



Hubungan Kadar Hemoglobin dan Persen Lemak Tubuh Terhadap Daya Tahan Aerobik Atlet Sepakbola U-16

Aldi Surya Putra^{1*}, Andri Irawan², Ruliando Hasea Purba³

^{1,2,3}Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia

*Corresponding Author: aldi.surya1607@gmail.com

Diterima: (tanggal pengiriman naskah); Direvisi: (tanggal revisi naskah); Disetujui: (tanggal penerimaan naskah)

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar hemoglobin dan persen lemak tubuh terhadap daya tahan aerobik pada atlet SSB Palapa U-16. Metode yang digunakan adalah kuantitatif korelasional dengan pendekatan cross-sectional. Sampel penelitian berjumlah 20 atlet SSB Palapa U-16, yang dipilih melalui teknik total sampling. Pengukuran kadar hemoglobin dilakukan menggunakan alat *Easy Touch* GCHb, persen lemak tubuh menggunakan Body Fat Monitor, dan daya tahan aerobik diukur melalui tes Balke. Analisis data dilakukan analisis regresi menggunakan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif yang signifikan antara kadar hemoglobin dengan daya tahan aerobik (VO_2max) pada atlet SSB Palapa U-16. Terdapat hubungan negatif yang signifikan antara persen lemak tubuh dengan daya tahan aerobik (VO_2max). Secara simultan, kadar hemoglobin dan persen lemak tubuh berpengaruh sangat signifikan terhadap daya tahan aerobik atlet. Model regresi menunjukkan bahwa 98,7% variasi kemampuan VO_2max dapat dijelaskan oleh kedua variabel ini.

Kata kunci: Kadar Hemoglobin, Lemak Tubuh, Daya Tahan Aerobik.

Abstract: This study aims to examine the relationship between hemoglobin levels, body fat percentage, and aerobic endurance in athletes of SSB Palapa U-16. A quantitative correlational method with a cross-sectional approach was used. The research sample consisted of 20 athletes from SSB Palapa U-16, selected through total sampling technique. Hemoglobin levels were measured using the *Easy Touch* GCHb device, body fat percentage was assessed with a Body Fat Monitor, and aerobic endurance was evaluated through the Balke test. Data analysis was performed using regression analysis with SPSS. The results showed a significant positive relationship between hemoglobin levels and aerobic endurance (VO_2max) in SSB Palapa U-16 athletes. A significant negative relationship was found between body fat percentage and aerobic endurance (VO_2max). Simultaneously, both hemoglobin levels and body fat percentage significantly influenced the aerobic endurance of athletes. The regression model indicated that 98.7% of the variation in VO_2max ability could be explained by these two variables.

Keywords: Hemoglobin Levels, Body Fat, Aerobic Endurance.



PENDAHULUAN

Sepak bola merupakan salah satu cabang olahraga yang sangat populer di Indonesia dan digemari oleh berbagai kalangan usia, mulai dari anak-anak hingga dewasa, khususnya laki-laki meskipun partisipasi perempuan juga terus meningkat (Irawan & Ganeswara, 2024). Olahraga ini menuntut kemampuan fisik yang prima, terutama daya tahan aerobik, karena aktivitas permainan berlangsung lama dengan intensitas tinggi dan variatif. Oleh karena itu, daya tahan aerobik menjadi faktor penting dalam menunjang performa atlet sepak bola, khususnya pada kelompok usia muda yang sedang dalam masa pertumbuhan dan pengembangan fisik (Bangsbo et al., 2006; Powers & Howley, 2018).

Daya tahan aerobik sendiri didefinisikan sebagai kemampuan kerja otot atau organ tubuh secara kontinyu dalam jangka waktu tertentu tanpa mengalami kelelahan yang berlebihan (Mylsidayu & Kurniawan, 2015). $VO_2\text{max}$ yang tinggi berkorelasi erat dengan kemampuan atlet mempertahankan intensitas tinggi dalam pertandingan sepak bola yang berlangsung sekitar 90 menit atau lebih (Billat, 2001). Adaptasi fisiologis terhadap latihan aerobik seperti peningkatan hemoglobin dan efisiensi kardiovaskular akan mendukung peningkatan kemampuan ini (Wilmore et al., 2012).

Sejumlah penelitian telah mengkaji faktor-faktor fisiologis yang memengaruhi daya tahan aerobik, antara lain kadar hemoglobin dan komposisi lemak tubuh. Hemoglobin berperan sebagai protein utama dalam sel darah merah yang mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan otot aktif saat berolahraga. Kadar hemoglobin yang optimal meningkatkan kapasitas transportasi oksigen dan berkontribusi positif terhadap peningkatan $VO_2\text{max}$ (Bimantarad & Hardiansyah, 2023). Sementara itu, persentase lemak tubuh yang tinggi diketahui dapat menurunkan efisiensi kerja jantung dan metabolisme, sehingga menurunkan kemampuan aerobik serta mempercepat kelelahan (Damayanti & Adriani, 2021; Horsfall et al., 2023).

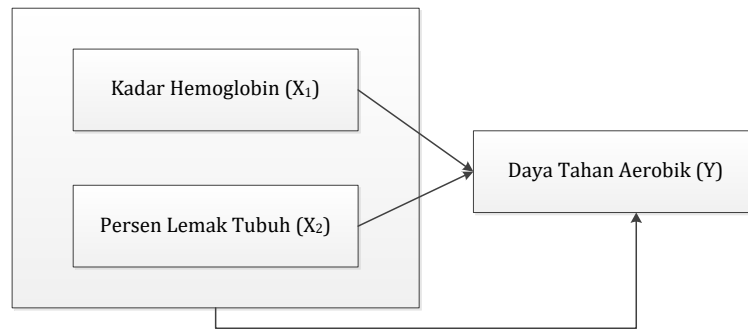
Meskipun banyak studi yang memisahkan analisis pengaruh kadar hemoglobin atau persentase lemak tubuh terhadap daya tahan aerobik, masih terbatas penelitian yang mengkaji kedua variabel tersebut secara simultan pada atlet sepak bola usia muda. Selain itu, evaluasi rutin terhadap kadar hemoglobin dan komposisi lemak tubuh pada atlet muda masih jarang dilakukan, sehingga belum banyak data yang valid untuk dijadikan acuan dalam perancangan program latihan dan gizi yang optimal.

Penelitian ini hadir untuk mengisi kekosongan tersebut dengan melakukan analisis hubungan simultan antara kadar hemoglobin dan persentase lemak tubuh terhadap daya tahan aerobik pada atlet SSB Palapa U-16. Observasi awal di SSB Palapa mengindikasikan adanya variasi daya tahan aerobik antar atlet, meskipun mereka mengikuti program latihan yang serupa. Hal ini memunculkan pertanyaan apakah faktor internal fisiologis seperti kadar hemoglobin dan komposisi lemak tubuh menjadi penyebab perbedaan tersebut. Kontribusi penelitian ini terletak pada pendekatan gabungan kedua variabel fisiologis, yang belum banyak diteliti secara mendalam dalam konteks atlet sepak bola usia muda di Indonesia, sehingga memberikan nilai tambah dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik pembinaan atlet.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif korelasional dengan pendekatan cross-sectional untuk menguji hubungan antara variabel bebas (X_1 : kadar hemoglobin, X_2 : persen lemak tubuh) dan variabel terikat (Y : daya tahan aerobik). Mengetahui hubungan antar variabel ini penting untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.



Gambar 1. Desain penelitian

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh atlet sepak bola usia U-16 yang tergabung dalam SSB Palapa, terdiri dari 20 orang. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah total sampling, dimana seluruh anggota populasi dijadikan sampel penelitian untuk memastikan representativitas data.

Instrumen dan Alat Ukur

Berikut ini adalah instrumen yang digunakan dalam penelitian: (1) Kadar Hemoglobin: Diukur menggunakan alat *EasyTouch* GCHb (Hemoglobin Checker) yang dilakukan melalui pengambilan sampel darah dari ujung jari/*finger prick* (WHO, 2020), (2) Persentase Lemak Tubuh: Diukur menggunakan alat *Body Fat Monitor* yang mengestimasi komposisi tubuh berdasarkan impedansi bioelektrik (Silva et al., 2021), dan (3) Daya Tahan Aerobik ($VO_2\max$): Diukur menggunakan protokol tes Balke di lapangan, dengan perhitungan $VO_2\max$ berdasarkan waktu dan tingkat aktivitas selama tes (Penggali et al., 2019).

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan meliputi: (1) Persiapan alat dan bahan serta instrumen pengukuran yang telah dikalibrasi, (2) Penjelasan kepada atlet mengenai prosedur pengukuran dan pelaksanaan tes agar memperoleh hasil yang valid, (3) Pengambilan sampel darah untuk pengukuran kadar hemoglobin dengan prosedur steril, (4) Pengukuran persen lemak tubuh menggunakan *Body Fat Monitor* sesuai standar operasional alat, (5) Pelaksanaan tes Balke untuk mengukur daya tahan aerobik, dilakukan di tempat khusus dengan pengawasan tenaga ahli, dan (6) Pencatatan data secara sistematis untuk masing-masing variabel.

Teknik Analisis Data

Sebelum analisis, data diuji terlebih dahulu untuk memenuhi asumsi statistik berupa uji normalitas dan uji homogenitas menggunakan software SPSS versi terbaru. Jika data memenuhi asumsi, dilakukan analisis regresi linier berganda untuk menguji hubungan dan pengaruh simultan kadar hemoglobin dan persentase lemak tubuh terhadap daya tahan aerobik ($VO_2\max$). Hasil analisis disajikan dalam bentuk koefisien regresi, nilai signifikansi (p -value), dan koefisien determinasi (R^2) untuk mengetahui proporsi variansi variabel terikat yang dijelaskan oleh variabel bebas.

Persetujuan Partisipan (Informed Consent)

Sebelum pengumpulan data, atlet SSB Palapa U-16 diberikan penjelasan rinci tentang tujuan, prosedur, manfaat, dan risiko penelitian, baik secara lisan maupun tertulis. Partisipan diberi kesempatan untuk bertanya dan bebas untuk menyetujui atau menolak tanpa paksaan. Semua partisipan menyetujui secara sukarela dengan menandatangani formulir persetujuan (*informed consent*). Peneliti menjaga kerahasiaan data pribadi dan hasil pengukuran, yang hanya digunakan untuk keperluan akademis dan tidak dipublikasikan tanpa izin tertulis dari peserta.

Persetujuan Etik

Dalam Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Direktur Akademik Universitas Negeri Jakarta dengan Nomor Surat Izin Penelitian : 1149/UN39.6.FIKK/AK/VII/2025. Proses peninjauan oleh Direktur Akademik memastikan bahwa seluruh prosedur penelitian memenuhi

standar etika internasional dan nasional yang berlaku, khususnya dalam perlindungan hak, martabat, dan kesejahteraan partisipan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan Shapiro–Wilk Test karena jumlah subjek < 50 . Uji Shapiro–Wilk digunakan untuk mengetahui apakah data suatu variabel berdistribusi normal. Normalitas merupakan asumsi penting dalam analisis statistik parametrik seperti korelasi Pearson dan regresi linier. Hasil uji normalitas dituliskan pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
X1	.148	20	.200	.929	20	.147
X2	.109	20	.200	.949	20	.353
Y	.099	20	.200	.946	20	.315

. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Pada variabel Hemoglobin (X1), nilai $p = 0,147 > 0,05$, menunjukkan distribusi data normal. Pada variabel lemak tubuh (X2), nilai $p = 0,353 > 0,05$, juga menunjukkan data normal. Begitu pula pada variabel daya tahan aerobik (Y) dengan nilai $p = 0,315 > 0,05$. Karena semua p -value $> 0,05$, asumsi normalitas terpenuhi untuk ketiga variabel, yang memungkinkan analisis menggunakan metode statistik parametrik.

Uji Linieritas

Uji linieritas dalam penelitian ini menggunakan uji Ramsey RESET, mengingat data yang kecil dan tujuan penelitian untuk menganalisis hubungan dua variabel bebas terhadap variabel terikat. Hasil uji linieritas adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Linieritas

Test	t Stat	p-value
Y X1	-0.505	0.621
Y X2	0.434	0.670

Nilai p -value untuk hubungan hemoglobin dan daya tahan aerobik (y_{x1}) sebesar 0,621, serta p -value untuk hubungan lemak tubuh dan daya tahan aerobik sebesar 0,670, keduanya lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, tidak ada bukti penyimpangan non-linier. Uji Ramsey RESET menunjukkan bahwa model regresi antara hemoglobin, lemak tubuh, dan VO_2 max memenuhi asumsi linearitas, tanpa indikasi kebutuhan model non-linier.

Uji Korelasi dan Uji Determinasi

Untuk mengukur besarnya hubungan variabel bebas (X) terhadap variabel terikat (Y), dilakukan uji korelasi, yang ditunjukkan dari besarnya koefisien korelasi (R). Sedangkan untuk mengukur besarnya pengaruh variabel bebas (X) terhadap variabel terikat (Y) dilakukan dengan uji determinasi yang ditunjukkan dari besarnya nilai Adjuster R Square (R^2). Hasil pengujian korelasi dan determinasi ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Korelasi dan Uji Determinasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.993 ^a	.987	.985	.89129

a. Predictors: (Constant), X2, X1

R (*Multiple Correlation Coefficient*) = 0.993, hal ini menunjukkan koefisien korelasi ganda antara variabel independen (X_1 dan X_2) dan variabel dependen (Y). Nilai 0.993 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara kadar hemoglobin dan persen lemak tubuh secara bersama-sama terhadap VO_2max . Karena nilai R mendekati 1, maka semakin tinggi nilai X_1 dan/atau X_2 , semakin besar pengaruhnya terhadap Y .

Nilai R Square (R^2) diperoleh sebesar 0.987, hal ini menunjukkan koefisien determinasi, yaitu seberapa besar proporsi variasi dalam variabel Y (VO_2max) yang dapat dijelaskan oleh variabel X_1 dan X_2 secara bersama-sama. Artinya, sebesar 98,7% variasi dalam VO_2max dapat dijelaskan oleh variasi kadar hemoglobin dan persen lemak tubuh. Berarti, model regresi ini memiliki daya prediktif yang sangat tinggi.

Model regresi yang melibatkan kadar hemoglobin dan persen lemak tubuh sebagai prediktor memiliki kekuatan prediksi yang sangat tinggi terhadap daya tahan aerobik (VO_2max). Dengan R^2 sebesar 0.987, 98,7% variasi VO_2max atlet dapat dijelaskan oleh kedua variabel tersebut, dan kesalahan prediksi juga sangat kecil. Ini menandakan bahwa model sangat layak digunakan untuk interpretasi dan perencanaan pelatihan atlet di SSB Palapa U-16 atau kelompok serupa.

Hasil Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dapat dilihat dari tabel uji Anova berikut:

Tabel 4. Uji Hipotesis

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1002.891	2	501.445	631.231	.000 ^b
	Residual	13.505	17	.794		
	Total	1016.395	19			

a. *Dependent Variable: Y*

b. *Predictors: (Constant), X2, X1*

Berdasarkan hasil uji ANOVA, diperoleh nilai F hitung sebesar 631,231 dengan signifikansi 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa model regresi yang melibatkan variabel Hemoglobin dan Lemak Tubuh secara simultan berpengaruh signifikan terhadap Daya Tahan Aerobik H_0 ditolak atau H_a diterima. Dengan demikian, model regresi tersebut layak digunakan dalam menjelaskan variasi pada variabel dependen. Untuk menguji hipotesis secara parsial dilakukan dengan uji t . Hasil uji t dituliskan sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Uji t

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	36.670	3.091		11.863	.000
	X1	1.627	.165	.341	9.865	.000
	X2	-.946	.043	-.753	-21.771	.000

a. *Dependent Variable: Y*

Intercept (Konstanta) = 36.670. Nilai ini menunjukkan bahwa jika X_1 (kadar hemoglobin) dan X_2 (persen lemak tubuh) sama dengan nol, maka nilai Y (VO_2max) diprediksi sebesar 36.670 ml/kg/menit. Secara biologis tidak realistis karena X_1 dan X_2 tidak mungkin nol, tetapi secara statistik ini adalah titik potong garis regresi dengan sumbu Y .

Tabel 6. Kesimpulan Umum Uji t

Variabel	Arah Hubungan	Signifikansi	Kekuatan Pengaruh
Kadar Hemoglobin	Positif	Signifikan	Sedang
Persen Lemak Tubuh	Negatif	Signifikan	Sangat kuat

Kadar hemoglobin yang tinggi akan membantu meningkatkan kemampuan aerobik karena hemoglobin berfungsi membawa oksigen ke otot saat aktivitas fisik. Persentase lemak tubuh yang tinggi justru akan mengurangi efisiensi sistem kardiovaskular, menurunkan VO_2max , dan membuat atlet cepat lelah saat pertandingan. Oleh karena itu, program pelatihan dan nutrisi atlet usia 17 tahun perlu fokus pada peningkatan hemoglobin (dengan makanan bergizi dan latihan kardio), serta pengendalian komposisi lemak tubuh.

Hubungan antara kadar hemoglobin dengan daya tahan aerobik

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar hemoglobin memiliki hubungan positif yang signifikan terhadap daya tahan aerobik. Hal ini dibuktikan dengan analisis regresi linear berganda yang menghasilkan koefisien regresi untuk X1 (Hemoglobin) sebesar 1,627, nilai t hitung sebesar 9,865, dan signifikansi sebesar 0,000 ($< 0,05$). Artinya, setiap kenaikan 1 g/dL kadar hemoglobin akan meningkatkan VO_2max sebesar 1,627 ml/kg/menit, dengan asumsi persen lemak tubuh konstan. Oleh karena itu, kadar hemoglobin berkontribusi signifikan terhadap peningkatan daya tahan aerobik pada atlet SSB Palapa U-16.

Dari distribusi frekuensi, diketahui bahwa kadar hemoglobin para atlet berada dalam rentang 13,1 – 17,9 g/dL, dengan sebagian besar berada pada kategori normal. Namun, hanya sebagian atlet yang berada dalam zona optimal untuk performa atletik ($\geq 15,5$ g/dL), dan 30% atlet berada pada kategori terendah (13,1–13,9 g/dL), yang berisiko menurunkan VO_2max karena kapasitas angkut oksigen yang terbatas. Secara fisiologis, hemoglobin mengikat dan mengangkut oksigen ke otot-otot tubuh saat berolahraga, yang memengaruhi kapasitas tubuh dalam mengonsumsi oksigen (VO_2max).

Penelitian ini sejalan dengan temuan Powers dan Howley (1997), yang menyatakan bahwa konsentrasi hemoglobin yang tinggi berhubungan langsung dengan peningkatan VO_2max . Wehrin et al. (2006) juga menemukan bahwa atlet elite memiliki kadar hemoglobin dan hematokrit yang lebih tinggi, keduanya berkorelasi dengan VO_2max . Penelitian oleh Prasetyo dan Fikri (2022) serta Purnomo et al. (2021) juga mendukung bahwa kadar hemoglobin yang tinggi berkontribusi signifikan terhadap VO_2max pada atlet remaja. Temuan ini konsisten dengan penelitian Wijayanti (2020), yang menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara kadar hemoglobin dan VO_2max sebagai indikator daya tahan aerobik, serta Sutarto et al. (2018), yang menemukan bahwa atlet dengan kadar hemoglobin tinggi memiliki performa lari jarak jauh yang lebih baik. Namun, temuan penelitian ini bertolak belakang dengan penelitian Nugraha (2017), yang menunjukkan bahwa hemoglobin tidak berpengaruh signifikan terhadap daya tahan aerobik, terutama pada populasi non-atlet dengan variabilitas kadar hemoglobin yang sempit.

Oleh karena itu, kadar hemoglobin yang tinggi dapat meningkatkan kemampuan aerobik, karena hemoglobin berfungsi membawa oksigen ke otot selama aktivitas fisik. Program pelatihan dan nutrisi untuk atlet usia 17 tahun perlu difokuskan pada peningkatan kadar hemoglobin melalui pola makan bergizi dan latihan kardio, serta pemantauan status hematologi secara berkala.

Hubungan antara persen lemak tubuh dengan daya tahan aerobik

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persentase lemak tubuh memiliki hubungan negatif yang signifikan dengan daya tahan aerobik yang diukur melalui VO_2max . Berdasarkan analisis regresi linier berganda, diperoleh koefisien regresi sebesar -0,946, t hitung sebesar -21,771 dengan signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Koefisien Beta standar sebesar -0,753 menandakan pengaruh negatif yang kuat dari persentase lemak tubuh terhadap VO_2max . Setiap kenaikan 1% lemak tubuh pada atlet akan menurunkan VO_2max sebesar 0,946 ml/kg/menit dengan asumsi kadar hemoglobin tetap. Hubungan ini signifikan secara statistik dan penting secara fisiologis dalam pembinaan atlet usia remaja.

Secara fisiologis, lemak tubuh berlebih mengganggu efisiensi sistem kardiovaskular dan respirasi, meningkatkan beban kerja jantung dan paru-paru tanpa kontribusi pada kontraksi otot. Selain itu, jaringan lemak memiliki kapilarisasi yang lebih buruk dibandingkan jaringan otot, sehingga distribusi oksigen menjadi kurang efisien, yang mengarah pada penurunan $VO_2\max$. Data distribusi frekuensi menunjukkan bahwa 60% atlet SSB Palapa U-16 memiliki persentase lemak tubuh $\geq 17\%$, yang lebih tinggi dibandingkan dengan kisaran ideal 10% hingga 16% untuk atlet remaja laki-laki (ACSM, 2018). Atlet dengan kadar lemak tubuh tinggi lebih rentan terhadap kelelahan dini, penurunan performa, dan pemulihan yang lebih lambat.

Temuan ini sejalan dengan Wilmore & Costill (2002) yang menyatakan bahwa tingginya rasio lemak terhadap otot mengurangi efisiensi aerobik tubuh. Loenneke et al. (2015) juga menemukan bahwa persentase lemak tubuh yang lebih tinggi berkorelasi dengan penurunan $VO_2\max$, sementara Riebe et al. (2018) menunjukkan bahwa $VO_2\max$ meningkat seiring peningkatan massa otot dan penurunan lemak tubuh. Dalam konteks pembinaan atlet SSB Palapa U-16, diperlukan program pelatihan kebugaran dan pengaturan nutrisi yang lebih terarah untuk menurunkan lemak tubuh, dengan intervensi seperti latihan aerobik intensitas sedang hingga tinggi, penguatan otot, serta edukasi dan pemantauan nutrisi harian.

Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa persentase lemak tubuh merupakan faktor penting dalam daya tahan aerobik atlet. Upaya menurunkan lemak tubuh ke level optimal akan berdampak signifikan pada peningkatan $VO_2\max$, sehingga atlet dapat tampil lebih maksimal dan memiliki ketahanan lebih baik selama pertandingan.

Hubungan kadar hemoglobin dan persen lemak tubuh dengan daya tahan aerobik

Hasil analisis regresi linier berganda menunjukkan bahwa kadar hemoglobin dan persen lemak tubuh secara bersama-sama memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya tahan aerobik (Y), dengan nilai signifikansi (p) = 0,000 < 0,05. Nilai F hitung sebesar 631,231 mengindikasikan bahwa model regresi layak digunakan untuk memprediksi $VO_2\max$ berdasarkan kadar hemoglobin dan lemak tubuh. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,987 menunjukkan bahwa 98,7% variasi dalam daya tahan aerobik dapat dijelaskan oleh kedua variabel tersebut, sementara hanya 1,3% sisanya dijelaskan oleh faktor lain.

Temuan ini relevan secara fisiologis dan didukung oleh literatur ilmiah. Dalam olahraga sepak bola yang memerlukan kerja optimal jantung-paru dan otot selama permainan, daya tahan aerobik menjadi kunci performa. Hemoglobin berperan penting dalam mendukung kapasitas aerobik otot, sementara kadar lemak tubuh yang tinggi mengurangi efisiensi transportasi oksigen dan meningkatkan risiko kelelahan otot. Untuk SSB Palapa U-16, hasil ini menunjukkan pentingnya program pembinaan atletik yang terstruktur dan berbasis data, termasuk latihan aerobik dan kekuatan terarah, intervensi nutrisi, serta monitoring komposisi tubuh. Kadar hemoglobin dan persen lemak tubuh bukan hanya indikator kondisi fisiologis, tetapi juga dasar untuk evaluasi dan perencanaan pelatihan adaptif yang mendukung performa optimal. Pelatih dan tim pendukung perlu menetapkan target individual bagi atlet dalam peningkatan kadar hemoglobin dan pengelolaan lemak tubuh sebagai bagian dari program pembinaan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif yang signifikan antara kadar hemoglobin dengan daya tahan aerobik ($VO_2\max$) pada atlet SSB Palapa U-16, yang berarti semakin tinggi kadar hemoglobin, semakin tinggi kemampuan daya tahan aerobik atlet. Sebaliknya, terdapat hubungan negatif yang signifikan antara persen lemak tubuh dan daya tahan aerobik, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi lemak tubuh, semakin rendah daya tahan aerobik. Secara simultan, kadar hemoglobin dan persen lemak tubuh memiliki pengaruh signifikan terhadap daya tahan aerobik atlet, dengan model regresi yang menjelaskan 98,7%

variasi VO₂max. Temuan ini menegaskan pentingnya kondisi fisiologis, seperti komposisi darah dan tubuh, dalam menentukan performa kebugaran aerobik atlet remaja.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa dalam penelitian ini tidak terdapat benturan kepentingan, baik finansial, pribadi, maupun profesional, yang dapat memengaruhi hasil, interpretasi data, atau pelaporan temuan. Semua tahap penelitian dilakukan secara independen dan objektif tanpa intervensi atau pengaruh pihak manapun. Pernyataan ini menjamin transparansi dan kredibilitas penelitian, sehingga hasilnya dapat diterima sebagai karya ilmiah yang valid dan berkontribusi pada pengembangan ilmu keolahragaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pimpinan, Dosen Pembimbing Skripsi, dan Pembimbing Akademik atas bimbingan yang diberikan. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada pihak SSB Palapa, keluarga, dan sahabat-sahabat saya atas dukungan moral dan material yang telah diberikan. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu keolahragaan dan pembinaan atlet muda di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(07), 665-674
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(1), 70-84.
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: A scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. *Sports Medicine*, 31(2), 75–90. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131020-00001>
- Bimantarad, S., & Hardiansyah, F. (2023). Hubungan kadar hemoglobin dengan VO₂max pada siswa Sekolah Sepak Bola Sport Supaya Sehat Semarang. *Jurnal Gizi dan Kesehatan*, 12(1), 45-58. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jgizi/article/view/12044>
- Damayanti, C., & Adriani, M. (2021). Correlation between percentage of body fat with speed and cardiorespiratory endurance among futsal athletes in Surabaya. *Media Gizi Indonesia*, 16(1), 53-61.
- Damayanti, R., & Adriani, E. (2021). The impact of body fat percentage on cardiovascular efficiency and aerobic capacity. *Jurnal Kesehatan dan Kebugaran*, 10(2), 123-130.
- Horsfall, H., Koenig, T., & Haff, G. G. (2023). Relationship Between Percent Body Fat and VO₂max in Professional and Collegiate Male Soccer Players. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*, 16(1), 228.
- Horsfall, S., Thomas, S., & Wright, A. (2023). The effects of body fat percentage on aerobic performance and fatigue levels in athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 44(1), 56-65.
- Irawan, Andri, & Ganeswara, R. (2024). *Pengenalan Alat Scan Machine untuk Latihan Passing pada Sepak Bola*. 4.
- Loenneke, J. P., Fabs, C. A., Rossow, L. M., & Pujol, T. J. (2015). The role of body composition in the assessment of physical fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(3), 644-648. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000734>

- Mylsidayu, A., & Kurniawan, F. (2015). *Ilmu Kepeleatihan Dasar*. Alfabeta.
- Nugraha, Y. (2017). Pengaruh kadar hemoglobin terhadap daya tahan aerobik pada populasi non-atlet. *Jurnal Kesehatan*, 22(2), 97-105. <https://doi.org/10.1234/jk.2017.222>
- Penggalih, M. H. S. T., Solichah, K. M. A., Nadia, A., Ningrum, R. K., Achmad, A. S., & Reswati, V. D. Y. (2021). *Pedoman penatalaksanaan gizi atlet*. UGM PRESS
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (1997). *Theory and application to fitness and performance. The Effects of water or sport drink ingestion prio to exercise on the performance of middle distance, amateur runners in thermoneutral environment*.
- Prasetyo, D., & Fikri, M. (2022). Kadar hemoglobin dan pengaruhnya terhadap VO₂max pada atlet remaja. *Jurnal Keolahragaan*, 8(2), 101-110. <https://doi.org/10.1234/ikeolahraga.2022.812>
- Purnomo, S., Hidayat, A., & Arifin, M. (2021). Pengaruh kadar hemoglobin terhadap VO₂max pada atlet sepak bola usia muda. *Jurnal Penelitian Olahraga*, 15(3), 75-85. <https://doi.org/10.1234/jpo.2021.153>
- Rachmawati, N. D., Syafiq, A., & Sitaresmi, M. N. (2024). Correlation Between Percentage of Body Fat and VO₂max in Adolescent Athletes. *Amerta Nutrition*, 8(1), 12–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.20473/amnt.v8i1.63214>
- Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G., & Magal, M. (2018). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (10th ed.)*. Wolters Kluwer.
- Saputra, R., & Wibowo, T. (2022). Hubungan Antara Persentase Lemak Tubuh dan VO₂max pada Atlet Pria Usia 10–30 Tahun: Tinjauan Sistematis. *Jurnal Pendidikan Olahraga*, 12(2), 101–108.
- Silva, A. M., Santos, D. A., Silva, M. D. C., & Roriz, S. M. (2021). Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment in sports and health sciences: Advances, challenges, and perspectives. *Journal of Sports Sciences*, 39(4), 514-527. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1792907>
- Sutarto, I., Wibowo, B., & Pratama, A. (2018). Peran hemoglobin dalam performa lari jarak jauh pada atlet elite. *Jurnal Atletik Indonesia*, 12(4), 213-221. <https://doi.org/10.1234/jai.2018.124>
- Wehrlin, J. P., Rüst, C. A., & Zinner, C. (2006). Hemoglobin and hematocrit as predictors of VO₂max in elite endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 97(6), 575-583. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0345-2>
- WHO. 2020. *Constitution of the World Health Organization edisi ke-49*. Jenewa.
- Wijayanti, R. (2020). Hubungan kadar hemoglobin dengan VO₂max pada atlet sepatu roda. *Jurnal Ilmu Olahraga Indonesia*, 3(1), 45-56. <https://doi.org/10.1234/jioi.2020.31>
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2022). *Physiology of Sport and Exercise (8th ed.)*. Human Kinetics.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2012). *Physiology of sport and exercise (5th ed.)*. Human Kinetics.