

## **Pengaruh modifikasi bola voli terhadap *Insuline-Like Growth Factor -1* pada anak prapubertas**

### ***Effect of volleyball modification on Insuline-Like Growth Factor -1 in prepubertal children***

**Endah Krisnawati<sup>1</sup>, Shoffurijal Agyanur<sup>\*,1</sup>**

<sup>1</sup>Pendidikan Olahraga, Fakultas Pendidikan Ilmu Eksakta dan Keolahragaan, IKIP Budi Utomo, Malang, Indonesia

\*Corresponding Author

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi permainan bola voli terhadap kadar hormon *Insuline-like growth factor-1* pada anak prapubertas. Metode yang digunakan *The Randomized Pretest-Posttest Group Design* dengan pengambilan sampel menggunakan teknik rumus oleh Higgins dan Kleinbaum, dengan hasil 20 subjek. Subjek penelitian ditentukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi dan di bagi ke dalam kelompok eksperimen dan kontrol. Kelompok eksperimen diberikan intervensi modifikasi permainan bola voli dan kelompok kontrol tanpa perlakuan. Darah diambil 24 jam sebelum intervensi olahraga dan 24 jam setelah intervensi. Modifikasi permainan bola voli dilakukan selama 6 minggu dengan 3x intervensi dalam 1 minggu. Hasil data serum di analisis dengan SPSS 25. Hasil penelitian ini dari uji One Way Anova antara kelompok modifikasi dengan kelompok kontrol menunjukkan nilai dengan *p-value* yaitu 0,000 ( $P < 0,05$ ). Dan pada uji *Paired Sample T-Test* untuk mengetahui tes awal dan tes akhir pada kelompok modifikasi permainan bola voli nilai *p-value* yaitu 0,000 ( $P < 0,05$ ). Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan modifikasi permainan bola voli terhadap peningkatan kadar IGF-1 pada anak prapubertas dengan nilai  $P = 0,000$  ( $P < 0,05$ ).


**Kata Kunci:** IGF-1; Bola Voli; Modifikasi.

#### **Abstract**

This study aims to determine the effect of volleyball game modification on insuline-like growth factor-1 hormone levels in prepubertal children. The method used The Randomized Pretest-Posttest Group Design using formula techniques by Higgins and Kleinbaum, with the results of 20 subjects. And divided into 2 groups based on inclusion and exclusion criteria. The experimental group was given the invention of the modification of the volleyball game and the control group without treatment. Blood is taken 24 hours before the exercise intervention and 24 hours after the intervention. Modification of the volleyball game was carried out for 6 weeks with 3x interventions in 1 week. Serum data results analyzed with SPSS 25. The results of the One-Way Anova test of the modification group with the control group showed a *p* value of 0.000 ( $P < 0,05$ ). meanwhile, in the Paired Sample T-Test test for the initial test and the final test in the volleyball game modification group, the *p* value is 0.000 ( $P < 0,05$ ). This study can be concluded that there was a significant influence of volleyball game modification on the increase in IGF-1 levels in prepubertal children with a value of  $P = 0.000$  ( $P < 0.05$ ).

**Keywords:** IGF-1; Volleyball; Modifications.

Received: 29 Desember 2022; Revised: 24 Januari 2023; Accepted: 25 Januari 2023

 <http://dx.doi.org/10.55379/sjs.v2i2.667>

Corresponding author: Shoffurijal Agyanur, Jln. Simpang Arjuno No.14B, Kauman  
Kec. Klojen, Kota Malang, Jawa Timur  
Email: [shoffurijal@gmail.com](mailto:shoffurijal@gmail.com)

## PENDAHULUAN

*Insulin-like growth factor 1* (IGF-1) merupakan indikator yang sangat penting dalam pertumbuhan dan perkembangan pada anak, hal ini berhubungan dengan pertumbuhan dan perkembangan tulang, kartilago, otot, ginjal, syaraf, kulit, dan sel hepar (Dixit et al., 2021). Selain itu hormon IGF-1 juga memiliki manfaat yang dapat dikatakan sebagai *ateroprotektif* atau sebagai pelindung serta menjaga sistem saraf, memiliki efek seperti insulin dalam menjaga stabilitas metabolisme *skeletal* dan densitas tulang (Crane & Cao, 2014). Namun jika terjadi penurunan kadar IGF-1 dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan anak, hal ini dapat menyebabkan gangguan vaskular di otak serta pada aliran darah. Penurunan kadar IGF-1 juga mempengaruhi timbulnya beberapa penyakit, seperti Diabetes militus, resistensi insulin dan perawakan pendek (Raisingani et al., 2017). Selain itu berdasarkan hasil *pretest* nilai kadar IGF-1, rata-rata nilai kadar IGF-1 masih jauh dari kata normal (12,65 ng/mL), sedangkan nilai *range* normal pada yang sudah ditetapkan penelitian sebelumnya adalah 88-452 ng/mL (Elmlinger et al., 2004). Oleh karena itu pentingnya dalam menjaga stabilitas kadar hormon IGF-1 pada anak dalam usia pertumbuhan dan perkembangan.

Pertumbuhan dan perkembangan anak prapubertas hingga pubertas IGF-1 merupakan hormon yang penting dan berperan sebagai modulator dalam tahap tumbuh kembang anak, mulai dari daya tahan serta perkembangan tulang, meningkatkan sistem imun, dan fungsi organ lainnya sehingga pada tahap tumbuh kembang menjadi lebih optimal. Selain itu IGF-1 memiliki peran dalam peningkatan kognitif individu, dan sebagai indikator dalam respons daya ingat (Logan et al., 2018). Serta IGF-1 mengatur fungsi kognitif, kepadatan *sinaps*, transmisi saraf, dan *neurogenesis* dan menginduksi perubahan spesifik plastisitas struktural dan sinoptik (Champarini et al.,

2022). Oleh sebab itu, pentingnya dalam meningkatkan secara optimal kadar hormon IGF-1 pada masa pertumbuhan dari usia prapubertas hingga remaja akhir.

Olahraga merupakan kegiatan fisik yang dilakukan secara terus menerus dan rutin dilakukan agar dapat meningkatkan derajat kesehatan maupun kebugaran jasmani (Trajkovi et al., 2020). Pada usia pertumbuhan dan perkembangan anak, olahraga diperlukan dalam menjaga densitas tulang, meningkatkan respons sistem saraf, serta dapat menjadi indikator dalam peningkatan gerak motorik kasar maupun halus (Reyes-Amigo et al., 2021). Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan serta menunjukkan dengan berolahraga dapat meningkatkan serta memberikan efek terhadap anak usia prapubertas. Penelitian terdahulu oleh (Chaari et al., 2012) yang meneliti kadar IGF-1 pada anak usia laki-laki usia 10-12 terdapat perbedaan nilai kadar IGF-1 yang signifikan antara kelompok permainan bola voli intensitas rendah dengan kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan. (Hassani et al., 2015) meneliti kelompok eksperimen dan kelompok kontrol (tidak diberi perlakuan) dengan jumlah subjek anak usia 10 tahun dengan metode respons intervensi olahraga renang dengan intensitas 70-80% dengan hasil terdapat pengaruh yang signifikan terhadap GH (*Growth Hormone*), namun tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada hormon IGF-1. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa olahraga jalan kaki yang intens selama 6 minggu dapat memengaruhi kadar serum IGF-1 dan IGFBP3 serta *bio-marker* metabolik termasuk kolesterol kepadatan tinggi, glukosa, dan trigliserida (Kim et al., 2015). Dari penelitian sebelumnya yang sudah dijelaskan olahraga/aktivitas fisik dapat mempengaruhi kadar hormon IGF-1.

Aktivitas fisik/olahraga merupakan stresor bagi tubuh yang memiliki potensi terhadap gangguan homeostasis pada kondisi tubuh (St Clair Gibson et al., 2018). Aktivitas permainan yang dilakukan dengan intensitas moderat atau sedang menyebabkan stres (Uchakin et al., 2003), stres tersebut akan direspons oleh tubuh pada saat sedang olahraga dan akan dianggap sebagai stres fisiologis oleh tubuh (Higgins et al., 2016). Stres tersebut direspons oleh

hipotalamus, untuk mengaktifkan *sympathetic nervous system* (SNS) sebagaiantisipasi terhadap stres (Widiantini et al., 2019). Peningkatan SNS juga akan merangsang peningkatan *growth hormone* (GH), serta terjadi memodulasi peningkatan aktivitas PNS (*Parasympathic Nervous System*) dan ANS (*Autonomic Nervous System*). ANS akan mengirim sinyal ke otak untuk mensekresi *Growth Hormone Releasing Hormone* (GHRH) (Shin et al., 2013), kemudian dikirim ke hipofisis anterior melalui pembuluh porta *hipotalamiko-hipofisialis* dan untuk merangsang sekresi GH, dan sekresi GH akan memodulasi sekresi IGF-1 di hati (Corrà et al., 2018).

Berdasarkan uraian serta penjelasan teori serta hasil penelitian terdahulu di atas, IGF-1 merupakan hormon yang sangat penting dalam memodulasi peningkatan tahap tumbuh kembang secara optimal untuk mengurangi risiko seringnya cedera, timbulnya penyakit, obesitas maupun kondisi kurus pada anak prapubertas hingga masa remaja, namun berdasarkan data tumbuh kembang anak di Indonesia masih tergolong rendah. Data Kemenkes (2018), tumbuh kembang anak usia 10-14 tahun dengan nilai 54,4% kategori rendah, 46,6% kategori baik. Selain itu, penelitian dari (Simbolon, 2013) anak remaja usia 13-16 tahun di beberapa daerah 11,62% dari keseluruhan anak remaja di Indonesia dengan total kurang lebih 63 juta mengalami kondisi kurus. Data lain menunjukkan obesitas pada anak di Indonesia dari tahun 2013-2018 mengalami peningkatan dari 21,6% hingga 31% remaja usia 12-15 tahun. Hal ini juga diperkuat dengan data cedera pada usia 5-14 tahun dengan persentase 12,1% dari semua kategori umur. Oleh karena itu diperlukan pencegahan agar IGF-1 anak usia prapubertas maupun pubertas tidak mengalami penurunan dan diharapkan terus meningkat, hal tersebut dapat dilakukan dengan berolahraga/aktivitas fisik. Oleh karena itu peneliti ingin mengetahui pengaruh modifikasi permainan bola voli terhadap peningkatan kadar IGF-1 pada anak prapubertas.

## **METODE**

Penelitian menggunakan metode *Quasi Eksperimen* dengan rancangan *The Randomized Pretest-Posttest Group Design*. Pengambilan sampel menggunakan teknik rumus oleh Higgins dan Kleinbaum dengan hasil 20

subjek dan di bagi ke dalam kelompok eksperimen dan kontrol (tanpa perlakuan), pembagian kelompok berdasarkan teknik *Matched Subject Design* yang merupakan teknik untuk penelitian eksperimen yang disamakan kriteria karakteristik subjek penelitian pada kedua kelompok (Sugiyono, 2015) dan berdasarkan kriteria inklusi, eksklusi dan kriteria drop out atau disebut dengan karakteristik subjek penelitian (Tabel 1) (Wardana et al., 2020). Penelitian ini telah melalui prosedur diuji dan dinyatakan lulus oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang dengan nomor 105/EC/KEPK-S2/03/2021.

Tabel 1. Kriteria Inklusi, Eksklusi dan Drop Out

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi	Kriteria Drop Out
Jenis Kelamin Laki-Laki	Hemoglobin tidak normal (<13/>18 g/dL)	saat melaksanakan intervensi modifikasi permainan bola voli ditemukan tanda-tanda fisik sakit (muka pucat, pusing, mual).
Usia 10 dan 11 tahun	Usia <9 tahun atau 11> tahun	saat akan melaksanakan intervensi modifikasi permainan bola voli tekanan darah subjek diatas 120/80 mmHg.
Indeks Massa Tubuh Normal 13,9-21,3		
Tekanan Darah Normal		
Kadar Hemoglobin Normal (13-18 g/dL)		
Bersedia menandatangani kesediaan menjadi subjek ( <i>informed consent</i> ) yang dilakukan oleh orang tua/wali.		

Prosedur Intervensi yang dilakukan pada kelompok modifikasi permainan bola voli dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Skema Modifikasi Permainan Bola Voli

Perangkat yang dimodifikasi	Bentuk - Bentuk Modifikasi			
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Perangkat Bola Keras (Hardware)	Bola Voli Ringan	Bola Voli Ringan 180 gram	Bola Voli Ringan 200 gram	Bola Voli Ringan 200 gram
	Tinggi Net	1,5 m	1,8 m	2 m

Perangkat yang dimodifikasi		Bentuk – Bentuk Modifikasi			
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
	Ukuran Lapangan	2x2 m	3x3 m	4x4 m	4x6 m
Perangkat Lunak (Software)	Jumlah Pemain	4	6	8	10
	Jumlah Hitungan	10	15	20	25
	Sistem Hitungan	Sistem Pindah Bola	Sistem <i>Rally Point</i>	-	-
	Frekuensi Sentuhan	5	4	3	3
	Sistem Rotasi	Searah Jarum Jam	Berlawanan Arah Jarum Jam		

Prosedur awal 1 minggu sebelum intervensi subjek dibiasakan dengan prosedur pengujian dan intervensi olahraga dilakukan. Hal ini untuk mengetahui respons akut sebelum dan sesudah melakukan modifikasi permainan bola voli dan subjek melakukan permainan pada jam 08.00-10.00 WIB selama 6 minggu dengan 3x intervensi dalam 1 minggu. Berikutnya prosedur pengambilan sampel darah sebanyak 4 ml di vena cubiti, pengambilan sampel darah untuk tes awal dilakukan kurang lebih 24 jam sebelum intervensi, dan pengambilan sampel darah tes akhir dilakukan 24 jam setelah intervensi. Pengambilan darah dilakukan jam 07.00-08.00 Wib, serta subjek tidak dibolehkan konsumsi makanan 12 jam sebelumnya. Darah di proses oleh petugas laboratorium faal serta dianalisis kadar IGF-1 menggunakan ELISA kit (Catalog No: E-EL-H0177; Lot No: 3E MSDS 4VI; *Elabscience*, China) dengan satuan konsentrasi ng/mL. Selanjutnya hasil analisis darah kadar hormon IGF-1 menggunakan *Paired Sample T-Test* untuk mengetahui *pretest* dan *posttest* kelompok modifikasi permainan bola voli dan menggunakan Uji Beda ANOVA untuk mengetahui pengaruh kelompok modifikasi bola voli terhadap kelompok kontrol. Selanjutnya, kadar hormon dianalisis dengan SPSS 25 dengan nilai signifikansi ( $P < 0,05$ ).

## HASIL

Hasil dalam analisis karakteristik subjek penelitian dapat dilihat pada tabel 3:



Tabel 3. Analisis Deskriptif Karakteristik Subjek penelitian

No.	Variabel	Kelompok			
		A		B	
		Mean	SD	Mean	SD
<b>1.</b>	<b>Antropometri</b>				
	Weight (kg)	36,5	8,850	34,30	6,567
	Height (m)	138,60	14,516	131,22	6,980
	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	18,7497	2,47640	19,99	2,01849
	Age (Years)	10,10	0,568	9,90	0,568
<b>2.</b>	<b>Kondisi Fisik</b>				
	RHR (bpm)	89,30	7,790	93,50	6,346
	Suhu Tubuh (C°)	37	36,12	34,70	3,093
	SpO2 (mmHg)	99	98,20	98,10	0,876
<b>3.</b>	<b>Kondisi Fisiologi</b>				
	SBP (mmHg)	105,30	13,375	101,90	11,638
	DBP (mmHg)	76,10	9,550	74,90	8,863
	Glukosa Darah (mg/dL)	104	97,90	98,70	7,861
	Hemoglobin (g/dL)	17	16,20	16,08	1,072

Keterangan : A : Kelompok Modifikasi Permainan Bola Voli  
 B : Kelompok Kontrol  
 SD : *Std. Deviation*  
 BMI : *Body Mass Index*  
 RHR : *Resting Heart Rate*  
 SpO2 : Saturasi Oksigen  
 SBP : *Systolic Blood Pressure*  
 DBP : *Diastolic Blood Pressure*

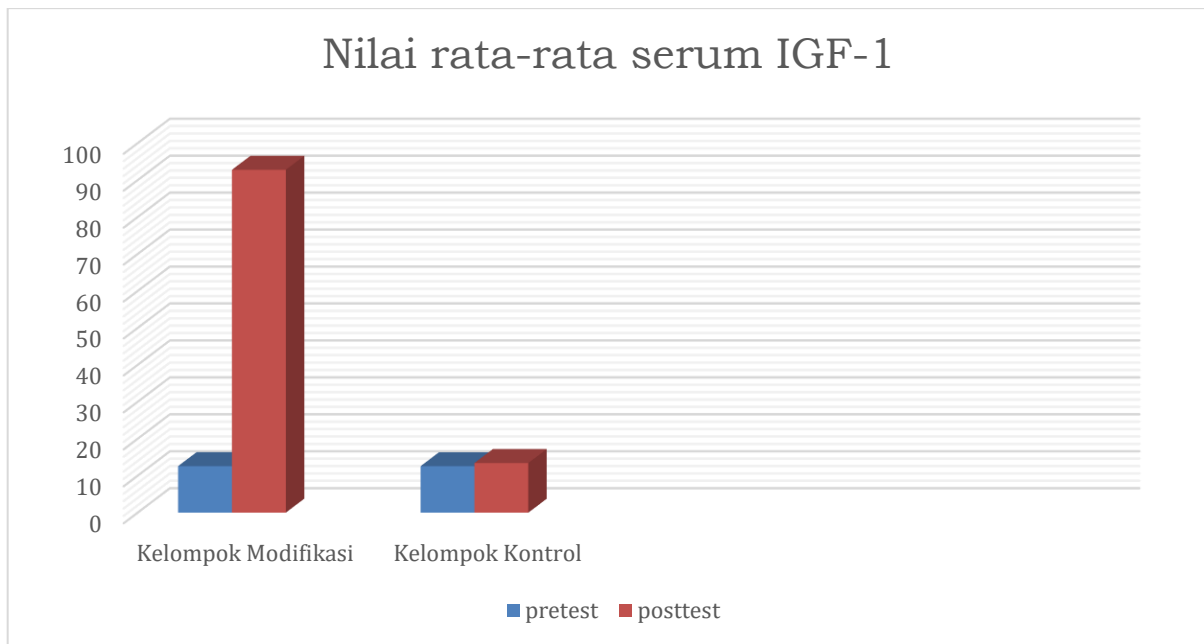
Berdasarkan data tabel 3 secara antropometri, kondisi fisik, dan kondisi fisiologis, rata-rata masuk dalam kategori kriteria inklusi yang sudah ditetapkan di metode penelitian. Selanjutnya hasil analisis deskriptif nilai serum hormon IGF-1 (Tabel 4).

Tabel 4. Statistik Deskriptif Rata-Rata Kadar Hormon (IGF-1) Pada Kelompok Modifikasi Permainan Bola Voli dan Permainan Bola Voli Standar.

No.	Variabel	Kelompok			
		A		B	
		Mean (ng/mL)	SD	Mean (ng/mL)	SD
1.	Tes Awal	12,5827	6.800747	12,5756	6.887316
2.	Tes Akhir	92,78770	4.236680	13,42240	6.197193

Keterangan : A : Kelompok Modifikasi Permainan Bola Voli  
 B : Kelompok Kontrol

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, nilai rata-rata posttest serum hormon IGF-1 adalah 92,78770 dan pada kelompok kontrol 13,42240, grafik pada nilai rata-rata kelompok dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik nilai rata-rata serum IGF-1

Analisis data selanjutnya adalah untuk mengetahui perbedaan tes awal dan tes akhir kelompok modifikasi permainan bola voli, data dianalisis menggunakan uji *paired sample t-test*, dapat dilihat sebagai berikut tabel 5:

Tabel 5. Hasil Uji *Paired Sample T-Test* Kelompok Modifikasi Permainan Bola Voli

Variabel	Waktu Pelaksanaan	Sig.	Keterangan
Modifikasi Permainan Bola Voli	Tes awal dan Tes Akhir	0,000	( $p < 0,05$ )

Berdasarkan hasil uji *paired sample t-test* pada tabel 5, menunjukkan nilai signifikansi  $p < 0,05$ , berarti terdapat perbedaan yang signifikan tes awal dan tes akhir pada kelompok modifikasi permainan bola voli. Selanjutnya uji ANOVA kelompok modifikasi permainan dengan kelompok kontrol.

Tabel 6. Hasil Uji ANOVA Kelompok Modifikasi Permainan Bola Voli Terhadap Kelompok Kontrol

Kelompok	Sum Of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Between Groups	47917,740	3	15972,580	425,822	0,000
Within Groups	1350,359	36	37,510		
Total	49268,100	39			

Berdasarkan hasil uji beda ANOVA pada tabel 4 menunjukkan nilai  $P=0,00$  ( $P < 0,05$ ) yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan modifikasi



permainan bola voli dengan kelompok kontrol. Dari hasil yang sudah dipaparkan selanjutnya akan dibahas

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji *paired sample t-test* (tabel 3) menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara tes awal dan tes akhir kadar IGF-1 pada kelompok modifikasi permainan bola voli dengan nilai signifikansi 0,000 ( $P < 0,05$ ). Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh (Chaari et al., 2012) yang memberikan intervensi bola voli dengan prinsip menyenangkan pada anak usia 10-12 tahun dengan intensitas sedang, menunjukkan peningkatan yang signifikan kadar IGF-1 tes awal dan tes akhir setelah dilakukannya intervensi olahraga. Senada dengan penelitian (Eliakim & Nemet, 2010) permainan bola voli yang diberikan variasi selama latihan pada anak laki-laki usia 9-18 tahun meningkatkan sekresi hormon sebelum dan sesudah olahraga bola voli. Perbedaan yang terjadi pada kelompok dikarenakan modifikasi permainan bola voli menerapkan permainan yang menyenangkan, modifikasi ukuran lapangan, berat serta ukuran bola, tinggi net, sistem poin, dan dibebaskan rotasi pemain sehingga olahraga yang dilakukan menjadi stimulator peningkatan hormon IGF-1. Peningkatan kadar IGF-1 juga disebabkan *heart rate* selama intervensi adalah intensitas moderat/sedang (60%-70% HRmax).

Rata-rata *heart rate* selama intervensi kelompok modifikasi permainan bola voli adalah 139,03 bpm. Berdasarkan nilai rata-rata *heart rate* intensitas dilakukan adalah intensitas sedang. Hal ini sesuai dengan penelitian (Sellami et al., 2017) yang memvariasikan olahraga dengan intensitas sedang selama awal adaptasi latihan terjadi peningkatan kadar IGF-1. Peningkatan kadar IGF-1 disebabkan sistem *limbic* (pusat pengatur sistem emosi, perilaku, memori, dan metabolisme tubuh) yang merespons aktivitas olahraga dan diteruskan kepada hipotalamus untuk menyekresi GHRH (*Growth Hormone Releasing Hormone*) yang kemudian merangsang sekresi kadar *Growth Hormone* (GH) dan *insulin-like growth factor-1*. Meningkatnya kadar IGF-1 selama intervensi modifikasi permainan bola voli juga mengaktifkan aktivitas PNS (*Parasympathic Nervous System*) dan ANS (*Autonomic Nervous System*),

ANS dapat membawa sinyal sensoris (*afferent*) ke otak dan sumsum tulang belakang, atau sinyal (*efferent*) dari otak ke organ target. Olahraga yang dikombinasikan dengan puasa menyebabkan ANS menciptakan rasa santai, aman, nyaman, menyenangkan (Watanabe et al., 2011), sehingga menyebabkan *midbrain* menyekresi serotonin yang akan bekerja sama dengan GABA, endorfin, maupun dengan beta endorfin, peningkatan tersebut menyebabkan peningkatan sekresi kadar IGF-1 di hati (Wibawa et al., 2021). Peningkatan kadar IGF-1 pada kelompok modifikasi permainan bola voli dapat menimbulkan manfaat yang baik untuk masa tumbuh dan kembang.

Berdasarkan uji ANOVA selisih kadar IGF-1 pada kelompok modifikasi permainan bola voli dengan kelompok kontrol kadar IGF-1 adalah  $P = 0,000$  nilai signifikansi ( $P < 0,05$ ) yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan nilai kadar hormon IGF-1 antara kelompok modifikasi permainan bola voli dengan kelompok kontrol. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh (Lagundžin et al., 2013) menemukan terdapat perbedaan yang signifikan kadar IGF-1 antara kelompok modifikasi permainan sepak bola dan kelompok yang tidak diberikan intervensi pada anak usia 10-15 tahun. Penelitian terdahulu dari (Eliakim & Nemet, 2010) menemukan masa awal adaptasi olahraga sudah menyebabkan terjadinya peningkatan kadar IGF-1 dan meningkatkan massa otot serta kebugaran pada siswa.

Meningkatnya kadar IGF-1 pada masa tumbuh dan kembang setelah intervensi permainan dapat meningkatkan *neurotransmitter*, diferensiasi neuron di otak dan pembuluh darah (Ahasic et al., 2014). Selain itu IGF-1 yang berkorelasi dengan GH (*Growth Hormone*) merupakan regulasi utama sistem kekebalan tubuh yang berpoliferasi untuk meningkatkan imunoglobulin (Zoladz et al., 2008). Diperkuat penelitian menurut (Zatorski et al., 2016) IGF1 menjaga stabilitas pengeluaran insulin, meningkatkan densitas tulang, serta sebagai modulasi aktivitas otot. Oleh karena itu diperlukannya sesuai standar kadar IGF-1 selama masa pertumbuhan dan perkembangan anak. Peningkatan kadar IGF-1 dapat menyebabkan proses anabolik meningkat dan anak mengalami meningkatkan massa otot dan kebugaran pada anak (Gatti et al., 2012). Oleh karena itu, dengan metode

permainan yang dimodifikasi dapat membantu anak dalam meningkatkan tumbuh dan kembang anak.

IGF-1 memberikan efek pertumbuhan untuk mempengaruhi glukosa dalam darah, metabolisme, serta sebagai modulator pelindung saraf dan jantung (Schneider et al., 2006). Namun, jika kategori kadar IGF-1 rendah atau biasa disebut *deficiency* IGF-1, menyebabkan gangguan pertumbuhan anak, antara lain *anorexia nervosa*, *chacexia* yang merupakan penurunan massa otot dan berat badan yang parah, meningkatkan risiko osteoporosis, menurunkan densitas tulang sehingga dapat menyebabkan risiko cedera serta patah tulang lebih tinggi (Mohamad & Khater, 2015). Hal ini dijelaskan penelitian dari (Andersen et al., 2009) rendahnya kadar IGF-1 pada masa tumbuh kembang mengakibatkan terhambatnya *remodeling* tulang, metabolisme tulang, serta terhambatnya perkembangan *osteoblasts* dan *osteoclasts* yang berperan sebagai diferensiasi sel dan proliferasi sel di tulang. Diperkuat dengan penelitian terdahulu dari (Arifiyah & Purwanti, 2017; Paramitha et al., 2019) rendahnya kadar IGF-1 menyebabkan maturasi *skeletal*, volume otak kecil, ukuran jantung kecil, serta *acromicria* (dagu kecil, tulang wajah tidak berkembang, tangan dan kaki kecil). Oleh karena itu, pentingnya kadar normal IGF-1 sehingga memiliki manfaat untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan anak.

Manfaat nilai kadar IGF-1 normal menurut penelitian (Wit & Walenkamp, 2013) IGF-1 merupakan kunci pertumbuhan dan perkembangan otak. IGF-1 merangsang *neurogenesis* (proliferasi/perkembangan sel neuron di otak), dan *synaptogenesis* (proses pembentukan *sinaps* baru di dalam otak), dan meningkatkan daya tahan neuron. Selanjutnya berdasarkan penelitian sebelumnya IGF-1 berperan dalam metabolisme glukosa, bekerja sama dengan GH (*Growth Hormone*) yang memainkan peran utama untuk menginduksi resistensi insulin, dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh (*system immune*) (Fehringer et al., 2010). Secara umum, IGF-1 berperan sebagai mediator peningkatan GH yang mempengaruhi aksi metabolik dan anabolik, sebagai yang mengatur pertumbuhan, diferensiasi, *apoptosis*, dan transformasi sel (Skottner, 2012). Oleh sebab itu, peningkatan kadar hormon

sesuai dengan kadar yang dianjurkan beberapa penelitian agar pertumbuhan dan perkembangan anak menjadi maksimal.

## **KESIMPULAN**

Hasil penelitian tentang pengaruh permainan bola voli yang dimodifikasi terhadap kadar hormon *insuline-like growth factor-1* (IGF-1) pada anak usia prapubertas yang telah diuraikan pada hasil dan pembahasan, penulis menyimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan permainan bola voli yang dimodifikasi terhadap kenaikan IGF-1 sehingga dengan metode permainan bola voli yang dimodifikasi dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan anak secara optimal.

## **KONTRIBUSI PENULIS**

Contoh: Author 1: Writing – Review Author 2: Editing, Methodology, Validating.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ahasic, A. M., Zhai, R., Su, L., Zhao, Y., Aronis, K. N., Thompson, B. T., Mantzoros, C. S., & Christiani, D. C. (2014). Erratum: IGF1 and IGF1BP3 in acute respiratory distress syndrome (*European Journal of Endocrinology* (2012) 166:1 (121-129)). *European Journal of Endocrinology*, 171(5), X4. <https://doi.org/10.1530/EJE-11-0778e>
- Andersen, T. L., Sondergaard, T. E., Skorzynska, K. E., Dagnaes-Hansen, F., Plesner, T. L., Hauge, E. M., Plesner, T., & Delaisse, J. M. (2009). A physical mechanism for coupling bone resorption and formation in adult human bone. *American Journal of Pathology*, 174(1), 239–247. <https://doi.org/10.2353/ajpath.2009.080627>
- Arifiyah, A., & Purwanti, A. (2017). Hubungan antara Insulin-like Growth Factor-1 dengan Pertumbuhan dan Perkembangan Anak Sindrom Down. *Sari Pediatri*, 18(5), 350. <https://doi.org/10.14238/sp18.5.2017.350-6>
- Chaari, H., Zouch, M., Denguezli, M., Bouajina, E., Zaouali, M., & Tabka, Z. (2012). A high level of volleyball practice enhances bone formation markers and hormones in prepubescent boys. *Biology of Sport*, 29(4), 303–309. <https://doi.org/10.5604/20831862.1019894>
- Champarini, L. G., Herrera, M. L., Comas Mutis, R. G., Espejo, P. J., Molina, V. A., Calfa, G. D., & Hereñú, C. B. (2022). Effect of intra-BLA overexpression of IGF-1 on the expression of a contextual fear memory trace. *Hippocampus*, 32(10), 765–775. <https://doi.org/10.1002/hipo.23465>
- Corrà, U., Agostoni, P. G., Anker, S. D., Coats, A. J. S., Crespo Leiro, M. G.,

- de Boer, R. A., Harjola, V. P., Hill, L., Lainscak, M., Lund, L. H., Metra, M., Ponikowski, P., Riley, J., Seferović, P. M., & Piepoli, M. F. (2018). Corrigendum to: Role of cardiopulmonary exercise testing in clinical stratification in heart failure. A position paper from the Committee on Exercise Physiology and Training of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology: *Cardiopul. European Journal of Heart Failure*, 20(10), 1501. <https://doi.org/10.1002/ejhf.1186>
- Crane, J. L., & Cao, X. (2014). Function of matrix IGF-1 in coupling bone resorption and formation. *Journal of Molecular Medicine*, 92(2), 107–115. <https://doi.org/10.1007/s00109-013-1084-3>
- Dixit, M., Poudel, S. B., & Yakar, S. (2021). Effects of GH/IGF axis on bone and cartilage. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 519, 111052. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2020.111052>
- Eliakim, A., & Nemet, D. (2010). Exercise training, physical fitness and the growth hormone-insulin-like growth factor-1 axis and cytokine balance. In *Medicine and Sport Science* (Vol. 55, pp. 128–140). <https://doi.org/10.1159/000321977>
- Elmlinger, M. W., Kühnel, W., Weber, M. M., & Ranke, M. B. (2004). Reference ranges for two automated chemiluminiscent assays for serum insulin-like growth factor I (IGF-1) and IGF-binding protein 3 (IGFBP-3). *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 42(6), 654–664. <https://doi.org/10.1515/CCLM.2004.112>
- Fehringer, G., Ozcelik, H., Knight, J. A., Paterson, A. D., Dite, G. S., Giles, G. G., Southey, M. C., Andrulis, I. L., Hopper, J. L., & Boyd, N. F. (2010). Family-based association study of IGF1 microsatellites and height, weight, and body mass index. *Journal of Human Genetics*, 55(4), 255–258. <https://doi.org/10.1038/jhg.2010.17>
- Gatti, R., De Palo, E. F., Antonelli, G., & Spinella, P. (2012). IGF-I/IGFBP system: Metabolism outline and physical exercise. *Journal of Endocrinological Investigation*, 35(7), 699–707. <https://doi.org/10.3275/8456>
- Hassani, H., Webster, A., Silva, E. S., & Heravi, S. (2015). Forecasting U.S. Tourist arrivals using optimal Singular Spectrum Analysis. *Tourism Management*, 46, 322–335. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.07.004>
- Higgins, S., Fedewa, M. V., Hathaway, E. D., Schmidt, M. D., & Evans, E. M. (2016). Sprint interval and moderate-intensity cycling training differentially affect adiposity and aerobic capacity in overweight young-adult women. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 41(11), 1177–1183. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0240>
- Kim, T., Chang, J. S., Kim, H., & Kong, I. D. (2015). Intense Walking Exercise Affects Serum IGF-1 and IGFBP3. *Journal of Lifestyle Medicine*, 5(1), 21–25. <https://doi.org/10.15280/jlm.2015.5.1.21>
- Lagundžin, D., Vučić, V., Glibetić, M., & Nedić, O. (2013). Alteration of IGFBP-1 in soccer players due to intensive training. *International Journal of Sport*



- Nutrition and Exercise Metabolism*, 23(5), 449–457.  
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.23.5.449>
- Logan, S., Pharaoh, G. A., Marlin, M. C., Masser, D. R., Matsuzaki, S., Wronowski, B., Yeganeh, A., Parks, E. E., Premkumar, P., Farley, J. A., Owen, D. B., Humphries, K. M., Kinter, M., Freeman, W. M., Szweda, L. I., Van Remmen, H., & Sonntag, W. E. (2018). Insulin-like growth factor receptor signaling regulates working memory, mitochondrial metabolism, and amyloid- $\beta$  uptake in astrocytes. *Molecular Metabolism*, 9, 141–155.  
<https://doi.org/10.1016/j.molmet.2018.01.013>
- 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/10.1016/j.archger.2014.08.011>
- Paramitha, A. D., Soleha, T. U., & Ayu, P. R. (2019). Peran Insulin-like Growth Factor-1 dalam Patofisiologi Gangguan Pendengaran. *Medical Profession Journal ....* <https://doi.org/10.53089/medula.v9i2.270>
- 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>
- Reyes-Amigo, T., Molina, J. S., Mera, G. M., Lima, J. D. S., Mora, J. I., & Soto-Sánchez, J. (2021). Contribution of high and moderate-intensity physical education classes to the daily physical activity level in children. *Journal of Physical Education and Sport*, 21(1), 29–35. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.01004>
- Schneider, H. J., Saller, B., Klotsche, J., März, W., Erwa, W., Wittchen, H. U., & Stalla, G. K. (2006). Opposite associations of age-dependent insulin-like growth factor-I standard deviation scores with nutritional state in normal weight and obese subjects. *European Journal of Endocrinology*, 154(5), 699–706. <https://doi.org/10.1530/eje.1.02131>
- Sellami, M., Dhahbi, W., Hayes, L. D., Padulo, J., Rhibi, F., Djemail, H., & Chaouachi, A. (2017). Combined sprint and resistance training abrogates age differences in somatotrophic hormones. *PLoS ONE*, 12(8), e0183184. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183184>
- Shin, Y. H., Jung, H. L., Ryu, J. W., Kim, P. S., Ha, T. Y., An, J. Y., & Kang, H. Y. (2013). Effects of a pre-exercise meal on plasma growth hormone response and fat oxidation during walking. *Preventive Nutrition and Food Science*, 18(3), 175–180. <https://doi.org/10.3746/pnf.2013.18.3.175>
- Simbolon, D. (2013). Berdasarkan Riwayat Lahir dan Status Gizi Anak Prediction Model for Adolescent Body Mass Index Based on the Birth History and Children Nutrition Status. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 8(01), 19–27.
- Skottner, A. (2012). Biosynthesis of Growth Hormone and Insulin-Like Growth Factor-I and the Regulation of their Secretion. *The Open Endocrinology Journal*, 6(1), 3–12. <https://doi.org/10.2174/1874216501206010003>



- St Clair Gibson, A., Swart, J., & Tucker, R. (2018). The interaction of psychological and physiological homeostatic drives and role of general control principles in the regulation of physiological systems, exercise and the fatigue process—The Integrative Governor theory. *European Journal of Sport Science*, 18(1), 25–36. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1321688>
- Sugiyono. (2015). Metode Penelitian Kualitatif dan R and D. *Bandung: Alfabeta*, 15(2010), 480.
- Trajkovi, N., Madic, D. M., Milanovic, Z., MacAk, D., Padulo, J., Krusturup, P., & Chamari, K. (2020). Eight months of school-based soccer improves physical fitness and reduces aggression in high-school children. *Biology of Sport*, 37(2), 185–193. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2020.94240>
- Uchakin, P. N., Gotovtseva, E. P., & Stray-Gundersen, J. (2003). Immune and Neuroendocrine Alterations in Marathon Runners. *Journal of Applied Research*, 3(4), 483–494.
- 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>
- Watanabe, H., Rose, M. T., & Aso, H. (2011). Role of peripheral serotonin in glucose and lipid metabolism. *Current Opinion in Lipidology*, 22(3), 186–191. <https://doi.org/10.1097/MOL.0b013e3283462273>
- Wibawa, J. C., Mus, R., Gama, N. I., & Rivarti, A. W. (2021). Latihan Fisik Meningkatkan Kadar Insulin-Like Growth Factor-1 (IGF-1). *JOSSAE: Journal of Sport Science and Education*, 6(1), 46. <https://doi.org/10.26740/jossae.v6n1.p46-56>
- Widiantini, E. J. L., Sugiharto, S., & Andiana, O. (2019). Pengaruh Olahraga Selama Puasa Terhadap Hormon Melatonin Pada Tikus Putih Jantan Jenis Wistar. *Jurnal Sport Science*, 9(1), 84. <https://doi.org/10.17977/um057v9i1p84-94>
- Wit, J. M., & Walenkamp, M. J. (2013). Role of insulin-like growth factors in growth, development and feeding. In *World Review of Nutrition and Dietetics* (Vol. 106, pp. 60–65). <https://doi.org/10.1159/000342546>
- Zatorski, H., Marynowski, M., & Fichna, J. (2016). Is insulin-like growth factor 1 (IGF-1) system an attractive target inflammatory bowel diseases? Benefits and limitation of potential therapy. *Pharmacological Reports*, 68(4), 809–815. <https://doi.org/10.1016/j.pharep.2016.03.006>
- Zoladz, J. A., Pilc, A., Majerczak, J., Grandys, M., Zapart-Bukowska, J., & Duda, K. (2008). Endurance training increases plasma brain-derived neurotrophic factor concentration in young healthy men. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 59(SUPPL. 7), 119–132. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19258661/>