

## Efek Pemberian *Sports Drinks* dengan Tambahan Kulit Terong Ungu (*Solanum melongena*, L.) Terhadap Indeks Kelelahan Otot

Rayna Mahsa Ulima, Yanesti Nuravianda Lestari

Program Studi Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Negeri Semarang  
Semarang, Indonesia

Email: [Raynamu24@students.unnes.ac.id](mailto:Raynamu24@students.unnes.ac.id)

### Abstrak

Permainan voli adalah olahraga yang melibatkan aktivitas fisik yang cukup intens, yang berpotensi memicu stres oksidatif akibat ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan antioksidan dalam tubuh. Ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan stres oksidatif pada otot dan menyebabkan kelelahan otot (Luthfi et al., 2023). Kulit terong ungu (*Solanum melongena*, L.) diketahui kaya akan antosianin, yang dapat menurunkan stres oksidatif dan mempercepat pemulihan otot pasca-olahraga. Penelitian ini berfokus pada efek sports drink dengan tambahan kulit terong (*Solanum melongena*, L.) terhadap indeks kelelahan otot. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan quasi-experimental menggunakan desain pretest-posttest control group with same subject. Subjek penelitian terdiri dari 17 atlet, di mana kelompok kontrol menerima plasebo dan kelompok perlakuan diberikan sports drink dengan tambahan kulit terong ungu (*Solanum melongena*, L.). Pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi berat badan, tinggi badan, asupan makan, aktivitas fisik, serta tingkat kelelahan otot. Hasil uji man Whitney menunjukkan tidak dapat perbedaan indeks kelelahan otot atlet voli antara kelompok kontrol dan perlakuan sesudah diberikan perlakuan dengan nilai P value sebesar 0,326 ( $p>0,05$ ). Uji wilcoxon menunjukkan tidak terdapat perbedaan indeks kelelahan otot sebelum dan sesudah diberikan perlakuan pada kelompok kontrol dengan nilai P value sebesar 0,344 ( $p>0,05$ ) dan terdapat perbedaan indeks kelelahan otot sebelum dan sesudah diberikan perlakuan pada kelompok perlakuan dengan nilai P value sebesar 0,041 ( $p>0,05$ )

**Kata kunci :** Sports Drinks, Kulit Terong Ungu, Indeks Kelelahan Otot

### PENDAHULUAN

Permainan bola voli merupakan olahraga dengan aktivitas fisik yang cukup intens. Dalam permainan ini, dua tim yang masing-masing terdiri dari enam pemain dipisahkan oleh sebuah net (Agasta et al., 2023). Olahraga ini melibatkan serangkaian gerakan cepat, loncatan, dan lari, yang memberikan tekanan besar pada sistem kardiovaskular, otot, dan ketahanan fisik secara keseluruhan. . Oleh karena itu, tanpa dukungan kondisi fisik yang optimal dan istirahat yang cukup, kelelahan otot dapat meningkat (Irawan & Fitrianto, 2020).

Pemain voli membutuhkan otot yang kuat dan fleksibel untuk meningkatkan performa mereka.

Pelatihan fisik yang terstruktur membantu atlet siap menghadapi kompetisi tingkat tinggi, dengan kekuatan fisik yang optimal memungkinkan otot berfungsi efisien (Kurniawati et al., 2022). Namun, penggunaan otot secara terus-menerus tanpa istirahat yang cukup bisa menyebabkan kelelahan. Kondisi fisik yang kurang optimal dapat mempercepat kelelahan otot, terutama jika latihan intens dilakukan tanpa waktu pemulihan yang cukup (Supriatna, 2020).

Kelelahan otot berdampak besar pada prestasi atlet, di mana peningkatan kelelahan dapat mempengaruhi kesehatan fisik dan menurunkan performa olahraga (Xiao et al., 2023). Penurunan

performa ini dapat menghambat pencapaian prestasi atlet (Usman & Mujari Wahid, 2022). Berdasarkan studi awal di Klub Satria Sejati Semarang, ditemukan bahwa pada tahun 2023, prestasi yang diharapkan dari para atlet klub tersebut belum tercapai.

Klub Satria Sejati Semarang, didirikan pada tahun 1989-1990, adalah klub voli yang melatih atlet dari remaja hingga dewasa. Klub ini telah berpartisipasi dan memenangkan berbagai turnamen, baik di tingkat lokal, regional, maupun nasional, termasuk Juara 3 Kapolres Jepara Cup tahun 2019 dan Juara 2 AHY Cup tahun 2022. Berdasarkan hasil survei lapangan, klub ini belum memiliki program khusus untuk pemulihan atau pencegahan cedera atlet, selain pemanasan dan pendinginan.

Pemulihan yang optimal sangat penting untuk mengatasi kelelahan otot dan mencegah cedera. Mengatasi kelelahan bisa dilakukan dengan menghentikan aktivitas otot atau mengurangi faktor pemicu kelelahan (Usman & Mujari Wahid, 2022). Selain memberi waktu istirahat yang cukup, asupan gizi seimbang dan cairan yang memadai juga berperan dalam mengatasi kelelahan otot. Gizi memainkan peran penting dalam mengatasi kelelahan otot serta mendukung energi, pertumbuhan, performa, dan pemulihan atlet (Zahra & Muhlisin, 2020).

Antosianin, senyawa flavonoid dapat membantu memulihkan kelelahan otot melalui efek antioksidan dan antiinflamasi dengan menetralkan radikal bebas yang menyebabkan kerusakan otot serta dapat mempercepat pemulihan pada peradangan otot setelah latihan intens (Kumar & Kaur, 2021) (Lee et

al., 2019). Olahraga dengan intensitas tinggi dapat memicu stres oksidatif, yakni kondisi di mana terjadi ketidakseimbangan antara pembentukan radikal bebas dan kemampuan tubuh untuk menangkalnya melalui antioksidan. Peningkatan radikal bebas ini dapat memicu stres oksidatif pada otot, yang berujung pada kelelahan otot (Luthfi et al., 2023).

Antosianin merupakan senyawa organik yang larut dalam pelarut polar, memberi warna ungu pada berbagai tumbuhan, termasuk terong ungu (*Solanum Melongena*, L.) yang terletak pada kulitnya (Priska et al, 2018). Terong ungu (*Solanum Melongena*, L.) menjadi bahan makanan yang sering dijadikan sebagai sayur yang banyak ditemukan di Indonesia.

Oleh karena itu, peneliti tertarik mengambil penelitian mengenai pengaruh kandungan antosianin pada kulit terong ungu (*Solanum Melongena*, L.) terhadap indeks kelelahan otot pada atlet voli. Kulit terong ungu (*Solanum Melongena*, L.) ini ditambahkan kedalam produk sports drink yang akan diberikan kepada atlet. Dengan ini diharapkan pemberian sports drink dengan tambahan kulit terong ungu (*Solanum Melongena*, L.) dapat mengurangi nilai indeks kelelahan otot pada atlet voli.

## METODE

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Klub Bola Voli Satria Sejati yang terletak di kawasan Kedungmundu, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang, Jawa tengah pada bulan Mei sampai Juli 2024.

## **Jenis dan Desain Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang menggunakan metode quasi experimental. Dalam penelitian ini, rancangan yang digunakan adalah pretest-posttest control group design with same subject dengan periode washout selama seminggu, dimana subjek yang sama diukur sebelum dan sesudah perlakuan diberikan, dengan memberikan jeda waktu diantara perlakuan untuk menghilangkan efek dari perlakuan sebelumnya. Sehingga peneliti dapat mengidentifikasi perubahan yang terjadi pada subjek (Sugiyono, 2017).

## **Populasi dan Sampel**

Populasi dalam penelitian ini adalah 25 atlet voli Klub Satria Sejati Semarang yang rutin berlatih minimal satu kali seminggu, sedangkan populasi targetnya adalah 18 atlet berusia 12-18 tahun (Setiawan *et al.*, 2022). Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu berdasarkan kriteria tertentu yang telah ditetapkan.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini mencakup atlet yang aktif terdaftar, berusia 12-18 tahun, memiliki intensitas latihan yang sama, serta bersedia menjadi sampel melalui informed consent. Sementara itu, kriteria eksklusi adalah atlet yang memiliki atau pernah mengalami cedera pada bagian kaki serta yang mengundurkan diri dari penelitian. Jumlah sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin, dengan total 18 atlet berusia 14-19 tahun yang memenuhi kriteria penelitian.

## **Prosedur Penelitian**

### *Pembuatan sports drink bagi atlet*

Pembuatan sports drink untuk kelompok eksperimen dilakukan dengan menyiapkan bahan utama yang terdiri dari 300 mL air (89,55% b/b), 21 gram maltodextrin (6,27% b/b), 17 gram bubuk kulit terong ungu (*Solanum melongena*, L.) (5,08% b/b), dan 0,05% xanthan gum. Seluruh bahan dicampur dan dihomogenisasi, kemudian dipanaskan dengan api kecil hingga berbuih sambil terus diaduk. Setelah proses pemanasan, larutan disaring untuk memisahkan ampas yang tidak larut. Selanjutnya, ditambahkan 1 tetes gula stevia dan 1 tetes essence coffee mocca, kemudian dihomogenisasi kembali hingga merata.

Sebagai kontrol, placebo sports drink dibuat menggunakan 300 mL air kelapa (100% b/b) tanpa penambahan bubuk kulit terong ungu. Penggunaan 17 gram bubuk kulit terong ungu dalam kelompok eksperimen didasarkan pada dosis kadar antosianin yang dapat dikonsumsi per hari guna mendukung efektivitas penelitian ini.

### *Pemberian sport drink bagi atlet*

Sebelum pemberian perlakuan, dilakukan tahap persiapan untuk mengumpulkan data karakteristik responden. Data yang dikumpulkan meliputi asupan makanan dalam 24 jam terakhir dan tingkat aktivitas fisik melalui wawancara. Selain itu, dilakukan pengukuran antropometri untuk menilai status gizi responden menggunakan timbangan digital dan mikrotoise untuk tinggi badan.

Pengukuran awal (pre-test) dilakukan pada hari pertama, yaitu sebelum perlakuan diberikan, dengan mengukur indeks kelelahan otot lima menit setelah latihan. Perlakuan diberikan kepada kelompok eksperimen pada minggu kedua, di mana setiap subjek menerima sports drink sebanyak 300 mL sebanyak tiga kali dalam satu minggu, yaitu pada hari ke-5, 7, dan 8. Dengan demikian, total sports drink yang diberikan selama minggu kedua adalah 900 mL (3 x 300 mL).

Pada hari terakhir pemberian sports drink (hari ke-8), dilakukan pengukuran lanjutan (post-test pertama) untuk menilai perubahan indeks kelelahan otot. Setelah kelompok eksperimen menjalani perlakuan, subjek memasuki \*washout period\*

**Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian**

Karakteristik	Rerata ± SD (n=17)
Usia	15,76 ± 1,602
Status Gizi	0,01 ± 0,752
Aktivitas Fisik	299,35 ± 39,549
Tingkat Kecukupan Energi	49,98 ± 14,266
Tingkat Kecukupan Protein	44,98 ± 14,483
Tingkat Kecukupan Lemak	73,29 ± 35,216
Tingkat Kecukupan Karbohidrat	43,72 ± 12,485
Tingkat Kecukupan Natrium	21,86 ± 19,221
Tingkat Kecukupan Kalium	22,41 ± 13,75
Tingkat Kecukupan Magnesium	76,44 ± 39,583

Tabel diatas menunjukkan bahwa jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 17 orang, terdiri dari siswa SMP dan SMA berusia 13 hingga 18 tahun. Pengukuran status gizi menggunakan z-score IMT/U mengungkapkan bahwa semua sampel memiliki status gizi baik (normal), dengan z-score terendah sebesar -1,38 SD dan tertinggi 0,99 SD. Selain itu, aktivitas fisik yang diukur dalam METs berada pada

selama satu minggu untuk menghilangkan efek perlakuan sebelumnya sebelum beralih menjadi kelompok kontrol.

pertama (hari ke-8). Setelah menjadi kelompok eksperimen, sampel diberikan washout period selama satu minggu sebelum menjadi kelompok kontrol.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik subjek penelitian beragam dalam beberapa aspek, meliputi aspek usia, status gizi, aktivitas fisik, dan asupan makan.

level rendah, dengan nilai METs  $\leqslant 600$ , di mana nilai METs terendah adalah 245,56 METs dan nilai METs tertinggi mencapai 363,50 METs. Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa rata-rata tingkat kecukupan gizi tergolong defisit. Temuan ini menunjukkan bahwa atlet di Klub Voli Satria Sejati mengalami defisit berat dalam kecukupan natrium dan kalium, sementara kecukupan magnesium

menunjukkan defisit ringan dengan beberapa individu mengalami asupan berlebih.

#### *Perbedaan Indeks Kelelahan Otot Sebelum dan Sesudah Perlakuan Pada Kelompok Kontrol*

Hasil analisis bivariat untuk mengidentifikasi

perbedaan nilai indeks kelelahan otot antara sebelum dan sesudah diberikan plasebo air kelapa pada kelompok kontrol Hasil analisis tersebut disajikan pada tabel dibawah ini

**Tabel 2. Perbedaan Indeks Kelelahan Otot Sebelum dan Sesudah Perlakuan pada Kelompok**

Indeks kelelahan otot kelompok P1	Min	Max	Mean ± SD (n=17)	Nilai P Value
Sebelum	0,70	13,77	$3,4288 \pm 3,19710$	
Sesudah	0,63	7,70	$2,5476 \pm 1,63183$	0,344

Keterangan:

Uji non-parametrik (Wilcoxon Test)

Signifikan pada nilai alpha 0,05

P1 = kelompok kontrol

Berdasarkan tabel diatas, perbedaan indeks kelelahan otot kelompok kontrol antara sebelum dan sesudah diberi perlakuan menunjukkan tidak signifikan, hal ini ditunjukkan oleh nilai p-value sebesar 0,344 ( $p>0,05$ ) yang berarti tidak ada perbedaan yang signifikan antara pretest dan posttest.

Untuk data pretest, nilai rata-rata (mean) indeks kelelahan adalah 3,42, dengan rentang nilai dari 0,70 hingga 13,77. Setelah perlakuan (posttest), nilai rata-rata indeks kelelahan menurun menjadi 2,54, dengan rentang dari 0,63 hingga 7,70. Secara keseluruhan, meskipun terlihat adanya sedikit penurunan tingkat kelelahan otot pada kelompok kontrol (penurunan

nilai mean), perubahan tersebut tidak cukup signifikan. Ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada kelompok kontrol tidak memiliki pengaruh yang berarti terhadap penurunan kelelahan otot.

#### *Perbedaan Indeks Kelelahan Otot Sebelum dan Sesudah Perlakuan Pada Kelompok Perlakuan.*

Hasil analisis bivariat untuk mengidentifikasi perbedaan nilai indeks kelelahan otot antara sebelum dan sesudah diberikan sports drink dengan tambahan kulit terong ungu (*Solanum melongena*, L.) pada kelompok perlakuan. Hasil analisis tersebut disajikan pada tabel dibawah ini

**Tabel 3. Perbedaan Indeks Kelelahan Otot Sebelum dan Sesudah Perlakuan pada Kelompok Perlakuan**

Indeks kelelahan otot kelompok P2	Min	Max	Mean ± SD (n=17)	Nilai P Value
Sebelum	0,70	13,77	$3,4288 \pm 3,19710$	
Sesudah	0,63	7,70	$2,1306 \pm 1,82942$	0,041

Keterangan:

Uji non-parametrik (Wilcoxon Test)

Signifikan pada nilai alpha 0,05

P2 = kelompok perlakuan

Berdasarkan tabel di atas, hasil analisis uji wilcoxon test menunjukkan terdapat perbedaan nilai indeks kelelahan otot sebelum dan sesudah diberi perlakuan sports drink dengan tambahan kulit terong ungu (*Solanum melongena*, L.) pada kelompok perlakuan. Dengan nilai p-value sebesar 0,041 ( $p<0,05$ ), ini berarti bahwa perlakuan yang diberikan (sports drink dengan tambahan kulit terong ungu) memberikan efek yang signifikan dalam mengurangi tingkat kelelahan otot.

Pada data pretest, rata-rata (mean) indeks kelelahan adalah 3,42, dengan rentang nilai dari 0,70 hingga 13,77. Setelah perlakuan (posttest), rata-rata indeks kelelahan menurun secara signifikan menjadi 2,13, dengan rentang dari 0,503 hingga 7,08. Penurunan rata-rata ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berhasil mengurangi tingkat kelelahan otot secara signifikan.

Temuan ini konsisten dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kandungan

**Tabel 4. Perubahan Indeks Kelelahan Otot Kelompok kontrol dan Kelompok Perlakuan Setelah Perlakuan**

grup	Indeks Kelelahan Otot		$\Delta$ Perubahan Indeks Kelelahan Otot Mean $\pm$ SD ( $\Delta$ )	Nilai value
	Pre-test Mean $\pm$ SD	Post-test Mean $\pm$ SD		
P1	3,4288 $\pm$ 3,19710	2,5476 $\pm$ 1,6318	-0,8812 $\pm$ 3,55801	0,326
P2	3,4288 $\pm$ 3,19710	2,1306 $\pm$ 1,8294	-1,2982 $\pm$ 3,48514	

Keterangan:

Uji non-parametrik (Mann-Whitney Test)

Signifikan pada nilai alpha 0,05

$\Delta^*$  = Selisih nilai indeks kelelahan otot (post-test – pre-test)

P1 = Kelompok kontrol

P2 = Kelompok Perlakuan

n(P1) = n(P2) = 17 orang

antioksidan dalam kulit terong ungu dapat membantu mengurangi stres oksidatif dan mempercepat pemulihan otot. Hasil studi oleh (Perkins *et al.*, 2015) pada Jurnal Internasional Nutrisi Olahraga dan Metabolisme Latihan menunjukkan bahwa efek Ekstrak Blackcurrant New Zealand (NZBC) mengandung senyawa antosianin dapat menunda kelelahan otot setelah lari sprint. Selama latihan intensitas tinggi, stress oksidatif dinetralisir oleh aktivitas antioksidan pada ekstrak blackcurrant New Zealand. Dan antosianin diserap dengan cepat dapat mencapai kadar puncak dalam darah dalam 1-2 jam. *Perbedaan dalam Perubahan Indeks Kelelahan Otot Setelah Perlakuan Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan.*

Hasil analisis bivariat untuk mengetahui perbedaan pada perubahan nilai indeks kelelahan otot antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan sesudah diberikan perlakuan. Hasil analisis tersebut disajikan pada tabel berikut.

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui nilai p-value sebesar 0,326 ( $p>0,05$ ) menandakan bahwa tidak terdapat perbedaan dalam perubahan nilai indeks kelelahan otot antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan setelah diberikan perlakuan.

Pada kelompok kontrol, rata-rata nilai post-test indeks kelelahan otot pada adalah 2,54 menunjukkan bahwa setelah perlakuan, tingkat kelelahan otot masih cukup tinggi. Nilai minimum post-test adalah 0,63 dan maksimum 7,70, yang mencerminkan variasi yang cukup besar antar individu dalam kelompok ini. Perubahan nilai indeks kelelahan otot (selisih posttest - pretest) menunjukkan rata-rata perubahan sebesar -0,88. Nilai negatif ini menunjukkan adanya sedikit penurunan tingkat kelelahan otot. Pada kelompok perlakuan, rata-rata nilai post-test indeks kelelahan otot adalah 2,13 yang menunjukkan bahwa setelah diberikan sports drink dengan tambahan kulit terong ungu, rata-rata tingkat kelelahan otot menurun lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol. Nilai minimum post-test adalah 0,50 dan maksimum 7,08, menunjukkan bahwa ada variasi dalam respons terhadap perlakuan, tetapi tidak terlalu jauh berbeda dengan kelompok kontrol. Lalu pada perubahan nilai indeks kelelahan otot pada kelompok perlakuan menunjukkan rata-rata perubahan sebesar -1,2. Penurunan ini sedikit lebih besar dibandingkan kelompok kontrol.

Temuan ini menunjukkan bahwa *sports drink* dengan tambahan kulit terong ungu belum memberikan efek yang signifikan terhadap penurunan kelelahan otot pada atlet voli, yang berarti

bahwa hipotesis awal penelitian ini belum terbukti. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Maharani *et al.*, 2019) pada Jurnal Riset Gizi, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan dalam penurunan indeks kelelahan otot antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan. Perbedaan yang tidak signifikan ini bisa disebabkan karena adanya kemungkinan faktor yang berasal dari jumlah dosis yang diberikan, waktu intervensi pemberian kurang lama, durasi latihan atlet serta asupan zat gizi yang mempengaruhi kelelahan otot pada atlet.

Tidak terdapat perbedaan dalam perubahan indeks kelelahan otot antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan ini bisa dipengaruhi oleh faktor-faktor pada karakteristik subjek penelitian. Berdasarkan penelitian oleh (Daud *et al.*, 2023) pada jurnal ilmu kedokteran malaysia, menjelaskan bahwa tidak terjadinya pengaruh pada perlakuan mungkin disebabkan oleh perbedaan reaksi psikologis dan fisiologis setiap individu terhadap minuman olahraga (*sports drink*). Setiap orang memiliki sistem tubuh yang berbeda dalam hal menyimpan, menyerap, dan mengangkut bahan aktif dalam minuman tersebut. Selain itu, faktor-faktor seperti komposisi tubuh, tingkat kebugaran, tingkat latihan, usia, dan jenis kelamin juga dapat memengaruhi bagaimana tubuh merespons minuman olahraga yang dikonsumsi. Variasi dalam jenis, waktu pemberian, dan dosis minuman olahraga juga dapat menyebabkan perbedaan hasil.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang efek pemberian *sports drink* dengan tambahan kulit terong ungu (*Solanum melongena*, L.) terhadap indeks kelelahan otot atlet voli, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Tidak terdapat perbedaan indeks kelelahan otot antara sebelum dan sesudah diberikan plasebo pada kelompok kontrol.
2. Terdapat perbedaan indeks kelelahan otot antara sebelum dan sesudah diberikan *sports drink* dengan tambahan kulit terong ungu (*Solanum Melongena*, L.) pada kelompok perlakuan.
3. Tidak terdapat perbedaan pada perubahan indeks kelelahan otot antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan sesudah diberikan perlakuan *sports drink* dengan tambahan kulit terong ungu (*Solanum Melongena*, L.) dan plasebo.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agasta, I. M. A., Hidayat, S., & Ariani, L. P. T. (2023). Hubungan Antara Kekuatan Otot Perut, Kekuatan Otot Lengan Dan Kekuatan Otot Tungkai Terhadap Kemampuan Smash Bola Voli. *Jurnal Pendidikan Kepelatihan Olahraga Undiksha*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.23887/jjpko.v12i1.61946>
- Aji, A. D. P., Widiyatmoko, F. D., & Prastiwi, B. K. (2020). Modifikasi Permainan Bola Voli (Moperboli) untuk Meningkatkan Aktivitas Gerak dan Teknik Dasar Passing Bawah pada Siswa SD Kelas Atas. *JOSSAE Journal of Sport Science and Education*, 4(2), 69–73. <https://doi.org/10.26740/jossa.v4n2.p69-73>
- Aquino, M., Petrizzo, J., Otto, R. M., & Wygand, J. (2022). The Impact of Fatigue on Performance and Biomechanical Variables—A Narrative Review with Prospective Methodology. *Biomechanics*, 2(4), 513–524. <https://doi.org/10.3390/biomechanics2040040>
- Arifin, A. A., Armiani, S., & Fitriani, H. (2022). Isolasi Antosianin Kulit Terong Ungu (*Solanum melongena*, L.) sebagai Biosensor Pendekripsi Kandungan Bahan Kimia pada Makanan. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 361. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i1.5120>
- Aryani, U., Entianopa, & Mirsiyanto, E. (2020). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kelelahan Otot Pada Karyawan Pengergajian Kayu Di CV Kahwa Jaya Saw Mill Kota Jambi Tahun 2020. *Jurnal Kesehatan Pena Medika*, 10(2), 47–56. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31941/pmjk.v10i2.1252>
- Bedo, B. L. S., Pereira, D. R., Moraes, R., Kalva-Filho, C. A., Will-de-Lemos, T., & Santiago, P. R. P. (2020). The rapid recovery of vertical force propulsion production and postural sway after a specific fatigue protocol in female handball athletes. *Gait & Posture*, 77, 52–58. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.01.017>
- Bell, P., Walshe, I., Davison, G., Stevenson, E., & Howatson, G. (2014). Montmorency Cherries Reduce the Oxidative Stress and Inflammatory Responses to Repeated Days High-Intensity Stochastic Cycling. *Nutrients*, 6(2), 829–843. <https://doi.org/10.3390/nu6020829>
- Bimantara, G., & Hardiansyah, A. (2023). Hubungan Status Gizi, Persen Lemak Tubuh, dan Kadar Hemoglobin Terhadap Kualitas VO<sub>2</sub> Maks Siswa Sekolah Sepak Bola Sport Supaya Sehat Semarang. *Jurnal Gizi UNIMUS*, 12(1), 20–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.26714/jg.12.1.2023.20-26>
- Cooper, C. N., Dabbs, N. C., Davis, J., & Sauls, N. M. (2020). Effects of Lower-Body Muscular Fatigue on Vertical Jump and Balance Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(10), 2903–2910. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002882>
- Costello, R., Willem, M. E. T., Myers, S. D., Myers, F., Lewis, N. A., Lee, B. J., & Blacker, S. D. (2020). Effect of New Zealand Blackcurrant Extract on Recovery of Muscle Damage Following Running a Half-Marathon. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 30(4), 287–294. <https://doi.org/10.1123/ijjsnem.2019-0312>
- Daud, S. M. M., Sukri, N. M., Johari, M. H., Gnanou, J., & Abdul Manaf, F. (2023). Pure Juice Supplementation: Its Effect on Muscle Recovery and Sports Performance. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 30(1), 31–48. <https://doi.org/10.21315/mjms2023.30.1.4>
- Eravianti. (2021). *Metodologi Penelitian Kesehatan* (Niken, Ed.; 1st ed.). Penerbit STIKES Syedza Saintika. <https://doi.org/https://doi.org/10.31219/osf.io/cmv89>

- Faturrochman, Junaidi, S., & Setiowati, A. (2020). Efektivitas Pemberian Buah Pisang Dan Vitamin B1, B6, Dan B12 Terhadap Kelelahan Otot. *Journal of Sport Sciences and Fitness*, 6(1). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jssf>
- Goulart, M. J. V. C., PI, D. S., Möller, G. B., Dani, C., Alves, F. D., Bock, P. M., & Schneider, C. D. (2020). Effects of grape juice consumption on muscle fatigue and oxidative stress in judo athletes: a randomized clinical trial. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 92(4). <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191551>
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44(S2), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Hasanah, U., & Fitrianti, D. Y. (2015). Perbedaan Nilai Kelelahan Anaerobik Atlet Sepakbola Yang Diberikan Buah Semangka Merah Dan Tidak Diberikan Buah Semangka Merah (*Citrullus lanatus*). *Journal of Nutrition College*, 4(2), 147–153. <https://doi.org/10.14710/jnc.v4i2.10059>
- Hatta, M., Susanto, H., & Rahfilludin, M. Z. (2016). Perbandingan pemberian air kelapa muda (*cocos nucifera* l) dengan isotonik terhadap denyut nadi dan VO2maks atlet remaja. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*, 4(2), 71–81. <https://doi.org/10.14710/jgi.4.2.71-81>
- Irawan, A., & Fitrantri, N. (2020). Profil Kondisi Fisik Tim Futsal Liga Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta 2019. *Jurnal Ilmiah Sport Coaching and Education*, 4(2), 72–82. <https://doi.org/10.21009/JSCe.04211>
- Kawamura, T., & Muraoka, I. (2018). Exercise-Induced Oxidative Stress and the Effects of Antioxidant Intake from a Physiological Viewpoint. *Antioxidants*, 7(9), 119. <https://doi.org/10.3390/antiox7090119>
- Kumar, P., & Kaur, P. (2021). Effects of anthocyanins on muscle recovery and oxidative stress in athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 31(4), 300–308. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2020-0135>
- Kurniawan, D., Kresnapati, P., & Wibisana, M. (2021). Pengembangan Permainan Passing Bawah Melalui Permainan 2 On 2 Dalam Ekstrakulikuler. *STAND : Journal Sports Teaching and Development*, 2(1), 38–47. <https://doi.org/10.36456/j-stand.v2i1.3518>
- Kurniawati, A., Baihaki, B. I., & Sonjaya, A. R. (2022). Pengaruh Latihan Kondisi Fisik Terhadap Kekuatan Otot Lengan Pada Atlet Karate. *Holistic Journal of Sport Education*, 2(1), 21. <https://doi.org/10.52434/hjse.v2i1.2363>
- Kusumastuti, E., & Widayastuti, N. (2016). Pengaruh Pemberian Jus Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*) Terhadap Indeks Kelelahan Otot Anaerob Pada Atlet Sepak Bola Di Gendut Dony Training Camp (GDTC). *Journal of Nutrition College*, 5(4), 368. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jnc>
- Lady, L., & Wiyanto, A. S. (2019). Tingkat Kelelahan Kerja Pada Pekerja Luar Ruangan Dan Pengaruh Lingkungan Fisik Terhadap Peningkatan Kelelahan. *Journal Industrial Servicess*, 5(1). <https://doi.org/10.36055/jiss.v5i1.6504>
- Lee, C.-W., Chen, H.-J., Xie, G.-R., & Shih, C.-K. (2019). Djulis (*Chenopodium Formosanum*) Prevents Colon Carcinogenesis via Regulating Antioxidative and Apoptotic Pathways in Rats. *Nutrients*, 11(9), 2168. <https://doi.org/10.3390/nu11092168>
- Lestari, E., Sumarni, N. K., & Mappiratu, M. (2019). Kajian Aktivitas Antioksidan Mikrokapsul Ekstrak Kulit Terong Ungu (*Solanum melongena* L). *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 5(3), 299–307. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2019.v5.i3.14628>
- Lestari, Y. N. A., & Amin, N. (2019). Hubungan Status Gizi, Tingkat Kecukupan Energi dan Zat Gizi dengan Kecepatan pada Atlet Hockey Kota Surabaya. *Sport and Nutrition Journal*, 1(1), 19–26. <https://doi.org/10.15294/spnj.v1i1.31275>
- Luthfi, A., Surmita, S., Saleky, Y. W., Rosmana, D., & Isdiany, N. (2023). Formulasi Dan Analisa Kualitas Sport Drink Berbasis Stroberi Dan Mulberry Sebagai Sumber Antioksidan Atlet Endurance. *Jurnal Inovasi Bahan Lokal Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 2(1), 13–26. <https://doi.org/10.34011/jibpm.v2i1.1285>
- Mackenzie, B. (2005). *Performance Evaluation Tests* (25th ed., Vol. 24). Electric World plc.
- Maharani, A. D., Rahmawati, A. Y., Sulistyowati, E., & Prihatin, S. (2019). Pengaruh Pemberian Jus Semangka Kuning (*Citrullus Lanatus*) Terhadap Kelelahan Otot Anaerobik Pada Atlet Sepakbola. *JURNAL RISET GIZI*, 7(1), 69–74. <https://doi.org/10.31983/jrg.v7i1.4372>
- Nurrohima, D., Wasita, B., & Susilawati, T. N. (2022). Antidiabetic Effects of Red Rice Bran in The Rat Models of Diabetes. *Jurnal Aisyah : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 7(2). <https://doi.org/10.30604/jika.v7i2.984>
- Nurzak, A. N., Auliah, S. M., Khaerani, & Yunus, A. (2021). Review Article: Formulasi Pembuatan Minuman Isotonik Berbahan Baku Air Nira Pohon Aren (*Arenga Pennata Merr.*) Dan Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Medika Hutama*, 02(03).

- Papadopoulou, S. K. (2020). Rehabilitation Nutrition for Injury Recovery of Athletes: The Role of Macronutrient Intake. *Nutrients*, 12(8), 2449. <https://doi.org/10.3390/nu12082449>
- Parwata, I. M. Y. (2015). Kelelahan Dan Recovery Dalam Olahraga. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 1(1), 2–13.
- Perkins, I. C., Vine, S. A., Blacker, S. D., & Willems, M. E. T. (2015). New Zealand Blackcurrant Extract Improves High-Intensity Intermittent Running. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(5), 487–493. <https://doi.org/10.1123/ijsem.2015-0020>
- Permadi, M. R., Solikhah, D., Iqbal, M., & Damayanti, R. P. (2023). The effect of red watermelon juice on the anaerobic muscle fatigue index during physical exercise. *Jurnal Gizi Dan Dietetik Indonesia (Indonesian Journal of Nutrition and Dietetics)*, 11(1), 47. [https://doi.org/10.21927/ijnd.2023.11\(1\).47-54](https://doi.org/10.21927/ijnd.2023.11(1).47-54)
- Prabowo, P. D. F. J., & Noordia, A. (2019). Efektivitas Minuman Berenergi Dari Buah Pisang Dan Gula Kelapa Terhadap Indeks Kelelahan Otot. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 7(2).
- Primasari, I. N., & Widodo, A. (2021). Analisis Standar Minimal Daya Tahan Kardiovaskular Vo<sub>2</sub>max Untuk Seleksi Atlet Bolavoli Putra Usia 15-16 Tahun. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 9(1), 247–254.
- Puspitarini, M. D. (2019). Pengaruh Pemberian Smoothie Pisang Raja Terhadap Kelelahan Otot Anaerobik Pada Atlet Sepakbola Di Pusat Pendidikan Dan Latihan Olahraga Pelajar (PPLOP) Jawa Tengah. Skripsi. [http://repository.poltekkes-smg.ac.id/?p=show\\_detail&id=19741](http://repository.poltekkes-smg.ac.id/?p=show_detail&id=19741)
- Putri, T. N. (2017). *Gambaran Tingkat Pengetahuan Gizi Olahraga, Frekuensi Minum Minuman Isotonik, Kebugaran Jasmani, Dan Status Gizi Pada Atlet Sepakbola Di Divisi Utama Persatuan Sepakbola Langkat (PSL) Bapor Pertamina Pangakalan Susu Tahun 2017* [Thesis]. Universitas Sumatera Utara.
- Rahmawati, Y. W., & Budiono, I. (2021). Pengaruh Konsentrasi Kurma Ajwa (Phoenix Dactylifera) dalam Pembuatan Minuman Olahraga Ditinjau Dari Kandungan Gizi dan Daya Terima. *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*, 1(3), 768–775. <https://doi.org/10.15294/ijphn.v1i3.49219>
- Raihanati, E., & Wahyudi, A. (2021). Tingkat Keterampilan Teknik Dasar Bermain Bola Voli Pra Junior Putri Di Kabupaten Kudus. *Indonesian Journal for Physical Education and Sport*, 2(1), 222–229. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/inapes>
- Retnowati, E., & Dikdayani, L. (2022). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 96% Kulit Terong Ungu (*Solanum Melongena*, L.) Dan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus* Sp.) Dengan Metode DPPH. *Indonesia Jurnal Farmasi*, 7(1), 14–20.
- Riyadi, S. (2021). Faktor Penyebab Terjadinya Kelelahan Kerja Pada Pekerja Pt. Dungo Reksa Di Minas. *Jurnal Pengabdian Kesehatan Komunitas*, 1(1), 32–37. <https://doi.org/10.25311/jpkk.Vol1.Iss1.716>
- Sandi, I. N. (2019). Sumber Dan Metabolisme Energi Dalam Olahraga. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 5(2), 64–73. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3340183>
- Santriyyana, N., Dwimawati, E., & Listyandini, R. (2023). *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kelelahan Kerja pada Pekerja Pembuat Bolu Talas Kujang di Home Industry Kelurahan Bubulak Tahun 2022*. 6(4), 370–377. <https://doi.org/10.32832/pro>
- Setiawan, F., Purnamaningsih, I. R., & Sumarno, A. (2022). Penerapan Media Pembelajaran Teknik Dasar Passing Sepakbola Berbasis Android di SMPN 3 Cikarang Utara. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(14), 415–420. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7002844>
- Sofia, V. D., Noviardhi, A., & Ambarwati. (2021). *Pengaruh Pemberian Air Kelapa Muda Terhadap Kelelahan Otot Atlet Sepakbola Usia 15-19 Tahun*. [http://repository.poltekkes-smg.ac.id/?p=show\\_detail&id=28928](http://repository.poltekkes-smg.ac.id/?p=show_detail&id=28928)
- Steinbacher, P., & Eckl, P. (2015). Impact of Oxidative Stress on Exercising Skeletal Muscle. *Biomolecules*, 5(2), 356–377. <https://doi.org/10.3390/biom5020356>
- Suárez, V. J. clemente, Bustamante-Sánchez, Á., Mielgo-Ayuso, J., Martínez-Guardado, I., Martín-Rodríguez, A., & Tornero-Aguilera, J. F. (2023). Antioxidants and Sports Performance. *Nutrients*, 15(10), 2371. <https://doi.org/10.3390/nu15102371>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D* (26th ed.). Alfabeta.
- Sulistianti, I., & Sulistiono, S. (2021). Pengaruh Kualitas Produk, Citra Merek, Kepercayaan Konsumen Terhadap Keputusan Pembelian Motor Yamaha Mio. *Jurnal Ilmiah Manajemen Kesatuan*, 9(3). <https://doi.org/10.37641/jimkes.v9i3.798>
- Supriatna, E. (2020). Pengaruh Kelelahan Otot (Muscle Fatigue) terhadap Performa Tendangan Mae Geri dalam Olahraga Karate. *JOSSAE Journal of Sport Science and Education*, 4(2), 74–78. <https://doi.org/10.26740/jossae.v4n2.p74-78>
- Usman, A., & Mujari Wahid, W. (2022). Pengaruh Pemberian L-Citrulline dalam Memperlambat Kelelahan Otot Pada Atlet. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 8(1). <https://ojs.unm.ac.id/pinisi/index>

- Üster, M. C., Kurt, C., & Özsü Nebioğlu, İ. (2024). The Effect of Lower Body Compression Tights on the Running-Based Anaerobic Sprint Test in Young Male Basketball Players. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*, 15(2), 381–398. <https://doi.org/10.54141/psbd.1437338>
- Vitale, K., & Getzin, A. (2019). Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. *Nutrients*, 11(6), 1289. <https://doi.org/10.3390/nu11061289>
- Wan, J., Qin, Z., Wang, P., Sun, Y., & Liu, X. (2017). Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & Molecular Medicine*, 49(10), e384–e384. <https://doi.org/10.1038/emm.2017.194>
- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., & Prior, R. L. (2006). Concentrations of Anthocyanins in Common Foods in the United States and Estimation of Normal Consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(11), 4069–4075. <https://doi.org/10.1021/jf060300l>
- Wulandari, Ariani, L., & Kresnawati, Y. (2023). Ekstraksi Kulit Terong Ungu (*Solanum melongena*, L.) dengan Pelarut Etanol-Asam Sitrat sebagai Peredam Radikal Bebas. *Media Farmasi Indonesia*, 18(1). <https://doi.org/10.53359/mfi.v18i1.211>
- Xiao, F., Kabachkova, A. V., Jiao, L., Zhao, H., & Kapilevich, L. V. (2023). Effects of cold water immersion after exercise on fatigue recovery and exercise performance--meta analysis. *Frontiers in Physiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1006512>
- Yam, J. H., & Taufik, R. (2021). Hipotesis Penelitian Kuantitatif. *Perspektif : Jurnal Ilmu Administrasi*, 3(2), 96–102. <https://doi.org/10.33592/perspektif.v3i2.1540>
- Zahra, S., & Muhsin, M.-. (2020). Nutrisi Bagi Atlet Remaja. *Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan*, 5(1), 81–89. <https://doi.org/10.17509/jtikor.v5i1.25097>