

**PENGARUH LATIHAN WALL SQUAT
TERHADAP DAYA TAHAN OTOT TUNGKAI PEMAIN BULUTANGKIS**
*THE EFFECT OF WALL SQUAT TRAINING
ON THE LEG MUSCLE ENDURANCE OF BADMINTON PLAYER*

Aqzal Dwi Kuncoro*, Jasmine Kartiko Pertiwi, Bambang Trisnowiyanto
Jurusan Fisioterapi Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surakarta, Indonesia

*E-mail : minemimin@yahoo.com

ABSTRAK

Latar Belakang : Daya tahan otot tungkai merupakan salah satu biomotor yang penting dalam permainan bulutangkis, dimana pemain harus bergerak mengikuti gerakan dari shuttlecock lawan tanpa adanya kelelahan. Fisioterapis dapat memberikan latihan berupa *wall squat* dalam meningkatkan daya tahan otot tungkai pemain bulutangkis. **Tujuan** : Untuk mengetahui adanya pengaruh latihan *wall squat* terhadap daya tahan otot tungkai pada pemain bulutangkis. **Metode** : Rancangan penelitian menggunakan penelitian experimental *one group pre and post test with control group design*. Kelompok perlakuan diberikan intervensi latihan *wall squat* dan latihan standar 3 kali per minggu selama 4 minggu. Sedangkan kelompok kontrol hanya diberikan latihan standar dari pelatih. Total jumlah subjek adalah 20 pemain bulutangkis PB Spensaga. **Hasil** : Hasil uji beda daya tahan otot tungkai awal dan akhir kelompok I dan II menggunakan Uji Paired Sample t-test dengan kelompok I didapatkan hasil yang sama yaitu $p = 0,000$ ($p < 0,05$). Uji beda post test kelompok I dan II menggunakan Independent Sample t-test didapatkan hasil $p = 0,000$. Selisih rata-rata didapatkan bahwa kelompok I mendapatkan hasil 10,7 dan kelompok II mendapatkan hasil 3,2. **Kesimpulan** : Ada pengaruh latihan *wall squat* terhadap daya tahan otot tungkai pemain bulutangkis.

Kata kunci : Latihan *wall squat*, Daya tahan otot tungkai, Bulutangkis

ABSTRACT

Background : Leg muscle endurance is one of the important biomotors in the game of badminton, where players must move following the movements of the opponent's shuttlecock without getting tired. Physiotherapists can provide exercises in the form of wall squats to increase the leg muscle endurance of badminton players. **Objective** : To determine the effect of wall squat training on leg muscle endurance in badminton players. **Method** : The research design uses experimental one group pre and post test research with control group design. The treatment group was given wall squat training intervention and standard training 3 times per week for 4 weeks. Meanwhile, the control group was only given standard training from the trainer. The total number of subjects was 20 PB Spensaga badminton players. **Results** : The results of the test for differences in leg muscle endurance at the beginning and end of groups I and II using the Paired Sample t-test with group I showed the same results, namely $p = 0.000$ ($p < 0.05$). Post test differences between groups I and II using the Independent Sample t-test resulted in $p = 0.000$. The average difference was that group I got a result of 10.7 and group II got a result of 3.2. **Conclusion** : There is an influence of wall squat training on the leg muscle endurance of badminton players.

Keywords: Wall squat training, leg muscle endurance, badminton

PENDAHULUAN

Daya tahan otot pada pemain bulu tangkis mengacu pada kapasitas otot-otot mereka untuk berfungsi dengan efektif selama aktivitas yang intens selama pertandingan berlangsung (Phomsoupha & Laffaye, 2015). Permainan bulutangkis ini mengharuskan pemainnya memiliki daya tahan otot yang baik salah satunya yaitu daya tahan otot tungkai (Wong et al., 2019). Gerakan-gerakan yang berhubungan dengan daya tahan otot tungkai meliputi gerakan jumping, landing, melangkah, dan berlari. Pada gerakan melangkah dan berlari sering disertai dengan gerakan forward lunge. Apabila gerakan-gerakan tersebut mengalami gangguan maka dapat mengganggu aktivitas sehari-hari seperti berjalan, naik turun tangga, berdiri maupun duduk (Cui et al., 2022).

Pentingnya daya tahan otot dapat diamati melalui kemampuan pemain bulutangkis untuk menjaga kualitas permainan mereka sepanjang pertandingan dan latihan yang berlangsung dalam waktu lama. Apabila pemain tersebut memiliki daya tahan otot yang baik maka pemain tersebut tidak akan mengalami kelelahan dan mengurangi resiko terkena cedera otot (Wong et al., 2019).

Gerakan yang paling sering digunakan pada tungkai pemain bulutangkis adalah melangkah yang dibagi menjadi tiga arah yaitu ke depan, ke belakang dan ke samping kanan atau kiri. Gerakan ini memerlukan daya tahan otot tungkai karena melibatkan aktivitas berulang dari otot-otot tungkai baik tungkai atas maupun bawah. Keterampilan pemain dalam melakukan gerakan ini dapat memudahkan pemain tersebut dalam menggapai shuttlecock (Cui et al., 2022).

Pada setiap akhir melakukan pukulan, pemain diharuskan untuk kembali ke tengah lapangan supaya lebih siap dalam menerima serangan dari lawan. Hal itu membuat pemain tersebut melakukan gerakan squat di dalam lapangan. Tujuan dari gerakan tersebut supaya memudahkan dalam melakukan gerakan menggapai shuttlecock baik di lapangan bagian depan, samping maupun di belakang (Harput et al., 2020).

Penurunan daya tahan otot disebabkan oleh kurangnya suplay oksigen ke otot. Suplay oksigen ini berhubungan langsung dengan metabolisme energi. Apabila energi yang dihasilkan sedikit maka dapat mengakibatkan seseorang menjadi mudah lelah dan terjatuh (Sherwood, 2012). Pada sebuah case report yang dilakukan oleh Farid Rahman et all (2021), menunjukkan hasil bahwa kombinasi knee eccentric exercise berupa *wall squat* dan *lunges* dengan *Neuro Muscular Electrical Stimulation* dapat meningkatkan daya tahan otot tungkai secara umum pada pemain badminton. Akan tetapi, penelitian tersebut menggunakan metode one group atau single subject design tanpa adanya kelompok kontrol sehingga hasilnya belum dapat diyakini. Pada penelitian yang dilakukan oleh Carzoli et all (2019) menunjukkan bahwa latihan eccentric concentric dapat meningkatkan kemampuan squat dan bench press seseorang. Pada penelitian yang dilakukan oleh Coratela et all (2019) menunjukkan bahwa latihan eccentric memiliki efek yaitu dapat membuat cedera pada otot yang dilatih. Setelah latihan eccentric dilakukan, otot akan mengalami adaptasi terkait nyeri yang dirasakan.

Salah satu latihan daya tahan otot tungkai menggunakan prinsip eccentric exercise berupa *wall squat*. *Wall squat* bisa meningkatkan kekuatan pada tungkai, hip, dan punggung serta merupakan latihan utama pada program rehabilitasi lutut (Lee et al., 2022). Gerakan *squat*

merupakan salah satu gerakan yang sering dilakukan ketika bermain bulutangkis. Pemain bulutangkis melakukan gerakan *squat* di lapangan ketika bersiap menerima shuttlecock dari lawan sehingga penting bagi pemain bulutangkis untuk latihan *squat* salah satunya dengan variasi *eccentric wall squat* (Harput et al., 2020).

Latihan *eccentric* berupa *wall squat* di bulutangkis menggunakan mekanisme *Muscle Stretch Shortening Cycle* (MSSC) dan *co-contraction*. Mekanisme ini melibatkan otot-otot yang melakukan peregangan dan pemendekan serta melakukan kontraksi bersama baik untuk otot penggerak utama yang disebut sebagai agonis maupun otot yang berperan sebaliknya yang disebut dengan antagonis. Latihan ini dapat meningkatkan keseimbangan landing dari jumping, kelincihan kaki berpindah secara cepat, dan dapat meningkatkan daya ledak otot ketika melompat serta menjangkau shuttlecock (Aboodarda et al., 2014).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian experimental dengan design *one group pre and post test with control group design*. Penelitian ini dilakukan di PB Spensaga yang bertempat di Blimbing, Gatak, Sukoharjo, Jawa Tengah. Waktu pelaksanaan penelitian ini adalah 3 kali seminggu pada September 2023. Subjek penelitian ini berjumlah 20 orang dengan jenis kelamin laki-laki. Kriteria inklusi, eksklusi dan drop out dalam pemilihan subjek adalah sebagai berikut :

a. Kriteria inklusi

1. Jenis kelamin laki-laki
2. Pemain bulutangkis usia 12-14 tahun
3. Sudah bergabung di PB Spensaga selama 3 bulan

b. Kriteria eksklusi

Subjek mengalami cedera pada ekstremitas bawah seperti strain, sprain, fraktur, atau dislokasi 3 bulan terakhir

c. Kriteria drop out

Subjek tidak datang untuk melakukan latihan sebanyak 4 kali dari 12 kali latihan yang dilakukan

Metode pengambilan subjek pada penelitian ini menggunakan pengacakan dengan teknik *simple random sampling*. Teknik ini menggunakan undian berupa lintingan kertas yang sudah diberi nomor ganjil dan genap. Lintingan kertas tersebut dimasukkan ke dalam wadah yang akan diambil secara acak oleh subjek yang memenuhi kriteria inklusi. Apabila mendapat nomor ganjil maka akan masuk di kelompok I atau perlakuan dan apabila mendapat nomor genap maka akan masuk di kelompok II atau kontrol.

Penelitian ini menggunakan instrumen pengukuran yaitu dengan *Half Squat Jump Test*. *Half squat jump test* memiliki tingkat validitas sebesar 0,98 dan tingkat reliabilitas sebesar 0,95 (Munawardi, 2014). Cara pengukuran test ini adalah dengan cara subjek diminta melakukan half squat jump sampai subjek merasa tidak kuat atau tidak mampu lagi untuk melakukan gerakan

19 | [website https://jurnafisio.com](https://jurnafisio.com)

half squat jump selama waktu 60 detik. Lalu hitung berapa banyak lompatan yang diperoleh dan masukan ke dalam kategori penilaian half squat jump.

Subjek yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi melakukan test pengukuran *Half Squat Jump Test* dan dijadikan *pre test* kemudian secara acak dibagi menjadi 2 kelompok. Kelompok I diberikan latihan berupa latihan *wall squat* dan latihan standar dari pelatih PB Spensaga. Kelompok II tidak diberikan latihan *wall squat* tetapi terdapat latihan standar dari pelatih PB Spensaga. Setelah 4 minggu dilakukan pengukuran *post test* menggunakan *Half Squat Jump Test*. Analisa data menggunakan uji statistik dengan aplikasi SPSS 20 yaitu menggunakan uji *paired t-test*, *independent t-test*, dan uji *levene test*.

Tabel 1 menggambarkan program latihan dengan tipe *eccentric wall squat* dengan dosis yang mengalami progresifitas pada minggu ketiga dan keempat. *Eccentric Wall Squat* merupakan gerakan *wall squat* yang lebih menekankan pada gerakan menurunkan paha dari posisi berdiri hingga 90 derajat. Gerakan ini mengakibatkan otot-otot akan memanjang. (Harput et al., 2020).

Tabel 2 menjelaskan tentang instrumen *half squat jump test* dalam pengukuran daya tahan otot tungkai. Evaluasi hasil dilakukan saat *pre test* dan saat *post test*. Hasil atau satuan dari pengukuran ini adalah repetisi atau banyaknya jumlah subjek melakukan tes dalam satu menit.

Tabel 1 Dosis penelitian (ACSM, 2021)

NO	MINGGU	FREKUENSI	INTENSITAS	WAKTU	TIPE
1	1	3 kali dalam minggu	2 set	8 repetisi Waktu istirahat antar set : 30 detik	<i>Eccentric wall squat</i>
2	2	3 kali dalam minggu	2 set	8 repetisi Waktu istirahat antar set : 30 detik	<i>Eccentric wall squat</i>
3	3	3 kali dalam minggu	3 set	10 repetisi Waktu istirahat antar set : 1 Menit	<i>Eccentric wall squat</i>
4	4	3 kali dalam minggu	3 set	10 repetisi Waktu istirahat antar set : 1 Menit	<i>Eccentric wall squat</i>

Tabel 2 Intrepetasi *half squat jump test* (Halim, 2011)

Kategori	Pria	Wanita
Baik sekali	>86 kali	>44 kali
Baik	66-85 kali	34-44 kali
Sedang	37-65 kali	22-33 kali
Kurang	19-36 kali	15-21 kali
Sangat kurang	0-18 kali	0-14 kali

HASIL

1. Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik subjek penelitian ini dibedakan menjadi 2 yaitu karakteristik subjek berdasarkan usia dan karakteristik subjek berdasarkan lamanya gabung di PB Spensaga. Usia minimum dari penelitian ini adalah 12 tahun dan usia maksimum adalah 13 tahun. Nilai rerata dari usia adalah 12,55 dengan standar deviasi 0,51042. Nilai minimum pada lamanya gabung di PB Spensaga adalah 3 bulan dan nilai maksimum adalah 15 bulan. Nilai reratanya 9,35 dengan standar deviasi 5,90517.

Tabel 3
Karakteristik Subjek Penelitian

	Usia	Lamanya Gabung di PB Spensaga
Minimum	12	3
Maksimum	13	15
Rerata	12,55	9,35
Standar Deviasi	0,51042	5,90517

Sumber : Data Primer, 2023

2. Keadaan awal subjek penelitian

Subjek diukur terlebih dahulu untuk mengetahui nilai daya tahan otot tungkainya menggunakan *half squat jump*. Nilai pengukuran dari kelompok I didapatkan nilai minimum yaitu 55 dan nilai maksimum yaitu 65. Selain itu, terdapat juga nilai rerata yaitu 59,70 dan standar deviasi yaitu 3,889. Nilai pengukuran dari kelompok II didapatkan nilai minimum yaitu 77 dan nilai maksimum yaitu 90. Selain itu, terdapat juga nilai rerata yaitu 82,50 dan standar deviasi yaitu 4,743.

Tabel 4
Nilai pengukuran sebelum perlakuan

Karakteristik	Kelompok I	Kelompok II
Minimum	55	77
Maksimum	65	90
Rerata	59,70	82,50
Standar Deviasi	3,889	4,743

Sumber : Data Primer, 2023

3. Keadaan akhir subjek penelitian

Hasil pengukuran akhir dari kelompok I didapatkan hasil berupa nilai minimum yaitu 65 dan nilai maksimum yaitu 76. Hasil dari nilai rerata menjadi 70,40 dan standar deviasi menjadi 4,248. Sedangkan pada kelompok II didapatkan hasil berupa nilai minimum yaitu 79 dan nilai maksimum yaitu 93. Hasil dari nilai rerata menjadi 85,70 dan standar deviasi menjadi 4,668.

Tabel 5
Nilai pengukuran sesudah perlakuan

Karakteristik	Kelompok I	Kelompok II
Minimum	65	79
Maksimum	76	95
Rerata	70,40	85,70
Standar Deviasi	4,248	4,668

Sumber : Data Primer, 2023

4. Uji normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data pada kedua kelompok berdistribusi normal atau tidak. Pada penelitian ini, uji normalitas data dari hasil pengukuran half squat jump test sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan menggunakan shapiro-wilk test karena subjek penelitian <50 orang. Data dikatakan normal apabila nilai $p > 0,05$.

Kelompok I diperoleh nilai pre test $p = 0,123$ dan nilai post test $p = 0,113$. Kelompok II diperoleh nilai pre test $p = 0,215$ dan nilai post test $p = 0,607$. Berdasarkan hasil tersebut, maka kelompok I dan kelompok II berdistribusi normal karena memiliki nilai $p > 0,05$. Proses analisis data selanjutnya menggunakan uji parametrik.

Tabel 6
Hasil uji normalitas data

<i>Shapiro-wilk test</i>		Sig	Interpretasi
Kelompok I	Pre test	0,123	Normal
	Post test	0,113	Normal
Kelompok II	Pre test	0,215	Normal
	Post test	0,607	Normal

Sumber : Data Primer, 2023

5. Uji homogenitas

Uji homogenitas dilakukan pada kedua kelompok sebelum perlakuan dengan menggunakan *leuvene's test* yang bertujuan untuk mengetahui variasi data setiap kelompok berasal dari kondisi yang sama. Data dikatakan homogen apabila nilai $p > 0,05$ dan dikatakan tidak homogen apabila nilai $p < 0,05$. Penelitian ini didapatkan nilai *pre test* sebesar 0,558. Berdasarkan hasil tersebut dapat diartikan bahwa nilai $p > 0,05$ sehingga data pada kedua kelompok ini homogen.

Tabel 7
Hasil uji homogenitas data

Kelompok I dan II	Nilai p	Interpretasi
<i>Pre test</i>	0,258	Homogen

Sumber : Data Primer, 2023

6. Uji beda pre-post kelompok I dan II

Uji beda yang digunakan yaitu uji paired t-test dikarenakan data berdistribusi normal. Kelompok I didapatkan rata-rata pre test yaitu 59,70 dan rata-rata post test yaitu 70,40 dengan selisih 10,7. Uji beda pada kelompok I didapatkan hasil $p = 0,000$ ($p < 0,05$) yang berarti ada perbedaan antara sebelum dan sesudah dilakukan *wall squat*. Kelompok II didapatkan rata-rata pre test yaitu 82,50 dan rata-rata post test yaitu 85,70 dengan selisih 3,2. Uji beda pada kelompok II didapatkan hasil $p = 0,000$ ($p < 0,05$) yang berarti ada perbedaan antara sebelum dan sesudah pada kelompok kontrol yang diberikan latihan standar oleh pelatih.

Tabel 8
Hasil uji beda pre dan post test kelompok I dan II

Uji Paired Sample t-test	N	Mean Pre test	Mean Post test	Mean <i>different</i>	Standar deviasi	Sig.	Interpretasi
Kelompok I	10	59,70	70,40	10,7	0,359	0,000	Ada pengaruh
Kelompok II	10	82,50	85,70	3,2	0,075	0,000	Ada pengaruh

Sumber : Data Primer, 2023

7. Uji beda post test kelompok I dan II

Uji beda post test kelompok I dan II menggunakan *Independent Sample t-Test*. Uji beda ini didapatkan hasil $p = 0,000$ yang berarti bahwa terdapat perbedaan antara kelompok I dengan
23 I website <https://jurnafisio.com>

kelompok II. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh latihan *wall squat* terhadap daya tahan otot pemain bulutangkis.

Tabel 9
Hasil uji beda post test kelompok I dan II

Independent Sample t-Test	N	Mean Post test	Standar deviasi	Sig.	Interpretasi
Kelompok I	10	70,40	4,248	0,000	Ada perbedaan
Kelompok II	10	85,70	4,668		

Sumber : Data Primer, 2023

8. Uji beda selisih mean kelompok I dan kelompok II

Uji beda selisih mean ini untuk mengetahui besarnya pengaruh dari intervensi dengan menghitung selisih rata-rata pre tes dan post test kelompok I dan II. Kelompok yang memiliki hasil yang lebih besar berarti bahwa memiliki pengaruh yang lebih baik. Kelompok I atau kelompok perlakuan didapatkan selisih 10,7 sedangkan pada kelompok II atau kelompok kontrol didapatkan selisih 3,2 sehingga dapat disimpulkan bahwa latihan *wall squat* efektif terhadap peningkatan daya tahan otot pemain bulutangkis.

PEMBAHASAN

Subjek dalam penelitian ini berjumlah 20 orang yang dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan *wall squat* dengan jumlah subjek 10 orang dan pada kelompok kontrol berupa latihan standar dari pelatih dengan jumlah subjek 10 orang.

Hasil dari rata-rata pre test kelompok I didapatkan 59,70 yang masih tergolong sedang dan kelompok II didapatkan 82,50 yang sudah tergolong baik. Setelah 4 minggu, kedua kelompok diukur kembali menggunakan half squat jump dan didapatkan hasil di kelompok I menjadi 70,40 yang tergolong baik dan kelompok II didapatkan hasil menjadi 85,70 yang tergolong baik.

Hasil analisis statistik pre-post kelompok I dan kelompok II menggunakan uji *paired sample t-test* didapatkan hasil $p = 0,000$ dimana keduanya memiliki pengaruh terhadap daya tahan otot pada subjek. Pada uji beda post-post kelompok I dan II menggunakan independent t-test didapatkan hasil 0,000 yang berarti terdapat perbedaan bermakna. Pada hasil perhitungan selisih rata-rata didapatkan hasil bahwa kelompok I memiliki nilai yang lebih besar daripada kelompok II. Hal ini membuktikan bahwa terdapat pengaruh yang lebih besar dari latihan *wall squat* terhadap daya tahan otot pemain bulutangkis.

Wall squat memiliki pengaruh dalam meningkatkan daya tahan otot pemain bulutangkis karena latihan ini merupakan salah satu latihan yang melibatkan banyak otot melakukan kontraksi otot terus menerus dalam jangka waktu yang lama. Latihan ini juga termasuk mudah dilakukan di mana aja dikarenakan hanya memerlukan dinding atau tembok yang rata dan juga stopwatch yang juga terdapat di handphone masa kini. Latihan tipe *eccentric* salah satunya dengan *eccentric wall squat* menghasilkan energi dengan konsumsi ATP yang lebih sedikit daripada tipe konsentrik dan dapat mempengaruhi filamen kontraksi otot yaitu titin yang memiliki pengaruh dalam peningkatan kekuatan otot serta daya tahan otot (Hall & Guyton, 2011).

Wall squat juga memiliki dua mekanisme fisiologis ketika dilakukan yaitu mekanisme *Muscle Stretch Shortening Cycle (MSSC)* dan *co contraction*. Mekanisme *Muscle Stretch Shortening Cycle (MSSC)* terjadi ketika gerakan *eccentric* otot-otot utama penggerak tungkai yang meregang sehingga terjadi penyimpanan energi pada tendon otot yang akan dikeluarkan ketika melakukan gerakan *concentric*. Mekanisme *co contraction* terjadi ketika otot dua grup otot yang memiliki fungsi berkebalikan melakukan kontraksi secara bersamaan. Kedua mekanisme melibatkan banyak otot berkontraksi sehingga dapat meningkatkan daya tahan otot tersebut (Carzoli et al., 2019).

Wall squat terbukti dapat meningkatkan daya tahan otot pemain bulutangkis sehingga dapat dijadikan variasi latihan oleh pelatih atau fisioterapis di tim bulutangkis tersebut. *Wall squat* juga memiliki kekurangan yaitu latihan ini melibatkan banyak otot sehingga pemain dapat merasakan sakit di bagian otot tersebut apabila belum terbiasa melakukannya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa adanya pengaruh pemberian latihan *wall squat* dibandingkan kelompok kontrol yang hanya diberikan latihan standar terhadap daya tahan otot tungkai pemain bulutangkis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pemain dan pelatih PB Spensaga atas izin yang diberikan untuk melakukan penelitian ini, serta kepada teman-teman yang memberikan dukungan dan semangat dalam proses penyelesaian penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboodarda, S. J., Byrne, J. M., Samson, M., Wilson, B. D., Mokhtar, A. H., & Behm, D. G. (2014). DOES PERFORMING DROP JUMPS WITH ADDITIONAL ECCENTRIC LOADING IMPROVE JUMP PERFORMANCE? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2314–2323.
- ACSM. (2021). ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription 11th editions (G. Liguori, Y. Feito, C. Fountaine, & B. A. Roy (eds.); Eleventh). Wolters Kluwer. <https://lccn.loc.gov/2020029780>
- Carzoli, J. P., Sousa, C. A., Belcher, D. J., Helms, E. R., Khamoui, A. V., Whitehurst, M., & Zourdos, M. C. (2019). The effects of eccentric phase duration on concentric outcomes in the back squat and bench press in well-trained males. *Journal of Sports Sciences*, 37(23), 2676–2684. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1655131>
- Coratella, G., & Schena, F. (2016). Eccentric resistance training increases and retains maximal strength, muscle endurance, and hypertrophy in trained men. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 41(11), 1184–1189. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0321>
- Cui, X., Lam, W. K., Gao, Q., Wang, X., & Zhao, T. (2022). Biomechanical Analysis on Skilled Badminton Players during Take-Off Phase in Forehand Overhead Strokes : A Pilot Study. 1–13.
- Halim, N. Ichsan, 2011; Tes dan Pengukuran Kesegaran Jasmani, Makassar, Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2011). Guyton and Hall Textbook of Medical PhysiologySaunders<https://www.worldcat.org/title/guyton-and-hall-textbook-of-medical-physiology/oclc/434319356>
- Harput, G., Calık, M., Erdem, M. M., Sarı, N., Gunduz, S., & Cınar, N. (2020). The effects of enhanced abdominal activation on quadriceps muscle activity levels during selected unilateral lower extremity exercises. *Human Movement Science*, 70(February). <https://doi.org/10.1016/j.humov.2020.102597>
- Lee, J. H., Kim, S., Heo, J., Park, D. H., & Chang, E. (2022). Differences in the muscle activities of the quadriceps femoris and hamstrings while performing various squat exercises. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 6, 10–17. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00404-6>



- Phomsoupha, M., & Laffaye, G. (2015). The Science of Badminton: Game Characteristics, Anthropometry, Physiology, Visual Fitness and Biomechanics. *Sports Medicine*, 45(4), 473–495. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0287-2>
- Rahman, F., Budi, I. S., & Kuncoro, A. D. (2021). Efek Kombinasi Latihan Eccentric dan Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) pada Daya Tahan Otot Tungkai Pemain Badminton Amatir: Case Report. *Jurnal Kesehatan Vokasional*, 6(2), 70. <https://doi.org/10.22146/jkesvo.62383>
- Sherwood, L. (2012). *Fisiologi Manusia Dari Sel Ke Sistem* (6th ed.).
- Wong, T. K. K., Ma, A. W. W., Liu, K. P. Y., Chung, L. M. Y., Bae, Y. H., Fong, S. S. M., Ganesan, B., & Wang, H. K. (2019). Balance control, agility, eye-hand coordination, and sport performance of amateur badminton players: A cross-sectional study. *Medicine (United States)*, 98(2). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000014134>