
AKTIVITAS OTOT EKSTERMITAS ATAS PADA TEKNIK SERANGAN DALAM OLAHRAGA ANGGAR

Dewa Made Krisna Viandara¹, Yuli Kusumawati², Safari Wahyu Jatmiko³, Mahendra Wahyu Dewangga^{4*}

^{1,4*} Program Studi Magister Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta

² Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta

³ Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email korespondensi: mwd171@ums.ac.id

No.Hp: 081227204161

ABSTRAK

Latar Belakang: Olahraga anggar menuntut kekuatan, kecepatan, dan koordinasi otot ekstremitas atas dalam melakukan teknik serangan. Aktivitas otot seperti *m. infraspinatus*, *m. anterior deltoid*, dan *m. triceps brachii* memiliki peran penting dalam menghasilkan gerakan yang cepat dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan aktivitas otot ekstremitas atas berdasarkan kategori usia atlet anggar, guna merancang program latihan yang sesuai dengan tahapan perkembangan otot. **Metode:** Penelitian observasional potong lintang ini melibatkan 36 atlet anggar yang dibagi menjadi tiga kelompok usia: kadet (13–17 tahun), junior (17–20 tahun), dan senior (>20 tahun). Aktivitas otot diukur menggunakan elektromiografi permukaan (*Noraxon DTS EMG System*) pada saat melakukan gerakan *lunge*. Data dianalisis menggunakan uji *One Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Tukey*. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas otot EMG (dalam μ V) pada kelompok senior lebih tinggi dibandingkan kelompok junior dan kadet, yaitu: infraspinatus ($52,3 \pm 4,5$; $44,1 \pm 3,8$; $36,5 \pm 4,0$), anterior deltoid ($60,4 \pm 5,2$; $48,9 \pm 4,1$; $39,7 \pm 3,5$), dan triceps brachii ($58,7 \pm 5,0$; $47,5 \pm 4,3$; $38,2 \pm 4,2$). Uji ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan antar kelompok usia ($p < 0,001$), yang diperkuat oleh hasil uji Post Hoc Tukey. **Kesimpulan:** Terdapat perbedaan signifikan aktivitas otot ekstremitas atas antar kategori usia atlet anggar. Aktivitas otot infraspinatus, anterior deltoid, dan triceps brachii meningkat seiring bertambahnya usia. Temuan ini menunjukkan perlunya program latihan yang disesuaikan dengan usia, dengan fokus pada penguatan otot-otot tersebut dalam gerakan serangan (*lunge*) untuk meningkatkan performa dan mencegah cedera.

Kata Kunci: Elektromiografi; Fisioterapi Olahraga; Otot Lengan; Serangan Anggar; Teknik Serangan

ABSTRACT

Background: Fencing demands strength, speed, and coordination of upper extremity muscles in executing striking techniques. Muscle activity, such as the infraspinatus, anterior deltoid, and triceps brachii, plays a crucial role in producing fast and accurate movements. This study aims to analyze differences in upper extremity muscle activity among fencers based on their age, in order to design a training program appropriate to their stage of muscle development. **Methods:** This cross-sectional observational study involved 36 fencers divided into three age groups: cadets (13–17 years), juniors (17–20 years), and seniors (>20 years). Muscle activity was measured using surface electromyography (*Noraxon DTS EMG System*) during lunges. Data were analyzed using one-way ANOVA followed by Tukey's post-hoc test. **Results:** The results showed that the average EMG muscle activity (in μ V) in the senior group was higher than in the junior and cadet groups, namely: infraspinatus (52.3 ± 4.5 ; 44.1 ± 3.8 ; 36.5 ± 4.0), anterior deltoid (60.4 ± 5.2 ; 48.9 ± 4.1 ; 39.7 ± 3.5), and triceps brachii (58.7 ± 5.0 ; 47.5 ± 4.3 ; 38.2 ± 4.2). The ANOVA test showed significant differences between age groups ($p < 0.001$), which was confirmed by the results of the Tukey Post Hoc test. **Conclusion:** There were significant differences in upper extremity muscle activity between age categories of fencers. The activity of the infraspinatus, anterior deltoid, and triceps brachii muscles increased with age. These findings demonstrate the need for age-specific training programs, focusing on strengthening these muscles in the lunge movement, to improve performance and prevent injury.

Keywords: Electromyography; Sports Physiotherapy; Arm Muscles; Fencing Attack; Attack Techniq

PENDAHULUAN

Anggar merupakan olah raga beladiri yang menggunakan senjata dimana memfokuskan pada teknik seperti menusuk, memarang ataupun menangkis. Anggar ini telah dikenal di masyarakat, tetapi perkembangannya kurang daripada olah raga yang lainnya dimana masih perlu ditingkatkan secara intensif. (Mufarid, 2020). Olah raga anggar masuk ke Indonesia diperkenalkan pada Pekan Olah Raga Nasional (PON) pertama di Solo pada tahun 1948. Pada PON kedua di Jakarta pada tahun 1951, olah raga ini mulai dipertandingkan, dan terus dipertandingkan hingga saat ini (Widowati & Decheline, 2020).

Menurut (Pratama & Ismalasari, 2020) olah raga anggar ini merupakan olah raga elite yang belum banyak diketahui orang lain. Olah raga anggar ini sangat unik karena bisa dimainkan oleh perempuan atau laki-laki dengan menggunakan senjata. Dalam olah raga anggar, dibagi berdasarkan kategori umur yaitu kadet (dibawah 17 tahun), junior (17 – 20 tahun), dan senior (di atas 20 tahun) (Kurniawan, 2020).

Pada olah raga anggar hal yang perlu diperhatikan jika melakukan serangan yaitu: (1) Kekuatan lengan dan cepat untuk menusuk target, (2) Kecepatan kaki dan kejauhan untuk melontarkan sasaran pada saat serangan dimana agar tusukan mengenai tubuh sasaran, (3) Tusukan lurus harus cepat saat melakukannya. Teknik serangan ini ditunjang dengan beberapa kekuatan otot, seperti kekuatan pada m. infraspinatus, m. anterior deltoid, dan m. triceps brachii (Kim & Choi, 2021), dimana atlet harus memiliki kontraksi otot yang baik dalam melakukan serangan dengan cepat untuk memenangkan pertandingan anggar.



Gambar 1 Teknik Menyerang Olah raga Anggar
(Rizkiyati & Ismalasari, 2022)

Pada olah raga anggar hal yang perlu diperhatikan jika melakukan serangan yaitu: (1) Kekuatan lengan dan cepat untuk menusuk target, (2) Kecepatan kaki dan kejauhan untuk melontarkan sasaran pada saat serangan dimana agar tusukan mengenai tubuh sasaran, (3) Tusukan lurus harus cepat saat melakukannya. Teknik serangan ini ditunjang dengan beberapa kekuatan otot, seperti kekuatan pada m. infraspinatus, m. anterior deltoid, dan m. triceps brachii (Kim & Choi, 2021), dimana atlet harus memiliki kontraksi otot yang baik dalam melakukan serangan dengan cepat untuk memenangkan pertandingan anggar.

M.infraspinatus berperan penting dalam gerakan serangan pada olah raga anggar yaitu dengan gereakan rotasi dan abduksi bahu. Otot ini merupakan salah satu rotator pada sendi bahu yang fungsinya untuk merotasi lengan ke luar dan menggerakan bahu abduksi yang dimana ini penting dalam mengarahkan senjata ke sasaran pada olah raga anggar (Hidayat, 2020).



Gambar 2. *M. Infraspinatus*
(Yosie Arief, Fery Lufita Sari, 2022)

M.anterior deltoid memiliki peran dalam teknik serangan pada olah raga anggar terutama pada gerakan lengan ke depan dan ke atas. *M. anterior deltoid* bekerja sama dengan otot rotator cuff untuk menghasilkan gerakan yang kompleks dan koordinatif dimana untuk menghasilkan serangan yang cepat dan akurat. Otot ini harus memiliki kekuatan yang cukup untuk menghasilkan gerakan yang kuat dan stabil. Fleksibilitas yang baik memungkinkan atlet melakukan gerakan yang adaptif dan fleksibel dalam pertandingan (Borysiuk et al., 2024).



Gambar 1. M. Anterior Deltoid
(Sumber : Sobotta)

M.triceps brachii memiliki gerakan ekstensi lengan yang merupakan komponen dari beberapa gerakan dasar pada olahraga anggar (Tona et al., 2023). *M.triceps brachii* bekerja sama dengan otot lainnya seperti *m.biceps* untuk menghasilkan gerakan yang kompleks, dimana stabilitas lengan berperan dalam menahan beban lengan pada sendi bahu. Stabilitas ini penting untuk menghindari cedera dan memastikan gerakan yang stabil selama pertandingan (Annasai, 2024).



Gambar 2. M. Triceps Brachii
(Sumber: Sobotta)

Selama melakukan olah raga anggar aktivitas otot selama kontraksi atau pergerakan dapat direkam dengan menggunakan elektromiografi (EMG). Dalam konteks olah raga anggar, EMG dapat memberikan data penting tentang kinerja otot, koordinasi gerakan, dan kelelahan otot pada atlet (Mahardika et al., 2023). EMG membantu dalam mengevaluasi intensitas kerja otot selama gerakan lunge pada anggar. Hal ini berguna untuk meningkatkan efisiensi permainan (Lukar & Setiawan, 2020). Analisis EMG membantu dalam merancang program latihan yang lebih terarah dan berfokus pada area otot tertentu yang perlu dikembangkan untuk meningkatkan performa pada olah raga anggar.



Gambar 5. Electromyography
(Sumber: Sports)

Gerakan pada olah raga anggar salah satunya yaitu gerakan serangan, dimana pada kejadian gerak serang ini, badan cenderung maju dengan tangan lurus ke depan, yang menyebabkan momentum atau jumlah gerak ke arah depan, sehingga menyebabkan badan terbawa ke depan saat melakukan lontaran. Fisioterapi memiliki peran penting dalam mengembangkan program latihan dan teknik yang benar agar tidak terjadi cidera dimana hal ini sangat penting dalam olah raga yang memerlukan teknik yang kompleks seperti olah raga anggar sehingga analisis biomekanik penting dilakukan. Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas biomekanika gerakan dan pentingnya koordinasi otot dalam olahraga anggar. Namun, belum banyak penelitian yang secara khusus membandingkan aktivitas otot ekstremitas atas pada teknik serangan anggar berdasarkan kategori usia atlet. Padahal, faktor usia berpengaruh terhadap kekuatan otot, kontrol motorik, dan efisiensi gerak. Inilah yang menjadi celah (gap) penelitian ini, yaitu belum adanya data spesifik terkait perbandingan aktivitas otot *infraspinatus*, *anterior deltoid*, dan *triceps brachii* dalam teknik serangan anggar pada kelompok usia berbeda. Berdasarkan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang Aktivitas Otot pada Teknik Serangan dalam Olah Raga Anggar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan aktivitas otot ekstremitas atas (*m. infraspinatus*, *m. anterior deltoid*, dan *m. triceps brachii*) dalam teknik serangan anggar berdasarkan kategori usia atlet (kadet, junior, dan senior). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan program latihan spesifik berdasarkan usia, untuk meningkatkan

performa teknik serangan dan mencegah cedera.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif observasional dengan pendekatan potong lintang (cross-sectional) yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan aktivitas otot ekstremitas atas (m. infraspinatus, m. anterior deltoid, dan m. triceps brachii) pada teknik serangan anggar berdasarkan kategori usia atlet. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2025 dan telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Populasi dalam penelitian ini adalah atlet anggar aktif yang tergabung dalam klub anggar di Surakarta. Sampel diambil menggunakan teknik purposive sampling sebanyak 36 atlet, yang terbagi secara merata ke dalam tiga kategori usia: kadet (13–17 tahun), junior (17–20 tahun), dan senior (>20 tahun), masing-masing sebanyak 12 orang.

Kriteria inklusi pada penelitian, yaitu :

1. Tergabung dalam olah raga anggar di Universitas Tunas Pengembangan Surakarta,
2. Berjenis kelamin laki-laki dan perempuan,
3. Bersedia menjadi responden dan menandatangani *informed consent*.

Kriteria eksklusi yaitu : 1. Sedang mengalami cidera, 2. Dibawah 13 tahun, 3. Berhalangan hadir untuk mengikuti pengukuran atau test. Kriteria *drop out* yaitu : 1. Responden tiba-tiba mengalami sakit saat dilakukan penelitian, 2. Responden tiba-tiba mengalami cidera saat dilakukan penelitian.

Pengukuran aktivitas otot dilakukan menggunakan alat elektromiografi permukaan (Surface EMG) merek Noraxon DTS Wireless EMG System, dengan frekuensi sampling 1000 Hz dan bandwidth 10–500 Hz. Elektroda sekali pakai (Ag/AgCl) digunakan dengan gel konduktif, dan kulit dibersihkan menggunakan alkohol 70% sebelum pemasangan elektroda untuk mengurangi impedansi. Pengambilan data dilakukan dalam posisi menyerang (gerakan lunge) standar yang telah disosialisasikan sebelumnya. Elektroda dipasang sesuai dengan protokol penempatan

SENIAM pada otot m. infraspinatus (posterior scapula), m. anterior deltoid (bagian anterior bahu), m. triceps brachii (long head posterior lengan atas). Setiap subjek melakukan tiga kali gerakan serangan dengan istirahat 30 detik antar percobaan. Data EMG yang dianalisis adalah nilai root mean square (RMS) rata-rata dari ketiga pengulangan.

Data diuji normalitasnya dengan Shapiro-Wilk test. Perbandingan aktivitas otot antar kelompok usia dianalisis menggunakan uji One Way ANOVA dengan tingkat signifikansi ditetapkan pada $p < 0,05$. Semua analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1 Karakteristik Berdasarkan Kelompok Usia

Kelompok	Usia (tahun)	Frekuensi	Presentase
Kadet	13 – 17	12	33%
Junior	17 – 20	12	33%
Senior	> 20	12	33%
Jumlah		36	100%

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa distribusi sampel pada masing-masing kategori usia adalah seimbang. Sebanyak 12 atlet (33%) berada dalam kategori kadet (usia 13–17 tahun), 12 atlet (33%) dalam kategori junior (usia 17–20 tahun), dan 12 atlet (33%) dalam kategori senior (usia >20 tahun). Total keseluruhan partisipan dalam penelitian ini adalah 36 orang atau 100%. Distribusi yang merata ini memungkinkan perbandingan yang proporsional dalam analisis aktivitas otot berdasarkan kategori usia.

Tabel 2 Karakteristik Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Frekuensi	Presentasi
Laki – laki	15	58%
Perempuan	11	42%
Jumlah	36	100%

Berdasarkan Tabel 2, sebanyak 15 responden (58%) merupakan atlet laki-laki, sementara 11 responden (42%) merupakan atlet perempuan. Dengan demikian, partisipan dalam penelitian ini didominasi oleh atlet laki-laki, namun tetap mencakup representasi dari kedua jenis kelamin secara proporsional.

Tabel 3 Hasil Rata-Rata pada Aktivitas Otot

Variabel	Kadet	Junior	Senior
<i>m. Infraspinatus</i>	127,5	135,6	153,8
<i>m. Anterior Deltoid</i>	125,4	138,1	173,2
<i>m. Triceps Brachii</i>	127,3	135,6	196,1

Berdasarkan tabel rerata, terlihat bahwa terjadi peningkatan aktivitas otot ekstremitas atas seiring bertambahnya kategori usia atlet anggar. Pada otot *m. infraspinatus*, rata-rata aktivitas pada kelompok kadet adalah 127,5 μ V, meningkat menjadi 135,6 μ V pada kelompok junior, dan tertinggi pada kelompok senior yaitu 153,8 μ V. Pola serupa juga terlihat pada otot *m. anterior deltoid* dengan rata-rata berturut-turut sebesar 125,4 μ V (kadet), 138,1 μ V (junior), dan 173,2 μ V (senior). Sementara itu, otot *m. triceps brachii* menunjukkan peningkatan paling tajam, dari 127,3 μ V (kadet) menjadi 135,6 μ V (junior), dan mencapai 196,1 μ V pada kelompok senior.

Tabel 4 Uji Normalitas Data *Shapiro-Wilk*

Otot	Kategori Usia	Statistik	p-value
<i>Infraspinatus</i>	Kadet	0.866	0.057
	Junior	0.866	0.059
	Senior	0.919	0.277
<i>Anterior Deltoid</i>	Kadet	0.898	0.147
	Junior	0.935	0.440
	Senior	0.951	0.650
<i>Triceps Brachii</i>	Kadet	0.868	0.062
	Junior	0.893	0.128
	Senior	0.916	0.251

Berdasarkan hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk*, seluruh data pada ketiga otot (*infraspinatus*, *anterior deltoid*, dan *triceps brachii*) dalam masing-masing kategori usia menunjukkan distribusi normal ($p > 0,05$). Oleh karena itu, data memenuhi syarat untuk dilakukan uji parametrik.

Tabel 5 Uji One Way Anova

ONE WAYANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<i>Infraspinatus</i>	Between Groups	1248.303	2	624.151	15.289.001	
	Within Groups	1347.185	33	40.824		
	Total	2595.488	35			
<i>Deltoid</i>	Between Groups	4866.029	2	2433.014	29.361.001	
	Within Groups	2734.576	33	82.866		
	Total	7600.605	35			
<i>Triceps</i>	Between Groups	2355.018	2	1177.509	27.152.001	
	Within Groups	1431.138	33	43.368		
	Total	3786.156	35			

Pada tabel diatas menunjukkan hasil aktivitas pada otot *infraspinatus*, *deltoid* dan *triceps brachii* antara kelompok kadet, junior dan senior secara keseluruhan hasil ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan terhadap aktivitas ketiga otot dengan nilai Sig. sebesar 0,001.

Tabel 6 Uji Post Hoc Tukey

Otot	Group 1	Group 2	Sig
<i>Infraspinatus</i>	Junior	Kadet	0.001
	Junior	Senior	0.001
	Kadet	Senior	0.001
<i>Deltoid</i>	Junior	Kadet	0.001
	Junior	Senior	0.001
	Kadet	Senior	0.001
<i>Triceps</i>	Junior	Kadet	0.001
	Junior	Senior	0.001
	Kadet	Senior	0.001

Hasil uji post hoc menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan ($p = 0,001$) pada seluruh perbandingan kelompok usia terhadap ketiga otot yang diteliti. Pada otot *infraspinatus*, aktivitas otot antara kelompok junior dengan kadet, junior dengan senior, serta kadet dengan senior semuanya menunjukkan perbedaan bermakna secara statistik. Hal serupa juga ditemukan pada otot *anterior deltoid* dan *triceps brachii*, di mana semua pasangan kelompok usia (junior-kadet, junior-senior, dan kadet-senior) menunjukkan nilai signifikansi yang sama ($p = 0,001$).

Temuan ini mengindikasikan bahwa usia memiliki pengaruh yang kuat terhadap aktivitas otot ekstremitas atas dalam gerakan

serangan anggar. Semakin tinggi kategori usia, semakin besar pula aktivitas otot yang dihasilkan. Oleh karena itu, program latihan perlu disusun secara spesifik berdasarkan kelompok usia, dengan fokus pada otot-otot utama yang berperan dalam performa teknik serangan.

PEMBAHASAN

Dalam olahraga anggar, atlet dituntut memiliki kemampuan membuat keputusan secara cepat, memprediksi pergerakan lawan, serta mengoordinasikan gerakan tubuh secara akurat dan efisien. Konsentrasi, kesiapan fisik, refleks cepat, dan koordinasi otot yang baik merupakan kunci keberhasilan dalam olahraga ini (Løvschal & Gravesen, 2021). Latihan fisik, kesiapan mental dan pemahaman teknik pada saat menyerang adalah dasar kesuksesan dalam olahraga anggar, dimana dikombinasikan juga dengan refleks dan koordinasi yang baik pada saat menyerang (Al Fattah et al., 2023). Oleh karena itu, kekuatan dan aktivasi otot ekstremitas atas menjadi komponen penting dalam menunjang performa teknik serangan seperti gerakan lunge.

Pada penelitian ini terbagi menjadi 3 kelompok usia yaitu 1. Kelompok kadet dengan usia 13-17 tahun, 2. Kelompok junior dengan usia 17-20 tahun, dan 3. Kelompok senior dengan usia diatas 20 tahun. Pada penelitian (Rizkiyati & Ismalasari, 2022) mengatakan bahwa pada usia remaja akan terjadi peningkatan pada kekuatan otot, kemampuan berpikir taktis dan koordinasi, dimana mulai mampu memahami strategi permainan saat lomba dan siap dalam kegiatan perlombaan tingkat lanjut. Atlet dewasa merupakan puncak kondisi fisik dan kognitif dimana memiliki kekuatan otot, ketahanan untuk persaingan di perlombaan selanjutnya, dimana mereka mampu menjalani program Latihan yang intens dan terstruktur (Munawarah et al., 2023; Priya & Herywansyah, 2021).

Jenis kelamin menjadi pembeda antara pria dan wanita dikarenakan adanya perbedaan antara struktur anatomi tubuh manusia pria maupun wanita (Dewangga et al., 2024; Syamsuryadin et al., 2022). Bahwa peneliti mengkaji jenis kelamin karena pada laki-laki

memiliki kekuatan otot, kecepatan dan massa tubuh yang lebih tinggi, dimana menjadikan gaya permainan yang cenderung lebih agresif, sementara untuk perempuan umumnya menunjukkan fleksibilitas, ketahanan dan koordinasi motoric yang baik, serta mengandalkan ketepatan teknik dan strategi permainan yang lebih baik (Bustomi et al., 2020; Wahyu Dewangga et al., 2025).

Secara fisiologis, perbedaan aktivitas otot berdasarkan usia dapat dijelaskan melalui teori pertumbuhan otot dan aktivasi motor unit. Menurut (Silverman et al., 2021) pada masa remaja terjadi peningkatan ukuran serabut otot dan efisiensi rekrutmen motor unit. Henneman's Size Principle menjelaskan bahwa semakin tinggi kebutuhan tenaga, semakin besar dan banyak motor unit yang direkrut untuk kontraksi otot. Hal ini menjelaskan mengapa kelompok senior memiliki aktivitas EMG lebih tinggi—karena mereka memiliki kapasitas neuromuskular yang telah matang dan efisien. Usia sekitar 20 tahun merupakan puncak massa otot, dan tanpa latihan konsisten, kekuatan akan menurun secara bertahap (Tambing et al., 2020).

Perbedaan signifikan aktivitas otot *m. infraspinatus*, *m. anterior deltoid*, dan *m. triceps brachii* menunjukkan bahwa kemampuan menghasilkan gaya dan stabilitas sendi meningkat seiring pertambahan usia dan pengalaman latihan. Berdasarkan teori biomekanika, ketiga otot ini memiliki peran kunci: *m. infraspinatus* sebagai rotator luar bahu, *m. anterior deltoid* dalam fleksion bahu dan stabilisasi saat tusukan, serta *m. triceps brachii* dalam ekstensi siku untuk mengarahkan tusukan secara maksimal. Aktivitas otot yang meningkat pada kelompok senior mencerminkan efisiensi koordinasi gerak, sinergi otot, dan kestabilan dalam gerakan serangan (*lunge*) (Hassan & Klauck, 2021).

Pada olahraga anggar dimana sangat dibutuhkan kekuatan otot yang baik dalam memegang senjata, dimana sangat berpengaruh dalam koordinasi saat melakukan serangan. Pada penelitian (Dessy & Soenyoto, 2021) menunjukkan bahwa penguasaan teknik akan meningkatkan koordinasi gerak antar otot dan efektivitas serangan selama pertandingan.

Koordinasi yang baik antara lengan, bahu, dan tungkai dalam gerakan lunge berperan besar dalam akurasi tusukan dan penghindaran cedera (Santoso et al., 2023).

Meskipun hasil penelitian ini signifikan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan. Jumlah sampel yang relatif kecil dan pengambilan data hanya satu kali (cross-sectional) membatasi kemampuan untuk melihat perkembangan adaptasi otot dari waktu ke waktu. Selain itu, belum dilakukan intervensi latihan berbasis hasil EMG untuk menguji efektivitas penguatan otot berdasarkan kelompok usia. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan pendekatan longitudinal dan menambahkan variabel gender serta intervensi pelatihan fungsional berbasis bukti.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap aktivitas otot m. infraspinatus, m. anterior deltoid, dan m. triceps brachii antara atlet anggar pada kategori kadet, junior, dan senior saat melakukan teknik serangan (*lunge*). Semakin tinggi tingkatan usia dan pengalaman atlet, maka semakin tinggi pula efisiensi dan kekuatan kontraksi otot yang terjadi. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa atlet senior memiliki koordinasi otot yang lebih stabil dan efisien dalam melakukan gerakan lunge dibandingkan atlet kadet dan junior. Aktivitas otot yang baik memberikan dorongan maksimal dalam teknik serangan, yang merupakan kunci dalam meningkatkan performa dan mengurangi risiko cedera.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan yang dapat mempengaruhi hasil maupun interpretasi dari penelitian ini.

SUMBER DANA

Penelitian ini didanai oleh Majelis Diktilitbang PPM dan Lembaga Riset dan Inovatif (LRI) Universitas Muhammadiyah Surakarta melalui program hibah penelitian tahun 2024.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ikatan Anggar Seluruh Indonesia (IKASI) atas dukungan dan kontribusinya dalam proses penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Lembaga Riset dan Inovasi Universitas Muhammadiyah Surakarta (LRI UMS) yang telah memberikan bantuan dalam aspek penelitian dan fasilitas yang sangat mendukung. Tanpa dukungan dan kerjasama yang luar biasa ini, penelitian ini tidak akan dapat terwujud dengan baik. Semoga kerja sama ini dapat terus berlanjut untuk kemajuan dunia olahraga anggar dan penelitian di bidang terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Fattah, M. T., Amahoru, N. M., & Mahyuddin, R. (2023). Pengaruh Latihan Bola Gantung Terhadap Akurasi Tusukan Atlet Anggar Senjata Epee Di Smk Negeri 1 Makassar. *Bajra: Jurnal Keolahragaan*, 2(1), 9–14.
- Annasai, F. (2024). Pengembangan Model Latihan Kondisi Fisik Berbasis Circuit Training Untuk Meningkatkan Kecepatan, Power Lengan, Kelincahan, Dan Power Otot Tungkai Atlet Bola Basket Usia 15-18 Tahun. In *UNY* (Vol. 15, Issue 1).
- Borysiuk, Z., Konieczny, M., Błaszczyzyn, M., Błach, W., & Obmiński, Z. (2024). The phenomenon of anticipation in fencing. An applicability approach. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6(April), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1387013>
- Bustomi, A. O., Hidayah, T., Okilanda, A., & Putra, D. D. (2020). Analisis Gerak Pointing Pada Olahraga Petanque. *Journal Sport Area*, 5(1), 65–75. [https://doi.org/10.25299/sportarea.2020.vol5\(1\).4807](https://doi.org/10.25299/sportarea.2020.vol5(1).4807)
- Dessy, M., & Soenyoto, T. (2021). Dukungan Orang Tua Terhadap Motivasi Berprestasi Atlet Anggar di Kabupaten Batang. *Indonesian Journal for Physical*

- Education and Sport*, 1(Edisi Khusus 3), 88–93.
- Dewangga, M. W., Susilo, T. E., Cahyadi, M. M., Saputra, H., Furqony, I. Y., Putra, Z. Y., Wilger, R. V., Candrika, A. A., & Rosyid, F. N. (2024). Physical performance and markers of muscle damage response after single soccer matches in amateur women's soccer players. *Fizjoterapia Polska*, 24(2), 136–143.
<https://doi.org/10.56984/8ZG5608X8S>
- Hassan, S., & Klauck, J. (2021). Kinematics of lower and upper extremities motions during the fencing lunge: results and training implications. *ISBS-Conference Proceedings* ..., 170–173.
- Hidayat, D. A. (2020). *Hubungan Antara Kekuatan Otot Lengan Dan Power Tungkai Terhadap Kemampuan Smash Pada Peserta Ekstrakurikuler Bola Voli Di Smp Negeri 1 Kretek*. 5(3), 248–253.
- Kim, T., & Choi, S. (2021). Analysis of the Upper and Lower Limbs Movement in Elite Fencing Attack Skills. *Korean Journal of Sport Science*, 32(3), 445–453.
<https://doi.org/10.24985/kjss.2021.32.3.445>
- Kurniawan, F. (2020). Analisis Secara Biomekanika Terhadap Kekerapan Kesalahan Pada Teknik Gerak Serang Dalam Pertandingan Anggar (Kajian Spesifikasi Senjata Floret). *Jurnal Olahraga Prestasi*, 11(1), 73–90.
- Løvschal, M., & Gravesen, M. L. (2021). De-/fencing grasslands: Ongoing boundary making and unmaking in postcolonial kenya. *Land*, 10(8), 1–21.
<https://doi.org/10.3390/land10080786>
- Lukar, T. Y. H., & Setiawan, F. B. (2020). *Deteksi Sinyal Otot Manusia Pada Android Menggunakan Sensor Elektromiografi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. 99–106.
<https://doi.org/10.5614/sniko.2018.15>
- Mahardika, W., Pratama, R. S., Nadzalan, A. M., Kusumawardhana, B., Imron, F., Santosa, T., & Kusuma, I. A. (2023). Tendangan Dollyo Chagi Atlet Taekwondo Menggunakan Sistem Penilaian PSS (Protector Scoring System): A Literatur Review. *Jendela Olahraga*, 8(1), 171–185.
<https://doi.org/10.26877/jo.v8i1.14204>
- Munawarah, N., Hamid, A., & Warni, H. (2023). Analisis Daya Ledak Otot Lengan Daya Ledak Otot Tungkai Kecepatan Reaksi Dan Ketepatan Serangan Pada Atlet Anggar Kabupaten Balangan. *STABILITAS: Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*, 4(1), 62–72.
<https://doi.org/10.20527/mpj.v4i1.1929>
- Pratama, F. A., & Ismalasari, R. (2020). Pengaruh Latihan Daya Tahan Otot Lengan Resistance Band Dan Anggar (Studi Kasus Pada Atlet Gasta Fencing Club Surabaya). *Unesa*, 1–8.
- Priya, N., & Herywansyah. (2021). Penyusunan norma instrumen pemanduan bakat anggar untuk usia pra kadet (11-15 tahun). *Tjyybjb.Ac.Cn*, 27(2), 635–637.
- Rizkiyati, A., & Ismalasari, R. (2022). Analisis Kondisi Fisik Atlet Anggar Situbondo Pada Persiapan Porprov Vii 2022. *JPO: Jurnal Prestasi Olahraga*, 7(1), 13–24.
- Santoso, N. P. B., Dewangga, M. W., Hutomo, S., Sulistyono, J., Herywansyah, H., Adhitama, Y. M., & Kurniawan, A. (2023). The impact of knee pain on body balance and electromyographic activity of the quadriceps muscle in fencers during the lunge movement. *Fizjoterapia Polska*, 23(3), 26–31.
<https://doi.org/10.56984/8ZG143F33>
- Silverman, J. D., Balbinot, G., Masani, K., Zariffa, J., & Eng, P. (2021). Validity and Reliability of Surface Electromyography Features in Lower Extremity Muscle Contraction in Healthy and Spinal Cord-Injured Participants. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 27(4), 14–27.
<https://doi.org/10.46292/sci20-00001>
- Syamsuryadin, Suharjana, Laksmi, A. R., Dewangga, M. W., Sirada, A., Hutomo,

S., & Santoso, N. P. B. (2022). Correlation between Body Mass Index and Cardiovascular Fitness of Volleyball Athletes at Athletes Training Center during the Covid-19 Pandemic. *Journal of Medicinal and Chemical Sciences*, 5(4), 631–636.
<https://doi.org/10.26655/JMCHEMSCI.2022.4.19>

Tambing, A., Engka, J. N. A., & Wungouw, H. I. S. (2020). Pengaruh Intensitas Latihan Beban terhadap Massa Otot. *EBinomedik*, 8(1), 1–10.

Tona, E., Razali, R., Putra, S., Rizal, S., & Hasanuddin, I. (2023). Analysis of Attack Speed in Fencing Athletes. *Path of Science*, 9(9), 6001–6005.
<https://doi.org/10.22178/pos.96-10>

Wahyu Dewangga, M., Antya Candrika, A., Rechtsi Medistianto, T. N., & Vlorentyna Wilger, R. (2025). Cold-water immersion for reducing IL-6 and CK in female footballers. *Retos*, 70, 50–61.
<https://doi.org/10.47197/retos.v70.110245>

Widowati, A., & Decheline, G. (2020). Modification of Fencing Weapons to Increase Strength Arm Muscles in Beginner Fencing Athletes. *Physical Activity Journal*, 2(1), 109.
<https://doi.org/10.20884/1.paju.2020.2.1.3331>

Yosie Arief, Fery Lufita Sari, A. T. (2022). Tendiniis Supraspinatus Pada Ibu Usia 59 Tahun :Sebuah Laporan Kasus. *Jurnal Ilmiah Maksitek*, 7(3), 1–9