Jurnal Tomini Sports: Jurnal Olahraga
Vol. 3 No. 2, Desember 2026, pp. 385-393

Perbandingan Kapasitas Aerobik (VO_2max) antara Atlet Futsal Perokok dan Bukan Perokok di Academy Futsal Biq Family Lombok

Muhammad Rizal Efendi[1abcdef], Rohmad[2acd], Wanuh Wiyarko[3cdef]
rizalefendim6@gmail.com[1] fahriiqbalkc@gmail.com[2] wanuhwiyarko@udn.ac.id[3]
[1,2,3]**Program Studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Doktor Nugroho Magetan, Indonesia**

Abstrak

Futsal menuntut kapasitas aerobik yang baik, sedangkan merokok berpotensi mengganggu pengangkutan oksigen. Penelitian ini bertujuan membandingkan kapasitas aerobik (VO_2max) atlet futsal perokok dan bukan perokok di Academy Futsal Biq Family Lombok. Penelitian kuantitatif komparatif potong lintang ini melibatkan 20 atlet berusia 15–25 tahun melalui *total sampling*: 10 perokok dan 10 bukan perokok. VO_2max diestimasi dengan tes Balke 15 menit. Data dianalisis dengan uji Shapiro–Wilk, Levene, uji-t Welch, dan Mann–Whitney U. Rerata VO_2max atlet perokok adalah 44,96 ± 0,09 ml/kg/menit (jarak tempuh 3.011,7 m), sedangkan atlet bukan perokok 51,75 ± 1,45 ml/kg/menit (3.604,0 m). Selisihnya 6,78 ml/kg/menit (95% CI 5,75–7,82; t(9,07) = 14,78; p < 0,001; Hedges' g = 6,33); uji Mann–Whitney juga signifikan (U = 0; p < 0,001). Varians antarkelompok tidak homogen (Levene p < 0,001). Atlet perokok memiliki VO_2max estimasi yang lebih rendah daripada atlet bukan perokok; karena desain non-eksperimen dan sampel kecil, perbedaan ini tidak dapat ditafsirkan sebagai efek kausal merokok.

Kata Kunci: *futsal, merokok, VO_2max, kapasitas aerobik, tes Balke*

Efendi, M. R., Rohmad, & Wiyarko, W. (2026). Perbandingan kapasitas aerobik (VO_2max) antara atlet futsal perokok dan bukan perokok di Academy Futsal Biq Family Lombok. Jurnal Tomini Sports: Jurnal Olahraga, 3(2), 385-393.

Kontribusi penulis: a – Menyusun konsep; b – Merumuskan metode; c – Melakukan penelitian; d – Pengolahan hasil; e – Interpretasi dan kesimpulan; f – Mengedit versi final

PENDAHULUAN

Dalam olahraga prestasi, atlet tidak hanya dituntut menguasai teknik dan taktik, tetapi juga harus didukung kondisi fisik yang optimal. Daya tahan kardiorespirasi, kekuatan otot, kecepatan, dan kelincahan menjadi komponen yang menentukan kemampuan atlet mempertahankan performa selama pertandingan. Futsal adalah permainan beregu yang berlangsung cepat dan berintensitas tinggi: pemain terus bergerak, melakukan *sprint* berulang, mengubah arah, dan menjaga konsentrasi dalam situasi permainan yang berubah. Tinjauan sistematis oleh Spyrou, Freitas, Marín-Cascales, dan Alcaraz (2020) menggambarkan futsal sebagai olahraga intermiten dengan aktivitas intensitas tinggi yang melibatkan sprint, akselerasi, deselerasi, dan perubahan arah berulang, sehingga daya tahan kardiorespirasi yang tercermin pada VO_2max menjadi komponen penting performa.

VO_2max menggambarkan kemampuan tubuh mengambil, mengangkut, dan memanfaatkan oksigen selama aktivitas fisik, melibatkan paru-paru, jantung, pembuluh darah, darah, dan jaringan otot (Kenney,

Correspondence author: Muhammad Rizal Efendi, Universitas Doktor Nugroho Magetan, Indonesia.
Email: rizalefendim6@gmail.com

Jurnal Tomini Sports: Jurnal Olahraga is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. © **2026** The Author

Wilmore, & Costill, 2019; Raghuveer et al., 2020). Pengukuran langsung melalui uji latih kardiopulmoner merupakan metode rujukan (American Thoracic Society & American College of Chest Physicians, 2003), tetapi sulit dilakukan pada pembinaan atlet di tingkat akademi. Tes lapangan seperti tes Balke 15 menit menjadi alternatif karena dapat mengestimasi VO_2max dari jarak tempuh (Mitchell & Crandall, 2017). Peran VO_2max dalam sepak bola ditunjukkan oleh Helgerud, Engen, Wisløff, dan Hoff (2001): latihan daya tahan aerobik yang meningkatkan VO_2max pemain berkaitan dengan peningkatan jarak tempuh dan intensitas kerja selama pertandingan. Profil VO_2max atlet akademi futsal juga telah dilaporkan sebagai dasar pembinaan (Ramadan & Mukarromah, 2025).

Atlet memiliki karakteristik, kebiasaan, dan pola hidup yang berbeda, dan salah satu kebiasaan yang perlu mendapat perhatian adalah merokok. Asap rokok mengandung nikotin, tar, dan karbon monoksida. Karbon monoksida berikatan dengan hemoglobin dan mengurangi kemampuan darah mengangkut oksigen, sedangkan nikotin meningkatkan denyut jantung dan memengaruhi pembuluh darah (American Heart Association, 2023). Peningkatan karboksihemoglobin akibat merokok dilaporkan mengurangi konsumsi oksigen maksimal (McDonough & Moffatt, 1999), dan penggunaan tembakau berhubungan dengan gangguan pernapasan dan jantung (World Health Organization, 2025).

Bukti empiris mengaitkan merokok dengan kondisi paru dan kapasitas fungsional. Abdelaal dan Mousa (2022) melaporkan hubungan kebiasaan merokok dengan kesehatan paru dan kemampuan fungsional mahasiswa, Guo (2023) menemukan hubungan tingkat ketergantungan nikotin dengan daya tahan kardiopulmoner dan aktivitas fisik mahasiswa, dan tinjauan pustaka oleh Imelsyi, Widowati, dan Anjanika (2025) menyimpulkan bahwa perokok aktif cenderung memiliki VO_2max lebih rendah. Di sisi lain, Shandu, Mathunjwa, Shaw, dan Shaw (2023) menunjukkan bahwa latihan fisik tetap bermanfaat bagi fungsi kardiorespirasi pada perokok, sehingga pengaruh merokok pada atlet yang rutin berlatih perlu dikaji secara khusus.

Konteks akademi futsal memiliki karakteristik yang berbeda dari populasi umum: atlet berlatih terjadwal, berada pada rentang usia perkembangan, dan menjadi sasaran pembinaan jangka panjang. Pada fase ini, kebiasaan yang menurunkan kapasitas aerobik dapat memengaruhi kualitas latihan dan kemampuan atlet menyelesaikan program latihan daya tahan. Informasi mengenai profil VO_2max dan faktor gaya hidup yang berkaitan dengannya karena itu bermanfaat bagi pelatih untuk menyusun program pembinaan yang sesuai (Ramadan & Mukarromah, 2025).

Sebagian besar rujukan tersebut berasal dari populasi mahasiswa atau nonatlet, sedangkan data pada atlet futsal akademi di daerah masih terbatas dalam rujukan yang ditelaah penulis. Penelitian ini bertujuan membandingkan kapasitas aerobik (VO_2max) antara atlet futsal perokok dan bukan perokok di Academy Futsal Biq Family Lombok. Hipotesis nol (H_0) menyatakan tidak ada perbedaan rerata VO_2max antara kedua kelompok, sedangkan hipotesis alternatif (H_a) menyatakan terdapat perbedaan. Hasil diharapkan menjadi bahan pertimbangan bagi pelatih dan

atlet dalam memperhatikan gaya hidup sehat sebagai bagian dari pembinaan.

METODE

Desain dan subjek penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain komparatif non-eksperimen potong lintang: tidak ada perlakuan, dan kondisi fisik dibandingkan berdasarkan kebiasaan merokok yang telah dimiliki atlet. Penelitian dilaksanakan pada Mei 2026 di Academy Futsal Biq Family Lombok, Desa Paokmotong, Kecamatan Masbagik, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Populasi adalah seluruh atlet aktif akademi tersebut (20 orang, usia 15–25 tahun), dan seluruhnya dijadikan sampel melalui *total sampling*. Atlet dikelompokkan menjadi 10 perokok dan 10 bukan perokok berdasarkan observasi dan wawancara.

Instrumen dan prosedur

Kapasitas aerobik diestimasi dengan tes Balke 15 menit, yaitu lari pada lintasan datar selama 15 menit untuk memperoleh jarak tempuh maksimal (Mitchell & Crandall, 2017). Peralatan meliputi lintasan lari, *stopwatch*, meteran, peluit, dan lembar pencatatan. Sebelum tes, atlet menerima penjelasan prosedur dan melakukan pemanasan untuk mengurangi risiko cedera. Jarak tempuh dicatat dan dikonversi menjadi VO_2max dengan persamaan (1), dengan kecepatan dalam meter per menit.

Analisis data

Data dianalisis dengan SPSS versi 24 pada taraf signifikansi 0,05. Normalitas diuji dengan Shapiro–Wilk ($n < 50$) dan homogenitas varians dengan uji Levene; data normal atau homogen bila $p > 0,05$. Perbedaan antarkelompok diuji dengan uji-t sampel independen. Bila varians tidak homogen, digunakan uji-t Welch (persamaan 2 dan 3) dan, sebagai analisis sensitivitas, uji Mann–Whitney U. Besar perbedaan dinyatakan dengan selisih rerata beserta interval kepercayaan 95% dan Hedges' g (persamaan 4), diinterpretasikan dengan acuan Cohen (1988).

PERSAMAAN DAN RUMUS

Persamaan (1) adalah rumus Balke untuk mengestimasi VO_2max, persamaan (2) dan (3) adalah statistik uji-t Welch beserta derajat kebebasannya, dan persamaan (4) adalah Hedges' g.

$$VO_2\text{max} = 33,3 + 0,172\left(\frac{d}{15} - 133\right) \tag{1}$$

$$t = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}} \tag{2}$$

$$df = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{\frac{(s_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(s_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}} \quad (3)$$

$$g = \left(1 - \frac{3}{4(n_1 + n_2) - 9}\right)\frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{s_p} \quad (4)$$

dengan d = jarak tempuh 15 menit (m), X̄1 dan X̄2 = rerata kelompok perokok dan bukan perokok, s1 dan s2 = simpangan baku, n = jumlah atlet per kelompok, dan sp = simpangan baku gabungan.

HASIL

Deskripsi data

Seluruh 20 atlet akademi (10 perokok dan 10 bukan perokok) menyelesaikan tes Balke. Data individual disajikan pada Tabel 1 dan statistik deskriptif pada Tabel 2.

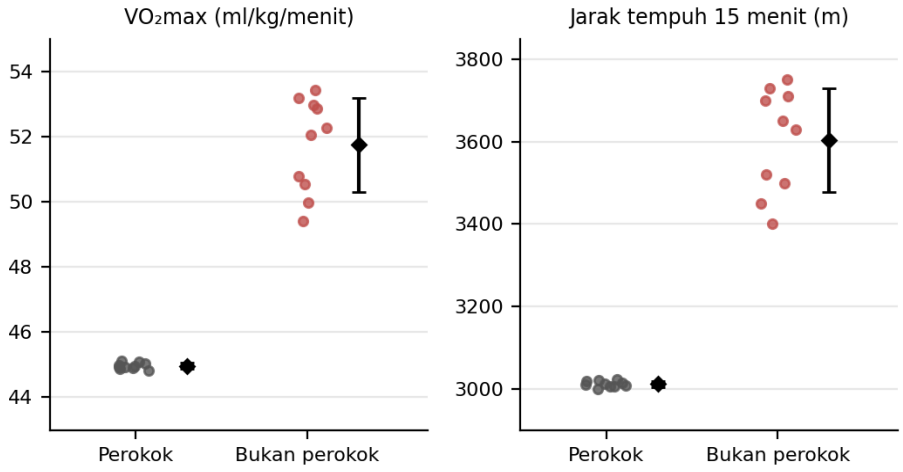
Tabel 1. Jarak tempuh (m) dan VO_2max (ml/kg/menit) tiap atlet pada tes Balke

No	Perokok: jarak (m)	Perokok: VO_2max	Bukan perokok: jarak (m)	Bukan perokok: VO_2max
1	3.010	44,93	3.400	49,41
2	3.009	44,92	3.450	49,98
3	3.000	44,82	3.500	50,55
4	3.020	45,08	3.630	52,04
5	3.015	44,99	3.700	52,85
6	3.006	44,89	3.650	52,27
7	3.012	44,96	3.730	53,19
8	3.022	45,11	3.710	52,96
9	3.018	45,03	3.750	53,42
10	3.005	44,88	3.520	50,78
Jumlah	30.117	449,61	36.040	517,45
Rerata	3.011,7	44,96	3.604,0	51,75

Tabel 2. Statistik deskriptif

Variabel	Kelompok	n	Mean	SD	Min	Maks
VO_2max	Perokok	10	44,96	0,09	44,82	45,11
	Bukan perokok	10	51,75	1,45	49,41	53,42
Jarak (m)	Perokok	10	3.011,7	7,07	3.000	3.022
	Bukan perokok	10	3.604,0	126,33	3.400	3.750

Rerata VO_2max atlet bukan perokok (51,75 ml/kg/menit) lebih tinggi 6,78 ml/kg/menit daripada atlet perokok (44,96 ml/kg/menit), atau rerata atlet perokok 13,11% lebih rendah. Selisih rerata jarak tempuh adalah 592,3 m. Simpangan baku kelompok perokok (VO_2max 0,09; jarak 7,07 m) jauh lebih kecil daripada kelompok bukan perokok (1,45; 126,33 m) (Gambar 1).



Gambar 1. Sebaran VO_2max dan jarak tempuh per atlet (titik) serta rerata ± SD (belah ketupat)

Uji prasyarat

Uji Shapiro–Wilk menunjukkan VO_2max kedua kelompok berdistribusi normal (perokok W = 0,972, p = 0,910; bukan perokok W = 0,906, p = 0,257). Uji Levene, sebaliknya, menunjukkan varians tidak homogen (F(1, 18) = 38,75; p < 0,001). Dengan demikian, uji-t Student (asumsi varians sama) tidak sesuai dan digunakan uji-t Welch (Tabel 3). Hasil serupa diperoleh untuk jarak tempuh (Levene F = 39,32; p < 0,001).

Tabel 3. Hasil uji prasyarat

Variabel	Shapiro–Wilk perokok W (p)	Shapiro–Wilk bukan perokok W (p)	Levene F (p)
VO_2max	0,972 (0,910)	0,906 (0,257)	38,75 (< 0,001)
Jarak tempuh	0,975 (0,931)	0,906 (0,257)	39,32 (< 0,001)

Catatan: df Levene = 1 dan 18.

Uji perbedaan antarkelompok

Tabel 4. Hasil uji perbedaan kelompok bukan perokok – perokok

Variabel	Selisih rerata	95% CI	t Welch (df)	p	g
VO_2max (ml/kg/menit)	6,78	5,75–7,82	14,78 (9,07)	< 0,001	6,33
Jarak tempuh (m)	592,3	501,9–682,7	14,80 (9,06)	< 0,001	6,34

Catatan: t bernilai positif karena selisih dihitung bukan perokok – perokok; uji Mann–Whitney: U = 0, p < 0,001 untuk kedua variabel.

Uji-t Welch menunjukkan perbedaan VO_2max yang signifikan (t(9,07) = 14,78; p < 0,001), sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Uji Mann–Whitney yang tidak bergantung pada asumsi distribusi dan varians memberikan kesimpulan yang sama: seluruh atlet bukan perokok memiliki VO_2max lebih tinggi daripada seluruh atlet perokok (U = 0; p < 0,001). Hedges' g sebesar 6,33 tergolong sangat besar, tetapi nilai ini terutama dipengaruhi oleh

simpangan baku kelompok perokok yang sangat kecil dan harus ditafsirkan dengan hati-hati.

Secara praktis, selisih jarak tempuh 592,3 m dalam 15 menit setara dengan selisih kecepatan lari rata-rata sekitar 39,5 m/menit (2,37 km/jam): atlet perokok rata-rata berlari 200,8 m/menit (12,05 km/jam), sedangkan atlet bukan perokok 240,3 m/menit (14,42 km/jam). Agar kesimpulan tidak bergantung pada satu uji, Tabel 5 membandingkan tiga pendekatan analisis; seluruhnya menghasilkan keputusan yang sama.

Tabel 5. Analisis sensitivitas pada VO_2max

Uji	Statistik	df	p	Keterangan
Uji-t Student (varians sama)	t = 14,78	18	< 0,001	Asumsi homogenitas tidak terpenuhi
Uji-t Welch	t = 14,78	9,07	< 0,001	Uji utama
Mann–Whitney U	U = 0	–	< 0,001	Tanpa asumsi distribusi dan varians

PEMBAHASAN

Temuan utama penelitian ini adalah bahwa atlet futsal bukan perokok memiliki VO_2max estimasi lebih tinggi (51,75 ml/kg/menit) daripada atlet perokok (44,96 ml/kg/menit), dengan selisih 6,78 ml/kg/menit (95% CI 5,75–7,82) dan selisih jarak tempuh 592,3 m pada tes Balke 15 menit. Arah temuan ini sejalan dengan tinjauan Imelsyi et al. (2025) yang melaporkan VO_2max cenderung lebih rendah pada perokok aktif, dan dengan laporan Abdelaal dan Mousa (2022) serta Guo (2023) yang mengaitkan merokok dan ketergantungan nikotin dengan penurunan kondisi paru dan daya tahan kardiopulmoner pada mahasiswa. Hasil pada atlet akademi ini menambahkan bukti bahwa perbedaan tersebut juga tampak pada populasi yang rutin berlatih, meskipun hasil pada mahasiswa tidak dapat disamakan langsung dengan atlet.

Secara fisiologis, VO_2max bergantung pada kerja paru-paru, jantung, pembuluh darah, darah, dan otot (Kenney et al., 2019; Raghuveer et al., 2020). Salah satu penjelasan yang masuk akal adalah peran karbon monoksida dari asap rokok yang membentuk karboksihemoglobin dan mengurangi kapasitas hemoglobin mengangkut oksigen ke otot yang bekerja (American Heart Association, 2023). McDonough dan Moffatt (1999) menjelaskan bahwa peningkatan karbon monoksida darah akibat merokok menurunkan toleransi aktivitas fisik dan konsumsi oksigen maksimal, sedangkan Koike dan Wasserman (1992) menunjukkan bahwa penurunan transpor oksigen menurunkan parameter fungsi aerobik saat latihan. Penggunaan tembakau juga berhubungan dengan gangguan sistem pernapasan dan jantung (World Health Organization, 2025). Namun, penelitian ini tidak mengukur karboksihemoglobin, fungsi paru, atau variabel kardiovaskular, sehingga mekanisme tersebut tetap merupakan penjelasan teoretis.

Relevansi praktis temuan ini terkait tuntutan futsal. Karena futsal mengandalkan aktivitas intensitas tinggi yang berulang (Spyrou et al., 2020)

dan peningkatan VO_2max berkaitan dengan peningkatan jarak tempuh dan intensitas kerja pemain sepak bola (Helgerud et al., 2001), selisih sekitar 6,8 ml/kg/menit berpotensi berarti bagi kemampuan atlet mempertahankan intensitas bermain. Pelatih dapat memasukkan edukasi bahaya merokok dan pemantauan kebugaran aerobik berkala ke dalam pembinaan akademi. Meskipun demikian, kemampuan aerobik juga dapat ditingkatkan melalui latihan pada perokok (Shandu et al., 2023), sehingga program latihan daya tahan tetap relevan bagi seluruh atlet.

Interpretasi hasil juga perlu mempertimbangkan metode pengukuran. Tes Balke 15 menit mengestimasi VO_2max dari jarak tempuh dan telah divalidasi terhadap pengukuran laboratorium pada pelari 5 km dewasa (Mitchell & Crandall, 2017), sehingga penerapannya pada atlet futsal remaja hingga dewasa awal memiliki ketidakpastian tambahan. Karena estimasi bertumpu pada satu variabel, yaitu jarak tempuh, perbedaan VO_2max pada penelitian ini pada dasarnya mencerminkan perbedaan kemampuan lari jarak menengah selama 15 menit; kemampuan tersebut dipengaruhi tidak hanya oleh kapasitas aerobik, tetapi juga oleh motivasi, strategi pengaturan kecepatan, dan kondisi lintasan. Hal ini menjelaskan mengapa pengukuran langsung melalui uji latih kardiopulmoner tetap menjadi rujukan (American Thoracic Society & American College of Chest Physicians, 2003) dan mengapa tes lapangan lebih tepat dipandang sebagai alat penapisan untuk keperluan pembinaan.

Temuan ini memberi beberapa implikasi bagi pembinaan akademi. Pertama, skrining kebiasaan hidup atlet, termasuk status merokok, dapat dimasukkan dalam evaluasi rutin bersama pengukuran kebugaran, karena gaya hidup berkaitan dengan kondisi kardiorespirasi (American Heart Association, 2023; World Health Organization, 2025). Kedua, pemantauan VO_2max dengan tes lapangan yang sederhana, misalnya tes Balke, memungkinkan pelatih membandingkan atlet dan melihat perkembangan dari waktu ke waktu tanpa peralatan laboratorium (Mitchell & Crandall, 2017). Ketiga, latihan daya tahan aerobik yang terprogram terbukti meningkatkan VO_2max dan performa pemain sepak bola (Helgerud et al., 2001), dan latihan tetap bermanfaat bagi fungsi kardiorespirasi pada perokok (Shandu et al., 2023). Dengan demikian, upaya edukasi untuk berhenti merokok sebaiknya berjalan bersamaan dengan program latihan aerobik, bukan menggantikannya.

Beberapa keterbatasan perlu diperhatikan. Pertama, desain komparatif non-eksperimen tidak memungkinkan kesimpulan kausal: perbedaan VO_2max dapat dipengaruhi usia (rentang 15–25 tahun), kondisi fisik awal, beban dan intensitas latihan, pola istirahat, dan aktivitas fisik di luar latihan yang tidak dikendalikan. Kedua, sampel kecil (10 atlet per kelompok) dari satu akademi dan status merokok ditentukan melalui observasi dan wawancara tanpa kuantifikasi paparan (batang per hari, lama merokok). Ketiga, VO_2max diestimasi dari tes lapangan, bukan diukur langsung. Keempat, sebaran data kedua kelompok sangat berbeda: jarak tempuh kelompok perokok hanya berkisar 3.000–3.022 m (SD 7,07 m),

sedangkan kelompok bukan perokok 3.400–3.750 m (SD 126,33 m), sehingga varians tidak homogen dan besar efek (g = 6,33) tampak sangat besar. Rentang yang sangat sempit pada kelompok perokok menuntut verifikasi prosedur dan lembar pencatatan tes serta replikasi dengan sampel lebih besar. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan kuantifikasi paparan rokok, penyesuaian terhadap usia dan beban latihan, pengukuran langsung atau tes lapangan lain sebagai pembanding, serta desain longitudinal.

KESIMPULAN

Atlet futsal perokok di Academy Futsal Biq Family Lombok memiliki VO_2max estimasi yang lebih rendah (44,96 ml/kg/menit) daripada atlet bukan perokok (51,75 ml/kg/menit), dengan selisih 6,78 ml/kg/menit yang signifikan secara statistik ($t(9,07) = 14,78$; $p < 0,001$). Perbedaan ini menunjukkan hubungan antara status merokok dan kapasitas aerobik, bukan bukti bahwa merokok merupakan penyebab tunggal. Konfirmasi pada sampel yang lebih besar dengan kontrol terhadap usia dan beban latihan diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdelaal, A. A. M., & Mousa, G. S. M. (2022). Impact of cigarettes smoking on undergraduates' lung health and functional performance: Observational cross-sectional study. *International Journal of Preventive Medicine, 13*, 59. https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_308_20

American Heart Association. (2023). *How smoking and nicotine damage your body*. https://www.heart.org/en/healthy-living/healthy-lifestyle/quit-smoking-tobacco/how-smoking-and-nicotine-damage-your-body

American Thoracic Society, & American College of Chest Physicians. (2003). ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 167*(2), 211–277. https://doi.org/10.1164/rccm.167.2.211

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Guo, Y. (2023). Nicotine dependence affects cardiopulmonary endurance and physical activity in college students in Henan, China. *Tobacco Induced Diseases, 21*, 86. https://doi.org/10.18332/tid/166133

Helgerud, J., Engen, L. C., Wisløff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 33*(11), 1925–1931. https://doi.org/10.1097/00005768-200111000-00019

Imelsyi, T., Widowati, A., & Anjanika, Y. (2025). Literature review: VO_2Max in active smokers. *COMPETITOR: Jurnal Pendidikan Kepelatihan Olahraga, 17*(3), 2986–2992. https://doi.org/10.26858/cpjok.v17i3.413

Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2019). *Physiology of sport and exercise* (7th ed.). Human Kinetics.

Koike, A., & Wasserman, K. (1992). Effect of acute reduction in oxygen transport on parameters of aerobic function during exercise. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore, 21*(1), 14–22.

McDonough, P., & Moffatt, R. J. (1999). Smoking-induced elevations in blood carboxyhaemoglobin levels: Effect on maximal oxygen uptake. *Sports Medicine, 27*(5), 275–283. https://doi.org/10.2165/00007256-199927050-00001

Mitchell, R. D., & Crandall, C. (2017). Validation of the 15 minute Balke field test for competitive, adult 5K runners: From treadmill VO_2max testing to enhancing performance. *American Journal of Sports Science and Medicine, 5*(3), 44–47. https://doi.org/10.12691/ajssm-5-3-1

Raghuveer, G., Hartz, J., Lubans, D. R., et al. (2020). Cardiorespiratory fitness in youth—An important marker of health: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation, 142*(7), e101–e118. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000866

Ramadan, R. I., & Mukarromah, S. B. (2025). Profil VO_2Max atlet Comal Futsal Academy di Kabupaten Pemalang. *Sains Olahraga: Jurnal Ilmiah Ilmu Keolahragaan, 9*(1). https://doi.org/10.24114/so.v9i1.65450

Shandu, N. M., Mathunjwa, M. L., Shaw, I., & Shaw, B. S. (2023). Exercise effects on health-related quality of life (HRQOL), muscular function, cardiorespiratory function, and body composition in smokers: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(19), 6813. https://doi.org/10.3390/ijerph20196813

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

World Health Organization. (2025, May 19). *Effects of tobacco on health*. https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/effects-of-tobacco-on-health