

Analisis Kapasitas Anaerobik dan Indikator Performa Sprint Pemain Futsal Putri Menggunakan *Running-Based Anaerobic Sprint Test*

^{1*}Febi Kurniawan, ²Resty Gustiawati, ³Rolly Afrinaldi, ⁴Sayyid Agil Rifqi Munawar, ⁵Rizkhi Juni Setyawan, ⁶Bangkit Seandi Taroreh

^{1*}, ², ³, ⁴, ⁵, ⁶ Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Singaperbangsa Karawang. Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, Indonesia.

*Correspondence e-mail: febi.kurniawan@fkip.unsika.ac.id

Received: 23 March 2026; Revised: 2 June 2026; Online First: 22 July 2026; Published: 31 August 2026

Abstrak

Data mengenai kapasitas anaerobik dan pola penurunan performa sprint pada pemain futsal putri, khususnya dalam konteks Indonesia, masih terbatas sehingga diperlukan pemetaan berbasis tes lapangan yang relevan dan terstandar. Penelitian ini bertujuan menganalisis profil kapasitas anaerobik dan indikator performa sprint pemain futsal putri Kabupaten Bogor menggunakan *Running-Based Anaerobic Sprint Test* (RAST). Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan teknik *total sampling* terhadap 20 pemain berusia 18–23 tahun. RAST terdiri atas enam sprint maksimal sejauh 35 m dengan interval istirahat 10 detik. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Hasil menunjukkan rata-rata *peak power* 465,35 W (SD = 65,82), *mean power* 385,20 W (SD = 58,15), dan *fatigue index* 39,45% (SD = 6,51), dengan rentang 28,7–48,3%. Rata-rata waktu sprint meningkat dari 5,65 detik pada sprint pertama menjadi 6,65 detik pada sprint keenam, atau berubah 17,7%. Temuan menunjukkan variasi deskriptif kapasitas anaerobik dan pola penurunan performa sprint. RAST dapat digunakan untuk *physical profiling* dan monitoring, tetapi tidak untuk menjelaskan mekanisme fisiologis atau memprediksi performa pertandingan secara langsung.

Kata Kunci: kapasitas anaerobik; performa sprint; futsal putri; *repeated-sprint ability*; RAST

Analysis of Anaerobic Capacity and Sprint Performance Indicators in Female Futsal Players Using the Running-Based Anaerobic Sprint Test

Abstract

Evidence on anaerobic capacity and sprint-performance decline in female futsal players, particularly in Indonesia, remains limited, creating a need for relevant and standardized field-based profiling. This study aimed to analyze anaerobic capacity profiles and sprint performance indicators in female futsal players from Bogor Regency using the *Running-Based Anaerobic Sprint Test* (RAST). A descriptive quantitative design with *total sampling* was applied to 20 players aged 18–23 years. The RAST consisted of six maximal 35-m sprints separated by 10-second recovery intervals. Data were analyzed using descriptive statistics. Mean peak power was 465.35 W (SD = 65.82), mean power was 385.20 W (SD = 58.15), and fatigue index was 39.45% (SD = 6.51), ranging from 28.7% to 48.3%. Mean sprint time increased from 5.65 s in the first sprint to 6.65 s in the sixth, representing a 17.7% change. The findings indicate descriptive inter-individual variation in anaerobic capacity and declining sprint performance. RAST can support physical profiling and monitoring, but cannot directly explain physiological mechanisms or predict match performance.

Keywords: anaerobic capacity; sprint performance; female futsal; *repeated-sprint ability*; RAST

How to Cite: Kurniawan, F., Gustiawati, R., Afrinaldi, R., Munawar, S. A. R., Setyawan, R. J., & Taroreh, B. S. (2026). Analisis Kapasitas Anaerobik dan Indikator Performa Sprint Pemain Futsal Putri Menggunakan *Running-Based Anaerobic Sprint Test*. *Discourse of Physical Education*, 5(2), 263-277. <https://doi.org/10.36312/dpe.v5i2.6679>



<https://doi.org/10.36312/dpe.v5i2.6679>

Copyright© 2026, Kurniawan et al

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Futsal merupakan olahraga beregu intermiten berintensitas tinggi yang ditandai oleh pergantian cepat antara aktivitas berintensitas rendah dan aksi eksplosif, seperti sprint, akselerasi, deselerasi, serta perubahan arah. Karakteristik tersebut menuntut pemain untuk berulang kali menghasilkan daya tinggi dengan periode pemulihan yang relatif singkat. Tuntutan fisik dan fisiologis futsal mencakup aktivitas berintensitas tinggi, akselerasi, deselerasi, perubahan arah, serta kontribusi sistem energi aerobik dan anaerobik yang saling melengkapi (Naser et al., 2017; Spyrou et al., 2020). Pada futsal putri, beban internal dan eksternal selama pertandingan juga menunjukkan bahwa pemain terpapar aktivitas fisik dengan intensitas tinggi dan tuntutan yang dapat berubah sepanjang pertandingan (Beato et al., 2017). Analisis pertandingan pada futsal elite selanjutnya menunjukkan tingginya frekuensi akselerasi, deselerasi, gerakan eksplosif, dan perubahan arah, sehingga kapasitas menghasilkan serta mempertahankan performa berintensitas tinggi menjadi bagian penting dalam *physical profiling* pemain (Spyrou et al., 2022). Kemampuan sprint berulang atau *repeated-sprint ability* (RSA) karena itu relevan dalam evaluasi kondisi fisik pemain futsal (Sánchez-Sánchez et al., 2018; García-Unanue et al., 2020).

Kemampuan melakukan aksi eksplosif secara berulang menyebabkan evaluasi kapasitas anaerobik dan pola penurunan performa sprint menjadi relevan dalam futsal. Namun, *repeated-sprint performance* merupakan konstruk yang kompleks karena respons performa dipengaruhi oleh jarak sprint, jumlah repetisi, durasi dan jenis pemulihan, perubahan arah, serta karakteristik peserta. Kajian mengenai respons fisiologis terhadap tes sprint berulang menunjukkan bahwa protokol yang berbeda dapat menghasilkan tuntutan fisiologis dan neuromuskular yang berbeda (Charron et al., 2020; Thurlow et al., 2023). Kyles et al. (2023), melalui *systematic review* terhadap 108 penelitian, mengidentifikasi 47 protokol RSA yang berbeda, dengan jarak sprint 20–40 m, jumlah repetisi 3–15, dan interval pemulihan 10–60 detik. Variabilitas tersebut menunjukkan pentingnya penggunaan protokol yang terdefinisi secara jelas serta kehati-hatian ketika membandingkan hasil antarpenelitian. Dengan demikian, evaluasi sprint berulang membutuhkan prosedur yang konsisten agar profil performa dapat diinterpretasikan secara tepat.

Kebutuhan *physical profiling* menjadi semakin penting pada futsal putri karena bukti mengenai karakteristik fisik populasi ini masih berkembang. Kajian antropometri menunjukkan adanya variasi karakteristik tubuh pemain futsal putri menurut populasi dan tingkat permainan (Gómez-Campos et al., 2023), sementara data longitudinal pada pemain Brasil juga memperlihatkan perubahan karakteristik antropometri dan somatotipe dalam perkembangan futsal putri selama dua dekade (Weber et al., 2024). Studi terbaru pada pemain futsal putri terlatih menunjukkan bahwa evaluasi profil fisik perlu mencakup komposisi tubuh, daya tungkai, sprint linear, perubahan arah, dan RSA, serta mempertimbangkan konteks posisi bermain (Albalad-Aiguabella et al., 2025). Kajian sistematis terbaru juga menegaskan bahwa kecepatan, daya, kemampuan perubahan arah, dan karakteristik neuromuskular merupakan komponen penting dalam profil pemain futsal putri, tetapi bukti yang tersedia masih heterogen (Barreira et al., 2025; Marques et al., 2026). Kondisi tersebut menunjukkan perlunya tambahan data berbasis tes lapangan yang spesifik pada pemain futsal putri.

Bukti empiris pada pemain futsal putri mendukung relevansi evaluasi sprint dan kemampuan mempertahankan aktivitas berintensitas tinggi. Beato et al. (2017) menunjukkan bahwa pertandingan futsal putri menghasilkan beban internal dan eksternal yang tinggi, sedangkan penelitian longitudinal pada pemain profesional menunjukkan bahwa beban pertandingan perlu dipantau secara berkelanjutan karena berubah sesuai fase dan konteks kompetisi (Oliva-Lozano et al., 2023). Vieira et al. (2021) menemukan bahwa sejumlah keluaran *repeated-sprint test*, termasuk waktu sprint dan *fatigue index*, berkaitan dengan indikator *high-intensity running* dalam permainan futsal putri. Selain itu, karakteristik mekanis sprint diketahui berkaitan dengan kemampuan perubahan arah pada pemain futsal putri (Baena-Raya et al., 2021). Bukti intervensi juga menunjukkan bahwa komponen sprint, RSA, dan performa neuromuskular dapat merespons program latihan tertentu pada populasi ini (Lago-Fuentes et al., 2018; Albalad-Aiguabella et al., 2026). Meskipun demikian, hasil tes fisik tetap lebih tepat diposisikan sebagai indikator *physical profiling* dan tidak secara otomatis menjadi prediktor performa pertandingan.

Salah satu instrumen lapangan yang dapat digunakan untuk mengestimasi karakteristik performa anaerobik berbasis lari adalah *Running-Based Anaerobic Sprint Test* (RAST). RAST menghasilkan informasi mengenai daya pada sprint berulang, termasuk *peak power*, *mean power*, *minimum power*, dan indeks penurunan performa. Hazir et al. (2018) menunjukkan adanya hubungan antara sejumlah parameter daya yang diperoleh melalui RAST dan *Wingate Anaerobic Test* pada pemain sepak bola muda, meskipun kedua metode tidak sepenuhnya dapat dipertukarkan. Selanjutnya, *systematic review and meta-analysis* Nara et al. (2022) mendukung validitas RAST sebagai alternatif tes lapangan untuk mengestimasi performa anaerobik dibandingkan dengan Wingate. Pemilihan tes berbasis lari juga relevan karena respons performa dan tuntutan energi antara tes sprint berbasis lari dan sepeda tidak selalu sama (Tortu & Deliceoglu, 2024). Oleh karena itu, RAST dapat digunakan sebagai *field-based profiling*, tetapi interpretasinya perlu mempertimbangkan karakteristik protokol dan populasi yang diuji.

Meskipun penelitian mengenai performa fisik futsal semakin berkembang, data mengenai *field-based anaerobic profiling* pada pemain futsal putri masih relatif terbatas. Kajian futsal secara umum masih banyak didasarkan pada pemain putra (Spyrou et al., 2020), sedangkan kajian khusus perempuan menunjukkan heterogenitas desain, karakteristik sampel, dan prosedur pengukuran (Barreira et al., 2025; Marques et al., 2026). Studi pada pemain futsal putri juga menunjukkan adanya variasi profil fisik antarindividu dan perlunya mempertimbangkan karakteristik antropometri, posisi bermain, serta tuntutan latihan dan pertandingan (Albalad-Aiguabella et al., 2025; Spyrou et al., 2026). Di sisi lain, penelitian yang menggunakan *repeated-sprint test* pada pemain putri umumnya menerapkan protokol yang berbeda dari RAST, sehingga hasilnya tidak selalu dapat dibandingkan secara langsung (Vieira et al., 2021; Kyles et al., 2023). Kesenjangan tersebut menunjukkan perlunya data deskriptif menggunakan protokol RAST yang jelas pada populasi pemain futsal putri dalam konteks Indonesia.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kebaruan penelitian ini tidak diposisikan sebagai pengembangan model baru, melainkan sebagai penyediaan profil deskriptif terintegrasi mengenai kapasitas anaerobik dan pola performa sprint pemain futsal putri Kabupaten Bogor melalui protokol RAST. Profil tersebut mencakup *peak power*, *mean power*, *fatigue index*, serta perubahan waktu tempuh sepanjang enam sprint. Pendekatan ini memungkinkan karakteristik keluaran daya dan pola penurunan

performa sprint dianalisis secara bersamaan pada satu kelompok pemain. Kontribusi penelitian secara teoretis adalah menambah bukti empiris mengenai *physical profiling* futsal putri menggunakan tes anaerobik berbasis lari, sedangkan secara praktis hasilnya dapat memberikan data awal bagi pelatih untuk melakukan monitoring dan merencanakan evaluasi fisik secara lebih individual. Namun, karena penelitian bersifat deskriptif, hasilnya tidak digunakan untuk menjelaskan mekanisme fisiologis, menguji hubungan sebab-akibat, ataupun memprediksi performa pertandingan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil kapasitas anaerobik dan indikator performa sprint pemain futsal putri di Kabupaten Bogor menggunakan Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST). Secara khusus, penelitian diarahkan untuk menjawab dua pertanyaan: (1) bagaimana profil kapasitas anaerobik pemain futsal putri berdasarkan *peak power*, *mean power*, dan *fatigue index*; dan (2) bagaimana pola indikator performa sprint pemain futsal putri berdasarkan perubahan waktu tempuh selama enam repetisi RAST. Hasil penelitian diharapkan menyediakan informasi empiris yang dapat digunakan sebagai dasar *physical profiling* dan monitoring pemain serta menjadi pijakan bagi penelitian selanjutnya yang mengintegrasikan RAST dengan posisi bermain, level kompetisi, $VO_2\text{max}$, *heart-rate recovery*, laktat darah, dan data performa pertandingan.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif untuk menggambarkan profil kapasitas anaerobik dan indikator performa sprint pemain futsal putri berdasarkan *Running-Based Anaerobic Sprint Test* (RAST). Desain deskriptif dipilih karena penelitian tidak memberikan intervensi, memanipulasi variabel, ataupun menguji hubungan sebab-akibat, tetapi memetakan karakteristik performa fisik berdasarkan daya puncak (*peak power*), daya rata-rata (*mean power*), indeks kelelahan (*fatigue index*), dan perubahan waktu pada enam sprint berulang. Pendekatan ini sesuai dengan tujuan penelitian yang berfokus pada *physical profiling* pemain futsal putri.

Pemilihan pengukuran berbasis sprint memiliki relevansi dengan karakteristik futsal sebagai olahraga intermiten berintensitas tinggi yang melibatkan sprint, akselerasi, deselerasi, perubahan arah, dan pemulihan singkat secara berulang (Naser et al., 2017; Spyrou et al., 2020, 2022). Tuntutan tersebut juga ditemukan pada futsal putri, di mana pengukuran beban pertandingan dan kebugaran menunjukkan pentingnya kemampuan menjalankan aktivitas berintensitas tinggi (Beato et al., 2017; Vieira et al., 2021). Kajian khusus futsal putri semakin menegaskan pentingnya kecepatan, kemampuan neuromuskular, dan RSA sebagai bagian dari profil performa pemain (Barreira et al., 2025; Marques et al., 2026). Oleh karena itu, pengukuran sprint berulang dipilih untuk memperoleh gambaran lapangan mengenai kemampuan menghasilkan daya dan mempertahankan performa selama rangkaian aktivitas maksimal.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian terdiri atas 20 pemain futsal putri di Kabupaten Bogor. Kriteria inklusi meliputi pemain berusia 18–23 tahun, aktif terdaftar dan mengikuti latihan tim, tidak sedang mengalami cedera pada saat pengujian, serta bersedia mengikuti seluruh prosedur penelitian. Pemain yang tidak memenuhi kriteria

tersebut atau memiliki kondisi kesehatan yang berpotensi memengaruhi kemampuan melakukan sprint maksimal tidak diikutsertakan dalam pengukuran. Karena seluruh anggota populasi terjangkau memenuhi kriteria penelitian, pengambilan sampel menggunakan teknik sampling jenuh (*total sampling*), sehingga seluruh 20 pemain menjadi peserta penelitian. Dengan demikian, hasil penelitian merepresentasikan kelompok pemain yang diteliti di Kabupaten Bogor, tetapi tidak secara otomatis digeneralisasikan kepada seluruh populasi pemain futsal putri Indonesia maupun tingkat kompetisi yang berbeda. Pendekatan yang berhati-hati terhadap generalisasi penting mengingat profil fisik pemain futsal putri dapat dipengaruhi tingkat kompetisi, karakteristik antropometri, pengalaman latihan, dan posisi bermain (Barreira et al., 2025).

Generalisasi hasil dilakukan secara terbatas karena karakteristik fisik pemain futsal putri dapat dipengaruhi oleh usia, tingkat kompetisi, komposisi tubuh, pengalaman latihan, dan posisi bermain. Kajian antropometri memperlihatkan heterogenitas karakteristik pemain futsal putri pada berbagai populasi (Gómez-Campos et al., 2023; Weber et al., 2024), sedangkan penelitian terbaru menunjukkan bahwa profil fisik pemain perlu dinilai melalui kombinasi variabel antropometri, sprint, perubahan arah, daya, dan RSA (Albalad-Aiguabella et al., 2025). Oleh karena itu, temuan pada 20 pemain Kabupaten Bogor diperlakukan sebagai profil kelompok yang diteliti dan tidak sebagai nilai normatif seluruh pemain futsal putri.

Instrumen Penelitian

Instrumen utama penelitian adalah Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST). RAST merupakan tes lapangan berbasis lari yang digunakan untuk memperoleh estimasi daya anaerobik melalui pelaksanaan enam sprint maksimal sejauh 35 m yang dipisahkan oleh interval istirahat 10 detik. Protokol tersebut menghasilkan informasi mengenai daya pada setiap sprint, daya puncak, daya rata-rata, serta besarnya penurunan daya selama sprint berulang. Protokol enam kali 35 m dengan istirahat 10 detik juga digunakan secara luas pada penelitian olahraga berbasis lari kontemporer (Tortu & Deliceoglu, 2024).

Pemilihan RAST didukung oleh bukti validitas pada olahraga berbasis lari. Hazir et al. (2018) menemukan hubungan antara parameter daya yang diperoleh melalui RAST dan *Wingate Anaerobic Test* pada pemain sepak bola muda, meskipun beberapa parameter dari kedua metode tidak sepenuhnya identik. Selanjutnya, *systematic review and meta-analysis* Nara et al. (2022), yang mencakup 12 penelitian dengan 368 peserta, menyimpulkan bahwa RAST merupakan alternatif lapangan yang valid untuk mengestimasi keluaran daya anaerobik dibandingkan dengan tes Wingate. Temuan tersebut mendukung penggunaan RAST sebagai alat *field-based profiling*, tetapi hasilnya tetap perlu dipahami sebagai estimasi performa anaerobik berbasis lari dan bukan ukuran laboratorium yang sepenuhnya dapat dipertukarkan dengan Wingate.

Waktu tempuh setiap sprint dicatat menggunakan perangkat pencatat waktu elektronik yang dikalibrasi sebelum pengambilan data. Standardisasi pencatatan waktu penting karena estimasi daya dalam RAST sangat sensitif terhadap perubahan waktu tempuh. Penelitian metodologis menunjukkan bahwa teknologi pengukuran sprint dapat menghasilkan estimasi yang valid dan reliabel apabila prosedur pengambilan data dan konfigurasi perangkat distandardisasi (Cormier et al., 2023). Kajian tentang pengukuran kecepatan sprint juga menekankan bahwa metode

pencatatan, posisi awal, dan konfigurasi perangkat perlu dikontrol untuk meminimalkan *measurement error* (Thron et al., 2024). Oleh sebab itu, penggunaan prosedur pencatatan waktu yang konsisten menjadi bagian penting dalam memperoleh data RAST yang dapat dibandingkan antar repetisi.

Daya setiap sprint dihitung berdasarkan massa tubuh peserta, jarak sprint, dan waktu tempuh menggunakan persamaan:

$$P = \frac{m \times d^2}{t^3}$$

Keterangan:

P = daya pada setiap sprint (W);

m = massa tubuh (kg);

d = jarak sprint (35 m); dan

t = waktu tempuh sprint (s).

Rumus tersebut konsisten dengan penerapan RAST dalam penelitian *running-based repeated sprint* kontemporer (Tortu & Deliceoglu, 2024). Daya puncak (*peak power*) ditentukan sebagai nilai daya tertinggi dari enam sprint, daya minimum (*minimum power*) sebagai nilai terendah, sedangkan daya rata-rata (*mean power*) dihitung sebagai rata-rata daya seluruh enam sprint.

Indeks kelelahan dalam penelitian ini dinyatakan dalam persentase dan dihitung sebagai penurunan relatif antara daya tertinggi dan daya terendah:

$$FI(\%) = \frac{P_{peak} - P_{min}}{P_{peak}} \times 100$$

Keterangan:

FI = *fatigue index* (%);

P_{peak} = daya tertinggi selama enam sprint (W); dan

P_{min} = daya terendah selama enam sprint (W).

Formula persentase tersebut dipilih karena sesuai dengan bentuk data penelitian yang dilaporkan sebagai persentase penurunan daya dan juga digunakan dalam penelitian *running repeated-sprint* terbaru (Tortu & Deliceoglu, 2024). Definisi operasional ini perlu dinyatakan secara eksplisit karena literatur RAST juga menggunakan bentuk lain dari *fatigue index*, misalnya selisih daya tertinggi dan terendah dibagi total waktu sprint dengan satuan $W \cdot s^{-1}$. Oleh karena itu, nilai *fatigue index* dari penelitian ini hanya dibandingkan secara langsung dengan penelitian yang menggunakan formula dan satuan yang sama.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di lapangan PPOPM Kabupaten Bogor. Sebelum pengukuran, peneliti melakukan persiapan alat dan memberikan penjelasan mengenai urutan pelaksanaan RAST kepada seluruh peserta. Jadwal pengujian disesuaikan dengan rutinitas latihan tim untuk mengurangi gangguan terhadap program latihan dan memastikan seluruh peserta berada dalam kondisi dapat mengikuti tes maksimal. Seluruh peserta yang menjalani pengujian tercatat aktif berlatih dan tidak sedang mengalami cedera.

Pada pelaksanaan RAST, setiap peserta melakukan enam sprint maksimal sejauh 35 m. Setiap sprint diikuti istirahat 10 detik sebelum peserta melakukan sprint berikutnya. Peserta diinstruksikan untuk memberikan usaha maksimal pada setiap

repetisi. Interval yang singkat dimaksudkan untuk menghasilkan pola *repeated sprint* sehingga penurunan performa dari sprint awal ke sprint berikutnya dapat diamati. Protokol tersebut sesuai dengan penggunaan RAST dalam penelitian olahraga lapangan dan dengan karakter pengukuran *repeated-sprint performance* (Hazir et al., 2018; Tortu & Deliceoglu, 2024).

Waktu masing-masing dari enam sprint dicatat dan digunakan untuk menghitung daya pada setiap repetisi. Selanjutnya, enam nilai daya tersebut digunakan untuk memperoleh *peak power*, *mean power*, dan *fatigue index*. Pengukuran berbasis lari dipilih karena lebih menyerupai modalitas locomotor olahraga futsal dibandingkan tes anaerobik berbasis sepeda. Studi pada olahraga lapangan menunjukkan bahwa respons performa pada tes sprint berbasis lari dan sepeda tidak selalu dapat dipertukarkan, sehingga modalitas tes perlu disesuaikan dengan tuntutan olahraga yang diteliti (Tortu & Deliceoglu, 2024). Protokol enam sprint dengan pemulihan singkat digunakan untuk menghasilkan tuntutan *repeated-sprint performance*. Literatur menunjukkan bahwa respons terhadap sprint berulang dipengaruhi oleh durasi usaha, jumlah repetisi, interval pemulihan, dan pola perubahan arah (Charron et al., 2020; Kyles et al., 2023; Thurlow et al., 2023). Karena itu, protokol penelitian dipertahankan secara konsisten pada seluruh peserta agar perubahan waktu sprint dan keluaran daya dapat diinterpretasikan dalam kerangka protokol RAST yang sama. Pemilihan modalitas berlari juga dinilai lebih sesuai untuk konteks olahraga lapangan dibandingkan modalitas siklus ketika tujuan pengukuran berorientasi pada aktivitas locomotor pemain (Tortu & Deliceoglu, 2024).

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan bantuan IBM SPSS Statistics. Analisis difokuskan pada penyajian karakteristik aktual sampel dan tidak digunakan untuk menguji perbedaan, hubungan, maupun efek kausal. Untuk setiap parameter RAST – *peak power*, *mean power*, dan *fatigue index* – dihitung nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi (*SD*), minimum, dan maksimum. Waktu sprint juga dianalisis secara deskriptif pada setiap repetisi dari sprint pertama hingga sprint keenam.

RAST digunakan sebagai alat *profiling* performa fisik, bukan sebagai instrumen prediksi performa pertandingan. Hal ini penting karena validitas suatu tes lapangan bergantung pada populasi dan konstruk yang diukur. Hazir et al. (2018) menunjukkan bahwa RAST dapat mengestimasi karakteristik daya anaerobik dalam populasi pemain sepak bola, sedangkan Vieira et al. (2021) menunjukkan bahwa beberapa hasil *repeated-sprint test* berkaitan dengan indikator *high-intensity running* pada futsal putri. Namun, penelitian ini tidak melakukan analisis korelasi atau prediksi terhadap performa pertandingan sehingga hasil hanya ditafsirkan sebagai profil kapasitas anaerobik dan indikator performa sprint.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini melibatkan 20 pemain futsal putri di Kabupaten Bogor yang memenuhi kriteria inklusi, yaitu berusia 18–23 tahun, aktif mengikuti latihan tim, tidak sedang mengalami cedera pada saat pengujian, serta bersedia mengikuti seluruh prosedur penelitian. Karena seluruh anggota populasi terjangkau memenuhi kriteria penelitian, seluruh pemain dilibatkan melalui teknik *total sampling*. Karakteristik partisipan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Partisipan

Karakteristik	Kategori	Frekuensi (N = 20)	Persentase
Usia	18–20 tahun	12	60%
	21–23 tahun	8	40%
Status cedera	Tidak cedera	20	100%
	Cedera	0	0%
Keaktifan latihan	Aktif berlatih	20	100%
	Tidak aktif berlatih	0	0%

Sebanyak 12 pemain (60%) berada pada rentang usia 18–20 tahun dan 8 pemain (40%) berusia 21–23 tahun. Seluruh partisipan aktif mengikuti latihan dan tidak sedang mengalami cedera pada saat pengujian. Karakteristik tersebut menggambarkan kondisi kelompok yang mengikuti RAST, tetapi tidak digunakan untuk menyimpulkan homogenitas fisiologis karena karakteristik antropometri, posisi bermain, pengalaman latihan, dan variabel fisiologis lainnya tidak dianalisis sebagai faktor pembeda.

Profil Kapasitas Anaerobik Berdasarkan RAST

Profil kapasitas anaerobik diperoleh melalui enam sprint maksimal dalam *Running-Based Anaerobic Sprint Test* (RAST). Parameter yang dianalisis meliputi *peak power*, *mean power*, dan *fatigue index*. Statistik deskriptif ketiga parameter tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Kapasitas Anaerobik Berdasarkan RAST (N = 20)

Parameter	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi
<i>Peak power</i> (W)	350,2	580,5	465,35	65,82
<i>Mean power</i> (W)	280,1	490,3	385,20	58,15
<i>Fatigue index</i> (%)	28,7	48,3	39,45	6,51

Hasil menunjukkan rata-rata *peak power* sebesar 465,35 W (SD = 65,82), dengan rentang 350,2–580,5 W. Rata-rata *mean power* sebesar 385,20 W (SD = 58,15), dengan rentang 280,1–490,3 W. Sementara itu, rata-rata *fatigue index* sebesar 39,45% (SD = 6,51), dengan rentang 28,7–48,3%. Rentang nilai tersebut menunjukkan adanya variasi deskriptif antarindividu dalam kemampuan menghasilkan daya serta besarnya penurunan relatif daya selama enam sprint. Karena penelitian tidak melakukan uji perbedaan antar pemain, variasi tersebut tidak diinterpretasikan sebagai perbedaan yang signifikan secara statistik.

Pola Performa Sprint Berdasarkan RAST

Indikator performa sprint dianalisis berdasarkan waktu tempuh pada setiap repetisi RAST. Statistik deskriptif waktu sprint pertama hingga keenam disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Waktu Sprint Berdasarkan RAST (N = 20)

Sprint	Minimum (detik)	Maksimum (detik)	Rata-rata (detik)	Standar Deviasi (detik)
Sprint 1	5,2	6,1	5,65	0,28
Sprint 2	5,4	6,3	5,85	0,25
Sprint 3	5,6	6,5	6,05	0,27
Sprint 4	5,8	6,7	6,25	0,29
Sprint 5	6,0	6,9	6,45	0,26
Sprint 6	6,2	7,1	6,65	0,28

Rata-rata waktu sprint meningkat secara konsisten dari 5,65 detik pada sprint pertama menjadi 6,65 detik pada sprint keenam. Perubahan absolut antara sprint pertama dan keenam adalah 1,00 detik atau sekitar 17,7% dibandingkan waktu sprint pertama. Karena peningkatan waktu tempuh menunjukkan bahwa sprint diselesaikan lebih lambat, pola tersebut menggambarkan penurunan performa sprint secara deskriptif selama enam repetisi. Penelitian ini tidak menggunakan analisis inferensial untuk membandingkan setiap repetisi sehingga pola tersebut tidak disebut sebagai penurunan yang signifikan secara statistik. Secara keseluruhan, RAST menunjukkan adanya variasi antar pemain dalam *peak power*, *mean power*, dan *fatigue index*, disertai kecenderungan peningkatan waktu tempuh sepanjang enam sprint. Hasil tersebut digunakan sebagai profil performa fisik kelompok pemain futsal putri Kabupaten Bogor dan tidak dimaksudkan untuk memprediksi performa pertandingan secara langsung.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemain futsal putri Kabupaten Bogor memiliki rata-rata *peak power* sebesar 465,35 W dan *mean power* sebesar 385,20 W. Kedua parameter memberikan informasi yang berbeda tetapi saling melengkapi dalam *physical profiling*. *Peak power* merepresentasikan keluaran daya tertinggi yang dicapai selama rangkaian sprint, sedangkan *mean power* menggambarkan keluaran daya rata-rata yang dapat dipertahankan sepanjang enam repetisi. Dalam konteks RAST, keduanya lebih tepat dipahami sebagai estimasi performa anaerobik berbasis lari daripada sebagai ukuran langsung performa pertandingan.

Penggunaan RAST berbasis lari relevan dengan karakteristik futsal yang menuntut aktivitas intermiten berintensitas tinggi, termasuk sprint, akselerasi, deselerasi, dan perubahan arah (Naser et al., 2017; Spyrou et al., 2020). Data pertandingan futsal putri juga menunjukkan tingginya beban internal dan eksternal selama permainan (Beato et al., 2017), sedangkan studi terbaru menegaskan bahwa kecepatan, daya neuromuskular, dan kemampuan sprint menjadi komponen penting dalam profil pemain perempuan (Barreira et al., 2025; Marques et al., 2026). Secara lebih spesifik, kemampuan menghasilkan kecepatan dan daya horizontal juga berkaitan dengan performa perubahan arah pada pemain futsal putri (Baena-Raya et al., 2021). Dengan demikian, hasil *peak power* dan *mean power* penelitian ini mempunyai relevansi sebagai informasi *physical profiling*, meskipun tidak secara langsung menggambarkan performa pertandingan.

RAST sendiri telah digunakan sebagai alternatif lapangan untuk mengestimasi daya anaerobik pada olahraga berbasis lari. Hazir et al. (2018) menunjukkan adanya hubungan antara beberapa parameter daya RAST dan *Wingate Anaerobic Test* pada pemain sepak bola muda, meskipun hasil kedua tes tidak sepenuhnya dapat dipertukarkan. Nara et al. (2022) melalui *systematic review and meta-analysis* juga mendukung RAST sebagai pendekatan lapangan untuk mengestimasi performa anaerobik. Oleh karena itu, *peak power* dan *mean power* dalam penelitian ini dapat digunakan untuk menggambarkan karakteristik daya pemain pada protokol yang digunakan, tetapi tidak seharusnya diperlakukan sebagai pengukuran laboratorium yang identik dengan Wingate.

Temuan lain yang menonjol adalah peningkatan rata-rata waktu dari 5,65 detik pada sprint pertama menjadi 6,65 detik pada sprint keenam menunjukkan pola penurunan kemampuan mempertahankan kecepatan sepanjang protokol. Pola

tersebut sesuai dengan karakter dasar RSA, yaitu pengulangan sprint maksimal atau mendekati maksimal dengan pemulihan yang tidak sepenuhnya memungkinkan performa kembali ke kondisi awal. Sprint berulang juga dapat menghasilkan perubahan neuromuskular setelah pelaksanaan tes pada pemain futsal (Sánchez-Sánchez et al., 2018), dan respons performanya dapat berbeda menurut tingkat kompetisi (García-Unanue et al., 2020). Secara lebih luas, respons terhadap sprint berulang dipengaruhi oleh karakteristik protokol dan kombinasi tuntutan metabolik serta neuromuskular (Charron et al., 2020; Kyles et al., 2023; Thurlow et al., 2023). Oleh karena itu, perubahan 17,7% yang ditemukan dalam penelitian ini perlu ditafsirkan sebagai pola deskriptif spesifik terhadap protokol RAST yang digunakan, bukan sebagai nilai universal kelelahan pemain futsal.

Relevansi pola tersebut terhadap futsal putri juga diperkuat oleh penelitian pertandingan dan monitoring. Vieira et al. (2021) menunjukkan hubungan antara beberapa hasil tes kebugaran dan indikator *high-intensity running* pada pemain futsal putri profesional, sedangkan Oliva-Lozano et al. (2023) menunjukkan bahwa monitoring beban internal dan eksternal secara longitudinal dapat memberikan informasi mengenai tuntutan pertandingan pada populasi yang sama. Penelitian terbaru juga menunjukkan adanya variasi beban latihan antarmhari dan antarpemain pada futsal putri (Spyrou et al., 2026). Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa hasil RAST lebih bermanfaat ketika digunakan sebagai salah satu komponen sistem monitoring yang dikombinasikan dengan beban latihan dan pertandingan daripada sebagai ukuran tunggal performa pemain.

Rata-rata *fatigue index* sebesar 39,45%, dengan rentang 28,7–48,3%, memperlihatkan adanya rentang antarindividu yang cukup lebar dalam penurunan relatif daya. Berdasarkan formula yang digunakan, nilai *fatigue index* yang lebih tinggi menunjukkan perbedaan relatif yang lebih besar antara *peak power*. Sebaliknya, nilai yang lebih rendah menunjukkan penurunan relatif yang lebih kecil selama tes. Meskipun demikian, *fatigue index* tidak boleh diinterpretasikan secara terpisah dari daya absolut. Seorang pemain secara teoretis dapat menunjukkan penurunan daya yang kecil tetapi menghasilkan *peak power* yang relatif rendah. Oleh karena itu, interpretasi profil RAST perlu mempertimbangkan *peak power*, *mean power*, dan *fatigue index* secara bersama-sama.

Perbedaan definisi dan rumus *fatigue index* antar penelitian juga perlu diperhatikan. Kyles et al. (2023) menemukan 47 protokol *repeated-sprint ability* yang berbeda dari 108 penelitian, dengan variasi jarak sprint 20–40 m, jumlah repetisi 3–15, dan interval pemulihan 10–60 detik. Variabilitas tersebut menunjukkan bahwa hasil *fatigue index* dari satu protokol tidak selalu dapat dibandingkan secara langsung dengan protokol lainnya. Dalam penelitian ini, *fatigue index* didefinisikan sebagai persentase penurunan relatif dari *peak power* ke *minimum power*, sehingga interpretasi komparatif perlu dibatasi pada penelitian yang menggunakan formula dan satuan yang sama.

Kapasitas aerobik juga berpotensi berkontribusi pada pemulihan antar usaha intensitas tinggi, tetapi VO_2max tidak diukur dalam penelitian ini. Oleh karena itu, VO_2max tidak digunakan untuk menjelaskan secara langsung perbedaan *fatigue index* antar pemain. Vieira et al. (2021) menunjukkan bahwa pada pemain futsal putri profesional, VO_2max dan beberapa hasil *repeated-sprint test* berhubungan dengan indikator *high-intensity running* selama permainan. Temuan tersebut mendukung

penggabungan pengukuran anaerobik dan aerobik dalam penelitian lanjutan untuk memperoleh gambaran kebugaran pemain yang lebih komprehensif.

Hasil RAST dapat dimanfaatkan pelatih sebagai informasi awal untuk mengidentifikasi variasi profil fisik pemain. Pemain yang mampu menghasilkan *peak power* tinggi tetapi mengalami penurunan daya relatif yang besar dapat menunjukkan profil yang berbeda dari pemain dengan keluaran daya lebih rendah tetapi lebih stabil selama sprint berulang. Informasi semacam ini dapat membantu proses monitoring dan individualisasi latihan apabila dikombinasikan dengan data lain, seperti posisi bermain, beban latihan, pengalaman latihan, antropometri, performa teknik, dan kondisi pertandingan.

Literatur menunjukkan bahwa kemampuan sprint dan RSA dapat dikembangkan melalui beberapa pendekatan latihan, meskipun respons bergantung pada karakteristik program dan populasi. Pada pemain futsal putri profesional, *interval shuttle-run training* menghasilkan adaptasi pada sejumlah indikator kebugaran dan performa (Teixeira et al., 2019), sedangkan *core strength training* dilaporkan memengaruhi beberapa komponen kebugaran dan performa fungsional (Lago-Fuentes et al., 2018). Secara lebih luas, *plyometric jump training* dapat meningkatkan *best* dan *mean repeated-sprint performance* pada atlet, walaupun efek pada resistensi kelelahan tidak selalu sama (Ramirez-Campillo et al., 2021). Meta-analisis juga menunjukkan bahwa *repeated-sprint training* dapat meningkatkan sejumlah komponen kebugaran dan performa sprint (Thurlow et al., 2024). Pada futsal putri, latihan neuromuskular juga menunjukkan potensi untuk meningkatkan beberapa parameter sprint dan perubahan arah (Albalad-Aiguabella et al., 2026), sedangkan kajian futsal terbaru mendukung manfaat program kekuatan dan kecepatan terhadap berbagai indikator performa fisik (Villanueva-Guerrero et al., 2026). Namun, karena penelitian ini tidak memberikan intervensi, metode-metode latihan tersebut hanya merupakan alternatif berbasis literatur dan tidak dapat dinyatakan efektif berdasarkan hasil penelitian sekarang.

Implikasi praktis lainnya adalah pentingnya individualisasi dan monitoring. Profil fisik pemain futsal putri tidak selalu seragam berdasarkan posisi bermain, tetapi variasi antarindividu tetap dapat ditemukan pada komposisi tubuh, sprint, RSA, dan variabel neuromuskular (Albalad-Aiguabella et al., 2025; Marques et al., 2026). Selain itu, beban eksternal latihan dapat bervariasi antarhari dan antarpemain sehingga pemantauan individual lebih informatif dibandingkan hanya mengandalkan rerata kelompok (Spyrou et al., 2026). Oleh karena itu, *peak power*, *mean power*, dan *fatigue index* dari RAST dapat digunakan sebagai salah satu sumber informasi dalam monitoring pemain apabila dikombinasikan dengan data antropometri, beban latihan, posisi bermain, indikator kebugaran lain, serta performa pertandingan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pemain futsal putri Kabupaten Bogor memiliki variasi deskriptif dalam *peak power*, *mean power*, dan *fatigue index*, serta memperlihatkan pola peningkatan waktu tempuh sepanjang enam sprint RAST. Temuan tersebut memberikan profil awal kapasitas anaerobik dan pola penurunan performa sprint berbasis tes lapangan, yang dapat digunakan sebagai informasi pendukung dalam monitoring kondisi fisik dan perencanaan evaluasi pemain secara lebih individual. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan data *physical profiling* pemain futsal putri, bukan pada pembuktian mekanisme fisiologis ataupun prediksi performa pertandingan.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemain futsal putri Kabupaten Bogor memiliki profil kapasitas anaerobik dan performa sprint yang bervariasi berdasarkan *Running-Based Anaerobic Sprint Test* (RAST). Rata-rata *peak power* tercatat sebesar 465,35 W (SD = 65,82), *mean power* sebesar 385,20 W (SD = 58,15), dan *fatigue index* sebesar 39,45% (SD = 6,51) dengan rentang 28,7–48,3%. Rata-rata waktu sprint meningkat secara bertahap dari 5,65 detik pada sprint pertama menjadi 6,65 detik pada sprint keenam, atau mengalami perubahan sebesar 1,00 detik (17,7%), yang menunjukkan pola penurunan performa selama sprint berulang. Temuan ini menegaskan bahwa RAST dapat digunakan sebagai alat *field-based physical profiling* untuk menggambarkan kemampuan menghasilkan daya dan mempertahankan performa sprint pada kelompok pemain yang diteliti. Namun, karena penelitian menggunakan desain deskriptif tanpa analisis korelasi, pengukuran fisiologis tambahan, atau data pertandingan, hasil tidak dapat digunakan untuk menjelaskan mekanisme fisiologis maupun memprediksi performa pertandingan secara langsung.

REKOMENDASI

Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah partisipan yang lebih besar dan berasal dari tingkat kompetisi, kelompok usia, serta wilayah yang berbeda agar diperoleh gambaran profil pemain futsal putri yang lebih luas. Analisis juga dapat dikembangkan berdasarkan posisi bermain, pengalaman latihan, dan karakteristik antropometri. Penggunaan RAST sebaiknya dikombinasikan dengan pengukuran lain, seperti *repeated-sprint ability* menggunakan *timing gate*, VO_2max , laktat darah, *heart-rate recovery*, serta indikator neuromuskular untuk memperoleh profil fisik yang lebih komprehensif. Studi longitudinal atau intervensi juga diperlukan untuk menguji perubahan *peak power*, *mean power*, dan *fatigue index* setelah program latihan tertentu. Dalam praktik kepelatihan, hasil RAST dapat dimanfaatkan sebagai informasi awal untuk monitoring dan individualisasi latihan, tetapi interpretasinya sebaiknya dipadukan dengan data teknis, taktis, beban latihan, dan performa pertandingan.

REFERENSI

- Albalad-Aiguabella, R., Mainer-Pardos, E., Roso-Moliner, A., Lozano, D., Vicente-Rodríguez, G., & Muniz-Pardos, B. (2025). Fitness profiles of highly trained female futsal players according to their playing positions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 20(3), 473–480. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2024-0424>
- Albalad-Aiguabella, R., Mainer-Pardos, E., Gadea-Uribarri, H., Vicente-Rodríguez, G., & Muniz-Pardos, B. (2026). Optimizing performance in women futsal: Impact of neuromuscular training on speed, change of direction, and repeated sprint ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 40(4), e385–e396. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000005345>
- Baena-Raya, A., García-Ortega, D., Sánchez-López, S., Soriano-Maldonado, A., Jiménez-Reyes, P., & Rodríguez-Pérez, M. A. (2021). The influence of sprint mechanical properties on change of direction in female futsal players. *Journal of Human Kinetics*, 79, 221–228. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0075>

- Barreira, J., Wunderlich, K., Batista, A. B. C. V., & Silva Junior, J. E. P. (2025). Physiological demands and player characteristics in women's futsal: A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 16, 1642594. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1642594>
- Beato, M., Coratella, G., Schena, F., & Hulton, A. T. (2017). Evaluation of the external and internal workload in female futsal players. *Biology of Sport*, 34(3), 227–231. <https://doi.org/10.5114/biol sport.2017.65998>
- Charron, J., Veliz Garcia, J. E., Roy, P., Ferland, P.-M., & Comtois, A. S. (2020). Physiological responses to repeated running sprint ability tests: A systematic review. *International Journal of Exercise Science*, 13(4), 1190–1205. <https://doi.org/10.70252/NXQI1037>
- Cormier, P., Tsai, M.-C., Meylan, C., Agar-Newman, D., Epp-Stobbe, A., Kalthoff, Z., & Klimstra, M. (2023). Concurrent validity and reliability of different technologies for sprint-derived horizontal force-velocity-power profiling. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(6), 1298–1305. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004429>
- García-Unanue, J., Felipe, J. L., Bishop, D., Colino, E., Ubago-Guisado, E., López-Fernández, J., Hernando, E., Gallardo, L., & Sánchez-Sánchez, J. (2020). Muscular and physical response to an agility and repeated sprint tests according to the level of competition in futsal players. *Frontiers in Psychology*, 11, 583327. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.583327>
- Gómez-Campos, R., Vidal-Espinoza, R., Muñoz-Muñoz, F., Alvear Vasquez, F., Rivera Portugal, M., Urzua Alul, L., Mendez-Cornejo, J., & Cossio-Bolaños, M. (2023). Systematic review of the anthropometric profile of female futsal players 2010–2020. *European Journal of Translational Myology*, 33(1), 10986. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2023.10986>
- Hazir, T., Kose, M. G., & Kin-Isler, A. (2018). The validity of Running Anaerobic Sprint Test to assess anaerobic power in young soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 26(3), 201–209. <https://doi.org/10.3233/IES-182117>
- Kyles, A., Oliver, J. L., Cahill, M. J., Lloyd, R. S., & Pedley, J. (2023). Linear and change of direction repeated sprint ability tests: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(8), 1703–1717. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004447>
- Lago-Fuentes, C., Rey, E., Padrón-Cabo, A., Sal de Rellán-Guerra, A., Fragueiro-Rodríguez, A., & García-Núñez, J. (2018). Effects of core strength training using stable and unstable surfaces on physical fitness and functional performance in professional female futsal players. *Journal of Human Kinetics*, 65, 213–224. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0029>
- Marques, C., Rebelo, M., Serrano, J., & Fonseca, H. (2026). Neuromuscular characteristics of female futsal players: A systematic review. *Sports*, 14(3), 98. <https://doi.org/10.3390/sports14030098>
- Nara, K., Kumar, P., Rathee, R., & Kumar, J. (2022). The compatibility of running-based anaerobic sprint test and Wingate anaerobic test: A systematic review

- and meta-analysis. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 26(2), 134–143. <https://doi.org/10.15561/26649837.2022.0208>
- Naser, N., Ali, A., & Macadam, P. (2017). Physical and physiological demands of futsal. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 15(2), 76–80. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2017.09.001>
- Oliva-Lozano, J. M., Muyor, J. M., Puche Ortuño, D., Rico-González, M., & Pino-Ortega, J. (2023). Analysis of key external and internal load variables in professional female futsal players: A longitudinal study. *Research in Sports Medicine*, 31(4), 309–318. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1963728>
- Ramirez-Campillo, R., Gentil, P., Negra, Y., Grgic, J., & Girard, O. (2021). Effects of plyometric jump training on repeated sprint ability in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(10), 2165–2179. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01479-w>
- Sánchez-Sánchez, J., Bishop, D., García-Unanue, J., Ubago-Guisado, E., Hernando, E., López-Fernández, J., Colino, E., & Gallardo, L. (2018). Effect of a repeated sprint ability test on the muscle contractile properties in elite futsal players. *Scientific Reports*, 8, 17284. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35345-z>
- Spyrou, K., Freitas, T. T., Marín-Cascales, E., & Alcaraz, P. E. (2020). Physical and physiological match-play demands and player characteristics in futsal: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 11, 569897. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.569897>
- Spyrou, K., Freitas, T. T., Marín-Cascales, E., Herrero-Carrasco, R., & Alcaraz, P. E. (2022). External match load and the influence of contextual factors in elite futsal. *Biology of Sport*, 39(2), 349–354. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.105332>
- Spyrou, K., Ribeiro, J. N., Alcaraz, P. E., Freitas, T. T., & Travassos, B. (2026). Quantification of weekly external load in female futsal players: Considering inter-day and -player variability. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 97(1), 52–59. <https://doi.org/10.1080/02701367.2025.2539190>
- Teixeira, A. S., Arins, F. B., De Lucas, R. D., Carminatti, L. J., Dittrich, N., Nakamura, F. Y., & Guglielmo, L. G. A. (2019). Comparative effects of two interval shuttle-run training modes on physiological and performance adaptations in female professional futsal players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(5), 1416–1428. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002186>
- Thron, M., Düking, P., Ruf, L., Härtel, S., Woll, A., & Altmann, S. (2024). Assessing anaerobic speed reserve: A systematic review on the validity and reliability of methods to determine maximal aerobic speed and maximal sprinting speed in running-based sports. *PLOS ONE*, 19(1), e0296866. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296866>
- Thurlow, F., Weakley, J., Townshend, A. D., Timmins, R. G., Morrison, M., & McLaren, S. J. (2023). The acute demands of repeated-sprint training on physiological, neuromuscular, perceptual and performance outcomes in team sport athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 53(8), 1609–1640. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01853-w>

- Thurlow, F., Huynh, M., Townshend, A., McLaren, S. J., James, L. P., Taylor, J. M., Weston, M., & Weakley, J. (2024). The effects of repeated-sprint training on physical fitness and physiological adaptation in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 54(4), 953–974. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01959-1>
- Tortu, E., & Deliceoglu, G. (2024). Comparative analysis of energy system demands and performance metrics in professional soccer players: Running vs. cycling repeated sprint tests. *Applied Sciences*, 14(15), 6518. <https://doi.org/10.3390/app14156518>
- Vieira, L. H. P., Arins, F. B., Guglielmo, L. G. A., De Lucas, R. D., Carminatti, L. J., & Santiago, P. R. P. (2021). Game running performance and fitness in women's futsal. *International Journal of Sports Medicine*, 42(1), 74–81. <https://doi.org/10.1055/a-1202-1496>
- Villanueva-Guerrero, O., Travassos, B., Nobari, H., Albalad-Aiguabella, R., & Mainer-Pardos, E. (2026). Effects of strength and speed training programs on physical performance variables in futsal players: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 11(2), 170. <https://doi.org/10.3390/jfmk11020170>
- Weber, V. M. R., Dantas, D. B., Fernandes da Silva, D., Cavazzotto, T. G., Portela, B. S., Aires Ferreira, S., & Queiroga, M. R. (2024). Trends in anthropometric and somatotype profiles of Brazilian female futsal players: A 20 year study. *European Journal of Translational Myology*, 34(1), 11887. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2024.11887>