

---

## **LITERATURE REVIEW: PENGARUH PEMBERIAN VITAMIN C DAN E TERHADAP BIOMARKER STRES OKSIDATIF PADA OLAHRAGA RENANG**

**Rosa Nurul Zecha<sup>1</sup>, Julia Windi Gunadi<sup>2\*</sup>, Albert Manggading Hutapea<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Magister Kesehatan Penuaan Kulit dan Estetika, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha

<sup>2</sup>Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha

\*)Email korespondensi: julia.windi@maranatha.ac.id

---

**Abstract: The Effect of Vitamin C and E on Stress Oxidative in Swimming.** In swimming, oxidative stress could occur following skeletal muscle damage, related to the intensity, duration, frequency of training, and the swimmer's health condition. Free radical numbers imbalance causes oxidative stress. Strenuous physical activity, free radicals, and oxidative stress cause tissue and cell damage, which is detrimental to muscles. Vitamin E and C are important to protect cells from oxidative stress produced by intense swimming. This study aims to explain the mechanism of vitamin C and vitamin E in influencing oxidative stress markers in swimming. The method used is literature review, by searching for literature sources from PubMed, Google Scholar with the keywords "oxidative stress", "vitamin C", "vitamin E", and "swimming". The research results showed that there were 7 articles about the effect of swimming, vitamin C, and or vitamin E on oxidative stress biomarkers. The results showed that swimming can cause muscle damage as evidenced by an increase in oxidative stress markers. Reducing oxidative stress can be achieved by administering vitamins C and E, but the level of significance of the effect can vary depending on the dose and level of oxidative stress that occurs. The conclusion that can be drawn from this literature review is that vitamin C and or vitamin E can improve oxidative stress that occurs in swimming through antioxidant mechanisms. A combination of vitamin C and E would bring a synergistic effect that augments their effect on lowering stress oxidative markers and increasing antioxidant levels in swimming.

**Keywords:** Oxidative Stress, Vitamin C, Vitamin E

**Abstrak: Pengaruh Pemberian Vitamin C dan E terhadap Stres Oksidatif pada Olahraga Renang.** Pada olahraga renang dapat terjadi stres oksidatif apabila terjadi kerusakan otot skelet, terkait dengan intensitas, durasi, frekuensi latihan, dan kondisi kesehatan perenang. Ketidakseimbangan jumlah radikal bebas menyebabkan stres oksidatif. Aktivitas fisik yang berat, radikal bebas dan stres oksidatif menyebabkan kerusakan jaringan dan sel, yang merugikan otot. Vitamin E dan C penting dalam melindungi sel dari stres oksidatif yang dihasilkan oleh olahraga renang yang intens. Studi ini bertujuan untuk memaparkan mekanisme vitamin C dan vitamin E dalam memengaruhi biomarker stres oksidatif pada olahraga renang. Metode yang dilakukan adalah telaah pustaka, dengan mencari sumber literatur dari pubmed, google scholar dengan kata kunci "stres oksidatif", "vitamin C", "vitamin E", dan "renang". Hasil penelitian didapatkan sebanyak 7 artikel yang membahas pengaruh renang, vitamin C, dan atau vitamin E terhadap biomarker stres oksidatif. Hasil kajian diperoleh bahwa olahraga renang dapat menimbulkan terjadinya kerusakan otot yang dibuktikan dengan peningkatan marker stres oksidatif. Penurunan stres oksidatif dapat dicapai dengan pemberian vitamin C dan atau E, namun tingkat signifikansi dari pengaruhnya dapat bervariasi tergantung dosis dan tingkatan stres oksidasi yang terjadi. Simpulan yang dapat diambil dari telaah pustaka ini adalah vitamin C dan vitamin E dapat memperbaiki stress oksidatif yang terjadi pada olahraga renang melalui mekanisme antioksidan. Kombinasi vitamin C dan E dapat memberikan efek sinergis yang memperkuat efek penurunan stres oksidatif dan peningkatan level antioksidan pada olahraga renang.

**Kata kunci:** Stress Oksidatif, Vitamin C, Vitamin E

## PENDAHULUAN

Aktivitas fisik, baik yang sederhana maupun yang intens, dapat mengakibatkan peningkatan produksi *reactive oxygen species* (ROS) yang memiliki potensi untuk meningkatkan jumlah radikal bebas dalam tubuh (Powers *et al.*, 2020). Orang yang melakukan olahraga secara teratur memiliki kadar hemoglobin yang lebih rendah, hal ini terjadi karena sel dan jaringan membutuhkan lebih banyak oksigen dan air untuk berfungsi (Radak *et al.*, 2013). Namun, olahraga yang berat dapat meningkatkan produksi radikal bebas, yang mengakibatkan ketidakseimbangan antara sistem pertahanan antioksidan tubuh dan produksi radikal bebas (Powers *et al.*, 2020). Atlet yang memiliki kecenderungan untuk melakukan olahraga yang intens dapat menyebabkan peningkatan radikal bebas, yang mengganggu jalur energi aerobik mitokondria dan menyebabkan kelelahan (Clemente-Suárez *et al.*, 2023). Tingkat stres oksidatif dapat diturunkan dengan upaya pemberian antioksidan yang tepat (Pisoschi *et al.*, 2021; Clemente-Suárez *et al.*, 2023).

Vitamin C, yang juga dikenal sebagai asam askorbat, adalah salah satu vitamin yang sering digunakan sebagai agen antioksidan yang paling umum (Kaźmierczak-Barańska *et al.*, 2020). Vitamin C larut dalam air dan dapat ditemukan dalam berbagai sumber makanan (Abdullah, Jamil and Attia, 2024). Ketika digunakan dalam dosis yang sesuai, vitamin C memiliki kemampuan yang efektif sebagai antioksidan untuk menghambat aksi radikal bebas (Kaźmierczak-Barańska *et al.*, 2020). Dari segi kimia, vitamin C dapat bereaksi dengan sebagian besar radikal bebas dan oksidan yang ada dalam tubuh (Wibawa, Arifin and Herawati, 2020). Vitamin C menjadi antioksidan yang kuat yang dapat menghambat aktivitas radikal bebas (Njus *et al.*, 2020). Vitamin C dapat berinteraksi dengan radikal bebas dan menghentikan reaksi berantai yang merusak sel-sel (Njus *et al.*, 2020).

Pemberian vitamin E kepada atlet renang dapat menjadi penting dalam beberapa situasi tertentu, tetapi perlu diperhatikan bahwa kebutuhan setiap individu berbeda, dan suplemen harus diberikan dengan bijak dan sesuai dengan pedoman medis (Higgins, Izadi and Kaviani, 2020). Atlet renang, terutama yang terlibat dalam latihan intensif dan kompetisi reguler, dapat mengalami peningkatan stres oksidatif akibat aktivitas fisik yang tinggi (Nieman and Wentz, 2019). Vitamin E, sebagai antioksidan lemak, dapat membantu melindungi membran sel dari kerusakan oksidatif, sehingga mengurangi risiko cedera dan *overtraining* (Higgins, Izadi and Kaviani, 2020; Esfandiari *et al.*, 2022). Pemberian vitamin E dapat menunjukkan perbaikan pada penanda stres oksidatif (Merzouk *et al.*, 2020).

Olahraga renang merupakan salah satu olahraga yang sering dilakukan dengan intensitas tinggi dan dalam waktu yang singkat (Turgay *et al.*, 2019). Hal tersebut dapat meningkatkan terjadinya stres oksidatif dalam tubuh, sehingga perlu diketahui apakah stres oksidatif tersebut dapat diturunkan dengan pemberian vitamin A dan E yang memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Telaah pustaka ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari pemberian vitamin A dan E terhadap stres oksidatif pada olahraga renang.

## METODE

Metode yang digunakan adalah telaah pustaka dengan cara melakukan pencarian artikel pada *search engine* seperti *Pubmed*, *Science Direct*, *Research Gate*, dan *Google Scholar*, menggunakan *keyword* "exercise", "swimming", "oxidative stress", "Vitamin C", and "Vitamin E". Kriteria inklusi meliputi artikel dengan topik yang sesuai dalam 10 tahun terakhir, *full text* tersedia, bahasa yang digunakan adalah bahasa Inggris atau bahasa Indonesia.

## HASIL

Telaah pustaka ini akan membahas 7 artikel mengenai pengaruh olahraga renang, vitamin C, dan atau vitamin E terhadap biomarker stres oksidatif.

**Tabel 1. Artikel yang Membahas Mengenai Stres Oksidatif Pada Olahraga Renang dan Pengaruh dari Vitamin C dan Vitamin E**

Peneliti, Tahun	Metode	Hasil Penelitian
Turgay, et.al, 2019 (Turgay et al., 2019)	<i>Clinical Trial</i> ; Atlet renang terlatih (10 pria usia 11,1± 0,6 tahun). Pengukuran dilakukan 3 kali: 1) 4 hari setelah Turkish National Championship setelah atlet menjalani latihan selama 8 bulan; 2) 2 bulan setelah periode <i>detraining</i> ; 3) 8 minggu setelah periode <i>retraining</i> . Parameter yang diukur NOx serum pada kelompok <i>training</i> , <i>detraining</i> , dan <i>retraining</i> .	Hasil didapatkan penurunan kadar NO serum pada fase <i>training</i> , peningkatan mencapai <i>baseline</i> pada fase <i>detraining</i> , dan peningkatan paling maksimal pada fase <i>retraining</i> .
Venditti et al., 2014 (Venditti et al., 2014)	32 tikus Wistar jantan laki-laki berumur 50 hari dibagi menjadi 4 kelompok: 1) sedentari; 2) sedentari + vit E ( $\alpha$ -tokoferol) 700 mg/Kg; 3) <i>trained</i> tanpa vit E; 4) <i>trained</i> dengan vit E ( $\alpha$ -tokoferol) 700 mg/Kg. Renang dilakukan 5 hari/minggu selama 10 minggu dengan waktu yang ditingkatkan secara bertahap (50, 60, 70, 90 menit per hari).	Pemberian vit E yang dapat memberikan efek yang baik pada latihan fisik akut, tidak dianjurkan pada masa <i>training</i> karena dapat mencegah atau mengurangi efek menguntungkan dari latihan fisik. Pada kelompok tikus sedentari dengan vit E didapatkan penurunan produksi ROS, peningkatan GSH, dan tidak ada pengaruh terhadap aktivitas antioksidan di hepar; namun pada tikus <i>trained</i> dengan vit E didapatkan penurunan kadar antioksidan di hepar.
Sakr et al., 2015 (Sakr, Abbas and El Samanoudy, 2015)	Tikus Sprague-Dawley dibagi menjadi 2 kelompok: kelompok <i>normoxic</i> (21% O <sub>2</sub> ) dan <i>hypoxic</i> (12% O <sub>2</sub> ) yang masing-masing dibagi lagi menjadi empat kelompok: sedentari, sedentari + vit E 100 mg/kg/hari dengan injeksi, latihan fisik kronik tanpa vit E, latihan fisik kronik + vit E 100 mg/kg/hari dengan injeksi. Latihan fisik renang dilakukan selama 8 minggu,	Pada kelompok tikus <i>hypoxic</i> ditemukan peningkatan produksi MDA dan ekspresi gen BDNF dan penurunan antioksidan (GSH, SOD, CAT) pada otak tikus. Suplementasi vit E pada kelompok <i>normoxic</i> dan <i>hypoxic</i> dapat menurunkan MDA dan ekspresi gen BDNF dan meningkatkan kadar

---

	5x/minggu, dimulai dari 30 menit hingga 4,5 jam di minggu terakhir.	antioksidan (GSH, SOD, CAT) pada otak tikus.
Dallak <i>et al.</i> , 2020 (Dallak <i>et al.</i> , 2020)	Tikus Wistar Jantan berusia 10 minggu dibagi menjadi 5 kelompok: 1) kontrol; 2) diet tinggi lemak dan fruktosa (DTL); 3) DTL + vit E 200 mg/kg/hari per injeksi; 4) DTL + renang 5 minggu terakhir, 30 menit/hari, 3x/minggu; 5) DTL + vit E + renang. DTL diberikan selama 15 minggu.	Pada kelompok yang diinduksi DTL, ditemukan peningkatan biomarker stress oksidatif yaitu MDA, hs-CRP, IL-6, dan TNF- $\alpha$ . Vitamin E dapat menurunkan biomarker di atas, kecuali TNF- $\alpha$ . Latihan fisik renang lebih efektif dari vitamin E saja, namun kombinasi keduanya lebih memperkuat efeknya terhadap penurunan biomarker stres oksidatif.
Kim <i>et al.</i> , 2016 (Kim <i>et al.</i> , 2016)	Hewan coba diinduksi kejang dengan <i>kainic acid</i> (KA), diberikan vitamin C dan renang intensitas ringan selama 8 minggu, 30 menit per hari, 3x/minggu. Kelompok mencit dibagi menjadi: 1) KA; 2) vit C 200 mg/kgBB + KA; 3) renang + KA; 4) vit C + renang + KA.	Kombinasi renang intensitas rendah dan vit C meningkatkan level glutathion peroksidase dan superoksid dismutase dibandingkan hanya renang atau hanya vit C.
Kim <i>et al.</i> , 2017 (Kim, Park and Kim, 2017)	24 tikus Sprague-Dawley terbagi menjadi 4 kelompok: 1) kontrol; 2) latihan fisik renang 4 minggu, 5 hari/minggu, 6 jam dibagi menjadi 3 sesi; 3) sedentari + vit C 500 mg/kgBB per oral, 5 hari/minggu, 4 minggu; 4) renang + vit C.	Pengukuran TBARS yang dilakukan setelah sesi renang terakhir menunjukkan bahwa stres oksidatif yang meningkat akibat renang dapat dihambat dengan pemberian vitamin C. Pemberian vit C ditemukan tidak berhubungan dengan peningkatan biogenesis mitokondria dan kapasitas <i>endurance</i> yang meningkat akibat latihan fisik renang.
Mitrovic <i>et al.</i> , 2016 (Bursać-Mitrović <i>et al.</i> , 2016)	Hewan coba yang digunakan adalah marmot ( <i>guinea pigs</i> ), dibagi menjadi 5 kelompok: 1) kontrol; 2) renang hingga <i>exhaustion</i> ; 3) vit C 20	Latihan fisik renang hingga <i>exhaustion</i> terbukti meningkatkan biomarker stres oksidatif (peroksidasi lipid dan xantin oksidase), dan hal

---

---

mg/kgBB intraperitoneal tanpa renang; 4) vit C dan renang; 5) vit E 25 mg/kgBB intraperitoneal tanpa renang; 6) vit E + renang; 7) kombinasi vit C + vit E tanpa renang; 8) kombinasi vit C dan vit E dan renang.	tersebut dapat diturunkan dengan pemberian vit C dan E baik masing-masing maupun kombinasi. Selain itu, terdapat peningkatan total aktivitas antioksidan CAT, dan GSH setelah pemberian vitamin C dan E.
---	--

---

## PEMBAHASAN

### Efek Olahraga Renang terhadap Marker Stres Oksidatif

Maugeri *et al.* menemukan bahwa latihan fisik dengan intensitas lebih tinggi dikaitkan dengan produksi ROS yang berlebihan dan/atau perubahan sistem pertahanan antioksidan, yang menyebabkan stres oksidatif. Efek olahraga renang pada marker stres oksidatif dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor, termasuk intensitas, durasi, frekuensi latihan, dan kondisi kesehatan individu. Penelitian menunjukkan bahwa atlet dapat meningkatkan MDA dengan berolahraga sebanyak mungkin (Maugeri *et al.*, 2023). Hasil studi oleh Dewangga & Irianto (2022) menunjukkan bahwa latihan berat dapat meningkatkan MDA. Ini dapat berdampak pada saat ada ketidakseimbangan antara tingkat antioksidan dan radikal bebas dalam tubuh. Produksi radikal bebas yang meningkat selama aktivitas fisik yang berat memengaruhi jumlah antioksidan. Dalam penelitian ini, disebutkan bahwa kadar MDA pada awalnya berada pada 1,9 nmol/ml. Setelah latihan yang intens, rata-rata MDA yang diukur didapatkan sebesar 8,7 nmol/ml (Dewangga and Irianto, 2022).

Penelitian oleh Poprzęcki *et al.* (2016), latihan simulasi selama 60 menit di bawah kondisi hiperoksigenik meningkatkan konsentrasi peroksida lipid yang ditemukan dalam serum atlet renang. Tingkat MDA meningkat signifikan saat istirahat sebelum sesi latihan terakhir atlet pria, tetapi tidak meningkat selama siklus latihan. Paparan terhadap simulasi hipoksia

sangat singkat (4 jam per minggu) dan tidak disertai dengan faktor stres tambahan seperti penyakit, dingin, atau sinar ultraviolet. Ini sebagian dapat menjelaskan peningkatan awal kadar MDA pada atlet pria bersamaan dengan penurunan kadar CK kondisi hipoksia dan normoksia menunjukkan bahwa stres oksidatif yang meningkat pada atlet renang pria tidak terkait dengan kerusakan jaringan. Sebaliknya, perenang wanita tidak menunjukkan kadar MDA yang lebih tinggi dalam plasma mereka; namun, dalam kondisi normal, mereka menunjukkan peningkatan aktivitas CK dan LDH. Perbedaan ini mungkin berhubungan karena kadar MDA lebih banyak merupakan hasil dari peroksidasi lipid dan reaksi lainnya. Sebaliknya, penting untuk mempertimbangkan fungsi estrogen pada wanita karena fakta bahwa hormon ini dapat meningkatkan kemampuan pertahanan antioksidan (Poprzęcki *et al.*, 2016). Pengobatan antioksidan telah terbukti menurunkan konsentrasi MDA. Antioksidan dapat mengurangi MDA dalam dua cara. Secara langsung, mereka dapat menetralkan ROS (*Species Oksigen Reaktif*), dan secara tidak langsung, mereka dapat merangsang enzim antioksidan, menghambat enzim prooksidan, dan memicu produksi enzim antioksidan dan enzim detoksifikasi fase II (Situmorang and Zulham, 2020).

### Efek Pemberian Vitamin C dan E terhadap Biomarker Stres Oksidatif pada Olahraga Renang

Vitamin C dan E adalah dua nutrisi antioksidan yang dapat memberikan

manfaat penting dalam menurunkan stres oksidatif dalam tubuh (Higgins, Izadi and Kaviani, 2020; Clemente-Suárez *et al.*, 2023). Vitamin C dan vitamin E sebagai antioksidan yang kuat dapat melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas, yang merupakan molekul yang tidak stabil dan dapat merusak sel, protein, dan DNA jika tidak dikendalikan (Higgins, Izadi and Kaviani, 2020). Sejumlah besar penelitian yang menyelidiki efektivitas suplementasi vitamin C dan E pada manusia menghasilkan hasil yang berbeda tergantung pada dosis dan bioavailabilitas molekul yang digunakan serta genetika populasi. Meskipun vitamin C dan E bersifat melindungi sebagai bagian dari pola makan sehat, suplemen tampaknya tidak menjanjikan (Merzouk *et al.*, 2020). Pemberian Vitamin C dan E dapat bekerja secara sinergis untuk melindungi tubuh dari stres oksidatif. Vitamin C dapat meregenerasi vitamin E yang telah teroksidasi (hilang kemampuannya sebagai antioksidan) kembali ke bentuk yang aktif, sehingga memperpanjang efektivitas vitamin E dalam melindungi sel-sel tubuh (Higgins, Izadi and Kaviani, 2020; Mason *et al.*, 2020).

Latihan renang, terutama yang intens, dapat meningkatkan produksi reactive oxygen species (ROS) atau radikal bebas dalam tubuh. ROS ini dapat merusak sel-sel tubuh. Vitamin C dan E bertindak sebagai antioksidan yang dapat menangkap dan menghentikan reaksi berantai yang merusak sel-sel ini, sehingga melindungi sel-sel dari kerusakan. Pemberian vitamin C dan E dapat berpengaruh pada penurunan stres oksidatif pada perenang karena kedua vitamin ini memiliki sifat antioksidan yang dapat melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh stres oksidatif yang tinggi selama latihan renang. Penelitian Wibawa *et al.* (2020) menemukan bahwa vitamin C dapat menghambat stres oksidatif setelah aktivitas fisik (Wibawa, Arifin and Herawati, 2020). Suplementasi vitamin C sebagai antioksidan terbukti dapat menghambat terjadinya

peroksidasi lipid dengan cara donasi elektron pada ROS, sehingga meminimalkan terjadinya kerusakan sel setelah aktivitas fisik. Pemberian Vitamin C telah terbukti memiliki efek beragam pada penanda sistemik stres oksidatif akibat olahraga dan pemulihan otot pasca latihan, sedangkan pemberian vitamin E dapat menunjukkan perbaikan pada penanda stres oksidatif (Mason *et al.*, 2020).

Turgay *et al.* melakukan penelitian pada 10 atlet laki-laki usia 11-12 tahun untuk mengetahui perubahan parameter stres oksidatif yaitu kadar *nitric oxide* (NO) dalam darah. Pengambilan darah dilakukan sebanyak 3x, yaitu pada fase *training* (8 bulan), *detraining* (2 bulan), dan *retraining* (8 minggu). Sesi *Training* dilakukan 6 hari/minggu, volume 25 dan 35 km, intensitas 2 dan 4 mM ambang laktat. Sesi *detraining* dilakukan 1 sesi per hari, 6 hari/minggu dengan intensitas yang ditingkatkan secara bertahap (minggu I sebanyak 18 km, minggu II sebanyak 21 km, dan minggu III sebanyak 24-27 km). Intensitas latihan fisik antara 2 mM dan 4 mM ambang laktat. Setelah fase *training*, kadar NO dalam darah didapatkan menurun di bawah nilai normal dan meningkatkan resiko terjadinya anemia, dan kadar NO mulai membaik pada fase *detraining* dan membaik pada fase *retraining*. NO merupakan vasodilator yang memiliki efek antioksidan dan pengaturan fungsi dan integritas eritrosit. NO dapat mengurangi invasi leukosit ke intima, dan menjadi faktor resiko penyakit kardiovaskular, sehingga homeostasis NO pada latihan fisik perlu dipertahankan. Pada penelitian tersebut didapatkan pada masa *training*, kadar NO darah mengalami penurunan, dimana kadar NO meningkat secara bertahap pada fase *detraining* dan *retraining* (Turgay *et al.*, 2019).

Pemberian vitamin E pada olahraga renang memberikan efek yang baik pada latihan fisik akut, namun tidak disarankan pada latihan fisik kronik. Hal ini diungkapkan oleh Venditti *et al.* yang telah melakukan penelitian pada tikus Wistar jantan dan menemukan penurunan kadar antioksidan pada hepar

tikus yang diberikan olahraga renang selama 10 minggu, sedangkan pada tikus sedentari yang tidak diberikan vitamin E tidak mengalami perubahan dari kadar antioksidan, meskipun ditemukan penurunan produksi ROS dan peningkatan GSH (Venditti *et al.*, 2014). Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Sakr *et al* didapatkan hasil yang berbeda dimana vitamin E didapatkan dapat mengurangi stres oksidatif dan ekspresi gen BDNF, serta meningkatkan antioksidan pada otak tikus Sprague Dawley usia 4-12 minggu yang mengalami kondisi hipoksia. Perbedaan dengan penelitian Venditti *et al.* adalah durasi latihan fisik, dosis vitamin E, kondisi *normoxic* (21% O<sub>2</sub>) dan *hypoxic* (12% O<sub>2</sub>), serta organ yang diambil (Sakr, Abbas and El Samanoudy, 2015). Penelitian lain yang dilakukan oleh Dallak *et al.* pada tikus Wistar model pre-diabetes, menemukan bahwa vitamin E dan latihan fisik dapat menurunkan parameter stres oksidatif seperti MDA, hs-CRP, TNF- $\alpha$ , dan IL-6 lebih baik daripada efek masing-masing dari vitamin E dan latihan fisik renang selama 5 minggu. Peneliti menduga bahwa latihan fisik renang dapat memperkuat efek dari protektif dari suplementasi vitamin E yang diberikan pada tikus yang diinduksi oleh diet tinggi lemak dan fruktosa (DTL) selama 15 minggu (Dallak *et al.*, 2020).

Terdapat 2 penelitian mengenai pengaruh pemberian vitamin C dan olahraga renang pada biomarker stres oksidatif. Penelitian pertama dilakukan oleh Kim *et al.* pada mencit yang diinduksi kejang dengan *kainic acid* (KA). Pada penelitian tersebut ditemukan bahwa pemberian kombinasi vitamin C dan renang intensitas rendah selama 8 minggu terbukti lebih efektif dalam menurunkan kejang serta level GPx dan SOD bila dibandingkan dengan hanya vitamin C atau renang intensitas rendah saja. Vitamin C dapat menginduksi pelepasan neutrofin yang memiliki anti konvulsan, renang intensitas rendah meningkatkan BDNF, sehingga kombinasi keduanya memiliki efek sinergis pada mencit yang diinduksi kejang (Kim *et al.*, 2016). Penelitian

kedua menunjukkan bahwa pemberian vitamin C sebanyak 500 mg/kgBB pada tikus Sprague-Dawley dapat menurunkan kadar TBARS yang meningkat akibat latihan fisik renang yang dilakukan sebanyak 6 jam sehari, 5 hari/minggu, selama 4 minggu. Namun demikian, biogenesis mitokondria dan kapasitas *endurance* dari otot skelet tidak terpengaruhi oleh pemberian vitamin C (Kim, Park and Kim, 2017).

Mitrovic *et al.* melakukan penelitian menggunakan marmut dan membuktikan bahwa pemberian vitamin C dan E baik secara sendiri-sendiri maupun kombinasi dapat menurunkan stres oksidatif akibat olahraga renang hingga *exhaustion*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat penurunan aktivitas peroksidasi dan xantin oksidase, peningkatan level antioksidan (CAT dan GSH) setelah pemberian vitamin C, vitamin E, maupun kombinasi keduanya. Vitamin C dan E merupakan vitamin yang paling sering digunakan sehari-hari karena aktivitas antioksidannya yang memberikan proteksi dari stres oksidatif dengan berbagai penyebab. Vitamin C disebut memiliki kemampuan untuk meregenerasi vitamin E, sehingga hal ini yang menimbulkan efek sinergistik dari pemberian kombinasi vitamin C dan E pada olahraga renang yang menimbulkan stres oksidatif (Bursać-Mitrović *et al.*, 2016).

## KESIMPULAN

Berdasarkan telaah pustaka yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemberian Vitamin C dan Vitamin E baik secara terpisah maupun kombinasi memiliki kemampuan menurunkan biomarker stres oksidatif seperti malondialdehid, TBARS, dan meningkatkan level antioksidan seperti glutation peroksidase, superoksid dismutase, dan katalase. Kombinasi vitamin C dan E ataupun kombinasi vitamin C atau E dengan olahraga renang memiliki efek sinergis dalam memperbaiki kondisi stres oksidatif baik yang ditimbulkan oleh olahraga renang, kondisi hipoksia, ataupun akibat induksi

dengan diet tinggi lemak dan fruktosa serta induksi kejang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Jamil, R. T. and Attia, F. N. (2024) 'Vitamin C (Ascorbic Acid).', in. Treasure Island (FL).
- Aruoma, O. I. (1998) 'Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease.', *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(2), pp. 199–212. doi: 10.1007/s11746-998-0032-9.
- Bursać-Mitrović, M. et al. (2016) 'Effects of L-Ascorbic Acid and Alpha-Tocopherol on Biochemical Parameters of Swimming-Induced Oxidative Stress in Serum of Guinea Pigs.', *African journal of traditional, complementary, and alternative medicines: AJTCAM*, 13(4), pp. 29–33. doi: 10.21010/ajtcam.v13i4.5.
- Clemente-Suárez, V. J. et al. (2023) 'Antioxidants and Sports Performance.', *Nutrients*, 15(10). doi: 10.3390/nu15102371.
- Dallak, M. A. et al. (2020) 'Exercise augments the modulatory effects of vitamin E on pre-diabetes-induced aortopathy: a potential role of adiponectin.', *Archives of physiology and biochemistry*, 126(4), pp. 356–362. doi: 10.1080/13813455.2018.1538250
- Dewangga, M. W. and Irianto, D. (2022) 'Potensi Ubi Jalar Ungu (Ipomoea batatas var Antin 3) Sebagai Asupan Antioksidan untuk Atlet', *Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia*, 15, pp. 136–145. doi: 10.22435/jtoi.v15i2.5655.
- Esfandiari, M. et al. (2022) 'Vitamin E BT - Handbook of Food Bioactive Ingredients: Properties and Applications', in Jafari, S. M., Rashidinejad, A., and Simal-Gandara, J. (eds). Cham: Springer International Publishing, pp. 1–23. doi: 10.1007/978-3-030-81404-5\_24-1.
- Higgins, M. R., Izadi, A. and 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). doi: 10.3390/ijerph17228452.
- Kaźmierczak-Barańska, J. et al. (2020) 'Two Faces of Vitamin C - Antioxidative and Pro-Oxidative Agent.', *Nutrients*, 12(5). doi: 10.3390/nu12051501.
- Kim, H.-J. et al. (2016) 'Combined Low-Intensity Exercise and Ascorbic Acid Attenuates Kainic Acid-Induced Seizure and Oxidative Stress in Mice.', *Neurochemical research*, 41(5), pp. 1035–1041. doi: 10.1007/s11064-015-1789-5.
- Kim, J. C., Park, G. D. and Kim, S. H. (2017) 'Inhibition of Oxidative Stress by Antioxidant Supplementation Does Not Limit Muscle Mitochondrial Biogenesis or Endurance Capacity in Rats.', *Journal of nutritional science and vitaminology*, 63(5), pp. 277–283. doi: 10.3177/jnsv.63.277.
- Mason, S. A. et al. (2020) 'Antioxidant supplements and endurance exercise: Current evidence and mechanistic insights.', *Redox biology*, 35, p. 101471. doi: 10.1016/j.redox.2020.101471.
- Maugeri, G. et al. (2023) 'The Influence of Exercise on Oxidative Stress after Spinal Cord Injury: A Narrative Review.', *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 12(7). doi: 10.3390/antiox12071401.
- Merzouk, A. et al. (2020) 'Effects of Vitamin C and E Against Oxidative Stress: Is Antioxidant Supplementation Efficient?', *Current Nutraceuticals*, 01. doi: 10.2174/2665978601666200220094112.
- Nieman, D. C. and Wentz, L. M. (2019) 'The compelling link between physical activity and the body's defense system.', *Journal of sport and health science*, 8(3), pp. 201–217. doi:

- 10.1016/j.jshs.2018.09.009.
- Njus, D. *et al.* (2020) 'Ascorbic acid: The chemistry underlying its antioxidant properties.', *Free radical biology & medicine*, 159, pp. 37–43. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2020.07.013.
- Pisoschi, A. M. *et al.* (2021) 'Oxidative stress mitigation by antioxidants - An overview on their chemistry and influences on health status', *European Journal of Medicinal Chemistry*, 209, p. 112891. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2020.112891>.
- Poprzęcki, S. *et al.* (2016) 'The blood antioxidant defence capacity during intermittent hypoxic training in elite swimmers.', *Biology of sport*, 33(4), pp. 353–360. doi: 10.5604/20831862.1221607.
- Powers, S. K. *et al.* (2020) 'Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe?', *Journal of Sport and Health Science*, 9(5), pp. 415–425. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.04.001>.
- Radak, Z. *et al.* (2013) 'Oxygen consumption and usage during physical exercise: the balance between oxidative stress and ROS-dependent adaptive signaling.', *Antioxidants & redox signaling*, 18(10), pp. 1208–1246. doi: 10.1089/ars.2011.4498.
- Sakr, H. F., Abbas, A. M. and El Samanoudy, A. Z. (2015) 'Effect of vitamin E on cerebral cortical oxidative stress and brain-derived neurotrophic factor gene expression induced by hypoxia and exercise in rats.', *Journal of physiology and pharmacology: an official journal of the Polish Physiological Society*, 66(2), pp. 191–202.
- Situmorang, N. and Zulham, Z. (2020) 'Malondialdehyde (MDA) (Zat Oksidan yang Mempercepat Proses Penuaan)', *Jurnal Keperawatan dan Fisioterapi (JKF)*, 2, pp. 117–123. doi: 10.35451/jkf.v2i2.338.
- Turgay, F. *et al.* (2019) 'The Effects of Swimming on Blood Nitric Oxide and Haematological Parameters', *Turkish Journal of Sports Medicine*, 54, pp. 24–32. doi: 10.5152/tjism.2019.113.
- Venditti, P. *et al.* (2014) 'Effect of training and vitamin E administration on rat liver oxidative metabolism.', *Free radical research*, 48(3), pp. 322–332. doi: 10.3109/10715762.2013.867959.
- Wibawa, J. C., Arifin, M. Z. and Herawati, L. (2020) 'Mekanisme vitamin C menurunkan stres oksidatif setelah aktivitas fisik', *JOSSAE (Journal of Sport Science and Education)*, 5(1), pp. 57–63.