

Korelasi TyG dan TyG dimodifikasi dengan Kadar HbA1c pada Masyarakat Kelurahan Kota Bambu

Correlation between the TyG Index and Modified TyG Index with HbA1c Levels among Residents of Kota Bambu Subdistrict

Fenny Yunita^{1*}, Alexander Halim Santoso², Bryan Anna Wijaya³

¹Bagian Farmakologi, ²Bagian Gizi, ³Mahasiswa Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

Kata Kunci :

Adipositas; diabetes;
hemoglobin terglikasi; indeks
TyG; resistensi insulin

ABSTRAK

Latar Belakang: Diabetes mellitus tipe 2 (DMT2) terus meningkat secara global dan menjadi tantangan kesehatan masyarakat, terutama pada populasi urban dengan prevalensi obesitas abdominal yang tinggi. Indeks Triglyceride-Glucose (TyG) dan variannya yang dimodifikasi telah berkembang sebagai biomarker sederhana namun sensitif untuk mendeteksi resistensi insulin dan risiko gangguan metabolik. Penelitian ini bertujuan menganalisis korelasi antara TyG dan TyG yang dimodifikasi dengan kadar hemoglobin terglikasi (HbA1c) pada masyarakat dewasa di Kelurahan Kota Bambu, Jakarta Barat. **Metode:** Penelitian menggunakan desain potong lintang dengan total 135 responden berusia 18–65 tahun. Pemeriksaan glukosa puasa, profil lipid, dan HbA1c dilakukan sesuai prosedur standar, sementara indeks TyG dan variannya dihitung menggunakan formula baku yang mengombinasikan parameter laboratorium dan antropometri. **Hasil:** Menunjukkan adanya korelasi positif bermakna antara TyG dan HbA1c ($r = 0,170$; $p = 0,048$), serta korelasi positif pada TyG×IMT ($r = 0,169$; $p = 0,050$) dan TyG×WC ($r = 0,199$; $p = 0,021$), sedangkan TyG×WHtR menunjukkan hubungan searah namun tidak signifikan. **Kesimpulan:** Konsistensi arah hubungan ini menggambarkan bahwa peningkatan indeks berbasis glukosa dan trigliserida selaras dengan peningkatan risiko glikemik, meskipun perubahan HbA1c masih berada pada rentang normal. Temuan ini menegaskan potensi TyG sebagai marker skrining dini untuk mendeteksi disfungsi metabolik subklinis pada populasi perkotaan. Diperlukan penelitian longitudinal untuk mengevaluasi nilai prediktif TyG terhadap kejadian diabetes serta memastikan perannya dalam strategi skrining komunitas yang cost-effective.

Keyword:

Abdominal obesity; diabetes;
glycated hemoglobin; insulin
resistance; TyG index

ABSTRACT

Background: Type 2 diabetes mellitus (T2DM) continues to rise globally and poses a significant public health challenge, particularly in urban populations with a high prevalence of abdominal obesity. The Triglyceride-Glucose (TyG) index and its modified variants have emerged as simple yet sensitive biomarkers for detecting insulin resistance and early metabolic disturbances. This study aimed to analyze the correlation between TyG and modified TyG indices with glycated hemoglobin (HbA1c) levels among adults residing in Kota Bambu, West Jakarta. **Methods:** A cross-sectional design was applied involving 135 respondents aged 18–65 years. Fasting glucose, lipid profile, and HbA1c were measured using standardized procedures, while TyG and its modified versions were calculated using established formulas combining laboratory and anthropometric parameters. **The results:** Demonstrated a significant positive correlation between TyG and HbA1c ($r = 0.170$; $p = 0.048$), as well as between TyG×BMI ($r = 0.169$; $p = 0.050$) and TyG×WC ($r = 0.199$; $p = 0.021$), whereas TyG×WHtR showed a nonsignificant but positive association. **Conclusion:** These consistent patterns indicate that higher TyG-based indices align with increasing glycemic risk, even when HbA1c values remain largely within the normal range, suggesting the presence of subclinical metabolic dysfunction. The findings support the potential

utility of the TyG index as an early screening marker for glycemic impairment in urban communities. Longitudinal studies are warranted to validate its predictive value for future diabetes onset and to optimize its role in cost-effective community-based metabolic risk screening strategies.

Copyright © 2026 JKBD
Allrights reserved

Corresponding Author:

Fenny Yunita

Email: fenny@fk.untar.ac.id

Article history

Received date : 21 Desember 2025

Revised date : 7 Januari 2026

Accepted date : 14 Januari 2026

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang terus meningkat secara global, terutama diabetes tipe 2 (DMT2), yang ditandai oleh resistensi insulin dan hiperglikemia kronis. Data International Diabetes Federation (IDF) tahun 2021 memperkirakan bahwa prevalensi DM pada kelompok usia 20–79 tahun mencapai 10,5% atau sekitar 536,6 juta orang di seluruh dunia, dan jumlah ini diproyeksikan meningkat menjadi 12,2% atau 783,2 juta orang pada tahun 2045. Kawasan Asia Tenggara menjadi salah satu wilayah dengan beban diabetes yang sangat besar, dengan lebih dari 88 juta orang dewasa diperkirakan hidup dengan diabetes pada 2045, meningkat menjadi 152 juta kasus. Di Indonesia, beban penyakit diabetes pada tahun yang sama diperkirakan mencapai 2,57 juta DALYs, mengalami kenaikan sebesar 224% sejak 1990, dengan age-standardised DALY rate sebesar 1.067 per 100.000 penduduk. (Arifin et al., 2024; Nina et al., 2023; Ong et al., 2023; H. Sun et al., 2022; J. Sun et al., 2022)

Peningkatan prevalensi DM dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara faktor metabolik dan lingkungan. Pola makan yang tinggi kalori, terutama makanan dengan kandungan lemak jenuh dan gula sederhana, dikombinasikan dengan rendahnya tingkat aktivitas fisik, meningkatkan akumulasi lemak tubuh, khususnya lemak visceral. Selain itu, tingginya prevalensi obesitas dan sindrom metabolik berkontribusi terhadap gangguan toleransi glukosa dan resistensi insulin yang progresif. Kondisi ini tidak hanya meningkatkan kadar glukosa darah, tetapi juga memicu disfungsi metabolik yang berkelanjutan, memperburuk sensitivitas jaringan terhadap insulin, dan menciptakan siklus risiko yang semakin tinggi bagi munculnya T2DM di masyarakat. Faktor-

faktor tersebut, ketika terjadi secara simultan dalam populasi perkotaan dengan gaya hidup obesogenik, menjadi pendorong utama lonjakan prevalensi DM di berbagai kelompok usia. (Abel et al., 2024; Kovács et al., 2024; Ruze et al., 2023; Zhou et al., 2024)

Indeks triglyceride-glucose (TyG) muncul sebagai biomarker yang sederhana namun efektif untuk menilai resistensi insulin yang mendasari DM, karena dapat diperoleh dari parameter laboratorium rutin, yaitu kadar trigliserida dan glukosa puasa, dimana TyG berkorelasi kuat dengan resistensi insulin yang diukur menggunakan metode *gold standard* seperti *euglycemic-hyperinsulinemic clamp*. Selain indeks TyG konvensional, versi yang dimodifikasi dengan menambahkan variabel seperti indeks massa tubuh atau lingkar pinggang telah dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan prediktif terhadap risiko metabolik. Hubungan antara TyG atau TyG dimodifikasi dengan kadar hemoglobin A1c (HbA1c) menjadi penting, karena HbA1c mencerminkan kontrol glikemik jangka panjang dan digunakan secara luas dalam diagnosis maupun pemantauan DM. Pemahaman korelasi ini memungkinkan identifikasi individu dengan risiko tinggi diabetes sebelum gejala klinis muncul, khususnya pada populasi perkotaan yang cenderung memiliki pola hidup obesogenik. (Simental-Mendía & Guerrero-Romero, 2020; Su et al., 2019; Xuan et al., 2022; Zheng et al., 2016)

Penelitian mengenai hubungan TyG dan TyG dimodifikasi dengan HbA1c di Indonesia masih terbatas, terutama pada masyarakat perkotaan seperti Kelurahan Kota Bambu. Karakteristik populasi ini, termasuk konsumsi makanan tinggi karbohidrat dan lemak, gaya hidup sedentari, serta tingginya prevalensi obesitas, dapat memengaruhi

hubungan antara indikator metabolik dan kadar glukosa darah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi korelasi antara indeks TyG dan TyG dimodifikasi dengan kadar HbA1c pada masyarakat Kelurahan Kota Bambu, sebagai upaya menilai potensi TyG sebagai marker risiko diabetes yang mudah diterapkan di layanan primer kesehatan masyarakat.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan rancangan potong lintang (cross-sectional study) yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antara Triglyceride-Glucose Index (TyG) dan TyG yang dimodifikasi dengan kadar hemoglobin terglikasi (HbA1c) pada masyarakat dewasa di Kelurahan Kota Bambu, Jakarta Barat. Desain potong lintang dipilih karena memungkinkan peneliti menilai hubungan antarvariabel pada satu waktu pengukuran tanpa intervensi, sehingga efisien untuk menggambarkan kondisi metabolik aktual pada populasi urban dengan gaya hidup heterogen.

Penelitian dilaksanakan selama periode Juni hingga Desember 2025, mencakup tahap persiapan, rekrutmen peserta, pengumpulan data lapangan, pemeriksaan laboratorium, serta analisis statistik.

Populasi dan Sampel

Populasi target adalah seluruh penduduk dewasa berusia 18–65 tahun yang berdomisili di Kelurahan Kota Bambu, Jakarta Barat. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* dari beberapa RW di wilayah kelurahan untuk memastikan representasi yang seimbang antara jenis kelamin dan kelompok usia.

Kriteria Inklusi

1. Warga dewasa berusia 18–65 tahun yang berdomisili di Kelurahan Kota Bambu.
2. Bersedia menjadi responden dengan menandatangani lembar informed consent.
3. Dalam kondisi berpuasa minimal 8 jam sebelum pengambilan darah.
4. Tidak sedang mengonsumsi obat-obatan yang dapat memengaruhi profil lipid atau kadar glukosa darah (misalnya insulin, statin, atau kortikosteroid).

Kriteria Eksklusi

1. Responden dengan riwayat penyakit kronik berat seperti gagal ginjal stadium akhir, penyakit hati berat, atau keganasan.

2. Wanita hamil atau menyusui.
3. Data pemeriksaan tidak lengkap atau hasil laboratorium tidak valid.

Prosedur dan Pengukuran

Pengambilan sampel darah dilakukan oleh tenaga medis terlatih menggunakan darah vena sebanyak ± 3 mL setelah puasa minimal 8 jam. Sampel digunakan untuk pemeriksaan glukosa puasa, profil lipid, dan HbA1c.

- Pemeriksaan profil lipid (trigliserida, kolesterol total, HDL, LDL) dilakukan menggunakan NESCO Multi-Check Lipid Panel Strip, yang telah divalidasi untuk penggunaan lapangan.
- Pemeriksaan glukosa darah puasa dilakukan menggunakan FORA 6-in-1 Glucose Strip sesuai standar prosedur alat.
- Pemeriksaan HbA1c dilakukan di laboratorium klinik terstandar.

Perhitungan Indeks

Nilai TyG Index dihitung menggunakan rumus:

$$\text{TyG} = \ln\left(\frac{\text{Trigliserida (mg/dL)} \times \text{Glukosa Puasa (mg/dL)}}{2}\right)$$

Sementara itu, TyG yang dimodifikasi (seperti $\text{TyG} \times \text{BMI}$, $\text{TyG} \times \text{WC}$, dan $\text{TyG} \times \text{WHtR}$) dihitung dengan mengombinasikan indeks TyG dengan parameter antropometri sesuai formula masing-masing. Pengukuran antropometri (berat badan, tinggi badan, lingkaran pinggang, dan lingkaran panggul) dilakukan mengikuti pedoman WHO, menggunakan timbangan digital, stadiometer, dan pita ukur fleksibel nonelastis.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan SPSS versi terbaru. Uji normalitas dilakukan dengan Shapiro–Wilk test untuk menentukan distribusi data. Hubungan antara TyG (dan TyG modifikasi) dengan kadar HbA1c dianalisis menggunakan korelasi Pearson bila data berdistribusi normal, atau korelasi Spearman bila tidak berdistribusi normal. Nilai $p < 0,05$ dianggap bermakna secara statistik. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk menggambarkan kekuatan serta arah hubungan antarvariabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 135 responden diikutsertakan dalam penelitian ini, terdiri atas 46 laki-laki (34,1%) dan 89 perempuan (65,9%), dengan rerata usia $48,84 \pm 13,28$ tahun (rentang 18–96 tahun).

Parameter biokimia menunjukkan rerata kadar HbA1c sebesar $4,53 \pm 0,63\%$, yang berada dalam kisaran normal, namun variasi antarresponden menunjukkan adanya kelompok dengan nilai HbA1c mendekati batas prediabetes.

Nilai Triglyceride-Glucose Index (TyG) rerata sebesar $8,99 \pm 0,50$, menunjukkan tingkat variabilitas yang cukup rendah antarindividu. Sementara itu, nilai rata-rata TyG yang dimodifikasi menunjukkan variasi yang cukup besar: TyG×IMT sebesar $240,57 \pm 50,03$, TyG×WHtR sebesar $5,68 \pm 0,81$, dan TyG×Lingkar Perut sebesar $807,68 \pm 139,35$. Ketiga indeks modifikasi tersebut menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan peningkatan parameter antropometri dan lemak abdominal.

Tabel 1. Karakteristik Responden

Parameter	N (%)	Rerata (SD)	Med (Min – Max)
Usia (tahun)	135 (100%)	48,84 (13,28)	51 (18 – 96)
Jenis Kelamin			
• Laki-laki	46 (34,1%)		
• Perempuan	89 (65,9%)		
Berat Badan (Kg)		66.36 (13.84)	65.10 (28.9–112.4)
Tinggi Badan (Cm)		157.52 (8.04)	157.50 (134.6–183.3)
Indeks Massa Tubuh (Kg/m ²)		26.71 (5.08)	26.80 (12.5–48.4)
Lingkar perut (Cm)		89.68 (13.44)	90.00 (34.5–119.9)
Lingkar panggul (Cm)		99.38 (12.13)	99.00 (31.0–138.0)
HbA1C (%)		4,53 (0,63)	4,4 (4 – 8,6)
TyG		8,99 (0,50)	8,94 (7,84–10,53)
TyG x IMT		240.57 (50.03)	243.99 (104.53–464.34)
TyG x WHtR		5,68 (0,81)	5,74 (1,74–8,90)
TyG x Lingkar Perut		807.68 (139.35)	822.25 (317.67–1141.67)

Hasil analisis korelasi Spearman menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif bermakna antara Triglyceride-Glucose Index (TyG) dan kadar hemoglobin terglifikasi (HbA1c) pada masyarakat dewasa di

Kelurahan Kota Bambu ($r = 0.170$; $p = 0.048$). Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai TyG, yang mencerminkan kombinasi kadar trigliserida dan glukosa puasa, berasosiasi dengan peningkatan kadar HbA1c yang menggambarkan kontrol glikemik jangka panjang.

Lebih lanjut, seluruh modifikasi indeks TyG juga menunjukkan arah korelasi positif terhadap HbA1c, meskipun dengan kekuatan hubungan yang relatif lemah. Korelasi positif signifikan ditemukan pada TyG×IMT ($r = 0.169$; $p = 0.050$), TyG×WC ($r = 0.199$; $p = 0.021$), dan hubungan positif tidak signifikan namun searah pada TyG×WHtR ($r = 0.152$; $p = 0.077$). Pola ini konsisten menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai indeks TyG dan modifikasinya, semakin tinggi pula kadar HbA1c, yang menandakan adanya peningkatan resistensi insulin dan gangguan metabolisme glukosa.

Korelasi antarvarian TyG juga menunjukkan hubungan yang sangat kuat ($r = 0.819$ – 0.875 ; $p < 0.001$), menandakan bahwa seluruh indeks modifikasi TyG memiliki konsistensi dalam mencerminkan profil metabolik yang sama, terutama terkait dengan adipositas dan glukotoksitas. TyG×WC tampak memberikan asosiasi paling kuat dengan HbA1c dibandingkan varian lainnya, yang menunjukkan bahwa kombinasi antara TyG dan lingkar perut paling sensitif dalam mendeteksi disfungsi metabolik terkait resistensi insulin pada populasi urban dengan karakteristik overweight dan obesitas sentral.

Tabel 2. Korelasi TyG dan TyG dimodifikasi dengan Kadar HbA1c

		Correlations					
		TyG	TyG/IMT	TyG/WHtR	TyG/WC	Kadar HbA1c	
Spearman's rho	TyG	Correlation Coefficient	1.000	0.464**	0.544**	0.597**	0.170*
		Sig. (2-tailed)	.	0.000	0.000	0.000	0.048
		N	135	135	135	135	135
	TyG/IMT	Correlation Coefficient	0.464**	1.000	0.869**	0.875**	0.169*
		Sig. (2-tailed)	0.000	.	0.000	0.000	0.050
		N	135	135	135	135	135
	TyG/WHtR	Correlation Coefficient	0.544**	0.869**	1.000	0.819**	0.152
		Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	.	0.000	0.077
		N	135	135	135	135	135
	TyG/WC	Correlation Coefficient	0.597**	0.875**	0.819**	1.000	0.199*
		Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	.	0.021
		N	135	135	135	135	135
	Kadar HbA1c	Correlation Coefficient	0.170*	0.169*	0.152	0.199*	1.000
		Sig. (2-tailed)	0.048	0.050	0.077	0.021	.
		N	135	135	135	135	135

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan positif bermakna antara TyG dan kadar HbA1c pada masyarakat dewasa di Kelurahan Kota Bambu, mengindikasikan bahwa TyG dapat berperan sebagai penanda awal gangguan metabolisme glukosa. Walaupun kekuatan korelasinya termasuk lemah, signifikansi hubungan tersebut menegaskan bahwa peningkatan nilai TyG, yang merefleksikan kombinasi glukosa dan trigliserida, mengikuti pola yang konsisten dengan peningkatan HbA1c. Fenomena ini sejalan dengan temuan pada berbagai populasi Asia, di mana TyG terbukti memiliki sensitivitas tinggi dalam mengidentifikasi individu pada fase awal disfungsi metabolik, bahkan sebelum terjadi perubahan bermakna pada kadar HbA1c. (Lee et al., 2024; Liu et al., 2024; Nabipoorashrafi et al., 2022; X. Zhang et al., 2022)

Indeks modifikasi TyG, meliputi TyG×IMT, TyG×WHtR, dan TyG×WC turut menunjukkan arah hubungan positif terhadap HbA1c, dengan TyG×WC mencatat kekuatan asosiasi tertinggi. Temuan ini menekankan bahwa lingkaran perut, sebagai indikator adipositas abdominal, memberikan kontribusi tambahan yang signifikan terhadap kemampuan TyG dalam menggambarkan risiko glikemik. Adipositas abdominal telah lama diasosiasikan dengan peningkatan trigliserida dan glukosa, dan kombinasi parameter tersebut menghasilkan indeks yang lebih mampu menangkap variasi risiko dibandingkan TyG tunggal, terutama pada populasi dengan prevalensi tinggi overweight dan obesitas sentral. (Cui et al., 2024; Kuang et al., 2023; Tang et al., 2024; Wei et al., 2024; L. Zhang et al., 2025)

Temuan hubungan positif antara Triglyceride-Glucose (TyG) index dan kadar HbA1c pada populasi dewasa Kelurahan Kota Bambu konsisten dengan studi longitudinal lainnya dari Asia. Xuan et al. (2022) melalui NAGALA Study pada 15,464 partisipan Jepang dengan median follow-up 5,4 tahun melaporkan setiap kenaikan 1-unit TyG-WHtR meningkatkan risiko diabetes 2,7 kali lipat (HR 2,714; 95% CI 1,942–3,793; $p < 0,001$), dengan prevalensi diabetes progresif meningkat dari 0,4% di kuartil terendah menjadi 6,5% di kuartil tertinggi ($p \text{ trend} < 0,001$). Wang et al. (2025) menemukan peningkatan risiko 421% per 1-unit kenaikan TyG index (HR 5,21; 95% CI 3,59–7,54; $p < 0,001$ setelah penyesuaian

penuh). Kedua studi menegaskan bahwa TyG index mampu menangkap disfungsi metabolik yang mungkin tidak tercermin oleh parameter individual. (Wang et al., 2025; Xuan et al., 2022)

Korelasi kuat antarvarian modifikasi TyG menunjukkan bahwa seluruh indeks tersebut konsisten dalam merepresentasikan profil metabolik yang sama. Konsistensi ini penting karena mengindikasikan bahwa berbagai bentuk modifikasi TyG tetap berada dalam satu spektrum risiko metabolik, dan dapat digunakan secara komplementer untuk memperkuat interpretasi klinis. Korelasi yang relatif rendah terhadap HbA1c dapat mencerminkan bahwa mayoritas responden masih berada dalam rentang glikemik normal, sehingga manifestasi gangguan metabolik kemungkinan berada pada tahap subklinis, di mana parameter berbasis lipid-glukosa seperti TyG lebih responsif dibanding HbA1c. (Adams-Huet et al., 2024; Khan et al., 2018; Simental-Mendía & Guerrero-Romero, 2020)

Temuan ini memiliki implikasi praktis signifikan bagi pengembangan strategi skrining berbasis komunitas. TyG dan indeks modifikasinya mudah dihitung, memerlukan pemeriksaan laboratorium dasar, dan berpotensi menjadi indikator yang cost-effective untuk mendeteksi risiko metabolik pada populasi dewasa di wilayah urban. Hal ini sangat relevan mengingat meningkatnya prevalensi obesitas abdominal dan risiko diabetes pada komunitas perkotaan.

Meski demikian, keterbatasan penelitian berupa desain potong lintang, potensi variabel perancu yang tidak dikendalikan, dan tidak adanya pengukuran glukosa 2 jam postprandial perlu diperhatikan. Penelitian longitudinal dengan evaluasi metabolik lebih komprehensif diperlukan untuk memvalidasi temuan ini serta memperkuat utilisasi TyG sebagai indikator awal disfungsi glukosa pada populasi risiko tinggi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa indeks Triglyceride-Glucose (TyG) dan seluruh variannya yang dimodifikasi merupakan indikator metabolik yang sensitif dalam menggambarkan disfungsi regulasi glukosa pada masyarakat dewasa di

Kelurahan Kota Bambu, dengan hubungan positif bermakna terhadap kadar HbA1c sebagai cerminan kontrol glikemik jangka panjang. Meskipun kekuatan korelasi tergolong lemah, konsistensi arah hubungan menegaskan bahwa peningkatan nilai TyG, khususnya TyG×WC sebagai parameter paling kuat, mencerminkan interaksi antara glukotoksitas, adipositas abdominal, dan resistensi insulin yang berkembang pada tahap subklinis sebelum terjadi kenaikan signifikan HbA1c. Pola ini menunjukkan bahwa kombinasi antara lipid dan glukosa puasa menangkap gangguan metabolik lebih dini dibanding HbA1c saja, terutama pada populasi urban dengan prevalensi overweight dan obesitas sentral.

TyG layak dipertimbangkan sebagai alat skrining yang sederhana, murah, dan aplikatif di layanan kesehatan primer untuk identifikasi awal risiko diabetes.

Sebagai saran, diperlukan penelitian longitudinal dengan ukuran sampel lebih besar, pengendalian variabel perancu metabolik, serta penambahan parameter seperti glukosa postprandial dan penilaian resistensi insulin untuk menjelaskan hubungan kausal dan nilai prediktif TyG terhadap kejadian diabetes. Pada level implementasi komunitas, integrasi pemeriksaan TyG beriringan dengan evaluasi antropometri dan edukasi mengenai pengendalian berat badan, aktivitas fisik, dan pola makan sehat perlu dioptimalkan untuk memperkuat upaya promotif–preventif dalam mencegah munculnya disfungsi metabolik di populasi perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel, E. D., Gloyn, A. L., Evans-Molina, C., Joseph, J. J., Misra, S., Pajvani, U. B., Simcox, J., Susztak, K., & Drucker, D. J. (2024). Diabetes mellitus—Progress and opportunities in the evolving epidemic. *Cell*, 187(15), 3789–3820. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.06.029>
- Adams-Huet, B., Zubirán, R., Remaley, A. T., & Jialal, I. (2024). The triglyceride-glucose index is superior to homeostasis model assessment of insulin resistance in predicting metabolic syndrome in an adult population in the United States. *Journal of Clinical Lipidology*, 18(4), e518–e524. <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2024.04.130>
- Arifin, N. A., Shamsudin, J., Abdul Manaf, M., Rasudin, S., & Mohd Yusoff, S. S. (2024). Nutritional Assessment among Type 2 Diabetes Mellitus Patient in Southeast Asian Countries: A Scoping Review. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 19(1), 11–20. <https://doi.org/10.25182/jgp.2024.19.1.11-20>
- Cui, C., Qi, Y., Song, J., Shang, X., Han, T., Han, N., Yue, S., Zha, Y., Xu, Z., Li, J., & Liu, L. (2024). Comparison of triglyceride glucose index and modified triglyceride glucose indices in prediction of cardiovascular diseases in middle aged and older Chinese adults. *Cardiovascular Diabetology*, 23(1), 185. <https://doi.org/10.1186/s12933-024-02278-z>
- Khan, S. H., Sobia, F., Niazi, N. K., Manzoor, S. M., Fazal, N., & Ahmad, F. (2018). Metabolic clustering of risk factors: evaluation of Triglyceride-glucose index (TyG index) for evaluation of insulin resistance. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 10(1), 74. <https://doi.org/10.1186/s13098-018-0376-8>
- Kovács, N., Shahin, B., Andrade, C. A. S., Mahrouseh, N., & Varga, O. (2024). Lifestyle and metabolic risk factors, and diabetes mellitus prevalence in European countries from three waves of the European Health Interview Survey. *Scientific Reports*, 14(1), 11623. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62122-y>
- Kuang, M., Yang, R., Huang, X., Wang, C., Sheng, G., Xie, G., & Zou, Y. (2023). Assessing temporal differences in the predictive power of baseline TyG-related parameters for future diabetes: an analysis using time-dependent receiver operating characteristics. *Journal of Translational Medicine*, 21(1), 299. <https://doi.org/10.1186/s12967-023-04159-7>
- Lee, M. J., Bae, J. H., Khang, A. R., Yi, D., Yun, M. S., & Kang, Y. H. (2024). Triglyceride-glucose index predicts type 2 diabetes mellitus more effectively than oral glucose tolerance

- test-derived insulin sensitivity and secretion markers. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 210, 111640. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2024.111640>
- Liu, J., Yi, F., Duan, K., & Liu, H. (2024). Triglyceride-glucose index is associated with the risk of impaired fasting glucose in Chinese elderly individuals. *Scientific Reports*, 14(1), 16033. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67081-y>
- Nabipoorashrafi, S. A., Seyedi, S. A., Rabizadeh, S., Ebrahimi, M., Ranjbar, S. A., Reyhan, S. K., Meysamie, A., Nakhjavani, M., & Esteghamati, A. (2022). The accuracy of triglyceride-glucose (TyG) index for the screening of metabolic syndrome in adults: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 32(12), 2677–2688. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2022.07.024>
- Nina, N., Purnama, H., Adzidzah, H. Z. N., Solihat, M., Septriani, M., & Sulistiani, S. (2023). Determinan Risiko dan Pencegahan terhadap Kejadian Penyakit Diabetes Melitus Tipe 2 pada Usia Produktif di Wilayah DKI Jakarta. *Journal of Public Health Education*, 2(4), 377–385. <https://doi.org/10.53801/jphe.v2i4.148>
- Ong, K. L., Stafford, L. K., McLaughlin, S. A., Boyko, E. J., Vollset, S. E., Smith, A. E., Dalton, B. E., Duprey, J., Cruz, J. A., Hagins, H., Lindstedt, P. A., Aali, A., Abate, Y. H., Abate, M. D., Abbasian, M., Abbasi-Kangevari, Z., Abbasi-Kangevari, M., Abd ElHafeez, S., Abd-Rabu, R., ... Vos, T. (2023). Global, regional, and national burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*, 402(10397), 203–234. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01301-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01301-6)
- Ruze, R., Liu, T., Zou, X., Song, J., Chen, Y., Xu, R., Yin, X., & Xu, Q. (2023). Obesity and type 2 diabetes mellitus: connections in epidemiology, pathogenesis, and treatments. *Frontiers in Endocrinology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1161521>
- Simental-Mendía, L. E., & Guerrero-Romero, F. (2020). The correct formula for the triglycerides and glucose index. *European Journal of Pediatrics*, 179(7), 1171–1171. <https://doi.org/10.1007/s00431-020-03644-1>
- Su, W.-Y., Chen, S.-C., Huang, Y.-T., Huang, J.-C., Wu, P.-Y., Hsu, W.-H., & Lee, M.-Y. (2019). Comparison of the Effects of Fasting Glucose, Hemoglobin A1c, and Triglyceride–Glucose Index on Cardiovascular Events in Type 2 Diabetes Mellitus. *Nutrients*, 11(11), 2838. <https://doi.org/10.3390/nu11112838>
- Sun, H., Saeedi, P., Karuranga, S., Pinkepank, M., Ogurtsova, K., Duncan, B. B., Stein, C., Basit, A., Chan, J. C. N., Mbanya, J. C., Pavkov, M. E., Ramachandaran, A., Wild, S. H., James, S., Herman, W. H., Zhang, P., Bommer, C., Kuo, S., Boyko, E. J., & Magliano, D. J. (2022). IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 183, 109119. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109119>
- Sun, J., Liu, Z., Zhang, Z., Zeng, Z., & Kang, W. (2022). The Correlation of Prediabetes and Type 2 Diabetes With Adiposity in Adults. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.818263>
- Tang, Y., Li, L., & Li, J. (2024). Correlations of the triglyceride–glucose index and modified indices with arterial stiffness in overweight or obese adults. *Frontiers in Endocrinology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1499120>
- Wang, Y., Cheng, T., Zhang, T., Guo, R., Ma, L., & Zhao, W. (2025). Association of triglyceride glucose index with incident diabetes among individuals with normal fasting triglycerides and fasting plasma glucose values: a general

- population-based retrospective cohort study. *Frontiers in Endocrinology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1598171>
- Wei, X., Min, Y., Song, G., Ye, X., & Liu, L. (2024). Association between triglyceride-glucose related indices with the all-cause and cause-specific mortality among the population with metabolic syndrome. *Cardiovascular Diabetology*, 23(1), 134. <https://doi.org/10.1186/s12933-024-02215-0>
- Xuan, W., Liu, D., Zhong, J., Luo, H., & Zhang, X. (2022). Impacts of Triglyceride Glucose-Waist to Height Ratio on Diabetes Incidence: A Secondary Analysis of A Population-Based Longitudinal Data. *Frontiers in Endocrinology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.949831>
- Zhang, L., Zhao, W., Zheng, P., Huang, F., Zhang, L., Zhang, Y., Xiu, X., Zhang, P., Liu, Z., & Liu, L. (2025). Association of triglyceride-glucose-related indices with all-cause and cause-specific mortality in individuals with prediabetes. *Cardiovascular Diabetology*, 24(1), 330. <https://doi.org/10.1186/s12933-025-02883-6>
- Zhang, X., Zhang, T., He, S., Jia, S., Zhang, Z., Ye, R., Yang, X., & Chen, X. (2022). RETRACTED ARTICLE: Association of metabolic syndrome with TyG index and TyG-related parameters in an urban Chinese population: a 15-year prospective study. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 14(1), 84. <https://doi.org/10.1186/s13098-022-00855-4>
- Zheng, S., Shi, S., Ren, X., Han, T., Li, Y., Chen, Y., Liu, W., Hou, P. C., & Hu, Y. (2016). Triglyceride glucose-waist circumference, a novel and effective predictor of diabetes in first-degree relatives of type 2 diabetes patients: cross-sectional and prospective cohort study. *Journal of Translational Medicine*, 14(1), 260. <https://doi.org/10.1186/s12967-016-1020-8>
- Zhou, H., Li, T., Li, J., Zhuang, X., & Yang, J. (2024). The association between visceral adiposity index and risk of type 2 diabetes mellitus. *Scientific Reports*, 14(1), 16634. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67430-x>