

## Suplementasi Vitamin C dan E untuk Menurunkan Stres Oksidatif Setelah Melakukan Aktivitas Fisik Maksimal

Elma Rusiani, Said Junaidi, Hadi Setyo Subiyono, Sri Sumartiningsih

Program Studi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang

Diterima: 3 Oktober 2019. Direvisi: 15 November 2019. Disetujui: 30 Desember 2019

**ABSTRAK** Latar belakang: aktivitas fisik maksimal (AFM) memicu ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dengan antioksidan dalam tubuh diketahui sebagai stres oksidatif. Vitamin C dan E berperan sebagai antioksidan eksogen dapat menghentikan reaksi berantai dari radikal bebas. Tujuan penelitian memberikan informasi kepada masyarakat tentang pengaruh pemberian suplementasi vitamin C dan E terhadap tingkat stres oksidatif setelah melakukan aktivitas fisik maksimal. Metode: studi eksperimental dengan rancangan *posttest only control design*. Sampel penelitian menggunakan tikus putih jantan galur *wistar* sebanyak 30 ekor, dibagi menjadi 5 kelompok yaitu kontrol, perlakuan I adalah AFM, perlakuan II adalah AFM dan 1,8 mg vitamin C, perlakuan III adalah AFM dan 1,44 mg vitamin E, dan perlakuan IV adalah AFM dan 1,8 mg vitamin C + 1,44 mg vitamin E. Intervensi dilakukan selama 14 hari. Semua kelompok dilakukan pemeriksaan malondialdehid di laboratorium pada akhir perlakuan. Data dianalisis menggunakan Uji *One Way Anova*. Kadar malondialdehid (MDA) secara signifikan menurunkan tingkat stres oksidatif ( $p < 0,05$ ). Kelompok suplementasi vitamin C dan E menurunkan kadar MDA secara signifikan 95,5 % setelah melakukan aktivitas fisik maksimal. Kesimpulan: suplementasi vitamin C dan E menurunkan tingkat stres oksidatif setelah melakukan aktivitas fisik maksimal. Konsumsi vitamin C dan E disarankan ketika tubuh mengalami stres oksidatif.

**Kata kunci:** Aktivitas Fisik Maksimal; Stres Oksidatif; Vitamin C, Vitamin E

**ABSTRACT** *Maximum physical activity (AFM) can trigger an imbalance between the productions of free radicals with antioxidants in the body, known as oxidative stress. Vitamin C and E, which acts as an exogenous antioxidants can stop the chain reaction of free radicals. The purpose of this study is to provide information to public about the effect of vitamin C and E supplementation on oxidative stress levels after doing maximum physical activity. This research is an experimental study designed with posttest only control design. The subjects were 30 male rats wistar strain divided into five groups: control group, the treatment group I is AFM, group II is the AFM and 1.8 mg of Vitamin C, group III is AFM and 1.44 mg of Vitamin E, and the treatment group IV is AFM and 1.8 mg of vitamin C + 1.44 mg of vitamin E. The treatment was conducted in 14 days. All groups was given malondialdehyde test in the laboratory at the end of the treatment. The researcher used One Way Anova to analyze this experiment. The result of this research suggested that there was a significant decrease in the levels of malondialdehyde (MDA) ( $p < 0.05$ ). The group given the vitamin C and E supplementation had significantly decreased levels of MDA of 95.5% after doing maximum physical activity. The conclusion of this*

*study is that supplementation of vitamin C and E affect the reduction of oxidative stress after doing maximum physical activity. Researcher advised to take vitamin C and E when the body experiences oxidative stress.*

**Keywords:** Maximum Physical Activity; Oxidative Stress; Vitamin C and Vitamin E

### PENDAHULUAN

Aktivitas fisik maksimal dapat memicu terjadinya ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan sistem pertahanan antioksidan tubuh, yang dikenal sebagai stres oksidatif (Novita Sari Harahap, 2008:3). Akibat ulah salah beraktivitas harian itulah, rata-rata orang sekarang melakukan segala sesuatu yang tanpa disadari telah mencederai badan mereka sendiri. Termasuk cedera badan akibat menanggung stres fisik, tidak jarang pula akibat latihan fisik yang berlebihan.

Peningkatan penggunaan oksigen terutama oleh otot yang berkontraksi, menyebabkan terjadinya peningkatan kebocoran elektron dari mitokondria yang akan menjadi ROS. Umumnya 2-5% dari oksigen yang digunakan dalam proses metabolisme akan menjadi radikal bebas (ion superoksida). Sehingga peningkatan aktivitas fisik akan meningkatkan produksi radikal bebas. Seperti pada contoh kasus seorang atlet yang bernafsu ingin menonjol dalam cabang olahraganya, akan mulai berlatih dengan frekuensi dan intensitas yang tinggi. Pada awalnya ia akan memperoleh kemajuan tetapi akhirnya prestasinya mendatar dan masih jauh di bawah impiannya. Atlet tersebut menjadi semakin bernafsu untuk dapat melampaui "titik mati" itu dan mulailah ia berlatih dengan tiada putusnya. Akan tetapi bukan kemajuan yang didapatnya, melainkan penampilannya menjadi lebih buruk (Santosa Giriwijoyo dan Dikdik Zafar Sidik, 2012:59).

Radikal bebas dapat didefinisikan sebagai suatu molekul atom, atau beberapa grup atom yang mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbital terluarnya. Atom atau mole-

kul ini sangat labil dan akan mengambil elektron dari zat atau senyawa yang berada di dekatnya. Pengambilan elektron dari suatu zat atau senyawa lain oleh radikal bebas akan mengakibatkan zat atau senyawa lain tersebut kekurangan elektron, dan dengan demikian menjadi zat atau senyawa radikal. Demikian selanjutnya reaksi ini akan terus berantai, sampai produk akhir dapat dikeluarkan oleh tubuh. Pengambilan elektron oleh radikal bebas dapat disebut sebagai peristiwa oksidasi (Deddy Muchtadi, 2009:76).

Radikal bebas dapat berasal dari luar tubuh, dapat juga terbentuk di dalam tubuh sebagai bagian integral dari proses fisiologis seperti saat pembentukan energi dalam mitokondria melalui oksidasi fosforilasi. Sumber utama ROS dari dalam tubuh adalah oksidasi fosforilasi akibat melakukan aktivitas fisik maksimal (I Nyoman Arsana, 2014:1). Selama aktivitas fisik maksimal, konsumsi oksigen seluruh tubuh meningkat sampai 20 kali, sedangkan konsumsi oksigen pada serabut otot diperkirakan meningkat 100 kali lipat (Novita Sari Harahap, 2008:3).

Penyakit degeneratif yang ditimbulkan oleh radikal bebas bermula dari kerusakan sel. Radikal bebas dapat menyebabkan kerusakan sel, karena dapat menimbulkan kerusakan pada protein (aktivitas enzim terganggu), asam nukleat (kerusakan DNA, mutasi sel), dan kerusakan pada lipida (fluiditas membran terganggu). Sebagai akibatnya pertumbuhan dan perkembangan sel menjadi tidak wajar, bahkan dapat menyebabkan kematian sel (Deddy Muchtadi, 2009:111).

Sifat radikal bebas yang mirip dengan oksidan terletak pada kecenderungannya untuk menarik elektron. Jadi sama halnya dengan oksidan, radikal bebas adalah penerima elektron. Itulah sebabnya dalam kepustakaan kedokteran, radikal bebas digolongkan dalam oksidan. Namun perlu diingat bahwa radikal bebas adalah oksidan tetapi tidak setiap oksidan adalah radikal bebas. Radikal bebas lebih berbahaya dibanding dengan oksidan yang bukan radikal (Purnomo Suryohudoyo, 2007:33). Peningkatan oksidan yang melebihi kemampuan tubuh untuk menetralsirnya, dapat menyebabkan kerusakan jaringan (Hairrudin dan Dina Helianti, 2009:207). Pada kondisi ini oksidan dapat menyerang berbagai komponen tubuh dengan segala akibatnya. Sebagai contoh misalnya serangan oksidan terhadap asam lemak tidak jenuh yang merupakan komponen penting penyusun membran sel. Serangan tersebut dapat menimbulkan reaksi rantai yang dikenal dengan peroksidasi lipid. Proses tersebut mengakibatkan terputusnya asam lemak menjadi berbagai senyawa yang toksik terhadap sel, seperti *melondialdehida* (MDA). MDA yang dihasilkan kemudian dilepas-

kan ke darah, sehingga kadar MDA di darah (plasma) dapat dijadikan sebagai pertanda tidak langsung adanya peningkatan *reactive oxygen species* (ROS) (Hairrudin dan Dina Helianti, 2009:208).

MDA merupakan suatu produk akhir peroksidasi lipid, yang biasanya digunakan sebagai biomarker biologis peroksidasi lipid dan menggambarkan derajat stres oksidatif. Tingkat stres oksidatif berbanding lurus dengan kadar MDA, oleh karena itu rendahnya kadar MDA sangat bergantung pada status antioksidan dalam tubuh seseorang (Hery Winarsi, 2007:56). Stres oksidatif diyakini sebagai salah satu faktor yang penting pada timbulnya berbagai macam penyakit, pada kondisi ini dibutuhkan tambahan antioksidan dari luar (Hairrudin dan Dina Helianti, 2009:208). Menurut Williams (2004); Turner *et al* (2011); Kiyatno (2009); Moselhy *et al.* 2013 dalam Iriyanti Harun dkk (2017:211) mengemukakan bahwa berolahraga berat akan menghasilkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang berlebih sehingga menurunkan pertahanan antioksidan dalam tubuh dan hasilnya adalah stres oksidatif. Untuk meminimalisir efek tersebut suplemen multivitamin sintetik dianggap dapat meningkatkan kapasitas fisik. Penelitian yang dilakukan di Birmingham membuktikan bahwa berolahraga berlari sejauh 142 mil dapat menyebabkan stres oksidatif. Salah satu *Biomarker* yang paling umum digunakan untuk mengukur derajat stres oksidatif adalah *Malondialdehyde* (MDA) yang merupakan hasil akhir dari peroksidasi lipid.

Meningkatnya pembentukan radikal bebas dalam tubuh dimulai pada saat 12-24 jam setelah aktivitas fisik, selanjutnya akan meningkat setelah 48-72 jam dan akan kembali normal setelah 72 jam sesuai intensitas dan lamanya aktivitas fisik

Antioksidan adalah substansi yang diperlukan tubuh untuk menetralsir radikal bebas dan mencegah kerusakan yang ditimbulkan olehnya. Antioksidan menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas yang dapat menimbulkan stres oksidatif. Stres oksidatif (*oxidative stress*) adalah ketidakseimbangan antara radikal bebas (prooksidan) dan antioksidan yang dipicu oleh dua kondisi umum yaitu kurangnya antioksidan dan kelebihan produksi radikal bebas. Asam askorbat atau vitamin C adalah vitamin larut air yang paling mudah rusak. Vitamin C telah menjadi subjek penting dalam bidang biokimia dan makanan. Vitamin C berperan penting dalam menjaga kesehatan manusia. (Pathy, Krishnasarma, 2018:52). Vitamin C, juga dikenal sebagai asam askorbat, adalah salah satu nutrisi paling aman dan

paling efektif.. (Nweze, CC et al. 2015:17).

Vitamin ini mudah teroksidasi oleh oksigen atmosfer atau karena enzim askrobat oksidase. Namun demikian, vitamin C merupakan antioksidan yang sangat kuat dan dapat mencegah proses oksidasi di dalam pangan maupun dalam sistem tubuh manusia (Tejasari, 2005:125). Vitamin C mempunyai banyak fungsi di dalam tubuh, sebagai koenzim atau kofaktor. Asam askrobat mempunyai kemampuan kuat dalam reduksinya dan bertindak sebagai antioksidan dalam reaksi-reaksi hidroksil (Sunita Almatsier, 2009:187). Senada dengan pendapat sebelumnya. Akbari, Abolfazl et al (2016:1) bahwa Vitamin C adalah biomolekul yang berpartisipasi dalam banyak proses biokimia. Ini adalah nutrisi penting bagi manusia. Memiliki berbagai fungsi dalam tubuh yang kita berani katakan membuatnya menjadi antioksidan yang sangat penting dan pro-oksidan.

Vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol) diakui sebagai antioksidan lipofilik penting pada manusia yang melindungi lipoprotein, PUFA, membran seluler dan intra seluler dari kerusakan. (Raederstorff, Daniel et al. 2015:1). Tokoferol atau Vitamin E merupakan senyawa fenolik, dan sebagaimana umumnya senyawa fenolik dapat menangkal radikal bebas. Vitamin E merupakan antioksidan larut lemak yang utama, dan terdapat dalam membran sel, dimana vitamin ini mereduksi radikal bebas lipidik lebih besar dari pada oksigen (Deddy Muchtadi, 2009:137). Fungsi vitamin E yang utama adalah sebagai antioksidan di dalam tubuh dan vitamin E dapat bertindak sebagai "scavenger" (penangkap) radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh atau yang terbentuk di dalam tubuh dari proses metabolisme normal (Momeni, et al. 2009. 111-116).

Vitamin C dan E sebagai antioksidan dapat menghentikan reaksi berantai radikal bebas. Awalnya, vitamin E akan menangkap radikal bebas, namun vitamin E kemudian berubah menjadi vitamin E radikal sehingga memerlukan pertolongan vitamin C. Vitamin C bersama-sama dengan vitamin E dapat menghambat reaksi oksidasi dengan mengikat vitamin E radikal yang terbentuk pada proses pemutusan reaksi radikal bebas oleh vitamin E menjadi vitamin E bebas, sehingga berfungsi kembali sebagai antioksidan. Dengan mekanisme kerja yang berbeda tersebut, jika kedua vitamin ini digunakan akan dapat menghambat aktivitas radikal bebas.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, dengan rancangan *Post Test Only*

*Control Design*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Hewan Jurusan Biologi FMIPA UNNES dan Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran (FK) Universitas Diponegoro. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu suplementasi antioksidan berupa vitamin C dan vitamin E setelah melakukan aktivitas fisik maksimal sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini yaitu tingkat stres oksidatif.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang tikus berbentuk kotak lengkap dengan tempat pakan dan minum, timbangan dan wadah penimbang berat badan tikus, kolam renang tikus, gelas ukur, Micro haematokrit, sentrifuge, mikro pipet, mikro tube, tabung centrifuge, dan spektrofotometer. Bahan yang digunakan tikus putih jantan galur wistar, EDTA, vitamin C dan vitamin E, aquades, pakan tikus putih berupa pelet dan air minum.

Penelitian ini dilakukan selama 21 hari yaitu 7 hari adaptasi dan 14 hari perlakuan. Teknik penarikan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*, yang penentuan sampelnya berdasarkan kriteria tertentu. Sebelum dilakukan pembagian secara acak seluruh sampel dilakukan penimbangan berat badan terlebih dahulu. Masing-masing sample diberikan tanda untuk membedakan antara sample satu dengan yang lain. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 ekor tikus putih wistar jantan berumur 2 -3 bulan dengan berat badan 180 - 200 gram yang dibagi secara acak menjadi 5 kelompok yaitu kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan apapun, kelompok perlakuan I adalah kelompok yang hanya diberikan aktivitas fisik maksimal (AFM), kelompok perlakuan II adalah kelompok yang diberikan AFM dan Suplementasi Vitamin C, kelompok perlakuan III adalah kelompok yang diberikan AFM dan Suplementasi Vitamin E, dan kelompok perlakuan IV adalah kelompok yang diberikan AFM dan Suplementasi Vitamin C + Vitamin E. Pada hari terakhir perlakuan seluruh sample dilakukan pengambilan darah untuk mengukur kadar MDA darah.

Penentuan dosis pemberian vitamin C dan E untuk tikus berpedoman pada dosis yang biasa dikonsumsi manusia dan dikonversi untuk tikus. Konversi dosis manusia dengan berat badan 70 kg ke tikus dengan berat badan 200 gr adalah 0,018. Dosis vitamin C untuk manusia adalah 100 mg/hari (Sunita Almatsier, 2009:186), sehingga dosis untuk tikus sebesar  $0,018 \times 100 \text{ mg} = 1,8 \text{ mg}$ . Sedangkan untuk do-

sis vitamin E untuk manusia adalah 80 mg / hari (Rezha Alfy Yulianto, 2013:18), sehingga dosis untuk tikus sebesar  $0,018 \times 80 \text{ mg} = 1,44 \text{ mg}$ .

Teknik analisis data yang digunakan adalah uji normalitas data dilanjutkan dengan uji homogenitas varian data dengan menggunakan *Test of Homogeneity of Variances Levene Statistic*. Uji beda rerata penelitian menggunakan analisis parametrik dengan uji *One Way Anova* dan dilanjutkan dengan *Post Hoc LSD* untuk uji beda antar kelompok.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar MDA darah pada Kelompok perlakuan I (aktivitas fisik maksimal) lebih tinggi dibandingkan kelompok perlakuan II (aktivitas fisik maksimal+Vit C), kelompok perlakuan III (aktivitas fisik maksimal+Vit E), dan kelompok perlakuan IV (aktivitas fisik maksimal +Vit C dan E). Berdasarkan hasil uji MDA dapat diketahui bahwa aktivitas fisik maksimal dapat meningkatkan kadarMDA dibanding dengan kelompok kontrol yang hanya diberi pakan dan minum saja. Semua kelompok yang diberi perlakuan aktivitas fisik maksimal mengalami peningkatan kadar MDA, tetapi peningkatan tersebut tidak sebanyak yang diberi aktivitas fisik maksimal saja.

**Tabel 1.** Rata-rata kadar MDA plasma darah

Kelompok	Kadar MDA (nmol/ml)
Kontrol	13,078
KPI (AFM)	16,314
KPII (Vit C)	14,396
KPIII (Vit E)	14,854
KPIV (Vit C + Vit E)	13,690

Pengukuran data MDA dianalisis dengan menggunakan uji *One way ANOVA* dengan taraf signifikansi 5%. Cara menentukan signifikan tidaknya adalah jika nilai  $p < 0,05$  maka ada perbedaan signifikan, selanjutnya jika  $p > 0,05$  maka tidak ada perbedaan signifikan. Uji Lanjut untuk mengetahui kelompok perlakuan yang signifikan dan memberikan hasil MDA yang terbaik.

### Multiple Comparisons

Dari table Multiple Comparisons diperoleh kesimpulan bahwa Kelompok Perlakuan I (AFM)

dengan Kelompok Perlakuan IV (AFM+Vit C dan Vit E) dan kelompok kontrol nilai  $p < \alpha = 5\%$  sehingga signifikan, sedangkan Kelompok Perlakuan I (AFM) dengan kelompok Kelompok Perlakuan II dan Kelompok Perlakuan III nilai  $p > \alpha = 5\%$  maka tidak signifikan. Dengan arti lain bahwa suplementasi yang paling bagus adalah dengan diberikan vitamin C dan E setelah melakukan aktivitas fisik maksimal.

**Tabel 2.** Dependent Variable: Kadar\_MDA, Post Hoc LSD

Kelompok	Kelompok subyek	p
Kelompok Perlakuan I AFM	Kontrol	0.002
	Kelompok Perlakuan II	0.182
	AFM+Vit C	0.538
	Kelompok Perlakuan III	
AFM+Vit E	0.019	
Kelompok Perlakuan IV		
	AFM + Vit C dan Vit E	

Hasil penelitian didapatkan bahwa kelompok perlakuan II, III, dan IV terjadi penurunan kadar MDA dibanding dengan kelompok perlakuan I. Hal ini disebabkan karena vitamin C dan vitamin E merupakan antioksidan yang baik. Hasil uji lanjut dengan uji MDA dapat dilihat bahwa kelompok perlakuan I berbeda dengan kelompok perlakuan II, III, dan IV. Antara kelompok perlakuan II dan III tidak berbeda signifikan. Sementara antara kelompok perlakuan III dan IV berbeda secara signifikan. Penghambatan radikal bebas pada kelompok yang diberi vitamin C saja hampir sama dengan kelompok yang diberi vitamin E saja, tetapi kelompok yang diberi vitamin C saja lebih bagus dibanding dengan kelompok yang diberi vitamin E saja. Hal ini disebabkan karena vitamin C merupakan antioksidan yang larut dalam air utama dan menjadi bagian dari pertahanan pertama terhadap ROS dalam plasma, dan juga berperan di dalam sel (Deddy Muchtadi, 2013:48). Selain itu, Vitamin C mudah diabsorpsi secara aktif dan secara difusi pada bagian atas usus halus lalu masuk ke peredaran darah melalui vena porta. Vitamin C berfungsi menangkal radikal bebas dan mempunyai kelarutan yang tinggi di dalam air sehingga penyerapannya langsung ke darah. Sedangkan Vitamin E berada di dalam lapisan fosfolipida membran sel dan memegang peranan biologik utama dalam melindungi asam lemak tidak jenuh ganda dan komponen membran sel lain dari oksidasi radikal bebas (Sunita Almatsier 2009:175). Vitamin E merupakan vitamin yang larut dalam lemak sehingga penyerapan dalam darah kurang optimal. Antara kelompok perlakuan II dan IV berbeda karena pemberian vitamin C saja kurang mampu menangkal efek radikal bebas, sehingga ketika vitamin



C dan vitamin E diberikan secara bersamaan akan menunjukkan perbedaan yang nyata dalam statistik dengan angka rerata yang lebih baik dalam perhitungan (Sunita Almatsier 2009:176).

Pemberian antioksidan berupa vitamin C dan E yang dikombinasikan mampu menangkal radikal bebas sehingga dapat mempertahankan MDA plasma darah dengan menghambat pengrusakan yang diakibatkan oleh radikal bebas. Penghambatan kerusakan yang terjadi hampir mencapai 100%. Kelompok perlakuan II dan III menunjukkan perbedaan dengan kelompok perlakuan IV, ini memperlihatkan bahwa bila vitamin C bekerja sendiri kurang mampu memberikan perbedaan, begitu pula dengan vitamin E. Supaya vitamin C bisa berperan secara optimal dalam menangkal radikal bebas untuk mempertahankan kadar MDA plasma darah, sebaiknya vitamin C bekerja sama dengan vitamin E. Hal ini dikarenakan, vitamin C bekerja secara sinergis dengan vitamin E dalam mempertahankan kadar MDA plasma darah dengan menangkap radikal bebas yang ditimbulkan akibat aktivitas fisik berlebih, vitamin E menyumbangkan satu elektronnya kepada radikal yang kemudian berubah menjadi vitamin E radikal dan selanjutnya akan distabilkan oleh vitamin C. Vitamin E yang bersifat radikal selanjutnya akan berubah menjadi stabil kembali oleh enzim antioksidan di dalam tubuh.

Untuk kelompok perlakuan II dan IV tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ini dikarenakan vitamin C mampu menangkal radikal bebas yang ditunjukkan dengan bertahannya kadar MDA sehingga ketika digunakan bersama dengan vitamin E tidak dapat menunjukkan perbedaan walaupun dalam angka rerata perhitungan menunjukkan angka yang lebih banyak. Vitamin C mempunyai kemampuan mengubah vitamin C yang bersifat reaktif menjadi vitamin C yang stabil dan mampu meregenerasi vitamin E yang reaktif menjadi vitamin E yang stabil kembali.

Secara keseluruhan pemberian antioksidan vitamin C 1,8 mg/hari bersama dengan vitamin E 1,44 mg/hari pada tikus jantan galur wistar yang diberi aktivitas fisik maksimal mampu menangkal radikal bebas sehingga tingkat stres oksidatif yang dilihat dari uji MDA dapat dipertahankan lebih baik dari pada pemberian satu jenis vitamin yaitu vitamin E 1,44 mg/hari saja maupun vitamin C 1,8 mg/hari saja. Sedangkan pemberian vitamin C 1,8 mg/hari saja masih lebih baik daripada pemberian vitamin E 1,44 mg/hari saja.

## SIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu pemberian suplementasi vitamin C dan vitamin E berpengaruh terhadap tingkat stres oksidatif setelah melakukan aktivitas fisik maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbari, Abolfazl et al .2016. *An Overview of the Characteristics and Function of Vitamin C in Various Tissues: Relying on its Antioxidant Function*. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 18 (11); e4037. October 30, 2016. <http://zjrms.com/en/articles/4037.html>. accessed 25/02/2020
- Deddy Muchtadi. 2009. *Gizi Anti Penuaan Dini*. Bandung: Alfabeta CV.
- . 2013. *Antioksidan dan Kiat Sehat di Usia Produktif*. Bandung: Alfabeta.
- Hairrudin dan Dina Helianti. 2009. *Efek Protektif Propolis Dalam Mencegah Stres Oksidatif Akibat Aktivitas Fisik Berat (Swimming Stres)*. Jember: Fakultas Kedokteran Universitas Jember.
- Hery Winarsi. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- I Nyoman Arsana. 2014. *Ekstrak Kulit Buah Manggis (Garcinia Mangostana L.) Dan Pelatihan Fisik Menurunkan Stres Oksidatif Pada Tikus Wistar (Rattus Norvegicus) Selama Aktivitas Fisik Maksimal*. Disertasi. Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana.
- Iriyanti Harun dkk . 2017. Pemberian Tempe menurunkan Kadar Malondialdehyde (MDA) dan Meningkatkan Aktivitas Enzim Superoxide Dismutase (SOD) pada Tikus dengan Aktivitas Fisik Maksimal. *Jurnal Gizi Pangan* , 2017, 12(3):211-216.
- Momeni, et al. 2009. *Effects of vitamin E on sperm parameters and reproductive hormones in developing rats treated with para-nonylphenol*. *Iranian Journal of Reproductive Medicine* 7 (3):111-116.
- Novita Sari Harahap. 2008. *Pengaruh Aktivitas Fisik Maksimal Terhadap Jumlah Leukosit dan Hitung Jenis Leukosit Pada Mencit (Mus Musculus L) Jantan*. Tesis. Medan: Program Pascasarjana Universitas Sumatra Utara
- Nweze, CC et al. 2015. *COMPARATIVE ANALYSIS OF VITAMIN C IN FRESH FRUITS JUICE OF Malus domestica, Citrussinensi, Ananas comosus AND Citrullus lanatus BY IODOMETRIC TITRATION*. *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol. 4, No 1, 2015, 17 - 22.
- Purnomo Suryohudoyo. 2007. *Kapita Selekta Ilmu Kedokteran Molekular*. Jakarta: Sagung Seto.
- Pathy, Krishnasarma, 2018. *Process for Preparation of Vitamin C and Method for Determination of Vitamin C in Tablets*. *Surgery & Case Studies*: Open Access. [Journal.https://lupinepublishers.com/surgery-case-studies-journal/pdf/SCSOAJ.MS.ID.000114.pdf](https://lupinepublishers.com/surgery-case-studies-journal/pdf/SCSOAJ.MS.ID.000114.pdf). accessed 25/02/2020
- Rezha Alfry Yulianto. 2013. *Pengaruh Vitamin E Terhadap Kualitas Sperma Tikus Putih yang Dipapar Timbal*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Raederstorff, Daniel et al. 2015. *Vitamin E Function and Requirements in Relation to PUFA*. *British Journal of Nutrition*, 21 August 2011, 114, 1113-1122.
- Santosa Giriwijoyo dan Didik Zafar Sidik. 2012. *Ilmu Faal*

*Olahraga*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.  
Sunita Almtsier. 2009. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT  
Gamedia Pustaka Utama.  
Tejasari. 2005. *Nilai Gizi Pangan*. Yogyakarta: Graha Ilmu