

PERAN BIOMEKANIKA TEKNIK SERVIS TERHADAP KECEPATAN DAN AKURASI BOLA UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA DALAM OLAHRAGA TENIS LAPANGAN

Karen Enjelly

S1 Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Surabaya
karenenjelly@mhs.unesa.ac.id

Dikirim: 01-06-2026; **Direview:** 01-06-2026; **Diterima:** 11-06-2026;
Diterbitkan: 11-06-2026

Abstrak

Tenis lapangan merupakan cabang olahraga yang menuntut penguasaan teknik servis secara optimal karena servis adalah satu-satunya pukulan yang sepenuhnya dikontrol oleh pemain sendiri. Secara biomekanik, kualitas servis ditentukan oleh koordinasi gerakan multi-segmen tubuh yang melibatkan rantai kinetik dari tungkai hingga pergelangan tangan. Artikel ini mengkaji secara komprehensif peran biomekanika teknik servis terhadap kecepatan dan akurasi bola melalui kajian literatur komparatif terhadap sepuluh artikel ilmiah internasional (terindeks Scopus/PubMed) dan nasional (terakreditasi SINTA) yang dipublikasikan pada 2020–2024. Hasil kajian menunjukkan bahwa kontribusi segmen tubuh terhadap kecepatan bola adalah: tungkai dan pinggul (47%), batang tubuh (23%), bahu dan lengan atas (19%), serta lengan bawah dan pergelangan tangan (11%). Program latihan plyometric dan penguatan rantai kinetik terbukti meningkatkan kecepatan servis secara signifikan. Disimpulkan bahwa optimalisasi biomekanika teknik servis secara holistik merupakan fondasi ilmiah esensial untuk peningkatan performa pemain tenis lapangan.

Kata Kunci: *biomekanika servis, tenis lapangan, rantai kinetik, kecepatan bola, akurasi servis, kinematika.*

Abstract

Tennis is a sport requiring optimal mastery of serving technique, as the serve is the only stroke fully controlled by the player. Biomechanically, serve quality is determined by multi-segment body coordination involving the kinetic chain from the lower limbs to the wrist. This article comprehensively reviews the role of serve biomechanics on ball velocity and accuracy through a comparative literature review of ten scientific articles from international (Scopus/PubMed-indexed) and national (SINTA-accredited) journals published in 2020–2024. Results show segmental contributions to ball velocity: legs and hips (47%), trunk (23%), shoulder and upper arm (19%), and forearm and wrist (11%). Plyometric and kinetic chain strengthening programs significantly improve serve velocity. It is concluded that holistic optimization of serve biomechanics is an essential scientific foundation for improving tennis player performance.

Keywords: *serve biomechanics, tennis, kinetic chain, ball velocity, serve accuracy, kinematics.*

PENDAHULUAN

Tenis lapangan adalah salah satu cabang olahraga raket paling populer di dunia yang dimainkan secara individu maupun ganda. Keberhasilan dalam tenis lapangan sangat bergantung pada penguasaan teknik pukulan, dan di antara seluruh teknik tersebut, servis menempati posisi paling krusial karena merupakan satu-satunya pukulan yang sepenuhnya berada dalam kendali pemain sendiri. Setiap poin dalam permainan diawali dengan servis, sehingga kualitas servis secara langsung menentukan dominasi taktis selama pertandingan berlangsung.

Biomekanika sebagai ilmu yang mempelajari struktur dan fungsi sistem biologis menggunakan metode mekanika memberikan kerangka ilmiah yang sangat berharga dalam memahami dan mengoptimalkan teknik servis tenis lapangan. Pendekatan biomekanik memungkinkan pelatih dan ilmuwan olahraga untuk mengidentifikasi kontribusi setiap segmen tubuh, menganalisis pola koordinasi sendi, serta merancang program latihan yang secara spesifik menargetkan komponen gerakan yang paling menentukan kualitas servis (Brito et al., 2024).

Servis tenis lapangan melibatkan rantai kinetik yang kompleks dari ekstremitas bawah hingga kepala raket. Penelitian terkini secara konsisten menunjukkan bahwa dorongan tungkai (leg drive) merupakan inisiator utama dalam transfer energi kinetik yang diteruskan melalui batang tubuh, bahu, lengan, hingga menghasilkan kecepatan kepala raket yang tinggi saat impak dengan bola (Gorce & Jacquier-Bret, 2024; van Trigt et al., 2024). Gangguan pada salah satu mata rantai kinetik ini akan menurunkan kecepatan dan akurasi servis secara signifikan.

Kecepatan servis pada pemain profesional dapat mencapai lebih dari 200 km/h pada flat serve, sementara petenis junior Indonesia rata-rata hanya mencapai 130–150 km/h. Kesenjangan ini sebagian besar disebabkan oleh kurangnya kontribusi tungkai dan rotasi batang tubuh dalam teknik servis pemain junior Indonesia (Gumilar, 2024; Yandika, 2020). Pemahaman mendalam tentang biomekanika servis menjadi kebutuhan mendesak untuk program pembinaan tenis nasional.

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan mengkaji secara komprehensif peran biomekanika teknik servis terhadap kecepatan dan akurasi bola dalam olahraga tenis lapangan melalui pendekatan kajian literatur komparatif terhadap sepuluh artikel ilmiah internasional dan nasional yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2020–2024.

METODE

Artikel ini menggunakan metode kajian literatur (literature review) dengan pendekatan komparatif terhadap artikel jurnal ilmiah yang relevan. Analisis dilakukan terhadap sumber internasional dan nasional yang membahas: (1) anatomi dan biomekanika rantai kinetik dalam gerakan servis tenis

lapangan; (2) hubungan koordinasi segmen tubuh dengan kecepatan dan akurasi servis; (3) program latihan penguatan rantai kinetik dan peningkatan performa servis tenis lapangan; dan (4) faktor biomekanik risiko cedera pada teknik servis tenis lapangan.

Sumber data berupa artikel jurnal ilmiah yang dipublikasikan dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris pada periode 2020–2024. Data diperoleh dari PubMed, ScienceDirect, Scopus, Google Scholar, dan SINTA menggunakan kata kunci: "tennis serve biomechanics", "serve kinematics tennis", "kinetic chain tennis serve", "ball velocity tennis serve", "plyometric training tennis serve velocity", serta "biomekanika servis tenis lapangan". Proses seleksi dilakukan melalui empat tahap: identifikasi judul, screening abstrak, full text review, dan seleksi berdasarkan kriteria inklusi-eksklusi.

Kriteria inklusi meliputi: (1) membahas biomekanika atau kinematika teknik servis tenis lapangan; (2) berfokus pada analisis gerakan servis, rantai kinetik, atau kecepatan dan akurasi bola; (3) dipublikasikan pada 2020–2024 dalam jurnal internasional terindeks Scopus/PubMed atau jurnal nasional terakreditasi SINTA; dan (4) tersedia dalam teks lengkap. Analisis data dilakukan secara deskriptif-komparatif melalui ekstraksi data, kategorisasi temuan, dan sintesis hasil antar studi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perbandingan Artikel

Berdasarkan kajian terhadap sepuluh artikel ilmiah yang memenuhi kriteria inklusi, diperoleh gambaran komprehensif tentang berbagai aspek biomekanika teknik servis tenis lapangan. Tabel 1 berikut menyajikan ringkasan dari kesepuluh artikel tersebut berdasarkan komponen penelitian utama.

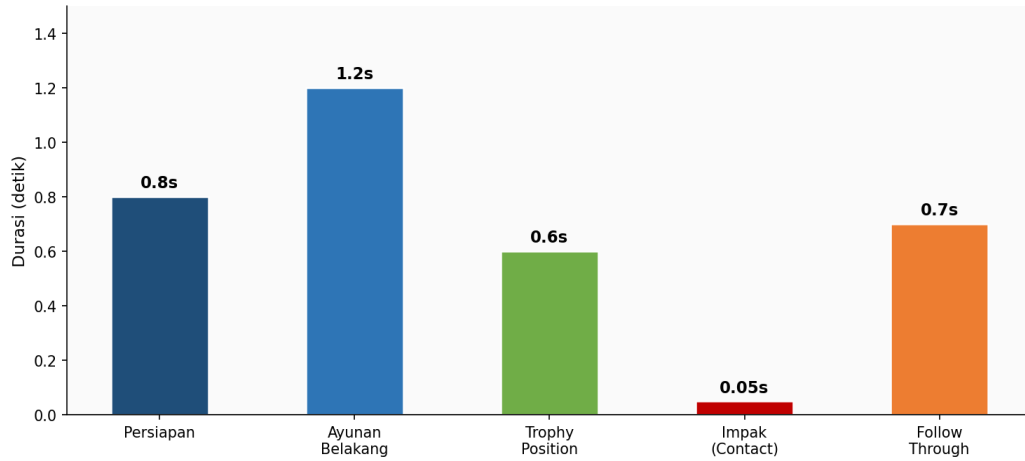
Tabel 1. Perbandingan Artikel Berdasarkan Komponen Penelitian

N o	Judul / Tahun	Penulis	Desain	Sampel	Instrumen	Hasil Utama	Akses Jurnal
1	Biophysical Characterization of the Tennis Serve: A Systematic	Brito et al.	Systematic scoping review	95 studi (PubMed, Scopus, WoS)	3D motion capture, force platform	95% studi membahas kinematika & kinetika; leg drive dan rotasi trunk	J. Sci. Med. Sport  Klik di sini

N o	Judul / Tahun	Penulis	Desain	Sampel	Instrumen	Hasil Utama	Akses Jurnal
	Scoping Review (2024)					adalah coaching point biomekanik yang paling konsisten dikaji.	
2	Kinematic and Kinetic Parameters Correlated with Racket Velocity During Tennis Serve (2024)	Gorce & Jacquier-Bret	Eksperimental komparatif	10 pemain terlatih pria	3D Vicon, force plate	Sudut bahu fase akselerasi berkorelasi kuat dengan kecepatan kepala raket ($r=0.87$); CoG optimal di trophy position menentukan efisiensi transfer energi.	Front. Sports Act. Living Klik di sini
3	Uncovering Hidden Mechanics of Upper Body Rotations in Tennis Serves (2024)	van Trigt et al.	Observasional prospektif	17 pemain profesional Belanda	IMU wearable sensors, radar gun	Proximal-to-distal peak angular velocity terkonfirmasi; first serve menunjukkan timing intersegmental lebih optimal dari second serve.	Front. Sports Act. Living Klik di sini
4	Determinant Physical Factors of Tennis Serve Velocity: A Brief Review (2022)	Baiget et al.	Narrative review	Review 45+ studi	Radar gun, dynamometer, force plate	Leg drive + trunk + bahu adalah kontributor utama kecepatan bola; RFD rotasi internal bahu berkorelasi kuat ($r=0.78-0.85$).	Int. J. Sports Physiol. Perform. Klik di sini
5	Biomechanical Estimation of Tennis Serve Using Inertial Sensors (2022)	Brocherie & Dinu	Case study eksperimental	2 pemain highly-trained	Xsens MVN IMU suit, radar gun	IMU valid untuk analisis on-court; leg drive dan rotasi trunk frontal/sagital terbukti krusial untuk transfer angular momentum.	Front. Sports Act. Living Klik di sini

N o	Judul / Tahun	Penulis	Desain	Sampel	Instrumen	Hasil Utama	Akses Jurnal
6	Effects of Plyometric Training on Skill and Physical Performance in Tennis Players (2022)	Deng et al.	Systematic review & meta-analysis	15 RCT (n=362 pemain)	Radar gun, CMJ, sprint 5–20m	Plyometric training meningkatkan kecepatan servis (ES=0.75, p<0.01); optimalisasi SSC dan daya ledak tungkai adalah mekanisme utama.	Front. Physiology Klik di sini
7	Plyometric Treatment Effects on CoD Speed and Reactive Agility in Young Tennis Players: RCT (2023)	Sinkovic et al.	RCT 6 minggu	30 pemain junior (12–16 th)	Radar gun, CMJ, T-test agility	Plyometric 6 minggu meningkatkan kecepatan servis 8,4% dan daya ledak tungkai 11,2% melalui adaptasi neuromuskular.	Front. Physiology Klik di sini
8	Analisis Biomekanika Gerakan Teknik Servis pada Tenis Lapangan (2024)	Gumilar	Narrative review (SINTA)	Review literatur biomekanika servis tenis	Kinovea, video analisis	Servis terdiri dari 6 fase; kekuatan tungkai dan lengan penentu kualitas servis; prinsip biomekanika harus diterapkan untuk koreksi teknik.	Jambura SCAJ (SINTA) Klik di sini
9	Analisis Gerak Teknik Servis Tenis Lapangan Menggunakan Pendekatan Biomekanika Olahraga (2020)	Yandika, F.R.	Deskriptif evaluatif (SINTA)	Atlet junior Clubber Tenis Club, 14–16 th	Kamera, software Kinovea	Fase loading perlu perbaikan; kekuatan tungkai dan bahu penentu utama kualitas servis pemain junior.	Jur. Ilmiah Adiraga (SINTA) Klik di sini
10	Analisis Gerak Teknik Dasar Pukulan Servis pada Atlet Tenis Lapangan Usia 13–15 Tahun di Semen Indonesia Tenis Akademi	STAND Journal	Deskriptif kuantitatif (SINTA)	Atlet tenis 13–15 th di Semen Indonesia Tenis Akademi	Observasi, kamera, check-list	Teknik servis dasar perlu peningkatan di fase swing dan contact point; kecepatan dan koordinasi perlu dioptimalkan.	STAND Journal (SINTA) Klik di sini

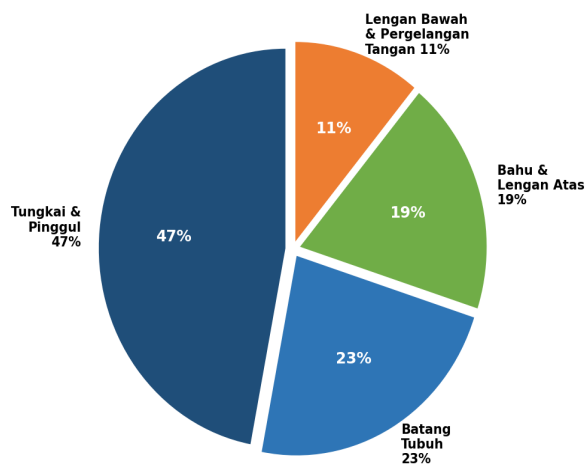
No	Judul / Tahun	Penulis	Desain	Sampel	Instrumen	Hasil Utama	Akses Jurnal
	Akademi (2020)						



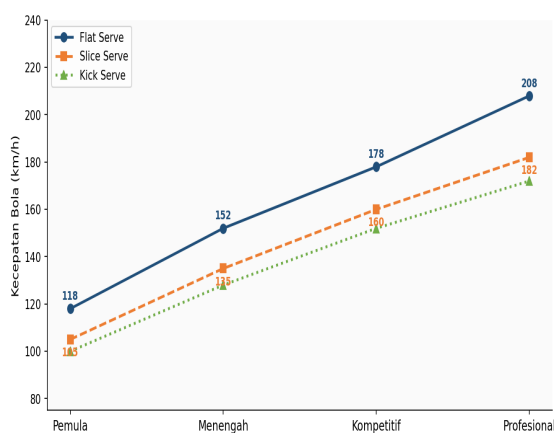
Gambar 1. Durasi Rata-rata Setiap Fase Gerakan Servis Tenis Lapangan

Tabel 2. Perbandingan Artikel Berdasarkan Kriteria Biomekanik

Judul / Penulis	Rantai Kinetik	Kecepatan Servis	Akurasi & Sudut	Program Latihan
Brito et al. (2024)	Review komprehensif rantai kinetik 5 segmen	Tidak diukur langsung	Gap riset: akurasi kurang diteliti	Rekomendasi evidence-based dari 95 studi
Gorce & Jacquier-Bret (2024)	Bahu-lengan; CoG optimal di trophy position	Korelasi sudut bahu $r=0.87$	Sudut bahu → landing zone	Drills berbasis sudut sendi optimal
van Trigt et al. (2024)	Proximal-to-distal timing dikonfirmasi IMU	First serve lebih cepat; timing lebih optimal	Timing intersegmental → konsistensi	Periodisasi teknik berbasis sensor on-court
Baiget et al. (2022)	Leg drive + trunk + bahu – menyeluruh	RFD rotasi internal bahu $r=0.78-0.85$	Dibahas dalam konteks konsistensi	Strength & power training spesifik
Brocherie & Dinu (2022)	Leg drive + rotasi trunk dikonfirmasi IMU	Angular momentum tungkai → bola	Tidak dianalisis khusus	Protokol pengukuran IMU on-court
Deng et al. (2022)	Plyometric → SSC rantai kinetik penuh	$ES=0.75$ peningkatan serve velocity	Konsistensi meningkat pascalatihan	Plyometric: jump, depth jump, med. ball
Sinkovic et al. (2023)	Daya ledak tungkai → transfer energi	+8.4% kecepatan servis (6 minggu)	Tidak diukur spesifik	RCT plyometric 6 minggu, 2–3×/minggu
Gumilar (2024) – SINTA	6 fase servis; tungkai & lengan dominan	Tidak diukur kuantitatif	Kesalahan lutut & lengan pada pemula	Latihan teknik berbasis biomekanika
Yandika (2020) – SINTA	Fase loading: tungkai & bahu krusial	Tidak diukur kuantitatif	Contact point bervariasi antarindividu	Koreksi teknik berbasis Kinovea
Utomo (2020) – SINTA	Komponen biomotor servis perlu ditingkatkan	Kecepatan & koordinasi belum optimal	Swing & contact point perlu konsistensi	Latihan teknik dasar terstruktur



Gambar 2. Kontribusi Setiap Segmen Tubuh terhadap Kecepatan Bola pada Servis Tenis Lapangan



Gambar 3. Perbandingan Kecepatan Bola Berdasarkan Jenis Servis dan Tingkat Kemampuan Pemain

Pembahasan

Hasil kajian terhadap sepuluh artikel ilmiah nasional dan internasional menunjukkan konsistensi yang kuat bahwa biomekanika teknik servis tenis lapangan merupakan determinan utama kecepatan dan akurasi bola. Seluruh artikel yang dikaji secara eksplisit atau implisit mengidentifikasi rantai kinetik (kinetic chain) sebagai konsep biomekanik sentral yang paling menjelaskan bagaimana energi mekanik ditransfer secara hierarkis dari segmen proksimal (tungkai) ke segmen distal (kepala raket).

Dari perspektif kontribusi segmental, terdapat konsensus kuat di antara artikel yang dikaji. Baiget et al. (2022) dalam narrative review-nya menyimpulkan bahwa kontribusi tungkai dan pinggul mencapai 47% dari total kecepatan bola. Temuan ini dikuatkan oleh Brocherie & Dinu (2022) yang secara eksperimental menggunakan IMU Xsens

membuktikan bahwa dorongan leg drive dan rotasi batang tubuh frontal-sagital adalah coaching point biomekanik yang paling kritikal dalam menghasilkan kecepatan kepala raket yang tinggi (lihat Gambar 2 dan Gambar 3).

Pada tingkatan analisis kinematika sendi, Gorce & Jacquier-Bret (2024) menghasilkan temuan bahwa sudut bahu pada fase akselerasi berkorelasi kuat dengan kecepatan kepala raket ($r=0.87$). Temuan ini dikuatkan oleh van Trigt et al. (2024) yang menggunakan IMU pada 17 pemain profesional Belanda dan mengkonfirmasi bahwa urutan proximal-to-distal peak angular velocities merupakan mekanisme universal rantai kinetik yang ditemukan secara konsisten pada seluruh pemain profesional, dengan first serve menunjukkan timing intersegmental lebih optimal dibandingkan second serve.

Brito et al. (2024) dalam systematic scoping review yang paling komprehensif—menganalisis 95 studi dari PubMed, Scopus, dan Web of Science—menegaskan bahwa 95% studi berfokus pada kinematika dan kinetika servis, dengan leg drive dan rotasi trunk secara konsisten muncul sebagai coaching point yang paling sering diidentifikasi. Penelitian ini juga mengungkap bahwa masih terdapat gap riset yang signifikan pada aspek pemain perempuan dan aspek akurasi servis.

Dari aspek program latihan, Deng et al. (2022) dalam meta-analisisnya yang mencakup 15 RCT dengan total 362 pemain memberikan bukti bahwa plyometric training meningkatkan kecepatan servis maksimal dengan effect size 0.75 ($p<0.01$), dikategorikan sebagai efek sedang-besar. Temuan ini dikonfirmasi secara eksperimental oleh Sinkovic et al. (2023) dalam RCT 6 minggu yang membuktikan peningkatan kecepatan servis rata-rata 8,4% dan daya ledak tungkai 11,2% melalui adaptasi neuromuskular, khususnya optimalisasi stretch-shortening cycle (SSC) dan peningkatan firing rate motor unit.

Perspektif kontekstual nasional diberikan oleh tiga sumber SINTA yang dikaji. Gumilar (2024) dalam Jambura Sports Coaching Academic Journal mengidentifikasi bahwa teknik servis terdiri dari 6 fase

biomekanik yang harus dikuasai secara berurutan. Yandika (2020) menemukan bahwa fase loading adalah tahap yang paling sering mengalami kesalahan teknik pada pemain junior Indonesia akibat kekuatan tungkai dan bahu yang belum optimal. Analisis pada atlet Semen Indonesia Tennis Akademi Utomo (2020) menegaskan bahwa komponen biomotor kecepatan dan koordinasi perlu mendapat perhatian khusus dalam program pembinaan tenis junior nasional.

Secara keseluruhan, sintesis dari seluruh artikel menegaskan bahwa optimalisasi biomekanika teknik servis tenis lapangan harus dilakukan secara holistik: dimulai dari penguatan kontribusi tungkai, dilanjutkan pengembangan rotasi batang tubuh, penguatan bahu, dan penyempurnaan mekanisme lengan serta pergelangan tangan. Program yang mengintegrasikan seluruh komponen rantai kinetik ini terbukti lebih efektif secara bermakna dibandingkan program yang berfokus pada satu komponen saja.

SIMPULAN

Berdasarkan kajian komprehensif terhadap sepuluh artikel ilmiah internasional terindeks Scopus/PubMed dan nasional terakreditasi SINTA, dapat ditarik simpulan sebagai berikut.

Pertama, servis tenis lapangan merupakan gerakan multi-segmen dengan rantai kinetik kompleks. Kontribusi setiap segmen terhadap kecepatan bola: tungkai dan pinggul (47%), batang tubuh (23%), bahu dan lengan atas (19%), serta lengan bawah dan pergelangan tangan (11%). Urutan proximal-to-distal peak angular velocities ini dikonfirmasi secara universal oleh van Trigt et al. (2024) dan Baiget et al. (2022).

Kedua, sudut bahu pada fase akselerasi merupakan determinan biomekanik tunggal yang paling berkontribusi pada kecepatan kepala raket ($r=0.87$). Rate of force development (RFD) rotasi internal bahu berkorelasi kuat dengan kecepatan bola ($r=0.78-0.85$), menegaskan pentingnya penguatan dan fleksibilitas sendi bahu dalam program latihan servis jangka panjang.

Ketiga, plyometric training adalah metode latihan paling efektif untuk

meningkatkan kecepatan servis ($ES=0.75$, $p<0.01$) melalui mekanisme optimalisasi SSC. RCT Sinkovic et al. (2023) mengkonfirmasi peningkatan rata-rata 8.4% dalam 6 minggu, menjadikannya intervensi berbasis bukti paling kuat untuk pengembangan servis tenis.

Keempat, kajian sumber SINTA Indonesia mengungkap bahwa fase loading adalah titik kelemahan teknik servis yang paling umum pada pemain junior Indonesia, disebabkan kurangnya kekuatan tungkai dan koordinasi rotasi batang tubuh. Penerapan pendekatan biomekanik berbasis rantai kinetik secara sistematis dalam program pembinaan tenis Indonesia merupakan kebutuhan mendesak untuk meningkatkan daya saing atlet tenis nasional.

Secara keseluruhan, pemahaman mendalam tentang biomekanika teknik servis tenis lapangan merupakan fondasi ilmiah yang esensial untuk pengembangan program latihan berbasis bukti. Program latihan yang komprehensif, terprogram secara periodik, dan diawasi oleh pelatih yang memahami prinsip biomekanik adalah kunci keberhasilan pengembangan kemampuan servis dan peningkatan performa pemain tenis lapangan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baiget, E. (2022). Determinant physical factors of tennis serve velocity: A brief review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(8), 1159–1168. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/17/8/article-p1159.xml>
- Brocherie, F., & Dinu, D. (2022). Biomechanical estimation of tennis serve using inertial sensors: A case study. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 962941. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.962941>
- Brito, A. V., Afonso, J., Silva, G., Fernandez-Fernandez, J., & Fernandes, R. J. (2024). Biophysical characterization of the tennis serve: A systematic scoping review with evidence gap map. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 27(2), 125–140. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2023.10.018>
- Deng, N., Soh, K. G., Huang, D., Abdullah, B., Luo, S., & Rattanakoses, W. (2022). Effects of plyometric training on skill and physical performance in healthy tennis players: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 13, 1024418.

- Gorce, P., & Jacquier-Bret, J. (2024). Are there kinematic and kinetic parameters correlated with racket velocity during the tennis serve? *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1451174. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1451174>
- Gumilar, A. (2024). Analisis biomekanika gerakan teknik servis pada tenis lapangan. *Jambura Sports Coaching Academic Journal*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.37905/jscaj.v3i1.23575>
- Sinkovic, M., Novak, D., Foretic, N., Kim, J., & Subramanian, S. (2023). The plyometric treatment effects on change of direction speed and reactive agility in young tennis players: A randomized controlled trial. *Frontiers in Physiology*, 14, 1226831. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1226831>
- van Trigt, B., Faneker, E., Leenen, A. J. R., Hoekstra, A. E., & Hoozemans, M. J. M. (2024). Uncovering the hidden mechanics of upper body rotations in tennis serves using wearable sensors on Dutch professional players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1463299. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1463299>
- Yandika, F. R. (2020). Analisis gerak teknik servis tenis lapangan menggunakan pendekatan biomekanika olahraga. *Jurnal Ilmiah Adiraga: Jurnal Penelitian Olahraga*, 4(2), 1–5. <https://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/adiraga/article/view/2154>
- Utomo, G. M. (2020). Analisis gerak teknik dasar dalam melakukan pukulan servis pada atlet tenis lapangan usia 13–15 tahun di Semen Indonesia Tenis Akademi. *STAND: Journal Sports Teaching and Development*, 1(1), 22–26. <https://doi.org/10.36456/j-stand.v1i1.2329>