

**NASKAH PUBLIKASI**

**PERBEDAAN KADAR MALONDIALDEHID (MDA) *NORMOWEIGHT*,  
*OVERWEIGHT* DAN OBESITAS PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI  
PENDIDIKAN DOKTER FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS  
MATARAM**

Diajukan Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Pada  
Fakultas Kedokteran Universitas Mataram



**Ni Putu Visty Widhiani**

**H1A020082**

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS MATARAM  
MATARAM**

**2023**

**PERBEDAAN KADAR MALONDIALDEHID (MDA) *NORMOWEIGHT*,  
*OVERWEIGHT* DAN OBESITAS PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI  
PENDIDIKAN DOKTER FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS  
MATARAM**

Ni Putu Visty Widhiani<sup>1</sup>, Ida Ayu Eka Widiastuti<sup>2</sup>, Fitriannisa Faradina Zubaidi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram,  
Mataram, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Mataram, Mataram,  
Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Mataram, Mataram,  
Indonesia

\*E-mail: ayueka@unram.ac.id

Diajukan sebagai syarat meraih gelar sarjana pada Fakultas Kedokteran Universitas  
Mataram

Jumlah Tabel: 9

## ABSTRAK

### PERBEDAAN KADAR MALONDIALDEHID (MDA) *NORMOWEIGHT*, *OVERWEIGHT* DAN OBESITAS PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MATARAM

Ni Putu Visty Widhiani<sup>1</sup>, Ida Ayu Eka Widiastuti<sup>2</sup>, Fitriannisa Faradina Zubaidi<sup>3</sup>

**Latar Belakang:** Obesitas saat ini sudah menjadi masalah global termasuk di Indonesia. Menurut data dari Riskesdas (2018), prevalensi obesitas di Indonesia pada dewasa >18 tahun terus mengalami peningkatan, yaitu sebesar 11,3 % pada tahun 2007 menjadi 21,8% pada tahun 2018. Beberapa penelitian menyimpulkan bahwa obesitas dapat menyebabkan terjadinya stres oksidatif. Aktivitas oksidasi tersebut dapat menimbulkan penyakit degeneratif, seperti diabetes mellitus tipe II, penuaan dini, penyakit kardiovaskuler, tumor, dan kanker. Salah satu biomarker untuk mengetahui adanya stress oksidatif yaitu Malondialdehid (MDA).

**Tujuan:** Mengetahui perbedaan kadar MDA *normoweight*, *overweight*, dan obesitas pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram.

**Metode:** Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional study* yang dilaksanakan bulan Oktober 2022 pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram. Pengambilan subjek dilakukan dengan teknik *purposive sampling*. Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan uji komparasi tidak berpasangan yaitu *Mann Whitney*.

**Hasil:** Hasil analisis data pada 41 subjek penelitian yang dibagi ke dalam dua kelompok, diperoleh bahwa rerata kelompok 2 sebesar 1715,27 ng/ml, lebih tinggi dibandingkan kelompok 1 sebesar 902,67 ng/ml, tetapi secara statistik perbedaan ini tidak bermakna.

**Kesimpulan:** tidak terdapat perbedaan bermakna kadar MDA *normoweight*, *overweight* dan obesitas pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram.

**Kata kunci:** Malondialdehid, IMT, Stres Oksidatif

## ABSTRACT

### DIFFERENCES IN NORMOWEIGHT, OVERWEIGHT AND OBESITY MALONDIALDEHID (MDA) LEVELS IN MEDICINE EDUCATION STUDENTS PROGRAM FACULTY OF MEDICAL MATARAM UNIVERSITY

Ni Putu Visty Widhiani<sup>1</sup>, Ida Ayu Eka Widiastuti<sup>2</sup>, Fitriannisa Faradina Zubaidi<sup>3</sup>

**Background:** Obesity is now a global problem, including in Indonesia. According to data from Riskesdas (2018), the prevalence of obesity in Indonesia among adults >18 years has continued to increase, from 11.3% in 2007 to 21.8% in 2018. Several studies have concluded that obesity can cause oxidative stress. This oxidation activity can cause degenerative diseases, such as type II diabetes mellitus, premature aging, cardiovascular disease, tumors, and cancer. One of the biomarkers to determine the presence of oxidative stress is Malondialdehyde (MDA).

**Objective:** To determine the differences in the levels of normoweight, overweight and obese MDA in students of the Medical Education Study Program, Faculty of Medicine, University of Mataram.

**Method:** The type of research used in this study was an analytic observational study with a cross-sectional study approach which was carried out in October 2022 for students of the Medical Education Study Program, Faculty of Medicine, University of Mataram. Subject taking was done by purposive sampling technique. The data analysis technique in this study used the Mann Whitney unpaired comparison test.

**Results:** The results of data analysis on the 41 research subjects who were divided into two groups, found that the mean of group 2 was 1715.27 ng/ml, higher than group 1 of 902.67 ng/ml, but statistically this difference was not significant.

**Conclusion:** there is no significant difference in the levels of normoweight, overweight and obese MDA in students of the Medical Education Study Program, Faculty of Medicine, University of Mataram.

**Keywords:** Malondialdehyde, BMI, Oxidative Stress

## **Pendahuluan**

Obesitas saat ini sudah menjadi masalah global. Menurut data dari WHO (2016), prevalensi obesitas di seluruh dunia mengalami peningkatan sekitar tiga kali lipat sejak tahun 1975. Lebih dari 650 juta orang di dunia mengalami obesitas. Secara keseluruhan, pada tahun 2016 sekitar 13% populasi orang dewasa dunia (11% pria dan 15% wanita) mengalami obesitas. Menurut data dari Riskesdas (2018), prevalensi obesitas di Indonesia pada dewasa >18 tahun terus mengalami peningkatan, yaitu sebesar 11,3 % pada tahun 2007 menjadi 21,8% pada tahun 2018. Jika hal ini dibiarkan, maka angka obesitas di Indonesia akan terus meningkat setiap tahunnya.

Beberapa penelitian menyimpulkan bahwa obesitas dapat menyebabkan terjadinya stres oksidatif (1,2) Stres oksidatif merupakan suatu kondisi terjadinya peningkatan akumulasi radikal bebas ROS (*Reactive Oxygen Species*) di dalam tubuh (3). Kadar ROS yang tinggi di dalam tubuh dapat menyebabkan peroksidasi lipid dan kerusakan secara langsung terhadap lipid. Reaksi lipid dengan ROS ini dapat menghasilkan bermacam – macam produk oksidasi yaitu lipid hidroperoksida sebagai produk utama dan malondialdehid, heksanal, propanal dan 4-hidroksinonenal sebagai produk sekunder (3). Aktivitas oksidasi tersebut dapat menimbulkan penyakit degeneratif, seperti diabetes mellitus tipe II, penuaan dini, penyakit kardiovaskuler, tumor, dan kanker (4).

Malondialdehid (MDA) merupakan biomarker utama yang cocok dan populer untuk mengetahui adanya stres oksidatif (3). Menurut penelitian Budi, *et al* (2019), dijumpai kadar MDA yang lebih tinggi pada mahasiswa kedokteran yang mengalami obesitas jika dibandingkan dengan mahasiswa yang non-obesitas. Berdasarkan penelitian lain yang dilakukan oleh Altoum *et al* (2019) dan Shrivastav *et al* (2019), dikatakan bahwa terjadi peningkatan kadar MDA dalam tubuh seiring dengan peningkatan IMT. Demikian juga penelitian yang dilakukan oleh Yesilbursa *et al* (2006) yang menyatakan bahwa perubahan IMT berhubungan positif dengan perubahan kadar MDA. Akan tetapi, penelitian - penelitian tersebut tidak sejalan

dengan penelitian yang dilakukan oleh Sankhla *et al* (2012), yang pada penelitiannya ditemukan tidak ada perbedaan kadar MDA yang signifikan pada subjek *overweight* sedangkan pada subjek yang obesitas menunjukkan kadar MDA serum yang lebih tinggi secara statistik dibandingkan dengan subjek dengan berat badan normal.

Salah satu faktor risiko dari obesitas yaitu aktivitas fisik yang rendah (5). Mahasiswa Kedokteran sangat identik dengan kuliah dan belajar. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Riskawati *et al* (2018), dikatakan bahwa 60% mahasiswa di Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya memiliki aktivitas fisik yang tergolong rendah. Mereka kebanyakan menghabiskan waktu mereka dengan duduk selama berjam – jam karena jadwal perkuliahan yang cukup padat dari pagi sampai sore hari sehingga aktivitas fisik pun menjadi kurang (Riskawati *et al*, 2018). Rendahnya aktivitas fisik tersebut memungkinkan terjadinya penumpukan energi dalam bentuk lemak sehingga mahasiswa kedokteran memiliki risiko yang tinggi terhadap obesitas.

Dari uraian di atas, karena terdapat penelitian yang pro dan kontra tentang hubungan kadar MDA dan IMT serta tingginya faktor risiko obesitas dikalangan mahasiswa kedokteran, maka penulis tertarik untuk meneliti apakah terdapat perbedaan kadar MDA *normoweight*, *overweight* dan obesitas pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram.

## **Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional study*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar MDA *normoweight*, *overweight*, dan obesitas pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram. Pengambilan data penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2022. Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram. Sampel dipilih dengan metode *non-probability sampling* dengan teknik

jenis *puposive sampling*. Jumlah sampel minimal dalam penelitian ini adalah 11 orang pada tiap kelompok yang dihitung menggunakan rumus besar sampel komparatif numerik tidak berpasangan. Kriteria inklusi adalah Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram Angkatan 2021 yang memiliki IMT kategori *normoweight*, *overweight* atau obesitas dan bersedia menjadi subjek penelitian dengan menandatangani lembar *informed consent*. Kriteria eksklusi adalah memiliki IMT kategori *Underweight*, binaragawan, tidak dalam keadaan khusus seperti hepatomegaly, hamil, asites dan edema. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Indeks Massa Tubuh (IMT) kategori *Normoweight*, *Overweight* dan Obesitas. Variabel terikat adalah kadar malondialdehid (MDA). Analisis data menggunakan *software* komputer SPSS menggunakan uji komparatif *Mann Whitney*.

## Hasil

Penelitian ini melibatkan sebanyak 41 responden yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang ditetapkan oleh peneliti (Tabel 1). Responden pada penelitian ini yaitu mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram angkatan 2021. Responden dibagi berdasarkan IMT menjadi dua kelompok, yaitu kelompok 1 untuk subjek dengan IMT kategori normal (*normoweight*), berjumlah 15 orang dan kelompok 2 adalah subjek dengan IMT kategori *overweight*, obesitas tipe 1 dan 2 berjumlah 26 orang.

**Tabel 1 Karakteristik Responden**

Karakteristik	Frekuensi (N)	Rerata ± SD
<b>Usia (tahun)</b>		
17	3 (7,3%)	
18	28 (68,3%)	18,24 ± 0,699
19	7 (17,1%)	
20	3 (7,3%)	
<b>Total</b>	<b>41 (100%)</b>	

<b>Jenis Kelamin</b>		
Laki – laki	17 (41,5%)	
Perempuan	24 (58,5%)	
<b>Total</b>	<b>41 (100%)</b>	
<b>Indeks Massa Tubuh</b>		
<b>Kelompok 1</b>		
<i>Normoweight</i>	26 (63,4%)	
<b>Kelompok 2</b>		23,08 ± 4,05
<i>Overweight</i>	5 (12,2%)	
Obesitas 1	6 (14,6%)	
Obesitas 2	4 (9,8%)	
<b>Total</b>	<b>41 (100 %)</b>	
<b>Kadar Malondialdehid</b>	41 (100%)	1199,96 ± 1,230,36
<b>Total</b>	<b>41 (100%)</b>	

**Tabel 2 Gambaran Kadar MDA pada Masing – Masing IMT**

<b>Kadar Malondialdehid (ng/ml)</b>	
<b>Kelompok 1</b>	
Minimum	114,09
Maksimum	3708,08
Rerata	902,67
Median	625,76
<b>Kelompok 2</b>	
Minimum	155,16
Maksimum	6083,19
Rerata	1715,27
Median	1380,72



**Tabel 3 Uji Normalitas**

	<b>IMT</b>	<b>p</b>
<b>Kadar MDA</b>	Kelompok 1	0,000
	Kelompok 2	0,018

**Tabel 4 Uji Komparasi**

	<b>IMT</b>	<b>Rerata</b>	<b>p</b>
<b>Kadar MDA</b>	Kelompok 1	902,67	0,093
	Kelompok 2	1715,27	

### **Pembahasan**

Obesitas merupakan suatu kondisi terjadinya akumulasi lemak yang abnormal atau berlebihan yang berisiko bagi kesehatan (WHO, 2016). Dari hasil penelitian yang dilakukan pada 41 mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram berdasarkan karakteristik IMT, sebagian besar subjek penelitian memiliki IMT yang tergolong normal (*normoweigh*) dengan persentase 63,4%. IMT merupakan salah satu bentuk metode skrining yang digunakan untuk mengukur massa tubuh dan mengetahui status gizi seseorang (Habut *et al*, 2016). IMT seseorang dapat diketahui dari hasil bagi berat badan dalam kilogram (kg) dengan kuadrat tinggi badan dalam meter (m) (Habut *et al*, 2016). Menurut Direktorat Pengendalian Penyakit Tidak Menular, ada beberapa faktor yang dapat memengaruhi IMT, antara lain: faktor genetik, asupan makanan sehari - hari, dan aktivitas fisik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya, obesitas dapat menyebabkan terjadinya stres oksidatif (Altoum *et al*, 2019; 2). Stres oksidatif merupakan suatu kondisi ketika kadar radikal bebas melebihi kadar antioksidan yang ada di dalam tubuh (Abd

El-Kader *et al*, 2016). Hal tersebut akan menyebabkan terjadinya peroksidasi lipid yang akan menghasilkan berbagai macam produk, salah satunya adalah malondialdehid (MDA), yang sering digunakan sebagai biomarker stres oksidatif (Khoubnasabjafari *et al*, 2015).

Rerata kadar MDA subjek penelitian yaitu 1199,96 ng/ml (tabel 5.1). Jika dilihat berdasarkan kelompok IMT (tabel 5.3), rerata kadar MDA serum pada kelompok 2 (kelompok *overweight*, obesitas tipe 1 dan 2) yaitu sebesar 1715,27 ng/ml, lebih tinggi dibandingkan kelompok 1 (kelompok *normoweight*) yaitu sebesar 902,67 ng/ml. Hasil penelitian yang didapat ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh Budi, *et al* (2019) dan Adnan *et al* (2019), dijumpai bahwa rerata kadar MDA pada subjek obesitas lebih tinggi jika dibandingkan dengan subjek non-obesitas. Jika dilihat dari sebaran nilai IMT dan kadar MDA serum (gambar 5.1) ditemukan adanya korelasi yang positif. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Altoum *et al* (2019) pada subjek yang mempunyai penyakit diabetes mellitus tipe 2 dan Shrivastav *et al* (2019) pada subjek yang mempunyai penyakit pre-hipertensi dan hipertensi. Akan tetapi, pada penelitian yang dilakukan oleh Altoum *et al* (2019) dan Shrivastav *et al* (2019) ditemukan bahwa nilai koefisien korelasinya lebih tinggi yaitu ( $r = 0,690$ ) dan ( $r = 0,618$ ) dibandingkan penelitian yang telah dilakukan pada subjek yang sehat yaitu ( $r = 0,265$ ).

Walaupun didapatkan rata – rata kadar MDA serum kelompok 2 lebih tinggi dibandingkan kelompok 1, tetapi secara statistik berdasarkan hasil uji komparasi (tabel 5.4) menunjukkan nilai signifikansi ( $p > 0,05$ ), sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna kadar MDA *normoweight*, *overweight* dan obesitas pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan simpulan penelitian serupa yang dilakukan Budi, *et al* (2019) pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, pada penelitian tersebut disimpulkan bahwa terdapat perbedaan bermakna kadar MDA antara mahasiswa kelompok obesitas dan kelompok non-obesitas.

Menurut Midah *et al* (2021), obesitas dapat meningkatkan produksi radikal bebas (ROS) melalui beberapa kondisi tubuh seperti hiperleptinemia, hiperlipidemia, hiperglikemia, *chronic lowgrade inflammation*, disfungsi endotel, dan peningkatan aktivitas otot. Secara tidak langsung obesitas berhubungan dengan hiperglikemia. Hiperglikemia mengakibatkan peningkatan glikolisis dan siklus asam trikarboksilat (TCA) sehingga produksi *Nicotinamide Adenine Dinucleotida* (NADH) dan *Flavin Adenin Dinukleotida Hidrogen* (FADH<sub>2</sub>) juga meningkat. Hal tersebut mengakibatkan gradien proton yang melintasi membran bagian dalam mitokondria dan menyebabkan kebocoran elektron pada kompleks III yang berujung terbentuknya superoksida (10). Radikal bebas yang terbentuk akan menghambat enzim gliseraldehida-3-fosfat dehidrogenase sehingga akan mengaktifkan empat jalur alternatif, yaitu: glukosa dialihkan ke jalur poliol, fruktosa-6-fosfat dialihkan ke jalur heksosamin, triose fosfat menghasilkan metilglioksal, prekursor utama *Advanced Glycation Ends product* (AGEs) sehingga mengaktifkan jalur protein kinase C (PKC), dan *dihydroxyacetone phosphate* diubah menjadi *diacylglycol*, (10). Hal tersebut yang nantinya akan menginduksi stres oksidatif melalui peningkatan produksi radikal bebas. Obesitas juga dikaitkan dengan peningkatan kadar *Free Fatty Acid* (FFA) serta penyimpanan lemak berlebihan di *White Adipose Tissue* (WAT) (2). Peningkatan FFA plasma dapat meningkatkan pembentukan ROS pada transport elektron di mitokondria dengan menekan transporter nukleotida adenin (11). Asam lemak yang terkonjugasi rentan terhadap oksidasi, sehingga merangsang pembentukan radikal bebas dan meningkatkan akumulasi produk sampingan oksidatif. Selain itu, obesitas dianggap sebagai suatu kondisi peradangan kronis (12). Peradangan akan menyebabkan pelepasan sitokin pro-inflamasi, produksi *C-Reactive Protein* (CRP), dan peningkatan jumlah serta aktivasi sel darah putih. Peningkatan respon pro-inflamasi dan infiltrasi leukosit pada obesitas mendorong pembentukan ROS, yang mengakibatkan stres oksidatif. Kondisi – kondisi ini mengakibatkan tingginya stres oksidatif pada obesitas. Tingginya kadar MDA dapat mengakibatkan berbagai

penyakit seperti Parkinson, Alzheimer dan Lou Gehrig. Hal tersebut diakibatkan oleh efek destruktif dari radikal bebas, kerusakan DNA, dan irregularitas ataupun mutasi yang disebabkan (Farooqui *et al*, 2000).

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa walaupun didapatkan rata – rata kadar MDA serum kelompok obesitas lebih tinggi dibandingkan kelompok non-obesitas, tetapi secara statistik perbedaan ini tidak bermakna. Begitu pula jika dilihat dari korelasi kadar serum MDA dan IMT yang menunjukkan meskipun berkorelasi positif namun korelasinya sangat rendah. Kadar MDA yang tinggi tidak selalu dipengaruhi oleh IMT atau obesitas, tetapi faktor lainnya yang memengaruhi radikal bebas dan prooksidan dalam tubuh mungkin juga bisa berpengaruh terhadap peningkatan MDA seperti, aktivitas fisik, makanan dan penyakit kronis (12).

### **Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna kadar MDA *normoweight*, *overweight* dan obesitas pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram.

### **Keterbatasan Penelitian**

Dalam proses pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan, diantaranya yaitu IMT sebagai alat pengukuran pada penelitian ini kurang menggambarkan massa lemak pada tubuh subjek. Kemudian kurangnya responden yang memiliki Indeks Massa Tubuh yang tergolong *overweight* sehingga peneliti tidak bisa mengetahui perbedaan rerata pada masing – masing klasifikasi IMT. Keterbatasan lainnya yaitu pada beberapa variabel yang mungkin dapat memengaruhi terjadinya peningkatan kadar malondialdehid seperti aktivitas fisik, makanan, level stress, penyakit kronis dan antioksidan eksogen dari makanan atau suplemen yang dikonsumsi subjek belum diukur dalam penelitian ini.

## Daftar Pustaka

1. Altoum AEA, Osman AL, Babker AMA. Impact of body mass index in malondialdehyde, antioxidant vitamins A, E, C and plasma zinc among type 2 diabetic patients. *Kuwait Med J.* 2019;51(1):16–20.
2. Midah Z, Fajriansyah F, Makmun A, Rasfahyana R. Hubungan Obesitas dan Stress Oksidatif. *UMI Med J.* 2021;6(1):62–9.
3. Ayala A, Muñoz MF, Argüelles S. Lipid peroxidation: Production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxid Med Cell Longev.* 2014;2014.
4. Dalle-Donne I, Rossi R, Colombo R, Giustarini D, Milzani A. Biomarkers of oxidative damage in human disease. *Clin Chem.* 2006;52(4):601–23.
5. Kosnayani AS, Aisyah IS. Faktor Risiko Yang Berhubungan Dengan Obesitas Remaja. *Siliwangi.* 2016;2(2):128.
6. Riskawati YK, Prabowo ED, Al Rasyid H. Tingkat Aktivitas Fisik Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Tahun Kedua, Ketiga, Keempat. *Maj Kesehat.* 2018;5(1):27–32.
7. Habut MY, Nurmawan IPS, Wiryanthini IAD. Hubungan Indeks Massa Tubuh dan Aktivitas Fisik terhadap Kesimbangan Dinamis pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. *Erepe Unud.* 2016;831:1–14.
8. Abd El-Kader SM, Saiem Al-Dahr MH. Impact of weight loss on oxidative stress and inflammatory cytokines in obese type 2 diabetic patients. *Afr Health Sci.* 2016;16(3):725–33.
9. Khoubnasabjafari M, Ansarin K, Jouyban A. Reliability of malondialdehyde as

a biomarker of oxidative stress in psychological disorders. *BioImpacts*. 2015;5(3):123–7.

10. Savini I, Catani MV, Evangelista D, Gasperi V, Avigliano L. Obesity-associated oxidative stress: Strategies finalized to improve redox state. *Int J Mol Sci*. 2013;14(5):10497–538.
11. Vincent HK, Taylor AG. Biomarkers and potential mechanisms of obesity-induced oxidant stress in humans. *Int J Obes*. 2006;30(3):400–18.
12. Huang CJ, McAllister MJ, Slusher AL, Webb HE, Mock JT, Acevedo EO. Obesity-Related Oxidative Stress: the Impact of Physical Activity and Diet Manipulation. *Sport Med - Open*. 2015;1(1):1–12.