

**Penurunan malondialdehyde serum setelah latihan interval dan  
*continuous* di pagi hari pada perempuan obesitas**

***Serum malondialdehyde decreases after moderate interval and  
continuous morning exercise in obese females***

**Ghana Firsta Yosika<sup>1</sup>, Pamuji Sukoco<sup>1</sup>, Adi Pranoto<sup>2</sup> dan  
Septyaningrum Putri Purwoto<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Sport Science Study Program, Postgraduate Program, State University of Yogyakarta,  
Colombo No. 01 Street, 55281, Yogyakarta, Indonesia*

<sup>2</sup>*Sport Health Science, Faculty of Medicine Universitas Airlangga, Prof. Dr. Moestopo no.  
47 Street, 60132, Surabaya, Indonesia*

<sup>3</sup>*Physical Education Study Program, STKIP PGRI Bangkalan, Soekarno Hatta no. 52  
Street, 69116, Bangkalan, Indonesia*

*Received: 29 March 2020; Revised: 12 April 2020; Accepted: 28 May 2020*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan *malondialdehyde* (MDA) setelah latihan interval dan *continuous* di pagi hari pada perempuan obesitas. Penelitian ini adalah *true experiment* dengan rancangan penelitian *a Basic Time Series Design* dengan menggunakan subjek 27 perempuan obesitas usia 20-25 tahun, *body mass index* (BMI) 25-35 kg/m<sup>2</sup>, *percentage body fat* (PBF) di atas 30% dan *VO<sub>2max</sub>* 25-35 ml/kg/min dan secara random dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu CON (n=9, kontrol tanpa intervensi), MIE (n=9, *moderate interval exercise*) dan MCE (n=9, *moderate continuous exercise*). Intervensi dilakukan di pagi hari pukul 07.00-09.00 WIB. Intervensi MIE dan MCE dilakukan selama 40 menit menggunakan *treadmill*. Pengambilan sampel darah dilakukan *pre-exercise*, 10 menit dan 6 jam *post-exercise*. Pengukuran serum MDA menggunakan metode *Thiobarbituric Acid Reactive substance* (TBARs). Teknik analisis data menggunakan uji ANOVA dan *LSD post hoc test* dengan *Statistic Package for Social Science* (SPSS) versi 21. Serum MDA menurun signifikan setelah 10 menit dan 6 jam pasca intervensi MIE dan MCE ( $P < 0.05$ ), tetapi tidak pada CON ( $P > 0.05$ ). Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa serum MDA menurun setelah 10 menit dan 6 jam pasca intervensi MIE dan MCE dibandingkan dengan CON pada perempuan obesitas. Tetapi pola penurunan serum MDA pada MCE lebih rendah dibandingkan dengan MIE dan CON.

**Kata kunci:** *malondialdehyde* serum, *moderate interval exercise*, *moderate continuous exercise*, perempuan obesitas.

**Abstract**

*This study aimed to analyze the reduction in malondialdehyde (MDA) after interval and continuous morning training in obese women. This study is a true experiment with a research design a Basic Time Series Design using 27 obese women aged 20-25 years, body mass index (BMI) 25-35 kg / m<sup>2</sup>, percentage body fat (PBF) above 30% and VO<sub>2max</sub>. 25-35 ml / kg / min and randomly divided into three groups, namely CON (n = 9, control without intervention), MIE (n = 9, moderate interval exercise) and MCE (n = 9, moderate continuous exercise). The intervention was carried out in the morning at 07.00-09.00 WIB.*

*The MIE and MCE interventions were carried out for 40 minutes using a treadmill. Blood samples were taken pre-exercise, 10 minutes and 6 hours post-exercise. The MDA serum measurement used the Thiobarbituric Acid Reactive substance (TBARs) method. Data analysis techniques used post hoc ANOVA and LSD tests with Statistical Package for Social Science (SPSS) version 21. Serum MDA decreased significantly after 10 minutes and 6 hours after MIE and MCE interventions ( $P < 0.05$ ), but not in CON ( $P > 0.05$ ). Based on the results of the study it was concluded that the MDA serum decreased after 10 minutes and 6 hours after the MIE and MCE intervention compared to CON in obese women. But the pattern of reduction in serum MDA in MCE was lower than that of MIE and CON.*

**Keywords:** *serum malondialdehyde, moderate interval exercise, moderate continuous exercise, obese females.*

## PENDAHULUAN

Obesitas merupakan suatu kondisi kelebihan lemak tubuh yang memiliki dampak negatif pada kesehatan (Fruh, 2017). Tingkat prevalensi kelebihan berat badan dan obesitas telah mengalami peningkatan secara signifikan pada orang dewasa dalam beberapa tahun terakhir (Lasker, 2019). Berdasarkan data dari *World Health Organization (WHO) (2019)* menjelaskan bahwa tingkat prevalensi obesitas telah mengalami peningkatan dari tahun 1980 sebesar 13% menjadi 24% pada tahun 2008 dan 26% pada tahun 2016 yang terjadi pada usia di atas 18 tahun. Di Indonesia prevalensi obesitas juga meningkat dari tahun ke tahun (Susantiningsih, 2015). Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 menunjukkan bahwa prevalensi obesitas mencapai 21,8%, jumlah tersebut lebih tinggi dibandingkan tahun 2013 (14,8%) dan tahun 2007 (10,5%) yang terjadi pada usia di atas 18 tahun (Riskesdas, 2018). Hal ini menjadi masalah serius yang akan mengancam kualitas sumberdaya manusia (Fruh, 2017) dan masalah kesehatan negara-negara di dunia (Harbuwono *et al.*, 2018).

Obesitas merupakan penyakit multifaktorial yang berkembang karena ketidakseimbangan jangka panjang antara asupan energi dan pengeluaran energi (Rambhojan *et al.*, 2015). Obesitas tidak hanya penyakit, namun juga sebagai penyebab banyak penyakit yang mengancam jiwa, termasuk resistensi insulin, inflamasi, hipertensi, mortalitas kardiovaskular, dan peningkatan stres oksidatif (Lasker, 2019).

Menurut [Susantiningsih \(2015\)](#) menjelaskan bahwa pada kondisi stres oksidatif dapat menyebabkan kerusakan sel, jaringan atau organ yang dapat memicu terjadinya penyakit-penyakit degeneratif. Stres oksidatif merupakan kondisi ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dengan antioksidan ([Arsana et al., 2013](#)). Kondisi stres oksidatif ditandai dengan peningkatan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) memiliki implikasi pada berbagai macam penyakit seperti hipertensi, aterosklerosis, diabetes, stroke, *chronic kidney disease* (CKD), gagal jantung, dan penyakit kronis lainnya ([Esgalhado et al., 2015](#)). Obesitas sering kali dikaitkan dengan peningkatan stress oksidatif ([Huang et al., 2015](#)). Hal ini dikarenakan di dalam tubuh seseorang yang mengalami obesitas terjadi ketidakseimbangan antara prooksidan dan antioksidan. Selain itu, hubungan antara obesitas dan stres oksidatif yaitu terdapat fungsi *Cyclic Adenosin Mono Phosphat* (cAMP) dalam pengaturan keseimbangan energi. Jaringan adiposa selain berperan sebagai tempat penyimpanan energi juga berfungsi sebagai organ endokrin, yang bertanggungjawab terhadap patofisiologi stres oksidatif. Obesitas terjadi proses inflamasi, lipogenesis yang berlebihan, penghambatan lipolisis, dan meningkatkan apoptosis adiposa ([Susantiningsih, 2015](#)). Sel secara rutin menghasilkan radikal bebas dan kelompok oksigen reaktif (*reactive oxygen spesies*/ROS) yang merupakan bagian dari proses metabolisme. Radikal bebas adalah atom atau molekul yang mempunyai elektron yang tidak berpasangan pada orbital. Radikal bebas dibagi menjadi dua kelompok yang berbeda yaitu ROS dan *Reaktif Nitrogen spesies* (NOS) ([Sinaga, 2016](#)). Kondisi obesitas menyebabkan meningkatnya pelepasan ROS dan menyebabkan suatu kondisi yang disebut stres oksidatif ([Budi et al., 2019](#)). Stres oksidatif merupakan kondisi ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dengan antioksidan ([Arsana et al., 2013](#)). Pada obesitas sering ditandai dengan peningkatan stress oksidatif yang dapat menyebabkan kerusakan sel ([Pons et al., 2012](#)). Stres oksidatif dapat diketahui dengan melihat perubahan kadar *Malondialdehyde* (MDA) ([Budi et al., 2019](#)). Reaksi antara ROS dengan asam lemak tak jenuh ganda

(pada dinding sel) akan menghasilkan pembentukan aldehid, seperti MDA, melalui proses peroksidasi lipid. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa MDA merupakan komponen pengukuran terhadap peroksidasi lipid yang bersifat stabil dan akurat, dan telah membantu menjelaskan peranan stres oksidatif pada sejumlah penyakit (Anggraeni *et al.*, 2017).

Sebagai upaya perlindungan terhadap serangan ROS, tubuh manusia memiliki suatu sistem antioksidan yang terorganisir, baik antioksidan enzimatis maupun antioksidan nonenzimatis, yang bekerja secara sinergis. Antioksidan melindungi sel tubuh terhadap kerusakan oksidatif dan dapat mencegah produksi dari produk-produk oksidatif (Al-Dalaen and Al-Qtaitat, 2014). Ketidakseimbangan antara oksidan dan antioksidan, yaitu jika produksi ROS melebihi kapasitas antioksidan, berpotensi menyebabkan kerusakan, yang disebut dengan stres oksidatif (Ayuningati *et al.*, 2018; Arsana *et al.*, 2013). Peningkatan produksi ROS yang berlangsung terus-menerus dapat menyebabkan stres oksidatif yang dapat menyebabkan kerusakan sel. Mekanisme kerusakan sel atau jaringan akibat serangan radikal bebas yang paling awal diketahui dan terbanyak diteliti adalah peroksidasi lipid. Peroksidasi lipid paling banyak terjadi di membran sel, terutama asam lemak tidak jenuh yang merupakan komponen penting penyusun membran sel. Membran sel kaya akan sumber *Poly Unsaturated Fatty Acid* (PUFA), yang mudah dirusak oleh bahan-bahan pengoksidasi, proses tersebut dinamakan peroksidasi lipid/lemak (Sinaga, 2016). MDA merupakan produk utama yang dihasilkan pada proses peroksidasi lemak karena bersifat lebih mutagenik dibanding aldehid lainnya (Anggraeni *et al.*, 2017). Obesitas sering dihubungkan dengan peningkatan peroksidasi lipid, salah satu dari beberapa produk proses peroksidasi lipid merupakan biomarker yang menyediakan tingkatan indikasi dari peroksidasi lipid adalah MDA (Huang *et al.*, 2015). Menurut Kawamura & Muraoka (2018) menjelaskan bahwa penanda yang paling sering digunakan untuk menunjukkan tingkat peroksidasi lipid pada bidang olahraga adalah MDA. MDA adalah salah satu hasil dari peroksidasi lipid yang disebabkan oleh radikal bebas

selama latihan (Sinaga, 2016). Hal ini sesuai dengan penjelasan Park & Kwak (2016) bahwa latihan mediasi produksi radikal bebas berlebihan yang mengarah ke stres oksidatif yang ditandai dengan peningkatan kadar MDA. Tubuh memiliki sistem antioksidan alami yang membantu mengurangi stres oksidatif dan sistem ini dapat ditingkatkan dengan latihan (Park & Kwak, 2016).

Latihan akut dapat menyebabkan stres oksidatif, namun latihan kronis dapat memberikan stimulus untuk adaptasi oksidatif yang menguntungkan dan meningkatkan kinerja fisiologis serta kesehatan fisik, meskipun menunjukkan respon yang berbeda antara aktivitas aerobik dan anerobik (Huang *et al.*, 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Ilyas *et al.* (2017) menyimpulkan bahwa *moderate intensity exercise training* pada hewan coba tikus meningkatkan kadar MDA. *High intensity interval training* (HIIT) yang dilakukan selama 6 minggu meningkatkan serum MDA secara signifikan pada perempuan dengan usia  $21.88 \pm 0.94$  tahun dan *body mass index* (BMI)  $28.12 \pm 2.10$  kg/m<sup>2</sup> (Fakhri *et al.*, 2019). Spirlandeli *et al.* (2014) menyimpulkan bahwa kadar MDA menurun setelah 1 jam setelah latihan akut. Penelitian oleh Sylviana *et al.* (2017) menyimpulkan bahwa latihan teratur menurunkan kadar MDA secara signifikan 6 jam setelah latihan. Wellman & Bloomer (2009) menambahkan bahwa tipe latihan, intensitas latihan, durasi dan populasi subjek yang diuji dapat mempengaruhi tingkat stres oksidatif. Namun, penurunan tingkat stres oksidatif yang ditinjau dari kadar MDA pada intensitas moderat masih diperlukan penjelasan yang lebih dalam. Oleh karena itu, peneliti ingin mengungkap pengaruh latihan intensitas moderat terhadap penurunan kadar MDA pada perempuan obesitas.

## METODE

Penelitian ini adalah *true experiment* dengan rancangan penelitian *a Basic Time Series Design* dengan menggunakan subjek 27 remaja perempuan obesitas usia 20-25 tahun, *body mass index* 25-35 kg/m<sup>2</sup>, *percentage body fat* di atas 30% dan  $VO_{2max}$  25-35 ml/kg/min, tekanan darah normal, denyut jantung istirahat normal, saturasi oksigen (SpO<sub>2</sub>)

normal, glukosa darah puasa (GDP) dibawah 100 g/dL, hemoglobin (Hb) normal dan secara random dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu CON (n=9, kontrol tanpa intervensi), MIE (n=9, *moderate interval exercise*) dan MCE (n=9, *moderate continuous exercise*). Semua prosedur penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang nomor 26/EC/KEPK-S1/02/2020.

Intervensi *Moderate Interval Exercise* (MIE) dan *Moderate Continuous Exercise* (MCE) dilakukan dengan cara berlari di atas *treadmill* dengan intensitas moderat 60-70% HR<sub>max</sub> selama 40 menit (Dias *et al.*, 2017; Wewege *et al.*, 2017). Intensitas latihan dikendalikan menggunakan *Polar Heart Rate Monitoring* (*Polar H10 Heart Rate Sensor*, USA, Inc). Intervensi dilakukan pada pukul 07.00-09.00 WIB menggunakan *treadmill* (*Richter Treadmill Semi-Commercial Evolution* (4.0 hp dc)). Intervensi MIE dan MCE dilakukan satu kali (*acute exercise*). MIE adalah latihan yang terdiri dari beberapa siklus dengan dosis moderat berdurasi pendek yang diselingi dengan periode istirahat aktif dengan intensitas yang lebih rendah, sedangkan MCE adalah latihan dengan dosis moderat yang dilakukan secara kontinu tanpa periode istirahat. Intervensi MIE dan MCE dilakukan satu kali intervensi (*acute exercise*).

Pengukuran tinggi badan menggunakan *stadiometer* (SECA, Chino, CA). Komposisi tubuh yang terdiri dari berat badan, *body mass index* (BMI), *PBF percentage body fat* (PBF), *fat mass* (FM), *free fat mass* (FFM), *muscle mass* (MM), *total body water* (TBW) menggunakan TANITA (Body Composition Analyzer DC3607601(2)-1604 FA, TANITA Corporation of America, Inc). Pengukuran tekanan darah menggunakan tensi meter digital OMRON (OMRON Model HEM-7130 L, Omron Co.). Pengukuran glukosa darah puasa (GDP) menggunakan ACCU-CHEK (ACCU-CHEK® Performa, Mannheim, Germany), sedangkan pengukuran hemoglobin (Hb) menggunakan Easy Touch (Easy Touch GCHb, Taiwan). Pengukuran volume oksigen maksimal (VO<sub>2max</sub>) menggunakan metode Astrand 6-minute cycle test dengan menggunakan alat ergocycle (Monark 828 E, Version 1010 Art. No: 7950-296, Vansbro, Sweden).



Pengambilan darah dilakukan pada *vena cubiti* sebanyak 4ml. Pada saat pengambilan darah subjek dalam posisi tidur. Pengambilan darah dilakukan sebanyak 3 kali dari *pre-exercise*, 10 menit dan 6 jam *post-exercise*. Darah di *centrifuge* selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm (Tsuchiya *et al.*, 2015). Pengukuran kadar *Malondialdehyde* (MDA) menggunakan metode *Thiobarbituric Acid Reactive substance* (TBARs) (Esgalhado *et al.*, 2015).

Teknik analisis data menggunakan *software statistik packet for social science* (SPSS) versi 21 (Chicago, IL, USA). Uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*, sedangkan uji homogenitas menggunakan uji *Levene test*. Data yang berdistribusi normal dan memiliki varian homogen, di uji menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan uji *LSD post hoc test* dengan taraf signifikan ( $P < 0.05$ ). Semua data ditampilkan dengan  $\text{mean} \pm \text{SD}$ .

## HASIL

Hasil analisis deskriptif data karakteristik subjek penelitian pada masing-masing kelompok dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik Subjek Penelitian

| No | Variabel                          | Kelompok    |              |              | ANOVA<br><i>p-value</i> |
|----|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|-------------------------|
|    |                                   | CON (n=9)   | MIE (n=9)    | MCE (n=9)    |                         |
| 1  | Usia (tahun)                      | 20.57±0.98  | 21.00±1.60   | 20.75±0.71   | 0.776                   |
| 2  | Berat Badan (kg)                  | 75.21±6.15  | 72.64±8.36   | 71.94±7.54   | 0.681                   |
| 3  | Tinggi Badan (m)                  | 1.58±0.05   | 1.59±0.06    | 1.57±0.05    | 0.851                   |
| 4  | BMI (kg/m <sup>2</sup> )          | 29.94±1.48  | 28.83±1.76   | 28.94±1.45   | 0.346                   |
| 5  | SBP (mmHg)                        | 114.29±5.35 | 112.50±4.63  | 111.25±3.54  | 0.444                   |
| 6  | DBP (mmHg)                        | 77.14±4.88  | 75.00±5.35   | 75.00±5.35   | 0.668                   |
| 7  | RHR (bpm)                         | 78.14±11.35 | 81.37±14.68  | 78.38±8.45   | 0.835                   |
| 8  | VO <sub>2max</sub><br>(ml/kg/min) | 27.45±2.17  | 26.19±0.97   | 28.53±3.13   | 0.146                   |
| 9  | FBG (mg/dL)                       | 92.72±4.99  | 89.38±5.71   | 89.63±7.56   | 0.532                   |
| 10 | Hb (g/dL)                         | 15.60±1.97  | 15.08±1.01   | 14.53±1.03   | 0.339                   |
| 11 | PBF (%)                           | 46.34±3.70  | 42.80±3.58   | 44.15±2.51   | 0.138                   |
| 12 | FM (kg)                           | 36.01±6.14  | 31.27±5.29   | 31.93±4.85   | 0.218                   |
| 13 | FFM (kg)                          | 41.37±4.05  | 41.53±4.48   | 40.06±3.065  | 0.720                   |
| 14 | MM (kg)                           | 38.93±3.72  | 39.05±4.10   | 37.71±2.80   | 0.718                   |
| 15 | TBW (%)                           | 40.150±3.50 | 42.300±2.245 | 42.414±2.861 | 0.315                   |

Berdasarkan tabel 1 uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan rata-rata data karakteristik subjek penelitian pada

semua kelompok. Hasil analisis kadar MDA pada masing-masing kelompok dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Analisis Kadar MDA pada Masing-Masing Kelompok

| Variabel       | Waktu                  | Kelompok                     |                              |                              | ANOVA<br>P-value   |
|----------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
|                |                        | CON (n=9)                    | MIE (n=9)                    | MCE (n=9)                    |                    |
| MDA<br>(ng/mL) | Pre-exercise           | 783.222±82.543 <sup>a</sup>  | 782.555±159.147 <sup>a</sup> | 787.000±134.070 <sup>a</sup> | 0.997              |
|                | 10 menit post-exercise | 806.222±248.938 <sup>a</sup> | 628.111±102.034 <sup>b</sup> | 605.888±85.212 <sup>b</sup>  | 0.030 <sup>*</sup> |
|                | 6 jam post-exercise    | 919.222±406.010 <sup>a</sup> | 640.333±107.587 <sup>b</sup> | 633.666±90.138 <sup>b</sup>  | 0.035 <sup>*</sup> |

Note: *Superscript* yang berbeda pada masing-masing kolom menunjukkan terdapat perbedaan signifikan pada uji LSD *post hoc test* dengan ( $P < 0.05$ ). Seluruh data ditampilkan dengan Mean±SD.

Berdasarkan tabel 2 uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan rata-rata kadar MDA *pre-exercise* pada semua kelompok ( $P > 0.05$ ), sedangkan 10 menit dan 6 jam *post-exercise* menunjukkan perbedaan signifikan rata-rata kadar MDA pada semua kelompok ( $P < 0.05$ ). Hasil uji LSD *post hoc test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan rata-rata kadar MDA pada 10 menit *post-exercise* antara MIE dengan CON ( $p = 0.029$ ), MCE dengan CON ( $p = 0.015$ ), sedangkan MCE dengan MIE tidak menunjukkan perbedaan signifikan rata-rata kadar MDA ( $p = 0.775$ ). Hasil uji LSD *post hoc test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan rata-rata kadar MDA pada 6 jam *post-exercise* antara MIE dengan CON ( $p = 0.025$ ), MCE dengan CON ( $p = 0.022$ ), sedangkan MCE dengan MIE tidak menunjukkan perbedaan signifikan rata-rata kadar MDA ( $p = 0.955$ ).

## PEMBAHASAN

Berdasarkan uji Anova pada data karakteristik subjek penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan rata-rata data karakteristik subjek penelitian pada semua kelompok dengan nilai  $P > 0.05$ . Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh [Fakhri et al. \(2019\)](#) menyimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan rata-rata data karakteristik subjek penelitian yang meliputi usia, TB, BB, BMI, PBF dengan nilai  $P > 0.05$ . Hal ini menandakan bahwa peneliti



mengontrol data karakteristik subjek penelitian, sehingga pada semua kelompok tidak ada perbedaan. Oleh karena itu, apabila ada perubahan kadar MDA bukan disebabkan karena faktor karakteristik subjek tetapi kemungkinan disebabkan dari pengaruh intervensi yang diberikan.

Berdasarkan uji Anova menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan rata-rata kadar MDA *pre-exercise* pada semua kelompok ( $P>0.05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa pada penelitian ini menggunakan subjek yang sama yaitu perempuan obesitas pada semua kelompok (MIE, MCE dan CON), sehingga kadar MDA *pre-exercise* tidak terdapat perbedaan yang signifikan dan perubahan kadar MDA yang terjadi selanjutnya murni akibat pengaruh latihan yang diberikan. MDA adalah produk autoksidasi asam lemak tak jenuh (Nuhoho *et al.*, 2018). MDA ( $\text{CH}_2(\text{CHO})_2$ ) merupakan senyawa organik aldehid reaktif yang dapat menyebabkan stres toksik sel dan membentuk sumbatan protein pada sel. MDA dihasilkan akibat degradasi *Polyunsaturated Fatty Acids* (PUFA) oleh ROS yang disebabkan oleh ROS (Budi *et al.*, 2019). Pembentukan ROS menyebabkan terjadinya stres oksidatif, hal ini dikarenakan ketidakseimbangan antara oksidan dan antioksidan yang berpotensi menyebabkan kerusakan sel (Zaetun *et al.*, 2018).

Terdapat banyak faktor penyebab stres oksidatif, diantaranya hiperglikemia, peningkatan aktivitas otot untuk membawa berat yang berlebihan, peningkatan lipid jaringan, pertahanan antioksidan yang tidak memadai, inflamasi kronis, produksi ROS endotel dan hiperleptinemia. Pada obesitas mungkin melibatkan beberapa atau semua kontributor ini sehingga terjadi peningkatan stres oksidatif sistemik. Namun, hal ini juga tergantung pada status orang gemuk, satu kontributor dapat menyebabkan lebih besar efek stres oksidatif daripada yang lain, tetapi kontribusi ini dapat berubah sebagai status metabolisme dan fisik perubahan individu. Selain itu, obesitas juga dapat menyebabkan inflamasi dan stres oksidatif. Pada saat terjadi inflamasi pada obesitas akan terjadi peningkatan respons proinflamasi dan infiltrasi leukosit. Hal ini mendorong pembentukan ROS sehingga menghasilkan stres oksidatif

(Huang *et al.*, 2015). Oleh karena itu, obesitas dapat mengaktifasi stres oksidatif yang ditandai dengan kadar MDA, yang ditunjukkan dengan kadar MDA *pre-exercise* termasuk nilai rerata dalam kategori tinggi karena semua kelompok merupakan subjek perempuan obesitas, sehingga hasilnya tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan kadar MDA pada 10 menit dan 6 jam *post-exercise* pada MIE dan MCE ( $P<0.05$ ), tetapi tidak pada CON ( $P>0.05$ ). Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Aro *et al.* (2015) menyimpulkan bahwa *moderat interval exercise* dan *moderat continuous exercise* menurunkan kadar MDA. Penurunan kadar MDA pada MIE dan MCE kemungkinan pengaruh dari intervensi, sedangkan pada kelompok CON kadar MDA meningkat karena tidak ada intervensi. Kadar MDA yang terbentuk sangat bergantung pada jumlah stres oksidatif dan hanya mampu dinetralisasi oleh antioksidan sedangkan dengan latihan kadar MDA normal. Saat keadaan normal, peroksidasi lipid di dalam tubuh masih dapat diatasi oleh antioksidan alami (antioksidan endogen) yaitu katalase, *superoksida dismutase* (SOD) dan *glutathione peroxidase* (GPx) (Zaetun *et al.*, 2018). Oleh karena itu, stres oksidatif yang terjadi 10 menit dan 6 jam *post-exercise* MIE dan MCE tergolong rendah daripada stres oksidatif pada orang obesitas yang tidak melakukan latihan. Stres oksidatif dipicu dari pembentukan ROS yang mendukung dalam fungsi fisiologis, meliputi ekspresi gen, pertumbuhan sel, pertahanan infeksi dan modulasi fungsi endotel. Namun, peningkatan ROS dan berkurangnya kapasitas antioksidan mengarah pada stres oksidatif yang dapat menyebabkan disfungsi. Peningkatan stress oksidatif dapat menyebabkan peningkatan kerusakan oksidatif yang ditandai oleh MDA (Nuhoho *et al.*, 2018). MIE dan MCE menunjukkan rerata kadar MDA yang lebih rendah dibandingkan CON. Pada kelompok CON tidak mendapatkan perlakuan latihan, sehingga tidak memiliki antioksidan seperti yang dimiliki pada kelompok yang diberikan perlakuan latihan (MIE dan MCE). Menurut Kapusta *et al.* (2018) peningkatan kadar ROS di dalam tubuh jika tidak dapat

ditanggulangi oleh antioksidan di dalam sel akan menyebabkan kerusakan makromolekul seperti protein, asam deoksiribonukleat (DNA), asam ribonukleat (RNA) dan lipid pada sel maupun jaringan. Oleh karena itu, pada CON kadar MDA cenderung meningkat dibandingkan dengan kelompok MIE dan MCE. Hal ini disebabkan pada kelompok CON tidak memiliki antioksidan, sehingga ROS semakin tinggi yang ditandai dengan peningkatan kadar MDA pada CON.

Berdasarkan uji Anova menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan kadar MDA pada 10 menit dan 6 jam baik pada MIE dan MCE. Penelitian serupa oleh Aro *et al.* (2015) menyimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan kadar MDA setelah latihan. Hal ini dikarenakan latihan dapat mereduksi kerusakan akibat ROS sehingga terjadi peningkatan proses penangkapan radikal bebas yang berdampak pada berkurangnya radikal bebas yang beredar secara sistemik (Ozougwu, 2017). Berdasarkan nilai rerata juga menunjukkan bahwa MIE > MCE. Hal ini kemungkinan dikarenakan pada MIE tidak adanya SOD *defense* dalam tubuh sehingga tidak terjadi regulasi MDA, sedangkan pada MCE dapat menurunkan produksi radikal bebas dengan mekanisme peningkatan aktivitas proteasome dan enzim perbaikan DNA, penurunan ikatan DNA dengan faktor transkripsi sensitif redoks seperti (NF- $\kappa$ B, AP-1, MAPK dan CREB) dan peningkatan produksi GPx dan GSH (Gluthatione Tereduksi) dapat menimbulkan hormesis dalam tubuh sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan antioksidan dan penurunan radikal bebas (Pingitore, 2015).

GPx merupakan suatu enzim antioksidan yang paling dibutuhkan dalam pertahanan sel, karena sensitivitas GPx terhadap kadar ROS intrasel dan perannya dalam peroksida lipid. GPx bekerja dengan mengkonversi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> hasil dari pengolahan ROS oleh SOD. Sedangkan, GSH berfungsi sebagai *scavenging material* yang mengambil untuk diinaktivasi sendiri atau sebagai substrat untuk GPx. Oleh karena itu, dengan MCE terdapat SOD *defense* sehingga terjadi regulasi MDA melalui serangkaian mekanisme tersebut sehingga pada MCE

menunjukkan nilai rerata yang lebih rendah daripada MIE. Selain itu, berdasarkan nilai rerata menunjukkan bahwa kadar MDA MIE > MCE. Hal ini kemungkinan disebabkan dari tipe latihan yang dilakukan, karena MIE dan MCE meskipun sama-sama dilakukan dalam intensitas moderat tetapi tipe latihan yang dilakukan secara *interval* dan *continuous*. *Moderate interval exercise* yaitu latihan yang terdiri dari beberapa siklus dengan dosis moderat berdurasi pendek yang diselingi dengan periode istirahat dengan intensitas yang lebih rendah, sedangkan *Moderate continuous exercise* adalah latihan dengan dosis moderat yang dilakukan secara kontinyu secara langsung tanpa periode istirahat. Pada MIE sifatnya lebih ke anaerobik sedangkan pada MCE cenderung ke aerobik (Astari *et al.*, 2016). MIE yang menggunakan sistem energi anaerobik dapat menyebabkan hipoksia. Apabila mengalami hipoksia sehingga bisa menyebabkan kebocoran electron yang terjadi pada mitokondria ketika proses reperfusi oksigen. Pada saat fosforilasi oksidatif di dalam mitokondria, oksigen direduksi oleh sistem transport elektron mitokondria untuk pembentukan adenosin trifosfat (ATP) dan air (H<sub>2</sub>O) (Mrakic-Sposta *et al.*, 2015) Penjelasan ini di dukung oleh pemaparan (Arsana *et al.*, 2013) bahwa ketika proses fosforilasi oksidatif (transport elektron) sebanyak 2-5% dari total kebutuhan oksigen dapat dikonvensi menjadi radikal bebas sehingga menghasilkan ROS. Oleh karena itu, pada MIE menghasilkan ROS lebih tinggi yang tandai dengan peningkatan kadar MDA dibandingkan dengan MCE.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Satu sesi latihan interval moderat dan continuous yang dilakukan pada pagi hari selama 40menit/sesi latihan menyebabkan penurunan kadar MDA pada10 menit dan 6 jam *post-exercise*. Tetapi pola penurunan kadar MDA pada MCE lebih rendah dibandingkan dengan MIE dan CON. Berdasarkan hasil penelitian disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan dengan membandingkan latihan pagi dan sore terhadap penurunan kadar MDA.

## REFERENSI

- Al-Dalaen, S. & A-Qtaitat, A.I. (2014). Oxidative stress versus antioxidants. *American Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2(5), 60-71.
- Anggraeni, S., Setyaningrum, T. & Listiawan, M.Y. (2017). Significant Different Level of Malondialdehyde (MDA) as Oxydative Stress Marker in Severity Groups of Acne Vulgaris. *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin*, 29(1), 36-43. <http://dx.doi.org/10.20473/bikkk.V29.1.2017.36-43>.
- Aro, C.E.P., Guzman, J.A.R., Munoz, M.E.S. & Gonzales, B.E.V. (2015). Effect High Intensity Interval Training Versus Moderat Intensity Continuous Training on The Reduction of Oxidative Stress in Type 2 Diabetic Adult Patients: CAT. *Medwave*, 15(7), 1–13.
- Arsana, I.N., Adiputra, N., Pangkahila, J.A. & Putra-Manuaba, I.B. (2013). *Garcinia Mangostana* L. Rind Extract and Physical Training Reduce Oxidative Stress in Wistar Rats During Maximal Physical Activity. *Indonesian Journal of Biomedical Sciences*, 7(2), 63–68.
- Astari, N. Susanto, H. & Argarini, R. (2016). Perbandingan Latihan Kontinyu Intensitas Sedang dan Latihan Interval Intensitas Tinggi terhadap Kontrol Glukosa Darah. *MKB*, 48(4), 194–199. <http://dx.doi.org/10.15395/mkb.v48n4.909>
- Ayuningati, L.K., Murtiastutik, D. & Hoetomo, M. (2018). Difference Level of Malondialdehyde [MDA] in Atopic Dermatitis and Nonatopic Dermatitis Patients. *Periodical of Dermatology and Venereology*, 30(1), 58-65. <http://dx.doi.org/10.20473/bikkk.V30.1.2018.58-65>.
- Budi, A.R., Kardi, H. & Ari, A. (2019). Perbedaan Kadar MDA Pada Dewasa Muda Obes dan Non-Obes di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 8(2), 21–25.
- Cabrera, M.C.G, Domenech. E. & Vina, J. (2007). Moderat Exercise is an Antioxidant: Upregulation of Antioxidant Genes by Training. *Free Radical Biology & Medicine*, 44(1), 126–131.
- Candrawati, S. (2013). Pengaruh Aktivitas Fisik terhadap Stres Oksidatif. *Jurnal Mandala of Health*, 6(1), 454–461.
- Daskalopoulou, S.S., Daskalopoulou, S.S., Cooke, A.B., Gomez, Y.H., Mutter, A.F., Filippaios, A., Mesfum, E.T. & Mantzoros, C.S. (2014). Plasma irisin levels progressively increase in response to increasing exercise workloads in young, healthy, active subjects. *European Journal of Endocrinology*, 171(3), 343–352. <https://doi.org/10.1530/EJE-14-0204>.
- Dias, K.A., Ingul, C.B., Tjonna, A.E., Keating, S.E., Gomersall, S.R., Follestad, T., Hosseini, M.S., Hollekim-Strand, S.M., Ro, T.B., Haram, M., Huuse, E.M., Davies, P.S.W., Cain, P.A., Leong, G.M. & Coombes, J.S. (2017). Effect of High-Intensity Interval Training on Fitness, Fat Mass and Cardiometabolic Biomarkers in Children with

- Obesity: A Randomised Controlled Trial. *Sports Medicine*, 48(3), 733–746. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0777-0>.
- Esgalhado, M., Stockler-Pinto, M.B., de França Cardozo, L.F.M., Costa, C., Barboza, J.E. & Mafra, D. (2015). Effect of acute intradialytic strength physical exercise on oxidative stress and inflammatory responses in hemodialysis patients. *Kidney Res Clin Pract*, 34, 35–40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.krcp.2015.02.004>.
- Fakhri, S., Shakeryan, S., Alizadeh, A. & Shahryari, A. (2019). Effect of 6 Weeks of High Intensity Interval Training with Nano-curcumin Supplement on Antioxidant Defense and Lipid Peroxidation in Overweight Girls- Clinical Trial. *Iriana Journal of Diabetes and Obesity*, 11(2), 173–180.
- Fruh, S.M. (2017). Obesity, Risk factors, complications, and strategies for Sistanable Long-term Weight Management. *American Association of Nurse Practitioners*, 29(2017), S3-S14. <http://doi.org/10.1002/2327-6924.12510>.
- Harbuwono, D.S., Pramono, L.A., Yunir, E., & Subekti, I. (2018). Obesity and Central Obesity in Indonesia: Evidence from a National Health Survey. *Medical Journal of Indonesia*, 27(2), 114-120. <https://doi.org/10.13181/mji.v27i2.1512>
- Huang, C-J., McAllister, M.J., Slusher, A.L., Webb, H.E., Mock, T. & Acevedo, E.O. (2015). Obesity-Related Oxidative Stress: the Impact of Physical Activity and Diet Manipulation. *Sports Medicine–Open*, 1(32), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0031-y>.
- Ilyas, E.I.I., Utami, T.P., Siagian, M., Santoso, D.I.S., & Prijanti., A.R. (2017). Effect Moderate Intensity Exercise Training on Stress Oxidative Marker: Malondialdehyde and Superoxide Dismutase Acticity in Abdominal Aorta of Juvenile Rats. *International Journal of Research-Granthaalayah*, 5(12), 99–105. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1133607>.
- Kapusta, A., Kuczyńska, B., & Puppel, K. (2018). Relationship between the degree of antioxidant protection and the level of malondialdehyde in high-performance Polish Holstein-Friesian cows in peak of lactation. *PloS one*, 13(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193512>.
- Kawamura, T. & Muraoka, I. (2018). Exercise Induced Oxidative Stress and The Effects of Antioxidant Intake from a Physiological Viewpoint. *Antioxidants*, 7(119), 1-19. <http://doi.org/10.3390/antiox7090119>.
- Lasker, S., Rahman, Md.M., Parves, F., Zamila, M., Miah, P., Nahar, K., Kabir, F., Sharmin, S.B., Subhan, N., Ahsan, G.U. & Alam, Md.A. (2019). High-fat diet-induced metabolic syndrome and oxidative stress in obese rats are ameliorated by yogurt supplementation.



- Scientific Reports*, 9(20026), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56538-0>.
- Norton, K., Norton, L. & Sadgrove, D. (2010). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 496–502. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.09.008>.
- Nuhoho, P.D., Ofori, E.K., Anane, H.A., Oppong, S.Y., Boamah, I. & Blakhurst, D. (2018). Impact of Exercise Intensity on Oxidative Stress and Selected Metabolic Markers in Young Adults in Ghana. *BMC Res Notes*, 11(634), 1–7. <http://doi.org/10.1186/s13104-018-3758-y>.
- Ozougwu, J. (2016). The Role of Reactive Oxygen Species and Antioxidants in Oxidative Stress. *International Journal of Research in Pharmacy and Biosciences*, 3(16), 1-8.
- Paravicini, T.M. & Touyz, R.M. (2008). NADPH Oxidase, Reactive Oxygen Species, and Hypertension. *Journal Diabetes Care*, 31(2), 170–180.
- 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. <http://dx.doi.org/10.12965/jer.1632598.299>.
- Pingitore, A., Lima, G.P.P., Mastorchi, F., Quinones, A., Iervasi, G. & Vassalle, C. (2015). Exercise and Oxidative Stress: Potential Effect of Antioxidant Dietary Strategies in Sport. *Journal Nutrition*, 31, 916–922.
- Pons, I.B., Ryan, L. & Martinez, J.A. (2012). Oxidative stress and inflammation interactions in human obesity. *J Physiol Biochem*, (68), 701–711.
- Rambhojan, C., Bouaziz-Amar, E., Larifla, L., Deloumeaux, J., Cleprier, J., Plumasseau, J., Lacorte, J-M. & Foucan, L. (2015). Ghrelin, adipokines, metabolic factors in relation with weight status in school-children and results of a 1-year lifestyle intervention program. *Nutrition & Metabolism*, 12(43), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12986-015-0039-9>.
- Riskesdas. (2018). Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar. Jakarta: Kemenkes RI. Available at: <http://www.kesmas.kemkes.go.id>.
- Stover S. (2005). High Intensity Sprint Training Reduces Lipid Peroxidation in Fast Twitch Skeletal Muscle. *Journal of Exercise Physiology*, 8(6), 18–25.
- Sinaga, F.A. (2016). Stress Oksidatif Dan Status Antioksidan Pada Aktivitas Fisik Maksimal. *Jurnal Generasi Kampus*, 9(2), 176-189.
- Spirlandeli, A. L., Deminice, R., & Jordao, A. A. (2014). Plasma malondialdehyde as biomarker of lipid peroxidation: effects of acute exercise. *International journal of sports medicine*, 35(01), 14-18.

- Susantiningsih, T. (2015). Obesitas dan Stress Oksidatif. *JuKe Unila*, 5(9), 89–93.
- Sylviana, N., Gunawan, H., Lesmana, R., Purba, A., & Akbar, I. B. (2017). The Effect of Astaxanthin and Regular Training on Dynamic Pattern of Oxidative Stress on Male under Strenuous Exercise. *Indonesian Journal of Clinical Pharmacy*, 6(1), 46-54.
- Tsuchiya, Y., Ando, D., Takamatsu, K. & Goto, K. (2015). Resistance exercise induces a greater irisin response than endurance exercise. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 64(9), 1042–1050. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2015.05.010>.
- Vincent, HK. & Taylor. (2006). Biomarkers and Potential Mechanism of Obesity Induced Oxidant Stress in Humans. *International Journal of Obesity*, (30), 400–418.
- Wellman, K.F. & Bloomer, R.J. (2009). Acute Exercise and Oxidative Stress: a 30 year history. *MioMed Central*, 8(1), 1-25.
- Wewege, M., van den Berg, R., Ward, R.E. & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 18(6), 635–646. <https://doi.org/10.1111/obr.12532>.
- World Health Organization (WHO). (2019). Global Heart Observatory (GHO) Data. Available at: [https://www.who.int/gho/ncd/risk\\_factors/bmi\\_text/en/](https://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/bmi_text/en/).
- Zaetun, S., Dewi, L.B.K. & Widiadnya, I.B.R. (2018). Profil Kadar Mda (*Malondialdehyde*) Sebagai Penanda Kerusakan Seluler Akibat Radikal Bebas Pada Tikus Yang Diberikan Air Beroksigen. *Jurnal Analis Medika Bio Sains*, 5(1), 79–84.