

Cross-Sectional BMI Dan Glukosa Darah Terhadap Kadar IGF-1 Pada Anak Usia 10-11 Tahun

Syahrul Akbar Amdar^{*1}, Muhammad Nidomuddin², Yuskhil Mushofi³, Hari Pamungkas⁴, Agusti Mardikaningsih⁵

1,2,3,4,5 Physical Education and Health, University Insan Budi Utomo, Malang, Indonesia

*Corresponding author: Syahrulakbaramdar@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian cross-sectional BMI (Bodi Massa Indeks) dan glukosa darah terhadap hormon IGF-1 pada anak-anak usia 10-11 tahun. Penelitian ini menggunakan metode Korelasional Product momen dengan pendekatan cross-sectional, subjek ditentukan dari kriteria inklusi dan eksklusi dan subjek pada penelitian ini terdiri dari 20 anak laki-laki. Pengukuran kadar glukosa darah dengan metode Drabkin dan pengukuran kadar IGF-1 serum menggunakan Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA). Pengambilan darah kapiler dari vena sebanyak 3 cc. dan dianalisis di laboratorium faal. Hasil data akan dianalisis dengan uji normalitas dan korelasi product momen menggunakan SPSS 25 dengan pertimbangan signifikansi 95%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara variabel BMI (Bodi Massa Indeks) dengan Glukosa darah P-value 0,000 ($P < 0,05$), tidak ada hubungan antara glukosa darah dengan IGF-1 $P = 0,199$ ($P > 0,05$) dan ada hubungan antara variabel BMI dengan IGF-1 nilai p-value 0,020 ($P < 0,05$). Kesimpulan pada penelitian ini bahwa ada hubungan positif antara variabel BMI dan glukosa, serta ada hubungan antara BMI dan kadar IGF-1. Dan tidak ada korelasi antara glukosa darah dan kadar serum IGF-1.

Kata Kunci: Glukosa Darah; BMI; IGF-1

Abstract

This study is a cross-sectional study of BMI (Body Mass Index) and blood glucose to IGF-1 hormone in children aged 10-11 years. This study used Product moment correlation method with a cross-sectional approach, the subjects were determined from the inclusion and exclusion criteria and the subjects in this study consisted of 20 boys. Measurement of blood glucose levels using the Drabkin method and measurement of serum IGF-1 levels using Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA). Blood collection of capillary blood from a vein as much as 3 cc. and analysed in faal laboratory. The data results will be analysed by normality test and product moment correlation using SPSS 25 with 95% significance consideration. The results of this study indicate that there is a significant relationship between variable BMI (Body Mass Index) with blood glucose P-value 0.000 ($P < 0.05$), there is no relationship between blood glucose with IGF-1 $P = 0.199$ ($P > 0.05$) and there is a relationship between variable BMI with IGF-1 p-value 0.020 ($P < 0.05$). The conclusion in this study is that there is a positive relationship between BMI and glucose variables, and there is a relationship between BMI and IGF-1 levels. And there is no correlation between blood glucose and serum IGF-1 levels.

Keywords: Blood Glucose; BMI; IGF-1

Received: 10 Juni 2024

Revised: 20 Juni 2024

Accepted: 25 Juni 2024

Published: 29 Juni 2024

PENDAHULUAN

Insulin Like Growth Factor-1 (IGF-1) merupakan hormon yang menginisiasi Growth Hormone (GH), yang memainkan peran kunci dalam proses pertumbuhan dan perkembangan individu sejak usia dini sampai menjaga metabolisme pada lansia. Banyak penelitian epidemiologi melaporkan hal itu kadar serum IGF-1 dikaitkan dengan risiko terjadinya obesitas, penyakit DM 2 (Diabetes Mellitus 2), kanker, penyakit kardiovaskular, tulang keropos, rendahnya densitas tulang dan stunting (AsghariHanjani & Vafa, 2019). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mendefinisikan kekurangan IGF-1 pada anak mempengaruhi terjadinya obesitas. Obesitas salah satu penyebab utama penyakit kronis yang

dapat dicegah di seluruh dunia. Jumlah orang yang kelebihan berat badan atau obesitas telah meningkat dalam beberapa dekade terakhir (Raharjo et al., 2021). Sebuah laporan dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa jumlah orang yang menderita obesitas telah meningkat hampir dua kali lipat di seluruh dunia sejak tahun 1980. Lebih dari 1,9 miliar orang dewasa berusia 18 tahun ke atas mengalami kelebihan berat badan pada tahun 2014. Sebaliknya, menurut Riset Kesehatan Dasar pada tahun 2018, obesitas pada usia di atas 18 tahun di Indonesia mencapai 21,8% (Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Selain itu rendahnya IGF-1 dapat menyebabkan stunting. Stunting merupakan masalah kesehatan masyarakat yang sulit diatasi sekitar sepertiga anak-anak di negara berkembang (Cuestas et al., 2023). Stunting mendasari 14–17% kematian anak secara global dan menyebabkan cacat kognitif jangka panjang, usia lebih sedikit, dan kinerja yang lebih buruk di sekolah, ekonomi orang dewasa yang lebih rendah produktivitas dan peningkatan risiko stunting generasi berikutnya (Kjaer et al., 2021).

IGF-1 memiliki homologi struktural dengan insulin dan memiliki karakteristik yang sama dengan kedua hormon yang beredar yang memediasi tindakan hormon pertumbuhan (GH) dalam mendorong pertumbuhan, perkembangan, dan metabolisme serta faktor pertumbuhan jaringan lokal yang mendorong pertumbuhan sel, diferensiasi sel (Kjaer et al., 2021). Kadar IGF-1 serum dapat diwariskan, dengan estimasi heritabilitas berkisar antara 40% hingga 63%. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat heritabilitas ini termasuk usia, Kadar IGF-1 serum tetap rendah saat lahir, meningkat pada masa kanak-kanak dan pubertas, dan mencapai tingkat tertinggi pada masa dewasa awal (Ashpole et al., 2017). Namun, pada tahun ketiga kehidupan, konsentrasi ini mulai menurun. Indeks massa tubuh (BMI) tinggi lebih ($>25 \text{ kg/m}^2$) juga berpengaruh juga sangat terkait dengan risiko perkembangan penyakit kronis yang berhubungan dengan pertumbuhan dan perkembangan (AsghariHanjani & Vafa, 2019). Menurut (Prasetyo et al., 2023) menjelaskan dengan beraktivitas fisik yang menyenangkan pada usia tumbuh kembang dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan secara optimal dan mengurangi risiko penyakit. Karena IGF-1 dan BMI memiliki pengaruh dengan risiko penyakit dan titik akhir penyakit, beberapa penelitian telah menilai hubungan di antara keduanya. Penelitian sebelumnya dengan memberikan aktivitas fisik selama 8 minggu, konsentrasi serum IGF-1 kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol (Chen et al., 2017). Penelitian lainnya menunjukkan bahwa hubungan antara IGF-1 dan IGFBP-1 serta IGFBP-1 pada remaja Africa-America (Alderete et al., 2011). BMI yang masuk

pada kategori kelebihan berat badan dan obesitas dapat mempengaruhi juga kadar glukosa darah.

Glukosa darah tidak bisa dilepaskan dengan meningkatnya obesitas maupun kelebihan berat badan. Semakin tinggi BMI pada individu akan berpengaruh juga glukosa darah, jika glukosa darah sudah lebih dari >200 mg/dL dapat dinyatakan menderita DM (Diabetes Melitus). Oleh karena itu hal tersebut dapat mempengaruhi kadar IGF-1, apalagi individu tersebut masih dalam tahap pertumbuhan, hal tersebut berdasarkan penelitian sebelumnya (Raisingani et al., 2017) bahwa survei glukosa darah anak usia 6-20 tahun yang menderita diabetes, IGF-1 abnormal, dimana nilai kadar IGF-1 ada yang sampai tidak bisa di ukur dan lebih dari kadar IGF-1 normal minimal yang dibutuhkan 23 ng/L. Penelitian lainnya yang menemukan berkurangnya massa tulang (pengkroposan tulang) berhubungan dengan serum glukosa darah pada usia remaja, sehingga dapat dijelaskan bahwa glukosa darah yang tidak sesuai dengan keadaan normal dapat menurunkan kepadatan tulang sehingga anak akan mudah cidera, pertumbuhan tulang lambat dan kepadatan tulang menurun (Park et al., 2021). Diperkuat dengan (Pamungkas et al., 2018) dengan IMT dapat membantu sebagai *predictor* sebuah pertumbuhan dan perkembangan otot. Selanjutnya (Widiyatmoko et al., 2023) menjelaskan bahwa dalam meningkatkan kesehatan pada anak dapat dengan melakukan aktivitas fisik yang teratur. Sehingga konsentrasi normal glukosa darah diperlukan dalam menunjang kadar IGF-1, untuk meningkatkan metabolisme pada masa pertumbuhan dan perkembangan anak (Fowke et al., 2010).

Berdasarkan latar belakang yang sudah dibahas dan beberapa penjelasan penelitian terdahulu tersebut, hal itu menjelaskan bagaimana pentingnya menjaga atau mengetahui bagaimana BMI dan glukosa darah terhadap kadar IGF-1. Penjelasan tentang BMI serta glukosa darah belum ditemukannya bagaimana korelasi 2 arah/cross sectional BMI dan glukosa darah terhadap kadar IGF-1. Oleh karena itu artikel ini bertujuan untuk mengungkapkan bagaimana pendekatan cross-sectional BMI dan Glukosa darah terhadap hormon IGF-1 (Insuline Growth Factore-1).

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah korelasi dengan pendekatan cross sectional, dimana penelitian ini untuk mencari hubungan dua variabel atau lebih apakah upaya yang dilakukan dapat mempengaruhi variabel dependen, sehingga tidak terjadi kesalahan pada suatu variabel dependen (Yuliani & Supriatna, 2023). Penelitian ini menggunakan random sampling dalam menentukan sampel dengan ketentuan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria

inklusi pada penelitian ini harus berusia 10-11 tahun, tekanan darah normal, suhu tubuh normal dan mau mengikuti proses screening setelah mendapatkan persetujuan orang tua. Untuk kriteria eksklusi, siswa dibawah 9 tahun dan diatas 12 tahun tidak termasuk dalam sampel, suhu tidak normal dan tekanan darah tidak normal. Dari populasi keseluruhan di temukan sampel berjumlah 20 anak, serta penelitian ini dilakukan mulai bulan oktober-november,

Metode dalam mengukur BB (Berat Badan) menggunakan alat timbangan bermerk GEA ZT 120 dan tinggi badan merek GEA ZT 120. Setelah itu hasil pengukuran berat badan dan tinggi badan dimasukkan pada rumus Body Massa Index (BMI) dengan $(\text{Berat badan} / \text{Tinggi Badan}^2)$ setelah itu baru dianalisis. Dalam Pengukuran glukosa darah dan kadar IGF-1, penelitian mengambil darah kapiler dari vena sebanyak 3 cc. pengambilan darah dilakukan 24 jam setelah anak melakukan olahraga small sided games bola voli dengan intensitas sedang (60-75% Hrmax), serta pengambilan darah dilakukan pada pagi hari jam 07.00-08.00 WIB dan subjek dilarang sarapan sebelumnya. Metode dalam pengukuran kadar glukosa darah dengan metode Drabkin dan pengukuran kadar IGF-1 serum menggunakan *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) kit (Catalog No: E-EL-H0177; Lot No: 3EMSDSF4VI; Elabscience, China) dengan satuan konsentrasi ng/mL. Pengukuran IGF-1 dengan menggunakan metode ELISA dilakukan secara *sandwich*.

Hasil IMT, kadar glukosa darah dan serum Insuline Growth Factore-1 (IGF-1) dianalisis menggunakan SPSS 25 (*Statistical Package for the Social Sciences*). 3 data yang sudah diperoleh akan di uji normalitas dahulu dengan metode uji normalitas Kolmogorov-Smirnov. Apabila data tidak berdistribusi normal maka dilakukan uji korelasi Spearman dan dilanjutkan dengan uji hipotesis Kruskal-Wallis. Namun, jika data normal maka menggunakan uji Product Momen atau Korelasi Pearson dengan korelasi 95% untuk menguji signifikansinya.

Penelitian ini menggunakan derajat hubungan (Danarsih, 2023) dalam menentukan kategorinya pada tabel berikut (tabel 1):

Tabel 1. Koefisien Nilai Korelasi

No.	Nilai Koefisien Korelasi	Keterangan
1	0 - 0,25	Korelasi sangat lemah
2	0,26 – 0,5	Korelasi Cukup
3	0,51 - 0,75	Korelasi Kuat
4	0,76 - 0,99	Korelasi Sangat Kuat
5	1	Korelasi Sempurna

HASIL

Penentuan apakah ada hubungan atau tidaknya BMI (Bodi Massa Indeks) dan Glukosa Darah terhadap hormone IGF-1, data yang diperoleh di analisis deskriptif. Hasil analisis deskriptif data pada tabel 2:

Tabel 2. Analisis Deskriptif Mean BMI, Glukosa Darah dan IGF-1 (Insuline Growth Factor-1)

No	Variabel	Mean	Std.	Frequency
1.	BMI (kg/m ²)	20,43	2,293	20
2.	Glukosa Darah (mg/dL)	98,70	7,484	20
3.	IGF-1 (ng/mL)	21,23	12,153	20

Keterangan :

BMI : Bodi Massa Indeks (kg/m²)

IGF-1: Insuline Like Growth Factore-1 (ng/mL)

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 2, diketahui nilai mean/rata-rata BMI subjek anak prapubertas 20,43 kg/m². Berdasarkan nilai tersebut nilai BMI masuk kategori normal. Namun ada beberapa subjek masuk dalam kategori underwight dan overweight. selanjutnya pada variabel glukosa darah, mean rata-rata siswa 98,70 mg/dL. Dan pada kadar serum IGF-1 mean rata-rata adalah 21,23 ng/mL. Nilai yang telah di analisis deskriptif, diujikan pada uji normalitas Kolmogorov-Smirnov pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov

No	Variabel	N	Mean	Std.	Asymp. Sig. (2-tailed)	P-Value
1.	BMI (kg/m ²)	20	20,43	2,293	0,162	P>0,05
2.	Glukosa Darah (mg/dL)	20	98,70	7,484	2,00	P>0,05
3.	IGF-1 (ng/mL)	20	21,23	12,153	2,00	P>0,05

Keterangan :

BMI : Bodi Massa Indeks (kg/m²)

IGF-1: Insuline Like Growth Factore-1 (ng/mL)

Berdasarkan tabel 3 uji normalitas Kolmogorov-Smirnov variabel BMI, nilai data normalitas 0,162 yang menandakan data berdistribusi normal. Selanjutnya pada variabel glukosa darah nilai signifikansi kadar glukosa darah 2,00 dan data berdistribusi normal. Dan pada variabel IGF-1 nilai signifikansi 2,00 dan data berdistribusi normal. Selanjutnya karena semua data berdistribusi normal, untuk mengetahui apakah ada hubungan antara 3 variabel

tersebut menggunakan korelasi Product Momen (Pearson Correlation). Hasil analisis Product Momen dapat dilihat pada tabel 4:

Tabel 4. Hasil Uji Product Momen (Korelasi Pearson)

Variabel	IGF-1	Glukosa Darah	BMI	Keterangan.
BMI	-0,516	0,833	1	Pearson Correlation
	0,020	0,000		Sig. (2 tailed)
	20	20		N
Glukosa Darah	0,300	1	0,833	Pearson Correlation
	0,199		0,000	Sig. (2 tailed)
	20		20	N
IGF-1	1	0,300	-0,516	Pearson Correlation
		0,199	0,020	Sig. (2 tailed)

Keterangan :

BMI : Bodi Massa Indeks (kg/m²)

IGF-1: Insuline Like Growth Factore-1 (ng/mL)

Hasil uji korelasi product momen pada tabel 4, nilai signifikansi variabel BMI (Bodi Massa Indeks) dengan Glukosa darah P-value 0,000 ($P < 0,05$) yang berarti terdapat hubungan yang signifikan antara BMI dan Glukosa darah dengan nilai korelasi pearson 0,833 yang di mana bahwa korelasi masuk pada kategori sangat kuat. Selanjutnya nilai signifikansi variable glukosa darah dengan IGF-1 (Insuline Like Growth Factore-1) ialah $P = 0,199$ ($P > 0,05$) yang berarti tidak ada hubungan antara glukosa darah dengan serum IGF-1. Dan nilai signifikansi variabel BMI dengan IGF-1 nilai p-value 0,020 ($P < 0,05$) dan dapat dinyatakan bahwa ada korelasi negatif antara BMI dengan serum IGF-1, serta berdasarkan nilai korelasi product momen 0,516 yang berarti ada hubungan yang kuat antara BMI dengan serum IGF-1.

PEMBAHASAN

Hubungan BMI (Bodi Massa Indeks) Terhadap Glukosa Darah

Hasil tabel 4 menunjukkan bahwa nilai signifikansi antar BMI (Bodi Massa Indeks) terhadap glukosa darah P-value 0,000 ($P < 0,05$) yang berarti terdapat hubungan yang signifikan antara BMI dan Glukosa darah dengan nilai korelasi pearson 0,833 yang di mana bahwa korelasi masuk pada kategori sangat kuat. Hasil korelasi tersebut sama dengan penelitian sebelumnya oleh (Jo & Mainous, 2018) dengan menggunakan pendekatan cross-sectional, BMI yang masuk pada kategori obesitas nilai signifikansi nya adalah $P < 0,05$. Penelitian lainnya dengan menggunakan eksperimen Latihan daya tahan dapat menurunkan kadar gula darah pada pasien obesitas serta pasien penderita DM (Diabetes Melitus 2). Penelitian lainnya oleh (Smith et al., 2021) menjelaskan terdapat penurunan kadar glukosa dan BMI akibat perlakuan olahraga yang diberikan. hal ini menjelaskan hasil penelitian ini antara BMI dengan glukosa darah bahwa korelasi yang terjadi adalah positif dimana jika nilai BMI naik maka

glukosa darah akan naik, begitu pun sebaliknya jika terjadi penurunan BMI akan juga menurunkan kadar glukosa darah.

Perubahan kadar BMI dapat ditinjau dari peningkatan berat badan dan massa lemak, sehingga hal tersebut dapat menjadi indikator utama dalam peningkatan BMI pada anak. Oleh karena itu dengan peningkatan berat badan dan massa lemak dapat menyebabkan tegangannya resistensi insulin. Insulin merupakan yang bertanggung jawab untuk menjaga kadar glukosa darah tetap stabil, dan konsumsi makanan yang berlebih dan gula juga berkorelasi positif dengan kadar glukosa darah (Adwinda & Srimiati, 2019). Penelitian terdahulu juga menjelaskan bahwa dengan meningkatnya berat badan akan meningkatkan faktor resiko obesitas, jika seorang individu masuk pada kategori obesitas akan meningkatkan resiko terjadi DM, penyakit Kardiovaskular dan mengganggu kardiorespirasi (Mameli et al., 2018). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa dengan menjaga BMI dalam kategori normal dapat mengontrol gula darah anak.

Hubungan IGF-1 (Insuline Like Growth Factore-1) Terhadap BMI (Bodi Massa Indeks)

Nilai signifikansi variabel BMI dengan IGF-1 nilai p-value 0,020 ($P < 0,05$) dan dapat dinyatakan bahwa ada korelasi positif antara BMI dengan serum IGF-1 (Insuline Like Growth Factore-1), serta berdasarkan nilai korelasi product momen -0,516 yang berarti ada hubungan yang kuat antara BMI dengan serum IGF-1. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh (Sherlala et al., 2021) dengan metode korelasi bahwa BMI dan IGF-1 pada usia remaja ada hubungan yang signifikan namun bernilai negatif. Penelitian lainnya hasil korelasi berbanding terbalik antara konsentrasi IGF-1 dan indeks massa tubuh (BMI). Hal itu telah dimati bahwa pada orang gemuk atau BMI lebih dari normal, konsentrasi total IGF-1 dalam darah menurun, tetapi tingkat fraksi bebasnya, tidak terikat pada protein, meningkat, yang mungkin disebabkan oleh hyperinsulinemia (Filus & Zdrojewicz, 2014). Hasil tersebut mengkonfirmasi bahwa orang dengan tipe BMI kategori overweight-obesitas mungkin memiliki konsentrasi IGF-1 yang lebih rendah.

Korelasi negatif antara BMI dan hormone IGF-1 diketahui dikarenakan dapat dipengaruhi oleh rerata BMI yang berlebih atau obesitas pada individu, oleh karena itu jika terjadi obesitas maka terjadi penurunan kadar IGF-1, sehingga IGF-1 tidak responsif terhadap stimulasi GH dan mengakibatkan penurunan kadar IGF-1 (Fornari et al., 2018). Namun berdasarkan data analisis deskriptif pada tabel 2, diketahui mean rata-rata BMI masuk pada kategori normal dan mean rata-rata IGF-1 juga masuk kategori normal. Namun jika BMI kategori overweight atau obesitas maka IGF-1 akan menurun, begitu pula jika BMI turun

makan IGF-1 akan naik (Mohamad & Khater, 2015). Maka dari itu untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan anak. Rerata BMI diharuskan pada kategori normal sehingga IGF-1 dapat membantu pertumbuhan dan perkembangan anak.

Hubungan IGF-1 (Insuline Like Growth Factore-1) Terhadap Glukosa Darah

Berdasarkan hasil uji korelasi product momen nilai signifikansi variable IGF-1 dengan glukosa darah (Insuline Like Growth Factore-1) ialah $P = 0,199$ ($P > 0,05$) yang berarti tidak ada hubungan antara glukosa darah dengan serum IGF-1. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (Rasmussen et al., 1994) yang menjelaskan tidak ada korelasi signifikan yang ditemukan antara IGF-1 dan BMI atau indeks adipositas lainnya. Penurunan berat badan menyebabkan peningkatan sementara konsentrasi IGF-1 ($P = 0,03$). Penelitian lainnya menjelaskan bahwa kadar IGF-1 pada individu yang mengalami obesitas mencerminkan massa lemak intraabdomen daripada obesitas itu sendiri. Sehingga kadar IGF-1 dan kadar glukosa darah berkorelasi terbalik pada obesitas sebelum dan selama pembatasan energi. Hal itu dapat diartikan bahwa jika BMI naik maka kadar IGF-1 cenderung menurun sedangkan jika BMI turun sampai tahap normal maka IGF-1 cenderung naik (Dichtel et al., 2022).

Korelasi tersebut mungkin akibat dari kondisi individu yang berlebih yang mempengaruhi penurunan IGF-1. Secara teori jika manusia memiliki sistem yang mengatur kadar glukosa darah yang terdiri dari hati, jaringan ekstra hati, dan hormon. Hormon insulin dilepaskan untuk menurunkan konsentrasi glukosa darah ke tingkat normal ketika konsentrasi glukosa darah meningkat, dan glukagon dilepaskan untuk meningkatkan konsentrasi glukosa darah ke tingkat normal (Norton et al., 2022). Namun, dikarenakan obesitas/BMI diatas normal akan menyebabkan tubuh berlebih gemuk. Sitokin adiposa dilepaskan oleh jaringan lemak, jaringan endokrin yang aktif, yang memiliki efek proinflamasi sehingga dapat mengganggu jalur sinyal insulin (Wardana et al., 2020). Selanjutnya, jaringan lemak memiliki kemampuan untuk melepaskan sitokin adiposa, yang memiliki efek proinflamasi dan dapat mengganggu jalur sinyal insulin, yang dapat menyebabkan keadaan resistensi insulin. keadaan ini secara otomatis meningkatkan glukosa darah. Keadaan individu jika obesitas/BMI kategori overweight menyebabkan peningkatan asam lemak bebas dan penurunan adiponektin, yang bertentangan dengan efek insulin. Akibatnya, sensitivitas insulin atau resistensi insulin menurun. Oleh karena itu glukosa darah naik dan kadar IGF-1 menurun (O'Neill et al., 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, temuan pada penelitian ini dapat disimpulkan ada hubungan yang signifikan antara variabel BMI (Bodi Massa Indeks) dengan glukosa darah,

selanjutnya ada hubungan yang signifikan antara variabel BMI (Bodi Massa Indeks) dengan serum IGF-1 (*Insuline like growth Factore-1*) dan tidak ada hubungan antara variabel glukosa darah dengan serum IGF-1 (*Insuline like growth Factore-1*). Hal ini menjadi temuan dan saran penelitian selanjutnya bagaimana serum hormon IGF-1 dengan glukosa darah pada saat berolahraga.

DAFTAR PUSTKA

- Adwinda, M. D., & Srimiati, M. (2019). Hubungan lingkar perut, konsumsi gula dan lemak dengan kadar glukosa darah pegawai direktorat Poltekkes Kemenkes Jakarta II. *Nutrire Diaita: Jurnal Gizi - Dietetik*, 11(1), 7–17.
- Alderete, T. L., Byrd-Williams, C. E., Toledo-Corral, C. M., Conti, D. V., Weigensberg, M. J., & Goran, M. I. (2011). Relationships between IGF-1 and IGFBP-1 and adiposity in obese African-American and latino adolescents. *Obesity*, 19(5), 933–938. <https://doi.org/10.1038/oby.2010.211>
- AsghariHanjani, N., & Vafa, M. (2019). The role of IGF-1 in obesity, cardiovascular disease, and cancer. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 33(1), 1–4. <https://doi.org/10.34171/mjiri.33.56>
- Ashpole, N. M., Logan, S., Yabluchanskiy, A., Mitschelen, M. C., Yan, H., Farley, J. A., Hodges, E. L., Ungvari, Z., Csiszar, A., Chen, S., Georgescu, C., Hubbard, G. B., Ikeno, Y., & Sonntag, W. E. (2017). IGF-1 has sexually dimorphic, pleiotropic, and time-dependent effects on healthspan, pathology, and lifespan. *GeroScience*, 39(2), 129–145. <https://doi.org/10.1007/s11357-017-9971-0>
- Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Republik Indonesia. (2018). Laporan Riskesdas 2018 Nasional.pdf. In *Lembaga Penerbit Balitbangkes* (p. hal 156).
- Chen, H.-T., Chung, Y.-C., Chen, Y.-J., Ho, S.-Y., & Wu, H.-J. (2017). Effects of Different Types of Exercise on Body Composition, Muscle Strength, and IGF-1 in the Elderly with Sarcopenic Obesity. *Journal of the American Geriatrics Society*, 65(4), 827–832. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jgs.14722>
- Cuestas, E., Hillman, M., Galetto, S., Gaido, M. I., Sobh, V., Damico, L. T., & Rizzotti, A. (2023). Inflammation induces stunting by lowering bone mass via GH/IGF-1 inhibition in very preterm infants. *Pediatric Research*, 94(3), 1136–1144. <https://doi.org/10.1038/s41390-023-02559-5>
- Danarsih. (2023). Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh dan Kadar Hemoglobin pada Remaja Putri. *Jurnal Indonesia Sehat*, 2(2), 53–58.
- Dichtel, L. E., Corey, K. E., Haines, M. S., Chicote, M. L., Kimball, A., Colling, C., Simon, T. G., Long, M. T., Hussein, J., Bredella, M. A., & Miller, K. K. (2022). The GH/IGF-1 Axis Is Associated With Intrahepatic Lipid Content and Hepatocellular Damage in Overweight/Obesity. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 107(9), e3624–e3632. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgac405>
- Filus, A., & Zdrojewicz, Z. (2014). Insulinopodobny czynnik wzrostu-1 (IGF-1) – budowa i rola w organizmie człowieka Insulin-like growth factor-1 (IGF-1) – structure and the role in the human body. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab*, 161–169.
- Fornari, R., Marocco, C., Francomano, D., Fittipaldi, S., Lubrano, C., Bimonte, V. M., Donini, L. M., Nicolai, E., Aversa, A., Lenzi, A., Greco, E. A., & Migliaccio, S. (2018). Insulin growth factor-1 correlates with higher bone mineral density and lower inflammation status in obese adult subjects. *Eating and Weight Disorders*, 23(3), 375–381. <https://doi.org/10.1007/s40519-017-0362-4>

- Fowke, J. H., Matthews, C. E., Yu, H., Cai, Q., Cohen, S., Buchowski, M. S., Zheng, W., & Blot, W. J. (2010). Racial differences in the association between body mass index and serum IGF1, IGF2, and IGFBP3. *Endocrine-Related Cancer*, *17*(1), 51–60. <https://doi.org/10.1677/ERC-09-0023>
- Jo, A., & Mainous, A. G. (2018). Informational value of percent body fat with body mass index for the risk of abnormal blood glucose: A nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open*, *8*(4), 1–7. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019200>
- Kjaer, T. W., Grenov, B., Yaméogo, C. W., Fabiansen, C., Iuel-Brockdorff, A.-S., Cichon, B., Nielsen, N. S., Filteau, S., Briend, A., Wells, J. C. K., Michaelsen, K. F., Friis, H., Faurholt-Jepsen, D., & Christensen, V. B. (2021). Correlates of serum IGF-1 in young children with moderate acute malnutrition: a cross-sectional study in Burkina Faso. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *114*(3), 965–972. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab120>
- Mameli, C., Krakauer, N. Y., Krakauer, J. C., Bosetti, A., Ferrari, C. M., Moiana, N., Schneider, L., Borsani, B., Genoni, T., & Zuccotti, G. (2018). The association between a body shape index and cardiovascular risk in overweight and obese children and adolescents. *PLoS ONE*, *13*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190426>
- Mohamad, M. I., & Khater, M. S. (2015). Evaluation of insulin like growth factor-1 (IGF-1) level and its impact on muscle and bone mineral density in frail elderly male. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *60*(1), 124–127. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.archger.2014.08.011>
- Norton, L., Shannon, C., Gastaldelli, A., & DeFronzo, R. A. (2022). Insulin: The master regulator of glucose metabolism. *Metabolism*, *129*, 155142. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.metabol.2022.155142>
- O'Neill, B. T., Lauritzen, H. P. M. M., Hirshman, M. F., Smyth, G., Goodyear, L. J., & Kahn, C. R. (2015). Differential Role of Insulin/IGF-1 Receptor Signaling in Muscle Growth and Glucose Homeostasis. *Cell Reports*, *11*(8), 1220–1235. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2015.04.037>
- Pamungkas, H., Nidomuddin, M., Ledak, D., & Tungkai, O. (2018). *TIM SEPAK BOLA ASIFA*. *6*(2), 75–79.
- Park, S. K., Jung, J. Y., Oh, C.-M., Choi, J.-M., Kim, M.-H., Ha, E., & Ryoo, J.-H. (2021). Fasting glucose level and the risk of incident osteoporosis in the Koreans. *Bone*, *142*, 115690. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115690>
- Prasetyo, R., Yunarta, A., & Andrianto, J. R. (2023). *Outdoor Games Activities Learning Model to Improve Students ' Basic Movement and Creative Thinking Skills*. *11*(4), 452–459.
- Raharjo, S., Pranoto, A., Rejeki, P. S., Harisman, A. S. M., Pamungkas, Y. P., & Andiana, O. (2021). Negative correlation between serum brain-derived neurotrophic factor levels and obesity predictor markers and inflammation levels in females with obesity. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *9*, 1021–1026. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.6840>
- Raisingani, M., Preneet, B., Kohn, B., & Yakar, S. (2017). Skeletal growth and bone mineral acquisition in type 1 diabetic children; abnormalities of the GH/IGF-1 axis. *Growth Hormone and IGF Research*, *34*, 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.ghir.2017.04.003>
- Rasmussen, M. H., Frystyk, J., Andersen, T., Breum, L., Christiansen, J. S., & Hilsted, J. (1994). The impact of obesity, fat distribution, and energy restriction on insulin-like growth factor-1 (IGF-1), IGF-binding protein-3, insulin, and growth hormone. *Metabolism*, *43*(3), 315–319. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0026-0495\(94\)90099-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0026-0495(94)90099-X)
- Sherlala, R. A., Kammerer, C. M., Kuipers, A. L., Wojczynski, M. K., Ukraintseva, S. V,

- Feitosa, M. F., Mengel-from, J., Zmuda, J. M., & Minster, R. L. (2021). *Relationship Between Serum IGF-1 and BMI Differs by Age*. 76(7), 1303–1308. <https://doi.org/10.1093/gerona/glaa282>
- Smith, S. M., Boppana, A., Traupman, J. A., Unson, E., Maddock, D. A., Chao, K., Dobesh, D. P., Brufsky, A., & Connor, R. I. (2021). Impaired glucose metabolism in patients with diabetes, prediabetes, and obesity is associated with severe COVID-19. *Journal of Medical Virology*, 93(1), 409–415. <https://doi.org/10.1002/jmv.26227>
- Wardana, Z. S., Sari, G. M., & Tinduh, D. (2020). The Relation Between IGF-1 Levels and Fasting Blood Glucose in Obese Women. *STRADA Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 9(1), 140–146. <https://doi.org/10.30994/sjik.v9i1.276>
- Widiyatmoko, F. A., Pradipta, G. D., Maliki, O., & Hudah, M. (2023). *Relationship between motivation , health literacy , motivation , and leisure-time physical activity levels of adolescents*. 11(4), 468–478.
- Yuliani, W., & Supriatna, E. (2023). *Metode Penelitian Bagi Pemula*. 1–59.