

## RESEARCH STUDY

Versi Bahasa

OPEN ACCESS

## Pengaruh Diet Flexitarian terhadap Lingkar Pinggang dan Diameter Sagital Abdominal pada Mahasiswi Obesitas

### *The Effect of Flexitarian Diet on Waist Circumference and Sagittal Abdominal Diameter in Obese Female Students*

Adzro'ul Akifah<sup>1</sup>, Fillah Fithra Dieny<sup>1,2\*</sup>, Nuryanto Nuryanto<sup>1,2</sup>, Etika Ratna Noer<sup>1,2</sup>, A. Fahmy Arif Tsani<sup>1,2</sup><sup>1</sup>Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia<sup>2</sup>Center of Nutrition Research (CENURE), Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia**INFO ARTIKEL**

Received: 31-08-2023

Accepted: 19-12-2023

Published online: 31-12-2023

**\*Koresponden:**

Fillah Fithra Dieny

[fillahdieny@gmail.com](mailto:fillahdieny@gmail.com)

DOI:

10.20473/amnt.v7i2SP.2023.39-46

**Tersedia secara online:**[https://e-](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)[journal.unair.ac.id/AMNT](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)**Keywords:**

Diet Flexitarian, Kegemukan, Sagittal Abdominal Diameter, Lingkar Pinggang

**ABSTRAK**

**Latar Belakang:** Obesitas sentral menyebabkan berbagai penyakit. Lemak perut dikaitkan dengan gangguan metabolisme. Intervensi diet yang menargetkan lemak perut dilaporkan memiliki manfaat kesehatan. Pola makan nabati diketahui bermanfaat dalam mengurangi lemak perut.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh diet flexitarian terhadap lemak perut melalui lingkar pinggang dan Sagittal Abdominal Diameter (SAD).

**Metode:** Penelitian ini menggunakan quasi eksperimen dengan desain pre-post test control group design. Besar sampel penelitian adalah 21 mahasiswi obesitas berusia 19-25 tahun di Semarang. Subyek dipilih dengan menggunakan metode consecutive sampling dan dibagi menjadi kelompok perlakuan (11 subjek) dan kelompok kontrol (10 subjek). Kelompok perlakuan dengan diet flexitarian selama 4 minggu meliputi 3 kali makan utama 2 kali selingan, sedangkan kelompok kontrol tidak diberikan intervensi diet. Namun, kedua kelompok diberikan edukasi gizi dan obesitas melalui ceramah dan leaflet. Data antropometri yaitu berat badan, lingkar pinggang, dan SAD diambil sebelum dan sesudah intervensi. Analisis statistik dilakukan dengan uji-t berpasangan, uji-T independen, Mann Whitney, dan ANCOVA.

**Hasil:** Asupan antar kelompok selama intervensi yang menunjukkan perbedaan statistik adalah energi, lemak, dan serat. SAD antara kelompok perlakuan (-1,2±0,6cm) dan kelompok kontrol (0,2±1,5cm) menunjukkan perbedaan yang bermakna (p=0,010). Tidak ada perbedaan bermakna lingkar pinggang antar kelompok, namun penurunan pada kelompok perlakuan lebih besar (-6,6±5,5cm). Aktivitas fisik tidak mempengaruhi perubahan SAD (p=0,210), sedangkan perlakuan diet mempengaruhi perubahan SAD (p=0,010).

**Kesimpulan:** Perubahan SAD menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok setelah intervensi. Perubahan lingkar pinggang tidak signifikan antar kelompok, namun penurunan lebih besar pada kelompok perlakuan.

**PENDAHULUAN**

Obesitas merupakan kondisi abnormal dimana terjadi kelebihan berat badan karena akumulasi lemak berlebih<sup>1</sup>. Terjadinya obesitas berperan terhadap perubahan metabolik yang dapat menyebabkan penyakit dan berkontribusi terhadap kematian pada 2,8 juta orang dewasa setiap tahunnya<sup>2</sup>. Obesitas sentral menjadi tren dan memicu epidemi obesitas secara global selama beberapa dekade mendatang. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2007 hingga 2018 prevalensi obesitas sentral setiap tahunnya mengalami peningkatan, yakni dari 18,8% menjadi 31%. Wanita memiliki prevalensi lebih tinggi (46,7%) dibanding pria (15,7%)<sup>3</sup>. Penelitian yang menilai obesitas sentral dengan diameter perut pada subjek mahasiswi Undip yang obesitas menunjukkan sebanyak 42,5% mahasiswi memiliki Sagittal Abdominal Diameter (SAD) berisiko<sup>4</sup>.

Penentuan obesitas sentral berdasarkan pada pengukuran yang tersedia secara luas. Pengukuran menggunakan Computed Tomography (CT), magnetic resonance, dan dual energy x-ray absorptiometry dianggap sebagai gold standard untuk menilai adipositas perut. Namun, pengukuran ini lebih mahal, kurang praktis, dan adanya paparan radiasi<sup>5</sup>. Pengukuran antropometri adalah pengukuran yang lebih mudah, murah, cepat, dan sederhana. Lingkar pinggang dan SAD merupakan indikator yang lebih baik dari lemak perut daripada pengukuran antropometri lainnya<sup>6</sup>. Pengukuran lingkar pinggang mencakup tinggi dan lebar perut, sehingga menggambarkan lemak visceral dan subkutan<sup>7</sup>, sedangkan SAD berfokus pada tinggi perut yang menggambarkan ukuran lemak visceral<sup>4</sup>.

Obesitas sentral dapat terjadi karena keseimbangan energi positif. Penelitian mengidentifikasi

transisi masa remaja dan dewasa sebagai periode yang berisiko mengalami kelebihan berat badan, penurunan kualitas diet dan aktivitas fisik<sup>8</sup>. Mahasiswa seringkali terjadi perubahan lifestyle. Kesibukan kuliah dan jadwal yang padat membuat mereka cenderung membeli makanan. Lingkungan kampus banyak tersedia makanan cepat saji dan pedagang jalanan yang memicu mahasiswa untuk membeli, terutama mahasiswi yang lebih sering jajan. Jajanan yang dibeli juga biasanya tinggi energi<sup>9</sup>. Penelitian menunjukkan mahasiswi Undip memiliki kualitas diet yang rendah. Asupan serat, sayur, buah belum mencukupi kebutuhan, sedangkan asupan lemak total, lemak jenuh, dan kolesterol tergolong tinggi<sup>10</sup>.

Pelajar perempuan termasuk dalam kelompok perempuan usia subur salah satu kelompok rentan, karena perannya sebagai calon ibu bagi anak-anaknya. Status gizi ibu prakonsepsi berdampak pada proses kesuburan. Wanita usia subur yang kelebihan berat badan atau obesitas berisiko mengalami gangguan ovulasi sehingga mengganggu proses kehamilan dan persalinan. Oleh karena itu, wanita usia subur hendaknya mencapai dan mempertahankan status gizi yang baik sejak masa prakonsepsi, mempersiapkan kehamilan, dan melahirkan anak yang sehat<sup>11</sup>.

Pengaturan pola makan menghasilkan beberapa manfaat kesehatan. Rekomendasi terbaru menunjukkan bahwa pola makan tinggi sayur-sayuran, buah-buahan, biji-bijian, polong-polongan, rendah daging merah dan daging olahan mempunyai hasil kesehatan yang diinginkan<sup>12</sup>. Penelitian terhadap mahasiswa Universitas Sumatera Utara menunjukkan bahwa mereka mengetahui dan memilih pola makan vegetarian namun belum menerapkannya. Beberapa orang ingin menjadi vegetarian, tetapi terkadang masih ingin makan daging. Oleh karena itu, diet flexitarian menawarkan pilihan yang lebih fleksibel. Diet flexitarian adalah pola makan nabati yang mengurangi konsumsi daging pada beberapa kali makan sehingga konsumsi produk hewani tidak sepenuhnya dihilangkan. Diet Flexitarian dinilai berkelanjutan karena tidak memerlukan usaha ekstra<sup>13</sup>.

Pola makan nabati kaya akan serat, antioksidan, protein nabati, dan rendah asam lemak jenuh. Pembatasan produk hewani pada pola makan fleksibel dapat mengurangi asupan lemak, terutama lemak jenuh. Oleh karena itu Diet Flexitarian mungkin dapat membantu mengurangi kadar lemak tubuh<sup>12</sup>. Penelitian observasional terhadap 773 subjek dari Adventist Health Study menunjukkan bahwa penerapan diet flexitarian menghasilkan lingkaran pinggang yang lebih rendah dibanding non-vegetarian<sup>14</sup>. Najjar et al dan Macknin et al, juga mengungkapkan bahwa plant-based diet yang dilakukan selama empat minggu berpengaruh terhadap lingkaran pinggang yang lebih rendah<sup>15,16</sup>. Namun, sayangnya beberapa penelitian yang ada hanya sedikit yang merujuk khusus pada diet flexitarian. Selain itu, penelitian terkait plant-based diet, khususnya diet flexitarian yang dihubungkan dengan lingkaran pinggang dan SAD 3 belum pernah dilakukan di Indonesia. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk menganalisis pengaruh pemberian diet flexitarian selama 4 minggu terhadap lemak abdominal melalui pengukuran lingkaran pinggang dan SAD pada mahasiswi obesitas.

## METODE

### Desain dan Subjek

Penelitian ini menggunakan desain quasi-experimental with pre-post test control group design dan dilakukan di Semarang pada bulan Juli sampai September tahun 2021. Penelitian telah menapat persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro / Rumah Sakit Umum Pusat dr. Kariadi dengan No. 308/EC/KEPK/FK-UNDIP/VIII/2021. Populasi target penelitian ini ialah mahasiswi obesitas usia 19-25 tahun, sedangkan populasi terjangkau ialah mahasiswi obesitas usia 19-25 tahun di Kota Semarang.

Besar sampel dihitung dengan rumus uji hipotesis terhadap rerata dua populasi independent test menggunakan data simpang baku dan perbedaan klinis yang diinginkan yang diperoleh dari penelitian terdahulu. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan metode consecutive sampling. Kriteria inklusi meliputi: mahasiswi berusia 19-25 tahun di Kota Semarang; berstatus gizi obesitas ( $IMT \geq 25 \text{ kg/m}^2$ ) dan/atau lingkaran pinggang  $\geq 80 \text{ cm}$ ; tidak sedang hamil atau menyusui; tidak merokok; tidak memiliki penyakit infeksi atau kronis; tidak sedang menjalani program diet atau penurunan berat badan; bersedia menjadi subjek dan mengisi informed consent. Kriteria eksklusi meliputi: mengundurkan diri, sakit, atau meninggal selama penelitian; tidak patuh terhadap intervensi yang diberikan (tingkat kepatuhan  $< 80\%$  dari hari intervensi). Berdasarkan kriteria inklusi diperoleh 24 subjek. Namun, saat periode intervensi berlangsung sebanyak tiga orang (1 orang kelompok perlakuan dan 2 orang kelompok kontrol) dropout karena tidak patuh terhadap intervensi yang diberikan. Sebanyak 21 orang berpartisipasi dalam penelitian ini (11 subjek dari kelompok perlakuan dan 10 subjek dari kelompok kontrol). Pemilihan subjek pada kelompok kasus dan kontrol dilakukan secara acak dengan menggunakan tabel angka acak.

Peserta penelitian dibagi menjadi kelompok perlakuan (P) dan kelompok kontrol (K). Kelompok perlakuan diet fleksibel selama 4 minggu meliputi 3 kali makan utama dan 2 kali snack, sedangkan kelompok kontrol tidak diberikan intervensi diet apapun. Namun kedua kelompok tersebut diberikan edukasi gizi dan obesitas melalui metode ceramah dan media leaflet. Materi edukasi yang berisi tentang obesitas, faktor risiko dan dampak obesitas, penanganan obesitas melalui pengaturan pola makan, peningkatan aktivitas fisik dan modifikasi perilaku. Edukasi diberikan satu kali kepada kedua kelompok dengan durasi 2 jam, dan dilakukan sebelum kegiatan intervensi diberikan. Luaran utama meliputi hasil lingkaran pinggang dan SAD. Pendidikan obesitas dilakukan sebelum masa intervensi pada semua kelompok. Pada awalnya, semua peserta studi menerima arahan tentang teknis dan prosedur dalam menjalankan penelitian.

### Pengumpulan dan Pengukuran Data

Diet flexitarian diberikan secara bertahap selama 4 minggu oleh peneliti. Dietnya mencakup tiga kali makan utama dan dua kali camilan. Frekuensi konsumsi sumber hewani diatur untuk daging dan unggas sesuai tahapan pola makan, sedangkan ikan dan telur (tanpa kuning

telur) tetap diperbolehkan dalam pola makan. Minggu ke-1 tahap beginner (konsumsi daging/unggas 5 hari per minggu dengan jumlah maksimal 147,4 gram per harinya atau diberikan sebanyak 1,5 – 2 penukar per hari), minggu ke-2 dan 3 tahap advanced (konsumsi daging/unggas 4 hari dengan jumlah maksimal 127,5 gram per hari atau diberikan sebanyak 1 – 1,5 penukar per hari), dan minggu ke-4 tahap expert (konsumsi daging/unggas 2 hari per minggu dengan jumlah maksimal 127,5 gram per hari atau diberikan sebanyak 1 – 1,5 penukar per hari)<sup>17</sup>.

Diet ini dilakukan selama lima hari berturut-turut, dari Senin hingga Jumat. Sedangkan pada hari Sabtu dan Minggu peserta diperbolehkan mengonsumsi makanan secara mandiri sesuai arahan peneliti. Peneliti terlatih melakukan proses pemantauan. Asupan makanan sehari-hari dihitung berdasarkan berat badan, tinggi badan, umur, dan tingkat aktivitas, yang kemudian dikurangi sebesar 500 kkal sehingga diperoleh 1500 kkal. Karbohidrat, protein, dan lemak diberikan masing-masing 50-60%, 13-16%, dan 25-30% kebutuhan energi per hari dengan serat pangan 25-35 gram. Dalam sehari, peserta penelitian mengonsumsi tiga kali makan utama dan dua kali camilan—sarapan 300 kkal, makan siang 400 kkal, makan malam 500 kkal, dan camilan masing-masing 150 kkal. Pencacah akan mengantarkan makanan tiga kali sebelum waktu makan, serta mengevaluasi asupan makanan selama intervensi. Kepatuhan peserta penelitian dipantau setiap hari pada lembar evaluasi melalui google form yang dilengkapi lampiran gambar makanan yang dikonsumsi. Selain itu, dibuat pula grup WhatsApp pada setiap kelompok perlakuan untuk menyampaikan informasi dan motivasi kepada peserta penelitian. Data asupan makanan sebelum masa intervensi diperoleh melalui Kuesioner Frekuensi Makanan Semi Kuantitatif (SQ-FFQ). Asupan makanan selama periode intervensi dinilai melalui food recall 3x24 jam per minggu.

Data antropometri diambil sebelum dan setelah periode intervensi. Pengukuran berat badan dan persen lemak tubuh dilakukan menggunakan Tanita BC-730 Body Compact Composition Monitor dengan ketelitian 0,1 kg. Tinggi badan diukur menggunakan microtoise dengan ketelitian 0,1 cm. Pengukuran lingkaran pinggang menggunakan medline dengan ketelitian 1 mm, yang dilakukan dengan melingkarkan pita pada titik tengah

antara margin bawah dari tulang rusuk terakhir yang teraba dan bagian atas puncak iliac. Lingkaran pinggang sebagai kriteria obesitas sentral jika >80 cm<sup>18</sup>. Pengukuran SAD menggunakan kaliper tinggi lutut yang telah dikalibrasi dengan ketelitian 0,1 cm. SAD diukur dalam posisi berbaring dan lutut kaki ditekuk membentuk sudut 90°. Pembacaan dilakukan saat ekspirasi di tengah-tengah puncak iliac yang telah ditandai sebelumnya<sup>19</sup>. SAD berisiko jika nilainya ≥19,3 cm<sup>6</sup>. Keseluruhan pengukuran antropometri dilakukan dua kali dan diambil reratanya. Data aktivitas fisik diperoleh melalui kuesioner International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) yang diambil setiap minggunya.

Pengambilan data yang bertemu langsung dengan subjek dilakukan dengan tetap memperhatikan protokol kesehatan. Contohnya, subjek penelitian disediakan ruangan yang terpisah, pengaturan jadwal kedatangan, menyediakan hand sanitizer atau tempat cuci tangan. Selain itu, peneliti sudah divaksin dan menggunakan alat pelindung diri (masker, face shield, sarung tangan, dan jas lab).

#### Analisis Data

Analisis univariat untuk melihat gambaran karakteristik subjek pada setiap variabel. Analisis bivariat dilakukan untuk menilai perbedaan lingkaran pinggang. Selain itu, SAD pada masing-masing kelompok perlakuan dianalisis menggunakan uji *paired t-test*. Analisis pengaruh pemberian diet flexitarian terhadap asupan, lingkaran pinggang, dan SAD antara kedua kelompok dilakukan dengan uji independent t-test dan uji mann whitney-u. Uji ancova dilakukan untuk mengetahui presisi perlakuan yang diberikan karena adanya variabel lain yang tidak terkontrol.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Karakteristik Subjek

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan ( $p>0,05$ ) pada data karakteristik peserta penelitian (usia, BMI, persen lemak, lingkaran pinggang, SAD, aktivitas fisik, dan asupan gizi) antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa karakteristik dasar peserta penelitian adalah sama pada kedua kelompok. Data karakteristik peserta penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik Subjek Sebelum Intervensi Diet Flexitarian pada Mahasiswi Obesitas

Variabel	Perlakuan	Kontrol	p
	Rerata±SD	Rerata±SD	
Usia (tahun)	22,2±1,4	21,9±1,4	0,656 <sup>a</sup>
Berat Badan (kg)	80,6±16,8	78,0±14,4	0,944 <sup>b</sup>
Tinggi Badan (cm)	155,7±3,4	154,2±6,9	0,525 <sup>a</sup>
IMT (kg/m <sup>2</sup> )	33,3±7,5	32,6±3,9	0,776 <sup>a</sup>
Lemak tubuh (%)	44,3±6,9	43,3±4,6	0,719 <sup>a</sup>
Lingkaran pinggang (cm)	95,6±10,9	93,9±11,7	0,744 <sup>a</sup>
SAD (cm)	21,6±3,8	20,8±1,9	0,562 <sup>a</sup>
Energi (kcal)	2559±460,6	2727±606	0,479 <sup>a</sup>
Karbohidrat (g)	313,1±69,6	329,6±125,6	0,888 <sup>b</sup>
Protein (g)	89,3±24,9	77,4±27,8	0,316 <sup>a</sup>
Lemak (g)	111,9±34,5	122±40,9	0,550 <sup>a</sup>
Serat (g)	12,5±5,9	14,7±7,8	0,622 <sup>b</sup>

Variabel	Perlakuan	Kontrol	p
	Rerata±SD	Rerata±SD	
Aktivitas Fisik (MET-menit/minggu)	1670±1599,8	2197±1496,9	0,291 <sup>b</sup>

\*Signifikansi statistik p<0,05; <sup>a</sup>Uji Independent T-Test; <sup>b</sup>Uji Mann Whitney Test

Obesitas sentral mempunyai risiko terkena penyakit karena lebih bersifat metabolik dibandingkan obesitas pada umumnya<sup>20</sup>. Intervensi diet yang menargetkan lemak perut dilaporkan memiliki manfaat kesehatan. Lemak visceral yang rendah dikaitkan dengan risiko sindrom metabolik yang lebih rendah<sup>21</sup>. Pola makan nabati memiliki manfaat dalam mengurangi lemak perut. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kepatuhan terhadap pola makan nabati dikaitkan dengan lingk pinggang bawah<sup>14,16,22,23</sup>.

#### Asupan Zat Gizi dan Aktivitas Fisik Selama Intervensi

Pemberian diet *flexitarian* selama 4 minggu mempengaruhi asupan makan subjek. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 yang menunjukkan perbedaan signifikan (p<0.05) pada asupan energi, lemak, dan serat pada kedua kelompok. Asupan karbohidrat dan protein tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (p>0,05). Namun, asupan karbohidrat dan protein lebih rendah pada kelompok perlakuan dibanding dengan kelompok kontrol. Aktivitas fisik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (p<0,05).

**Tabel 2.** Asupan Zat Gizi dan Aktivitas Fisik Selama Intervensi Diet Flexitarian pada Mahasiswi Obesitas

Variabel	Perlakuan	Kontrol	p
	Rerata±SD	Rerata±SD	
Energi (kkal)	1271±88,7	1780±706,8	<b>0,049<sup>a*</sup></b>
Karbohidrat (gram)	190,7±12,2	221,9±82,7	0,266 <sup>a</sup>
Protein (gram)	53,3±4,3	60,9±22,5	0,398 <sup>b</sup>
Lemak (gram)	40,6±5,6	73,7±42,2	<b>0,035<sup>a*</sup></b>
Serat (gram)	13,5±1,6	9,5±5,9	<b>0,024<sup>b*</sup></b>
Aktifitas fisik (MET-menit/minggu)	789±406,1	1362±443,8	<b>0,006<sup>a*</sup></b>

\*Signifikansi statistik p<0,05; <sup>a</sup>Uji Independent T-Test; <sup>b</sup>Uji Mann Whitney Test

Pola makan fleksibel selama empat minggu mempengaruhi perbedaan asupan energi, lemak, dan serat pada kedua kelompok. Perbedaan asupan energi ini disebabkan adanya pengurangan 500 kkal dari kebutuhan harian pada kelompok perlakuan dan makanan yang tidak dikonsumsi (biasanya dari karbohidrat 15%, sayur 46%, lauk pauk 5%, dan buah yang bisa mencapai 100%). Pola makan fleksibel adalah pola makan nabati yang mengurangi konsumsi produk hewani. Membatasi konsumsi produk hewani dengan pola makan fleksibel dapat mengurangi asupan lemak<sup>13</sup>, yang selanjutnya mempengaruhi asupan lemak pada kedua kelompok. Selain itu, pengolahan makanan pada kelompok kontrol sering dilakukan dengan cara digoreng. Penelitian ini menunjukkan asupan serat pada kelompok perlakuan lebih tinggi. Meski terdapat perbedaan asupan serat yang signifikan, namun tidak mengikuti anjuran 25-35 gram setiap hari. Selama pelaksanaan intervensi, motivasi terus diberikan kepada peserta penelitian. Namun kesadaran konsumsi sayur dan buah masih cukup rendah. Hasil tersebut terlihat dari pemantauan dan evaluasi sisa makanan yang menunjukkan peserta penelitian tidak

menghabiskan sayur atau buah yang diberikan. Konsumsi sayurinya sekitar 54% dari porsi yang disajikan. Selain itu, hasil yang bervariasi diamati pada konsumsi buah; Terkadang, peserta menghabiskan porsi yang diberikan, sedangkan peserta lainnya belum dimakan. Konsumsi sayur dan buah menjadi tantangan bagi para peserta karena mereka belum terbiasa mengonsumsi sayur dalam porsi besar, sedangkan sebagian lainnya tidak menyukai jenis buah tertentu. Pada saat diberikan makan mandiri, konsumsi buah dan sayur kurang dari porsi yang diberikan (25% dari porsi).

#### Profil Antropometri Perbedaan Kelompok Perlakuan dan Kontrol Sebelum dan Sesudah Intervensi

Berdasarkan Tabel 3, pola makan fleksibel mempengaruhi profil antropometri. Misalnya, lingk pinggang dan SAD menunjukkan perbedaan yang signifikan (p<0,05) pada kelompok perlakuan setelah intervensi. Di sisi lain, SAD tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan setelah intervensi (p=0,643) pada kelompok kontrol, namun perbedaan yang signifikan (p=0,042) diamati pada lingk pinggang.

**Tabel 3.** Profil Antropometri Subjek Sebelum dan Setelah Intervensi Diet Flexitarian pada Mahasiswi Obesitas

Variabel	Perlakuan		p	Kontrol		p
	Rerata±SD			Rerata±SD		
	Pre	Post		Pre	Post	
Lingkar Pinggang (cm)	95,6±10,9	88,9±11,4	<b>0,003<sup>b*</sup></b>	93,9±11,7	91,4±10,8	<b>0,042<sup>a*</sup></b>
SAD (cm)	21,6±3,8	20,4±3,9	<b>&lt;0,001<sup>b*</sup></b>	20,8±1,9	21,0±2,7	<b>0,643<sup>a</sup></b>

\*Signifikansi statistik p<0,05; <sup>a</sup>Paired T-Test

Profil antropometri pada kelompok perlakuan mengalami penurunan yang lebih besar dibanding

kelompok kontrol. Perubahan SAD menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (p=0,010) antara kelompok

perlakuan dan kelompok kontrol. Perubahan lingkaran pinggang tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ( $p=0,078$ ) (Tabel 4).

**Tabel 4.** Perbedaan Profil Antropometri Perubahan Pola Makan Fleksibel pada Pelajar Perempuan Obesitas

Value Change ( $\Delta$ )	Perlakuan	Kontrol	p
	Rerata $\pm$ SD	Rerata $\pm$ SD	
$\Delta$ Lingkar Pinggang (cm)	-6,6 $\pm$ 5,5	-2,5 $\pm$ 3,4	0,078 <sup>a</sup>
$\Delta$ SAD (cm)	-1,2 $\pm$ 0,6	0,2 $\pm$ 1,5	<b>0,010<sup>b*</sup></b>

\*Signifikansi statistik  $p<0,05$ ; <sup>a</sup>Mann Whitney Test; <sup>b</sup>Independent T-Test

Terdapat perbedaan yang signifikan ( $p=0,006$ ) antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol pada variabel aktivitas fisik. Oleh karena itu, perbedaan perubahan SAD mungkin disebabkan oleh pengobatan atau perbedaan tingkat aktivitas fisik. Berdasarkan hasil uji ANCOVA pada Tabel 5, aktivitas fisik mempunyai nilai signifikansi sebesar 0,210 ( $p>0,05$ ), sehingga tidak terdapat pengaruh aktivitas fisik terhadap perubahan SAD. Sedangkan nilai signifikansi intervensi pola makan sebesar 0,006 ( $p<0,05$ ) yang berarti terdapat pengaruh intervensi pola makan terhadap perubahan SAD. Nilai Adjusted R Square sebesar 0,288 menunjukkan bahwa pola makan dan aktivitas fisik memberikan kontribusi sebesar 28,8% terhadap perubahan SAD, sedangkan

71,2% lainnya berasal dari variabel lain yang tidak diketahui.

Profil antropometri lingkaran pinggang dan SAD mengalami perubahan. Pola makan nabati dengan pembatasan kalori memberikan manfaat untuk mengurangi lingkaran pinggang dan SAD. Setelah empat minggu pemberian, nilai SAD mengalami penurunan sebesar 1,2 cm dan lingkaran pinggang 6,6 cm. Sebuah studi kohort tahun 2019 oleh Chen et al. pada populasi paruh baya dan lanjut usia menunjukkan kepatuhan terhadap pola makan nabati dikaitkan dengan lingkaran pinggang yang lebih rendah (-2,0 cm)<sup>22</sup>. Penelitian serupa terkait pola makan nabati selama empat minggu pada pasien pusat kardiovaskular menunjukkan penurunan lingkaran pinggang dibandingkan dengan baseline (-6,6 cm)<sup>15</sup>.

**Tabel 5.** Variabel yang Mempengaruhi Perubahan SAD Diet Flexitarian pada Mahasiswa Obesitas

Variabel	p	Adjusted R <sup>2</sup>
Corrected model	0,018	
Intercept	0,605	0,288
Aktivitas fisik (MET-menit/minggu)	0,210	
Perlakuan (diet dan tidak)	<b>0,006*</b>	

\*Signifikansi statistik  $p<0,05$ ; *Dependent Variable:  $\Delta$  SAD; ANCOVA test*

Restriksi kalori dalam diet dapat berperan dalam penurunan lemak abdominal. Sebuah *systematic review* tentang pengurangan jaringan adiposa visceral dan subkutan mengungkapkan pembatasan kalori menghasilkan pengurangan lemak visceral dan subkutan yang lebih tinggi dibanding kelompok pembatasan kalori dengan olahraga dan kelompok olahraga<sup>24</sup>. Percobaan penurunan lemak abdominal lainnya dengan intervensi diet pembatasan kalori juga menemukan penurunan lemak visceral dan subkutan abdominal<sup>25,26</sup>. Restriksi kalori menginduksi lipolisis lemak subkutan yang dirangsang oleh peningkatan adrenalin. Selama keseimbangan energi negatif, respon terhadap stimulasi  $\beta$ -adrenergik lipolisis dipertahankan dan efek antilipolitik yang dimediasi  $\alpha$ 2-ARs berkurang, sehingga respon lipolitik terhadap stimulasi adrenergik meningkat. Lipolisis melalui adrenalin katekolamin ditingkatkan karena penurunan respon  $\alpha$ 2-adrenergik<sup>27</sup>. Selain itu, lemak visceral juga sensitif terhadap sinyal stres katekolamin. Katekolamin berperan melalui reseptor  $\beta$ -adrenergik di adiposit, menginduksi peningkatan kadar cAMP yang mengaktifkan protein kinase A dan pada akhirnya akan meningkatkan lipolisis<sup>28</sup>. Kehilangan lemak visceral dapat terjadi karena kebutuhan energi yang mendesak saat terjadi keseimbangan energi negatif akut dari simpanan lemak yang aktif secara metabolik<sup>29</sup>.

Penelitian saat ini menunjukkan adanya hubungan asupan zat gizi dengan terjadinya akumulasi lemak abdominal<sup>30</sup>. Penerapan *plant-based diet* mengandung lebih banyak serat, antioksidan, protein nabati dan asam lemak tak jenuh. Penelitian dengan penerapan pola makan nabati yang menghasilkan adipositas paling baik, tidak memerlukan penghapusan total konsumsi daging atau produk hewani. Namun, dapat dicapai dengan pengurangan moderat produk hewani<sup>22</sup>. Pengurangan konsumsi pangan hewani dalam diet *flexitarian* dapat mengurangi asupan lemak jenuh<sup>31,32</sup>. Asupan lemak jenuh yang berlebihan menyebabkan akumulasi lemak visceral, sedangkan asupan lemak tak jenuh mencegah penambahan lemak visceral<sup>33,34</sup>. Konsumsi asam lemak tak jenuh tunggal, omega-3, dan omega-6 berhubungan terbalik dengan lemak subkutan. Asam lemak tak jenuh memiliki tingkat oksidasi yang lebih besar dibanding dengan lemak jenuh, sehingga mencegah akumulasi lemak<sup>35</sup>. Asupan lemak lebih rendah pada kelompok perlakuan dan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dibanding kelompok kontrol. Kelompok kontrol bebas mengonsumsi produk hewani dan pengolahan makanan sering digoreng, sehingga memicu asupan lemak yang lebih tinggi. Lemak akan diserap dalam bentuk kilomikron yang dialirkan menuju hati dan diubah menjadi fraksi lemak di darah sesuai dengan fungsinya. Apabila asupan lemak berlebihan,

maka akan memicu terjadinya akumulasi di jaringan adiposa, terutama di daerah abdominal<sup>23</sup>.

Penerapan diet *flexitarian* meningkatkan konsumsi protein nabati dan mengurangi protein hewani. Sesuai dengan penelitian pada wanita pasca-menopause di Korea yang menerapkan diet *flexitarian* menunjukkan asupan protein nabati lebih tinggi dibanding protein hewani<sup>36</sup>. Peningkatan protein nabati dan pengurangan protein hewani berkontribusi terhadap adipositas<sup>37</sup>. Protein hewani seperti daging merah dan produk olahannya merupakan makanan padat energi, berhubungan dengan kolesterol dan lemak jenuh, sehingga berkontribusi dalam akumulasi lemak. Protein hewani dikaitkan dengan peningkatan stimulasi insulin dan *insulin-like growth factor* (IGF-1). IGF-1 dikaitkan dengan proliferasi dan diferensiasi adipositas. Pola makan nabati menunjukkan tingkat sirkulasi IGF-1 yang lebih rendah. Selain itu, protein nabati berhubungan dengan energi, total lemak, kolesterol, lemak jenuh yang lebih rendah dan lebih tinggi rasio PUFA:SFA<sup>38,39</sup>. Subjek dengan WHTr yang normal memiliki asupan protein nabati yang lebih tinggi dan asupan protein hewani yang lebih rendah dibanding subjek dengan obesitas sentral berdasarkan WHTr. Protein hewani berhubungan positif dengan WHTr, sedangkan protein nabati memiliki hubungan terbalik dengan WHTr<sup>38</sup>. Penelitian pada populasi Belgia usia lebih dari 15 tahun menunjukkan protein hewani menghasilkan peningkatan lingkaran pinggang pada subjek pria, sedangkan protein nabati menurunkan lingkaran pinggang pada pria dan wanita<sup>39</sup>.

Asupan karbohidrat antara kedua kelompok selama intervensi tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, meskipun pada kelompok perlakuan menunjukkan jumlah yang lebih rendah. Studi menyatakan asupan karbohidrat tidak berhubungan dengan perubahan lemak visceral<sup>40</sup>. Namun, penelitian oleh Tayyem et al 2019 menunjukkan subjek dengan lemak visceral tertinggi memiliki asupan karbohidrat lebih tinggi dibanding subjek dengan lemak visceral terendah<sup>30</sup>. Hasil serupa juga ditunjukkan pada penelitian lain yang dengan intervensi diet rendah karbohidrat pada subjek wanita obesitas menghasilkan penurunan lingkaran pinggang yang lebih besar dibanding dengan kelompok kontrol<sup>41</sup>.

Pemberian diet *flexitarian* dapat meningkatkan asupan serat harian secara signifikan pada kelompok perlakuan dibandingkan pada kelompok kontrol sebelum intervensi. Namun, jumlah serat yang dikonsumsi peserta penelitian masih kurang dari asupan serat harian yang direkomendasikan. Peningkatan asupan serat dikaitkan dengan penurunan adipositas. Asupan serat total dan serat tidak larut berhubungan dengan derajat penumpukan lemak visceral. Penurunan asupan serat sebesar 3 g/1000 kkal/hari secara signifikan meningkatkan adipositas visceral, sedangkan peningkatan asupan serat menurunkan adipositas visceral<sup>42</sup>. Penelitian Hairston dkk. menyatakan bahwa asupan serat larut juga berbanding terbalik dengan penumpukan lemak visceral. Untuk setiap peningkatan 10 g serat larut, terjadi penurunan lemak visceral sebesar 3,37% selama lima tahun, sedangkan penurunan serat dikaitkan dengan peningkatan lemak visceral<sup>43</sup>. Serat memiliki kandungan energi yang lebih rendah,

memperlambat laju pengosongan lambung, dan menyebabkan rasa kenyang lebih lama. Serat tidak larut akan mempersingkat waktu transit, sehingga pencernaan dan penyerapan nutrisi lebih efisien. Serat ini difermentasi di usus besar dan menghasilkan asam lemak rantai pendek (SCFA). SCFA bertindak sebagai ligan reseptor asam lemak bebas (FFAR). Aktivasi FFAR memicu peningkatan ekspresi dan sekresi hormon enteroendokrin, seperti *glucagon-like peptide-1* atau *peptide YY* yang mempengaruhi rasa kenyang. Selain itu, makanan berserat tinggi biasanya mengandung fitoestrogen yaitu isoflavon, yang memiliki hubungan terbalik dengan adipositas visceral<sup>35,42,43</sup>. Selama menjalani diet *flexitarian*, subjek tidak merasakan adanya dampak negatif pada tubuhnya, bahkan subjek merasa mudah buang air besar, tidak mudah lelah dan tidak mudah lapar.

Aktivitas fisik selama intervensi antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Kelompok kontrol memiliki aktivitas fisik yang lebih tinggi. Berdasarkan data dari kuesioner IPAQ ditemukan bahwa kelompok perlakuan memiliki tingkat aktivitas fisik rendah dan sedang, seperti jalan kaki, menyapu, bersepeda dengan durasi sekitar 25 menit. Kelompok kontrol memiliki tingkat aktivitas fisik yang beragam dari rendah, sedang, dan tinggi, seperti jalan kaki, *workout*, menyapu, lari, senam dengan durasi sekitar 45 menit. Aktivitas fisik yang lebih tinggi ini dapat berperan dalam penurunan lingkaran pinggang pada kelompok kontrol. Olahraga dilaporkan menginduksi pengaktifan sistem saraf simpatik yang mengaktifkan jaringan adiposa coklat untuk melepaskan energi yang tersimpan. Olahraga menyebabkan hormon lipolitik disekresikan, memfasilitasi pengeluaran energi yang lebih besar dan oksidasi lemak<sup>25</sup>. Penelitian pada wanita obesitas menunjukkan bahwa pemberian olahraga dengan intensitas sedang dan berat berperan dalam penurunan lingkaran pinggang<sup>44</sup>. Penelitian Friedenreich et al peningkatan volume latihan aerobik menghasilkan perbedaan yang signifikan terhadap penurunan lemak subkutan, sedangkan pada lemak visceral tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan<sup>45</sup>. SAD pada kelompok kontrol tidak menunjukkan adanya perubahan. Sesuai dengan penelitian Gemert et al yang menilai lemak perut, menunjukkan penambahan olahraga tidak memberikan efek terhadap kehilangan lemak visceral yang spesifik dibandingkan dengan kelompok diet<sup>25,26</sup>. Akumulasi lemak visceral lebih resisten terhadap insulin daripada lemak subkutan. Insulin dapat menginduksi penonaktifan lipogenesis *de novo*, sehingga lemak visceral akan lebih sulit untuk menonaktifkan lipogenesis *de novo* yang diinduksi insulin<sup>30</sup>. Selain itu, tingkat ekspresi adiponektin lebih besar pada lemak subkutan daripada lemak visceral. Sinyal adiponektin yang dimediasi *peroxisome proliferator-activated receptor α* (PPAR-α) meningkatkan metabolisme yang mengarah pada peningkatan oksidasi asam lemak<sup>46</sup>. Penelitian dengan intervensi latihan aerobik atau ketahanan membutuhkan waktu 8 minggu untuk menurunkan lemak visceral pada subjek dewasa *overweight* atau obesitas<sup>47</sup>. Studi meta-analisis pada subjek dewasa obesitas juga menunjukkan bahwa intervensi olahraga yang dilakukan minimal delapan minggu menghasilkan penurunan lemak

viseral<sup>48</sup>. Sejauh ini belum ada bukti intervensi yang secara khusus menargetkan penurunan terhadap depot lemak tertentu.

#### KESIMPULAN

Penerapan diet *flexitarian* pada mahasiswa obesitas menghasilkan perubahan SAD yang signifikan antara kedua kelompok. Lingkar pinggang tidak menunjukkan adanya perbedaan antara kedua kelompok. Kelompok perlakuan memiliki nilai penurunan lebih besar.

#### ACKNOWLEDGEMENT

Penelitian ini didanai oleh hibah dari Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT). Hibah penelitian Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi tahun 2021, dengan nomor kontrak penelitian 257-40/UN7.6.1/PP/2021. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang berperan dalam penelitian ini.

#### CONFLICT OF INTEREST AND FUNDING DISCLOSURE

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan dalam artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. Obesity and overweight. *WHO* (2020).
2. World Health Organization. Overweight and obesity (high body mass index). in *Comparative Quantification of Health Risk* (eds. Ezzati, M., Lopez, A. D., Rodgers, A. & Murray, C. J. L.) 498–504 (WHO, 2004).
3. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Laporan nasional riset kesehatan dasar 2018*. (2018).
4. Dieny, F. F. *et al.* Abdominal diameter profiles have relationship with insulin resistance in obese female adolescents. *Electron. J. Gen. Med.* **17**, 1–5 (2020).
5. de Oliveira, E. P. & de Souza, N. C. Sagittal abdominal diameter shows better correlation with cardiovascular risk factors than waist circumference and BMI. *J. Diabetes Metab. Disord.* **12**, (2013).
6. Sampaio, L. R., Simoes, E. J., Assis, A. M. & Ramos, L. R. Validity and reliability of the sagittal abdominal diameter as a predictor of visceral abdominal fat. *Arq Bras Endocrinol Metab* **51**, 980–986 (2007).
7. Gurunathan, U. & Myles, P. S. Limitations of body mass index as an obesity measure of perioperative risk. *Br J Anaesth* **116**, 319–321 (2016).
8. Nelson, M. C., Story, M., Larson, N. I., Neumark-Sztainer, D. & Lytle, L. A. Emerging Adulthood and College-aged Youth: An Overlooked Age for Weight-related Behavior Change. *Obes. (Silver Spring)* **16**, 2205–2211 (2008).
9. Pibriyanti, K. Studi obesitas sentral pada mahasiswa prodi kesehatan masyarakat univet bangun nusantara sukoharjo. *J. Kesehat.* **11**, 16–23 (2018).
10. Nurramadhani, S. R. *et al.* Status besi dan kualitas diet berdasarkan status obesitas pada wanita usia subur di Semarang. *Amerta Nutr* **3**, 247–256 (2019).
11. Anggraini, S., Hasan, Z. & Afrida. Pengaruh obesitas terhadap infertilitas pada wanita pasangan usia subur di rumah sakit awal brok pekanbaru. *J. Prot. Kesehat.* **4**, 49–58 (2015).
12. Forestell, C. A. Flexitarian diet and weight control : healthy or risky eating behavior? *Front. Nutr.* **5**, 1–6 (2018).
13. Derbyshire, E. J. Flexitarian diets and health : a review of the evidence-based literature. *Front. Nutr.* **3**, 1–8 (2017).
14. Rizzo, N. S., Sabate, J., Jaceldo-Siegl, K. & Fraser, G. E. Vegetarian dietary patterns are associated with a lower risk of metabolic syndrome: the adventist health study 2. *Diabetes Care* **34**, 1225–1227 (2011).
15. Najjar, R. S., Moore, C. E. & Montgomery, B. D. A defined, plant-based diet utilized in an outpatient cardiovascular clinic effectively treats hypercholesterolemia and hypertension and reduces medications. *Clin. Cardiol.* **41**, 307–313 (2018).
16. Macknin, M. *et al.* Plant-based no added fat or American Heart Association diets: impact on cardiovascular risk in obese hypercholesterolemic children and their parents. *J Pediatr* **166**, 953–959 (2015).
17. Blatner, D. J. *The flexitarian diet: the mostly vegetarian way to lose weight, be healthier, prevent disease, and add years to your life.* (Mc Graw Hill, 2009). doi:10.1036/0071549579.
18. World Health Organization. *Waist circumference and waist-hip ratio report of a WHO expert consultation.* (2011).
19. Li, C. *et al.* Sagittal abdominal diameter and its socioeconomic correlates: perspective of sex differences. *BMC Public Health* **21**, 486 (2021).
20. Aras, S., Ustunsoy, S. & Armutcu, F. Indices of central and peripheral obesity; anthropometric measurements and laboratory parameters of metabolic syndrome and thyroid function. *Balk. Med J* **32**, 414–420 (2015).
21. Janssen, I., Fortier, A., Hudson, R. & Ross, R. Effects of an energy-restrictive diet with or without exercise on abdominal fat, intermuscular fat, and metabolic risk factors in obese women. *Diabetes Care* **25**, 431–438 (2002).
22. Chen, Z. *et al.* Plant-based diet and adiposity over time in a middle-aged and elderly population: the rotterdam study. *Epidemiology* **30**, 303–310 (2019).
23. Lestrina, D., Siahaan, G. & Nainggolan, E. Hubungan pola konsumsi ala vegetarian terhadap lemak visceral. *J. Indones. Nutr. Assoc.* **39**, 59–70 (2016).
24. Abe, T. *et al.* Comparisons of calorie restriction and structured exercise on reductions in visceral and abdominal subcutaneous adipose tissue: a systematic review. *Eur. J. Clin. Nutr.* (2021) doi:10.1038/s41430-021-00942-1.

25. Gemert, W. *et al.* Effect of diet with or without exercise on abdominal fat in postmenopausal women—a randomised trial. *BMC Public Health* **19**, 1–9 (2019).
26. Borges, J., Carter, S., Bryan, D. & Hunter, G. Exercise training and/or diet on reduction of intra-abdominal adipose tissue and risk factors for cardiovascular disease. *Eur. J. Clin. Nutr.* **73**, 1063–1068 (2019).
27. Koppo, K. *et al.* Catecholamine and insulin control of lipolysis in subcutaneous adipose tissue during long-term diet-induced weight loss in obese women. *Am J Physiol Endocrinol Metab* **302**, E226–E232 (2011).
28. Kolnes, K., Petersen, M., Lien-Iversen, T., Hojlund, K. & Jensen, J. Effect of exercise training on fat loss—energetic perspectives and the role of improved adipose tissue function and body fat distribution. *Front. Physiol.* **12**, (2021).
29. Chaston, T. & Dixon, J. Factors associated with percent change in visceral versus subcutaneous abdominal fat during weight loss: Findings from a systematic review. *Int. J. Obes.* **32**, 619–28 (2008).
30. Tayyem, R. F. *et al.* Subcutaneous and visceral fat volumes measured by MRI and their relationships with nutrient intakes among adults. *Asia Pac J Clin Nutr* **28**, 300–309 (2019).
31. Kahleova, H., Tura, A., Hill, M., Holubkov, R. & Barnard, N. D. A plant-based dietary intervention improves beta-cell function and insulin resistance in overweight adults: a 16-week randomized clinical trial. *Nutrients* **10**, 189 (2018).
32. Kahleova, H. *et al.* Fat quantity and quality, as part of a low-fat, vegan diet, are associated with changes in body composition, insulin resistance, and insulin secretion. a 16-week randomized controlled trial. *Nutrients* **11**, 615 (2019).
33. Alissa, E. M. & AlKadi, H. Visceral adiposity in Saudi females and its relationship to diet and serum adipocytokine levels. *Int. J. Nutr. Metab.* **3**, 114–122 (2011).
34. Paniagua, J. *et al.* Monounsaturated fat-rich diet prevents central body fat distribution and decreases postprandial adiponectin expression induced by a carbohydrate-rich diet in insulin-resistant subjects. *Diabetes Care* **30**, 1717–23 (2007).
35. Krishnan, S. & Cooper, J. A. Effect of dietary fatty acid composition on substrate utilization and body weight maintenance in humans. *Eur J Nutr* **53**, 691–710 (2014).
36. Kim, M. H. & Bae, Y. J. Comparative study of serum leptin and insulin resistance levels between Korean postmenopausal vegetarian and non-vegetarian women. *Clin Nutr Res* **4**, 175–181 (2015).
37. Kahleova, H., Fleeman, R., Hlozkova, A., Holubkov, R. & Barnard, N. D. A plant-based diet in overweight individuals in a 16-week randomized clinical trial: metabolic benefits of plant protein. *Nutr. Diabetes* **8**, 1–10 (2018).
38. Segovia-Siapco, G. *et al.* Animal protein intake is associated with general adiposity in adolescents: the teen food and development study. *Nutrients* **12**, 110 (2020).
39. Lin, Y. *et al.* Plant and animal protein intake and its association with overweight and obesity among the Belgian population. *Br. J. Nutr.* **105**, 1106–1116 (2011).
40. Ozato, N. *et al.* Association between nutrients and visceral fat in Japanese adults: a 2-year longitudinal study brief title: micronutrients associated with visceral fat accumulation. *Nutrients* **11**, 2698 (2019).
41. Triffoni-Melo, A. T., Santos, R. C. L. & Diez-Garcia, R. W. Effect of weight and body composition changes on waist measurement of severely obese women receiving carbohydrate-restricted diet. *Rev. Nutr* **27**, 5–13 (2014).
42. Davis, J. N., Alexander, K. E., Ventura, E. E., Toledo-Corral, C. M. & Goran, M. I. Inverse relation between dietary fiber intake and visceral adiposity in overweight Latino youth. *Am J Clin Nutr* **90**, 1160–1166 (2009).
43. Hairston, K. *et al.* Lifestyle factors and 5-year abdominal fat accumulation in a minority cohort: the IRAS family study. *Obes. (Silver Spring)* **20**, (2012).
44. Mezghanni, N., Chaabouni, K., Chtourou, H. & Mejdoub, H. Effect of exercise training intensity on body composition, lipid profile, and insulin resistance in young obese women. *J. Microbiol. Res.* **6**, 2481–2488 (2012).
45. Friedenreich, C. *et al.* Effects of a high vs moderate volume of aerobic exercise on adiposity outcomes in postmenopausal women—a randomized clinical trial. *JAMA Oncol.* **1**, 766–776 (2015).
46. Chait, A. & Hartigh, L. Adipose tissue distribution, inflammation and its metabolic consequences, including diabetes and cardiovascular disease. *Front Cardiovasc Med* **7**, 1–41 (2020).
47. Johnson, N. *et al.* Exercise and visceral fat loss: is waist circumference a useful predictor? *J. Sci. Med. Sport* **19S**, e57–e87 (2015).
48. Vissers, D. *et al.* The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* **8**, e56415 (2012).