

Indeks Massa Tubuh, Rasio Lingkar Pinggang, Tinggi Badan terhadap Sindrom Metabolik pada *Stunted Obesity*

Fauziah Hanum Nur Adriyani^{1*}, Arlyana Hikmanti¹, Feti Kumala Dewi¹

¹Universitas Harapan Bangsa, Purwokerto, Indonesia

ABSTRACT

Stunted was a major nutrition problem in Indonesia. Obesity caused metabolic changes caused by endothelial dysfunction and oxidative stress mechanisms defined by waist size, HDL, triglycerides, calm blood glucose, and blood pressure. The purpose of this study is to determine the relationship between stubborn obesity and metabolic syndrome in female adolescents. Study design was case control with 150 students in the Banyuma district. Subject selection was performed using multistage random samples. The case group was 75 students who inhibited obesity, and the control group was 75 students with stunted and non-attended. Determine nutritional status by measuring size, weight and waist size. Metabolic syndrome was determined using three criteria: obesity, blood glucose level above 100 mg/dL, and lipid profile. Triglyceride levels ≥ 150 mg/dL and HDL levels ≤ 0 mg/dL; Data were analyzed on a descriptive test for univariate analysis and a Chi-square test for determining relationships. The mean values of HDL levels (39.80 ± 3.96 mg/dL), fasting blood sugar (112.6 ± 8.75 mg/dL), and triglycerides (102.34 ± 17.54 mg/dL) in the case group were higher than the mean values in the control group. There is a relationship between Stunted obesity and the incidence of metabolic syndrome in adolescents with $p = 0.0479$. This indicates that there is a higher risk of experiencing metabolic syndrome in the case group.

Keywords: adolescents; metabolic syndrome; stunted obesity

ARTICLE INFO

Article history

Received : 24 November 2024
Revised : 15 April 2025
Accepted : 17 April 2025

DOI

DOI: <https://doi.org/10.31983/micajo.v6i2.12372>

CORRESPONDING AUTHOR

Name : Fauziah Hanum NA
Email : fauziahhanum@uhb.ac.id
Telp : 08561012157
Address : Universitas Harapan Bangsa, Jl. Raden Patah, No.100 Kec. Ledug Kembaran Kab. Banyumas

ORIGINAL RESEARCH

Pendahuluan

Stunted adalah penyakit kronis yang menjelaskan penghambatan pertumbuhan karena kekurangan gizi untuk waktu yang lama, mendesak anak-anak untuk memiliki tubuh yang pendek atau sangat pendek. *Stunted* adalah salah satu masalah nutrisi yang muncul di Indonesia. Prevalensi stunted pada remaja di Indonesia mengalami peningkatan dibanding tahun 2020 (Badan Pusat Statistik, 2022). Stunting merupakan kondisi gagal tumbuh yang dialami oleh anak usia di bawah 5 tahun yang disebabkan oleh kurangnya asupan gizi. (Khobibah et al., 2024)

Kelebihan berat badan/*overweight* dan obesitas merupakan kondisi yang kompleks dan kronis yang merupakan hasil interaksi antara individu, fisiologis, dan lingkungan yang mempengaruhi jenis, frekuensi, dan jumlah makanan dan minuman yang dikonsumsi, serta perubahan metabolisme tubuh. (Rachmah et al., 2021) Anak-anak yang mengalami stunting dan kelebihan berat badan/obesitas secara bersamaan dapat berisiko lebih besar mengalami perkembangan yang tidak sehat dibandingkan anak-anak normal. Dengan kata lain, mereka

berisiko tinggi terkena penyakit tidak menular karena mereka memberikan beban metabolisme yang tinggi pada kapasitas homeostasis yang telah terkuras.(Farah et al., 2021)

Stunted obesity merupakan kondisi gizi ganda yang ditandai dengan tinggi badan di bawah standar (stunting) disertai kelebihan berat badan atau obesitas. Kondisi ini semakin sering ditemukan pada remaja di negara berkembang, termasuk Indonesia, sebagai dampak dari ketidakseimbangan asupan gizi kronis sejak dini. Remaja dengan *stunted obesity* menghadapi risiko tinggi terhadap berbagai penyakit tidak menular, termasuk sindrom metabolik, yang meliputi peningkatan tekanan darah, kadar glukosa, trigliserida, dan resistensi insulin. Prevalensi tersebut tinggi, dan bahkan prevalensinya lebih tinggi dari masalah gizi lainnya, seperti kekurangan berat badan, limbah, obesitas, dan obesitas. Pada tahun 2023 di Indonesia, stunting di antara remaja antara usia 13 hingga 15 mencapai 35,1%, dan ia mencapai 30,6% di Jawa Tengah. Selain itu, prevalensi Kabupaten Banyumas adalah 30,5, sangat pendek pada 11%, dan detail pada 19,5% pendek.(Dinkes Prov Jateng, 2023)

Berdasarkan Profil Kesehatan Jawa Tengah tahun 2023, prevalensi status gizi remaja yang termasuk *Stunted obesity* di Jawa Tengah sebesar 7,8 persen, sedangkan yang termasuk obesitas tetapi memiliki tinggi badan normal hanya sebesar 5,1 persen.(Dinkes Prov Jateng, 2023) Obesitas, terutama obesitas sentral/abdominal merupakan salah satu faktor resiko terjadinya sindrom metabolik. Obesitas sentral pada remaja dapat diketahui menggunakan rasio lingkaran pinggang terhadap tinggi badan (WHtR) yang menyatakan hasil lebih akurat dibandingkan menggunakan IMT.(Paulo S, etc,2020) Obesitas sentral memiliki hubungan terhadap peningkatan tekanan darah sistolik, peningkatan serum trigliserida, penurunan HDL, intoleransi glukosa dan ketidaknormalan sistem koagulasi. Obesitas sentral menjadi penyebab awal terjadinya sindrom metabolik karena terjadi gangguan keseimbangan adipositokin yang disekresi. Sel adipositik berusaha mempertahankan keseimbangan dengan melepaskan sitokin, seperti interleukin 6, TNF- α , dan MCP-1.(Malavazos et al., 2021)

Masyarakat usia remaja merupakan usia pertumbuhan yang pesat, dimana tingginya aktivitas menyebabkan asupan makanan meningkat. Makanan yang paling sering dikonsumsi oleh remaja paling banyak terutama produk makanan yang praktis seperti *fast food* atau *frozen food*. Pola hidup tersebut berisiko terhadap terjadinya *negative energy balance* yang berdampak pada peningkatan risiko obesitas. Obesitas dapat menyebabkan risiko sindrom metabolik, seperti tekanan darah tinggi, kadar gula darah tinggi, dan profil lemak tinggi (dislipidemia). Remaja dengan pola makan tinggi fast food dan soda memiliki risiko lebih tinggi terhadap peningkatan lingkaran pinggang, insulin, dan BMI, yang berkontribusi terhadap sindrom metabolik.(Oh et al., 2021) Berdasarkan penelitian dari Tsutiyeva & Dzgoeva (2022) *Obesity and Metabolism*, penelitian ini menekankan bahwa konsumsi *fast food* oleh remaja berkorelasi dengan peningkatan berat badan dan gangguan metabolik, serta menyarankan intervensi pola makan sejak dini.(Tsutiyeva & Dzgoeva, 2022)

Indikator status gizi yang terkait erat dengan kejadian sindrom metabolik adalah ukuran lingkaran pinggang, Indeks Massa Tubuh (IMT) dan rasio lingkaran pinggang tinggi badan. Pengukuran lingkaran pinggang dapat menggambarkan keadaan obesitas sentral, di mana perut/lumbar menyimpan jaringan adiposa. IMT adalah ukuran yang disarankan untuk menilai obesitas dan obesitas pada anak-anak dan orang dewasa. Jumlah penderita sindrom metabolik khususnya penyakit Diabetes Mellitus di Kabupaten Banyumas pada tahun 2023 sejumlah 23.461 dengan rentang usia 15-59 tahun. Jumlah angka penderita hipertensi di Kabupaten Banyumas pada tahun 2023 sejumlah 181.948 dengan usia ≥ 15 tahun.(DKK,2023)

Berdasarkan penelitian dari Haris 2024, pada remaja dengan *stunted obesity*, prevalensi sindrom metabolik tercatat 18,75%. Remaja *stunted obese* memiliki IMT, rasio lingkaran pinggang-tinggi badan, dan tekanan darah sistolik yang lebih tinggi dibandingkan remaja obesitas tanpa stunting. Terdapat korelasi negatif antara tinggi badan dan IMT, serta korelasi positif dengan lingkaran panggul. (Harits et al., 2024) Penelitian di Bali pada tahun 2024, menunjukkan prevalensi stunting obesitas pada remaja perempuan usia 15–18 tahun tercatat sebesar 11,8%. Stunting berhubungan signifikan dengan sikap negatif terhadap pencegahan, rendahnya keberagaman makanan, dan kekurangan energi kronis. (Adhi et al., 2024) Dalam lima tahun terakhir, prevalensi *stunted obesity* dan sindrom metabolik pada remaja Indonesia menunjukkan tren yang mengkhawatirkan, terutama terkait dengan peningkatan obesitas abdominal, tekanan darah tinggi, dan resistensi insulin. Hal ini menegaskan pentingnya pemantauan IMT dan rasio lingkaran pinggang-tinggi badan sebagai prediktor awal untuk sindrom metabolik pada populasi remaja stunting. Mengingat tingginya risiko sindrom metabolik pada usia remaja ini, maka perlu dilakukan upaya pemeriksaan terhadap risiko sindrom metabolik pada remaja *stunted obesity*.

Metode

Studi ini termasuk dalam studi observasional menggunakan desain untuk studi kasus-kontrol. Pemilihan subjek penelitian menggunakan metode sampel acak multistage. Topik ini adalah wanita muda antara usia 12 dan 18 dari SMP/MTS dan SMA/SMK di Wilayah Kecamatan Purwokerto Timur Kabupaten Banyumas pada periode bulan Juni sampai September 2024. Kelompok kasus adalah wanita muda yang kelompok kontrolnya telah menghambat obesitas. Wanita muda dengan kriteria inklusi kelompok kasus, yaitu Z-Score TB/U & LT. -2 Wanita muda yang sama dengan Z-score TB/U dalam SD dan rasio pinggang-ke-tinggi (*Waist-to-Height Ratio/WHTR*) $\geq 0,5$ atau IMT $\geq 23.0 \text{ kg/m}^2$, dan pada kelompok kontrol. Insiden sindrom metabolik ditentukan berdasarkan kriteria IDF 2005, termasuk sindrom metabolik, yaitu, jika responden memenuhi obesitas, kadar glukosa darah $\geq 100 \text{ mg/dL}$, profil lipid (level trigliserida $\geq 150 \text{ mg/dL}$ dan level HDL 0 mg/dL). Selain itu, ia bersedia menjadi studi penelitian dengan menandatangani *informed consent*, mendapat izin dari pihak sekolah untuk diikuti dalam penelitian, tidak mengalami penyakit infeksi, tidak sedang menjalani diet penurunan berat badan dan tidak mengalami cacat fisik bawaan. Kriteria eksklusi, yaitu meninggal atau mengundurkan diri selama proses penelitian.

Jumlah sampel penelitian dihitung menggunakan rumus uji hipotesis dua kelompok dengan rancangan *case control study*. Perbandingan antara kelompok kasus dan kelompok kontrol adalah 1:1. Sehingga jumlah kelompok kontrol dan kasus masing-masing yaitu 75 siswa. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi skrining, pengambilan darah, uji laboratorium, analisis data dan pembuatan laporan. Skrining meliputi pengukuran antropometri berupa berat badan, tinggi badan dan lingkaran pinggang. Pengukuran berat badan menggunakan timbangan digital yang telah dikalibrasi. Pengukuran dilakukan dengan posisi berdiri, melepas alas kaki dan menggunakan baju tipis. Pengukuran tinggi badan menggunakan *microtoise* yang dipasang pada dinding dan lantai yang lurus. Subjek tidak menggunakan alas kaki, posisi seluruh badan terluar bagian belakang menempel pada tembok, dan subjek menarik nafas panjang. Pengukuran lingkaran pinggang dilakukan menggunakan metline pada nilai tengah antara tulang pelvis iliaca dan costa paling akhir dengan cara melingkarkan metline.

Analisis univariat dilakukan untuk menganalisis setiap variabel dalam penelitian ini dengan menjelaskan frekuensi dan distribusi situasi, serta nilai rata-rata dan median. Analisis bivariat dilakukan dengan menggunakan *chi-square* untuk menentukan hubungan antara kejadian sindrom metabolik dan obesitas. Penelitian ini mendapat persetujuan etik dari LPPM Universitas Harapan bangsa dengan nomer etik B.LPPM-UHB/890/10/2024.

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil

Hasil penelitian disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 1. Rerata dan Median Hasil Pengukuran Status Gizi pada Remaja

	Kelompok			
	Kelompok Kasus (n=75)		Kelompok Kontrol (n=75)	
	Rerata	Median	Rerata	Median
Tinggi Badan (cm)	146.7 ±4.92	147.8 (138, 153)	143.8±4.12	146.6 (139,156)
Berat Badan (kg)	48.8 ± 7.04	49.8 (39, 63.8)	40.07 ± 6.09	38 (32, 47.8)
Lingkar Pinggang (cm)	78.95 ± 4.78	77 (70, 85)	65.75 ± 4.15	66 (58,70)
IMT (kg/m ²)	24.19 ± 2.96	22.94 (19.87, 31.35)	19.77 ± 0.97	20.87 (18.87, 23.21)
WHtR	0.56 ± 0.032	0.5 (0.47, 0.58)	0.43 ±0.021	0.41 (0.36, 0.45)

Sumber data primer

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil rata-rata pengukuran status gizi berbeda antara kasus dan kontrol. Pada kelompok kasus, berat badan, BMI, dan WHtR lebih tinggi dari kelompok kontrol.

Tabel 2. Rerata dan Median Hasil Pengukuran Klinis pada Remaja

	Kelompok				Nilai p
	Kelompok Kasus (n=75)		Kelompok Kontrol (n=75)		
	Rerata	Median	Rerata	Median	
HDL	39.80 ± 3.96	38 (34, 47)	37.87±3.89	39 (32,45)	.176 ^a
Gula Darah Puasa	112.6 ± 8.75	98 (92, 108)	93.76 ± 7.54	92 (78, 103)	.873 ^a
Trigliserida	102.34 ± 17.54	99 (77, 128)	98.76 ± 15.7	93 (89,168)	.672 ^b

^a Uji independent t-test

^b Uji Mann-Whitney

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pengukuran klinis yang dilakukan pada subjek menyatakan nilai rerata yang lebih rendah untuk kadar HDL dan kadar gula darah puasa pada kelompok kasus dibandingkan kelompok kontrol, sedangkan nilai rerata kadar trigliserida sama. Perbedaan rerata kadar HDL, kadar trigliserida dan kadar gula darah puasa antar kelompok menggunakan uji beda tidak berpasangan, didapatkan hasil bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan untuk kadar HDL, kadar trigliserida dan kadar gula darah puasa antara kelompok kasus dan kelompok kontrol.

Tabel 3. Kejadian Sindrom Metabolik Pada Remaja *Stunted Obesity*

Sindrom Metabolik	Kelompok		Nilai p
	Kelompok Kasus (n=75)	Kelompok Kontrol (n=75)	
Ya	35 (46.67%)	4 (5.3%)	.0479*
Tidak	40 (53.33%)	71(94.67%)	

* Uji Chi square

Tabel 3. menunjukkan hasil pengukuran menggunakan uji chi-square menunjukkan nilai ($p=0,0479$) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara *stunted obesity* dengan kejadian sindrom metabolik pada remaja.

2. Pembahasan

Hasil pemeriksaan antropometri yang dilakukan pada 150 remaja putri Kabupaten Banyumas menunjukkan kejadian *stunted obesity* pada remaja masih tergolong relatif banyak yaitu pada kelompok kasus sebanyak 75. Kejadian *obesitas* terutama *obesitas abdominal* yang ditunjukkan pada hasil rata-rata lingkaran pinggang remaja pada kelompok kasus sejumlah 78.95 cm. Menurut Barker, anak-anak terhambat memiliki perubahan dalam komposisi tubuh dan distribusi lemak yang dapat mempengaruhi kelebihan *obesitas* dan distribusi lemak perut. *International Diabetes Federation* (IDF) menunjukkan bahwa seseorang mengalami sindrom metabolik ketika mereka memiliki dua komponen lain (kadar HDL, trigliserida, glukosa puasa yang tenang) dan *obesitas sentral*. Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa profil lipid, terutama kadar HDL yang rendah dan trigliserida tinggi, adalah indikator awal yang praktis dan sensitif yang mengidentifikasi risiko sindrom metabolik. Kombinasi rasio trigliserida/HDL juga terbukti sebagai prediktor yang baik terhadap resistensi insulin dan risiko kardiom metabolik. Selain itu, sindrom metabolik sering kali disertai dengan peningkatan kadar glukosa darah yang disebabkan oleh penurunan sensitivitas insulin perifer serta penurunan moderat output insulin, sehingga mengarah pada gangguan homeostasis glukosa. (Cardenas-Juarez et al., 2024)

Efek jangka panjang *stunting* dapat meningkatkan risiko gangguan metabolik seperti *obesitas* dan penyakit degeneratif. Salah satu mekanisme yang mendasari hal ini adalah penurunan oksidasi lemak, yang terjadi akibat akumulasi jaringan adiposa berlebih. Penurunan oksidasi lemak berkaitan dengan gangguan sistem endokrin, khususnya penurunan kadar *Insulin-like Growth Factor 1* (IGF-1). IGF-1 berperan dalam meningkatkan aktivitas hormon lipolitik, termasuk hormon sensitif lipase, yang mengatur metabolisme asam lemak bebas (Imrie et al., 2022). Peningkatan kadar asam lemak bebas dapat merangsang produksi sitokin proinflamasi seperti PAI-1 dan adiponektin, yang berkontribusi pada resistensi insulin. Akumulasi FFA juga dapat menghambat pengambilan glukosa oleh otot (*insulin-mediated glucose uptake*), mengurangi konversi glukosa menjadi glikogen, serta meningkatkan penyimpanan lemak dalam bentuk trigliserida. (Berawi et al., 2020)

Lingkar pinggang yang berlebihan merupakan faktor risiko penting penyakit kardiovaskular karena terkait dengan akumulasi lemak visceral dan disfungsi metabolik, termasuk dislipidemia. Salah satu manifestasi klinisnya adalah peningkatan kadar trigliserida, yang secara signifikan berkorelasi positif dengan ukuran lingkaran pinggang. Kombinasi lingkaran pinggang $\geq$ persentil ke-90 menurut umur dan jenis kelamin serta kadar trigliserida ≥ 100 mg/dL dikenal sebagai *fenotip hypertriglyceridemic waist* (HTGW). Fenotip ini terbukti sebagai indikator sederhana namun efektif untuk mendeteksi risiko sindrom metabolik dan penyakit kardiovaskular, terutama pada remaja dan dewasa muda. (Najeh et al., 2024)

Tingkat oksidasi lemak dan penyimpanan membutuhkan penghematan lemak yang tidak teroksidasi. Oleh karena itu, karena oksidasi lemak, oksidasi lemak menyebabkan peningkatan budi daya lemak dari waktu ke waktu. Secara teori, oksidasi lemak yang terganggu mempercepat akumulasi lemak, terutama ketika makan makanan dengan

lemak tinggi, karena catatan lemak berlebih dipertahankan. Kondisi tersebut dimungkinkan berkaitan erat dengan perubahan metabolisme pada individu *stunted* dimana oksidasi lemak lebih rendah dibanding individu normal sehingga lebih mudah untuk mengalami peningkatan simpanan lemak yang dapat berakibat pada kejadian dislipidemia.(Cai et al., 2022) Beberapa faktor yang memengaruhi adanya perbedaan pada kelompok kasus dan kontrol, antara lain aktivitas fisik, pola hidup terkait konsumsi serat dan konsumsi PUFA (*Poly Unsaturated Fatty Acid*) omega-3 yang memengaruhi mempengaruhi aktifitas metabolik pada jaringan adiposa.(Lu et al., 2023)

Hasil analisis data yang dilakukan dalam kelompok kasus menunjukkan bahwa ada 35 subjek (6,67%) dengan sindrom metabolik, tetapi juga menemukan subjek kontrol (5,3%) yang mengalami sindrom metabolik pada empat subjek. Berdasarkan hasil tes pada Tabel 3, nilai ($p = 0,079$) menunjukkan hubungan yang signifikan antara obesitas mengejutkan dan kejadian sindrom metabolik pada kaum muda. Responden 35 subjek yang mengalami sindrom metabolik dalam kelompok kasus memiliki hubungan antara memperpendek obesitas dan kejadian sindrom metabolik. Selain itu, hal ini dapat menjelaskan risiko yang lebih tinggi dari kelompok kasus yang mengalami sindrom metabolik dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa subjek dalam kelompok kasus yang mengalami *stunted obesity* memiliki prevalensi sindrom metabolik yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Temuan ini memperkuat hipotesis bahwa kombinasi antara stunting dan obesitas memberikan dampak metabolik yang lebih kompleks dan merugikan daripada kondisi gizi tunggal. *Stunted obesity* mencerminkan gangguan gizi kronis pada masa awal kehidupan yang diikuti oleh asupan energi berlebih dalam fase selanjutnya. Kombinasi ini menghasilkan komposisi tubuh yang tidak seimbang, ditandai dengan peningkatan lemak visceral dan penurunan massa otot, yang berkontribusi pada resistensi insulin, dislipidemia, dan peningkatan tekanan darah, semua komponen sindrom metabolik.

Penelitian oleh (Harits et al., 2024) menunjukkan bahwa remaja *stunted-obese* memiliki BMI, rasio lingkar pinggang terhadap tinggi badan (WHR), dan tekanan darah sistolik yang lebih tinggi dibanding remaja obes tanpa stunting. Selain itu, kadar trigliserida dan glukosa darah puasa pada kelompok *stunted-obese* juga cenderung lebih tinggi. Kondisi stunting yang berkepanjangan mengganggu fungsi metabolik dan hormonal, termasuk penurunan IGF-1 dan gangguan metabolisme lemak, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap akumulasi lemak visceral dan penurunan sensitivitas insulin. Akumulasi asam lemak bebas lebih lanjut merusak mekanisme pengambilan glukosa oleh otot dan hati, meningkatkan risiko sindrom metabolik. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa *stunted obesity* bukan hanya masalah gizi, melainkan juga berimplikasi pada peningkatan risiko metabolik jangka panjang, yang memerlukan perhatian lebih dalam strategi pencegahan dan penanganan sindrom metabolik di usia remaja. Faktor lain yang mempengaruhi kenaikan berat badan antara lain genetik akan mempengaruhi kecepatan laju kenaikan berat badan serta kebiasaan dan pola makan yang tinggi lemak menyebabkan kenaikan berat badan.(Khobibah et al., 2020)

Anak-anak dengan pertumbuhan terhambat memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami obesitas dibandingkan dengan teman sebayanya. Salah satu kemungkinan penjelasannya adalah bahwa anak-anak yang terhambat memiliki oksidasi lemak yang berkurang, sehingga meningkatkan akumulasi lemak berlebih dalam tubuh.(Al-Taiar et al., 2021)

Simpulan

Nilai rerata kadar HDL (39.80 ± 3.96 mg/dL), gula darah puasa (112.6 ± 8.75 mg/dL), dan trigliserid (102.34 ± 17.54 mg/dL) kelompok kasus lebih tinggi dibandingkan nilai rerata kelompok kontrol. Ada hubungan antara fasilitas perkembangan dan kejadian sindrom metabolik di $p = 0,079$ untuk kaum muda. Ini menunjukkan risiko tinggi mengalami sindrom metabolik dalam kelompok kasus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara *stunted obesity* dan kejadian sindrom metabolik pada remaja. Individu dengan status gizi ganda ini memiliki risiko yang lebih tinggi mengalami gangguan metabolik seperti resistensi insulin, dislipidemia, dan hipertensi, yang merupakan komponen utama sindrom metabolik. Kondisi ini dipicu oleh ketidakseimbangan komposisi tubuh akibat pertumbuhan terhambat sejak dini dan peningkatan massa lemak pada usia remaja. Perubahan hormonal dan metabolik, seperti penurunan IGF-1 dan peningkatan asam lemak bebas, memperparah kondisi tersebut dengan menurunkan sensitivitas insulin dan mengganggu metabolisme glukosa serta lipid. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya deteksi dini dan penanganan *stunted obesity* secara komprehensif untuk mencegah terjadinya komplikasi metabolik di masa depan.

Daftar Pustaka

- Adhi, K., Suariyani, N. L. P., Widarini, N. P., Tobing, D. H., & Astuti, N. M. E. S. (2024). Prevalence and Determinants of Stunting among Female Adolescents in Priority Areas of Bali: A Cross-Sectional Study in the Year 2022. *Journal of the Dow University of Health Sciences*. <https://doi.org/10.36570/jduhs.2024.2.2055>
- Al-Taiar, A., Alqaoud, N., Sharaf Alldin, R., Alanezi, F., Subhakaran, M., Dumadag, A., & Albatineh, A. N. (2021). Stunting and Combined Overweight with Stunting among Schoolchildren in Kuwait: Trends over a 13-Year Period. *Medical Principles and Practice*, 30(6), 515–521. <https://doi.org/10.1159/000518533>
- Badan Pusat Statistik. (2022). Laporan indeks khusus penanganan stunting 2021-2022. *Badan Pusat Statistik*, 108.
- Berawi, K., Maskoen, A., & Akbar, L. (2020). Decreased Expression of Peroxisome Proliferator-activated Receptor α Gene as an Indicator of Metabolic Disorders in Stunting Toddler. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 8, 175–180. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2020.3464>
- Cai, R., Zhou, J., Bai, L., Dong, Y., & Ding, W. (2022). Hypertriglyceridemic-waist phenotype is strongly associated with cardiovascular risk factor clustering in Chinese adolescents. *Scientific Reports*, 12(1), 15464. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19690-8>
- Cardenas-Juarez, A., Portales-Pérez, D. P., Rivas-Santiago, B., & García-Hernández, M. H. (2024). Clinical Significance of the Lipid Profile Ratios and Triglyceride Glucose Index in the Diagnosis of Metabolic Syndrome. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 22(7), 510–515. <https://doi.org/10.1089/met.2024.0045>
- Dinkes Prov Jateng. (2023). *Profil kesehatan Jawa Tengah 2023*.
- Farah, A. M., Nour, T. Y., Endris, B. S., & Gebreyesus, S. H. (2021). Concurrence of stunting and overweight/ obesity among children: Evidence from Ethiopia. *PLoS ONE*, 16(1 January 2021). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245456>

- Harits, M., Widjaja, N. A., & Ardiana, M. (2024). Profile Of Metabolic Syndrome Components In Obese Adolescents: Stunting Vs. Non-Stunting. *Indonesian Journal of Public Health*, 19(2), 302–315. <https://doi.org/10.20473/ijph.v19i2.2024.302-315>
- Imrie, H., Viswambharan, H., Haywood, N., Bridge, K., Yuldasheva, N., Galloway, S., Simmons, K., Cubbon, R., Sukumar, P., Watt, N., Lichtenstein, L., Wyatt, J., Kudo, H., Goldin, R., Rode, B., Wheatcroft, S., & Kearney, M. (2022). Cixutumumab reveals a critical role for IGF-1 in adipose and hepatic tissue remodelling during the development of diet-induced obesity. *Adipocyte*, 11, 366–378. <https://doi.org/10.1080/21623945.2022.2089394>
- Khobibah, Astyandini, B., & Ruspita, M. (2020). Peningkatan Berat Badan Dan Lama Penggunaan Metode Suntik Progestin Pada Akseptor Aktif. *Midwifery Care Journal*, 1(4), 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.31983/micajo.v1i4.6190>
- Khobibah, Isharyanti, S., & Rosiana, H. (2024). Efektivitas Penggunaan Alat Kontrasepsi Sebagai Upaya Pencegahan Stunting. *Midwifery Care Journal*, 5(1), 9–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.31983/micajo.v5i1.10532>
- Lu, N., Cheng, G., Chun-Ming, & Liu, X.-L. (2023). Hypertriglyceridemic waist phenotype, hypertriglyceridemic waist-to-height ratio phenotype and abnormal glucose metabolism in adolescents. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 110622. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2023.110622>
- Malavazos, A., Capitanio, G., Milani, V., Ambrogi, F., Matelloni, I., Basilico, S., Dubini, C., Sironi, F., Stella, E., Castaldi, S., Secchi, F., Menicanti, L., Iacobellis, G., Romanelli, M. C., Carruba, M., & Morricone, L. (2021). Tri-Ponderal Mass Index vs body Mass Index in discriminating central obesity and hypertension in adolescents with overweight. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases : NMCD*. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.02.013>
- Najeh, H., Rherissi, B., Dwassy, Y., Belmouden, A., & Chadli, S. (2024). Epidemiological aspects of the association of the hypertriglyceridemic waist phenotype with metabolic syndrome and cardiovascular risk factors in Morocco. Case the Amazigh population from a geographic region called Souss. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, 75 2, 185–193. <https://doi.org/10.32394/rpzh/190852>
- Oh, S., Lee, S. Y., Kim, D.-Y., Woo, S., Kim, Y., Lee, H.-J., Jang, H., Park, S., Park, K., & Lim, H. (2021). Association of Dietary Patterns with Weight Status and Metabolic Risk Factors among Children and Adolescents. *Nutrients*, 13. <https://doi.org/10.3390/nu13041153>
- Rachmah, Q., Mahmudiono, T., & Loh, S. P. (2021). Predictor of Obese Mothers and Stunted Children in the Same Roof: A Population-Based Study in the Urban Poor Setting Indonesia. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.710588>
- Tsutiyeva, A., & Dzgoeva, F. (2022). Fast food and obesity: risks to children and adolescents? *Obesity and Metabolism*. <https://doi.org/10.14341/omet12755>