

## **Efek Astaxanthin dan Latihan Teratur terhadap Pola Stres Oksidatif Pria Setelah Aktivitas Berat**

**Nova Sylviana<sup>1</sup>, Hanna Gunawan<sup>1</sup>, Ronny Lesmana<sup>1</sup>, Ambrosius Purba<sup>1</sup>, Ieva B. Akbar<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup>Departemen Anatomi, Fisiologi dan Biologi Sel, Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia, <sup>2</sup>Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Bandung, Bandung, Indonesia

### **Abstrak**

Aktivitas fisik berat meningkatkan senyawa oksigen reaktif dalam tubuh yang diketahui dengan mengukur kadar malondialdehid (MDA) dari hasil proses lipid peroksidase yaitu kerusakan oksidatif pada biomolekul lipid akibat reaktivitas senyawa oksigen reaktif (SOR), namun pola perubahan kadar MDA plasma seseorang setelah beraktivitas fisik berat masih belum dipahami. Antioksidan potensial seperti astaxanthin dan latihan teratur diduga dapat memengaruhi pola perubahan kadar MDA tersebut. Untuk itu dilakukan penelitian eksperimental dengan subjek 15 orang pria terlatih dan 15 orang pria tidak terlatih anggota sebuah pusat kebugaran di Bandung, usia 18–25 tahun yang terbagi menjadi kelompok yang mendapatkan suplemen astaxanthin atau plasebo selama satu minggu secara buta ganda. Setelah pemberian suplemen atau plasebo, setiap kelompok melakukan tes aktivitas anaerobik berat. Dilakukan pengukuran MDA rerata (mmol/mL) sebelum dilakukan tes, langsung setelah tes, 6 jam setelah tes, dan 24 jam setelah tes. Data yang dianalisis menggunakan uji ANOVA diikuti uji *Duncan* menunjukkan bahwa sebelum tes keempat kelompok mempunyai rerata yang hampir sama, sementara rerata MDA yang diperiksa pada setelah tes pada kelompok pria terlatih dengan suplementasi astaxanthin memiliki rerata MDA terendah, sementara yang tertinggi pada kelompok pria tak terlatih dengan plasebo ( $p < 0,05$ ). Perubahan rerata MDA pada setiap kelompok menunjukkan pola dinamis sama yaitu meningkat tajam langsung setelah tes latihan fisik, mulai mengalami penurunan pada jam ke-6 dan kembali ke rerata awal pada jam ke-24 ( $p < 0,05$ ), kecuali pada kelompok pria tak terlatih dengan plasebo meningkat 2 kali dari nilai awal. Hal ini menunjukkan astaxanthin dan latihan mempunyai efek positif terhadap peningkatan kadar MDA namun tidak memengaruhi pola perubahannya setelah aktivitas fisik berat.

**Kata kunci:** Astaxanthin, latihan, malondialdehid

## **The Effect of Astaxanthin and Regular Training on Dynamic Pattern of Oxidative Stress on Male under Strenuous Exercise**

### **Abstract**

Strenuous physical activity will induce higher Reactive Oxygen Species (ROS) level in human body that can be measured by serum malondialdehyde (MDA) level. Malondialdehyde is product of lipid peroxidation process that defined as oxidative damage of lipid biomolecule by reactivity of reactive oxygen species. Still, the dynamic pattern of malondialdehyde (MDA) level under strenuous exercise is not fully understood. Potent antioxidant such as astaxanthin and training may altered the level of MDA. Thus, the purpose of this study is to understand the effect of astaxanthin to MDA dynamic pattern on training male after strenuous physical activity. It was a double blind, experimental study, conducted on thirty young male age, divided into untrained and trained groups. Supplement astaxanthin was given to 15 subject as well as plasebo for one week. After supplementation, subjects were tested with anaerobic strenuous physical activity. The values were analyzed with ANOVA test followed by Duncan test showed that in every group, mean of MDA before test was similar, started increasing significantly after test, began decreasing at 6<sup>th</sup> hour post test and back to baseline at 24<sup>th</sup> hour post test ( $p < 0.05$ ), except for group of untrained male with plasebo, the value still increase twice from baseline. The lowest mean of MDA was found on group of trained male with astaxanthin supplementation and the highest was found on group of untrained male with placebo ( $p < 0.05$ ). These findings support that astaxanthin and training might have positive effect to oxidative stress condition without altered its dynamic pattern in male after strenuous physical activity.

**Keywords:** Astaxanthin, malondialdehyde, training

**Korespondensi:** Nova Sylviana, dr., M.Kes, AIFO, Departemen Anatomi, Fisiologi dan Biologi Sel, Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran Bandung, Jawa Barat 40161, Indonesia, *email:* novasylyviana@gmail.com  
Naskah diterima: 9 November 2015, Diterima untuk diterbitkan: 12 Desember 2016, Diterbitkan: 1 Maret 2017

## Pendahuluan

Tuntutan kebutuhan hidup serta tingkat persaingan kerja yang tinggi berdampak pada fakta bahwa hanya masyarakat yang memiliki potensi tinggi saja yang dapat menikmati sektor pekerjaan yang baik dan layak. Akibatnya, banyak orang yang tergolong berusia produktif memilih berbagai pekerjaan di sektor informal. Menurut data survey angkatan kerja nasional dan Badan Pusat Statistik, sebagian besar pekerja Indonesia berusaha di sektor informal dibanding sektor formal, dan pekerjaan tersebut seringkali melibatkan pengangkatan beban berat yang banyak mengandalkan aktivitas fisik berupa kontraksi otot yang bersifat akut dan berat serta tidak terkontrol.

Aktivitas fisik akut dapat meningkatkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS).<sup>1</sup> Hasil penelitian yang dilakukan terhadap 20 orang pria tidak terlatih yang melakukan aktivitas otot akut berlebih menunjukkan bahwa pemberian beban berat (>80% beban maksimal 1 Repetisi Maksimal) memproduksi lebih banyak ROS dibandingkan pemberian beban ringan.<sup>2</sup> Peningkatan kadar ROS juga dapat terjadi pada individu terlatih yang melakukan aktivitas fisik akut, namun hingga saat ini, masih belum banyak studi yang membandingkan peningkatan kadar ROS antara individu terlatih dan tak terlatih akibat aktivitas fisik berat.

Kontraksi otot akut karena beban berat dapat menimbulkan iskemia-reperfusi pada area otot yang aktif, yang pada keadaan ini dapat menyebabkan penurunan aliran darah dan oksigen sementara sehingga timbul keadaan iskemi.<sup>1,3</sup> Saat otot berelaksasi, terjadi reperfusi yang memerlukan oksigen dalam jumlah yang banyak, dan keadaan ini dapat menyebabkan terbentuknya ROS, antara lain superoksida (O<sub>2</sub>-), melalui jalur xantin dan NADPH oksidase, metabolisme prostanoid, dan aktivitas sintesis nitrit.<sup>1,3,4,5</sup>

Teori lain mengatakan bahwa pembentukan ROS dapat terjadi karena inflamasi akut akibat cedera otot yang ditimbulkan oleh kontraksi otot atau tekanan mekanis lain yang berat.<sup>3,4,5</sup> Pada keadaan tersebut, terjadi migrasi netrofil dan makrofag menuju jaringan yang rusak, dan kemudian mengeluarkan dua faktor primer untuk fagositosis, yaitu: superoksida (O<sub>2</sub>) dan lisozim.<sup>3,4,5</sup>

Saat produksi ROS meningkat, terjadi adaptasi fisiologis untuk menghadapinya yaitu dengan membentuk antioksidan endogen.<sup>5,6</sup> Akan tetapi, apabila ROS terbentuk sangat banyak, terjadi ketidakseimbangan antara antioksidan endogen dan ROS, yang disebut keadaan stres oksidatif.<sup>7,8</sup> ROS akan bereaksi dengan berbagai molekul target, seperti: karbohidrat, protein, lipid, dan DNA, dan menimbulkan kerusakan oksidatif.<sup>9</sup> Target yang paling rentan adalah senyawa lemak yang banyak terdapat pada membran sel yang selanjutnya akan mengalami reaksi peroksidasi lipid.<sup>7,8</sup> Salah satu produk akhir dari reaksi peroksidasi lipid adalah malondialdehid (MDA) yang kadarnya dapat digunakan sebagai indikator stres oksidatif akibat ROS.<sup>7,8</sup> Kadar MDA yang tinggi menandakan beratnya keadaan stres oksidatif dalam tubuh.<sup>7,8</sup>

Terdapat banyak penelitian mengenai hubungan aktivitas otot, berat dan akut dengan stres oksidatif dengan indikator peningkatan kadar MDA plasma.<sup>9,10,11</sup> Berdasarkan teori, seiring dengan waktu, antioksidan endogen sebagai mekanisme pertahanan tubuh akan memperbaiki status antioksidan dalam tubuh yang ditandai dengan menurunnya kadar MDA plasma tubuh, sehingga keseimbangan antara antioksidan endogen dan ROS kembali tercapai.<sup>2</sup> Penelitian yang dilakukan Guzel *et al.* (2007) pada pria tak terlatih menunjukkan terjadi kenaikan kadar MDA 4 kali lipat kadar MDA sesaat setelah kontraksi otot, selanjutnya kadar MDA menurun hingga menjadi 2 kali lipat kadar MDA awal pada

jam ke-6, dan kembali ke kadar awal dalam 24 jam, sementara pada individu terlatih, perubahan kadar MDA dan hubungannya dengan perubahan waktu belum diketahui.

Aktivitas antioksidan endogen dapat dipengaruhi oleh suplemen makanan yang mengandung antioksidan eksogen, salah satunya yaitu karotenoid yang dapat berfungsi sebagai pemadam oksigen singlet dan pendeaktivasi senyawa oksigen reaktif.<sup>8</sup> Salah satu komponen karotenoid lipofilik potensial adalah astaxanthin yang banyak ditemukan dalam bahan makanan yang sering dikonsumsi masyarakat, seperti: udang, kepiting, ikan salmon dan rumput laut.<sup>12,13</sup> Astaxanthin memiliki efek yaitu sebagai kardioprotektif, neuroprotektif, dan antiinflamasi,<sup>14-17</sup> namun pengaruhnya terhadap pola dinamis yaitu kenaikan dan penurunan kadar MDA yang diproduksi saat melakukan aktivitas fisik berat belum diketahui.<sup>18</sup>

Dari uraian di atas, diduga suplementasi antioksidan astaxanthin dapat menekan perubahan MDA akibat aktivitas fisik berat subjek terlatih maupun tidak terlatih. Subjek terlatih diketahui mengalami peningkatan antioksidan endogen dibandingkan dengan subjek yang tak terlatih, maka tambahan antioksidan eksogen yaitu astaxanthin diduga dapat lebih menekan kadar MDA pada individu terlatih lebih kuat dibandingkan individu tak terlatih yang melakukan aktivitas fisik berat. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efek suplementasi astaxanthin terhadap perubahan kadar kadar MDA subjek terlatih dan tidak terlatih setelah aktivitas fisik berat.

## Metode

Penelitian ini merupakan studi eksperimental dengan subjek penelitian yaitu 30 orang anggota sebuah pusat kebugaran di Bandung. Jumlah subjek didapatkan dari literatur, diperoleh simpangan deviasi (SD) 2,0 dan

besarnya perbedaan MDA atas kelompok yang diberi perlakuan dan kontrol ( $\mu_0 - \mu_a$ ) tidak lebih dari 3,0. Untuk taraf kepercayaan 95% ( $z_{1-\alpha}$ ) adalah 1,645 dan *power test* 85% ( $Z_{1-\beta}$ ) adalah 1,036. Dari perhitungan rumus di atas, diperoleh data bahwa masing-masing kelompok terdiri dari minimal 7 subjek penelitian. Subjek adalah pria usia 18–25 tahun, bertubuh sehat, tidak mengonsumsi suplemen antioksidan apapun sejak seminggu sebelum penelitian. Subjek dikeluarkan dari penelitian bila tidak konsisten meminum suplemen untuk penelitian selama satu minggu atau tidak menyelesaikan seluruh rangkaian prosedur penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan dengan memerhatikan implikasi etika, hukum dan sosial yang berlaku, serta telah mendapat izin pelaksanaan penelitian dari Kepala Departemen Ilmu Faal Fakultas kedokteran Universitas Padjadjaran dengan nomor 18/UN.6.C.1.11/PP/2008.

## Prosedur penelitian

Pada hari pertama penelitian, pada seluruh subjek diberikan *informed consent* yaitu diberikan penjelasan mengenai prosedur penelitian, dan setelah subjek menyetujui untuk mengikuti penelitian, dilakukan pengukuran tanda vital dan berat beban pada 1 *Repetition Maximum* (RM) untuk menentukan beban yang akan diberikan. Data tersebut menjadi acuan untuk menentukan besarnya beban yang akan diberikan untuk tes fisik.

Subjek penelitian dibagi menjadi 4 kelompok; kelompok A, B, C, D dengan rincian:

1. Kelompok A: pria terlatih + suplemen astaxanthin
2. Kelompok B: pria terlatih + plasebo
3. Kelompok C: pria tidak terlatih + suplemen astaxanthin
4. Kelompok D: pria tidak terlatih + plasebo

Subjek terlatih adalah subjek yang teratur melakukan latihan beban, yaitu sebanyak

3–4 kali seminggu, intensitas 50–80% dari 1 RM, selama 30–60 menit dalam satu kali latihan, selama satu tahun terakhir. Subjek tak terlatih adalah subjek yang tidak teratur berlatih beban, latihan dilakukan kurang dari 1 kali dalam seminggu. Pada kelompok A, B, C, dan D diberikan suplemen astaxanthin 4 mg atau plasebo secara buta ganda, dosis tunggal selama satu minggu.

#### Protokol tes fisik

Untuk mengukur kenaikan kadar MDA, subjek melakukan kontraksi otot akut dengan melakukan protokol tes fisik yang dilakukan pada hari ke-8, subjek diminta untuk tidak berolahraga 2 hari sebelum hari penelitian, dan diminta berpuasa selama 8 jam sebelum protokol tes fisik. Pada saat hari penelitian, subjek melakukan sebuah pemanasan dengan mengayuh sepeda ergometer (15 menit, 75 W), selanjutnya melakukan 5 jenis tes fisik yaitu *leg press*, *leg curls*, *leg extension*, *rowing*, *bench press*, *military press*, dan *two arm curls* dengan intensitas beban berat 90% dari 1 RM, 4 kali repetisi, 3 set, durasi 5–10 menit, waktu pemulihan 3 menit di antara set. Beban berat adalah beban >80% beban maksimal yang dapat diangkat pada 1 kali repetisi (1 RM).<sup>19</sup>

#### Pengumpulan sampel darah

Sampel darah diambil dari vena subjek sebanyak 3 mL pada waktu sebelum tes fisik, sesaat setelah tes fisik, 6 jam setelah tes fisik dan pada 24 jam setelah tes fisik, kemudian dari plasma darah tersebut diukur kadar MDA rerata setiap kelompok.

#### Analisis data

Sebaran nilai data rerata MDA (mmol/mL) setiap kelompok dinilai uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* ( $p > 0,05$ ) dan uji homogenitas varians *Levene test* ( $p > 0,05$ ). Pada masing-masing kelompok perlakuan dilakukan uji beda dengan uji *Analysis of Variance* (ANOVA), dan diikuti uji *Duncan*.

#### Hasil

Hasil uji normalitas dan homogenitas data menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan homogen.

#### Karakteristik fisik fisiologis subjek

Rata-rata dan SD karakteristik fisik fisiologis subyek berupa usia (tahun), tinggi badan (cm), berat badan (kg), indeks massa tubuh (IMT), dan tingkat kebugaran subjek berdasarkan kekuatan otot pada saat mengangkat beban

**Tabel 1 Karakteristik Fisik Fisiologis Subjek**

Kelompok	Kelompok			
	A	B	C	D
	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$
Usia (tahun)*	21,14 ± 1,35	20,88 ± 1,64	18,38 ± 0,92	18,86 ± 2,48
Tinggi Badan (cm)*	174,4 ± 8,85	173,1 ± 3,31	165,0 ± 3,89	166,5 ± 3,78
Berat Badan (kg)#	70,57 ± 17,48	68,75 ± 5,85	61,75 ± 5,42	59,7 ± 7,43
IMT (kg/m <sup>2</sup> )#	23,11 ± 4,75	22,64 ± 1,21	22,95 ± 2,13	21,46 ± 1,92
<i>Leg Press</i> (kg)*	171,43 ± 41,58	132,25 ± 17,75	107,50 ± 17,33	98,14 ± 9,87
<i>Leg Curls</i> (kg)*	74,14 ± 13,90	68,38 ± 9,36	63,25 ± 3,41	58,71 ± 10,89
<i>Leg Extension</i> (kg)*	137,57 ± 17,78	114,88 ± 21,05	82,38 ± 14,45	74,14 ± 12,48
<i>Rowing</i> (kg)*	65,29 ± 10,06	54,50 ± 6,80	39,75 ± 8,44	41,29 ± 6,80
<i>Bench Press</i> (kg)*	65,30 ± 17,27	54,60 ± 3,29	39,78 ± 8,44	41,30 ± 10,86
<i>Military Press</i> (kg)*	74,86 ± 13,90	69,00 ± 9,26	49,75 ± 12,27	40,00 ± 7,66
<i>Two Arm Curls</i> (kg)*	49,00 ± 6,61	48,0 ± 7,46	37,38 ± 8,96	33,71 ± 7,52

Keterangan: \* Signifikan bermakna pada taraf kekeliruan 5%, # Tidak signifikan

Kelompok A: pria terlatih + suplemen astaxanthin, Kelompok B: pria terlatih + plasebo

Kelompok C: pria tidak terlatih + suplemen astaxanthin, Kelompok D: pria tidak terlatih + plasebo

**Tabel 2 Hasil Pengukuran Kadar MDA Rerata**

Kelompok	<i>Pre test</i>	<i>Post test</i>	<i>6 Jam Post test</i>	<i>24 Jam Post test</i>
	(mmol/mL) $\bar{x} \pm s$	(mmol/mL) $\bar{x} \pm s$	(mmol/mL) $\bar{x} \pm s$	(mmol/mL) $\bar{x} \pm s$
A	5,9 ± 1,82	11,55 ± 2,34	5,58 ± 3,32	4,25 ± 1,86
B	4,39 ± 1,77	16,33 ± 7,09	7,7 ± 3,06	5,14 ± 1,07
C	4,69 ± 1,79	18,98 ± 6,04	9,31 ± 2,80	5,02 ± 1,04
D	4,66 ± 2,92	20,09 ± 4,68	12,74 ± 3,45	8,14 ± 2,03

maksimal 90 % dari 1 RM tercantum pada Tabel 1. Data pada Tabel 1 menunjukkan keempat kelompok memiliki perbedaan karakteristik fisik berdasarkan usia, tinggi badan, dan berat badan yang mampu diangkat pada setiap jenis latihan, sedangkan berat badan dan IMT tidak ada perbedaan. Beban berat maksimal yang diangkat oleh kelompok A lebih besar dari kelompok lainnya ( $p < 0,05$ ).

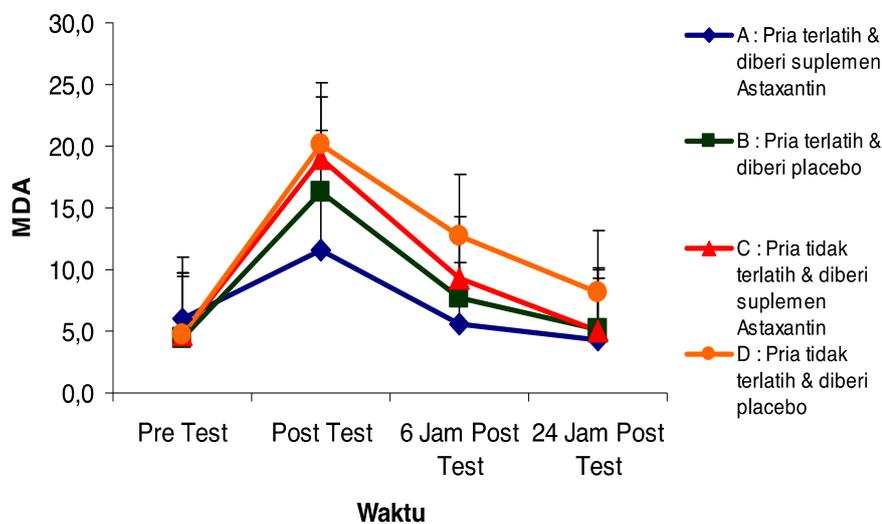
Hasil pengukuran kadar malondialdehyde (MDA)

Rata-rata dan SD hasil pengukuran kadar MDA (mmol/mL) plasma pada subjek sebelum dan sesudah melakukan aktivitas fisik berat terdapat pada Tabel 2. Pada Tabel 2 di atas, tergambar bahwa rerata MDA pada setiap kelompok mengalami kenaikan yang tinggi pada sesaat setelah melakukan aktivitas fisik berat dan mulai mengalami penurunan pada 6 jam setelah aktivitas, dan nilai rerata

MDA 24 jam setelah perlakuan tergambar lebih menurun dan terlihat mendekati nilai awal kecuali pada kelompok D dalam hal ini setelah 24 jam kadar MDA masih meningkat 2 kali dari kadar sebelum tes fisik (Grafik 1).

Hasil uji ANOVA nilai MDA rerata pada setiap waktu perlakuan

Untuk mengetahui perbedaan MDA rata-rata pada 4 kelompok di setiap waktu perlakuan tergambar dalam Tabel 3. Dari Tabel 3, dapat diketahui tidak terdapat perbedaan bermakna kadar MDA pada setiap kelompok sebelum melakukan aktivitas fisik berat, artinya kadar radikal bebas dalam tubuh semua anggota kelompok pada level yang sama, namun setelah dilakukan perlakuan yaitu pemberian beban berat anaerobik pada setiap kelompok, terdapat perbedaan bermakna hasil rerata. Untuk mengetahui seberapa besar perbedaan rerata MDA setiap kelompok di setiap waktu



**Grafik 1 Gambaran Rata-Rata MDA Tiap Kelompok**

perlakuan dilakukan uji *Duncan* seperti pada Tabel 4.

Dari Tabel 4, ditunjukkan bahwa sebelum perlakuan, keempat kelompok mempunyai rerata yang hampir sama, sementara rerata MDA yang diperiksa pada sesaat setelah perlakuan mengalami perbedaan pada setiap kelompok. Kelompok A memiliki nilai rerata MDA terendah diikuti oleh kelompok B kemudian selanjutnya kelompok C dan yang terbesar adalah kelompok D. Begitu juga keadaan yang sama pada rerata MDA yang diperiksa 6 jam setelah perlakuan dan 24 jam setelah perlakuan.

### Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian ini, didapatkan bahwa astaxanthin dan latihan mempunyai efek positif terhadap peningkatan kadar MDA, namun tidak memengaruhi pola perubahannya setelah aktivitas fisik berat. Setelah aktivitas fisik yang berat, rerata MDA pada setiap kelompok mengalami kenaikan yang tinggi, mulai mengalami penurunan pada 6 jam setelah aktivitas dan kembali ke mendekati nilai awal 24 jam setelah tes fisik kecuali pada kelompok pria tak terlatih dan tanpa suplementasi astaxanthin yang kadar rerata MDA masih meningkat 2 kali dari nilai awal. Setelah tes aktivitas fisik berat, nilai rerata MDA yang paling rendah adalah pada kelompok pria terlatih dengan suplementasi astaxanthin, sedangkan yang tertinggi pada kelompok pria tak terlatih tanpa suplementasi astaxanthin.

Dari karakter fisik fisiologi subjek (Tabel

1) tergambar bahwa beban maksimal terberat dimiliki oleh kelompok terlatih. Latihan fisik yang dilaksanakan telah terbukti dapat meningkatkan kadar senyawa oksigen reaktif sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Guzel *et al.* Hal ini mungkin terjadi karena seringnya latihan kelompok tersebut terbiasa mengangkat beban dan fungsi tubuh dan kontraksi ototnya telah terbiasa akan beban berat.<sup>2,24</sup>

Pada penelitian ini, sesaat setelah tes fisik terjadi peningkatan MDA yang signifikan di bandingkan dengan awal aktivitas pada setiap kelompok. Semua kelompok memiliki perubahan kadar MDA yang sama pada saat 24 jam setelah melakukan aktivitas fisik. Pada hari penelitian, subjek mengonsumsi astaxanthin saat 2 jam sebelum melakukan tes berupa kontraksi otot akut dengan pemberian beban berat. Ternyata pada 6 jam setelah tes atau 8 jam setelah suplementasi astaxanthin terakhir, MDA level mulai mengalami penurunan, hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kadar maksimal astaxanthin 8 jam setelah suplementasi. Penelitian dilakukan pada 32 subjek yang sehat yang diberikan 40 mg dosis tunggal astaxanthin, diketahui astaxanthin mencapai kadar maksimal pada 8 jam setelah pemberian dan mempunyai waktu paruh 15,9 jam.<sup>20</sup> Namun pada penelitian ini, pola seperti ini juga terjadi pada kelompok yang mendapatkan plasebo walaupun pada kelompok pria tak terlatih dengan plasebo nilai rerata MDA tetap lebih tinggi 2 kali dari nilai normal. Pada 24 jam setelah aktivitas fisik, tubuh telah beradaptasi terhadap ROS

**Tabel 3 Hasil Uji ANOVA Nilai MDA Rerata pada Setiap Waktu Perlakuan**

Waktu Perlakuan	Statistik Uji F	Nilai p
<i>Pre test</i>	0,799	0,506
<i>Segera post test</i>	3,474	0,030*
<i>6<sup>th</sup> hour post test</i>	6,485	0,002**
<i>24<sup>th</sup> hour post test</i>	8,854	0,000**

Keterangan: \* = signifikan (bermakna) pada taraf kekeliruan 5% ( $p \leq 0,05$ )

\*\* = signifikan (bermakna) pada taraf kekeliruan 1% ( $p \leq 0,01$ )

**Tabel 4 Hasil Uji *Duncan* Rerata MDA Kelompok pada Setiap Waktu Perlakuan**

Kelompok	Uji <i>Duncan</i>			
	x <i>Pre test</i>	x <i>Post test</i>	x 6 Jam <i>Post test</i>	x 24 Jam <i>Post test</i>
A	5,96 A	11,55 a	5,58 a	4,25 a
B	4,39 A	16,33 ab	7,73 ab	5,14 a
C	4,69 A	18,98 b	9,31 b	5,02 a
D	4,66 a	20,09 b	12,74 c	8,14 b

yang terbentuk.

Mekanisme adaptasi sangat penting dalam keseluruhan sistem pertahanan antioksidan, dalam hal ini tubuh akan memproduksi enzim antioksidan (endogen) yang berfungsi sebagai donor elektron bagi ROS, sehingga dapat meredam dampak negatif yang akan dihasilkan oleh ROS.<sup>7</sup> Untuk membantu antioksidan endogen dan mencegah terjadinya stres oksidatif, dapat dilakukan suplementasi antioksidan eksogen.

Subjek yang mendapatkan suplementasi astaxanthin pada penelitian ini mengalami peningkatan MDA yang lebih minimal dibandingkan dengan kelompok yang tidak mendapatkan suplementasi. Astaxanthin merupakan salah satu komponen karotenoid yang larut dalam lemak dan bekerja pada membran sel dengan cara meredam aktivitas radikal dari singlet oksigen dan pemecah rantai inisiasi, propagasi dan terminasi dalam pembentukan ROS serta dapat meningkatkan sistem imun tubuh.<sup>7,8,14</sup> Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa suplementasi astaxanthin mampu meningkatkan aktivitas glutathione peroksidase, katalase, dan MnSOD pada tikus balb/c.<sup>21</sup>

Pada hasil penelitian ini, penurunan kadar MDA plasma pada pria terlatih dan tidak terlatih ternyata berbeda secara signifikan. Hal ini mendukung pernyataan Papas (1999) yang menyebutkan faktor yang memengaruhi stres oksidatif yaitu diet, lingkungan dan latihan.<sup>7</sup> Latihan secara rutin menyebabkan terjadinya peningkatan kadar antioksidan endogen.<sup>5,7</sup> Penelitian sebelumnya pada

tikus tak terlatih yang melakukan 6 kali 30 detik sprint intensitas tinggi menunjukkan peningkatan signifikan MDA dibandingkan kelompok tikus yang tidak melakukan olahraga. Namun setelah melakukan latihan sprint selama 12 minggu terlihat penurunan dari MDA pada tikus yang melakukan latihan tersebut.<sup>22</sup> Penelitian lain pada hewan coba yang mengalami cedera otot akibat aktivitas kontraksi isokinetik maksimal akut, terjadi peningkatan ROS secara signifikan dan pada otot yang cedera terdapat akumulasi leukosit PMN, dan saat aktivitas reguler tersebut dilaksanakan terdapat peningkatan kadar antioksidan endogen berupa GSH, GPX dan GR pada otot kaki yang melakukan latihan reguler dibandingkan dengan otot yang tidak melakukan latihan.<sup>23</sup> Olah raga yang melibatkan kontraksi otot bila secara reguler dilaksanakan, dapat menyebabkan cedera otot yang diikuti dengan adanya respon inflamasi ditandai dengan peningkatan enzim protease dan lisosim, namun keadaan ini diikuti dengan peningkatan antioksidan endogen seperti glutathione peroksidase dan katalase.<sup>24</sup>

## Simpulan

Latihan yang dilakukan secara teratur dapat meningkatkan kadar antioksidan tubuh. Pemberian astaxanthin sebagai antioksidan dapat menambah kemampuan antioksidan endogen dalam menangkal terbentuknya ROS sehingga dapat lebih efektif dalam menekan peningkatan MDA, namun tidak memengaruhi perubahan MDA yang dialami olah semua subjek. Perubahan tersebut

tergambar dengan peningkatan kadar MDA maksimal sesaat setelah tes fisik dan mulai mengalami penurunan pada jam ke-6 setelah tes dan kembali mendekati kadar sebelum tes pada jam ke-24. Tidak ada perbedaan kadar MDA sebelum subjek melakukan tes fisik pada semua kelompok. Kelompok yang mempunyai peningkatan kadar MDA paling minimal adalah kelompok terlatih dengan suplementasi astaxanthin. Pada setiap individu akan terjadi peningkatan ROS setelah melakukan aktivitas fisik berat terutama jika dilakukan akut, oleh karena itu disarankan untuk melakukan kombinasi rutin berolahraga dan meminum suplemen astaxanthin untuk dapat menekan peningkatan ROS lebih maksimal. Namun perlu penelitian lanjutan dengan subjek lebih banyak dan perlu dilakukan studi pada jenis olahraga lain dengan intensitas beban yang berbeda.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pusat kebugaran IDEAL Bandung sebagai tempat pelaksanaan protokol pelatihan fisik bagi subjek penelitian.

### Pendanaan

Penelitian ini tidak didanai oleh sumber hibah manapun.

### Konflik Kepentingan

Seluruh penulis menyatakan tidak terdapat potensi konflik kepentingan dengan penelitian, kepenulisan (*authorship*), dan atau publikasi artikel ini.

### Daftar Pustaka

1. Klarod K, Gatterer H, Frontull V, Philipe M, Burtscher M. Effect of short term antioxidant supplementation on oxidative stress and exercise performance in the heat and the cold. *Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol.* 2015;7(2):98–104.
2. Guzel NA, Hazar S, Erbas D. Effects of different resistance exercise protocols on nitric oxide, lipid peroxidation and creatine kinase activity in sedentary males. *J Sports Sci Med.* 2007;6(4):417–22.
3. Lamina S, Ezema CI, Theresa AI, Ezulu UA. Effect of free radicals and antioxidants on exercise performance. *Oxid Antioxid Med Sci.* 2013;2(2):83–91. doi: 10.5455/oams.010413.rv.005
4. Martarelli D, Pompei P. Oxidative stress and antioxidant changes during a 24-hours mountain bike endurance exercise in master athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2009;49(1):122.
5. Powers SK, Talbert EE, Adhietty PJ. Reactive oxygen and nitrogen species as intracellular signals in skeletal muscle. *J Physiol.* 2011;589(9):2129–38. doi: 10.1113/jphysiol.2010.201327
6. Hamid AA, Aiyelaagbe OO, Usman LA, Ameen OM, Lawal A. Antioxidants: Its medical and pharmacological applications. *Afr J Pure Appl Chem.* 2010;4:142–51.
7. Papas AM. Antioxidant status, diet, nutrition and health. London: CRC Press; 1999.
8. Winarsi H. Antioksidan alami dan radikal bebas: Potensi dan aplikasinya dalam kesehatan. Yogyakarta: KANISIUS; 2007.
9. Kelly MK, Wicker RJ, Barstow TJ, Harms CA. Effects of n-acetylcysteine on respiratory muscle fatigue during heavy exercise. *Respir Physiol Neurobiol.* 2009; 165(1):67–72. doi: 10.1016/j.resp.2008.10.008
10. McCartney M, Keese C, Fletcher L, Stiver S. Effect of sprint training on glutathione expression in liver and skeletal muscle. *Journal Exerc Physiol.* 2011;14 (5):66–74.
11. Thirumalai T, Therasa SV, Elumalai EK, David E. Intense and exhaustive exercise induce oxidative stress in skeletal muscle.

- Asian Pac J Trop Dis. 2011;1(1):63–6. doi: 10.1016/S2222-1808(11)60016-9
12. Fassett RG, Coombes JS. Astaxanthin: A potential therapeutic agent in cardiovascular disease. *Mar Drugs*. 2011;9(3):447–65. doi: 10.3390/md9030447
  13. Dore JE, Cysewski GR. Haematococcus algae meal: A source of natural astaxanthin for aqua feeds. *Aqua Feed Tnt*. 2003;6:22.
  14. Pashkow FJ, Watumull DG, Campbell CL. Astaxanthin: A novel potential treatment for oxidative stress and inflammation in cardiovascular disease. *Am J Cardiol*. 2008;101(10A):58D–68D. doi: 10.1016/j.amjcard.2008.02.01
  15. Serebruany V, Malinin A, Goodin T, Pashkow F. The in vitro effects of xancor, a synthetic astaxanthine derivative, on hemostatic biomarkers in aspirin-naive and aspirin-treated subjects with multiple risk factors for vascular disease. *Am J Ther*. 2010;17(2):125–32. doi: 10.1097/MJT.0b013e31819cddb
  16. Nakagawa K, Kiko T, Miyazawa T, Burdeos GC, Kimura F, Satoh A, Miyazawa T. Antioxidant effect of astaxanthin on phospholipid peroxidation in human erythrocytes. *Br J Nutr*. 2011;105(11):1563–71. doi: 10.1017/S0007114510005398.
  17. Yoshida H, Yanai H, Ito K, Tomono Y, Koikeda T, Tsukahara H, et al. Administration of natural astaxanthin increases serum HDL-cholesterol and adiponectin in subjects with mild hyperlipidemia. *Atherosclerosis*. 2010;209(2):520–3. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2009.10.012
  18. Yuan JP, Peng J, Yin K, Wang JH. Potential health-promoting effects of astaxanthin: A high-value carotenoid mostly from microalgae. *Mol Nutr Food Res*. 2011;55(1):150–65. doi: 10.1002/mnfr.201000414
  19. Bompa, Tudor O. Periodization theory and methodology of training, Edisi ke-5. Champign B: Human Kinetik; 2009.
  20. Odeberg JM, Lignell A, Patterson A, Hoglund P. Oral bioavailability of the antioxidant astaxanthin in humans is enhanced by incorporation of lipid based formulations. *Eur J Pharm Sci*. 2003;19(4):299–304.
  21. Palloza PG, Calviello M, Emilia DL, Serini S, Bartoli GM. Canthaxanthin supplementation alters antioxidant enzymes and iron concentration in liver of balb/c mice. *J Nutr*. 2008;130(5):1303–8.
  22. Cunningham P, Geary M, Harper R, Pendleton A, Stove S. High intensity sprint training reduces lipid peroxidation in fast-twitch skeletal muscle. *J Exerc Physiol online*. 2005;8(6):18–25.
  23. Slooboda D, Brooks SV. Reactive oxygen species generation is not different during isometric and lengthening contractions of mouse muscle. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2013;305(7):R832–R839. doi: 10.1152/ajpregu.00299.2013
  24. Bherer L, Erickson KI, Ambrose TL. A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. *J Aging Res*. 2013;ID657508:1–8. doi: 10.1155/2013/657508