



## Pengaruh Pemberian Vitamin E Terhadap Derajat Stress Oksidatif Akibat Olahraga

### *The Effect of Vitamin E Intake to the Oxidative Stress Degree on Sport*

Ngadiman<sup>1\*</sup>, Fuad Noor Heza<sup>2</sup>, Bayu Suko Wahono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

email: [ngadiman@unsoed.ac.id](mailto:ngadiman@unsoed.ac.id)<sup>1</sup>, [fuad.heza@unsoed.ac.id](mailto:fuad.heza@unsoed.ac.id)<sup>2</sup>, [bayu.wahono@unsoed.ac.id](mailto:bayu.wahono@unsoed.ac.id)<sup>3</sup>



: <https://doi.org/10.20884/1.paju.2023.4.2.8477>

#### Abstrak

Olahraga mempunyai dampak positif dan negatif. Dampak positif olahraga diantaranya adalah meningkatkan kebugaran dan kesehatan, meningkatkan prestasi dan mencegah berbagai penyakit. Salah satu dampak negatif olahraga adalah terbentuknya senyawa oksidan yang memicu peristiwa stres oksidatif. Stres oksidatif terjadi karena sistem pertahanan antioksidan tubuh tidak mampu mengimbangi produksi radikal bebas. Stress Oxidative (SOD) dan Malondialdehyde (MDA) merupakan penanda aktivitas biologis dalam organisme yang terpapar stres oksidatif dari radikal bebas. Vitamin E adalah contoh antioksidan eksogen yang memiliki kandungan berbagai komponen antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian vitamin E sebelum aktivitas fisik terhadap konsentrasi malondialdehida plasma dan derajat kerusakan SOD akibat stres oksidatif pada manusia setelah aktivitas fisik. Rancangan penelitian menggunakan desain kelompok kontrol uji coba pasca laboratorium dengan tiga kelompok yang masing-masing terdiri dari sembilan subjek. Pengukuran dilakukan dengan mengambil 3 cm<sup>3</sup> darah sebelum dan sesudah aktivitas fisik submaksimal. Dari uji post hoc diketahui terdapat perbedaan yang bermakna (0,001) antara kelompok kontrol dan kelompok K1 (dosis vitamin E 250 mg). Terdapat perbedaan bermakna (0,000) antara kelompok kontrol dan kelompok K2 (vitamin E dosis 500mg). Terdapat perbedaan bermakna (0,006) antara kelompok perlakuan K1 (vitamin E dosis 250mg) dengan K2 (vitamin E dosis 500mg). Simpulan dari penelitian ini adalah pemberian antioksidan eksogen (vitamin E dosis 250 mg dan dosis 500 mg) sebelum aktivitas fisik selama tujuh hari dapat menurunkan kadar SOD dan MDA plasma.

**Kata Kunci :** Vitamin E, Malondialdehyde (MDA), Stress Oxidative (SOD), Olahraga

#### Abstract

*Sports may have both good and bad consequences. Sports have a good influence on fitness and health, performance, and the prevention of many ailments. The development of oxidant chemicals, which initiate oxidative stress events, is one of the unfavorable impacts of exercise. The body's antioxidant defense mechanism is unable to keep up with the generation of free radicals, resulting in oxidative stress. SOD (oxidative stress) and MDA (malondialdehyde) are biological indicators in organisms that are under oxidative stress from free radicals. Vitamin*

Alamat Koresponden : Jurusan Penjas, Fikes Universitas Jenderal Soedirman

Email : [ngadiman@unsoed.ac.id](mailto:ngadiman@unsoed.ac.id)



Jurnal Physical Activity Journal (PAJU) This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#).

*E is an exogenous antioxidant that contains a variety of antioxidant components. The purpose of this study is to see what influence administering vitamin E before exercise has on plasma malondialdehyde levels and the degree of SOD oxidative stress damage in individuals after exercise. The experimental laboratory post test control group design was utilized in the research, with three groups consisting of nine persons each. Before and after doing submaximal intensity physical exercise, 3cc of blood was collected. The results of the post hoc test revealed a significant difference (0.001) between the control and K1 treatment groups (250 mg vitamin E dosage). The difference between the control and K2 therapy groups (500 mg vitamin E dosage) was statistically significant (0.000). The K1 (250 mg vitamin E) and K2 (500 mg vitamin E) treatment groups differed significantly (0.006). According to the findings of this study, taking exogenous antioxidants (250 mg and 500 mg of vitamin E) before physical exercise for seven days can lower plasma SOD and MDA levels.*

**Keywords :** Vitamin E, Malondialdehyde (MDA), Stress Oxidative (SOD), Sport

## PENDAHULUAN

Olahraga teratur dan terukur dapat meningkatkan berbagai aspek kebugaran jasmani, meningkatkan performa seorang atlet serta mengurangi risiko penyakit kardiovaskular, kanker, osteoporosis, dan diabetes. Pelaksanaan program pelatihan harus sesuai dengan intensitas, durasi (waktu), frekuensi, jenis dan arah yang benar untuk mencapai tujuan pelatihan (Szymanek-Pilarczyk, 2021). Latihan intensitas sedang disarankan bagi pemula yang baru memulai latihan dengan intensitas awal 60% dari maximum heart rate (MHR) (Hammami et al., 2020). Latihan intensitas sedang dapat meningkatkan kesehatan dan menjaga kebugaran jantung paru (Garber et al., 2011).

Berbagai manfaat inilah yang mendorong masyarakat untuk melakukan latihan sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup mereka. Tingginya kesadaran masyarakat untuk melakukan latihan dengan berbagai manfaat, apabila tidak diimbangi dengan pengetahuan yang cukup tentang latihan, maka dampak negatif akan ditimbulkan dari latihan itu sendiri. Salah satu dampak negatif dari latihan adalah terbentuk radikal bebas dalam tubuh. Olahraga dapat menciptakan ketidakseimbangan antara spesies oksigen reaktif dan antioksidan, yang dapat menyebabkan kelelahan (Heza et al., 2020).

Aktivitas fisik merupakan sumber utama ROS dalam tubuh sebagai produk sampingan dari reaksi oksidasi-fosforilasi untuk menghasilkan energi (ATP) dalam rantai transpor elektron mitokondria. Prosesnya membutuhkan O<sub>2</sub>, tetapi tidak semua ikatan O<sub>2</sub> dengan hidrogen membentuk air, sekitar 4-5% oksigen yang dikonsumsi diubah menjadi ROS (Hendarto, 2022). Semakin tinggi intensitas aktivitas fisik maka ATP yang dibutuhkan

semakin banyak, oksigen yang dikonsumsi lebih meningkat dan kemungkinan terjadi stres oksidatif semakin tinggi. Keadaan ini dapat menyebabkan gangguan homeostatis pada tubuh, termasuk saat dan setelah berolahraga, seperti kelelahan, nyeri otot, gangguan myofibrillar dan melemahnya sistem kekebalan tubuh (Mendonça et al., 2022).

Radikal bebas adalah penyebab kerusakan otot, yang dapat menyebabkan kelelahan otot, kekakuan dan nyeri (Putri et al., 2023). Mencegah kerusakan otot memberikan keuntungan untuk melanjutkan kinerja setelah berolahraga. Olahraga meningkatkan pembentukan senyawa oksigen, yang menyebabkan stres oksidatif (Maharani et al., 2022). Ketidakseimbangan produksi antioksidan dan oksidan menyebabkan stres oksidatif (Widiastuti, 2022). Menurut (Sasongko et al., 2021) latihan aerobik dapat meningkatkan konsumsi oksigen dalam tubuh 10 hingga 20 kali lipat dan pada otot rangka hingga 100 hingga 200 kali lipat. Selama berolahraga, mengonsumsi lebih banyak oksigen menyebabkan stres oksidatif dan meningkatkan produksi ROS.

Tingkat plasma malondialdehyde (MDA) dapat diukur untuk menilai tingkat stres oksidatif. MDA dianggap sebagai penanda alami untuk mengukur tingkat tekanan oksidatif dalam entitas organik (Tsikas & Mikuteit, 2022), dengan alasan bahwa MDA merupakan senyawa beracun yang merupakan produk akhir dari pemecahan rantai karbon lemak tak jenuh dalam proses peroksidasi lipid. Salah satu efek aktivitas radikal bebas yang paling awal diketahui dan paling mudah diukur adalah oksidasi lipid (Mas-Bargues et al., 2021).

MDA dalam plasma adalah indikator paling sensitif dari kepekaan reaksi suatu jaringan terhadap radikal bebas. Zat yang dapat menunda, mencegah, atau menghilangkan radikal bebas dikenal sebagai antioksidan (Septiana et al., 2019). Untuk melawan radikal bebas, tubuh memiliki sistem pertahanan antioksidan endogen yang terdiri dari glutathion peroksidase (GPx), katalase (CAT), dan superoksida dismutase (SOD). Madu banyak terdapat di masyarakat dan merupakan salah satu senyawa antioksidan eksogen. Menurut (Wick et al., 2017) madu memiliki sifat antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan. Kandungan antioksidan madu meliputi: vitamin E, asam L-askorbat, vitamin A, asam fenolik, flavonoid, mineral seng dan selenium.

Antioksidan madu memiliki kemampuan melindungi organisme dan manusia dari stres oksidatif (Ahmad et al., 2022). Sehingga madu dimanfaatkan sebagai sumber karakteristik untuk menetralkan ekstimis bebas (Cahyaningrum, 2019). Penggunaan antioksidan dalam olahraga masih belum mampu meningkatkan prestasi atlet (Leliqia et al.,

2020). Pemberian madu diharapkan mampu meningkatkan sumber energi dan menangkal radikal bebas, sehingga kelelahan akibat aktivitas fisik dapat dicegah dan performa pada pertandingan selanjutnya dapat dipertahankan. Akan tetapi, pemberian asupan vitamin E melalui konsumsi madu masih perlu dibuktikan dalam menghambat peningkatan kadar MDA dan SOD.

Rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut: 1) Apakah pemberian asupan vitamin E dan enzim glutathione mampu menghambat peningkatan kadar MDA Plasma serta derajat kerusakan stress oxidative SOD setelah melakukan aktifitas fisik?, 2) Bagaimanakah perbandingan antara antioksidan eksogen Vitamin E dengan antioksidan endogen enzim glutathione yang memberikan pengaruh yang lebih signifikan dalam menghambat peningkatan kadar MDA Plasma dan kerusakan derajat stress oxidative SOD setelah melakukan aktifitas fisik intensitas submaksimal?

## METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian laboratorium eksperimental yang menggunakan kelompok kontrol pretest-posttest. Semua orang yang terlibat dalam penelitian ini adalah mahasiswa pendidikan jasmani di Fikes Unsoed. Sampel penelitian ini terdiri dari mahasiswa laki-laki Fikes Unsoed yang berusia 18 sampai 21 tahun. Kriteria Inklusi: Jenis kelamin laki-laki, mengingat memiliki kemampuan fisik yang lebih baik dibandingkan perempuan, berusia antara 18 sampai 21 tahun, memiliki indeks massa tubuh (IMT) normal dan tidak cacat fisik. Meskipun kriteria eksklusi adalah kegagalan untuk memenuhi *informed consent*, dan atau sedang sakit.

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus dari Federer diperoleh besar sampel setiap kelompok adalah 8,5 maka dibulatkan menjadi 9. Jumlah replikasi pada penelitian ini adalah 9 orang per kelompok dan besar sampel keseluruhan menjadi 27 orang dengan subjek cadangan yaitu 2 orang. Latihan submaksimal adalah aktivitas fisik yang dilakukan dengan intensitas submaksimal (denyut jantung maksimal 70-80%) dengan melakukan pemanasan setelah 5 menit dengan sepeda ergo dengan kecepatan awal 50 rpm dan beban 1 kgf mengayuh beban bertambah 2 kg. dengan kecepatan 70 rpm, sekitar menit ke-8 beban dinaikkan dengan kecepatan 1 kg menjadi 80 rpm dan setelah 8 menit beban dinaikkan 2 kg dinaikkan pada kecepatan 90 rpm. Apabila belum mencapai frekuensi denyut jantung submaksimal, sampai kecepatan 100-110 rpm kemudian di pertahankan selama 5 menit, bila sudah mencapai frekuensi denyut jantung submaksimal maka beban diturunkan per 2

kp sampai bebannya 0 kp untuk pendinginan lebih kurang selama 5 – 7 menit sampai frekuensi denyut jantung stabil antara 100 dan 110 batas frekuensi denyut jantung. Latihan submaksimal ini dilakukan di laboratorium kebugaran jasmani PJKR UNSOED Purwokerto.

Analisis data menggunakan aplikasi SPSS yaitu dengan melakukan uji prasyarat meliputi uji Normalitas dan uji Homogenitas dengan taraf signifikasni 0.05. Selanjutnya melakukan uji hipotesis dengan menggunakan ANOVA untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan yang diberikan kepada sampel.

## HASIL

Analisis deskriptif digunakan untuk memperoleh gambaran tentang data yang digunakan dalam penelitian dengan menggunakan mean dan standar deviasi. Distribusi data didasarkan pada mean dan standar deviasi berat badan, tinggi badan dan konsentrasi asam laktat darah dalam sampel. yang dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1.** Analisis Deskriptif Penelitian

VARIABEL	N	MEAN	ST.DEV
USIA	28	20,423	1.34
TB	28	167	3.98
BB	28	64,82	5.60
IMT	28	21,57	1.31
T.ZONE	28	176	10.76
HR	28	78	4.58
HR.1M	28	180	17.44
HR.5M	28	122	11.58
GDP	28	104	5.78
ASL	28	15	2.36

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa rata-rata contoh usia 20 tahun, TB 167 cm, BB 64,82 kg, IMT 21,57, zona latihan dengan detak jantung 176 repetisi per menit (rpm), detak jantung istirahat 78 rpm, detak jantung setelah menit pertama istirahat menit 180 rpm, denyut nadi kemudian pada menit kelima istirahat 1822 rpm, gula darah puasa (BIP) dan asam laktat (ASL) 15 mmol/cc. Hasil uji normalitas ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini.

**Tabel 2.** Uji Normalitas Data

VARIABEL	N	SIG	p	Kes
USIA	28	0,05	0,435	Normal
TB	28	0,05	0,854	Normal
BB	28	0,05	0,467	Normal
IMT	28	0,05	0,243	Normal
HR	28	0,05	0,761	Normal
GDP	28	0,05	0,912	Normal

Dari tabel di atas disimpulkan bahwa semua data yang meliputi umur, tinggi badan, berat badan, IMT, denyut jantung dan glukosa darah puasa memiliki nilai probabilitas (p) lebih besar dari 0,05 oleh karena itu semua data terdistribusi normal. Hasil uji normalitas ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini

**Tabel 3.** Hasil Uji Homogenitas Data

VARIABEL	N	SIG	p	Kes
USIA	28	0,05	0,792	Homogen
TB	28	0,05	0,785	Homogen
BB	28	0,05	0,279	Homogen
IMT	28	0,05	0,332	Homogen
HR	28	0,05	0,254	Homogen
GDP	28	0,05	0,697	Homogen

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa semua data yang meliputi umur, tinggi badan, berat badan, IMT, nadi dan glukosa darah puasa memiliki nilai probabilitas (p) lebih besar dari 0,05 sehingga semua data homogen. Selain itu, analisis uji post hoc nilai MDA dan SOD plasma antar kelompok dengan ANOVA bertujuan untuk mendapatkan informasi lebih lanjut tentang perbedaan lemak antar kelompok. Hasil analisis uji post hoc ditunjukkan pada Tabel 4 di bawah ini

**Tabel 4.** Hasil Uji *post hoc test* dengan Anova terhadap MDA Plasma

Kelompok	kelompok		
	signifikansi		
	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
K <sub>0</sub>	-	0.001	0.000

K <sub>1</sub>	0.001	-	0.006
K <sub>2</sub>	0.000	0.006	-

Hasil uji *post hoc* terhadap MDA Plasma menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna (0,001) antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan K<sub>1</sub> (vitamin E dosis 250mg). Terdapat perbedaan bermakna (0,000) antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan K<sub>2</sub> (vitamin E dosis 500mg). Terdapat perbedaan bermakna (0,006) antara kelompok perlakuan K<sub>1</sub> (vitamin E dosis 250mg) dengan K<sub>2</sub> (vitamin E dosis 500mg).

**Tabel 5.** Hasil Uji *post hoc test* dengan Anova terhadap MDA Plasma

kelompok	kelompok		
	signifikansi		
	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
K <sub>0</sub>	-	0.004	0.000
K <sub>1</sub>	0.004	-	0.002
K <sub>2</sub>	0.000	0.002	-

Hasil uji *post hoc* untuk SOD menunjukkan bahwa ada perbedaan (0,004) antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan K<sub>1</sub> (dosis vitamin E 250 mg). Terdapat perbedaan bermakna (0,000) antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan K<sub>2</sub> (vitamin E dosis 500 mg). Terdapat perbedaan bermakna (0,002) antara kelompok perlakuan K<sub>1</sub> (dosis vitamin E 250 mg) dan K<sub>2</sub> (dosis vitamin E 500 mg).

## PEMBAHASAN

Hasil analisis data menunjukkan bahwa pemberian antioksidan eksogen (vitamin E dosis 250mg dan dosis 500mg) sebelum aktivitas fisik submaksimal selama tujuh hari dapat menurunkan kadar SOD dan MDA plasma. Terdapat perbedaan yang signifikan antara pemberian antioksidan eksogen (vitamin E) dengan antioksidan endogen glutathion enzym sama-sama menghambat peningkatan kadar SOD dan MDA plasma setelah aktivitas fisik submaksimal, namun pemberian asupan antioksidan eksogen lebih bermakna dalam menurunkan kadar SOD dan MDA plasma. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam setiap aktifitas olahraga masih diperlukan antioksidan tambahan guna mengurangi resiko terjadinya radikal bebas berlebih. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa berbagai agen anti-inflamasi berperan dalam pengobatan radikal

bebas (Ahmad et al., 2022). Vitamin E berfungsi sebagai donor hidrogen sehingga dapat menghasilkan radikal peroksid dan radikal tokoferol yang merupakan reaktivitas yang kuat, tetapi tidak menghasilkan asam lemak (Blount et al., 2020).

Menurut (Lewis et al., 2019) Vitamin E meningkatkan radikal bebas lipid pada tingkat oksigen yang lebih rendah. Selain itu, vitamin E khusus ini ditemukan dalam sirkulasi lipoprotein. Dalam hal digunakan sebagai antioksidan pangan, salah satu bentuk yang paling efektif adalah -tokoferol, yang ditemukan dalam tubulus manusia dan dapat digunakan untuk pengobatan bebas radikal (Surai et al., 2019).

Vitamin E bereaksi dengan radikal dengan mengikat membran lipid, menjadikannya vitamin reaktif yang menyebar dari reaksi radikal. Radikal vitamin E beregenerasi melalui glutasi dan vitamin C (Higgins et al., 2020). Karena memiliki banyak manfaat, vitamin E berfungsi sebagai antioksidan sehingga dapat melindungi senyawa lain terhadap oksidasi karena vitamin E bertindak sebagai antioksidan, itu adalah pertahanan utama terhadap oksigen berbahaya, peroksida lipid dan radikal bebas (Jibril et al., 2019). Menurut Cahyaningrum (2019), keberadaan vitamin E dalam mitokondria dapat meningkatkan jumlah metabolit yang dapat diubah menjadi energi melalui ATP.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pemberian asupan vitamin E dosis 250 mg dan 500 mg sebelum aktivitas fisik selama tujuh hari, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut: 1) Pemberian antioksidan eksogen (vitamin E dosis 250mg dan dosis 500mg) sebelum aktivitas fisik selama tujuh hari dapat menurunkan kadar SOD dan MDA plasma. 2) Terdapat perbedaan yang signifikan antara pemberian antioksidan eksogen (vitamin E) dengan antioksidan endogen glutation enzym sama-sama menghambat peningkatan kadar SOD dan MDA plasma setelah aktivitas fisik submaksimal (70-80% *heart rate maximal*), namun pemberian asupan antioksidan eksogen lebih bermakna dalam menurunkan kadar SOD dan MDA plasma.



## REFERENSI

- Ahmad, F., Ningsih, S. N. R., & Yuniarsih, N. (2022). Aktivitas Antioksidan Serum Gel Dari Ekstrak Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica* L) Sebagai Penangkal Radikal Bebas dan Pencerah Wajah. *Jurnal Health Sains*, 3(6). <https://doi.org/10.46799/jhs.v3i06.509>
- Blount, B. C., Karwowski, M. P., Shields, P. G., Morel-Espinosa, M., Valentin-Blasini, L., Gardner, M., Braselton, M., Brosius, C. R., Caron, K. T., Chambers, D., Corstvet, J., Cowan, E., De Jesús, V. R., Espinosa, P., Fernandez, C., Holder, C., Kuklenyik, Z., Kusovschi, J. D., Newman, C., ... Pirkle, J. L. (2020). Vitamin E Acetate in Bronchoalveolar-Lavage Fluid Associated with EVALI. *New England Journal of Medicine*, 382(8), 697–705. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1916433>
- Cahyaningrum, P. L. (2019). Aktivitas Antioksidan Maduternakan Dan Madu Kelengkeng Sebagai Pengobatan Alami. *Widya Kesehatan*, 1(1), 23–28. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v1i1.279>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213feff>
- Hammami, A., Harrabi, B., Mohr, M., & Krstrup, P. (2020). Physical activity and coronavirus disease 2019 (COVID-19): specific recommendations for home-based physical training. *Managing Sport and Leisure*, 0(0), 1–6. <https://doi.org/10.1080/23750472.2020.1757494>
- Hendarto, M. H. (2022). Manfaat Larutan Vitamin C Dan Vitamin E Yang Distabilkan Ferulic Acid Pada Kulit Manusia. *Jurnal Medika Hutama*, 3(2), 2169–2174.
- Heza, F. N., Wahono, B. S., Festiawan, R., Pendidikan, P., Fakultas, J., & Universitas, I. K. (2020). Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi Antioksidan Untuk Olahraga Kesehatan. *Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 6(2), 200–205. <https://ojs.mahadewa.ac.id/index.php/jpkr/article/view/738>
- Higgins, M. R., Izadi, A., & Kaviani, M. (2020). Antioxidants and exercise performance: with a focus on vitamin e and c supplementation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(22), 1–26. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228452>
- Jibril, F. I., Hilmi, A. B. M., & Manivannan, L. (2019). Isolation and characterization of polyphenols in natural honey for the treatment of human diseases. *Bulletin of the National Research Centre*, 43(1). <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0044-7>
- Leliqia, N. P. E., Harta, I. K. G. G. G., Saputra, A. A. B. Y., Sari, P. M. N. A., & Laksmiani, N. P. L. (2020). Aktivitas Antioksidan Kombinasi Fraksi Metanol Virgin Coconut Oil dan Madu Kele Bali dengan Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhidrazyl). *JPSCR: Journal*

of *Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 5(2), 84.  
<https://doi.org/10.20961/jpscr.v5i2.44070>

- Lewis, E. D., Meydani, S. N., & Wu, D. (2019). Regulatory role of vitamin E in the immune system and inflammation. *IUBMB Life*, 71(4), 487–494.  
<https://doi.org/10.1002/iub.1976>
- Maharani, C., Herlambang, Syauqy, A., Puspasari, A., Harahap, H., & Marlina, B. (2022). Hubungan Ekspresi 8OH2DG Sebagai Penanda Stres Oksidatif Kerusakan DNA Dengan Kejadian Preeklampsia dan Luaran Neonatal. *Jambi Medical Journal (JMJ) : Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 10(4), 476–484.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.22437/jmj.v10i4.21102>
- Mas-Bargues, C., Escrivá, C., Dromant, M., Borrás, C., & Viña, J. (2021). Lipid peroxidation as measured by chromatographic determination of malondialdehyde. Human plasma reference values in health and disease. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 709.  
<https://doi.org/10.1016/j.abb.2021.108941>
- Mendonça, J. da S., Guimarães, R. de C. A., Zorgetto-Pinheiro, V. A., Fernandes, C. D. Pietro, Marcelino, G., Bogó, D., Freitas, K. de C., Hiane, P. A., Melo, E. S. de P., Vilela, M. L. B., & Do Nascimento, V. A. (2022). Natural Antioxidant Evaluation: A Review of Detection Methods. *Molecules*, 27(11), 1–37.  
<https://doi.org/10.3390/molecules27113563>
- Putri, G. K., Hilmi, I. L., & Salman, S. (2023). Article Review: Effect of Using Vitamin C on Covid – 19 Patients Review. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(1), 243–248.
- Sasongko, H., Sugiyarto, S., Hidayati, R. W. N., & Saputro, B. A. (2021). Supplementation of *Garcinia mangostana* Linn and *Vasconcellea pubescens* A.DC extract reduced exercise-induced oxidative stress in rats. *Traditional Medical Journal*, 26(3), 197.  
<https://doi.org/10.22146/mot.68517>
- Septiana, A. T., Handayani, I., & Winarsi, H. (2019). Aktivitas Antioksidan dan Sifat Fisikokimia Madu Temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* roxb) yang Ditambah Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale* Rosc). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(4), 155.  
<https://doi.org/10.17728/jatp.4849>
- Surai, P. F., Kochish, I. I., Romanov, M. N., & Griffin, D. K. (2019). Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of vitamin E. *Poultry Science*, 98(9), 4030–4041. <https://doi.org/10.3382/ps/pez072>
- Szymanek-Pilarczyk, M. (2021). The effects of supplementary plyometric training on the development of selected motor skills of young football players from Akademia Raków Częstochowa football club. *Sport i Turystyka. Środkowoeuropejskie Czasopismo Naukowe*, 4(1), 129–138. <https://doi.org/10.16926/sit.2021.04.07>
- Tsikas, D., & Mikuteit, M. (2022). N-Acetyl-L-cysteine in human rheumatoid arthritis and its effects on nitric oxide (NO) and malondialdehyde (MDA): analytical and clinical

considerations. *Amino Acids*, 54(9), 1251–1260. <https://doi.org/10.1007/s00726-022-03185-x>

Wick, K., Leeger-Aschmann, C. S., Monn, N. D., Radtke, T., Ott, L. V., Rebholz, C. E., Cruz, S., Gerber, N., Schmutz, E. A., Puder, J. J., Munsch, S., Kakebeeke, T. H., Jenni, O. G., Granacher, U., & Kriemler, S. (2017). Interventions to Promote Fundamental Movement Skills in Childcare and Kindergarten: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(10), 2045–2068. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0723-1>

Widiastuti, I. A. E. (2022). Stres Oksidatif yang Diinduksi oleh Latihan Fisik. *Jurnal Kedokteran Unram*, 11(4), 1228–1232. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jku.v11i4.900>