

POTENSI UBI JALAR UNGU (*IPOMOEA BATATAS* VAR. *ANTIN 3*) SEBAGAI ASUPAN ANTIOKSIDAN UNTUK ATLET

*The Potential of Purple Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas* var. *Antin 3*) as Antioxidant Intake for Athletes*

Mahendra Wahyu Dewangga^{1*)}, Djoko Pekik Irianto¹⁾, Dimyati¹⁾

¹Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*e-mail: mahendrawahyu.2020@student.uny.ac.id

ABSTRACT

*Athletes are required to have good performance to obtain achievements in every competition. Regular physical exercise provides benefits in improving athlete performance. However, strenuous and excessive physical exercise can increase free radicals in the body. This can cause oxidative stress which has an impact on decreasing athlete performance. Purple sweet potato (*Ipomoea batatas* var *Antin 3*) is a food intake that has a high anthocyanin content and has the potential to reduce oxidative stress in athletes. The purpose of this study was to determine the potential of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* var *Antin 3*) as an antioxidant intake for athletes. The research method used was an experimental post-test-only control group design using experimental animals in the form of Wistar rats. The research was conducted in November 2021 at the Integrated Biomedic Laboratory, Faculty of Medicine, Sultan Agung Islamic University. The sample consisted of 24 rats which were divided into 4 groups. Group 1 is the control group. Group 2, rats were given strenuous physical exercise. Group 3 rats were given strenuous physical exercise and the intake of purple sweet potato was 0.63 g/day. Group 4, rats were given purple sweet potato 1.26 g/day. Give physical exercise in the form of swimming exercise for 20-30 minutes. This study ran for 14 days. On the 15th day, blood serum was taken and then checked for Malondialdehyde (MDA) and Superoxide Dismutase (SOD). The results of the one-way ANOVA and post hoc LSD analysis of the measurement of MDA and SOD levels, group 4 had the most effective result ($p < 0.05$) for preventing a decrease in MDA and an increase in SOD when compared to group 3. closest to group 1 ($p > 0.05$). It can be concluded that purple sweet potato (*Ipomoea batatas* var. *Antin 3*) can reduce oxidative stress levels after excessive physical exercise. Purple sweet potato (*Ipomoea batatas* var. *Antin 3*) has the potential as an antioxidant intake for athletes.*

Keywords: *Purple sweet potato, *Ipomoea batatas* var *Antin 3*, antioxidant, oxidative stress, athlete*

ABSTRAK

Atlet dituntut untuk memiliki performa yang baik agar memperoleh prestasi disetiap kompetisi. Latihan fisik teratur memberikan manfaat pada peningkatan performa atlet. Namun, latihan fisik berat dan berlebihan dapat meningkatkan radikal bebas di dalam tubuh. Hal ini dapat menyebabkan stress oksidatif yang berdampak pada penurunan performa atlet. Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var *Antin 3*) adalah asupan makanan yang memiliki kandungan antosianin yang tinggi dan memiliki potensi untuk menurunkan stress oksidatif para atlet. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui potensi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var *Antin 3*) sebagai asupan antioksidan untuk atlet. Metode penelitian yang digunakan adalah *experimental post-test only control group design* menggunakan hewan coba berupa tikus galur wistar. Penelitian dilakukan pada bulan Nopember 2021 di *Integrated Biomedic Laboratory* Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung. Sampel berjumlah 24 tikus yang dibagi menjadi 4 kelompok. Kelompok 1 merupakan kelompok control. Kelompok 2, tikus diberikan latihan fisik berat. Kelompok 3 tikus diberikan latihan fisik berat dan asupan ubi jalar ungu 0,63 g/hari. Kelompok 4, tikus

Received : 23-11-2021
Revised : 23-06-2022
Accepted : 14-12-2022
Publish : 27-12-2022

diberikan ubi jalar ungu 1,26 g/hari. Pemberian latihan fisik berupa latihan berenang selama 20-30 menit. Penelitian ini berjalan selama 14 hari. Pada hari ke 15 dilakukan pengambilan serum darah lalu dilakukan pengecekan Malondialdehida (MDA) dan Superoksida Dismutase (SOD). Hasil analisa *one-way anova* dan *post hoc* LSD dari pengukuran kadar MDA dan SOD, kelompok 4 memiliki hasil yang paling efektif ($p < 0,05$) untuk mencegah penurunan MDA dan peningkatan SOD apabila dibandingkan dengan kelompok 3. Hasil dari kelompok 4 juga yang paling mendekati dengan kelompok 1 ($p > 0,05$). Dapat disimpulkan bahwa ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var. *Antin 3*) dapat menurunkan kadar stress oksidatif pasca latihan fisik berlebihan. Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var. *Antin 3*) memiliki potensi sebagai asupan antioksidan untuk atlet.

Kata kunci: Ubi jalar ungu, *Ipomoea batatas* var *Antin 3*, antioksidan, stress oksidatif, atlet

PENDAHULUAN

Performa atlet merupakan salah satu faktor yang mendukung prestasi atlet pada saat berkompetisi. Atlet dituntut untuk mempunyai stamina yang tidak cepat lelah (Wahyuni & Donie, 2020). Namun pada kenyataannya cukup banyak atlet yang mengalami penurunan stamina selama kompetisi. Hal ini mengakibatkan penurunan prestasi dan kesuksesan atlet. Untuk mengetahui stamina dari para atlet, pelatih melakukan peninjauan kebugaran jasmani atlet sebelum bertanding (Dieny *et al.*, 2020). Kebugaran yang baik dapat dicapai oleh atlet dengan melakukan kegiatan latihan fisik yang teratur (Syamsuryadin *et al.*, 2022). Latihan fisik yang teratur memiliki berbagai macam efek yang bermanfaat bagi kesehatan (Fiuza-Luces *et al.*, 2018). Namun latihan fisik yang berlebihan akan memberikan pengaruh yang negatif (Kawamura & Muraoka, 2018).

Pada saat atlet melakukan latihan fisik yang berat terjadi peristiwa iskemia-reperfusi yang dapat meningkatkan produksi radikal bebas, dimana peningkatan suplai oksigen seringkali tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen, fenomena ini disebut sebagai fase iskemia. Sedangkan peningkatan suplai oksigen yang tinggi justru akan meningkatkan pembentukan radikal bebas oksigen yang bahkan bisa mencapai 10 kali lipat (Dewangga, Nasihun, *et al.*, 2021). Fenomena ini disebut fase reperfusi. Beberapa penelitian membuktikan bahwa latihan fisik dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan stres oksidatif dimana produksi oksigen radikal bebas meningkat secara signifikan (Magherini *et al.*, 2019).

Radikal bebas yang terakumulasi dalam jumlah banyak dapat memicu terjadinya stress oksidatif (Giri, 2019). Stress oksidatif merupakan ketidakseimbangan antara radikal bebas dengan antioksidan di dalam tubuh (Suzuki, 2017). Radikal bebas menyebabkan rusaknya struktur dan fungsi sel ketika bereaksi terhadap karbohidrat, protein dan lipid. Lipid termasuk senyawa yang paling sensitif terhadap serangan radikal bebas sehingga memiliki potensi untuk terjadinya peroksidasi lipid (Su *et al.*, 2019). Peroksidasi lipid merupakan sebuah reaksi yang terjadi antara radikal bebas dengan asam lemak tak jenuh ganda (*polyunsaturated fatty acid-PUFA*) (Dutta *et al.*, 2019). Superoksida dismutase (SOD) adalah mekanisme pertahanan terdepan terhadap proses peroksidasi lipid supaya tidak terjadi secara berlebihan (Dewangga, Irianto, *et al.*, 2021). Produk akhir dari peroksidasi lipid adalah malondialdehida (MDA). MDA merupakan salah satu indikator radikal bebas di dalam tubuh. Semakin tinggi radikal bebas di dalam tubuh akan mempengaruhi performa atlet (Deviandri, 2020).

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var. *Antin 3*) adalah varian ubi jalar yang dikembangkan oleh Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) Kementerian Pertanian Republik Indonesia (Ginting *et al.*, 2020). Ubi jalar ungu varietas antin 3 memiliki kandungan

antosianin sebesar 150mg/100g (Setiawan, 2019). Kandungan antosianin pada ubi jalar ungu menarik untuk dikaji, mengingat banyaknya manfaat dari antosianin. Antosianin merupakan antioksidan dan penangkap radikal bebas, sehingga berperan untuk mencegah terjadinya penuaan, kanker, penyakit degenerative dan gangguan stress oksidatif pasca latihan fisik berat (Lima *et al.*, 2019). Penelitian tentang manfaat ubi jalar ungu untuk meningkatkan derajat Kesehatan sudah banyak dilakukan. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh I Made Jawi yang menjelaskan bahwa ubi jalar ungu mampu menurunkan kadar stress oksidatif jaringan hati pada hewan coba hipertensi dan antioksidan yang terkandung dalam ubi jalar ungu dapat menurunkan efek kerusakan yang ditimbulkan akibat stress oksidatif (Jawi *et al.*, 2016). Berdasarkan uraian tersebut penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengkaji potensi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var. *Antin 3*) sebagai asupan antioksidan untuk atlet.

METODE

Penelitian eksperimen menggunakan metode *post-test only control group design*. Penelitian ini berlangsung di *Integrated Biomedical Laboratory* (IBL) Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang Indonesia dan Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Indonesia. Penelitian ini telah disetujui oleh komite etik kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang dengan nomor No.216/VII/2021/*Bioethics Commission*. Penelitian dilakukan selama 14 hari pada bulan November 2021.

Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus wistar jantan dengan berat badan 150-200 g dan berumur 2-3 bulan dengan kondisi sehat yang ditandai dengan gerakan aktif dan mata jernih. Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 24 ekor tikus yang diperoleh dari Laboratorium Hewan Coba Integrated Biomedic Laboratory (IBL) Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Pengolahan Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu diperoleh dari Balitkabi, Kementerian Pertanian, Jawa Timur. Ubi jalar ungu diolah dengan pengupasan kulit, dicuci bersih dengan air mengalir lalu dilakukan pengukusan selama 10 menit. Setelah itu ubi jalar ungu dihaluskan dengan blender dan diuji kandungan antosianin di Laboratorium Pangan & Gizi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta menggunakan metode Giusti & Worlsted (Lestario *et al.*, 2011).

Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa kebutuhan antosianin manusia sebesar 200 mg/hari (Stoia & Oancea, 2012). Dosis yang digunakan pada penelitian ini sebesar 100 dan 200 mg/hari. Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa sampel uji memiliki kandungan antosianin sebesar 2866 ppm atau sebesar 286,6 mg/100 gram. 100 mg antosianin didapat dari 35 g dari ubi jalar ungu. Pemberian sediaan uji pada penelitian ini adalah 0,63 g/ekor/hari untuk kelompok 3 (K III) dan 1,26 g/ekor/hari pada kelompok 4 (K IV).

Perlakuan Terhadap Hewan Uji

Penelitian ini terdiri dari 4 kelompok. Penentuan jumlah subjek minimal ditentukan berdasarkan rumus Federer yaitu $(n-1) \times (t-1) \geq 15$, bahwa n merupakan besar sampel tiap kelompok, sedangkan t merupakan banyak kelompok, sehingga didapatkan $n \geq 6$ (Wahyuningrum & Probosari, 2012).

Kelompok kontrol (KI) tidak diberi latihan fisik berat, tidak diberi ubi jalar ungu, hanya diberi pakan standar.

Kelompok 2 (K II) diberi pakan standar, latihan fisik berat berupa renang tanpa diberi konsumsi ubi jalar ungu.

Kelompok 3 (K III) diberi pakan standar, latihan fisik berat berupa renang dan konsumsi ubi jalar ungu dengan dosis 0,63g/200g BB tikus.

Kelompok 4 (K IV) diberi pakan standar, latihan fisik berat berupa renang dan konsumsi ubi jalar ungu dengan dosis 1,26g/200g BB tikus.

Prosedur penelitian diawali dengan adaptasi selama 7 hari dengan pakan standar dan akuades. Sebelum berolahraga, tikus terlebih dahulu diperiksa berat badannya. Selanjutnya pada kelompok 2, 3, dan 4 diberikan latihan fisik dengan cara tikus berenang di akuarium selama 20-30 menit sampai terlihat hampir tenggelam (Dewangga, Irianto, et al., 2021). Latihan fisik dilakukan setiap hari selama 2 minggu. Pemberian ubi jalar ungu diberikan 1 kali dalam sehari selama 2 minggu. Pemberian ubi jalar ungu 2 jam setelah sampel melakukan latihan fisik melalui oral.

Pemeriksaan Superoksida Dismutase (SOD) & Malondialdehida (MDA)

Setelah 2 minggu atau pada hari ke-15, serum darah diambil dari sampel tikus melalui pleksus retro-orbital. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan kadar MDA dan SOD menggunakan spektrofotometri.

Kadar SOD ditentukan secara biokimia menggunakan kit RanSOD Biovision (Rodríguez-Sureda et al., 2015). Pemeriksaan biomarker dilakukan di Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Pereaksi pada kit ini terdiri dari mixed substrat yang mengandung xantin, buffer fosfat untuk mengencerkan, xantin oksidase dan larutan standar untuk membuat kurva standar. Sampel berupa darah dari seluruh sampel dari kelompok kontrol hingga kelompok IV, diambil dari pleksus retro-orbital subyek penelitian sebanyak 2 mL (Dyahnugra & Widjanarko, 2015). Selanjutnya, darah disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 3 menit untuk mendapatkan plasma. Sebanyak 25 µL plasma digunakan untuk pengukuran kadar SOD darah. Mula-mula 25 µL sampel/standar dimasukkan ke dalam kuvet dan ditambahkan 850 µL mixed substrat serta dicampur dengan baik. Untuk menghambat SOD ditambahkan 5 µL natrium sianida 5 mM ke dalam campuran sampai tercampur baik. Setelah itu ditambahkan 125 µL xantin oksidase. Serapan dibaca pada panjang gelombang 505 nm dengan spektrofotometer (Safyudin et al., 2015).

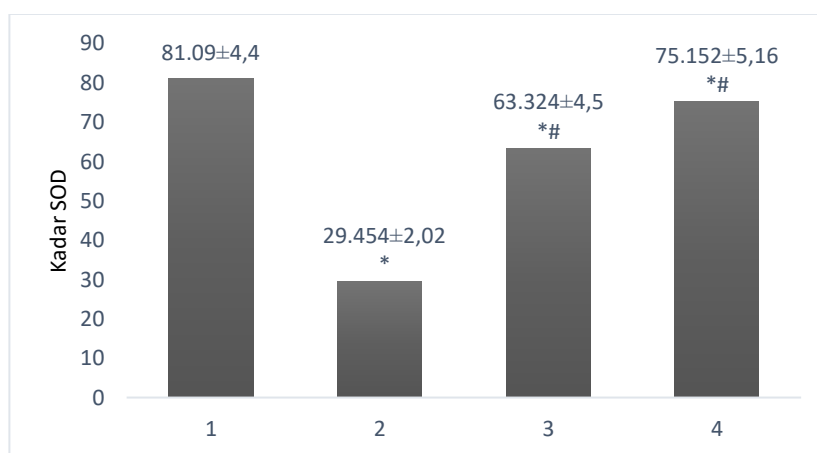
Pemeriksaan MDA dilakukan dengan cara 1 mL darah vena dari semua kelompok, baik kelompok 1, 2, 3 dan 4 dimasukan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 1 ml TCA 20%, dan disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Kemudian dipipet 1 mL serum darah dan ditambahkan dengan 1 mL TBA 0,01% dan dibaca absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang 532 nm (Ochieng et al., 2017).

Analisis Data

Data SOD dan MDA yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan uji normalitas dan uji homogenitas, dilanjutkan dengan One Way Anova untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang bermakna antar kelompok. Kemudian dilanjutkan dengan Post Hoc LSD untuk mengetahui intervensi mana yang lebih berpengaruh dalam menurunkan tingkat stres oksidatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara alami tubuh memiliki kemampuan untuk menangkal radikal bebas dengan membentuk antioksidan endogen yang dihasilkan oleh tubuh. Kadar antioksidan dalam tubuh dapat diukur melalui aktivitas enzim GPx (*Glutathione Peroxidase*), katalase dan SOD (Ighodaro & Akinloye, 2018). SOD merupakan enzim yang mengkatalisis dismutasi anion superoksida menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2) dan O_2 (Henry Wicaksono *et al.*, 2021). Meskipun radikal superoksida tidak terlalu beracun, mereka dapat menarik elektron dari membran sel atau komponen sel lainnya dan menyebabkan reaksi berantai radikal. Radikal superoksida memiliki kemampuan untuk berpartisipasi dalam pembentukan radikal hidroksil (Poprac *et al.*, 2017). Hidrogen peroksida, setelah terbentuk, juga harus dihilangkan untuk mencegah pembentukan radikal hidroksil. Aktivitas fisik yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kadar radikal bebas dalam tubuh juga meningkat sehingga antioksidan endogen tidak mampu menetralkan radikal bebas, diperlukan antioksidan eksogen dalam jumlah yang lebih banyak untuk menetralkan efek radikal bebas (Simioni *et al.*, 2018).



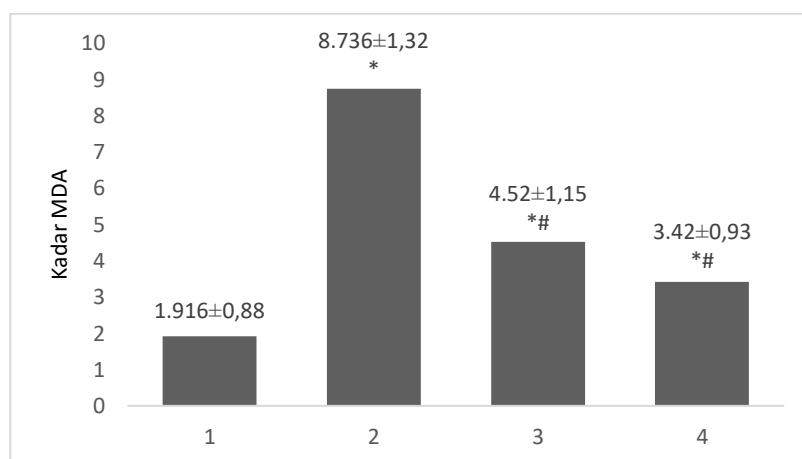
Gambar 1. Pengaruh konsumsi ubi jalar ungu setelah latihan fisik berat terhadap rata-rata kadar superoksida dismutase (SOD)(U/ml). Keterangan * $P < 0,05$ memiliki perbedaan kadar SOD yang signifikan dengan kelompok kontrol. # $P < 0,05$ memiliki tingkat SOD berbeda yang signifikan dengan hanya kelompok latihan fisik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar SOD terendah terdapat pada kelompok 2 yang diberikan latihan fisik berat tanpa ubi jalar ungu seperti terlihat pada grafik. Kadar SOD yang rendah pada perlakuan menunjukkan adanya stres oksidatif yang tinggi bila diberikan latihan fisik berat. Aktivitas SOD dapat berubah karena perubahan kadar ROS (Jahangiri *et al.*, 2019). Peningkatan ROS pada latihan fisik berat disebabkan oleh peningkatan ekspresi mRNA dari subunit NADPH oksidase, suatu kompleks enzim penghasil ROS yang menghambat ekspresi dan regulasi antioksidan enzimatik. Peningkatan kadar SOD ini sejalan dengan peningkatan dosis yang diberikan (Vargas-Mendoza *et al.*, 2019).

Kadar SOD pada kelompok 3 yang diberikan ubi jalar ungu dengan dosis 0,63 g/hari setelah latihan fisik berat memiliki hasil yang cukup signifikan untuk mencegah penurunan superoksida dismutase namun hasil yang diperoleh tidak mendekati kelompok kontrol. Pada kelompok 4, ubi jalar ungu dosis 1,26 g/hari memiliki rerata hasil yang paling mendekati dengan kelompok kontrol. Hal ini membuktikan bahwa pemberian ubi jalar ungu dapat mencegah penurunan kadar SOD setelah latihan berat. Semakin tinggi dosis ubi jalar ungu yang diberikan maka kecenderungan rata-rata kadar SOD meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa efek antioksidan ubi jalar ungu semakin kuat dengan meningkatnya dosis yang diberikan. Efek antioksidan ubi jalar

ungu paling kuat pada dosis 1,26 g/hari. Antosianin yang terkandung dalam ubi jalar ungu berperan sebagai antioksidan yang menetralkan radikal bebas dari latihan fisik berat sehingga kadar SOD dalam darah meningkat (Elvana *et al.*, 2016).

Radikal bebas sangat reaktif dan mudah menyebabkan reaksi yang tidak terkendali, mengakibatkan ikatan silang DNA, protein, lipid, atau kerusakan oksidatif pada gugus fungsi penting dalam biomolekulnya. Mekanisme kerusakan sel atau jaringan yang paling awal diketahui dan dipelajari akibat serangan radikal bebas adalah peroksidasi lipid (Fauziah *et al.*, 2018). Sebagian besar peroksidasi lipid terjadi pada membran sel, terutama asam lemak tak jenuh yang merupakan komponen penting dari membran sel. Membran sel kaya akan sumber *poly unsaturated fatty acids* (PUFA) atau yang biasa disebut asam lemak tak jenuh yang mudah rusak oleh zat pengoksidasi, prosesnya disebut peroksidasi lipid. Hal ini sangat merusak karena merupakan proses yang berkesinambungan (Christi & Harwood, 2020). MDA merupakan salah satu hasil peroksidasi lipid yang disebabkan oleh radikal bebas pada saat latihan fisik maksimal atau latihan daya tahan intensitas tinggi sehingga MDA merupakan indikator umum yang digunakan untuk mengetahui jumlah radikal bebas dan secara tidak langsung menilai kapasitas oksidan suatu senyawa tubuh (Park & Kwak, 2016). Membran sel sangat penting untuk fungsi reseptor dan fungsi enzim, sehingga mengakibatkan terjadinya peroksidasi lipid membran sel oleh radikal bebas yang dapat mengakibatkan hilangnya fungsi seluler secara total (Su *et al.*, 2019).



Gambar 2. Pengaruh konsumsi ubi jalar ungu setelah latihan fisik berat terhadap rata-rata kadar malondialdehid (MDA)(Nmol/ml). Keterangan *P < 0,05 memiliki perbedaan kadar SOD yang signifikan dengan kelompok kontrol. #P < 0,05 memiliki tingkat SOD berbeda yang signifikan dengan hanya kelompok latihan fisik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar MDA total pada kelompok 1 memiliki kadar malondialdehid rata-rata sebesar 1,9 nmol/ml. Pada kelompok 2, pasca latihan berat selama 14 hari memiliki tingkat malondialdehid rata-rata 8,7 nmol/ml. Kelompok 2 menunjukkan bahwa latihan fisik intensitas berat yang dilakukan setiap hari selama 2 minggu mengakibatkan ketidakseimbangan antara jumlah antioksidan dan radikal bebas dalam tubuh. Jumlah antioksidan akan sangat dipengaruhi oleh banyaknya radikal bebas yang terbentuk di dalam tubuh saat melakukan aktivitas fisik yang tinggi (Yimcharoen *et al.*, 2019).

Pemberian ubi jalar ungu kadar MDA pada kelompok 3 dan 4 yang diberikan latihan fisik intensitas tinggi memiliki nilai rerata yang lebih rendah. Pada kelompok 3 didapatkan hasil 4,52 nmol/ml, sedangkan pada kelompok 4 pemberian ubi jalar ungu setelah latihan intensitas tinggi memiliki kadar superoksida dismutase sebesar 3,42 nmol/ml. Hal ini menunjukkan bahwa

pemberian ubi jalar ungu dapat menurunkan kadar MDA yang meningkat akibat latihan fisik yang maksimal. Hasil penapisan fitokimia pada ubi jalar ungu yang dilakukan oleh Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi menunjukkan bahwa ubi jalar ungu mengandung senyawa flavonoid, glikosida, dan antrakuinon. Flavonoid merupakan salah satu bahan yang dapat mengurangi efek buruk radikal bebas, dengan cara menghambat peroksidasi lipid melalui aktivasi peroksidase. Flavonoid yang diisolasi dari ubi jalar ungu dapat melindungi membran fosfolipid FUPA dengan mendonorkan atau mendonorkan salah satu ion Hidrogennya (H^+) ke lipid peroxy radikal (LOO^*) (Panche *et al.*, 2016). LOO^* merupakan hasil reaksi HO^* dalam proses peroksidasi lipid dari serangan HO^* pada PUFA. Pemberian H^* oleh antioksidan dapat menghentikan reaksi radikal lebih lanjut sehingga membuat radikal kurang reaktif (Juan *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa latihan fisik berat dapat menyebabkan akumulasi tingkat stres oksidatif, oleh karena itu diperlukan konsumsi antioksidan yang tinggi. Ubi jalar ungu merupakan bahan pangan yang memiliki kandungan antioksidan tinggi dan mampu mencegah akumulasi stres oksidatif setelah melakukan latihan fisik berat. Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var. *Antin 3*) memiliki potensi sebagai asupan antioksidan untuk atlet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada staf laboratorium Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang, staf laboratorium Pangan dan Gizi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, staf laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Fakultas Gadjah Mada. Peneliti juga berterimakasih kepada Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Christi, W. W., & Harwood, J. L. (2020). Oxidation of polyunsaturated fatty acids to produce lipid mediators. *Essays in Biochemistry*, 64(3), 401–421. <https://doi.org/10.1042/EBC20190082>
- Deviandri. (2020). The Effect of A-Tocopherol 400 IU on Malondialdehyd (MDA) Plasma and Speed Performance in Run 3000 Metres Junior Athlete. *American Journal of Biomedical Science & Research*, 8(5), 443–446. <https://doi.org/10.34297/ajbsr.2020.08.001316>
- Dewangga, M. W., Irianto, D. P., Dimiyati, Sumaryanto, Nasihun, T., Febrianta, Y., Wahyuni, Wijianto, & Agustiyawan. (2021). Different Effects of Acute and Chronic Strenuous Physical Exercise on Superoxide Dismutase (SOD), Malondialdehyde (MDA) Levels, and Sperm Quality of the Wistar Rats. *Journal of Kerman University of Medical Sciences*, 28(6), 539–547. <https://doi.org/10.22062/JKMU.2021.91825>
- Dewangga, M. W., Nasihun, T., & Isradji, I. (2021). Dampak Olahraga Berlebihan Terhadap Kualitas Sperma. *Journal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 12(11), 58–61. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33846/sf12115>
- Dieny, F. F., Widyastuti, N., Fitranti, D. Y., Tsani, A. F. A., & Fikri, F. (2020). Profil Asupan, Status Gizi, Status Hidrasi dan Performa Atlet Sekolah Sepak Bola di Kota Semarang. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 7(2), 108–119.

- https://www.researchgate.net/profile/Fajar_Ari_Nugroho/publication/314713055_Kadar_NF-Kb_Pankreas_Tikus_Model_Type_2_Diabetes_Mellitus_dengan_Pemberian_Tepung_Susu_Sapi/links/5b4dbf09aca27217ff9b6fcb/Kadar-NF-Kb-Pankreas-Tikus-Model-Type-2-Diabetes-Melli
- Dutta, S., Majzoub, A., & Agarwal, A. (2019). Oxidative stress and sperm function: A systematic review on evaluation and management. *Arab Journal of Urology*, 17(2), 87–97. <https://doi.org/10.1080/2090598X.2019.1599624>
- Dyahnugra, A. A., & Widjanarko, S. B. (2015). DARAH PADA TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) STRAIN WISTAR JANTAN KONDISI HIPERGLIKEMIK. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri Vol.*, 3(1), 113–123.
- Elvana, A., Rusmarilin, H., Silaban, R., & Sinaga, R. N. (2016). Effect of Purple Sweet Potato (*Ipomoea Batatas* L.) Extract on Glutathione Peroxidase (GPx) Activities in Hepatic House Mice (*Mus musculus*) After Maximum Physical Exercise. *Indonesian Journal of Medicine*, 01(02), 116–120. <https://doi.org/10.26911/theijmed.2016.01.02.05>
- Fauziah, P. N., Maskoen, A. M., Yuliati, T., & Widiarsih, E. (2018). Optimized steps in determination of malondialdehyde (MDA) standards on diagnostic of lipid peroxidation. *Padjadjaran Journal of Dentistry*, 30(2), 136. <https://doi.org/10.24198/pjd.vol30no2.18329>
- Fiuza-Luces, C., Santos-Lozano, A., Joyner, M., Carrera-Bastos, P., Picazo, O., Zugaza, J. L., Izquierdo, M., Ruilope, L. M., & Lucia, A. (2018). Exercise benefits in cardiovascular disease: beyond attenuation of traditional risk factors. *Nature Reviews Cardiology*, 15(12), 731–743. <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0065-1>
- Ginting, E., Yulifianti, R., & Indriani, F. C. (2020). Selected purple-fleshed sweet potato genotypes with high anthocyanin contents. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 456(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/456/1/012023>
- Giri, M. K. W. (2019). Immunological side in overtraining exercise. *International Journal of Health & Medical Sciences*, 2, 1–6. <https://doi.org/10.31295/ijhms.v2n1.52>
- Henry Wicaksono, Mahrus A Rahman, Roedi Irawan, I Ketut Alit Utamayasa, Teddy Ontoseno, & Taufiq Hidayat. (2021). The level of superoxide dismutase and catalase in acyanotic congenital heart disease children with heart failure. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 16(1), 150–156. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2021.16.1.0206>
- Ighodaro, O. M., & Akinloye, O. A. (2018). First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. *Alexandria Journal of Medicine*, 54(4), 287–293. <https://doi.org/10.1016/j.ajme.2017.09.001>
- Jahangiri, Z., Gholamnezhad, Z., Hosseini, M., Beheshti, F., & Kasraie, N. (2019). The effects of moderate exercise and overtraining on learning and memory, hippocampal inflammatory cytokine levels, and brain oxidative stress markers in rats. *Journal of Physiological Sciences*, 69(6), 993–1004. <https://doi.org/10.1007/s12576-019-00719-z>
- Jawi, I. M., Yasa, I. W. P. S., & Mahendra, A. N. (2016). Antihypertensive and Antioxidant Potential of Purple Sweet Potato Tuber Dry Extract in Hypertensive Rats. *Bali Medical Journal*, 5(2), 65. <https://doi.org/10.15562/bmj.v5i2.217>
- Juan, C. A., de la Lastra, J. M. P., Plou, F. J., & Pérez-Lebeña, E. (2021). The chemistry of reactive oxygen species (Ros) revisited: Outlining their role in biological macromolecules (dna, lipids and proteins) and induced pathologies. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9). <https://doi.org/10.3390/ijms22094642>

- Kawamura, T., & Muraoka, I. (2018). Exercise-induced oxidative stress and the effects of antioxidant intake from a physiological viewpoint. *Antioxidants*, 7(9). <https://doi.org/10.3390/antiox7090119>
- Lestario, L. N., Rahayuni, E., & Timotius, K. H. (2011). Kandungan Antosianin Dan Identifikasi Antosianidin Dari Kulit Buah Jenitri (*Elaeocarpus Angustifolius* Blume). *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*, 31(2), 93–101. <https://doi.org/10.22146/agritech.9731>
- Lima, L. C. R., Barreto, R. V., Bassan, N. M., Greco, C. C., & Denadai, B. S. (2019). Consumption of an anthocyanin-rich antioxidant juice accelerates recovery of running economy and indirect markers of exercise-induced muscle damage following downhill running. *Nutrients*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/nu11102274>
- Magherini, F., Fiaschi, T., Marzocchi, R., Mannelli, M., Gamberi, T., Modesti, P. A., & Modesti, A. (2019). Oxidative stress in exercise training: the involvement of inflammation and peripheral signals. *Free Radical Research*, 53(11–12), 1155–1165. <https://doi.org/10.1080/10715762.2019.1697438>
- Ochieng, C. O., Shrivastava, A., Chaturvedi, U., Khanna, A. K., Owuor, P. O., Manguro, L. A. O., & Asthana, R. K. (2017). Antioxidant activities of Triacetyl-E-cinnamoylmetabolites from *Caesalpinia volkensii* Root Bark extracts. *Journal of the Kenya Chemical Society*, 10(1), 3–9.
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science*, 5. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
- Park, S.-Y., & Kwak, Y.-S. (2016). Impact of aerobic and anaerobic exercise training on oxidative stress and antioxidant defense in athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(2), 113–118. <https://doi.org/10.12965/jer.1632598.299>
- Poprac, P., Jomova, K., Simunkova, M., Kollar, V., Rhodes, C. J., & Valko, M. (2017). Targeting Free Radicals in Oxidative Stress-Related Human Diseases. *Trends in Pharmacological Sciences*, 38(7), 592–607. <https://doi.org/10.1016/j.tips.2017.04.005>
- Rodríguez-Sureda, V., Vilches, Á., Sánchez, O., Audí, L., & Domínguez, C. (2015). Intracellular oxidant activity, antioxidant enzyme defense system, and cell senescence in fibroblasts with trisomy 21. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/509241>
- Safyudin, S., Arifin, M., & Oktalisa, W. (2015). Kadar Superoksida Dismutase Mahasiswa Perokok Di Program Studi Pendidikan Dokter Universitas Sriwijaya. *Jurnal Kedokteran YARSI*, 23(2), 76–82. <http://academicjournal.yarsi.ac.id/ojs-2.4.6/index.php/jurnal-fk-yarsi/article/view/113>
- Setiawan, M. (2019). Pengaruh Ekstrak Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas* L.) Terhadap Kadar Superoksida Dismutase (Sod) Tikus Putih Jantan (*Rattus Norvegicus*) Galur Wistar Model Aterosklerosis. *MEDICA ARTERIANA (Med-Art)*, 1(2), 15. <https://doi.org/10.26714/medart.1.2.2019.15-20>
- Simioni, C., Zauli, G., Martelli, A. M., Vitale, M., Gonelli, A., & Neri, L. M. (2018). Oxidative stress : role of physical exercise and antioxidant nutraceuticals in adulthood and aging. *Oncotarget*, 9(24), 17181–17198. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.24729>
- Stoia, M., & Oancea, S. (2012). Workplace health promotion program on using dietary antioxidants (anthocyanins) in chemical exposed workers. *Procedia Engineering*, 42(August), 1989–1996. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.595>
- Su, L. J., Zhang, J. H., Gomez, H., Murugan, R., Hong, X., Xu, D., Jiang, F., & Peng, Z. Y. (2019). Reactive Oxygen Species-Induced Lipid Peroxidation in Apoptosis, Autophagy, and Ferroptosis. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/5080843>

- Suzuki, K. (2017). Exhaustive Exercise-Induced Neutrophil-Associated Tissue Damage and Possibility of its Prevention. *Journal of Nanomedicine & Biotherapeutic Discovery*, 07(02), 23–25. <https://doi.org/10.4172/2155-983x.1000156>
- Syamsuryadin, Suharjana, Laksmi, A. R., Dewangga, M. W., Sirada, A., Hutomono, S., & Santoso, N. P. B. (2022). Correlation between Body Mass Index and Cardiovascular Fitness of Volleyball Athletes at Athletes Training Center during the Covid-19 Pandemic. *Journal of Medicinal and Chemical Sciences*, 5(4). <https://doi.org/10.26655/JMCHEMSCI.2022.4.19>
- Vargas-Mendoza, N., Morales-González, Á., Madrigal-Santillán, E. O., Madrigal-Bujaidar, E., Álvarez-González, I., García-Melo, L. F., Anguiano-Robledo, L., Fregoso-Aguilar, T., & Morales-Gonzalez, J. A. (2019). Antioxidant and adaptative response mediated by Nrf2 during physical exercise. *Antioxidants*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/antiox8060196>
- Wahyuni, S., & Donie. (2020). Vo2Max, Daya Ledak Otot Tungkai, Kelincahan Dan Kelentukan Untuk Kebutuhan Kondisi Fisik Atlet Taekwondo. *Jurnal Patriot*, 2(2), 1–13.
- Wahyuningrum, M. R., & Probosari, E. (2012). Pengaruh Pemberian Buah Pepaya (*Carica Papaya* L.) Terhadap Kadar Trigliserida Pada Tikus Sprague Dawley Dengan Hiperkolesterolemia. *Journal of Nutrition College*, 1(1), 192–198. <https://doi.org/10.14710/jnc.v1i1.693>
- Yimcharoen, M., Kittikunnathum, S., Suknikorn, C., Nak-On, W., Yeethong, P., Anthony, T. G., & Bunpo, P. (2019). Effects of ascorbic acid supplementation on oxidative stress markers in healthy women following a single bout of exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(2), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0269-8>