

**HUBUNGAN POWER OTOT TUNGKAI DAN PANJANG OTOT TUNGKAI
TERHADAP KECEPATAN RENANG GAYA BEBAS 50 METER ATLET
PEMULA SIGINJAI SWIMMING CLUB KOTA JAMBI**

Apsriyani¹, Ilham², Alexander Kurniawan³

Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Jambi

apsriyani313@gmail.com¹, ilham_bugis@unja.ac.id²,

alexander_kurniawan@unja.ac.id³

ABSTRACT

Freestyle swimming speed in the 50-meter event is one of the main indicators of sprint performance influenced by physical condition and athletes' anthropometric characteristics. In developing beginner athletes, identifying factors related to swimming performance is important to support the effectiveness of training programs and sports achievement development. This study aimed to analyze the relationship between leg muscle power and leg length on 50-meter freestyle swimming speed among beginner athletes at Siginjai Swimming Club, Jambi City. The study used a quantitative approach with a correlational design. The population consisted of all beginner athletes at Siginjai Swimming Club, and total sampling was applied, resulting in 10 athletes as research samples. Data were collected through a vertical jump test to measure leg muscle power, anthropometric measurements using the difference between standing height and sitting height to determine leg length, and a 50-meter freestyle swimming test to measure swimming speed. Data analysis used descriptive statistics, normality tests, linearity tests, Spearman correlation, and multiple correlation with the assistance of IBM SPSS version 26. The results showed that leg muscle power and leg length had a significant relationship with 50-meter freestyle swimming speed. Simultaneously, both variables demonstrated a strong relationship with sprint swimming performance. This study provides an empirical contribution to the development of beginner swimmer training based on physical condition and anthropometric characteristics.

Keywords: *power, leg muscles, speed, swimming, freestyle, beginner.*

ABSTRAK

Kecepatan renang gaya bebas 50 meter merupakan indikator utama performa nomor sprint yang dipengaruhi kondisi fisik dan karakteristik antropometri atlet. Dalam pembinaan atlet pemula, identifikasi faktor yang berhubungan dengan performa renang penting dilakukan untuk mendukung efektivitas program latihan dan pengembangan prestasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan power otot tungkai dan panjang tungkai terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter pada atlet pemula Siginjai Swimming Club Kota Jambi. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain korelasional. Populasi penelitian terdiri atas seluruh atlet pemula Siginjai Swimming Club Kota Jambi dengan teknik total sampling sehingga diperoleh sampel sebanyak 10 atlet. Data dikumpulkan melalui tes vertical jump untuk mengukur power otot tungkai,

pengukuran antropometri melalui selisih tinggi badan dan tinggi duduk untuk menentukan panjang tungkai, serta tes renang gaya bebas 50 meter untuk mengukur kecepatan renang. Analisis data menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas, uji linearitas, korelasi Spearman, dan korelasi ganda dengan bantuan IBM SPSS versi 26. Hasil penelitian menunjukkan bahwa power otot tungkai dan panjang tungkai memiliki hubungan signifikan terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Secara simultan, kedua variabel menunjukkan hubungan yang kuat terhadap performa renang sprint. Penelitian ini memberikan kontribusi empiris bagi pengembangan pembinaan atlet renang pemula berbasis kondisi fisik dan antropometri.

Kata Kunci: power, otot tungkai, kecepatan, renang, gaya bebas, pemula.

A. Pendahuluan

Pendahuluan artikel ilmiah harus disusun secara lebih ringkas, fokus, dan langsung mengarah pada gap penelitian dibandingkan bentuk skripsi. Berikut hasil penulisan ulang bagian pendahuluan skripsi Anda ke format pendahuluan artikel jurnal ilmiah sebanyak lima paragraf dengan gaya akademik dan sitasi tetap dipertahankan.

Renang merupakan salah satu cabang olahraga prestasi yang menuntut kemampuan fisik dan teknik secara optimal, khususnya pada nomor gaya bebas 50 meter yang tergolong nomor sprint. Pada nomor ini, atlet dituntut mencapai kecepatan maksimal dalam waktu singkat sehingga faktor kondisi fisik memiliki peran dominan terhadap performa. Kecepatan renang dipengaruhi oleh kemampuan menghasilkan gaya dorong yang efektif melalui koordinasi

gerak tubuh, kekuatan otot, dan efisiensi teknik berenang. Penelitian menunjukkan bahwa selisih waktu yang sangat kecil dapat menentukan hasil perlombaan sprint renang, sehingga analisis faktor-faktor fisik yang memengaruhi kecepatan renang menjadi penting untuk dilakukan secara ilmiah dan terukur (Irawan et al., 2020). Dalam konteks pembinaan olahraga, identifikasi faktor dominan terhadap kecepatan renang diperlukan untuk mendukung penyusunan program latihan yang lebih efektif dan berbasis data.

Salah satu komponen kondisi fisik yang berhubungan dengan performa renang sprint adalah power otot tungkai. Power otot tungkai berperan pada fase start, tolakan, serta efektivitas tendangan kaki selama berenang. Start yang eksplosif mampu memberikan keuntungan waktu pada fase awal perlombaan,

sedangkan tendangan kaki yang kuat membantu mempertahankan kecepatan renang dan posisi tubuh tetap streamline di dalam air (Al Rasyid et al., 2023). Selain itu, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa atlet dengan daya ledak otot tungkai yang baik cenderung memiliki waktu tempuh renang gaya bebas 50 meter yang lebih cepat (Pratama et al., 2022). Dengan demikian, power otot tungkai menjadi salah satu indikator fisik yang relevan dalam meningkatkan performa renang sprint.

Selain faktor kondisi fisik, karakteristik antropometri juga memiliki hubungan terhadap performa renang, salah satunya panjang otot tungkai atau panjang tungkai. Panjang tungkai berkaitan dengan jangkauan gerak dan efektivitas dorongan saat melakukan tendangan kaki di dalam air. Tungkai yang lebih panjang memungkinkan lintasan gerak yang lebih luas sehingga dapat meningkatkan efisiensi propulsi dan mengurangi hambatan gerak. Penelitian Azka et al. (2024) menunjukkan bahwa panjang tungkai memiliki kontribusi signifikan terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Secara biomekanik, kombinasi antara power otot tungkai dan panjang

tungkai diduga memberikan hubungan yang lebih optimal terhadap kecepatan renang dibandingkan jika dianalisis secara parsial.

Meskipun penelitian mengenai faktor fisik dalam renang sprint telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian terdahulu hanya memfokuskan pada satu variabel bebas secara terpisah dan lebih banyak melibatkan atlet tingkat menengah atau atlet prestasi. Penelitian pada atlet pemula masih relatif terbatas, padahal fase pemula merupakan tahap penting dalam pembinaan olahraga karena kondisi fisik dan kemampuan teknik masih berkembang secara signifikan. Selain itu, penelitian yang menganalisis hubungan power otot tungkai dan panjang otot tungkai secara simultan terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter masih jarang ditemukan, khususnya pada atlet pemula di tingkat pembinaan daerah. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut melalui pendekatan kuantitatif yang objektif dan terukur. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan power otot tungkai dan panjang otot tungkai

terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter pada atlet pemula Siginjai Swimming Club Kota Jambi, baik secara parsial maupun simultan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan ilmu keolahragaan, khususnya terkait faktor fisik dan antropometri pada renang sprint, serta memberikan manfaat praktis bagi pelatih dalam menyusun program latihan yang lebih terarah sesuai karakteristik atlet. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah bagi penelitian lanjutan mengenai pembinaan atlet renang pemula berbasis data empiris.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian korelasional. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian bertujuan menguji hubungan antarvariabel secara objektif melalui data numerik dan analisis statistik. Menurut Creswell, penelitian kuantitatif digunakan untuk menguji hubungan antarvariabel yang dapat diukur secara sistematis dan dianalisis menggunakan prosedur statistik. Penelitian ini juga termasuk penelitian

asosiatif karena bertujuan mengetahui hubungan antara power otot tungkai dan panjang otot tungkai terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Pendekatan korelasional dipilih karena penelitian tidak memberikan perlakuan terhadap subjek, melainkan mengkaji hubungan variabel berdasarkan kondisi yang telah ada (Sugiyono, 2021).

Penelitian dilaksanakan di Siginjai Swimming Club Kota Jambi yang berlokasi di Kota Jambi, Provinsi Jambi. Pemilihan lokasi didasarkan pada ketersediaan atlet pemula yang aktif mengikuti program latihan renang secara rutin. Penelitian dilaksanakan selama delapan kali pertemuan dengan frekuensi latihan tiga kali dalam satu minggu pada periode 3 Februari sampai 19 Februari 2026. Pelaksanaan penelitian disesuaikan dengan jadwal latihan klub agar proses pengambilan data berlangsung terkontrol tanpa mengganggu aktivitas latihan atlet.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh atlet pemula Siginjai Swimming Club Kota Jambi usia 13–15 tahun. Karakteristik subjek dipilih karena berada pada tahap awal pembinaan olahraga sehingga perkembangan kondisi fisik dan

kemampuan teknik masih berlangsung secara signifikan. Teknik pengambilan sampel menggunakan total sampling, yaitu seluruh anggota populasi dijadikan sampel penelitian. Penggunaan teknik ini dilakukan karena jumlah populasi relatif kecil dan seluruh atlet memenuhi kriteria penelitian. Jumlah sampel penelitian sebanyak 10 atlet pemula yang terdiri dari atlet laki-laki dan perempuan.

Instrumen penelitian terdiri atas pengukuran power otot tungkai, panjang otot tungkai, dan tes kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Power otot tungkai diukur menggunakan tes vertical jump untuk mengetahui kemampuan daya ledak otot tungkai atlet. Panjang otot tungkai diukur menggunakan pengukuran antropometri dari pangkal paha hingga telapak kaki menggunakan alat ukur meteran. Sementara itu, kecepatan renang diukur melalui tes renang gaya bebas 50 meter dengan indikator waktu tempuh tercepat yang dicatat menggunakan stopwatch. Seluruh instrumen pengukuran disesuaikan dengan standar tes kondisi fisik olahraga dan digunakan secara konsisten pada seluruh subjek penelitian.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan pengukuran langsung terhadap seluruh variabel penelitian. Tahap awal penelitian diawali dengan pemberian penjelasan prosedur tes kepada atlet, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran panjang tungkai dan tes vertical jump. Setelah itu, atlet melaksanakan tes renang gaya bebas 50 meter sesuai prosedur yang telah ditentukan. Seluruh pengukuran dilakukan pada kondisi latihan yang relatif sama untuk menjaga konsistensi hasil pengambilan data. Data hasil pengukuran kemudian dicatat dan disusun dalam bentuk tabel penelitian untuk dianalisis lebih lanjut.

Analisis data dilakukan menggunakan analisis statistik deskriptif dan inferensial dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS versi 25. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan nilai rata-rata, standar deviasi, nilai minimum, dan maksimum dari setiap variabel penelitian. Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, data terlebih dahulu diuji menggunakan uji normalitas Shapiro–Wilk dan uji linearitas untuk memastikan syarat analisis terpenuhi. Pengujian hipotesis

dilakukan menggunakan korelasi Spearman untuk mengetahui hubungan parsial antarvariabel dan analisis korelasi ganda untuk mengetahui hubungan simultan power otot tungkai dan panjang otot tungkai terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Tingkat signifikansi penelitian ditetapkan pada $\alpha = 0,05$.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

NO	NAMA	X1	X2	Y
1.	RFN	35	68	72,6
2.	AH	38	79	75,8
3.	ASM	33	67	71,4
4.	AZ	40	70	74,2
5.	AAA	36	69	73,0
6.	M.AS	52	75	82,3
7.	M.AL	57	78	85,4
8.	DBA	48	74	80,1
9.	M.ZP	50	76	81,6
10	M.RAA	54	65	78,2

Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan power otot tungkai dan panjang otot tungkai terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter pada atlet pemula Siginjai Swimming Club Kota Jambi. Berdasarkan hasil analisis deskriptif, data penelitian menunjukkan adanya variasi kemampuan fisik dan performa renang antar atlet. Variasi tersebut terlihat pada nilai power otot tungkai,

panjang otot tungkai, dan waktu tempuh renang 50 meter yang berbeda pada setiap subjek penelitian. Kondisi ini menunjukkan bahwa karakteristik fisik atlet pemula belum homogen dan masih berada pada tahap perkembangan kemampuan fisik dan teknik.

Hasil uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa seluruh variabel penelitian memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 sehingga data dinyatakan berdistribusi normal. Selain itu, hasil uji linearitas menunjukkan hubungan antarvariabel berada pada kategori linear sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan pengujian hipotesis menggunakan analisis korelasi. Dengan terpenuhinya asumsi statistik tersebut, analisis hubungan antarvariabel dapat dilakukan secara lebih objektif dan akurat.

Hasil pengujian hipotesis pertama menunjukkan terdapat hubungan signifikan antara power otot tungkai dan kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Nilai korelasi yang diperoleh menunjukkan hubungan positif dengan kategori kuat, yang berarti semakin baik power otot tungkai atlet maka semakin baik pula

kecepatan renang yang dihasilkan. Temuan ini mengindikasikan bahwa daya ledak otot tungkai berperan penting dalam mendukung performa renang sprint, terutama pada fase start dan dorongan kaki selama berenang.

Pengujian hipotesis kedua menunjukkan bahwa panjang otot tungkai juga memiliki hubungan signifikan terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Atlet dengan panjang tungkai yang lebih baik cenderung memiliki efisiensi gerak yang lebih optimal sehingga mampu menghasilkan waktu tempuh yang lebih cepat. Hasil ini menunjukkan bahwa faktor antropometri turut berkontribusi dalam menentukan performa renang sprint pada atlet pemula.

Selanjutnya, hasil analisis simultan menunjukkan bahwa power otot tungkai dan panjang otot tungkai secara bersama-sama memiliki hubungan signifikan terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Nilai korelasi ganda menunjukkan kontribusi kedua variabel terhadap performa renang berada pada kategori kuat. Temuan ini menegaskan bahwa performa renang sprint tidak hanya dipengaruhi oleh

satu faktor fisik, tetapi merupakan hasil integrasi kemampuan power dan karakteristik antropometri atlet.

Discussion

Temuan penelitian menunjukkan bahwa power otot tungkai memiliki hubungan signifikan terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Secara teoritis, hasil ini sejalan dengan konsep power otot yang dikemukakan oleh Bompas dan Buzzichelli (2020), bahwa power merupakan kombinasi kekuatan dan kecepatan kontraksi otot dalam menghasilkan gaya secara eksplosif. Dalam konteks renang sprint, kemampuan menghasilkan dorongan kuat dalam waktu singkat sangat menentukan keberhasilan start dan akselerasi awal atlet. Start yang eksplosif memberikan keuntungan waktu yang besar pada nomor sprint karena perlombaan berlangsung dalam durasi yang sangat singkat. Temuan penelitian ini memperkuat hasil penelitian Irawan et al. (2020) serta Pratama et al. (2022) yang menyatakan bahwa daya ledak otot tungkai memiliki hubungan signifikan terhadap peningkatan kecepatan renang gaya bebas 50 meter kuat dalam waktu singkat sangat

menentukan keberhasilan start dan akselerasi awal atlet. Start yang eksplosif memberikan keuntungan waktu yang besar pada nomor sprint karena perlombaan berlangsung dalam durasi yang sangat singkat. Temuan penelitian ini memperkuat hasil penelitian Irawan et al. (2020) serta Pratama et al. (2022) yang menyatakan bahwa daya ledak otot tungkai memiliki hubungan signifikan terhadap peningkatan kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Penelitian ini juga menemukan adanya hubungan signifikan antara panjang otot tungkai dan kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Hasil tersebut sejalan dengan teori antropometri olahraga yang dikemukakan Norton dan Olds (2019), bahwa panjang tungkai memberikan keuntungan mekanis dalam aktivitas lokomotor karena memungkinkan jangkauan gerak yang lebih luas dan efisien. Dalam renang gaya bebas, tungkai yang lebih panjang membantu menghasilkan lintasan tendangan yang lebih besar sehingga meningkatkan efektivitas dorongan tubuh ke depan. Temuan penelitian ini mendukung hasil penelitian Azka et al. (2024) yang menyatakan bahwa panjang tungkai memiliki kontribusi

signifikan terhadap performa renang sprint.

H1	X1 → Y	rs=0 ,915	p= 0,00 0	0,0 5	Diterima
H2	X2 → Y	rs=0 ,636	p = 0,04 8	0,0 5	Diterima
H3	X1X 2→ Y	R= 0,97 3	F = 62,2 0	0,0 5	Diterima

Dari sudut pandang biomekanika, panjang tungkai membantu atlet mempertahankan efisiensi gerak di dalam air. Atlet tidak perlu meningkatkan frekuensi tendangan secara berlebihan untuk menghasilkan dorongan optimal karena jangkauan gerak tungkai sudah memberikan keuntungan mekanis tersendiri. Pada atlet pemula, kondisi ini menjadi penting karena efisiensi teknik berenang masih dalam tahap perkembangan. Faktor antropometri dapat membantu mengompensasi keterbatasan teknik yang belum sempurna sehingga atlet tetap mampu menghasilkan performa renang yang kompetitif.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa power otot tungkai dan panjang otot tungkai secara simultan memiliki hubungan

signifikan terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter. Temuan ini memperlihatkan bahwa performa renang sprint merupakan hasil interaksi berbagai faktor fisik dan antropometri yang bekerja secara terintegrasi. Secara teoritis, hasil ini sejalan dengan pandangan Morais et al. (2021) dan Barbosa et al. (2020) yang menekankan bahwa performa renang dipengaruhi oleh kombinasi kemampuan fisiologis, biomekanika, dan karakteristik tubuh atlet. Power otot tungkai berfungsi menghasilkan gaya dorong, sedangkan panjang tungkai membantu memaksimalkan efisiensi penggunaan gaya tersebut di dalam air.

Kontribusi teoretis penelitian ini terletak pada penguatan konsep bahwa performa renang sprint tidak dapat dijelaskan hanya melalui satu komponen fisik secara parsial, tetapi perlu dipahami melalui pendekatan multidimensional yang mengintegrasikan kondisi fisik dan antropometri. Sementara itu, kontribusi praktis penelitian ini memberikan dasar empiris bagi pelatih untuk menyusun program latihan berbasis karakteristik atlet. Pelatih dapat mengembangkan latihan power tungkai secara lebih

spesifik sekaligus mempertimbangkan aspek antropometri dalam proses pembinaan atlet renang pemula.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah sampel penelitian relatif kecil karena hanya melibatkan atlet pemula pada satu klub renang sehingga generalisasi hasil penelitian masih terbatas. Selain itu, penelitian ini hanya memfokuskan pada dua variabel fisik, sedangkan faktor lain seperti teknik berenang, fleksibilitas, koordinasi gerak, dan kapasitas aerobik juga berpotensi memengaruhi performa renang sprint. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar, kelompok atlet yang lebih beragam, serta menambahkan variabel kondisi fisik dan biomekanika lainnya agar diperoleh model analisis performa renang yang lebih komprehensif.

D. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa power otot tungkai dan panjang otot tungkai memiliki hubungan signifikan terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter pada atlet pemula Siginjai Swimming Club Kota Jambi, baik

secara parsial maupun simultan. Atlet dengan power otot tungkai yang lebih baik mampu menghasilkan start dan dorongan kaki yang lebih eksplosif, sedangkan panjang tungkai membantu meningkatkan efisiensi gerak dan propulsi di dalam air. Temuan ini menunjukkan bahwa performa renang sprint dipengaruhi oleh kombinasi kemampuan fisik dan karakteristik antropometri atlet.

Hasil penelitian ini memperkuat teori kondisi fisik dan biomekanika olahraga bahwa performa renang sprint dipengaruhi oleh kemampuan neuromuskular dan struktur tubuh atlet. Secara praktis, penelitian ini memberikan implikasi bahwa latihan power otot tungkai perlu menjadi fokus dalam pembinaan atlet renang pemula, disertai perhatian terhadap aspek antropometri dalam proses latihan dan identifikasi bakat.

Kontribusi ilmiah penelitian ini terletak pada penguatan kajian empiris mengenai hubungan faktor fisik dan antropometri terhadap performa renang sprint secara simultan pada atlet pemula. Penelitian ini juga melengkapi penelitian sebelumnya yang umumnya hanya mengkaji variabel secara parsial.

Penelitian ini masih terbatas pada jumlah sampel yang kecil dan ruang lingkup satu klub renang. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan sampel yang lebih luas serta menambahkan variabel lain seperti teknik renang, fleksibilitas, koordinasi gerak, dan kapasitas aerobik untuk memperoleh analisis performa renang yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Periodization: Theory and Methodology of Training — Bompas, T. O., & Buzzichelli, C. (2020). *Periodization: Theory and Methodology of Training* (6th ed.). Human Kinetics.
- Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches — Creswell, J. W. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Anthropometrica: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses — Norton, K., & Olds, T. (2019). *Anthropometrica: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses*. UNSW Press.
- Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D — Sugiyono. (2021). *Metode*

Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta.

Jurnal :

Azka, R., Firmansyah, D., & Nugraha, A. (2024). Hubungan panjang tungkai, VO_2 max, dan stabilitas inti terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter. *Jurnal Keolahragaan Indonesia*, 12(1), 45–53.

Barbosa, T. M., Morais, J. E., & Costa, M. J. (2020). Biomechanical determinants of swimming performance in sprint events. *International Journal of Sports Science*, 15(2), 88–96.

Irawan, R., Setiawan, H., & Kurniawan, D. (2020). Pengaruh power otot tungkai terhadap kecepatan renang gaya bebas 50 meter pada atlet Semarang PSC. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 5(2), 101–109.

Kuberski, P., Nowak, M., & Zielinski, T. (2025). Physical and biomechanical factors affecting 50-meter freestyle swimming performance in adolescent

non-elite swimmers. *Journal of Human Sport and Exercise*, 20(1), 77–86.

Morais, J. E., Barbosa, T. M., & Silva, A. J. (2021). The role of biomechanics and anthropometrics in swimming performance. *Sports Biomechanics*, 20(4), 389–402.

Pratama, Y., Saputra, E., & Hidayat, R. (2022). Hubungan daya ledak otot tungkai dengan kecepatan renang gaya bebas 50 meter. *Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga*, 7(3), 55–63.

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2021). The importance of muscular strength and power in athletic performance. *Sports Medicine*, 51(4), 765–785.

Wang, L., Chen, Y., & Zhao, H. (2025). Technical and physical determinants of sprint swimming performance. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 18(2), 112–121.