang lebih komprehensif dan berkelanjutan (Kementerian Kesehatan RI, 2025).

Stunting umumnya berakar dari malnutrisi kronis selama periode 1000 hari pertama kehidupan, yaitu sejak masa konsepsi hingga usia dua tahun, yang merupakan periode kritis pembentukan organ, jaringan, dan sistem metabolik. Kekurangan zat gizi pada fase ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti status gizi ibu, asupan makanan yang tidak adekuat, penyakit infeksi berulang, defisiensi mikronutrien, kondisi sosial ekonomi, sanitasi, serta paparan lingkungan yang kurang optimal (WHO, 2020). Dampak stunting tidak hanya terbatas pada gangguan pertumbuhan fisik dan perkembangan kognitif pada masa anak, tetapi juga berkaitan dengan penurunan produktivitas, peningkatan morbiditas dan mortalitas, serta meningkatnya kerentanan terhadap penyakit tidak menular pada usia dewasa (Soliman et al., 2021).

Dalam beberapa dekade terakhir, berbagai penelitian menunjukkan bahwa stunting tidak sekadar merefleksikan kegagalan pertumbuhan linier, tetapi juga mencerminkan terjadinya perubahan metabolik jangka panjang. Anak yang mengalami stunting diketahui memiliki kecenderungan mengalami penumpukan lemak tubuh, penurunan oksidasi lemak, pengeluaran energi yang lebih rendah, obesitas sentral, dislipidemia, serta gangguan homeostasis glukosa yang berujung pada resistensi insulin (Li et al., 2023). Studi longitudinal menunjukkan bahwa individu yang mengalami stunting pada masa anak memiliki kerentanan lebih besar terhadap *catch-up growth* yang terlalu cepat pada masa remaja, yang dapat meningkatkan risiko obesitas dan gangguan metabolik di kemudian hari.

Perubahan metabolik tersebut diduga berhubungan dengan gangguan fungsi endokrin dan pankreas. Penelitian oleh Martins et al. menunjukkan bahwa remaja dengan riwayat stunting mengalami penurunan kadar insulin dan rendahnya fungsi sel beta pankreas berdasarkan indeks *Homeostasis Model Assessment-B* (HOMA-B), yang mengindikasikan gangguan sekresi insulin. Pada saat yang sama, sensitivitas insulin perifer dapat meningkat sebagai bentuk adaptasi metabolik awal, namun dalam jangka panjang kondisi ini dapat berkembang menjadi resistensi insulin akibat perubahan komposisi tubuh, khususnya peningkatan massa lemak visceral dan rendahnya massa otot (Soliman et al., 2021). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa kekurangan gizi pada janin dan bayi berhubungan signifikan dengan gangguan toleransi glukosa, resistensi insulin, dan peningkatan risiko diabetes pada usia dewasa (Siswati, 2018).

Di sisi lain, diabetes melitus tipe 2 merupakan salah satu penyakit metabolik kronis dengan pertumbuhan tercepat di dunia. Menurut *International Diabetes Federation*, pada tahun 2021 terdapat sekitar 537 juta orang dewasa hidup dengan diabetes, dan jumlah ini diproyeksikan meningkat menjadi 643 juta pada tahun 2030 serta 783 juta pada tahun 2045 (IDF, 2019). Diabetes melitus terjadi ketika pankreas tidak mampu menghasilkan insulin dalam jumlah yang cukup atau ketika tubuh tidak mampu menggunakan insulin secara efektif, sehingga menyebabkan hiperglikemia kronis yang dapat memicu berbagai komplikasi serius, seperti dislipidemia, nefropati, retinopati, neuropati, serta penyakit kardiovaskular (Skyler et al., 2017, Sholehah et al., 2025, Perkeni, 2021). Meskipun faktor risiko diabetes yang umum dikenal meliputi obesitas, kurang aktivitas fisik, dislipidemia, dan faktor genetik, bukti ilmiah terbaru menunjukkan bahwa paparan malnutrisi pada awal kehidupan juga berkontribusi besar terhadap risiko diabetes tipe 2 di masa dewasa.

Hubungan antara nutrisi awal kehidupan dan risiko penyakit kronis pada usia dewasa pertama kali dijelaskan oleh David Barker melalui hipotesis *Fetal Origins of Adult Disease* (FOAD), yang kemudian berkembang menjadi konsep *Developmental Origins of Health and Disease* (DOHaD). Konsep ini menjelaskan bahwa paparan lingkungan, khususnya nutrisi yang tidak adekuat selama periode perkembangan awal, dapat memicu *metabolic programming* permanen melalui perubahan struktur organ, fungsi endokrin, regulasi hormonal, dan mekanisme epigenetik yang memengaruhi risiko penyakit kronis pada kehidupan selanjutnya (Barker, 1997).

Malnutrisi selama kehamilan dapat mengganggu fungsi fetoplasenta dan transportasi nutrisi ke janin, menyebabkan pembatasan pertumbuhan intrauterin, penurunan massa sel beta pankreas, perubahan sensitivitas insulin, peningkatan kadar glukokortikoid, serta adaptasi metabolik yang awalnya bersifat protektif namun menjadi maladaptif ketika individu terpapar lingkungan obesogenik pada usia berikutnya.

Sejumlah studi epidemiologi mendukung hubungan tersebut. Penelitian oleh Barker menunjukkan bahwa individu dengan berat lahir rendah memiliki risiko lebih tinggi mengalami diabetes tipe 2 dan gangguan toleransi glukosa pada usia dewasa. Temuan ini diperkuat oleh studi kohort di berbagai populasi yang menunjukkan bahwa individu dengan riwayat malnutrisi janin, berat badan lahir rendah, maupun stunting pada masa anak memiliki risiko lebih tinggi mengalami obesitas sentral, resistensi insulin, sindrom metabolik, serta penyakit kardiovaskular di kemudian hari (Soliman et al., 2021).

Meskipun hubungan antara malnutrisi awal kehidupan dan penyakit metabolik telah banyak dilaporkan, bukti yang secara khusus mengevaluasi stunting pada masa anak sebagai faktor risiko diabetes melitus tipe 2 berdasarkan kerangka DOHaD masih tersebar dan belum tersintesis secara komprehensif. Oleh karena itu, *systematic review* ini dilakukan untuk menelaah secara kritis bukti ilmiah mengenai hubungan stunting pada masa anak dengan risiko diabetes melitus tipe 2 di masa mendatang, serta menjelaskan mekanisme biologis yang mendasarinya berdasarkan konsep DOHaD.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *systematic review* untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis secara sistematis bukti ilmiah mengenai hubungan stunting pada masa anak dengan risiko Type 2 Diabetes Mellitus dan gangguan kardiometabolik di masa mendatang berdasarkan kerangka *Developmental Origins of Health and Disease* (DOHaD). Sebanyak 30 artikel nasional dan internasional yang relevan dengan topik penelitian dianalisis secara kritis dan disintesis secara naratif untuk mengidentifikasi keterkaitan epidemiologis, mekanisme biologis, serta perubahan metabolik jangka panjang yang berhubungan dengan riwayat stunting pada masa anak. Hasil sintesis kemudian disajikan secara komprehensif dalam bentuk perbandingan antarpenelitian guna memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran stunting sebagai faktor risiko penyakit metabolik di masa dewasa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan sintesis terhadap 21 artikel, sebagian besar penelitian menunjukkan adanya hubungan yang konsisten dan signifikan antara riwayat stunting pada masa anak dengan peningkatan risiko penyakit tidak menular pada usia dewasa, terutama *Type 2 Diabetes Mellitus* (T2DM) dan berbagai gangguan kardiometabolik. Individu dengan riwayat stunting dilaporkan mengalami berbagai perubahan metabolik, meliputi gangguan homeostasis glukosa, penurunan fungsi sel beta pankreas, perubahan sensitivitas insulin, peningkatan akumulasi lemak tubuh terutama lemak abdominal, serta perubahan profil lipid. Selain itu, beberapa studi kohort dan longitudinal menunjukkan bahwa individu yang mengalami hambatan pertumbuhan linier akibat kekurangan gizi sejak masa janin, bayi, maupun anak memiliki kadar glukosa darah, indeks resistensi insulin, serta risiko sindrom metabolik yang lebih tinggi pada usia dewasa dibandingkan individu dengan pertumbuhan normal. Secara keseluruhan, temuan dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa stunting berhubungan dengan peningkatan risiko diabetes melitus tipe 2, obesitas abdominal, dislipidemia, hipertensi, dan gangguan metabolik lainnya pada kehidupan dewasa (Sholehah et al., 2022).

Temuan tersebut memperkuat bahwa dampak stunting tidak hanya terbatas pada gangguan pertumbuhan fisik, perkembangan kognitif, dan produktivitas, tetapi juga berkontribusi terhadap perubahan metabolik jangka panjang yang meningkatkan kerentanan terhadap penyakit tidak menular. Sebagian besar penelitian yang dianalisis menunjukkan bahwa individu dengan riwayat stunting memiliki kecenderungan mengalami resistensi insulin, obesitas

sentral, gangguan toleransi glukosa, dislipidemia, hingga sindrom metabolik pada usia dewasa (Deboer et al., 2013, Li et al., 2023).

Secara biologis, hubungan antara stunting dan peningkatan risiko diabetes melitus tipe 2 dapat dijelaskan melalui konsep *Developmental Origins of Health and Disease* (DOHaD). Konsep ini menjelaskan bahwa paparan lingkungan, khususnya malnutrisi selama periode awal kehidupan, dapat menyebabkan *developmental programming* yang bersifat permanen terhadap struktur organ, sistem endokrin, dan regulasi metabolisme. Konsep tersebut berkembang dari hipotesis *Fetal Origins of Adult Disease* yang diperkenalkan oleh Barker, yang menunjukkan bahwa individu dengan berat badan lahir rendah memiliki risiko lebih tinggi mengalami penyakit jantung koroner, gangguan toleransi glukosa, dan diabetes pada usia dewasa (Barker, 1997). Temuan dalam review ini mendukung teori tersebut, di mana stunting dapat dipandang sebagai manifestasi klinis dari paparan malnutrisi kronis pada fase perkembangan kritis.

Kekurangan gizi kronis selama 1000 hari pertama kehidupan menyebabkan tubuh melakukan berbagai adaptasi metabolik untuk mempertahankan kelangsungan hidup pada kondisi keterbatasan energi. Adaptasi tersebut meliputi penurunan laju metabolisme basal, pengurangan massa otot, peningkatan efisiensi penggunaan energi, serta perubahan hormonal yang memengaruhi metabolisme glukosa dan lipid. Dalam jangka panjang, adaptasi ini dapat menjadi maladaptif ketika individu kemudian terpapar lingkungan dengan ketersediaan energi berlebih, sehingga meningkatkan risiko obesitas, resistensi insulin, dan diabetes melitus tipe 2 (Mayneris & Jonathan, 2019).

Beberapa artikel yang dianalisis menunjukkan adanya perubahan fungsi pankreas pada individu dengan riwayat stunting. Penelitian oleh Martins et al. melaporkan bahwa remaja dengan riwayat stunting memiliki kadar insulin yang lebih rendah disertai penurunan fungsi sel beta pankreas berdasarkan parameter *Homeostasis Model Assessment-B* (HOMA-B). Penurunan fungsi sel beta ini menunjukkan bahwa kekurangan gizi kronis selama masa pertumbuhan dapat menghambat perkembangan pankreas dan menurunkan kapasitas sekresi insulin pada kehidupan selanjutnya. Pada fase awal, sensitivitas insulin perifer pada kelompok stunting ditemukan lebih tinggi sebagai mekanisme kompensasi metabolik, namun kondisi ini berpotensi berkembang menjadi resistensi insulin ketika terjadi peningkatan massa lemak tubuh pada usia berikutnya (Soliman et al., 2021).

Selain perubahan pada sensitivitas insulin, berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa stunting berhubungan dengan gangguan metabolisme energi dan perubahan komposisi tubuh yang dapat meningkatkan risiko penyakit metabolik di kemudian hari. Penelitian longitudinal menunjukkan bahwa anak dengan stunting memiliki *fat-free mass* yang lebih rendah dibandingkan anak dengan pertumbuhan normal, yang berpotensi menurunkan *resting energy expenditure* karena massa bebas lemak merupakan komponen utama dalam pengeluaran energi basal (Konyole et al., 2023). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa gangguan pertumbuhan linier pada awal kehidupan berhubungan dengan perubahan *energy partitioning*, yaitu kondisi ketika energi lebih banyak dialokasikan untuk mempertahankan fungsi fisiologis dasar dibandingkan pertumbuhan dan perkembangan jaringan metabolik. Dalam jangka panjang, perubahan metabolisme tersebut dapat meningkatkan efisiensi penyimpanan energi dan mendorong akumulasi lemak tubuh, sehingga meningkatkan risiko obesitas dan gangguan kardiometabolik. Temuan ini juga didukung oleh penelitian di Indonesia yang menunjukkan bahwa remaja obes dengan riwayat stunting memiliki *body mass index*, *waist-to-height ratio*, lingkar pinggul, dan tekanan darah sistolik yang lebih tinggi dibandingkan kelompok non-stunting, yang mengindikasikan kecenderungan adipositas sentral dan risiko sindrom metabolik yang lebih besar (Harits et al., 2024). Selain itu, penelitian pada remaja Indonesia dengan status *stunted-obese* juga menunjukkan adanya perubahan biomarker metabolik yang mencerminkan gangguan homeostasis metabolik sejak usia remaja (Hindarta et al., 2023).

Temuan lain yang konsisten dalam berbagai penelitian adalah kecenderungan terjadinya *catch-up growth* pada individu dengan riwayat stunting. Beberapa studi menunjukkan bahwa anak yang mengalami hambatan pertumbuhan linier pada awal kehidupan cenderung

mengalami peningkatan berat badan yang lebih cepat dibandingkan pertumbuhan tinggi badan pada masa anak akhir hingga remaja. Meskipun secara klinis kondisi ini sering dianggap sebagai indikator pemulihan status gizi, bukti terbaru menunjukkan bahwa *catch-up growth* yang berlangsung terlalu cepat dapat meningkatkan akumulasi lemak tubuh, terutama lemak abdominal, serta berhubungan dengan peningkatan risiko obesitas sentral, hipertensi, dislipidemia, dan resistensi insulin di kemudian hari (Mertens et al., 2023). Studi longitudinal pada anak di Afrika juga menunjukkan bahwa pertumbuhan berat badan yang cepat setelah periode *linear growth faltering* berhubungan dengan peningkatan *fat mass index* dan penurunan sensitivitas insulin pada usia sekolah (Konyole et al., 2023).

Temuan serupa juga diperkuat oleh studi populasi yang menunjukkan bahwa individu dengan riwayat stunting yang kemudian mengalami peningkatan berat badan berlebih memiliki kecenderungan mengalami adipositas sentral dan gangguan profil metabolik pada usia remaja hingga dewasa (Prentice et al., 2023). Di Indonesia, penelitian oleh Harits et al. (2024) menunjukkan bahwa remaja obes dengan riwayat stunting memiliki *body mass index*, *waist-to-height ratio*, dan tekanan darah sistolik yang lebih tinggi dibandingkan kelompok non-stunting, yang mengindikasikan peningkatan risiko sindrom metabolik. Selain faktor biologis, penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa paparan lingkungan yang kurang optimal pada awal kehidupan, termasuk sanitasi yang buruk, infeksi berulang, dan keterbatasan akses gizi, dapat memperkuat efek *developmental programming* dan meningkatkan risiko gangguan toleransi glukosa serta diabetes pada usia dewasa (Soliman et al., 2021). Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa *catch-up growth* setelah periode stunting, terutama ketika terjadi secara cepat pada lingkungan dengan ketersediaan energi berlebih, dapat menjadi mekanisme penting yang menghubungkan kekurangan gizi pada awal kehidupan dengan peningkatan risiko penyakit metabolik jangka panjang.

Selain diabetes melitus tipe 2, beberapa artikel yang dianalisis juga menunjukkan bahwa riwayat stunting berhubungan dengan peningkatan risiko gangguan kardiometabolik lainnya, seperti hipertensi, dislipidemia, obesitas sentral, dan sindrom metabolik. Mekanisme yang mendasari kondisi tersebut diduga melibatkan perubahan fungsi endotel, aktivasi sistem saraf simpatis, inflamasi kronis derajat rendah, serta perubahan epigenetik yang memengaruhi ekspresi gen yang terlibat dalam metabolisme glukosa dan lipid (Li et al., 2023). Perubahan epigenetik ini juga memungkinkan terjadinya efek lintas generasi, sehingga dampak malnutrisi tidak hanya memengaruhi individu yang terpapar, tetapi juga berpotensi meningkatkan kerentanan metabolik pada generasi berikutnya.

Secara keseluruhan, hasil review ini memperkuat bahwa stunting merupakan salah satu indikator awal terjadinya *metabolic programming* yang dapat meningkatkan risiko diabetes melitus tipe 2 dan berbagai gangguan kardiometabolik lainnya pada usia dewasa. Oleh karena itu, intervensi gizi pada periode 1000 hari pertama kehidupan menjadi sangat penting, tidak hanya untuk mencegah gangguan pertumbuhan, tetapi juga sebagai strategi pencegahan primer terhadap penyakit tidak menular sepanjang siklus kehidupan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil systematic review ini, dapat disimpulkan bahwa stunting pada masa anak tidak hanya merupakan gangguan pertumbuhan linier akibat malnutrisi kronis, tetapi juga mencerminkan terjadinya perubahan metabolik jangka panjang yang berdampak hingga usia dewasa. Berbagai bukti ilmiah menunjukkan bahwa riwayat stunting berhubungan dengan peningkatan risiko terjadinya diabetes melitus tipe 2 serta gangguan kardiometabolik lainnya, seperti obesitas sentral, dislipidemia, hipertensi, dan sindrom metabolik. Hubungan tersebut dapat dijelaskan melalui kerangka Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD), di mana kekurangan gizi pada periode kritis awal kehidupan menyebabkan *metabolic programming* yang memengaruhi struktur dan fungsi organ, termasuk pankreas, serta regulasi hormon dan metabolisme glukosa dan lipid. Adaptasi metabolik pada masa kekurangan gizi yang

awalnya bersifat protektif dapat menjadi maladaptif ketika individu terpapar lingkungan dengan asupan energi berlebih, sehingga meningkatkan risiko resistensi insulin dan diabetes tipe 2.

Dengan demikian, stunting perlu dipandang tidak hanya sebagai masalah pertumbuhan anak, tetapi juga sebagai faktor risiko penting penyakit tidak menular di masa depan. Temuan ini menegaskan pentingnya intervensi gizi yang optimal selama 1000 hari pertama kehidupan sebagai strategi pencegahan primer untuk menurunkan beban diabetes melitus tipe 2 dan penyakit kardiometabolik di kemudian hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta kontribusi selama proses penyusunan dan penyelesaian artikel ini sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada para peneliti terdahulu yang karya ilmiahnya menjadi dasar dalam penyusunan systematic review ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Barker, D. (1997). Maternal nutrition, fetal nutrition, and disease in later life. *Nutrition*, 13(9), 807–813. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(97\)00193-7](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(97)00193-7)
- Deboer, M. D., Lima, A. A. M., Ph, D., Oría, R. B., Scharf, R. J., Moore, S. R., Luna, M. A., & Richard, L. (2013). Early childhood growth failure and the developmental origins of adult disease: Do enteric infections and malnutrition increase risk for the metabolic syndrome? *National Institutes Of Health*, 70(11), 642–653. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2012.00543.x>.
- Harits, M., Widjaja, N. A., & Ardiana, M. (2024). Profile of metabolic syndrome components in obese adolescents: stunting vs. non-stunting. *The Indonesian Journal of Public Health*, 19(2), 302–315. <https://doi.org/10.20473/ijph.v19i2.2024>.
- Hindarta, N. A., Sulchan, M., & Sandi, H. (2023). Serum copper levels in adolescents 17 - 19 years old based on stunted and obese status. *Jurnal Gizi Dan Dietetik Indonesia*, 11(2), 85–93.
- IDF. (2019). IDF Diabetes Atlas 9th. In *IDF Diabetes Atlas, 9th edition*. https://diabetesatlas.org/idfawp/resource-files/2019/07/IDF_diabetes_atlas_ninth_edition_en.pdf
- Kementerian Kesehatan RI. (2025). *Survei Status Gizi Indonesia 2024*.
- Konyole, S. O., Omollo, S. A., Kinyuru, J. N., Owuor, B. O., Estambale, B. B., Ritz, C., Michaelsen, K. F., Filteau, S. M., Wells, J. C., Roos, N., Friis, H., Owino, V. O., & Grenov, B. (2023). Associations between Stunting , Wasting and Body Composition : A Longitudinal Study in 6- to 15-Month-Old Kenyan Children. *The Journal of Nutrition*, 153(4), 970–978. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2023.02.014>
- Li, S., Nor, N. M., & Kaliappan, S. R. (2023). Long-term effects of child nutritional status on the accumulation of health human capital. *SSM-Population Health*, 24(June). <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2023.101533>
- Mayneris, J., & Jonathan, P. (2019). Metabolic phenotyping of malnutrition during the first 1000 days of life. *European Journal of Nutrition*, 58(3), 909–930. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1679-0>
- Mertens, A., Benjamin-Chung, J., Jr, J. M. C., Coyle, J., Laan, M. J. van der, Hubbard, A. E., Rosete, S., Malenica, I., Hejazi, N., Sofrygin, O., Cai, W., Li, H., Nguyen, A., Pokpongkiat, N. N., Djajadi, S., Seth, A., Jung, E., Chung, E. O., Jilek, W., ... Consortium, T. K. C. G. (2023). Causes and consequences of child growth faltering in low-resource settings. *Nature*, 621(September). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06501-x>
- Perkeni. (2021). *Pengelolaan Dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Di Indonesia*.
- Sholehah, L., Fathurrahman, F., Hariati, N. W., & Aprianti, A. (2025). combining avertroa bilimbi 1 and phaleria macrocarpa on fasting blood glucose leves in a rat model of type 2 diabetes mellitus. *The Indonesian Journal of Public Health*, 20(2), 316–327. <https://doi.org/10.20473/ijph.vl20i2.2025.316-327>

- Sholehah, L., Listyawati, S., & Nurudhin, A. (2022). Phaleria Macrocarpa and Averrhoa Bilimbi L As Alternative Medicines In The Treatment of Patients With Diabetes Mellitus Type 2. *Jurnal Keperawatan*, 14, 85–92.
- Siswati, T. (2018). *Stunting*.
- Skyler, J. S., Bakris, G. L., Bonifacio, E., Darsow, T., Eckel, R. H., Groop, L., Groop, P., Handelsman, Y., Insel, R. A., Mathieu, C., Mcelvaine, A. T., Palmer, J. P., Pugliese, A., Schatz, D. A., Sosenko, J. M., Wilding, J. P. H., & Ratner, R. E. (2017). Differentiation of Diabetes by Pathophysiology , Natural History , and Prognosis. *Diabetes.Diabetesjournals.Org*, 66(July 2016), 241–255. <https://doi.org/10.2337/db16-0806>
- Soliman, A., Sanctis, V. De, Alaaraj, N., Ahmed, S., Alyafei, F., Hamed, N., & Soliman, N. (2021). Early and Long-term Consequences of Nutritional Stunting : From Childhood to Adulthood. *Acta Biomed*, 92(4), 1–12. <https://doi.org/10.23750/abm.v92i1.11346>
- WHO. (2020). *joint child malnutrition 2020.pdf*.
- Who, U., & Bank, W. (2025). *Levels and trends in child malnutrition*.
- Zahra, Y., Djuwita, R., & Wijaya, F. (2025). Stunting Saat Balita Sebagai Faktor Risiko Penyakit Diabetes Melitus Di Kemudian Hari: Tinjauan Literatur. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(April), 1249–1257.