

## Diet dan Sindrom Metabolik pada Remaja Obesitas

### Diet and Metabolic Syndrome in Obese Adolescents

Nur Aisiyah Widjaja<sup>1,2\*</sup>, Rendi Aji Prihaningtyas<sup>1</sup>, Meta Herdiana Hanindita<sup>1</sup>, Roedi Irawan<sup>1</sup>

#### ABSTRAK

**Latar Belakang :** Prevalensi obesitas pada remaja semakin meningkat dan menyebabkan sindrom metabolik di usia muda. Sindrom metabolik terjadi akibat interaksi faktor lingkungan, genetik, dan diet. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui profil diet pada remaja obesitas yang menderita sindrom metabolik.

**Metode :** Penelitian ini merupakan penelitian potong lintang pada remaja obesitas yang berkunjung di Poli Nutrisi dan Penyakit Metabolik Anak di RSUD Dr. Soetomo, Surabaya. Pada subyek dilakukan pemeriksaan antropometri (berat badan, tinggi badan, dan lingkar pinggang), pemeriksaan tekanan darah, dan pemeriksaan darah (kolesterol HDL, trigliserida, dan kadar glukosa darah). Diagnosis sindrom metabolik ditegakkan berdasarkan *International Diabetes Federation*. Data konsumsi makanan didapatkan melalui wawancara langsung dengan menggunakan lembar pengumpul data. Analisis perbedaan diet pada remaja obesitas yang menderita sindrom metabolik dilakukan dengan *chi square* menggunakan SPSS.

**Hasil dan Pembahasan :** Sebanyak 59 remaja obesitas yang berusia 13-16 tahun terlibat dalam penelitian ini. Sebanyak 27 subyek (45,8%) menderita sindrom metabolik dan sebanyak 32 subyek (54,2%) tidak menderita sindrom metabolik. Tingkat konsumsi ikan, sayur, dan buah pada remaja obesitas masih rendah. Tidak ada perbedaan yang bermakna pada profil diet antara remaja obesitas yang menderita sindrom metabolik maupun tidak.

**Kesimpulan :** Strategi pencegahan melalui pola konsumsi makanan diperlukan pada remaja obesitas untuk mengontrol proses stres metabolik sehingga dapat mencegah sindrom metabolik di masa datang. Pengetahuan diet pada remaja obesitas perlu diberikan sejak dini untuk mencegah komplikasi lebih lanjut. Memperbanyak makanan yang mengandung anti-oksidan, seperti buah dan sayur merupakan salah satu strategi mencegah sindrom metabolik pada remaja obesitas.

**Kata kunci:** obesitas, sindrom metabolik, diet, remaja

#### ABSTRACT

**Background :** The prevalence of obesity in adolescents is increasing and causes metabolic syndrome at a young age. Metabolic syndrome results from the interaction of environmental, genetic, and dietary factors. The purpose of this study was to determine the diet profile of obese adolescents suffering from metabolic syndrome.

**Methods:** This study was a cross-sectional study of obese adolescents who visited the Pediatric Nutrition and Metabolic Disease in Dr. Soetomo General Hospital, Surabaya. The anthropometry examination (weight, height and waist circumference), blood pressure, and blood tests (HDL cholesterol, triglycerides and blood glucose levels) were measured. The diagnosis of metabolic syndrome was based on the *International Diabetes Federation*. Food consumption data was obtained through direct interviews using data collection sheets. Analysis of dietary differences in obese adolescents suffering from metabolic syndrome was performed by *chi square* using SPSS.

**Results and Discussions:** A total of 59 obese adolescents aged 13-16 years were involved in this study. A total of 27 subjects (45.8%) suffered from metabolic syndrome and 32 subjects (54.2%) did not suffer from metabolic syndrome. The level of the consumption of fish, vegetables, and fruit in obese adolescents were still low. There was no significant difference in the diet profile between obese adolescents who suffer from metabolic syndrome or not.

**Conclusion:** Prevention strategies through food consumption patterns are needed in obese adolescents to control metabolic stress processes and prevent metabolic syndrome in the future. Diet knowledge in obese adolescents needs to be given early to prevent further complications. Increasing foods that contain anti-oxidants, such as fruits and vegetables, is one of the strategies to prevent metabolic syndrome in obese adolescents.



**Keywords:** *obesity, metabolic syndrome, diet, adolescents*

\*Korresponden:

Nur Aisiyah Widjaja  
[nuril08@yahoo.com](mailto:nuril08@yahoo.com)

<sup>1</sup>Department of Child Health, Faculty of Medicine, Universitas Airlangga, Dr. Soetomo General Academic Hospital, Surabaya, Indonesia

<sup>2</sup>Medical Doctoral Program Student at Faculty of Medicine Universitas Airlangga/Dr. Soetomo General Academic Hospital, Surabaya, Indonesia

## PENDAHULUAN

Obesitas merupakan pencetus inflamasi yang terjadi akibat gangguan hemostasis energi dimana terjadi keseimbangan energi yang positif.<sup>1</sup> Obesitas merupakan indikator positif sindrom metabolik.<sup>2</sup> Sindrom Metabolik atau sindrom X adalah kondisi yang terkait dengan resistensi insulin, obesitas sentral, hipertensi, dan dislipidemia yang terjadi akibat inflamasi kronis derajat rendah.<sup>3</sup> Sindrom metabolik merupakan komplikasi obesitas yang menyebabkan terjadinya penyakit kardiovaskuler, diabetes mellitus tipe 2, osteoarthritis, dan kanker.<sup>4,5</sup> Tak hanya permasalahan kesehatan, sindrom metabolik dapat menyebabkan gangguan psikis, seperti depresi.<sup>6</sup> Obesitas dan sindrom metabolik terjadi akibat interaksi antara faktor genetik dan lingkungan.<sup>7</sup> Kelebihan energi dan obesitas mencetuskan terjadinya sindrom metabolik.<sup>8</sup> Angka kejadian sindrom metabolik meningkat seiring dengan peningkatan prevalensi obesitas.<sup>9</sup>

Remaja adalah fase transisi dari masa anak menjadi masa dewasa. Masa remaja merupakan fase kritis dimana terjadi beberapa perubahan, seperti perubahan fisik, perkembangan otak, maturasi organ seksual, dan perkembangan psikososial yang mempengaruhi perilaku terkait kesehatan.<sup>10</sup> Oleh karena itu, remaja rentan mengalami permasalahan kesehatan, seperti obesitas. Perubahan hormon pada masa remaja dapat mempengaruhi metabolisme yang memiliki dampak kesehatan. Sebagai contoh, hormon testosteron memiliki efek pada metabolisme glukosa.<sup>11</sup> Puncak hormon testosteron pada akhir masa remaja dapat memberi dampak pada perkembangan kesehatan pada saat dewasa.<sup>12</sup>

Sindrom metabolik terjadi akibat interaksi mikrobiota usus, diet, dan genetik.<sup>7</sup> Saat ini, diet merupakan salah satu strategi pencegahan dan tatalaksana pada sindrom metabolik. Diet mempengaruhi gen yang terlibat pada fungsi metabolik.<sup>13</sup> Penurunan berat badan hingga 5-10% melalui diet dan aktivitas fisik memperbaiki sindrom metabolik.<sup>14</sup> Perubahan pada masa remaja, seperti maturasi organ, plastisitas otak, perubahan perilaku dan lingkungan sosial pada remaja memiliki dampak penting untuk kesehatan saat remaja menjadi dewasa.<sup>10</sup> Pada masa remaja, intervensi kesehatan perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya komplikasi kesehatan yang lebih buruk di masa dewasa. Informasi tentang sindrom metabolik dan diet pada remaja obesitas diharapkan dapat

meningkatkan kewaspadaan pada remaja obesitas untuk mencegah terjadinya sindrom metabolik atau komplikasi yang lebih lanjut.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian potong lintang pada remaja obesitas yang berkunjung ke Poli Nutrisi dan Penyakit Metabolik Anak RSUD Dr. Soetomo, Surabaya pada bulan Juli-Oktober 2018 dengan jumlah subyek sebanyak 59 remaja. Subyek yang memenuhi kriteria, antara lain obesitas, remaja, memahami bahasa Indonesia, dan memiliki orang tua/wali yang bersedia mengikuti penelitian ini diinklusi dalam penelitian. Subyek yang memiliki kriteria, seperti merokok, mengkonsumsi alkohol, dan menderita obesitas akibat penyakit lainnya dieksklusi dalam penelitian ini.

Pemeriksaan antropometri, meliputi berat badan, tinggi badan, dan lingkar pinggang dilakukan oleh tenaga kesehatan yang terlatih. Berat badan diukur tanpa alas kaki dan aksesoris dengan menggunakan skala digital (Seca, Jerman ref. 224 1714009) dengan ketelitian 0,1 kg. Tinggi badan diukur tanpa menggunakan alas kaki dan penutup kepala, dalam posisi tegak, dengan menggunakan stadiometer (Seca, Jerman ref. 224 1714009) dengan ketelitian 0,1 cm. Indeks Masa Tubuh (IMT) dihitung dengan rumus berat badan (kg) dibagi tinggi badan (meter) yang dikuadratkan. Obesitas ditetapkan dengan  $IMT/U > P_{95}$  berdasarkan usia dan jenis kelamin menurut kurva CDC (2000). Pemeriksaan lingkar pinggang dilakukan dengan menggunakan medlin (One Med, Indonesia) dari titik tengah tulang rusuk terakhir dan puncak iliaka superior pada akhir ekspirasi dengan ketelitian 0,1 cm. Tekanan darah diukur pada posisi duduk setelah remaja beristirahat selama 10 menit dengan *sphygmomanometer digital* sebanyak 2 kali pengukuran.

Pemeriksaan kadar glukosa darah dilakukan dengan TMS 24i Premium. Pemeriksaan trigliserida dilakukan dengan *Autosera S TG-N Kit* (Sekisui Medical Co., Ltd., Japan). Pemeriksaan kolesterol LDL, HDL, dan kolesterol total dilakukan menggunakan *Cholestest<sup>®</sup> LDL*, *Cholestest<sup>®</sup> N HDL*, dan *Pureauto<sup>®</sup> S CHO-N* (Sekisui Medical Co., Ltd., Japan).



©2020. Widjaja, dkk. **Open access under CC BY – SA license.**

Received: 24-09-2019, Accepted: 18-02-2020, Published online: 29-09-2020.

doi: 10.20473/amnt.v4i3.2020.191-197 . **Jointly Published by IAGIKMI & Universitas Airlangga**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini didapatkan sebanyak 59 remaja obesitas yang berusia 13-16 tahun. Sebagian besar

subyek berusia 13-15 tahun. Sebanyak 27 subyek (45,8%) menderita sindrom metabolik dan sebanyak 32 subyek (54,2%) tidak menderita sindrom metabolik. Karakteristik subyek penelitian dijelaskan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Distribusi Karakteristik pada Remaja Obesitas

Kategori	Kasus		Kontrol		Total	
	n	%	n	%	N	%
<b>Usia</b>						
13 tahun-14 tahun	10	16,9	12	20,3	22	37,3
14 tahun-15 tahun	10	16,9	12	20,3	22	37,3
15 tahun-16 tahun	7	11,9	8	13,6	15	25,4
<b>Jenis Kelamin</b>						
Perempuan	7	11,9	20	33,9	27	45,8
Laki-Laki	20	33,9	12	20,3	32	54,2

Sebagian besar subyek penelitian mengkonsumsi nasi  $\leq 3$  kali sehari dan mengkonsumsi *fast food* atau makanan cepat saji  $\leq 3$  kali seminggu. Tingkat konsumsi ikan, sayur, dan buah pada remaja obesitas masih rendah (Tabel 2.). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan pola diet antara remaja obesitas yang menderita sindrom metabolik dan tidak menderita sindrom metabolik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai  $p > 0,05$  (Tabel 2.). Tingkat konsumsi ikan,

sayur, dan buah pada kelompok remaja obesitas yang menderita sindrom metabolik maupun tidak hampir sama ( $p=0,113$ ;  $p=0,187$ ;  $p=0,750$ ).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian di Kuwait pada remaja bahwa sebagian besar jarang mengkonsumsi buah dan sayur, mengkonsumsi minuman manis  $> 3$  kali seminggu, dan melewatkan waktu sarapan<sup>15</sup>.

**Tabel 2.** Tabulasi Siang Profil Diet pada Remaja Obesitas

Kategori	Kasus		Kontrol		Total		p
	n	%	n	%	N	%	
<b>Konsumsi Nasi</b>							0,517
> 3 kali sehari	6	10,2	5	8,5	11	18,6	
$\leq 3$ kali sehari	21	35,6	27	45,8	48	81,4	
<b>Konsumsi Ikan</b>							0,113
> 3 kali seminggu	8	13,6	16	27,1	24	40,7	
$\leq 3$ kali seminggu	19	32,2	16	27,1	35	59,3	
<b>Konsumsi Sayur</b>							0,187
> 3 kali seminggu	7	11,9	4	6,8	11	18,6	
$\leq 3$ kali seminggu	20	33,9	28	47,5	48	81,2	
<b>Konsumsi Buah</b>							0,750
> 3 kali seminggu	7	11,9	4	6,8	11	18,6	
$\leq 3$ kali seminggu	20	33,9	28	47,5	48	81,4	
<b>Konsumsi <i>fast food</i></b>							0,903
> 3 kali seminggu	5	8,5	7	11,9	12	20,3	
$\leq 3$ kali seminggu	22	37,3	25	42,4	47	79,7	

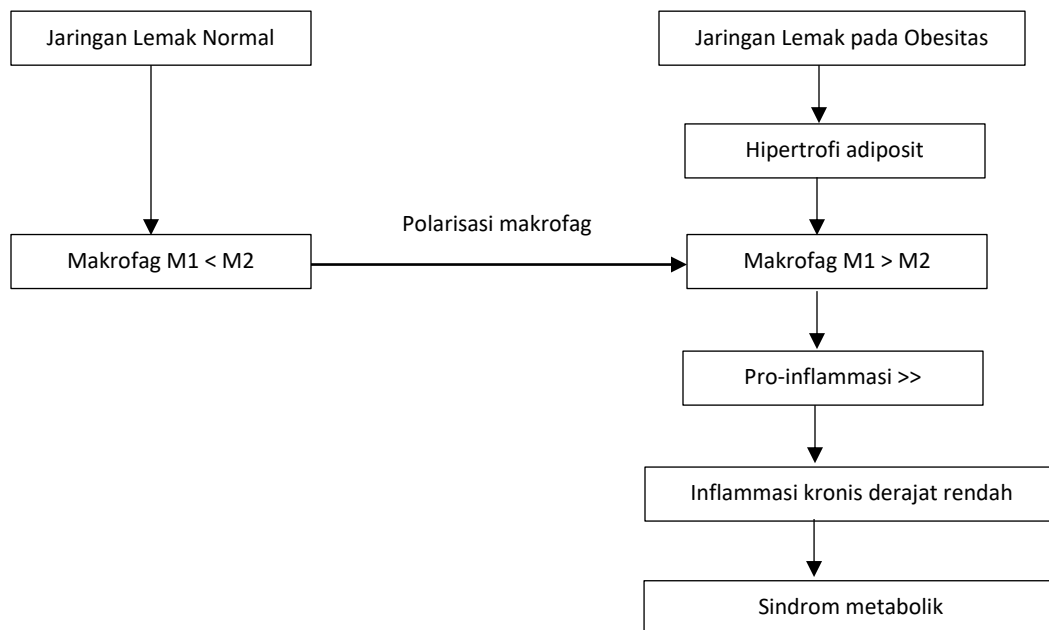
### Obesitas dan Sindrom Metabolik

Jaringan adiposa atau jaringan lemak adalah pengatur keseimbangan energi di dalam tubuh. Jaringan lemak terdiri dari dua macam jaringan, yaitu jaringan lemak coklat dan putih. Jaringan lemak coklat berperan dalam termoregulasi, sementara itu jaringan lemak putih memegang kunci dalam pengendalian energi di dalam tubuh. Jaringan lemak mensekresi adipokin, hormon, dan sitokin yang berperan dalam homeostasis energi melalui kontrol dari sistem saraf dan aktivitas metabolik yang terjadi pada organ perifer.<sup>16</sup> Pada kondisi normal, jaringan lemak mengandung sel imun

makrofag M2 yang bekerja bersama menjaga integritas dan sensitivitas hormonal, seperti sensitivitas insulin pada adiposit dengan cara memproduksi sitokin IL-10. Sel imun berada dalam kondisi Th2 dan menjaga aktivitas limfosit T. Pada saat terjadi obesitas, terjadi hipertrofi adiposit dan makrofag terpolarisasi menjadi M1 dan bersifat pro-inflamasi yang mengeluarkan sitokin inflamasi seperti TNF alfa. Peningkatan jumlah M1 yang lebih banyak dibandingkan M2 menyebabkan ketidakseimbangan sitokin pro-inflamasi dan anti-inflamasi dan memicu terjadinya inflamasi kronis derajat rendah sehingga menimbulkan



sindrom metabolik, seperti resistensi insulin.<sup>1,16</sup> Obesitas berhubungan dengan 2-3 komponen sindrom metabolik.<sup>17</sup>



**Gambar 1.** Perubahan Kondisi Inflamasi pada Obesitas

Diagnosis sindrom metabolik ditegakkan dengan beberapa kriteria sebagai berikut :

**Tabel 1.** Kriteria Sindrom Metabolik pada remaja<sup>9</sup>

< 10 tahun	IDF (International Diabetes Federation) 10-16 tahun	Cook et. al.
Tidak dapat didefinisikan	Lingkar pinggang $\geq$ P <sub>90</sub> atau kriteria dewasa jika lebih rendah dengan didapatkan $\geq$ 2 kriteria Kolesterol HDL < 40 mg/dl Trigliserida $\geq$ 150 mg/dl Tekanan darah $\geq$ 130/85 mmHg atau menggunakan obat anti-hipertensi Kadar glukosa darah $\geq$ 100 mg/dl atau menderita diabetes tipe 2	Lingkar pinggang $\geq$ P <sub>90</sub> menurut usia dan jenis kelamin Kolesterol HDL < 40 mg/dl Trigliserida $\geq$ 110 mg/dl Tekanan darah $\geq$ P <sub>90</sub> menurut usia, jenis kelamin, dan tinggi badan Kadar glukosa darah $\geq$ 110 mg/dl

Sumber : Al-Hamad, D., & Raman, V. Metabolic syndrome in children and adolescents. *Translational Pediatrics*, 6(4), 397–407 (2017).

Definisi sindrom metabolik pada remaja lebih bervariasi dibandingkan pada dewasa. *International Diabetes Federation* (IDF) membuat diagnosis sindrom metabolik pada remaja berdasarkan definisi sindrom metabolik pada dewasa namun hanya digunakan pada remaja > 10 tahun namun penentuan obesitas sentral didasarkan lingkar pinggang  $\geq$  P<sub>90</sub> atau kriteria dewasa jika lebih rendah. Jika remaja berusia > 16 tahun, maka digunakan kriteria dewasa.<sup>18</sup> Obesitas sentral merupakan komponen sindrom metabolik yang sering ditemukan pada anak dan remaja.<sup>2</sup> Studi menyebutkan bahwa kurangnya aktivitas fisik, konsumsi tinggi kalori, gaya hidup sedentari, dan kondisi sosial ekonomi yang tinggi merupakan faktor risiko sindrom metabolik pada remaja.<sup>19</sup>

#### Diet dan Sindrom Metabolik

Jaringan lemak pada perut memiliki jumlah makrofag yang lebih banyak dibanding jaringan lemak lainnya. Ekspansi jaringan lemak dan obesitas kronis menyebabkan aktivasi proses inflamasi dini dan menyebabkan sindrom metabolik.<sup>20</sup> Peningkatan mediator inflamasi dan stres oksidatif menyebabkan terjadinya resistensi insulin, dislipidemia, dan hipertensi.<sup>3</sup> Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan hsCRP pada sindrom metabolik.<sup>21</sup> Ketidakseimbangan pro-oksidan dan anti-oksidan menyebabkan stres oksidatif. Stres oksidatif dikendalikan oleh antioksidan endogen dan eksogen. Antioksidan eksogen didapatkan dari vitamin E dan C yang didapatkan dari buah dan sayuran.<sup>3</sup> Konsumsi makanan yang kaya antioksidan, seperti buah dan sayuran, kacang,



sereal, minyak zaitun, dan membatasi makanan tinggi gula dan daging merah dapat menekan stres oksidatif dan peradangan yang terjadi pada obesitas.<sup>3</sup>

Studi menyebutkan bahwa terjadinya obesitas dan sindrom metabolik adalah interaksi mikrobiota usus, diet, dan genetik.<sup>7</sup> Diet mempengaruhi gen yang terlibat pada fungsi metabolik.<sup>13</sup> Diet yang tidak sehat berkorelasi positif dengan kardiometabolik pada remaja.<sup>22</sup> Pola diet *western*, seperti tinggi daging, gula, tepung, dan susu berhubungan dengan risiko sindrom metabolik.<sup>23</sup> Diet berhubungan

dengan komponen sindrom metabolik, seperti glikemia yang berkorelasi positif dengan makanan olahan. Lemak jenuh dan lemak tak jenuh tunggal berkorelasi positif dengan triasilgliserol. Sementara itu, konsumsi lemak tak jenuh ganda dan kacang-kacangan berkorelasi negatif dengan triasilgliserol. Diet rendah kalori dengan makronutrient yang disesuaikan dengan kebutuhan direkomendasikan untuk penurunan berat badan 5-10% pada obesitas untuk mencegah terjadinya sindrom metabolik.<sup>24</sup>

**Tabel 2.** Diet dan Sindrom Metabolik

Jenis Diet	Interaksi	Hasil
Diet tinggi lemak	Aktivasi fase inflamasi pada diet lemak jenuh	Konsumsi makanan tinggi lemak jenuh merupakan faktor risiko sindrom metabolik. <sup>2</sup> Namun, konsumsi lemak tak jenuh ganda memperbaiki dislipidemia pada sindrom metabolik. <sup>25</sup> Meningkatkan glikemik darah. <sup>23</sup> Berkorelasi positif dengan sindrom metabolik (tekanan darah, lemak, dan glukosa). <sup>23</sup>
Diet tinggi karbohidrat Diet <i>western</i> (tinggi daging, gula, tepung, dan susu)	Aktivas Inflamasi	Memperbaiki kolesterol. <sup>2</sup>
Diet vegetarian ( <i>whole grain</i> , legumen, buah, minyak sayur, dan kacang)	Tinggi anti-oksidan	

#### Diet Tinggi Lemak

Diet tinggi lemak menimbulkan perubahan respon inflamasi hipotalamus. Paparan diet tinggi lemak menyebabkan aktifnya fase inflamasi dini sementara. Jika didapatkan paparan tinggi lemak yang berkelanjutan, maka muncullah fase inflamasi sekunder yang mengaktifkan mekanisme stres seluler.<sup>26</sup> Diet rendah lemak menurunkan *C-reactive protein* yang merupakan petanda inflamasi pada obesitas.<sup>27</sup> Studi lain menyebutkan bahwa akumulasi lemak berhubungan dengan peningkatan petanda stres oksidatif yang memicu sindrom metabolik.<sup>28</sup> Diet tinggi lemak berhubungan dengan peningkatan risiko hiperglikemia.<sup>29</sup> Konsumsi lemak jenuh berhubungan dengan peningkatan prevalensi obesitas dan komplikasinya. Makanan olahan dengan kandungan presentase tinggi lemak jenuh, seperti makanan cepat saji merupakan faktor risiko sindrom metabolik.<sup>2</sup> Pada studi ini tidak didapatkan perbedaan pola konsumsi makanan cepat saji pada remaja obesitas yang menderita sindrom metabolik maupun tidak. Konsumsi lemak tak jenuh dapat memperbaiki peningkatan kadar glukosa darah.<sup>25</sup> Penggantian karbohidrat dengan lemak tak jenuh ganda memperbaiki dislipidemia pada sindrom metabolik.<sup>25</sup> Penambahan asam lemak omega tiga pada diet merupakan strategi untuk memperbaiki sindrom metabolik akibat konsumsi lemak jenuh.<sup>30</sup>

Pada studi ini tingkat konsumsi sayur dan buah masih rendah. Tidak ada perbedaan pola konsumsi sayur dan buah pada remaja obesitas yang menderita sindrom metabolik maupun tidak. Studi menunjukkan bahwa protein yang bersumber dari tanaman menurunkan skor sindrom metabolik, memperbaiki IMT dan lingkar pinggang setelah

pengamatan 9 tahun.<sup>31</sup> Konsumsi tinggi daging pada diet mediteranian dapat meningkatkan risiko sindrom metabolik.<sup>32</sup> Oleh karena itu, konsumsi protein hewani pada obesitas diseimbangkan dengan protein nabati. Pendekatan diet yang dilakukan untuk mencegah sindrom metabolik adalah memperkaya kandungan flavonoid, vitamin, dan asam lemak tak jenuh dan menurunkan konsumsi makronutrien.<sup>27</sup> Konsumsi sayuran dan makanan laut memberikan proteksi terhadap sindrom metabolik.<sup>23</sup> Selain itu, konsumsi *whole grain*, legumen, buah, minyak sayur, dan kacang pada diet vegetarian dapat menurunkan risiko sindrom metabolik.<sup>32</sup> Adanya perbedaan kondisi sosial dan ekonomi, ketersediaan pangan, perbedaan budaya, usia, dan jenis kelamin mempengaruhi pola diet pada populasi dan menyebabkan keterbatasan pada evaluasi pola diet.<sup>22</sup>

#### KESIMPULAN

Tingkat konsumsi ikan, sayur, dan buah pada remaja obesitas masih rendah. Tidak ada perbedaan profil diet antara remaja obesitas yang menderita sindrom metabolik maupun tidak. Pengetahuan diet pada remaja obesitas perlu diberikan sejak dini untuk mencegah komplikasi lebih lanjut. Memperbanyak konsumsi asam lemak tak jenuh dan makanan yang mengandung anti-oksidan serta menurunkan konsumsi asam lemak jenuh merupakan salah satu strategi mencegah sindrom metabolik pada remaja obesitas.

Penelitian profil diet pada obesitas yang menderita sindrom metabolik masih jarang di Indonesia, terutama pada remaja. Sebagian besar penelitian yang ada menjelaskan obesitas dan sindrom metabolik pada dewasa.



Penelitian ini memiliki beberapa kekurangan, antara lain jumlah subyek yang sedikit dan data profil diet didasarkan pada ingatan remaja. Studi lebih lanjut dengan jumlah subyek yang lebih banyak dan informasi tambahan dari orang tua tentang profil diet remaja di rumah diperlukan untuk menilai profil diet pada remaja obesitas yang menderita sindrom metabolik.

#### ACKNOWLEDGMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada RSUD Dr. Soetomo dan semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

#### REFERENSI

1. Saltiel AR, Olefsky JM. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. *Journal of Clinical Investigation*. 2017 Jan 3;**127**(1):1–4.
2. Rinaldi AEM, Gabriel GFCP, Moreto F, Corrente JE, McLellan KCP, Burini RC. Dietary factors associated with metabolic syndrome and its components in overweight and obese Brazilian schoolchildren: a cross-sectional study. *Diabetology & Metabolic Syndrome* [Internet]. 2016 Dec [cited 2019 Jul 8];**8**(1). Available from: <http://dmsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13098-016-0178-9>
3. Francisqueti FV, Chiaverini LCT, Santos KC dos, Minatel IO, Ronchi CB, Ferron AJT, et al. The role of oxidative stress on the pathophysiology of metabolic syndrome. *Revista da Associação Médica Brasileira*. 2017 Jan;**63**(1):85–91.
4. O’Neill S, O’Driscoll L. Metabolic syndrome: a closer look at the growing epidemic and its associated pathologies: Metabolic syndrome. *Obesity Reviews*. 2015 Jan;**16**(1):1–12.
5. Courties A, Sellam J, Berenbaum F. Metabolic syndrome-associated osteoarthritis: Current Opinion in Rheumatology. 2017 Mar;**29**(2):214–22.
6. García-Toro M, Vicens-Pons E, Gili M, Roca M, Serrano-Ripoll MJ, Vives M, et al. Obesity, metabolic syndrome and Mediterranean diet: Impact on depression outcome. *Journal of Affective Disorders*. 2016 Apr;**194**:105–8.
7. Ussar S, Griffin NW, Bezy O, Fujisaka S, Vienberg S, Softic S, et al. Interactions between Gut Microbiota, Host Genetics and Diet Modulate the Predisposition to Obesity and Metabolic Syndrome. *Cell Metabolism*. 2015 Sep;**22**(3):516–30.
8. Grundy SM. Metabolic syndrome update. *Trends in Cardiovascular Medicine*. 2016 May;**26**(4):364–73.
9. Al-Hamad D, Raman V. Metabolic syndrome in children and adolescents. *Translational Pediatrics*. 2017 Oct;**6**(4):397–407.
10. Viner RM, Ross D, Hardy R, Kuh D, Power C, Johnson A, et al. Life course epidemiology: recognising the importance of adolescence. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2015 Aug;**69**(8):719–20.
11. Grossmann M, Hoermann R, Wittert G, Yeap BB. Effects of testosterone treatment on glucose metabolism and symptoms in men with type 2 diabetes and the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Clinical Endocrinology*. 2015 Sep;**83**(3):344–51.
12. Schooling CM. Life course epidemiology: recognising the importance of puberty. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2015 Aug;**69**(8):820–820.
13. Lin H, Rogers GT, Lunetta KL, Levy D, Miao X, Troy LM, et al. Healthy diet is associated with gene expression in blood: the Framingham Heart Study. *The American Journal of Clinical Nutrition* [Internet]. 2019 Jun 12 [cited 2019 Jul 6]; Available from: <https://academic.oup.com/ajcn/advance-article/doi/10.1093/ajcn/nqz060/5514142>
14. Han TS, Lean ME. A clinical perspective of obesity, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *JRSM Cardiovascular Disease*. 2016 Mar 21;**5**:204800401663337.
15. Allafi A, Al-Haifi AR, Al-Fayez MA, Al-Athari BI, Al-Ajmi FA, Al-Hazzaa HM, et al. Physical activity, sedentary behaviours and dietary habits among Kuwaiti adolescents: gender differences. *Public Health Nutrition*. 2014 Sep;**17**(9):2045–52.
16. Choe SS, Huh JY, Hwang IJ, Kim JI, Kim JB. Adipose Tissue Remodeling: Its Role in Energy Metabolism and Metabolic Disorders. *Frontiers in Endocrinology* [Internet]. 2016 Apr 13 [cited 2019 Jul 7];**7**. Available from: <http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fendo.2016.00030/abstract>
17. Teixeira FC, Pereira FEF, Pereira AF, Ribeiro BG. Metabolic syndrome’s risk factors and its association with nutritional status in schoolchildren. *Preventive Medicine Reports*. 2017 Jun;**6**:27–32.
18. Magge SN, Goodman E, Armstrong SC, COMMITTEE ON NUTRITION, SECTION ON ENDOCRINOLOGY, SECTION ON OBESITY. The Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Shifting the Focus to



- Cardiometabolic Risk Factor Clustering. *Pediatrics*. 2017 Aug;**140**(2):e20171603.
19. Gupta A, Sachdeva A, Mahajan N, Gupta A, Sareen N, Pandey R, et al. Prevalence of pediatric metabolic syndrome and associated risk factors among school-age children of 10–16 Years living in District Shimla, Himachal Pradesh, India. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2018;**22**(3):373.
  20. Saltiel AR, Olefsky JM. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. *Journal of Clinical Investigation*. 2017 Jan 3;**127**(1):1–4.
  21. Chung S-W, Kang S-G, Rho J-S, Kim H-N, Song I-S, Lee Y-A, et al. The Association between Oxidative Stress and Metabolic Syndrome in Adults. *Korean Journal of Family Medicine*. 2013;**34**(6):420.
  22. Rocha NP, Milagres LC, Longo GZ, Ribeiro AQ, Novaes JF de. Association between dietary pattern and cardiometabolic risk in children and adolescents: a systematic review. *Jornal de Pediatria*. 2017 May;**93**(3):214–22.
  23. Cheng C, Thompson S, Edwards C, Khan N, Holscher H. Dietary Patterns and Metabolic Syndrome Among Adults with Overweight and Obesity (FS18-03-19). Current Developments in Nutrition [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2019 Jul 6];3(Supplement\_1). Available from: <https://academic.oup.com/cdn/article/doi/10.1093/cdn/nzz041.FS18-03-19/5517202>
  24. Heymsfield SB, Wadden TA. Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity. Longo DL, editor. *New England Journal of Medicine*. 2017 Jan 19;**376**(3):254–66.
  25. Clifton P. Metabolic Syndrome—Role of Dietary Fat Type and Quantity. *Nutrients*. 2019 Jun 26;**11**(7):1438.
  26. Jais A, Brüning JC. Hypothalamic inflammation in obesity and metabolic disease. *Journal of Clinical Investigation*. 2017 Jan 3;**127**(1):24–32.
  27. Steckhan N, Hohmann C-D, Kessler C, Dobos G, Michalsen A, Cramer H. Effects of different dietary approaches on inflammatory markers in patients with metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition*. 2016 Mar;**32**(3):338–48.
  28. Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Nakajima Y, et al. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *Journal of Clinical Investigation*. 2004 Dec 15;**114**(12):1752–61.
  29. Julibert A, Bibiloni M, Bouzas C, Martínez-González M, Salas-Salvadó J, Corella D, et al. Total and Subtypes of Dietary Fat Intake and Its Association with Components of the Metabolic Syndrome in a Mediterranean Population at High Cardiovascular Risk. *Nutrients*. 2019 Jun 29;**11**(7):1493.
  30. Kim J, Fan R, You M, Chung S. Dietary n-6/n-3 FA Ratio, but Not Total Content of n-3 PUFA, Regulates Diet-induced Obesity, Insulin Resistance, and Metabolic Dysfunction (OR19-01-19). Current Developments in Nutrition [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2019 Jul 6];3(Supplement\_1). Available from: <https://academic.oup.com/cdn/article/doi/10.1093/cdn/nzz046.OR19-01-19/5517612>
  31. Root M, Meaux K. Dietary Plant Protein and the Progression of Metabolic Syndrome over 9 Years (OR27-08-19). Current Developments in Nutrition [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2019 Jul 6];3(Supplement\_1). Available from: <https://academic.oup.com/cdn/article/doi/10.1093/cdn/nzz046.OR27-08-19/5517755>
  32. Sabaté J, Wien M. A perspective on vegetarian dietary patterns and risk of metabolic syndrome. *British Journal of Nutrition*. 2015 Apr;**113**(S2):S136–43.

