

Artikel Penelitian

EFISIENSI METABOLIK PADA FASE PUBERTAS: ANALISIS KORELASI KADAR GULA DARAH SEWAKTU TERHADAP KAPASITAS AEROBIK REMAJA

I Made Dalu Danendra¹, Emilia Devi Dwi Rianti², Paramitha Dwi Nursanti³

^{1,3}Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

²Departemen Biomolekuler, Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Indonesia
Jl. Dukuh Kupang XXV No.54, Dukuh Kupang, Kec. Dukuhpakis, Surabaya, Jawa Timur 60225

²*Email: emilia@uwks.ac.id

Abstrak

Latar Belakang: Fenomena pergeseran gaya hidup di era globalisasi memicu kekhawatiran akan risiko metabolik dini, seperti DM (Diabetes mellitus), yang berpotensi mendegradasi efisiensi energi dan performa fisik remaja. **Tujuan:** Studi ini difokuskan untuk menginvestigasi apakah terdapat asosiasi antara kadar glukosa darah sewaktu dengan daya tahan kardiovaskular pada kelompok usia 13-15 tahun di SMP 56 Surabaya. **Metode:** Melalui pendekatan observasional dengan desain potong lintang (*cross-sectional*), penelitian menelaah data dari 50 siswa laki-laki yang dipilih secara acak. Evaluasi dilakukan dengan mengukur glukosa kapiler serta uji fisik menggunakan metode Harvard Step Test. **Hasil:** Analisis data memperlihatkan bahwa profil gula darah partisipan mayoritas berada dalam kategori fisiologis normal atau normoglikemia. Uji statistik Spearman mengonfirmasi korelasi yang sangat lemah dan tidak signifikan ($p=0,759$) antara kedua variabel tersebut. **Kesimpulan:** Hal ini mengindikasikan bahwa fluktuasi gula darah dalam batas normal tidak menjadi prediktor utama kapasitas fisik pada populasi ini. Guna validasi metabolik yang lebih mendalam di masa depan, disarankan penggunaan parameter lanjutan seperti HbA1c, analisis komposisi tubuh, atau pengukuran VO_2 max.

Kata kunci: *Harvard Step Test*, kadar gula darah, kapasitas fisik, remaja.

Abstract

Background: The phenomenon of lifestyle shifts in the era of globalization has raised concerns about early metabolic risks, such as Diabetes mellitus, which can potentially degrade energy efficiency and physical performance in adolescents. **Objective:** This study focused on investigating whether there is an association between random blood glucose levels and cardiovascular endurance in the 13-15 age group at SMP 56 Surabaya. **Methods:** Using an observational approach with a cross-sectional design, the study examined data from 50 randomly selected male students. Evaluation was carried out by measuring capillary glucose and conducting physical examinations using the Harvard Step Test. **Result:** Data analysis showed that the majority of participants' blood sugar profiles were within the normal physiological or normoglycemic category. The Spearman statistical test confirmed a very weak and insignificant correlation ($p=0.759$) between the two variables. **Conclusion:** This indicates that blood sugar fluctuations within normal limits are not a major predictor of physical capacity in this population. For more in-depth metabolic validation in the future, the use of advanced parameters such as HbA1c, body composition analysis, or VO_2 max measurements is recommended.research.

Keywords: *adolescents, blood glucose level, Harvard Step Test, physical capacity*

PENDAHULUAN

Arus globalisasi dan kemajuan teknologi telah memicu pergeseran signifikan dalam kebiasaan hidup masyarakat, terutama di kalangan remaja. Minimnya aktivitas fisik yang disebabkan oleh durasi

menatap layar yang berlebihan serta dominasi perilaku sedentari kini menjadi permasalahan nyata, khususnya di kawasan perkotaan (Hallal et al., 2024). Selain itu, kebiasaan mengonsumsi makanan cepat saji yang padat kalori namun miskin serat dan nutrisi penting turut memperparah status metabolik kaum muda (Alfora et al., 2023). Perpaduan antara gaya hidup kurang gerak dan pola makan buruk ini melipatgandakan ancaman penyakit degeneratif, salah satunya *Diabetes Mellitus* (DM) (Mulyadi, 2015).

DM merupakan gangguan metabolisme kronis yang ditandai dengan kondisi hiperglikemia akibat kegagalan sekresi insulin, kinerja insulin, atau kombinasi keduanya. Mengacu pada data *International Diabetes Federation* (IDF), total penderita DM di seluruh dunia menyentuh angka 537 juta jiwa pada tahun 2021 dan diproyeksikan melonjak hingga 643 juta pada tahun 2030 (Ogurtsova et al., 2022). Kendati sering diasosiasikan dengan orang dewasa, insidensi DM tipe 2 kini makin marak ditemukan pada kelompok remaja, termasuk dalam rentang usia 13–15 tahun (Fauziah & Anggraeni, 2018; Purbo & Diantamaela, 2019).

Kondisi hiperglikemia pada penderita DM tidak hanya memicu gangguan metabolik, tetapi juga berpotensi mereduksi kemampuan fisik individu. Penurunan performa ini terjadi akibat ketidakefisienan metabolisme energi serta peningkatan inflamasi sistemik, yang berdampak negatif pada kekuatan otot, daya tahan tubuh, dan kinerja aerobik (Purbasari & Purnomo, 2019; Yuliani et al., 2021). Kapasitas fisik menjadi tolok ukur krusial untuk mengevaluasi kesanggupan tubuh dalam beraktivitas, yang kerap diestimasi menggunakan indikator seperti laju detak jantung dan konsumsi oksigen maksimum (VO_2 max) (Santoso, 2020).

Salah satu instrumen yang dianggap valid dan praktis untuk menilai kapasitas fisik adalah Harvard Step Test. Metode ini menghitung laju pemulihan detak jantung pasca-aktivitas fisik submaksimal, dan terbukti responsif dalam mendeteksi penurunan fungsi kardiovaskular, termasuk yang dipicu oleh hiperglikemia (Forouhi & Wareham, 2019; Pramono & Aurelia, 2024). Pada fase remaja, gejala hormon pubertas dapat memodifikasi metabolisme glukosa serta respons fisiologis terhadap olahraga, sehingga analisis mengenai korelasi antara kadar gula darah dan kemampuan fisik pada demografi ini menjadi topik yang menarik untuk diteliti (Åström et al., 2018).

Sekolah Menengah Pertama (SMP) 56 Surabaya ditetapkan sebagai lokasi riset mengingat posisinya di area perkotaan dengan paparan gaya hidup tidak sehat yang cukup tinggi. Rentang usia 13–15 tahun dipilih sebagai subjek penelitian karena mereka berada dalam masa pubertas yang diwarnai oleh dinamika perubahan fisiologis, hormonal, serta pola hidup yang fluktuatif ((García-Hermoso et al., 2019).

Studi ini bertujuan untuk menginvestigasi hubungan antara kadar gula darah sewaktu dengan kapasitas fisik pada siswa berusia 13–15 tahun di SMP 56 Surabaya melalui penerapan metode Harvard Step Test.

METODE

Studi ini menerapkan pendekatan kuantitatif analitik observasional dengan rancangan potong lintang (cross-sectional). Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 56 Surabaya selama periode Januari sampai Februari 2025 dengan tujuan untuk menginvestigasi korelasi antara kadar glukosa darah sewaktu dan daya tahan fisik pada pelajar laki-laki berusia 13–15 tahun.

Populasi penelitian mencakup seluruh siswa putra kelas 3 di sekolah tersebut yang berada dalam rentang usia 13–15 tahun. Pemilihan subjek dilakukan melalui metode acak sederhana (simple random sampling), menghasilkan total 60 partisipan yang dikalkulasi menggunakan formula Slovin dari total populasi 121 siswa.

Kriteria inklusi yang ditetapkan adalah siswa sehat berumur 13–15 tahun, tidak memiliki kelainan bawaan, dan bersedia mengikuti seluruh prosedur riset. Sebaliknya, kriteria eksklusi diterapkan pada siswa dengan penyakit kronis (kecuali DM) atau memiliki keterbatasan fisik yang mengganggu pelaksanaan tes kebugaran. Adapun partisipan yang sakit atau mengundurkan diri di tengah kegiatan dikategorikan sebagai drop-out.

Proses akuisisi data dilaksanakan melalui serangkaian tahapan yang diawali dengan pengisian survei digital (Google Form) untuk mendata riwayat medis, penyakit keluarga, serta pola aktivitas

fisik. Dilanjutkan dengan pengukuran antropometrik (berat dan tinggi badan) menggunakan timbangan pegas dan microtoise untuk menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT). Langkah terakhir yaitu melaksanakan pemeriksaan glukosa darah sewaktu menggunakan perangkat GCU (Glucose, Uric Acid, Cholesterol Meter) dengan sampel darah kapiler ujung jari yang diambil oleh tenaga terlatih.

Evaluasi performa fisik dilakukan menggunakan metode Harvard Step Test dengan durasi maksimum 5 menit atau hingga subjek mengalami kelelahan. Pasca tes, denyut nadi dihitung pada 30 detik awal masa pemulihan. Nilai kebugaran ditentukan melalui persamaan berikut

$$\text{Indeks Kebugaran} = \frac{\text{durasi step test (detik)} \times 100}{5,5 \times \text{nadi pemulihan 30 detik perama}} \quad (1)$$

Skor kebugaran tersebut selanjutnya diklasifikasikan ke dalam tiga level: baik (> 80), sedang ($50-80$), dan kurang (< 50). Mengingat data glukosa darah dan hasil tes fisik tidak berdistribusi normal ($p < 0,001$), analisis statistik menggunakan uji korelasi Spearman. Signifikansi ditentukan pada nilai $p < 0,05$, sementara keeratan hubungan dinilai berdasarkan koefisien Spearman (R_s). Perlengkapan dan instrumen yang digunakan dalam studi ini meliputi microtoise dan timbangan pegas, perangkat uji GCU beserta strip tes glukosa, lancet steril dan kapas alkohol, stopwatch serta metronom untuk pelaksanaan Harvard Step Test, serta alat tulis dan formulir kuesioner digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Gula Darah

Dari total 50 sampel siswa yang diteliti, tercatat rerata kadar glukosa darah sebesar 109 ± 14 mg/dL, dengan variasi nilai terendah 82 mg/dL dan tertinggi 155 mg/dL. Berdasarkan batas aman gula darah sewaktu < 200 mg/dL, seluruh partisipan tergolong dalam status normoglikemia sampai tahap prediabetes (Care, 2022). Data ini mengindikasikan bahwa metabolisme glukosa pada remaja di area perkotaan ini masih terjaga dalam rentang fisiologis yang wajar.

Tabel 1. Rata-rata dan Standar Deviasi Kadar Gula Darah

No	Variabel	N	$\bar{x} \pm$ Standar Deviasi
1	Kadar Gula Darah	50	109 ± 14

Meskipun sensitivitas insulin pada fase remaja rentan berubah akibat lonjakan hormon testosteron dan hormon pertumbuhan (GH), organ pankreas biasanya tetap efektif mempertahankan keseimbangan glukosa lewat mekanisme adaptasi tubuh yang optimal (Hall & Hall, 2020).

Kapasitas Fisik

Evaluasi menggunakan Harvard Step Test menghasilkan nilai rerata indeks kebugaran 76 ± 38 , dengan sebaran skor mulai dari 21 sampai 161. Mengacu pada pengelompokan oleh Mosler et al. (2020), proporsi kebugaran siswa terdistribusi menjadi 38% pada level baik (> 80), 26% pada level sedang ($50-80$), serta 36% pada level kurang (< 50).

Tabel 2. Rata-rata dan Standar Deviasi Harvard Step Test

No	Variabel	N	$\bar{x} \pm$ Standar Deviasi
1	Harvard Step Test	50	76 ± 38

Tingkat kebugaran fisik pada usia remaja sangat bergantung pada determinan seperti kebiasaan gerak harian, massa otot, serta status nutrisi. Walaupun terjadi lonjakan testosteron dan GH selama pubertas, performa jasmani lebih banyak dipengaruhi oleh pola hidup aktif serta komposisi tubuh yang menunjang efektivitas metabolisme aerobik (WHO, 2020).

Uji Normalitas

Berdasarkan hasil uji Kolmogorov-Smirnov, diketahui bahwa sebaran data untuk skor Harvard Step Test maupun kadar glukosa darah tidak mengikuti distribusi normal ($p < 0.001$). Oleh karena itu, pengujian hubungan antar variabel dilanjutkan menggunakan metode korelasi Spearman.

Tabel 3. Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov

No	Variabel	Sig. (K-S)
1	Kadar Gula Darah	< 0.001
2	Harvard Step Test	< 0.001

Uji Korelasi

Tabel 3. Hasil Uji Spearman

Variabel 1	Variabel 2	r	p
Kadar Gula Darah	Harvard Step Test	0.045	0.759

Analisis statistik Spearman memperlihatkan adanya korelasi yang sangat rendah serta tidak bermakna secara signifikan antara variabel kapasitas fisik dengan kadar glukosa darah ($r = 0.045$; $p = 0.759$). Data ini mengisyaratkan bahwa dinamika gula darah yang masih dalam batas normal tidak memberikan dampak berarti terhadap kinerja fisik durasi pendek yang dievaluasi lewat Harvard Step Test. Penjelasan fisiologisnya adalah, kendati terjadi penurunan sensitivitas insulin sesaat di masa pubertas, sel-sel otot tetap mampu merespons insulin dengan baik lewat mekanisme translokasi GLUT4 dan aktivasi jalur PI3K/Akt, sehingga suplai energi untuk kontraksi otot tetap terjaga (Colberg et al., 2016).

Temuan riset ini selaras dengan kesimpulan Eriksson et al. (2021), yang menyebutkan bahwa pada orang yang sehat, kadar gula darah sewaktu bukan penentu utama kinerja fisik submaksimal, kecuali jika terdapat hiperglikemia yang bersifat kronis. Di sisi lain, Yadav et al. (2020) juga menegaskan bahwa faktor gaya hidup dan bobot tubuh memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap indeks kebugaran remaja dibandingkan sekadar profil glukosa darahnya.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat korelasi signifikan antara kadar glukosa darah sewaktu dengan kapasitas fisik pada pelajar berusia 13 hingga 15 tahun, sebagaimana dievaluasi melalui Harvard Step Test. Walaupun mayoritas partisipan tergolong normoglikemia dengan rentang kebugaran yang bervariasi, analisis data tidak menemukan adanya asosiasi yang berarti di antara kedua variabel tersebut. Hal ini mengisyaratkan bahwa pada remaja dengan kondisi fisiologis yang sehat, kadar gula darah bukanlah determinan utama bagi performa fisik jangka pendek. Sebaliknya, determinan lain seperti massa otot, status nutrisi, dan pola aktivitas fisik harian diduga memberikan kontribusi yang lebih dominan terhadap level kebugaran pada kelompok usia ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis juga mengapresiasi Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya dan SMP Negeri 56 Surabaya atas dukungan fasilitas serta izin pelaksanaan riset. Terakhir, terima kasih yang tulus ditujukan kepada seluruh siswa partisipan dan orang tua siswa atas kesediaan dan kepercayaannya mendukung keberlangsungan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aström, M. J., von Bonsdorff, M. B., Perälä, M. M., Salonen, M. K., Rantanen, T., Kajantie, E., Simonen, M., Pohjolainen, P., Osmond, C., & Eriksson, J. G. (2018). Glucose regulation and physical performance among older people: the Helsinki Birth Cohort Study. *Acta Diabetologica*, 55, 1051–1058.
- Care, D. (2022). Care in diabetes—2022. *Diabetes Care*, 45, S17.
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065.
- Eriksson, J. S., Ekblom, B., Andersson, G., Wallin, P., & Ekblom-Bak, E. (2021). Scaling VO₂max to body size differences to evaluate associations to CVD incidence and all-cause mortality risk. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 7(1), e000854.
- Fauziah, I., & Anggraeni, D. N. (2018). *Prevelensi Penderita Diabetes Melitus Tipe II pada Pasien di Puskesmas Kota Blangkejeren, Kecamatan Blangkejeren, Kabupaten Gayo Lues Tahun 2015-2017*.
- Forouhi, N. G., & Wareham, N. J. (2019). Epidemiology of diabetes. *Medicine*, 47(1), 22–27.
- García-Hermoso, A., Correa-Bautista, J. E., Olloquequi, J., & Ramírez-Vélez, R. (2019). Health-related physical fitness and weight status in 13- to 15-year-old Latino adolescents. A pooled analysis. *Jornal de Pediatria*, 95(4), 435–442. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jped.2018.04.002>
- Hall, J. E., & Hall, M. E. (2020). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Hallal, P. C., Lee, I.-M., Sarmiento, O. L., & Powell, K. E. (2024). The future of physical activity: from sick individuals to healthy populations. *International Journal of Epidemiology*, 53(5), dyae129. <https://doi.org/10.1093/ije/dyae129>
- Mosler, A. B., Kemp, J., King, M., Lawrenson, P. R., Semciw, A., Freke, M., Jones, D. M., Casartelli, N. C., Wörner, T., & Ishøi, L. (2020). Standardised measurement of physical capacity in young and middle-aged active adults with hip-related pain: recommendations from the first International Hip-related Pain Research Network (IHIPRN) meeting, Zurich, 2018. *British Journal of Sports Medicine*, 54(12), 702–710.
- Mulyadi, M. (2015). Perubahan sosial masyarakat agraris ke masyarakat industri dalam pembangunan masyarakat di Kecamatan Tamalate Kota Makassar. *Jurnal Bina Praja*, 7(4), 311–322.
- Ogurtsova, K., Guariguata, L., Barengo, N. C., Ruiz, P. L.-D., Sacre, J. W., Karuranga, S., Sun, H., Boyko, E. J., & Magliano, D. J. (2022). IDF diabetes Atlas: Global estimates of undiagnosed diabetes in adults for 2021. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 183, 109118.
- Pramono, A., & Aurelia, A. L. A. (2024). Hubungan Antara Hiperglikemia dan Hipertensi. *Mutiara: Multidiciplinary Scientifict Journal*, 2(6), 473–479.
- Purbasari, A., & Purnomo, A. J. (2019). Penilaian Beban Fisik Pada Proses Assembly Manual Menggunakan Metode Fisiologis. *Sigma Teknika*, 2(1), 123–130.

- Purbo, M. A., & Diantamaela, M. (2019). ANALISIS HUBUNGAN ANTARA RIWAYAT DIABETES MELLITUS ORANG TUA DENGAN PROFIL GULA DARAH SEWAKTU SISWA SMP DI KOTA PALU TAHUN 2016. *Jurnal Kesehatan Terpadu*, 3(1).
- Santoso, G. (2020). Kesanggupan Kinerja Menggunakan Harvard Step Test. *Wahana*, 72(1), 67–74.
- WHO. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization.
- Yadav, R., Mukhopadhyay, S., & Yadav, S. (2020). Physical fitness index of non-vegetarian and lacto-vegetarian adults: A comparative study of harvard step test. *Nepal Medical College Journal*, 22(3), 167–172.
- Yuliani, E. N. S., Tirtayasa, K., Adiatmika, I. P. G., Iridiastadi, H., & Adiputra, N. (2021). Studi literatur: pengukuran beban kerja. *Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri*, 15(2), 194–205.