

RESEARCH STUDY

OPEN ACCESS

Suplementasi Ekstrak Kencur (*Kaempferia Galanga linn*) terhadap Kadar Plasma Malondealdehide (MDA) dan Interleukin-6 (IL-6) Pasca Aktivitas Latihan Aerobik

Supplementation of Kencur (Kaempferia Galanga Linn) Extract on Malondealdehyde (MDA) and Interleukin-6 (IL-6) Plasma Levels Post Aerobic Training Activity

Roy Januardi Irawan¹, Soni Sulistyarto*¹, Nanda Rimawati¹

¹Prodi S1 Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Olahraga, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

ARTICLE INFO

Received: 15-10-2022

Accepted: 05-12-2022

Published online: 23-12-2022

*Correspondent:

Soni Sulistyarto

sonisulistyarto@unesa.ac.id

DOI:

10.20473/amnt.v6i1SP.2022.140-145

Available online at:

<https://e-journal.unair.ac.id/AMNT>

Keywords:

Kencur, Stress oksidatif, Latihan aerobik, Antioksidan, Sitokin

ABSTRAK

Latar Belakang: Olahraga atau latihan yang intens mengakibatkan peningkatan penggunaan substrat oleh otot-otot yang bekerja, yang kemudian meningkatkan konsumsi oksigen. Peningkatan konsumsi oksigen yang berikatan dengan aktivasi jalur metabolisme spesifik akibat pelaksanaan aktivitas latihan kemudian memicu peningkatan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS). Peningkatan Radikal bebas (ROS) selanjutnya dapat mengakibatkan kerusakan sel. Kencur (*kaempferia galanga linn*) merupakan tanaman yang dipercaya memiliki senyawa bioaktif, diantaranya adalah senyawa fenolik. Salah satu aktivitas yang dimiliki fenolik adalah sebagai antioksidan.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas suplementasi ekstrak kencur (*kaempferia galanga linn*) selama 14 hari pada plasma MDA dan IL-6 pasca aktivitas latihan aerobik

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian quasy experiment, dengan pendekatan *pretest - Post Test Control Group Design*. Sejumlah 30 Mahasiswa Fakultas Ilmu Olahraga Universitas Negeri Surabaya yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi berpartisipasi dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 kelompok yakni kelompok ekstrak kencur (KG) sebanyak 200mg/day dan kelompok placebo (PI). Proses suplementasi dilakukan selama 15 hari (14 hari sebelum dan 1 hari setelah latihan aerobik). Partisipan menyelesaikan latihan aerobik (LA) yang terdiri atas 2x800 m dengan interval 2 menit. Pengukuran plasma MDA dan IL-6 dilakukan 24 jam setelah LA. Data perubahan kadar plasma MDA dan IL-6 sebelum dan setelah 15 hari masa suplementasi Uji beda menggunakan *repeated measures ANOVA* dengan taraf signifikansi $P < 0.05$.

Hasil: terdapat perbedaan rata-rata plasma MDA dan IL-6 pada masing-masing kelompok dengan nilai signifikansi MDA adalah sebesar $p = 0.000$ dan nilai signifikansi IL-6 adalah $p < 0,001$

Kesimpulan: Suplementasi ekstrak kencur (*Kaempferia Galanga Linn*) selama 15 hari efektif untuk menurunkan peningkatan stress oksidatif (MDA) dan peningkatan sitokin proinflamasi (IL-6) pasca pelaksanaan aktifitas latihan aerobik.

ABSTRACT

Background: intense exercise causing an increase in substrate utilization by the working muscles, resulting in an increased use of oxygen. Increased oxygen consumption associated with activation of specific metabolic pathways due to exercise activity then triggers increased *Reactive Oxygen Species* (ROS) production. The increase in free radicals (ROS) can further cause cell damage. Kencur (*kaempferia galanga*) is a plant that is believed to have bioactive compounds, including phenolic compounds that have antioxidant activity.

Objectives: The aim of this study was to determine the effectiveness of 15-days supplementation kencur (*kaempferia galanga linn*) on plasma MDA and IL-6 post aerobic exercise activity.

Methods: This study was quasi experimental study, with a pretest - Post Test Control Group Design. A total of 30 Sports Science students of Universitas Negeri Surabaya who met the inclusion and exclusion criteria participated in this study. The participants divided into 2 groups, the kencur extract group (KG) of 200 mg/day and the placebo group (PI). The supplementation was carried out for 15 days (14 days before and 1 day after aerobic exercise). Participants completed aerobic exercise (AE) consisting of 2x800 m with 2-minute intervals. Measurements of plasma MDA and IL-6 were 24 hours after AE. The difference test used repeated measures ANOVA with a significance level of $P < 0.05$.

Results: there was a significant difference in the plasma MDA and IL-6 between each group with the significance value of MDA was $p = 0.000$ and the significance value of IL-6 was $p < 0.001$

Conclusions: Supplementation of kencur extract (*Kaempferia Galanga Linn*) for 15 days was effective to reduce the increase of oxidative stress (MDA) and the increase in pro-inflammatory cytokines (IL-6) after the implementation of aerobic exercise activities.

Keywords: Kencur, Oxidative stress, Aerobic exercise, Antioxidants, Cytokine

PENDAHULUAN

Kesehatan dan kebugaran merupakan hal yang penting bagi manusia. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan dan kebugaran manusia adalah melalui kegiatan aktivitas fisik berupa latihan fisik (olahraga)^{1,2}. Aktivitas fisik yang teratur dapat meningkatkan kebugaran jasmani dan kemampuan fisik seperti kekuatan, kelentukan, daya tahan dan performa otot³. Aktivitas latihan fisik teratur juga dipercaya dapat mengurangi risiko terjadinya masalah kesehatan seperti berat badan/obesitas⁴, serta memiliki manfaat kesehatan lain diantaranya adalah membantu dalam proses pengobatan, rehabilitasi dan pencegahan berbagai penyakit termasuk penyakit jantung, metabolisme, dan sistem pernapasan^{5,6}. Salah satu jenis aktivitas latihan fisik yang biasa dilakukan dan digemari oleh masyarakat adalah aktivitas latihan aerobik, yang diantaranya dapat berupa senam aerobik, jogging, bersepeda, dan aktivitas latihan aerobik lainnya.

Aktivitas latihan fisik di sisi lain juga memiliki dampak negatif, salah satunya adalah terjadinya peningkatan stres oksidatif dalam bentuk *Reactive oxygen Species* (ROS)⁷ terutama jika dilakukan dalam intensitas tinggi dengan durasi yang lama. Aktivitas latihan fisik aerobik maupun anaerobik sama-sama memiliki peluang terjadinya stress oksidatif⁸. Penelitian-penelitian terdahulu telah melaporkan bahwa aktivitas latihan aerobik akut dapat meningkatkan stress oksidatif⁹ yang selanjutnya dapat mengakibatkan kerusakan sel¹⁰. Kerusakan sel akibat radikal bebas ini kemudian dapat menyebabkan inflamasi yang dicirikan oleh adanya peningkatan sitokin-sitokin pro inflamasi (TNF- α , IL-6, IL-2, dan IL-8)¹¹. Pada dasarnya, respon inflamasi merupakan sistem pertahanan pertama terhadap gangguan eksternal seperti virus dan bakteri patogen, namun paparan sitokin inflamasi yang berkepanjangan dapat menyebabkan penyakit metabolik seperti diabetes, penyakit kardiovaskular, penyakit ginjal kronis dan kanker¹².

Aktivitas latihan fisik aerobik akut dapat mengakibatkan peningkatan stres oksidatif⁷. Aktivitas latihan fisik meningkatkan penggunaan oksigen seiring dengan peningkatan kebutuhan energi dan oksigen melalui jalur oksidatif, yang dapat menjadi proses yang berbahaya. Peningkatan konsumsi oksigen ini dikombinasikan dengan aktivasi jalur metabolisme spesifik menghasilkan pembentukan ROS¹³. Malondialdehid (MDA) adalah bentuk utama aldehida yang dihasilkan dari peroksidasi lipid jaringan dan

digunakan sebagai biomarker stres oksidatif dan gangguan metabolisme¹⁴.

Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa aktivitas latihan fisik aerobik akut dapat mengakibatkan peningkatan stres oksidatif yang selanjutnya dapat menyebabkan terjadinya inflamasi. Berdasarkan hal tersebut maka itu perlu adanya upaya lain sebagai alternatif untuk menangkali terjadinya peningkatan stres oksidatif tersebut, salah satunya dengan suplemen antioksidan yang berasal dari herbal. Salah satu herbal yang berpotensi sebagai antioksidan adalah kencur (*Kaempferia Galanga linn*).

Kencur merupakan tanaman tradisional yang telah digunakan lama sebagai bumbu masak. Selain itu, kencur juga kerap kali digunakan sebagai bahan baku pengobatan tradisional terutama di Indonesia. Kandungan senyawa yang dimiliki kencur sebagai herbal diantaranya adalah alkaloid, polifenol, tannin dan flavonoid. Senyawa-senyawa tersebut merupakan kelompok senyawa metabolit sekunder yang berperan sebagai antioksidan¹⁵. Bioaktivitas dari kencur *galanga* membuktikan bahwa tanaman ini memiliki manfaat sebagai anti kanker, anti oksidan, anti inflamasi, analgesik dan anti bakteri¹⁶. Studi terhadap kencur sebagai herbal yang mengandung antioksidan masih belum banyak dilakukan.

Berdasarkan potensi antioksidan yang dimiliki oleh kencur maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas suplementasi ekstrak kencur (*kaempferia galanga linn*) selama 15 hari pada plasma MDA dan IL-6 pasca aktivitas latihan aerobik. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi dunia kesehatan olahraga khususnya terkait afektivitas suplementasi ekstrak kencur (*kaempferia galanga linn*) terhadap peningkatan stress oksidatif (MDA) dan sitokin proinflamasi (IL-6).

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian quasi experiment, dengan pendekatan *pretest - posttest control group design*. Rancangan ini disusun sebagai langkah untuk mengukur efektivitas suplementasi ekstrak kencur 200mg selama 15 hari terhadap perubahan stress oksidatif (MDA) dan sitokin pro inflamasi (IL-6).

Sebanyak 30 Mahasiswa Fakultas Ilmu Olahraga Universitas Negeri Surabaya yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi berpartisipasi dalam penelitian ini menjadi 2 kelompok yakni kelompok ekstrak kencur (KG)

sebanyak 200mg/day dan kelompok placebo (PI). Proses suplementasi dilakukan selama 15 hari (14 hari sebelum dan 1 hari setelah latihan aerobik). Partisipan menyelesaikan latihan aerobik (LA) yang terdiri atas 2x800 m dengan interval 2 menit. Pengukuran plasma MDA dan IL-6 dilakukan sesaat sebelum dan 24 jam setelah LA.

Sampel darah berupa data plasma MDA dan IL-6 dalam darah yang diambil 24 jam setelah LA. Untuk mendapatkan data kadar MDA dan IL-6 maka dilakukan pengambilan darah melalui vena kubiti sebanyak 10cc dan dimasukkan kedalam tabung SST (Serum Separator Tube) yang telah disediakan. Selanjutnya tabung dengan darah beku disentrifus selama 15 menit dengan 3000 rpm. Serum yang terbentuk diambil dan dimasukkan kedalam beberapa tabung polipropilen ditutup dan diberi label identitas sesuai dengan nomor urut penelitian, selanjutnya dibekukan pada suhu $\leq -20^{\circ}\text{C}$. Pengukuran kadar IL-6 menggunakan mede Elisa. Sedangkan data kadar *malondialdehyde* (MDA) serum diperoleh dari pemeriksaan laboratorium pada serum sampel saat akhir penelitian yang dilakukan dengan metode *Thiobarbituric Acid Reactive Substances* (TBARS)(Pertiwi, 2016). Protokol dari penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etik Fakultas Ilmu Olahraga Universitas Negeri Surabaya No. 662/UN38/HK/PP/2022.

Analisis data berupa analisis univariabel bertujuan menggambarkan karakteristik subjek penelitian. Uji normalitas dilakukan dengan Kolmogorov-Smirnov. Analisis bivariabel Untuk membandingkan perbedaan kadar MDA dan IL-6 antara sebelum masa suplementasi dan setelah 15 hari suplementasi ekstrak kencur dengan taraf signifikansi $p < 0,05$. Uji Mann Whitney digunakan apabila data tidak berdistribusi normal dan uji t-independen bila data berdistribusi normal. Selanjutnya untuk mendapatkan ukuran besar efek, maka uji *cohen's d* digunakan untuk menentukan seberapa besar perbedaan antara kelompok intervensi (KG) dan kelompok control (PL). Seluruh analisis statistik dalam penelitian ini menggunakan bantuan Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v.23

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejumlah 30 Mahasiswa Fakultas Ilmu Olahraga Universitas Negeri Surabaya yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi berpartisipasi dalam penelitian ini. Karakteristik partisipan meliputi usia, tinggi badan, berat badan dan Indeks Massa Tubuh (IMT) dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik partisipan

	N	Min	Max	Mean	\pm SD
Usia (tahun)	30	18	20	19,1	\pm 0,66
Tinggi Badan (cm)	30	156	183	168,13	\pm 5,59
Berat Badan (kg)	30	47	73	59,57	\pm 7,00
IMT	30	18,14	24,09	21,03	\pm 1,80

Berdasarkan tabel 1 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata usia partisipan adalah 19,1 tahun (\pm 0,66), rata-rata tinggi badan adalah sebesar 168 cm (\pm 5,59), rata-rata berat badan adalah sebesar 59,57 (\pm 7,00) dan IMT sebesar 21,03 (\pm 1,80).

Perubahan kadar plasma MDA (Δ MDA) maupun

IL-6 (Δ IL-6) pada kelompok kencur (KG) dan kelompok placebo merupakan data selisih MDA dan IL-6 antara sebelum dan setelah 15 hari masa suplementasi ekstrak kencur yang diambil 24 jam setelah pelaksanaan LA. Adapun hasil pengumpulan data variabel MDA dan IL-6 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Statistik deskriptif perubahan MDA dan IL-6 sebelum dan setelah 15 hari masa suplementasi

	Δ MDA					Δ IL-6				
	N	Min	Max	Mean	\pm SD	N	Min	Max	Mean	\pm SD
KG	15	5,08	9,45	6,72	\pm 1,12	15	5,54	10,19	6,88	\pm 1,29
PL	15	9,56	12,79	10,78	\pm 0,85	15	7,78	12,98	9,42	\pm 1,54

Berdasarkan tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata perubahan MDA (Δ MDA) sebelum dan setelah 15 hari masa suplementasi ekstrak kencur adalah sebesar 6,72 (\pm 1,12) pada kelompok Kencur (KG) dan 10,78 (\pm 0,85) pada kelompok placebo. Pada tabel 2. diatas nampak juga bahwa rata-rata perubahan IL-6 (Δ IL-6) adalah sebesar 6,88 (\pm 1,29) pada kelompok Kencur (KG)

dan 9,42 (\pm 1,54) pada kelompok placebo,

Sebelum melakukan uji hipotesis maka diperlukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal. Dalam penelitian ini uji Kolmogorov-Smirnov digunakan untuk menguji normalitas distribusi data dari variabel penelitian. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel 3. di bawah ini.

Tabel 3. Hasil uji normalitas pada masing-masing variabel

	ΔMDA		ΔIL-6	
	KG	PL	KG	PL
Mean	6,72	10,78	6,88	9,42
±SD	±1,12	±0,85	±1,29	±1,54
P	0,200	0,200	0,200	0,200

Berdasarkan Tabel 3 Diperoleh data bahwa seluruh variabel dalam penelitian ini memiliki nilai $p > 0,05$. Hal dapat diasumsikan bahwa seluruh data pada variabel penelitian berdistribusi normal.

Seperti ditunjukkan pada tabel diatas bahwa tiap-tiap variabel penelitian menunjukkan berdistribusi normal, maka selanjutnya *Paired t test* digunakan untuk

menguji uji hipotesis dalam penelitian ini. Penggunaan uji *Paired t test* ini bertujuan untuk menjawab adanya perbedaan rata-rata (mean) dari variabel perubahan MDA dan IL-6 antara kelompok intervensi (KG) maupun kelompok control (PL). Adapun hasil dari uji *Paired t test* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil *paired t test* pada variabel

	<i>Paired sample test</i>				
	Mean	±SD	t	df	Sig.(2-tailed)
MDA KG - PL	7,24887	±1,83542	21,632	29	0,000
IL6 KG-PL	5,94806	±2,0441	15,938	29	0,000

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa uji beda pada rata-rata (mean) dari variabel perubahan plasma MDA antara kelompok intervensi (KG) maupun kelompok control (PL) diperoleh nilai p sebesar 0,000 ($<0,05$) yang bermakna bahwa terdapat perbedaan yang bermakna rata-rata antara kelompok intervensi (KG) maupun kelompok control (PL). Demikian pula dengan perubahan plasma IL-6 yang juga mendapatkan nilai p sebesar 0,000 ($<0,05$) yang dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna rata-rata antara kelompok intervensi (KG) maupun kelompok control (PL).

Rumus *Cohen's d* selanjutnya digunakan untuk menentukan besar efek besar perbedaan antara kelompok intervensi (KG) dan kelompok control (PL). Berdasarkan hasil perhitungan besar efek *Cohen's d* diperoleh skor *Cohen's d* sebesar 4.08 yang bermakna bahwa besar pengaruh antara kelompok intervensi (KG) dibandingkan dengan kelompok control (PL) berada dalam kategori tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas suplementasi ekstrak kencur (*kaempferia galanga linn*) selama 15 hari pada stress oksidatif dan inflamasi yang ditandai dengan peningkatan plasma MDA dan IL-6 pasca aktivitas latihan aerobik. Berdasarkan hasil penelitian diatas diketahui bahwa terdapat rata-rata peningkatan kadar variabel plasma MDA dan IL-6 pada kelompok plasebo lebih tinggi dibandingkan dengan antara kelompok intervensi (KG), sehingga dapat disimpulkan bahwa suplementasi ekstrak kencur (*Kaempferia Galanga linn*) berpengaruh terhadap penurunan kadar Plasma Malondealdehid (MDA) dan IL-6 pasca aktivitas latihan aerobik.

Stres oksidatif merupakan ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan sistem pertahanan antioksidan endogen. Kondisi ini kemudian menghasilkan akumulasi kerusakan oksidatif, aktivasi jalur sinyal sensitif dan perkembangan kondisi patologis seperti penyakit

kardiovaskular, sindrom metabolik dan resistensi insulin¹⁸. Agar tetap dalam kondisi stabil maka radikal bebas dan stress oksidatif yang terjadi dalam tubuh akan mempromosikan reaksi oksidasi dengan molekul-molekul yang lain, diantaranya adalah protein, lipid, dan DNA¹⁷.

Penelitian-penelitian terdahulu telah menyatakan bahwa aktivitas latihan fisik terutama yang dilakukan dengan intensitas tinggi dan durasi yang lama memiliki resiko terjadinya peningkatan stress oksidatif⁸. Selama pelaksanaan aktivitas latihan fisik akan mengakibatkan peningkatan kebutuhan oksigen, terutama di otot rangka, yang kemudian menyebabkan perubahan dalam aliran darah ke berbagai organ. Perubahan fisiologis yang terjadi selama latihan akut ini meningkatkan produksi radikal bebas, selanjutnya mengakibatkan terjadinya kerusakan oksidatif pada biomolekul¹⁹, dalam hal ini baik aktivitas latihan fisik aerobik maupun anaerobik sama-sama memiliki resiko terjadi peningkatan stres oksidatif⁸ yang selanjutnya diikuti dengan terjadinya inflamasi²⁰. Peningkatan stress oksidatif dapat ditanda dengan peningkatan sirkulasi Malondealdehid (MDA) dalam darah, sedangkan kejadian inflamasi dapat ditandai dengan peningkatan sirkulasi IL-6 (sitokin pro inflamasi) dalam darah²¹.

Pada dasarnya tubuh manusia memiliki jaringan antioksidan yang rumit, yang bertindak sebagai sistem pertahanan dalam mencegah radikal bebas dan spesies reaktif, hal ini dilakukan sebagai bagian proses homeostatis. Salah satu bentuk pertahanan terhadap radikal bebas adalah enzim *glutathione peroxidase* (GPx). Enzim ini menggunakan *glutathione* untuk mengurangi peroksida, sehingga melindungi membran dan struktur seluler lainnya dari aksi peroksida lipid dan radikal bebas²². Selain itu, terdapat mekanisme lain yakni melalui enzim katalase (CAT). Enzim CAT ini merupakan salah satu enzim yang terlibat dalam penghancuran hidrogen peroksida yang dihasilkan selama metabolisme sel²³.

Namun demikian, stres oksidatif (ROS) dan gangguan fungsi seluler dapat terjadi jika terdapat peningkatan konsentrasi oksidan tubuh melebihi antioksidan (GPx dan CAT) yang tersedia oleh tubuh manusia^{24,25}. Hal tersebut dapat diatasi dengan suplementasi antioksidan, dengan demikian dapat membantu menurunkan resiko kerusakan sel yang disebabkan oleh stres oksidatif²⁶.

Kencur (*kaempferia galanga linn*) merupakan salah satu herbal yang memiliki sifat sbagai antioksidan²⁷ dalam upaya mengurangi resiko terjadinya stress oksidatif (MDA) dan terjadinya peningkatan resiko inflamasi (IL-6). Studi oleh Hanish (2011) menyimpulkan bahwa pemberian ekstrak kencur yang diinjeksikan selama 21 hari pada tikus coba mampu meningkatkan jumlah enzim antioksidan (SOD), GPx dan CAT²⁸, dan dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa suplementasi ekstrak kencur selama 15 hari mampu menurunkan resiko peningkatan stress oksidatif (MDA) pasca aktivitas latihan aerobik. Ekstrak kencur memiliki kandungan senyawa-senyawa aktif diantaranya adalah flavonoids, *saccharides*, phenols and saponins, senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa aktif yang bertindak sebagai antiinflamasi²⁹, dalam hal ini diperoleh hasil bahwa suplementasi ekstrak kencur selama 15 hari mampu menurunkan resiko peningkatan inflamasi yang ditandai dengan sitokin pro inflamasi (IL-6) pasca aktivitas latihan aerobik.

KESIMPULAN

Suplementasi ekstrak kencur yang dipercaya memiliki kandungan antioksidan dan antiinflamasi selama 15 hari mampu menurunkan resiko peningkatan stress oksidatif yang ditandai dengan MDA dan peningkatan resiko inflamasi dengan marker sitokin pro inflamasi (IL-6) pasca aktivitas latihan aerobik.

ACKNOWLEDGEMENT

Peneliti ingin mengucapkan terma kasih kepada seluruh kontributor dalam penelitian ini, terutama mahasiswa prodi S1 Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya yang telah bersedia menjadi partisipan dalam penelitian, selanjutnya peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada tenaga kesehatan (Nakes) yang telah membantu dalam pengambilan sampel darah sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

CONFLICT OF INTEREST DAN FUNDING DISCLOSURE

Semua penulis tidak memiliki conflict of interest terhadap artikel ini. Penelitian ini didanai oleh Fakultas Ilmu Olahraga melalui program hibah Penelitian Kebijakan Fakultas Ilmu Olahraga, Universitas Negeri Surabaya tahun 2022.

REFERENSI

1. Zhang, X. & Gao, F. Exercise improves vascular health: Role of mitochondria. *Free Radic. Biol. Med.* **177**, 347–359 (2021).
2. Mamurov, B. *et al.* Acmeological Approach to the Formation of Healthy Lifestyle Among University

- Students. in *Proceedings of the III International Scientific Congress Society of Ambient Intelligence 2020 (ISC-SAI 2020)* (Atlantis Press, 2020). doi:10.2991/aebmr.k.200318.043.
3. Pascoe, M. C. & Parker, A. G. Physical activity and exercise as a universal depression prevention in young people: A narrative review. *Early Interv. Psychiatry* **13**, 733–739 (2019).
4. Armstrong, A. *et al.* Effect of aerobik exercise on waist circumference in adults with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obes. Rev.* **23**, (2022).
5. Guo, S. *et al.* Impacts of exercise interventions on different diseases and organ functions in mice. *J. Sport Heal. Sci.* **9**, 53–73 (2020).
6. Armstrong, M. & Vogiatzis, I. Personalized exercise training in chronic lung diseases. *Respirology* **24**, 854–862 (2019).
7. Thirupathi, A. *et al.* Effect of Different Exercise Modalities on Oxidative Stress: A Systematic Review. *Biomed Res. Int.* **2021**, 1–10 (2021).
8. Powers, S. K. *et al.* Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe? *J. Sport Heal. Sci.* **9**, 415–425 (2020).
9. Thirupathi, A. & Pinho, R. A. Effects of reactive oxygen species and interplay of antioxidants during physical exercise in skeletal muscles. *J. Physiol. Biochem.* **74**, 359–367 (2018).
10. Sharma, A., Gupta, P. & Prabhakar, P. K. Endogenous Repair System of Oxidative Damage of DNA. *Curr. Chem. Biol.* **13**, 110–119 (2019).
11. Suzuki, K., Tominaga, T., Ruhee, R. T. & Ma, S. Characterization and Modulation of Systemic Inflammatory Response to Exhaustive Exercise in Relation to Oxidative Stress. *Antioxidants* **9**, 401 (2020).
12. Aw, N. H., Canetti, E., Suzuki, K. & Goh, J. Monocyte Subsets in Atherosclerosis and Modification with Exercise in Humans. *Antioxidants (Basel, Switzerland)* **7**, (2018).
13. Nunes Silva, A. The Association between Physical Exercise and Reactive Oxygen Species (ROS) Production. *J. Sports Med. Doping Stud.* **05**, (2015).
14. Petrovic, S., Arsic, A., Ristic-Medic, D., Cvetkovic, Z. & Vucic, V. Lipid Peroxidation and Antioxidant Supplementation in Neurodegenerative Diseases: A Review of Human Studies. *Antioxidants* **9**, 1128 (2020).
15. Suhaili, R. PENENTUAN KANDUNGAN ANTIOKSIDAN DALAM RIMPANG KENCUR YANG DIEKSTRAKSI DENGAN BANTUAN GELOMBANG ULTRASONIK. *CHEMPUBLISH J.* **3**, 46–56 (2018).
16. Silalahi, M. KENCUR (*Kaempferia galanga*) DAN BIOAKTIVITASNYA. *J. Pendidik. Inform. dan Sains* **8**, 127 (2019).
17. Kruk, J., Aboul-Enein, H. Y., Kladna, A. & Bowser, J. E. Oxidative stress in biological systems and its relation with pathophysiological functions: the effect of physical activity on cellular redox homeostasis. *Free Radic. Res.* **53**, 497–521 (2019).
18. Yavari, A., Javadi, M., Mirmiran, P. & Bahadoran,

- Z. Exercise-Induced Oxidative Stress and Dietary Antioxidative. *Asian J. Sports Med.* **6**, (2015).
19. Man, A. W. C., Li, H. & Xia, N. Impact of Lifestyles (Diet and Exercise) on Vascular Health: Oxidative Stress and Endothelial Function. *Oxid. Med. Cell. Longev.* **2020**, 1–22 (2020).
20. Kruk, J., Aboul-Enein, B. H. & Duchnik, E. Exercise-induced oxidative stress and melatonin supplementation: current evidence. *J. Physiol. Sci.* **71**, 27 (2021).
21. Pyne, D. B. Exercise-induced muscle damage and inflammation: a review. *Aust. J. Sci. Med. Sport* **26**, 49–58.
22. Ighodaro, O. M. & Akinloye, O. A. First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. *Alexandria J. Med.* **54**, 287–293 (2018).
23. Nandi, A., Yan, L.-J., Jana, C. K. & Das, N. Role of Catalase in Oxidative Stress- and Age-Associated Degenerative Diseases. *Oxid. Med. Cell. Longev.* **2019**, 1–19 (2019).
24. Rahmat, E., Lee, J. & Kang, Y. Javanese Turmeric (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.): Ethnobotany, Phytochemistry, Biotechnology, and Pharmacological Activities. *Evidence-Based Complement. Altern. Med.* **2021**, 1–15 (2021).
25. Su, L.-J. *et al.* Reactive Oxygen Species-Induced Lipid Peroxidation in Apoptosis, Autophagy, and Ferroptosis. *Oxid. Med. Cell. Longev.* **2019**, 1–13 (2019).
26. Kawamura, T. & Muraoka, I. Exercise-Induced Oxidative Stress and the Effects of Antioxidant Intake from a Physiological Viewpoint. *Antioxidants* **7**, 119 (2018).
27. Laksmiawati, D. R. *et al.* Antioxidant Potency of *Kaempferia galanga* Linn and *Zingiber officinale* var. *Rubra* rhizomes. in *2021 IEEE International Conference on Health, Instrumentation & Measurement, and Natural Sciences (InHeNce)* 1–6 (IEEE, 2021). doi:10.1109/InHeNce52833.2021.9537220.
28. Hanish Singh, J. C., Alagarsamy, V., Sathesh Kumar, S. & Narsimha Reddy, Y. Neurotransmitter Metabolic Enzymes and Antioxidant Status on Alzheimer's Disease Induced Mice Treated with *Alpinia galanga* (L.) Willd. *Phyther. Res.* **25**, 1061–1067 (2011).
29. Chen, X. *et al.* Antiviral effect of an extract from *Kaempferia galanga* L. rhizome in mice infected with pseudorabies virus. *J. Virol. Methods* **307**, 114573 (2022).