



- **Early introduction of complementary food and childhood stunting were linked among children aged 6-23 months**
Bunga Astria Paramashanti, Stella Benita

- **The correlation between vitamin D deficiency and the severity of painful diabetic neuropathy in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM)**
Rizaldy Taslim Pinzon, Putu Clara Shinta Gelgel

- **Kepadatan tulang santriwati berhubungan dengan profil antropometri**
Fillah Fithra Dieny, Firdananda Fikri Jauharany, A Fahmy Arif Tsani, Ayu Rahadiyanti

- **Faktor sosial, ekonomi, dan pemanfaatan posyandu dengan kejadian stunting balita keluarga miskin penerima PKH di Palembang**
Nur Farida Rahmawati, Nur Alam Fajar, Haerawati Idris

- **Indeks glikemik cookies growol: studi pengembangan produk makanan selingan bagi penyandang diabetes mellitus**
Desty Ervira Puspaningtyas, Puspita Mardika Sari, Nanda Herdiyanti Kusuma, Debora Helsius SB

- **Kualitas hidup lansia hipertensi dengan overweight dan tidak overweight**
Tri Mei Khasana, Nyoman Kertia, Probosuseno

Status kesehatan dan asupan mikronutrien vegetarian dan nonvegetarian di Bali

Health status and micronutrient intake among vegetarian and non-vegetarian in Bali

Ni Ketut Sutiari¹, Ali Khomsan², Hadi Riyadi², Faisal Anwar², Desak Putu Yuli Kurniati¹, Widya Astuti³

¹Departemen Kesehatan Masyarakat dan Kedokteran Pencegahan (KMKP), Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

²Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Indonesia

³Program Studi Gizi, Fakultas Pendidikan dan Kesehatan Olahraga, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

ABSTRACT

Background: Several studies have reported that vegetarian diets have health benefits for those adopting the diets. **Objective:** This study aimed to compare anemia status and micronutrient intake between vegetarians and non-vegetarians in Bali. **Methods:** This cross-sectional study was conducted in Bali. A total of 240 samples consisting of 160 vegetarians and 80 non-vegetarians were randomly selected. Hemoglobin (Hb) and fasting blood sugar levels were measured using the cyanmethemoglobin method and enzymatic colorimetric, respectively. Meanwhile, the data on micronutrient intakes were collected by interviews using the semi-quantitative food frequency questionnaire (SQFFQ). The data were analyzed using descriptive statistics, and the Mann-Whitney test was performed to analyze the differences. **Results:** The study's results showed that the mean Hb levels in the vegetarian group were significantly lower than non-vegetarians ($p=0.002$; $p<0.05$), and the anemia status in vegetarian women were higher (22.5%) than non-vegetarian women (2.5%). The mean fasting blood glucose level in non-vegetarians was significantly higher than in the vegetarian group ($p=0.000$; $p<0.05$). There were no differences in zinc (Zn) intake between vegetarians and non-vegetarians, but there were significant differences ($p<0.05$) in vitamin C, vitamin D, vitamin B12, folic acid, magnesium (Mg), calcium (Ca), and iron (Fe) intakes. **Conclusions:** There were differences in anemia status and fasting blood glucose levels between vegetarians and non-vegetarians. The fasting blood glucose levels of non-vegetarians were higher than vegetarians, and there were differences in the intake of certain micronutrients between vegetarians and non-vegetarians.

KEY WORDS: anemia; Bali; blood glucose; non-vegetarian; vegetarian

ABSTRAK

Latar belakang: Beberapa penelitian melaporkan bahwa pola makan vegetarian memiliki manfaat kesehatan bagi yang mengikutinya. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan status anemia dan asupan mikronutrien antara masyarakat vegetarian dengan non-vegetarian di Bali. **Metode:** Penelitian *cross-sectional* ini dilakukan di Bali pada 240 orang sampel, yang terdiri dari 160 orang vegetarian dan 80 orang non-vegetarian, dipilih secara acak. Kadar hemoglobin (Hb) dan gula darah puasa diukur masing-masing dengan metode *cyanmethemoglobin* dan *enzymatic colorimetric*. Sementara itu, data asupan mikronutrien dikumpulkan dengan wawancara menggunakan *semi-quantitative food frequency questionnaire* (SQFFQ). Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan uji *Mann-Whitney* untuk menganalisis perbedaan. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kadar Hb kelompok vegetarian lebih rendah secara signifikan dibandingkan non-vegetarian ($p=0,002$; $p<0,05$), status anemia pada perempuan vegetarian (22,5%) lebih tinggi daripada perempuan non-vegetarian (2,5%). Rerata kadar gula darah puasa non-vegetarian lebih tinggi secara signifikan daripada kelompok vegetarian ($p=0,000$; $p<0,05$). Tidak ada perbedaan asupan zink (Zn) antara vegetarian dengan non-vegetarian, tetapi ada perbedaan signifikan ($p<0,05$) pada asupan vitamin C, vitamin D, vitamin B12, asam folat, magnesium (Mg), kalsium (Ca), dan zat besi (Fe). **Simpulan:** Ada perbedaan status anemia antara perempuan vegetarian dengan perempuan nonvegetarian. Kadar gula darah puasa kelompok nonvegetarian lebih tinggi daripada vegetarian dan ada perbedaan asupan mikronutrien tertentu antara kelompok vegetarian dengan nonvegetarian.

KATA KUNCI: anemia; Bali; gula darah; non-vegetarian; vegetarian

Korespondensi: Ni Ketut Sutiari, Departemen Kesehatan Masyarakat dan Kedokteran Pencegahan (KMKP), Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, Jl. P.B Sudirman, Denpasar, Bali, Indonesia, Telp. +62 81338718750, e-mail: ketut_sutiari@unud.ac.id

Cara sitasi: Sutiari NK, Khomsan A, Riyadi H, Anwar F, Kurniati DPY, Astuti W. Status kesehatan dan asupan mikronutrien vegetarian dan nonvegetarian di Bali. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2021;17(4):157-165 doi: 10.22146/ijcn.64443

PENDAHULUAN

Sampai saat ini, diet vegetarian masih menjadi pilihan diet dengan tujuan untuk meningkatkan status kesehatan (1). Ada sekelompok orang yang masih mengonsumsi sumber protein hewani seperti telur, susu atau ikan, tergantung dari jenis vegetarian yang dianut. Beberapa alasan menganut diet vegetarian antara lain keyakinan agama atau aliran kepercayaan tertentu, meningkatkan kesehatan fisik dan jiwa, dan keinginan untuk dapat berpenampilan awet muda (2).

Sekelompok orang yang mengikuti pola diet vegetarian diketahui mempunyai angka insiden penyakit jantung iskemik, insiden kanker, dan insiden diabetes mellitus tipe 2 yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok nonvegetarian (2,3). Demikian juga dengan nilai indeks massa tubuh (IMT) pada mereka yang berdiet vegetarian adalah lebih rendah daripada nonvegetarian (3,4). Sebuah penelitian yang dilakukan di Australia Selatan pada tiga kelompok yaitu vegetarian, semivegetarian, dan nonvegetarian mengungkapkan bahwa pada semua grup ini memiliki persepsi bahwa diet vegetarian memberikan manfaat kesehatan. Meskipun memiliki persepsi yang sama terhadap manfaat diet vegetarian, ada satu perbedaan antara kelompok vegetarian, semivegetarian, dan nonvegetarian yaitu persepsi masalah kesehatan. Kelompok vegetarian dan semivegetarian memiliki persepsi bahwa mengonsumsi daging tidak bagus untuk status kesehatan karena mereka menganggap daging tidak sehat untuk dikonsumsi (5).

Selain memberikan manfaat kesehatan, beberapa studi juga mengungkapkan risiko masalah gizi dan kesehatan yang dapat ditimbulkan karena menjalani diet vegetarian terutama pada kelompok jenis kelamin perempuan, seperti anemia karena kekurangan zat besi, terhambatnya pertumbuhan bakteri baik pada usus, terutama pada kelompok vegetarian yang tidak mengonsumsi produk olahan susu dan telur sama sekali (omnivorous vegetarian), dan kekurangan asupan makronutrien dan mikronutrien (6-8). Hasil penelitian pada anggota *Sai study group* yang menganut pola diet vegan di Denpasar menunjukkan bahwa sebagian besar responden termasuk kategori cukup dan baik dalam variasi jenis makanan yang dikonsumsi. Penelitian tersebut juga menemukan bahwa sebagian besar asupan gizi vegan

termasuk ke dalam kategori kurang, seperti asupan zat besi dan seng (2). Risiko masalah kesehatan yang akan terjadi tentu akan sangat merugikan dan memengaruhi derajat kesehatan masyarakat. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pola diet vegetarian yang terencana dengan baik dan didasari oleh kesadaran akan kesehatan, termasuk konsumsi suplemen untuk melengkapi dalam memenuhi zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh (9-11). Adanya kelompok vegetarian yang tersebar di beberapa daerah di Bali yang sangat dekat dengan aliran kepercayaan tertentu dan beberapa alasan yang memperkuat sekelompok orang menjalani diet vegetarian adalah dua hal yang menjadi latar belakang perlunya suatu kajian status kesehatan dan status mikronutrien kelompok vegetarian dan membandingkannya dengan kelompok nonvegetarian.

Studi sebelumnya telah menunjukkan adanya efek positif diet vegetarian terhadap status gizi dan kesehatan pada mereka yang menjalani diet vegetarian dibandingkan dengan nonvegetarian (12). Dari hasil observasi dan wawancara mengenai kegiatan penganut vegetarian di ashram, ditemukan kecenderungan aktivitas yang tergolong sedentari dengan rerata aktivitas duduk lebih dari 8 jam sehari. Sejalan dengan laporan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 yang menyebutkan bahwa sekitar 26% masyarakat di Bali memiliki aktivitas fisik kurang (13). Di samping itu, kelompok vegetarian dapat mengalami defisiensi mikronutrien, seperti vitamin B12 dan Fe dan beberapa mikronutrien lainnya seperti yang dialami oleh kelompok vegetarian di Swiss (12). Kelompok vegetarian yang ada di Bali sangat berkaitan dengan kepercayaan yang mereka anut dan penganut vegetarian pada salah satu ashram di Bali sangat aktif dalam menjalankan ritual seperti melaksanakan puasa selama satu hari penuh dan saat berbuka hanya mengonsumsi buah dan minum air putih. Kegiatan puasa rerata dilakukan lebih dari 2 kali dalam sebulan. Penelitian yang membahas mengenai status kesehatan dan asupan makanan pada kelompok vegetarian telah banyak dilakukan di beberapa negara termasuk juga di Indonesia, tetapi data status mikronutrien pada vegetarian masih terbatas dan bahasan tentang status kesehatan terutama status diabetes dan kadar hemoglobin (Hb) pada kelompok vegetarian di Bali masih jarang. Penelitian

ini bertujuan untuk mengetahui status kesehatan dan asupan mikronutrien pada kelompok vegetarian, serta membandingkan kedua variabel tersebut dengan kelompok nonvegetarian. Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dalam memberikan masukan bagi pengurus ashram vegetarian dan penganut vegetarian.

BAHAN DAN METODE

Desain dan subjek

Penelitian ini merupakan penelitian *cross-sectional* yang dilakukan pada bulan Mei 2018 sampai dengan April 2019 di ashram vegetarian daerah Badung, ashram vegetarian daerah Denpasar, ashram vegetarian daerah Gianyar, ashram vegetarian daerah Tabanan, ashram vegetarian daerah Singaraja, serta di Desa Tektek dan Desa Kesiman Denpasar. Populasi dalam penelitian ini adalah masyarakat yang berdomisili di daerah lokasi penelitian dengan usia 40-70 tahun dan memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Subjek vegetarian adalah subjek yang menganut dan menjalani vegetarian tertentu minimal dalam satu tahun saat pengumpulan data dilakukan, bersedia menjadi subjek penelitian, dan tidak sedang sakit saat proses pengumpulan data. Subjek nonvegetarian adalah subjek yang tidak sedang menganut atau menjalani pola diet vegetarian tertentu, bersedia menjadi subjek penelitian, dan tidak sedang sakit saat penelitian berlangsung. Besar sampel dihitung berdasarkan rumus besar sampel yang dihitung berdasarkan pada bobot setiap populasi (14). Oleh karena terdiri dari tiga kelompok sampel yaitu vegetarian vegan, bukan vegan, dan nonvegetarian, maka setiap kelompok memiliki bobot sehingga didapatkan besar sampel total 240 orang. Sejumlah 240 orang subjek tersebut terdiri dari 160 orang sampel vegetarian dari dua kelompok ashram yang berbeda dan 80 orang dari kelompok nonvegetarian.

Pemilihan Ashram tempat sampel vegetarian dan banjar/dusun kelompok nonvegetarian dipilih secara purposive dengan mempertimbangkan kesediaan pihak pengurus ashram dan banjar sebagai partisipan dalam penelitian. Sampel dipilih dengan metode random sederhana dari daftar nama anggota ashram atau nama anggota masyarakat banjar. Random sederhana dilakukan memakai bilangan acak yang dioperasikan dengan

microsoft excel sampai terkumpul sampel sejumlah 80 orang untuk masing-masing kelompok vegetarian maupun nonvegetarian. Kelaikan etika penelitian dinyatakan dengan surat nomor 1004IUN14.2.2/P D/KEP/2018 tertanggal 3 Mei 2018 yang dikeluarkan oleh Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Udayana-Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Sanglah Denpasar.

Pengumpulan dan pengukuran data

Data yang dikumpulkan berupa: 1) data karakteristik subjek yang meliputi nama, umur, jenis kelamin, alamat tempat tinggal, vegetarian/bukan vegetarian, jenis vegetarian, lama vegetarian, nama ashram (diisikan pada sampel yang vegetarian), dan nomor telpon atau whatsapp yang aktif atau yang dapat dihubungi serta data konsumsi suplemen kesehatan dan jamu tradisional; 2) data status kesehatan yaitu data tekanan darah, kadar hemoglobin darah (Hb), dan kadar gula darah puasa (GDP); 3) data konsumsi makanan; 4) data asupan mikronutrien yaitu asupan zat gizi vitamin dan mineral berdasarkan konsumsi makanan subjek. Mikronutrien yang dianalisis meliputi vitamin C, vitamin D, asam folat, vitamin B12, magnesium (Mg), kalsium (Ca), zat besi (Fe), dan zink (Zn). Pengumpulan data dalam penelitian ini dibantu oleh enumerator dan petugas kesehatan yang sudah memiliki pengalaman memeriksa darah dan terampil dalam pengambilan darah.

Data karakteristik subjek. Data ini dikumpulkan dengan metode wawancara dengan memakai pedoman wawancara terstruktur. Wawancara dilakukan oleh enumerator yang telah mendapatkan pelatihan pengisian kuesioner dan wawancara.

Data status kesehatan. Data tekanan darah diperiksa atau diukur oleh petugas kesehatan di Unit Pelayanan Tingkat Daerah (UPTD) Laboratorium Kesehatan (Labkes) Provinsi Bali dan pengukuran dilakukan satu kali dengan memakai alat *sphygmomanometer* (tensimeter). Pengukuran tekanan darah dilakukan sesaat sebelum pengambilan darah. Sebelum pengambilan darah, subjek diminta untuk berpuasa selama 10-12 jam. Sampel darah dikumpulkan setiap pagi hari sekitar jam 8 atau 9 pagi sampai selesai sesuai dengan jadwal yang disepakati antara pengurus ashram atau kepala banjar/dusun dengan tim peneliti. Sampel darah yang

terkumpul diperiksa kadar Hb dan glukosa darah puasa (GDP) oleh petugas analis bagian Kimia Klinik UPTD Labkes Provinsi Bali. Kadar Hb diperiksa dengan memakai metode *cyanmethemoglobin* menggunakan alat hematologi *analyzer* sedangkan kadar GDP diukur dengan metode *enzymatic colorimetric*.

Data konsumsi makanan. Data konsumsi makanan yang dikonsumsi subjek didapatkan dengan metode wawancara menggunakan *semi quantitative frequency questionnaire* (SQFFQ). Data ini dikumpulkan oleh enumerator yang sudah mendapatkan pelatihan pengisian SQFFQ. Tenaga enumerator ini merupakan alumni Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Denpasar. Selanjutnya, data konsumsi makanan yang sudah terkumpul dilakukan pemeriksaan ulang untuk melihat kelengkapan data bahan makanan atau makanan serta frekuensi dan konversi dalam bentuk gram bahan makanan. Pemeriksaan kelengkapan data konsumsi dilakukan oleh tim peneliti.

Data asupan mikronutrien. Data ini diperoleh dengan menganalisis data konsumsi makanan yang sudah dibuat dalam bentuk gram bahan. Analisis data konsumsi dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Nutrisurvey for windows 2007* yang memuat daftar bahan makanan di Indonesia dan kandungan gizi serta nilai gizi dari bahan makanan atau makanan. Pada saat analisis kandungan gizi dilakukan, ada dua jenis bahan makanan/makanan yang tidak ada di dalam daftar bahan makanan dalam *Nutrisurvey*. Dengan demikian, dilakukan penambahan ke dalam daftar bahan makanan di *Nutrisurvey* berdasarkan komposisi bahan makanannya seperti roti khas India “roti canai”. Selain itu, dilakukan juga padanan dengan bahan pangan yang ada kemiripan seperti sayur “gonde” khas di Bali dipadankan dengan sayur kangkung. Semua nilai zat gizi per hari yang diperlukan dalam penelitian sebagai hasil analisis, direkap ke dalam data asupan mikronutrien yang disimpan ke dalam data microsoft excel.

Analisis data

Sebelum analisis data statistik, analisis distribusi data sampel dilakukan dengan eksplor data dan uji Kolmogorov-Smirnov. Data penelitian ini tidak terdistribusi normal (*normality of data*: $p < 0,05$). Data umur, lama menganut vegetarian, tekanan darah,

kadar Hb, kadar GDP, dan asupan mikronutrien subjek dianalisis secara univariat berupa nilai rerata (*mean*), standar deviasi (SD), dan persentase. Analisis perbedaan tekanan darah (sistolik dan diastolik), kadar Hb, kadar GDP, dan asupan mikronutrien dilakukan dengan analisis *Mann-Whitney test*. Data dianalisis dengan menggunakan software *statistical package for the social sciences* (SPSS).

HASIL

Kelompok vegetarian berjumlah 160 orang yang terbagi secara merata antara subjek laki-laki dan perempuan, demikian juga dengan kelompok nonvegetarian sejumlah 80 orang. Rentang umur pada kelompok vegetarian dan nonvegetarian secara berturut-turut yaitu 40-48 tahun (46,25%) dan 49-58 tahun (52,5%). Mayoritas tingkat pendidikan subjek pada kelompok vegetarian yaitu perguruan tinggi (45%), sementara tingkat pendidikan subjek pada kelompok nonvegetarian lebih rendah (38,7% berijazah SMA). Hasil penelitian menunjukkan mayoritas subjek pada kedua kelompok memiliki pekerjaan serta tidak mengonsumsi suplemen kesehatan maupun jamu tradisional (**Tabel 1**).

Sebagian besar subjek (72,5%) pada kelompok vegetarian sudah menganut vegetarian lebih dari 10 tahun. Hal yang mendasari subjek untuk menganut vegetarian adalah agama (50%). Sementara itu, jenis vegetarian yang banyak dianut oleh kelompok vegetarian merupakan jenis lakto-vegetarian (53,7%). Hal yang mendukung subjek untuk menganut vegetarian adalah ingin mendalami agama (25,6%) dan sebanyak 15,26% subjek memiliki alasan agama dan kesehatan sebagai alasan pendukung. Lebih lanjut, mayoritas subjek (81,2%) menyatakan tidak ada hal yang menjadi penghambat dalam menganut vegetarian (**Tabel 2**).

Rerata kadar Hb pada kelompok perempuan vegetarian (13,5g/dL) lebih rendah dibandingkan dengan kelompok perempuan nonvegetarian (13,7g/dL). Perhitungan asupan mikronutrien menunjukkan kelompok vegetarian memiliki asupan vitamin C (80,1 mg), asam folat (233,8 µg), magnesium (268,5 mg), kalsium (345 mg), dan zat besi (12,2 mg) yang lebih tinggi daripada kelompok nonvegetarian. Sementara itu,

Tabel 1. Karakteristik subjek vegetarian dan nonvegetarian (n=240)

Variabel	Vegetarian		Nonvegetarian	
	n	%	n	%
Jenis kelamin				
Laki-laki	80	50,0	40	50,0
Wanita	80	50,0	40	50,0
Umur (tahun)				
40-48	74	46,3	14	17,5
49-58	62	38,7	42	52,5
59-68	24	15,0	24	30,0
Pendidikan				
Tidak sekolah	1	0,6	8	10,0
SD	11	6,9	23	28,7
SMP	11	6,9	9	11,3
SMA	65	40,6	31	38,7
Diploma/PT	72	45,0	9	11,3
Pekerjaan				
Bekerja	136	81,3	64	80,0
Tidak bekerja	24	18,7	16	20,0
Minum suplemen kesehatan				
Ya	37	14,4	10	12,5
Tidak	123	85,6	70	87,5
Minum jamu tradisional				
Ya	21	13,1	4	5,0
Tidak	139	86,9	76	95,0

kelompok nonvegetarian memiliki asupan vitamin D dan vitamin B12 yang lebih tinggi dibandingkan kelompok vegetarian. Hasil uji *Mann-Whitney* pada **Tabel 3** menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0,05$) pada variabel umur, kadar GDP, asupan vitamin C, vitamin D, vitamin B12, asam folat, magnesium, kalsium, dan zat besi pada kedua kelompok sample. Berbeda dengan uji *Mann-Whitney* yang dilakukan pada variabel tekanan darah dan asupan zink pada kedua kelompok yang menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan ($p > 0,05$). Hasil penelitian ini juga menunjukkan terdapat perbedaan kadar Hb yang signifikan ($p < 0,05$) pada subjek berjenis kelamin perempuan sedangkan hasil uji beda kadar Hb pada sampel laki-laki menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) antara vegetarian dengan nonvegetarian.

BAHASAN

Latar belakang sosial budaya merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pola konsumsi

Tabel 2. Lama dan alasan menganut vegetarian, jenis vegetarian, dan hal yang mendukung serta menghambat menganut vegetarian (n=160)

Variabel	n	%
Lama menganut vegetarian (tahun)		
≤ 10	44	27,5
> 10	116	72,5
Alasan menganut vegetarian		
Agama	80	50,0
Kesehatan	44	27,5
Agama dan kesehatan	25	15,6
Lainnya	11	6,9
Jenis vegetarian yang dianut		
Vegan	29	18,1
Lakto-ovo vegetarian	34	21,3
Ovo vegetarian	11	6,9
Lakto vegetarian	86	53,7
Hal mendukung menganut vegetarian		
Ingin mendalami ajaran agama	41	25,6
Agama dan untuk kesehatan	25	15,62
Keinginan diri sendiri	12	7,5
Pernah sakit dan untuk kesembuhan	28	17,5
Ajakan keluarga dan lingkungan sekitarnya	16	10,0
Lainnya	38	13,75
Hal menghambat menganut vegetarian		
Tidak didukung keluarga	12	7,5
Susah mengatur pola makan	10	6,3
Sulit mencari depot vegetarian yang cocok	8	5,0
Tidak ada	130	81,2

individu maupun suatu populasi. Salah satu faktor sosial yang dapat mempengaruhi pola konsumsi adalah tingkat pendidikan, tetapi tingkat pendidikan tidak selalu sejalan dengan tingkat pengetahuan dan kesadaran dalam menjaga status kesehatan. Penelitian ini menunjukkan bahwa agama merupakan alasan terkuat subjek dalam menganut vegetarian diet, selain itu faktor kesehatan juga menjadi alasan dalam menganut vegetarian. Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang menyatakan keyakinan agama atau aliran kepercayaan tertentu, meningkatkan kesehatan fisik dan jiwa serta keinginan berpenampilan awet muda (2). Pada studi ini, alasan agama menjadikan kelompok vegetarian tidak merasa ada hambatan dalam menjalankan vegetarian diet.

Penerapan pola vegetarian diet yang terencana dengan baik dapat memberikan kecukupan zat besi yang berasal dari sumber pangan hewani (11). Pola makan vegetarian pada umumnya mengandung lebih banyak zat besi jika dibandingkan dengan pola makan yang mengandung daging (15,16). Hasil penelitian ini

Tabel 3. Hasil uji beda umur, tekanan darah, dan asupan mikronutrien per hari pada subjek vegetarian dan nonvegetarian (n=240)

Variabel	Vegetarian		Nonvegetarian		Nilai p ¹
	Rerata	SD	Rerata	SD	
Umur	49,9	6,73	54,5	6,3	0,000*
Tekanan darah					
Sistolik	119,7	19,1	135,3	111,0	0,138
Diastolik	78,6	12,5	76,7	10,3	0,696
Kadar Hb ²					
Laki-laki	14,2	1,5	15,0	1,1	0,394
Perempuan	13,5	1,7	13,7	1,1	0,000*
Kadar GDP ³	83,4	27,7	108,1	53,6	0,000*
Asupan vitamin C (mg)	80,1	72,1	37,2	29,1	0,000*
Asupan vitamin D (mg)	0,3	0,9	2,8	4,6	0,000*
Asupan vitamin B12 (µg)	1,1	7,7	1,5	1,7	0,000*
Asupan asam folat (µg)	233,8	185,9	146,4	105,6	0,000*
Asupan magnesium (mg)	268,5	135,3	227,9	99,1	0,033*
Asupan kalsium (mg)	345,4	256,9	274,4	275,3	0,000*
Asupan zat besi (mg)	12,2	15,1	8,8	9,3	0,050*
Asupan zink (mg)	4,9	2,4	5,2	2,3	0,580

¹Uji *Mann-Whitney*; *signifikan pada p<0,05; ²Hb = hemoglobin (g/dL); ³GDP = gula darah puasa (mg/dL)

menunjukkan kadar Hb dari kelompok vegetarian lebih rendah dibandingkan dengan kelompok nonvegetarian. Menurut penelitian sebelumnya, diet vegetarian memiliki status besi yang lebih tinggi dibandingkan dengan nonvegetarian dan perbedaannya dinilai berdasarkan pengukuran kadar Hb (17,18). Rendahnya kadar Hb pada kelompok perempuan vegetarian disebabkan rendahnya konsumsi pangan sumber zat besi, terbatasnya konsumsi protein dan asam folat serta vitamin B12, hal ini berdasarkan data SQFFQ. Risiko anemia dapat dikurangi, salah satunya dengan mengonsumsi pangan yang mengandung zat gizi yang membantu penyerapan zat besi seperti vitamin C dan *organic acid* (19).

Prevalensi diabetes mellitus (DM) tipe 2 banyak terjadi pada individu yang menerapkan pola diet omnivora (20,21). Hasil penelitian kohort menyatakan bahwa konsumsi daging berkaitan dengan risiko DM tipe 2 (22,23). Hal ini disebabkan vegetarian diet berkaitan dengan penurunan rerata HbA1c dibandingkan dengan omnivora atau nonvegetarian diet, walaupun tidak terdapat penurunan yang signifikan pada kadar glukosa darah puasa (GDP) (24). Hasil penelitian ini berbeda dengan studi sebelumnya, kadar GDP pada kelompok nonvegetarian lebih tinggi dibandingkan kelompok

vegetarian. Hal ini terjadi karena kelompok vegetarian banyak mengonsumsi pangan sumber serat yang dapat memperlambat penyerapan glukosa pada usus dan pada akhirnya dapat menurunkan indeks glikemik dari pangan sumber karbohidrat (25). Rerata kadar GDP pada nonvegetarian yang lebih tinggi dibandingkan dengan vegetarian kemungkinan besar disebabkan pengaruh kondisi prediabetes. Prediabetes merupakan kondisi kadar gula darah di atas ambang batas normal, tetapi belum dapat memenuhi standar untuk dinyatakan sebagai diabetes melitus yang ditandai dengan gangguan glukosa darah puasa (kadar GDP 100-125 mg/dL) (26).

Pantangan untuk tidak mengonsumsi pangan hewani menyebabkan asupan dari vitamin D dan vitamin B12 pada kelompok vegetarian menjadi rendah. Sumber pangan vitamin B12 berasal dari pangan hewani seperti daging, susu, telur, ikan, dan kerang (27) sedangkan sumber vitamin B12 yang dikonsumsi oleh kelompok vegetarian hanya berasal dari pangan nabati yaitu tempe dan tahu. Studi sebelumnya menyatakan ketersediaan sumber vitamin B12 pada diet vegetarian khususnya lakto vegetarian bergantung kepada jumlah dan jenis pangan hewani (*diary product* dan telur) yang dikonsumsi dan suplemen (28). Kekurangan asupan vitamin B12 dapat

meningkatkan risiko terjadinya anemia *megaloblastic* dan termasuk gejala gangguan kerusakan saraf yang *irreversible* dan neuropati (29). Pangan sumber vitamin D yang berasal dari pangan hewani disebut sebagai vitamin D3 (*cholecalciferol*) dan yang berasal dari pangan nabati yaitu vitamin D2 (*ergocalciferol*). Kandungan vitamin D dari pangan hewani lebih tinggi dibandingkan pangan nabati (30). Hal ini menunjukkan asupan vitamin D yang kurang pada kelompok vegetarian akibat rendahnya konsumsi pangan hewani seperti ikan, kuning telur, dan susu yang difortifikasi. Berdasarkan SQFFQ, pangan sumber vitamin D yang biasa dikonsumsi oleh subjek yaitu susu sapi dan susu kambing segar.

Mayoritas kelompok vegetarian dalam penelitian ini merupakan kelompok lakto vegetarian sehingga masih diperbolehkan mengonsumsi susu dengan syarat tidak menyakiti hewan dan proses pemerahan dilakukan secara manual tidak menggunakan mesin. Asupan kalsium yang tinggi pada kelompok vegetarian disebabkan frekuensi dan jumlah konsumsi susu lebih sering dibandingkan dengan kelompok nonvegetarian. Menurut penelitian sebelumnya, susu sapi merupakan sumber kalsium dan fosfor serta mengandung komponen laktosa dan fosfopeptida kasein yang dapat meningkatkan penyerapan kalsium dan retensi mineral (30). Hasil penelitian ini sesuai dengan studi yang menyatakan bahwa vegetarian diet umumnya mengandung lebih banyak zat besi dibandingkan pola makan biasa yang mengonsumsi daging (19). Sementara itu, penelitian lain melaporkan asupan zat besi tertinggi yang berasal dari makanan ditemukan pada wanita vegetarian, diikuti oleh lakto vegetarian, dan terakhir nonvegetarian (10). Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini. Sumber zat besi pada kelompok vegetarian berasal dari pangan nabati atau *plant-base food* dan salah satu jenis pangan nabati yang sering dikonsumsi oleh subjek vegetarian adalah sayur bayam.

Lebih lanjut, hasil studi ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa asupan magnesium pada kelompok vegetarian lebih tinggi (12,15). Hal tersebut terjadi karena penyerapan magnesium akan lebih tinggi pada diet yang rendah magnesium serta konsumsi makanan yang mengandung oksalat dan fitat akan menghambat penyerapan magnesium (12,31).

Penelitian lain menyatakan bahwa diet kaya sayuran dan biji-bijian mentah akan memiliki asupan magnesium lebih tinggi dibandingkan diet omnivora atau diet yang mengandung daging dan produk susu (32). Sementara asupan mikronutrien seperti zink (Zn) tidak berbeda antara subjek vegetarian dengan nonvegetarian. Namun, ada perbedaan pada vitamin C, asam folat, magnesium, kalsium, dan zat besi yang ditemukan lebih tinggi pada subjek vegetarian dibandingkan nonvegetarian. Perbedaan asupan mikronutrien pada kedua kelompok tersebut terjadi karena adanya perbedaan pola konsumsi (12,31). Konsumsi makanan yang seimbang merupakan salah satu solusi untuk menjaga asupan mikronutrien sesuai dengan kebutuhan tubuh pada vegetarian maupun non-vegetarian.

Keterbatasan penelitian ini adalah subjek vegetarian yang dipilih pada penganut di ashram atau pasraman di Bali sehingga hasil penelitian ini belum mampu mewakili gambaran kondisi gizi dan kesehatan pada populasi vegetarian di Bali. Penelitian ini juga terbatas pada kriteria sampel yaitu tidak mengeksklusi sampel vegetarian dan nonvegetarian yang mempunyai kondisi prediabetes atau yang memiliki diagnosis diabetes mellitus. Selain itu, ditemukan beberapa subjek pada vegetarian terutama lebih banyak pada nonvegetarian yang memiliki kondisi prediabetes atau diabetes mellitus sehingga dapat mempengaruhi kadar GDP nonvegetarian yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok vegetarian.

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil studi ini menunjukkan bahwa status anemia berdasarkan rerata kadar Hb ditemukan lebih rendah pada perempuan vegetarian, kadar gula darah puasa nonvegetarian lebih tinggi, dan adanya perbedaan signifikan asupan mikronutrien (vitamin C, vitamin D, vitamin B12, asam folat, magnesium, kalsium, dan zat besi) antara kelompok vegetarian dan nonvegetarian. Penyusunan *meal plans* penting bagi kelompok vegetarian agar dapat menghindari defisiensi mikronutrien sehingga dapat memilih sumber pangan yang meningkatkan penyerapan zat besi untuk menghindari risiko anemia. Selain itu, bagi kelompok nonvegetarian dapat

menerapkan pola konsumsi kelompok vegetarian sebagai langkah pencegahan DM tipe 2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak *Neys Van Hogstraten Foundation* (NHF) Belanda yang telah memberikan dana untuk pelaksanaan penelitian ini sehingga penelitian dapat dilaksanakan dengan lancar.

Pernyataan konflik kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan dengan penelitian ini, kepenulisan, dan atau publikasi artikel ini.

RUJUKAN

1. Radnitz C, Beezhold B, DiMatteo J. Investigation of lifestyle choices of individuals following a vegan diet for health and ethical reasons. *Appetite*. 2015;90:31-6. doi: 10.1016/j.appet.2015.02.026
2. Sukma IWB. Pola Konsumsi dan status anemia pada vegetarian vegan. *Jurnal Ilmu Gizi*. 2015;6(2):121-7.
3. Dinu M, Abbate R, Gensini GF, Casini A, Sofi A. Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes: a systematic review with meta-analysis of observational studies. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017;57(17):3640-9. doi: 10.1080/10408398.2016.1138447
4. Kahleova H, Pelikanova T. Vegetarian diets in the prevention and treatment of type 2 diabetes. *J Am Coll Nutr*. 2015;34(5):448-58. doi: 10.1080/07315724.2014.976890
5. Sutiari NK. Konsumsi, status gizi, dan kesehatan masyarakat vegetarian dan nonvegetarian di Bali [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2008.
6. Lea E, Worsley A. The factor associated with the belief that vegetarian diets provide health benefits. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2003;12(3):296-303.
7. Pawlak R, Berger J, Hines I. Iron status of vegetarian adults: a review of literature. *Am J Lifestyle Med*. 2016;12(6):486-98. doi: 10.1177/1559827616682933
8. Tanaka M, Nakayama J. Development of the gut microbiota in infancy and its impact on health in later life. *Allergol Int*. 2017;66(4):515-22. doi: 10.1016/j.alit.2017.07.010
9. Anggraini L, Lestariana W, Susetyowati S. Asupan gizi dan status gizi vegetarian pada komunitas vegetarian di Yogyakarta. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*. 2015;11(4):143-9. doi: 10.22146/ijcn.22986
10. Nebl J, Schuchardt JP, Wasserfurth P, Haufe S, Eigendorf J, Hahn A, et al. Characterization, dietary habits and nutritional intake of omnivorous, lacto-ovo vegetarian and vegan runners-a pilot study. *BMC Nutr*. 2019;5:51. doi: 10.1186/s40795-019-0313-8
11. Nebl J, Schuchardt JP, Ströhle A, Wasserfurth P, Haufe S, Hahn A, et al. Micronutrient status of recreational runners with vegetarian or non-vegetarian dietary patterns. *Nutrients*. 2019;11(5):1146. doi: 10.3390/nu11051146
12. Scüpbach R, Wegmüller R, Berguerand C, Bui M, Herter-Aeberli I. Micronutrient status and intake in omnivores, vegetarians and vegans in Switzerland. *Eur J Nutr*. 2017;56(1): 283-93. doi: 10.1007/s00394-015-1079-7
13. Kementerian Kesehatan RI. Laporan Nasional RISKESDAS tahun 2018. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2019.
14. Cochran WG. Sampling technique. New York: John Wiley and Son; 1982.
15. Davey GK, Spencer EA, Appleby PN, Allen NE, Knox KH, Key TJ. EPIC Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutr*. 2003;6(3):259-69. doi: 10.1079/PHN2002430
16. Craig WJ, Mangels AR, American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *J Am Diet Assoc*. 2009;109(7):1266-82. doi: 10.1016/j.jada.2009.05.027
17. Zi FH, Wan YG, Yit SC, Yuan KC, Mahendran A. Factors associated with anemia among female adult vegetarian in Malaysia. *Nutr Res Pract*. 2019;13(1):23-31. doi: 10.4162/nrp.2019.13.1.23
18. Obeid R, Geisel J, Schorr H, Hübner U, Herrmann W. The impact of vegetarianism on some haematological parameters. *Eur J Haematol*. 2002;69(5-6):275-9. doi: 10.1034/j.1600-0609.2002.02798.x
19. Thane CW, Bates CJ, Prentice A. Risk factors for low iron intake and poor iron status in a national sample of British young people aged 4-18 years. *Public Health Nutr*. 2003;6(5):485-96. doi: 10.1079/PHN2002455
20. Tonstad S, Stewart K, Oda K, Batech M, Herring RP, Fraser GE. Vegetarian diets and incidence of diabetes in the Adventist Health Study-2. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2013;23(4):292-9. doi: 10.1016/j.numecd.2011.07.004
21. Orlich MJ, Fraser GE. Vegetarian diets in the Adventist Health Study 2: a review of initial published findings. *Am J Clin Nutr*. 2014;100Suppl 1(1):353S-8S. doi: 10.3945/ajcn.113.071233
22. Fung TT, Schulze M, Manson JE, Willett WC, Hu FB. Dietary patterns, meat intake, and the risk of type 2 diabetes in women. *Arch Intern Med*. 2004;164(20):2235-40. doi: 10.1001/archinte.164.20.2235
23. Song SJ, Lee JE, Paik H-Y, Park MS, Song YJ. Dietary patterns based on carbohydrate nutrition are associated

- with the risk for diabetes and dyslipidemia. *Nutr Res Pract*. 2012;6(4):349-56. doi: 10.4162/nrp.2012.6.4.349
24. Yokoyama Y, Barnard ND, Levin SM, Watanabe W. Vegetarian diets and glycemic control in diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2014;4(5):373-82. doi: 10.3978/j.issn.2223-3652.2014.10.04
 25. Livesey G, Tagami H. Interventions to lower the glycemic response to carbohydrate foods with a low-viscosity fiber (resistant maltodextrin): meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2009;89(1):114-25. doi: 10.3945/ajcn.26842
 26. Nichols GA, Hillier TA, Brown JB. Progression from newly acquired impaired fasting glucose to type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2007;30(2):228-33. doi: 10.2337/dc06-1392
 27. Watanabe F. Vitamin B12 sources and bioavailability. *Exp Biol Med*. 2007;232(10):1266-74. doi: 10.3181/0703-MR-67
 28. Carol LZ, Bevan DH, Kate AM, Angela VS, Michelle AR, Ramsay MR. Vitamin B12 and vegetarian diets. *Med J Aust*. 2013;199(S4):S27-32. doi: 10.5694/mja11.11509
 29. Jessica W, Marissa L, Maria NGC. Consequences of inadequate intakes of vitamin A, vitamin B12, vitamin D, calcium, iron, and folate in older person. *Curr Geriatr Rep*. 2018;7(2):103-13. doi: 10.1007/s13670-018-0241-5
 30. Katherine LT. Vegetarian diets and bone status. *Am J Clin Nutr*. 2014;100(suppl 1):329S-335S. doi: 10.3945/ajcn.113.071621
 31. Trailokya A, Srivastava A, Bhole M, Zalte N. Calcium and calcium salts. *J Assoc Physicians India*. 2017;65(2):100-3. doi:
 32. Julia B, Birgit K, Tamara S, Michell W, Rosalind F, Kurt G, et al. Dietary quality in vegetarian and omnivorous female students in Germany: A retrospective study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(4):1888. doi: 10.3390/ijerph18041888

Pengaruh pemberian jelly mengandung glukomanan porang (*Amorphophalus oncophyllus*) dan inulin sebagai makanan selingan terhadap berat badan, IMT, lemak tubuh, kadar kolesterol total, dan trigliserida pada orang dewasa obesitas

Effect of jelly containing of porang (Amorphophalus oncophyllus) glucomannan and inulin as a snack to the body weight, BMI, body fat, total cholesterol, and triglyceride levels in obese adult

Rissa Saputri¹, Rizka Qurrota A'yun¹, Emy Huriyati², Lily Arsanti Lestari^{2,3}, Sri Rahayoe⁴, Yusmiati⁵, Okta Haksaiica Sulisty⁵, Ani Harmayani⁶

¹Departemen Biostatistika, Epidemiologi, dan Kesehatan Populasi, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

²Departemen Gizi dan Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

³Institute for Halal Industry & System, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

⁴Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

⁵Rumah Sakit Akademik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

⁶Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

ABSTRACT

Background: Obesity is a major risk factor for noncommunicable diseases, especially cardiovascular disease. Porang glucomannan and inulin are water-soluble fibers that have been widely studied for their health benefits. Jelly products that contain both types of fiber are expected to have the ability to support the diet program in adults with obese nutritional status. **Objective:** To determine the effect of giving jelly containing a combination of glucomannan porang and inulin on body weight, BMI, body fat, total cholesterol and triglyceride levels in obese adults. **Methods:** This research is a randomized controlled trial using a pre and post test design. A total of 55 subjects who live in the Special Region of Yogyakarta, participated in the study until the end of 8 weeks. Subjects were divided into 3 groups; 18 people in the group who were given jelly containing glucomannan porang and inulin (porang-inulin jelly group), 17 people in the group who were given placebo jelly (placebo jelly group), and 20 people in the negative control group who did not get jelly (negative control group). All subjects received a low calorie diet intervention of 1,500 kcal in the first month and 1,200 kcal in the second month. **Results:** There was a significant reduction in body weight and BMI ($p < 0.05$) in all groups, but there was no difference in the effect between the porang-inulin jelly group and the other groups ($p > 0.05$). Clinically, there was a significant decrease in body fat percentage in the porang-inulin jelly group, in subjects with the category of excess fat percent ($-0.90 \pm 0.49\%$) and obesity ($-1.48 \pm 0.83\%$). A significant decrease in fat percentage also occurred in the porang-inulin jelly group, both in male subjects ($-1.42 \pm 0.50\%$) and female ($-1.15 \pm 0.82\%$), while in the placebo jelly group and negative control, the decrease did not occur in all categories and genders. There was an increase in total cholesterol levels in the negative control group ($p < 0.05$) after the study ($+7.45 \pm 13.18$ mg/dL). In the porang-inulin jelly group, the increase in cholesterol levels did not occur significantly either in general or based on clinical categories and gender. **Conclusion:** Consumption of porang-inulin jelly may support weight loss programs, BMI, percent body fat, and inhibit the increase of total cholesterol and triglyceride levels in adults with obese nutritional status.

KEYWORDS: body mass index; body weight; fat percent; inulin; obesity; Porang glucomannan; total cholesterol level; triglycerides

Korespondensi: Ani Harmayani, Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, e-mail: eniharmayani@ugm.ac.id

Cara sitasi: Saputri R, A'yun RQ, Huriyati E, Lestari LA, Rahayoe S, Yusmiati, Sulisty OH, Harmayani E. Pengaruh pemberian jelly mengandung glukomanan porang (*Amorphophalus oncophyllus*) dan inulin sebagai makanan selingan terhadap berat badan, IMT, lemak tubuh, kadar kolesterol total, dan trigliserida pada orang dewasa obesitas. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2021;17(4):166-183. doi: 10.22146/ijcn.58343

ABSTRAK

Latar belakang: Obesitas merupakan faktor risiko utama untuk penyakit tidak menular, terutama penyakit kardiovaskular. Glukomanan porang dan inulin merupakan serat larut air yang telah banyak diteliti memiliki manfaat terhadap kesehatan. Produk jelly yang memiliki kandungan kedua jenis serat ini diharapkan mampu mendukung program diet pada orang dewasa dengan status gizi obesitas. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh pemberian jelly mengandung kombinasi glukomanan porang dan inulin terhadap berat badan, IMT, lemak tubuh, kadar kolesterol total, dan trigliserida pada orang dewasa yang mengalami obesitas. **Metode:** Penelitian *randomized controlled trial* menggunakan *pre and post test design*. Sebanyak 55 orang subjek yang berdomisili di Daerah Istimewa Yogyakarta mengikuti penelitian hingga akhir yaitu selama 8 minggu. Subjek terbagi ke dalam 3 kelompok yaitu 18 orang kelompok yang diberikan jelly yang mengandung glukomanan porang dan inulin (kelompok jelly porang-inulin), 17 orang kelompok yang diberikan jelly plasebo (kelompok jelly plasebo), dan 20 orang kelompok kontrol negatif yang tidak mendapatkan jelly (kelompok kontrol negatif). Seluruh subjek mendapatkan intervensi *low calorie diet* 1.500 kcal pada bulan pertama dan 1.200 kcal pada bulan kedua. **Hasil:** Terdapat penurunan berat badan dan IMT yang signifikan ($p < 0,05$) pada seluruh kelompok. Namun, tidak ditemukan perbedaan pengaruh antara kelompok pemberian jelly porang-inulin dengan kelompok lainnya ($p > 0,05$). Secara klinis terjadi penurunan signifikan persen lemak tubuh pada kelompok jelly porang-inulin, pada subjek dengan kategori persen lemak berlebih ($-0,90 \pm 0,49\%$) dan obesitas ($-1,48 \pm 0,83\%$). Penurunan persen lemak secara signifikan juga terjadi pada kelompok jelly porang-inulin baik pada subjek laki-laki ($-1,42 \pm 0,50\%$) maupun perempuan ($-1,15 \pm 0,82\%$). Sebaliknya, pada kelompok jelly plasebo dan kontrol negatif, penurunan tersebut tidak terjadi pada seluruh kategori dan jenis kelamin. Terjadi peningkatan kadar kolesterol total pada kelompok kontrol negatif ($p < 0,05$) sesudah penelitian ($+7,45 \pm 13,18$ mg/dL). Pada kelompok jelly porang-inulin peningkatan kadar kolesterol tidak signifikan baik secara umum maupun berdasarkan kategori klinis dan jenis kelamin. **Simpulan:** Konsumsi jelly porang dan inulin dapat mendukung program penurunan berat badan, IMT, dan persen lemak, serta menghambat kenaikan kadar kolesterol total dan trigliserida pada orang dewasa dengan status gizi obesitas.

KATA KUNCI: indeks massa tubuh; berat badan; persen lemak; inulin; obesitas; Glukomanan porang; kadar kolesterol total; trigliserida

PENDAHULUAN

Obesitas kini menjadi masalah kesehatan yang memerlukan perhatian yang sangat besar. Obesitas telah mencapai proporsi epidemi secara global, dengan lebih dari 1 miliar orang dewasa obesitas dan setidaknya 300 juta diantaranya mengalami obesitas klinis, yang merupakan kontributor utama beban global penyakit kronis dan kecacatan (1). Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018, prevalensi obesitas pada orang dewasa meningkat sangat signifikan menjadi 21,8% jika dibandingkan dengan data Riskesdas 2013 (14,8%). Peningkatan prevalensi juga terjadi pada kasus *overweight*, dari 11,5% di tahun 2013 menjadi 13,6% di tahun 2018 (2).

Penyebab utama obesitas adalah pola makan yang buruk dan asupan energi yang tidak seimbang. Jika terjadi keseimbangan energi positif yaitu energi yang masuk lebih besar daripada energi yang keluar dari tubuh, maka berat badan akan meningkat dan menjadi pemicu terjadinya obesitas (3). Salah satu faktor yang memperburuk kualitas pola makan adalah pemilihan makanan selingan atau *snack* yang tidak tepat. Sebagian besar penyandang obesitas mengonsumsi lebih banyak makanan selingan jika dibandingkan dengan orang yang memiliki status gizi normal. Selain jumlah porsi yang

dikonsumsi, kualitas makanan selingan yang rendah karena tinggi gula, lemak, dan natrium menjadikan makanan selingan sangat berkontribusi terhadap kelebihan asupan energi dan merupakan salah satu faktor terjadinya obesitas (4,5).

Glukomanan adalah serat larut air yang diekstrak dari umbi konjac (*Amorphophallus konjac*) atau dari umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) (6,7). Glukomanan konjac merupakan komponen penjendal utama yang digunakan untuk bahan produk jelly, tetapi glukomanan konjac diperoleh melalui impor dari luar negeri sehingga harga produk yang dijual menjadi lebih tinggi. Jelly yang digunakan di dalam penelitian ini menggunakan penjendal glukomanan porang yaitu glukomanan yang diekstrak dari umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*). Porang merupakan tumbuhan tahunan yang umumnya tumbuh di hutan Indonesia. Umbi dari tanaman porang menghasilkan glukomanan porang yang memiliki manfaat dan kualitas yang sama dengan glukomanan konjac (8). Oleh karena itu, penelitian mengenai manfaat kesehatan glukomanan porang sangat penting untuk dilakukan.

Glukomanan merupakan serat larut air yang memiliki manfaat kesehatan antara lain: a) menekan sintesis kolesterol hati; b) meningkatkan sekresi asam empedu dan kolesterol melalui tinja; c) meningkatkan

kandungan asam lemak rantai pendek di saluran pencernaan; d) meningkatkan ekologi kolon pada orang dewasa yang sehat (9,10). Glukomanan dikonsumsi bukan dalam bentuk tepung, tetapi merupakan komposisi suatu produk. Penambahan glukomanan agar dapat menjadi produk yang dapat diterima, tidak dapat dilakukan dalam jumlah besar di dalam suatu produk karena akan mempengaruhi karakteristik produk. Oleh karena itu, produk jelly ini menggunakan kombinasi glukomanan porang dengan jenis serat lain yaitu inulin. Sebuah penelitian telah membuktikan bahwa interaksi dari glukomanan dan inulin mampu meningkatkan konsentrasi probiotik fekal (11).

Inulin adalah serat pangan yang diklasifikasikan sebagai fruktan, inulin tidak hanya memiliki efek prebiotik tetapi juga memberikan efek sistemik yang menguntungkan bagi kesehatan tubuh. Sebuah penelitian yang memberi intervensi inulin sebanyak 10% dari berat tubuh tikus per hari di dalam makanan selama beberapa minggu mampu menurunkan akumulasi triasilgliserol di dalam hati dan massa lemak tubuh (12). Penelitian intervensi inulin yang dilakukan pada manusia menunjukkan bahwa inulin mampu meningkatkan sekresi peptida di saluran cerna endogen yaitu GLP-1, PYY, dan ghrelin yang berperan di dalam mengatur nafsu makan (13).

Penyandang *overweight* dan obesitas memerlukan makanan selingan yang dapat meningkatkan rasa kenyang sehingga pelaku diet tidak *overeating* pada episode makan selanjutnya untuk mendukung keberhasilan diet (14). Pemilihan jelly mengandung glukomanan sebagai makanan selingan yang menjadi intervensi pada penelitian ini berdasarkan beberapa alasan yaitu, a) kandungan zat aktif di dalam jelly ini yaitu inulin, glukomanan, dan karagenan merupakan serat larut air yang dapat meningkatkan rasa kenyang serta memiliki berbagai manfaat kesehatan seperti yang telah dijelaskan di atas; b) jelly merupakan makanan yang sudah populer di masyarakat, mudah diterima, dan cocok untuk dijadikan makanan selingan karena praktis (*ready to eat*), ekonomis, dan rasa yang cenderung disukai masyarakat dengan berbagai usia.

Terdapat beberapa penelitian eksperimental yang dilakukan untuk menguji pengaruh pemberian makanan

selingan atau *snack* yang memiliki kandungan tinggi serat terhadap komposisi tubuh dan kadar profil lipid (15-17). Namun, penelitian yang menggunakan makanan selingan berupa jelly tinggi serat dan mengandung penjendal glukomanan porang belum dilakukan. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengetahui pengaruh pemberian makanan selingan berupa jelly mengandung kombinasi glukomanan porang dan inulin terhadap berat badan dan profil lipid pada orang dewasa obesitas dengan kombinasi edukasi *low calorie diet*.

BAHAN DAN METODE

Desain dan subjek

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental yang menggunakan rancangan penelitian *randomized controlled trial* (RCT) dengan *pre-post test group design*. Kelompok jelly porang-inulin merupakan kelompok intervensi yang diberikan makanan selingan berupa jelly mengandung kombinasi glukomanan porang dan inulin sebanyak 2 kali sehari, kelompok jelly plasebo merupakan kelompok yang diberikan makanan selingan berupa jelly plasebo sebanyak 2 kali sehari, sedangkan kelompok kontrol negatif tidak mendapatkan intervensi berupa jelly. Pemberian intervensi dilakukan selama delapan minggu kepada subjek. Ketiga kelompok perlakuan mendapatkan edukasi mengenai *low calorie diet*. Penelitian ini menggunakan metode *single blinded*, yaitu subjek penelitian tidak mengetahui jenis intervensi yang diterimanya. Metode *double blinded* tidak digunakan pada penelitian ini karena peneliti sendiri yang memberikan edukasi *low calorie diet* kepada seluruh subjek penelitian. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Akademik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta sebagai tempat pengambilan data dan sampel darah. Pembuatan jelly mengandung kombinasi glukomanan porang dan inulin dan jelly plasebo dilakukan oleh PT. Niramas Utama (INACO).

Populasi adalah orang dewasa *overweight* yang berada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Kriteria inklusi penelitian ini adalah orang dewasa usia 18–40 tahun, memiliki status gizi *overweight* ($IMT < 23 \text{ kg/m}^2$ – $24,9 \text{ kg/m}^2$) atau obesitas ($IMT \geq 25 \text{ kg/m}^2$) berdasarkan klasifikasi indeks massa tubuh (IMT) Asia Pasifik (18),

bersedia mengikuti penelitian, dan menandatangani *informed consent*. Kriteria eksklusi penelitian ini antara lain, a) menderita penyakit kronis sebelum penelitian dilakukan atau mengalami serangan penyakit kronis sewaktu pelaksanaan penelitian, data penyakit kronis sebelum penelitian diperoleh dengan menggunakan wawancara dan pengisian kuesioner, dan jika ada serangan penyakit kronis yang dialami subjek selama penelitian dilakukan dilaporkan langsung kepada peneliti; b) sedang mengonsumsi obat-obatan, herbal, atau suplemen yang merupakan obat pelangsing, penurun kolesterol, penambah hormon sehingga mempengaruhi profil lipid, obat diuretik, obat penurun gula darah, vitamin dan atau suplemen yang dapat merangsang nafsu makan seperti vitamin B, curcuma, ginseng, zinc, dan asam lemak omega 3; c) sedang menjalani program diet atau membatasi asupan makan; d) hamil dan menyusui; e) atlet yang sedang dalam masa training, kriteria ini perlu dieksklusi untuk mencegah ketidakhomogenan aktivitas fisik subjek; f) merokok dan mengonsumsi alkohol; g) memiliki kondisi tubuh yang menyebabkan tidak dapat dilakukan pengukuran antropometri dengan benar, seperti penyandang disabilitas; h) memenuhi kriteria pengukuran gangguan nafsu makan dengan kuesioner *Binge Eating Disorder* (BED), kriteria ini juga perlu dieksklusi karena penanganan sindrom BED memerlukan dukungan dari ahli kejiwaan (psikolog/psikiater) agar program diet dapat tercapai secara efektif.

Lebih lanjut, kriteria pengguguran (*drop out*) yaitu subjek yang mengonsumsi produk intervensi kurang dari 80% (rata-rata dalam 1 minggu); subjek yang tidak mengikuti kelas edukasi mengenai *low calorie diet*; mengalami kondisi tertentu yang membuat subjek tidak dapat melanjutkan penelitian, seperti hamil, diare dengan tingkat dehidrasi berat, atau didiagnosa memiliki penyakit

degeneratif. Perhitungan besar sampel yaitu berdasarkan rumus besar sampel untuk pengujian hipotesis beda dua rata-rata dengan nilai $\alpha=95\%$ sehingga diperoleh jumlah sampel minimal yang harus dipenuhi yaitu 18 subjek untuk masing-masing kelompok dengan memperkirakan angka *drop out* yaitu 50%. Subjek kemudian dibagi ke dalam tiga kelompok dengan metode randomisasi blok.

Pembuatan produk jelly

Bahan kering yang terdiri dari inulin, glukomanan porang, karagenan, kalium sitrat, dan kalium sorbat dicampur menjadi premix bahan kering. Proses pembuatan jelly menggunakan bubuk *premix* yang merupakan kombinasi dari bahan utama pembuatan jelly. *Premix* dilarutkan dan diaduk bersama air dan gula menggunakan *turbo mixer* kemudian dipanaskan dan diaduk pada tangki masak hingga suhu mencapai 85°C. Tahapan selanjutnya ialah penambahan asam sitrat, asam malat, pewarna makanan, perisa, dan air. Setelah diberikan berbagai tambahan tersebut, kemudian dilakukan proses *filling* ke dalam cup disertai penambahan *nata de coco* sebanyak 4 – 5 buah per cup. Tahapan selanjutnya ialah pasteurisasi dan pengemasan jelly ke dalam cup 100 ml dengan berat 120 gram per cup. Kandungan gizi jelly dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Pengumpulan dan pengukuran data

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu pemberian jelly porang-inulin, mengandung glukomanan porang dan inulin yang dikonsumsi sebagai makanan selingan. Variabel terikat adalah berat badan, IMT, persen lemak tubuh, kadar kolesterol total, dan kadar trigliserida.

Pemberian jelly porang-inulin. Jelly porang yang diberikan untuk kelompok ini adalah makanan selingan berbentuk setengah padat dengan tekstur yang kenyal, terbuat dari tepung glukomanan yang diekstrak dari umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*), air, sukrosa, inulin, karagenan, perisa, dan pewarna makanan. Sementara jelly plasebo merupakan jelly yang tidak mengandung glukomanan porang dan inulin, yang terbuat dari sukrosa, karagenan, perisa, air, dan pewarna makanan. Jelly dikonsumsi sebanyak 2 kali 1 cup sehari yaitu pada selingan pagi dan selingan sore.

Tabel 1. Kandungan gizi jelly per sajian (120 gram)

Zat gizi	Jelly porang	Jelly placebo
Kadar air (ml)	97,95	105,36
Kadar abu (g)	0,32	0,56
Energi (kkal)	84,15	54,21
Protein total (g)	0,19	0,11
Lemak (g)	0,19	tt
Karbohidrat <i>by different</i> (g)	21,35	13,96
Serat pangan total (g)	8,08	0,74

tt= tidak terdeteksi

Pengukuran antropometri. Data antropometri meliputi berat badan, tinggi badan, dan IMT yang diukur pada awal dan akhir penelitian. Berat badan diukur dengan alat timbangan injak digital. Tinggi badan diukur dengan alat ukur *microtoise*. Hasil pengukuran berat badan dan tinggi badan digunakan untuk menentukan status gizi berdasarkan nilai IMT.

Persen lemak tubuh. Data persen lemak tubuh adalah persen jumlah lemak yang terkandung dalam seluruh tubuh dibandingkan dengan berat badan yang dinyatakan dalam satuan persen. Persen lemak tubuh diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan *bioelectrical impedance analyzer (BIA)* merk Omron HBF-375 *body composition monitor*. Subjek diukur dengan menggunakan pakaian seminimal mungkin dan melepas seluruh aksesoris terbuat dari logam yang digunakan. Pengukuran persen lemak tubuh dilakukan sebelum dan sesudah penelitian. Hasil pengukuran merupakan rerata dari dua kali pengukuran.

Profil lipid. Pengukuran kadar kolesterol total dan trigliserida darah dilakukan sebanyak 2 kali yaitu sebelum dan setelah perlakuan, yang diukur setelah subjek berpuasa selama 10-12 jam (malam sebelum pengambilan darah). Sampel darah diambil pada subjek sebanyak 3 ml dari vena *mediana cubiti*. Pengukuran ini dilakukan di awal dan akhir penelitian. Pengambilan sampel darah dilakukan oleh analis kesehatan di Laboratorium Rumah Sakit Akademik UGM Yogyakarta.

Asupan zat gizi merupakan variabel yang dikendalikan dalam bentuk edukasi dan konseling *low calorie diet*. Asupan makan adalah jenis dan jumlah makanan yang dihitung dan dikonversi dalam bentuk jumlah energi menggunakan *food record* yang didukung oleh dokumentasi foto makanan (metode *food photography*) yang dikonsumsi oleh subjek selama 24 jam, foto-foto makanan tersebut dikirimkan oleh subjek penelitian melalui *whatsapp group* subjek penelitian. Pengukuran ini dilakukan sebelum dilakukan intervensi yaitu minggu ke-0 sebanyak 3 hari dan selama intervensi yaitu pada minggu ke-2, ke-4, ke-6, dan ke-8. Pemilihan hari untuk pengambilan data *food record* selama penelitian sebanyak empat kali, yaitu dua data asupan makan saat *weekday* dan dua data asupan makan saat *weekend*. Seluruh subjek penelitian mendapatkan

edukasi *low calorie diet* sebelum penelitian dimulai oleh ahli gizi dari Rumah Sakit Akademik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Subjek diberikan informasi mengenai jumlah, ukuran, pembagian porsi makanan, dan contoh makanan sesuai dengan panduan diet yang diberikan agar subjek dapat mempersiapkan makanannya sendiri. Upaya yang dilakukan untuk menghindari stres dan kejenuhan yang mungkin akan dialami oleh subjek adalah defisit kalori yang dianjurkan dilakukan secara bertahap, yaitu pada bulan pertama sebesar 1.500 kkal/hari sedangkan untuk bulan kedua sebesar 1.200 kkal/hari dengan komposisi karbohidrat 60%, lemak 25%, dan protein 15%. Pengaturan asupan energi untuk makan sehari disesuaikan dengan kandungan energi jelly yang diberikan di masing-masing kelompok.

Aktivitas fisik merupakan variabel luar yang diukur di dalam penelitian ini. Aktivitas fisik adalah aktivitas subjek yang dinilai berdasarkan intensitas, durasi, dan pengeluaran energi yang diukur menggunakan kuesioner *International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) Short Form*. Aktivitas fisik diukur sebelum dan sesudah intervensi untuk mengetahui perubahan aktivitas selama penelitian yang kemungkinan dapat mempengaruhi hasil intervensi. Hasil pengukuran aktivitas fisik menggunakan IPAQ-SF dihitung dengan cara menghitung jumlah aktivitas fisik subjek dengan klasifikasi ringan, sedang, dan berat dalam satuan menit dan jumlah hari dalam satu minggu, kemudian mengalikan jumlah menit masing-masing aktivitas tersebut dengan konstanta masing-masing intensitas.

Alur penelitian ini dimulai dengan tahapan persiapan yaitu pengurusan izin dan rekrutmen enumerator kemudian dilanjutkan tahap pelaksanaan penelitian yaitu rekrutmen dan skrining subjek yang dilakukan secara *online*, sosialisasi teknis penelitian kepada calon subjek yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Setelah subjek mendengarkan sosialisasi penelitian dan setuju untuk berpartisipasi di dalam penelitian ini, selanjutnya subjek diminta untuk menandatangani *informed consent*. Penelitian ini dilakukan setelah memperoleh izin dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada dengan nomor referensi: KE/FK/0096/EC.

Analisis data

Data yang diperoleh kemudian diolah dan ditabulasi menggunakan *Microsoft Excel*. Data yang telah ditabulasi kemudian dianalisis dengan menggunakan program *software SPSS 24*. Interval kepercayaan yang digunakan sebesar 95%, oleh karena itu jika *p-value* <0,05 dinyatakan signifikan secara statistik. Uji statistik yang dilakukan antara lain menggunakan uji *Chi-square* untuk data kategori, uji untuk mengetahui perbedaan data antarkelompok menggunakan *ANOVA test*, dan *paired t-test* untuk mengetahui apakah ada perbedaan sebelum dan setelah perlakuan.

HASIL

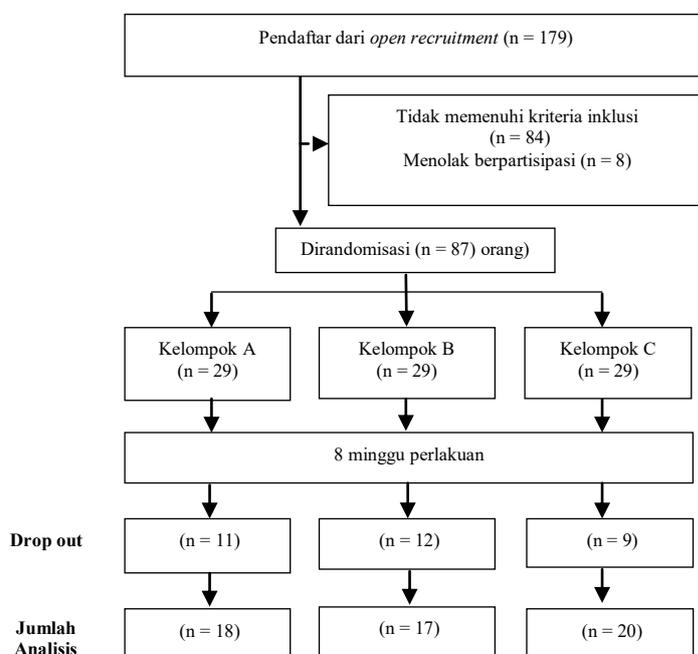
Sebanyak 87 orang dari 179 pendaftar (50% dari keseluruhan pendaftar) berhasil memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, bersedia mengikuti prosedur penelitian serta menandatangani *form informed consent* penelitian. Sebanyak 87 orang subjek penelitian kemudian dirandomisasi ke dalam tiga kelompok perlakuan, masing-masing kelompok terdiri dari 29 orang subjek. Selama menjalani penelitian, beberapa subjek mengalami *drop out* karena tidak datang pada kelas edukasi dan pengambilan data *pre test*, dan beberapa

subjek mengalami *dropout* karena sakit, konsumsi jelly di bawah 80%, dan tidak datang pada saat pengambilan data *post test* karena pandemi Covid-19 (**Gambar 1**).

Jumlah sampel yang melebihi perhitungan jumlah sampel yang dibutuhkan ini bertujuan untuk meminimalisir risiko subjek yang *drop out* dalam jumlah besar selama penelitian karena penelitian berlangsung cukup lama yaitu 8 minggu. Karakteristik subjek penelitian pada **Tabel 2** menunjukkan bahwa karakteristik awal berupa jenis kelamin, usia, berat badan, tinggi badan, IMT, status gizi, dan aktivitas fisik subjek tidak berbeda signifikan ($p>0,05$). Dengan demikian, dapat disimpulkan kondisi awal pada ketiga kelompok homogen atau tidak berbeda.

Asupan makan

Analisis asupan makan subjek yang diukur pada tiga waktu selama penelitian pada masing-masing kelompok menunjukkan bahwa hampir seluruh data asupan mengalami penurunan dan sebagian besar asupan menurun secara signifikan, yaitu pada asupan energi, protein, lemak, karbohidrat, dan kolesterol (**Tabel 3**). Penurunan asupan energi dan lemak pada semua kelompok mengalami penurunan signifikan secara statistik. Sesudah



Gambar 1. Alur seleksi subjek penelitian

Tabel 2. Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik subjek (n = 55)	Kelompok perlakuan			p-value
	Jelly porang (A) (n=18)	Jelly placebo (B) (n=17)	Kontrol negatif (C) (n=20)	
Usia ² (tahun)	27,89 ± 4,89	25,88 ± 4,36	27,50 ± 4,30	0,386 ^b
Jenis kelamin ¹ (n, %)				
Laki-laki	5 (27,8)	7 (41,2)	9 (30,0)	0,526 ^a
Perempuan	13 (72,2)	10 (58,8)	11 (60,0)	
Berat badan ³ (kg)	80,64 ± 10,93	74,51 ± 14,53	76,78 ± 13,74	0,383 ^b
Tinggi badan ³ (cm)	159,92 ± 8,32	159,80 ± 7,86	160,64 ± 8,58	0,944 ^b
Indeks massa tubuh ³ (kg/m ²)	31,54 ± 3,67	29,07 ± 4,61	29,65 ± 4,18	0,191 ^b
Status gizi ¹ (n, %)				
Overweight	0 (0,0)	4 (23,5)	3 (10,0)	0,082 ^a
Obese	18 (100)	13 (76,5)	18 (90,0)	
Aktivitas fisik	1.870,69 ± 1.236,53	1.214,06 ± 1.247,95	1.922,72 ± 2.537,32	0,442 ^b

^a = Chi Square; ^b = One Way Anova; ¹ = data disajikan dalam bentuk n (%)

² = data tidak terdistribusi normal, data disajikan dalam bentuk rerata ± SD

³ = data terdistribusi normal, data disajikan dalam bentuk rerata ± SD

penelitian, penurunan asupan energi pada kelompok plasebo sangat tinggi dibandingkan dengan kelompok lain sesudah penelitian sehingga membuat asupan energi *post test* antarkelompok homogen. Asupan protein dan kolesterol pada kelompok kontrol negatif mengalami penurunan, tetapi tidak signifikan. Asupan karbohidrat menurun pada ketiga kelompok, tetapi hanya penurunan pada kelompok jelly plasebo yang signifikan secara statistik sehingga asupan karbohidrat saat *post test* antarkelompok homogen.

Selain terjadi penurunan asupan energi dan zat gizi, terjadi peningkatan signifikan asupan serat setelah penelitian pada kelompok jelly porang dan kelompok kontrol negatif, sedangkan pada kelompok jelly plasebo tidak terjadi perubahan signifikan. Setelah dilakukan analisis lanjutan menggunakan *Duncan's Multiple Range Test*, diketahui bahwa pada analisis serat menunjukkan kelompok perlakuan memiliki peningkatan yang paling signifikan jika dibandingkan dengan kelompok plasebo dan kelompok kontrol.

Berat badan dan indeks massa tubuh

Terdapat penurunan berat badan yang signifikan setelah pemberian intervensi selama 8 minggu pada semua kelompok perlakuan. Jika analisis statistik dibedakan berdasarkan jenis kelamin, pemberian jelly porang memberikan hasil penurunan berat badan terbaik

pada jenis kelamin perempuan. Tidak ada perbedaan perubahan yang signifikan ($p=0,787$) pada berat badan antara sebelum dan setelah intervensi antarkelompok. Hasil yang sama juga ditunjukkan pada variabel IMT. Secara umum, hasil analisis menunjukkan adanya penurunan nilai IMT yang signifikan antara sebelum dan setelah intervensi pada ketiga kelompok perlakuan. Penurunan nilai IMT terbaik berdasarkan jenis kelamin yaitu kelompok jelly porang pada jenis kelamin perempuan. Tidak ada perbedaan pengaruh intervensi yang signifikan ($p=0,773$) antarkelompok terhadap perubahan nilai IMT (**Tabel 4**).

Persen lemak tubuh

Persen lemak pada ketiga kelompok setelah penelitian mengalami penurunan yang signifikan ($p<0,05$). Namun, secara umum penurunan persen lemak yang terjadi antarkelompok tidak berbeda secara signifikan. Berdasarkan klasifikasi klinis persen lemak, subjek pada kelompok jelly porang-inulin dengan persen lemak berlebih maupun obesitas mengalami penurunan persen lemak signifikan ($p=0,001$) sedangkan pada kedua kelompok lain tidak terjadi penurunan pada kedua kategori klinis. Berdasarkan jenis kelamin, persen lemak baik pada subjek laki-laki ($p=0,003$) maupun perempuan ($p=0,001$) pada kelompok jelly porang-inulin juga mengalami penurunan yang signifikan (**Tabel 5**).

Tabel 3. Pengaruh intervensi terhadap asupan makan

Variabel	Jelly porang-inulin (n=18)	Jelly plasebo (n=17)	Kontrol negatif (n=20)	p-value
Energi (kcal)				
Pre	1.428,86 ± 221,80	1.710,46 ± 239,53	1.513,11 ± 380,12	0,020 ^{*b}
Mid	1.125,04 ± 213,50	1.201,23 ± 203,36	1.218,71 ± 226,99	0,380 ^b
Post	1.155,08 ± 164,21	1.142,60 ± 295,47	1.228,66 ± 272,71	0,525 ^b
p-value	<0,001 ^{*d}	<0,001 ^{*d}	0,004 ^{*d}	
Protein (g)				
Pre	54,14 ± 8,02	63,91 ± 9,94	59,23 ± 18,14	0,098 ^b
Mid	42,54 ± 8,69	44,91 ± 11,49	51,94 ± 14,74	0,056 ^b
Post	47,43 ± 11,10	43,35 ± 13,97	50,84 ± 15,28	0,259 ^b
p-value	0,002 ^{*d}	<0,001 ^{*d}	0,169 ^d	
Lemak (g)				
Pre	59,32 ± 13,05	63,42 ± 12,92	63,03 ± 20,59	0,705 ^b
Mid	38,84 ± 9,68	40,96 ± 12,59	47,95 ± 14,99	0,077 ^b
Post	43,05 ± 12,44	41,15 ± 14,51	48,07 ± 18,26	0,369 ^b
p-value	<0,001 ^{*d}	<0,001 ^{*d}	0,011 ^{*d}	
Karbohidrat (g)				
Pre	173,23 ± 39,97	219,83 ± 32,03	180,16 ± 45,80	0,002 ^{*b}
Mid	156,82 ± 35,48	166,58 ± 40,66	153,85 ± 33,87	0,556 ^b
Post	148,54 ± 24,53	152,35 ± 38,01	154,67 ± 33,81	0,844 ^b
p-value	0,058 ^d	<0,001 ^{*d}	0,055 ^d	
Serat (g)				
Pre	8,27 ± 3,22	8,93 ± 3,13	9,94 ± 3,75	0,319 ^b
Mid	23,04 ± 5,78	8,42 ± 3,19	14,21 ± 6,43	<0,001 ^{*b}
Post	20,45 ± 9,99 ^x	8,34 ± 3,38 ^y	11,13 ± 5,20 ^y	<0,001 ^{*b}
p-value	<0,001 ^{*d}	0,689 ^d	0,014 ^{*d}	
Kolesterol (mg)				
Pre	325,77 ± 84,61	339,13 ± 117,66	315,48 ± 118,06	0,803 ^b
Mid	267,51 ± 92,08	283,33 ± 91,40	284,28 ± 100,11	0,836 ^b
Post	228,41 ± 140,3	211,21 ± 100,26	219,41 ± 194,68	0,946 ^b
p-value	0,002 ^{*d}	<0,001 ^{*d}	0,056 ^d	

Data asupan makan disajikan dalam bentuk rerata ± SD

^b = One Way Anova; ^d = Repeated Measures Anova

^{x,y} = Duncan's Multiple Range Test, superscript huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata

*signifikan (p<0,05)

Kadar kolesterol total darah

Setelah intervensi, kadar kolesterol total secara umum pada setiap kelompok mengalami peningkatan. Namun, hanya kadar kolesterol total pada kelompok kontrol negatif yang mengalami peningkatan secara signifikan (p<0,05). Berdasarkan klasifikasi klinis, pada subjek yang memiliki kadar kolesterol total lebih dari sama dengan 200 mg/dL sebelum penelitian, terjadi penurunan kadar kolesterol total sebesar -8,33 ± 6,03 mg/dL. Secara statistik penurunan tersebut tidak signifikan, tetapi rerata kadar kolesterol total *post test* subjek pada kelompok jelly porang tersebut hampir mendekati nilai signifikan secara klinis yaitu 200,67 ± 10,97 mg/dL

(normal <200 mg/dL). Hal ini menarik karena penurunan kadar kolesterol total hanya terjadi pada kelompok jelly porang. Berdasarkan jenis kelamin, baik subjek laki-laki maupun perempuan pada kelompok jelly plasebo dan kelompok kontrol negatif mengalami peningkatan kadar kolesterol lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelompok jelly porang-inulin. Bahkan, subjek laki-laki pada kelompok kontrol negatif mengalami peningkatan kadar kolesterol secara signifikan (**Tabel 6**).

Kadar trigliserida darah

Pengaruh intervensi terhadap kadar trigliserida subjek penelitian menunjukkan adanya peningkatan

Tabel 4. Pengaruh intervensi terhadap berat badan dan indeks massa tubuh

Variabel	Jelly porang-inulin (n=18)	Jelly plasebo (n=17)	Kontrol negatif (n=20)	p-value
Berat badan (kg)				
Pre	80,64 ± 10,93	74,51 ± 14,53	76,78 ± 13,74	0,383 ^b
Post	77,38 ± 10,90	71,58 ± 15,05	73,42 ± 13,38	0,397 ^b
Δ	-3,27 ± 1,53	-2,93 ± 1,98	-3,36 ± 2,18	0,787 ^b
p-value	<0,001 ^{*c}	<0,001 ^{*c}	<0,001 ^{*c}	
Berdasarkan jenis kelamin				
Laki-laki (n = 5)		(n = 7)	(n = 9)	
Pre	89,46 ± 8,68	82,80 ± 14,11	84,98 ± 8,56	0,568 ^b
Post	85,98 ± 8,67	79,77 ± 13,36	81,02 ± 9,29	0,571 ^b
Δ	-3,48 ± 2,20	-3,03 ± 1,49	-3,96 ± 2,06	0,639 ^b
p-value	0,024 ^{*c}	0,002 ^{*c}	<0,001 ^{*c}	
Perempuan (n = 13)		(n = 10)	(n = 11)	
Pre	77,25 ± 9,96	68,71 ± 12,33	70,08 ± 14,01	0,196 ^b
Post	74,07 ± 10,03	65,84 ± 11,95	67,21 ± 13,29	0,202 ^b
Δ	-3,18 ± 1,30	-2,87 ± 2,34	-2,87 ± 2,25	0,903 ^b
p-value	<0,001 ^{*c}	0,004 ^{*c}	0,002 ^{*c}	
Indeks massa tubuh (kg/m²)				
Pre	31,53 ± 3,67	29,07 ± 4,61	29,65 ± 4,18	0,191 ^b
Post	30,26 ± 3,63	27,93 ± 4,57	28,36 ± 4,11	0,209 ^b
Δ	-1,28 ± 0,59	-1,13 ± 0,75	-1,29 ± 0,82	0,773 ^b
p-value	<0,001 ^{*c}	<0,001 ^{*c}	<0,001 ^{*c}	
Berdasarkan jenis kelamin				
Laki-laki (n = 5)		(n = 7)	(n = 9)	
Pre	30,34 ± 3,11	29,89 ± 4,88	30,27 ± 3,37	0,974 ^b
Post	29,16 ± 3,09	28,80 ± 4,70	28,86 ± 3,65	0,987 ^b
Δ	-1,18 ± 0,75	-1,08 ± 0,51	-1,41 ± 0,73	0,613 ^b
p-value	0,024 ^{*c}	0,002 ^{*c}	<0,001 ^{*c}	
Perempuan (n = 13)		(n = 10)	(n = 11)	
Pre	32,00 ± 3,87	28,50 ± 4,59	29,14 ± 4,84	0,137 ^b
Post	30,68 ± 1,07	27,33 ± 4,63	27,95 ± 4,59	0,151 ^b
Δ	-1,32 ± 0,55	-1,17 ± 0,92	-1,19 ± 0,91	0,883 ^b
p-value	<0,001 ^{*c}	0,003 ^{*c}	0,001 ^{*c}	

Data berat badan dan indeks massa tubuh disajikan dalam bentuk rerata ± SD

^b = One Way Anova; ^c = T-test paired comparison; *signifikan (p<0,05)

setelah intervensi pada seluruh kelompok, tetapi perubahan tersebut tidak signifikan (p>0,05). Perubahan kadar trigliserida setelah intervensi yaitu +2,83 mg/dL pada kelompok jelly porang, +14,47 mg/dL pada kelompok jelly placebo, dan +18,55 mg/dL pada kelompok kontrol negatif. Kadar trigliserida sebelum diberikan intervensi pada seluruh subjek tergolong normal. Meskipun terdapat kenaikan setelah diberikan intervensi, kenaikan kadar trigliserida tersebut masih dalam batas kadar normal. Hasil analisis berdasarkan

jenis kelamin menunjukkan bahwa terdapat penurunan kadar trigliserida (-2,23 mg/dL) pada jenis kelamin perempuan kelompok intervensi jelly porang meskipun tidak signifikan secara statistik. Perubahan kadar trigliserida antarkelompok dianalisis secara statistik yang menunjukkan tidak ada pengaruh intervensi terhadap perubahan kadar trigliserida antarkelompok secara umum maupun berdasarkan jenis kelamin (**Tabel 7**).

Tabel 5. Pengaruh intervensi terhadap persen lemak tubuh

Variabel	Jelly porang-inulin (n=18)	Jelly plasebo (n=17)	Kontrol negatif (n=20)	p-value ^b
Secara umum (n = 55)				
Pre	36,09 ± 5,52	32,97 ± 5,65	32,74 ± 5,50	0,137
Post	34,87 ± 5,47	32,01 ± 5,61	31,71 ± 5,92	0,189
Δ	-1,22 ± 0,74	-0,96 ± 1,07	-1,03 ± 1,38	0,769
p-value ^c	0,001*	0,001*	0,001*	
Berdasarkan klasifikasi klinis				
Lemak berlebih	n = 8	n = 10	n = 11	
Pre	34,74 ± 4,73	32,94 ± 5,92	32,71 ± 5,34	0,694
Post	33,83 ± 5,03	31,86 ± 5,97	31,99 ± 5,88	0,724
Δ	-0,90 ± 0,49	-1,08 ± 0,84	-0,72 ± 1,43	0,735
p-value ^c	0,001*	0,003*	0,128	
Obesitas	n = 10	n = 7	n = 9	
Pre	37,17 ± 6,10	33,01 ± 5,70	32,79 ± 6,01	0,226
Post	35,69 ± 5,92	32,23 ± 5,50	31,37 ± 6,30	0,268
Δ	-1,48 ± 0,83	-0,78 ± 1,38	-1,42 ± 1,29	0,442
p-value ^c	0,001*	0,183	0,011*	
Berdasarkan jenis kelamin				
Laki-laki	n = 5	n = 7	n = 9	
Pre	29,34 ± 5,04	28,00 ± 4,44	28,73 ± 3,89	0,868
Post	27,92 ± 5,00	27,29 ± 4,96	27,02 ± 4,26	0,942
Δ	-1,42 ± 0,50	-0,71 ± 1,37	-1,71 ± 1,39	0,301
p-value ^c	0,003*	0,218	0,006*	
Perempuan	n = 13	n = 10	n = 11	
Pre	38,68 ± 2,90	36,45 ± 3,31	36,03 ± 4,36	0,158
Post	37,54 ± 2,48	35,32 ± 3,16	35,54 ± 4,01	0,199
Δ	-1,15 ± 0,82	-1,13 ± 0,83	-0,48 ± 1,15	0,181
p-value ^c	0,001*	0,002*	0,196	

Data persen lemak disajikan dalam bentuk rerata ± SD

^b = One Way Anova; ^c = T-test paired comparison; *signifikan (p<0,05)

BAHASAN

Pengaruh intervensi terhadap berat badan, IMT, dan persen lemak

Jelly porang-inulin mengandung serat pangan total sebesar 8,08 gram per cup. Subjek penelitian diminta mengonsumsi jelly sebanyak 2 cup per hari selama 8 minggu. Dengan demikian, pada kelompok pemberian jelly porang-inulin, asupan serat dari jelly saja sebanyak 16,16 gram per hari dapat memenuhi kebutuhan serat sebesar 47,5% dari angka kecukupan gizi (AKG). Selain itu, jelly porang-inulin mengandung glukomanan sebanyak 0,48 gram dan inulin 14,64 gram. Pemberian glukomanan 1,2-15,1 gram per hari dapat menurunkan kadar kolesterol, *low density lipoprotein* (LDL), trigliserida, berat badan, dan gula darah puasa sedangkan pemberian inulin 9-20 gram per hari dapat

memberikan manfaat kesehatan pada profil lipid manusia (19,20). Kandungan glukomanan porang yang berlebihan dapat meningkatkan kekenyalan jelly sehingga jelly menjadi lebih padat dan keras. Hal ini tentunya akan mempengaruhi daya terima jelly di masyarakat. Oleh karena itu, dengan penambahan inulin diharapkan jelly tersebut dapat meningkatkan kadar serat dan dapat memberikan pengaruh kesehatan pada orang dengan kelebihan berat badan.

Jelly porang-inulin dapat menurunkan berat badan dan IMT secara signifikan walaupun tidak terdapat perbedaan perubahan berat badan dan IMT antarkelompok. Meskipun angka penurunan berat badan dan IMT subjek pada kelompok kontrol negatif terlihat lebih tinggi, tetapi tidak berbeda jauh dengan kelompok pemberian jelly porang-inulin. Hal ini kemungkinan karena jumlah subjek yang lebih sedikit

Tabel 6. Data kadar kolesterol total subjek sebelum dan sesudah penelitian

Variabel	Jelly porang (n=18)	Jelly placebo (n=17)	Kontrol negatif (n=20)	p-value
Secara umum (n = 55)				
Pre	168,50 ± 28,75	188,06 ± 28,79	183,70 ± 38,79	0,184 ^b
Post	169,44 ± 28,95	192,82 ± 28,64	191,15 ± 40,61	0,075 ^b
Δ	+0,94 ± 15,10	+4,76 ± 11,50	+7,45 ± 13,18	0,332 ^b
p-value	0,794 ^c	0,107 ^c	0,021 ^{c*}	
Berdasarkan klasifikasi klinis				
< 200 mg/dL	n = 15	n = 12	n = 13	
Pre	160,40 ± 23,96	173,25 ± 16,93	162,46 ± 24,88	0,310 ^b
Post	163,20 ± 27,38	179,75 ± 22,54	171,31 ± 30,00	0,296 ^b
Δ	+2,80 ± 15,79	+6,50 ± 12,46	+8,85 ± 15,20	0,551 ^b
p-value	0,503 ^c	0,098 ^c	0,058 ^c	
≥ 200 mg/dL	n = 3	n = 5	n = 7	
Pre	209,00 ± 17,21	223,60 ± 17,04	223,14 ± 27,09	0,606 ^b
Post	200,67 ± 10,97	224,20 ± 11,82	228,00 ± 31,39	0,271 ^b
Δ	-8,33 ± 6,03	+0,60 ± 8,44	+4,86 ± 8,71	0,108 ^b
p-value	0,139 ^c	0,881 ^c	0,190 ^c	
Berdasarkan jenis kelamin				
Laki-laki	n = 5	n = 7	n = 9	
Pre	173,00 ± 28,42	203,29 ± 35,66	176,56 ± 28,46	0,176 ^b
Post	173,80 ± 23,25	204,86 ± 34,13	186,56 ± 33,05	0,252 ^b
Δ	+0,80 ± 16,59	+1,57 ± 8,79	+10,00 ± 11,82	0,290 ^b
p-value	0,919 ^c	0,653 ^c	0,035 ^{c*}	
Perempuan	n = 13	n = 10	n = 11	
Pre	166,77 ± 29,83	177,40 ± 17,87	189,55 ± 46,11	0,430 ^c
Post	167,77 ± 31,56	184,40 ± 22,14	194,91 ± 47,17	0,180 ^b
Δ	+1,00 ± 15,19	+7,00 ± 13,04	+5,36 ± 14,41	0,582 ^b
p-value	0,816 ^c	0,124 ^c	0,245 ^c	

Data kadar kolesterol total disajikan dalam bentuk rerata ± SD; ^b = One Way Anova; ^c = T-test paired comparison

Tabel 7. Data kadar trigliserida darah subjek sebelum dan sesudah penelitian

Variabel	Jelly porang (n=18)	Jelly placebo (n=17)	Kontrol negatif (n=20)	p-value ^b
Secara umum (n = 55)				
Pre	88,39 ± 28,19	107,59 ± 38,24	107,90 ± 50,48	0,261
Post	91,22 ± 27,63	122,06 ± 51,11	126,35 ± 75,98	0,129
Δ	+2,83 ± 25,61	+14,47 ± 34,07	+18,55 ± 61,97	0,593
p-value	0,645 ^c	0,099 ^c	0,332 ^c	
Berdasarkan jenis kelamin				
Laki-laki	(n = 5)	(n = 7)	(n = 9)	
Pre	92,80 ± 9,50	123,14 ± 33,32	99,67 ± 47,47	0,329
Post	108,80 ± 26,01	159,00 ± 46,27	119,78 ± 67,93	0,238
Δ	+16,00 ± 22,78	+35,86 ± 38,91	+20,11 ± 72,04	0,785
p-value	0,191 ^c	0,051 ^c	0,767 ^c	
Perempuan	(n = 13)	(n = 10)	(n = 11)	
Pre	86,69 ± 32,93	96,70 ± 39,23	114,45 ± 54,13	0,292
Post	84,46 ± 26,03	96,20 ± 37,59	131,73 ± 84,90	0,113
Δ	-2,23 ± 25,62	-0,50 ± 21,20	+17,27 ± 56,05	0,301
p-value	0,759 ^c	0,942 ^c	0,286 ^c	

Data kadar trigliserida disajikan dalam bentuk rerata ± SD; ^b = One Way Anova; ^c = T-test paired comparison

pada kelompok jelly porang-inulin. Hasil ini sejalan dengan penelitian *randomized control trial* sebelumnya yang menunjukkan pemberian inulin tipe fruktan yaitu berupa fruktooligosakarida (FOS) sebesar 10 g/70 kg berat badan pada wanita obesitas yang menjalankan diet hipokalori selama 120 hari, dapat menurunkan berat badan, IMT, dan total lemak tubuh secara signifikan (21). Pemberian suplementasi probiotik *Lactobacillus rhamnosus* CGMCC1.3724 (LPR) yang ditambahkan *oligofructose* dan inulin pada program penurunan berat badan juga dapat menurunkan berat badan, keinginan untuk makan, serta meningkatkan *satiety* yang lebih baik pada wanita obesitas dibandingkan pria (22).

Studi lain juga melaporkan bahwa pemberian suplemen glukomanan 1,24 gram per hari dan pengaturan diet 1.200 kkal per hari pada subjek *overweight* dapat menurunkan berat badan 0,8 kg per minggu, meskipun hasil tidak berbeda signifikan dengan kelompok plasebo yang menjalankan diet saja (23). Lebih lanjut, penelitian *systematic review* yang meneliti efek inulin tipe fruktan menyatakan pemberian inulin tipe fruktan jangka panjang merupakan strategi efektif untuk mendapatkan pengaruh pada penurunan asupan energi dan berat badan orang *overweight* atau obesitas. Pemberian suplementasi serat untuk menurunkan berat badan harus diberikan dalam jumlah optimal terendah untuk menghindari efek samping terhadap saluran cerna (23,24). Sebuah studi mengenai keberhasilan penurunan berat badan dalam program penurunan berat badan menunjukkan bahwa dibutuhkan motivasi yang kuat dari subjek penelitian untuk mendukung hasil penurunan berat badan yang lebih baik (25,26). Oleh karena itu, disarankan melakukan skrining untuk mengetahui tingkat motivasi personal subjek yang mengikuti penelitian sejenis.

Jika dilihat berdasarkan jenis kelamin, kelompok pemberian jelly porang-inulin memberikan pengaruh penurunan berat badan dan IMT lebih baik pada subjek perempuan dengan meningkatkan rasa kenyang. Sebuah penelitian yang melihat respon *hunger* dan *satiation* berdasarkan perbedaan jenis kelamin menyebutkan bahwa pria memiliki tingkat konsumsi makanan secara intuitif atau konsumsi makanan berdasarkan sistem internal dari sinyal lapar biologis lebih tinggi dibandingkan perempuan. Hal tersebut berhubungan dengan konsumsi

makanan untuk mengatasi rasa lapar internal dari sinyal *satiety*. Asupan makan pria lebih banyak dibandingkan perempuan karena memiliki tingkat *hunger* lebih tinggi (27). Perbedaan tersebut mungkin dapat disebabkan oleh perbedaan hormon seperti estradiol pada perempuan yang mempengaruhi area di hipotalamus tempat pengaturan perilaku makan dan regulasi nafsu makan. Estradiol meningkatkan *satiety* melalui kolesistokinin endogen sehingga konsentrasi estradiol yang lebih tinggi pada perempuan berperan dalam tingkat *satiety* yang lebih tinggi (28). Hormon pada perempuan terutama estrogen mempengaruhi kontrol *feedback* dari hormon terkait *satiety* yaitu ghrelin, kolesistokinin, insulin, dan leptin serta menjadi penghambat hormon estrogen selama konsumsi makanan sehingga konsumsi makanan pada perempuan akan lebih sedikit dibandingkan pada pria (29).

Lebih lanjut, penurunan persen lemak yang tidak signifikan antarkelompok perlakuan kemungkinan disebabkan penelitian ini memberikan pengendalian diet kepada seluruh subjek berupa *low calorie diet*, sama seperti penelitian yang dilakukan pada orang dewasa obesitas di Spanyol (26). Sementara itu, beberapa penelitian melaporkan bahwa inulin efektif menurunkan berat badan dan persen lemak tubuh ketika subjek berada dalam diet yang tidak terkontrol dengan cara meningkatkan rasa kenyang sehingga asupan energi harian subjek menurun (30,31). Kemungkinan kedua yang menjadi penyebab perubahan persen lemak tidak signifikan pada ketiga kelompok perlakuan adalah periode penelitian ini yang singkat, yaitu selama 8 minggu atau 2 bulan. Penelitian mengenai intervensi glukomanan yang melaporkan terjadinya perubahan persen lemak yang berbeda secara statistik terjadi pada bulan keenam dan bulan duabelas (32). Penelitian lain mengenai intervensi inulin juga melaporkan terjadinya perubahan persen lemak yang signifikan secara statistik pada minggu ke-9 dan ke-18 (33), serta minggu ke-12 (31).

Walaupun berdasarkan data berat badan dan IMT pemberian jelly porang-inulin tidak terlihat secara signifikan, tetapi data persen lemak tubuh subjek menunjukkan beberapa hasil positif terhadap pemberian jelly porang-inulin. Berat badan adalah keseluruhan massa lemak, otot, dan cairan di dalam tubuh, ketika

terjadi penurunan berat badan maka belum tentu terjadi penurunan massa lemak tubuh, tetapi bisa saja yang turun adalah massa otot atau cairan tubuh. Oleh karena itu, penurunan persen lemak merupakan indikator yang baik dari program penurunan berat badan. Penurunan lemak yang terjadi selama melakukan diet akan lebih sehat dibandingkan penurunan berat badan karena dikhawatirkan penurunan berat badan diikuti oleh kehilangan massa otot yang diperlukan oleh tubuh (34). Pengaruh positif pada persen lemak ditunjukkan dengan: a) terjadinya penurunan persen lemak pada kelompok perlakuan, baik secara keseluruhan maupun berdasarkan klasifikasi klinis dan jenis kelamin, walaupun penurunan tersebut tidak berbeda secara statistik terhadap kelompok lain; b) berdasarkan klasifikasi klinis menggunakan data kategorikal, secara proporsi jumlah subjek yang mengalami penurunan persen lemak lebih banyak terjadi pada kelompok perlakuan (yaitu sebanyak 3 orang yang sebelumnya memiliki status persen lemak obesitas menjadi persen lemak berlebih) dibandingkan kelompok yang mendapatkan jelly plasebo maupun kelompok yang hanya mendapatkan edukasi *low calorie diet*.

Serat pangan larut air akan membentuk gel viskus yang dapat memperlambat pengosongan lambung dan membentuk *barrier* yang mempengaruhi proses pencampuran makanan dengan enzim pencernaan dan memicu rasa kenyang (35). Sebuah penelitian menunjukkan pemberian inulin dapat meningkatkan serum *short chain fatty acid* (SCFA) atau asam lemak rantai pendek secara signifikan, penelitian lain membuktikan pemberian inulin tipe fruktan dapat memodulasi *Bifidobacterium* untuk menghasilkan SCFA asetat dan propionat yang memiliki hubungan positif dengan berat badan, IMT, dan *homeostasis model assessment* (HOMA) (31,32). Konsumsi karbohidrat terfermentasi dapat memperlambat pengosongan lambung, memperlambat masa transit di usus halus, serta karbohidrat terfermentasi tersebut akan menghasilkan SCFA. Asam lemak rantai pendek berperan dalam mengatur nafsu makan dan homeostasis energi. Asam lemak rantai pendek diproduksi oleh mikrobia dari hasil fermentasi serat di kolon yang dapat menstimulasi pelepasan hormon *peptide YY* (PYY) dan *glucagon-like peptide-1* (GLP-1). Hormon tersebut dilepaskan dari saluran pencernaan dan terlibat

dalam sinyal jangka pendek *satiating* dan *satiety* dalam mengatur nafsu makan oleh otak. Hormon PYY dan GLP-1 meningkatkan *satiety* dan mengurangi asupan makan (33,34).

Pengaruh intervensi terhadap kadar kolesterol total

Pengaruh intervensi berupa konsumsi jelly yang mengandung kombinasi glukomanan porang dan inulin terhadap kadar kolesterol total ditunjukkan dengan: a) tidak terjadi perubahan kadar kolesterol total pada kelompok perlakuan secara statistik, baik secara umum, menggunakan klasifikasi klinis maupun berdasarkan jenis kelamin; b) pada subjek yang mengalami hiperkolesterolemia pada awal penelitian terjadi penurunan kolesterol sebesar $-8,33 \pm 6,03$ mg/dL meskipun penurunan ini tidak signifikan secara statistik; c) pada kelompok jelly plasebo maupun kelompok kontrol negatif terjadi peningkatan kadar kolesterol total lebih besar dibandingkan dengan kelompok perlakuan; d) terjadi peningkatan signifikan kadar kolesterol total pada kelompok kontrol negatif, yaitu pada keseluruhan subjek dan pada subjek berjenis kelamin laki-laki.

Kadar kolesterol total yang tidak berubah pada kelompok perlakuan menunjukkan bahwa serat yang terdapat pada jelly porang dan inulin mampu menghambat peningkatan kadar kolesterol total pada subjek. Mekanisme yang terjadi adalah: a) melalui pembentukan butir-butir dan propionat yang mampu menghambat aktivitas asetat yang berperan dalam mengendalikan sintesis kolesterol. Propionat menghambat hidrosimetilglutaril-KoA (HMG KoA) reduktase yang merupakan katalis pembentuk asam mevalonat, asam mevalonat merupakan prekursor pembentuk kolesterol (36); b) bakteri asam laktat memiliki kemampuan mengikat kolesterol sehingga usus tidak dapat menyerap kembali kolesterol karena senyawa ikatan bakteri asam laktat dan kolesterol tersebut bersifat tahan terhadap lisis sehingga terjadi penurunan kadar kolesterol total di dalam darah (37); c) interaksi antara asam lemak rantai pendek dengan asam laktat dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium lactis* melalui penurunan pH kolon. Kedua bakteri ini menghasilkan enzim *bile salt hydrolase* (BSH) yang mampu melakukan dekonjugasi garam empedu menjadi garam empedu sekunder yang

sulit melarutkan dan mencerna lemak di dalam usus sehingga sebagian kolesterol yang tidak dapat diserap akan diekskresikan melalui feses; d) selain itu, garam empedu sekunder juga lebih sulit untuk diserap kembali oleh lumen usus sehingga asam empedu lebih banyak diekskresikan melalui feses. Kehilangan asam empedu melalui ekskresi feses tersebut menyebabkan tubuh meningkatkan sintesis asam empedu. Sintesis asam empedu memerlukan kolesterol sebagai bahan baku sehingga terjadi katabolisme kolesterol di dalam hati untuk proses produksi asam empedu baru, yang memicu penurunan kadar kolesterol total di dalam darah (37).

Hal yang menarik pada penelitian ini adalah terjadinya penurunan kadar kolesterol total sebesar $-8,33 \pm 6,03$ mg/dL walaupun penurunan ini tidak signifikan secara statistik pada subjek hiperkolesterol (kolesterol total >200 mg/dL di awal penelitian) di kelompok perlakuan. Namun, penurunan yang terjadi hampir mendekati batas normal kadar kolesterol total darah yaitu sebesar $200,67 \pm 10,97$ mg/dL. Sayangnya, jumlah subjek hiperkolesterol pada penelitian ini hanya sedikit yaitu 15 orang dari ketiga kelompok (27,3%) sehingga belum dapat disimpulkan bahwa jelly mengandung glukomanan porang dan inulin ini dapat menurunkan kadar kolesterol total pada penyandang hiperkolesterol. Namun, dapat dikatakan bahwa pemberian jelly mengandung glukomanan porang dan inulin mampu menghambat peningkatan kadar kolesterol total karena pada kelompok jelly porang-inulin yang mengalami kenaikan kolesterol paling kecil.

Pengaruh intervensi terhadap kadar trigliserida

Kadar trigliserida secara umum menunjukkan adanya peningkatan setelah intervensi pada seluruh kelompok, tetapi perubahan tersebut tidak signifikan ($p>0,05$). Sebelum diberikan intervensi, kadar trigliserida pada seluruh subjek tergolong normal. Meskipun terdapat kenaikan setelah diberikan intervensi, kenaikan kadar trigliserida tersebut masih dalam batas kadar normal yaitu kurang dari 200 mg/dL. Hasil analisis berdasarkan jenis kelamin menunjukkan bahwa terdapat penurunan kadar trigliserida pada jenis kelamin perempuan kelompok intervensi jelly porang-inulin meskipun tidak signifikan secara statistik.

Sejalan dengan data kadar kolesterol total, pada kelompok jelly porang-inulin juga terjadi peningkatan kadar trigliserida terkecil dibandingkan kedua kelompok lain. Hal ini menunjukkan pemberian jelly porang-inulin dapat menekan kenaikan kadar trigliserida atau mempertahankan kadar trigliserida pada keadaan normal dengan lebih baik dibandingkan kelompok lainnya. Pemberian jelly porang-inulin selain dapat mempertahankan kadar trigliserida darah pada level normal, juga dapat menurunkan kadar trigliserida pada subjek dengan kadar trigliserida di batas atas menjadi normal. Sementara kelompok jelly plasebo dan perlakuan kontrol negatif tidak dapat mempertahankan kadar trigliserida dan justru terjadi peningkatan kadar trigliserida pada sebagian subjek. Hasil penelitian ini berbeda dengan studi pemberian suplemen glukomanan konjak sebanyak 3 gram per hari selama 12 minggu pada individu *overweight* dan obesitas yang juga menjalankan diet rendah karbohidrat bahwa terdapat penurunan kadar trigliserida sebanyak 34%, tetapi tidak berbeda signifikan dibandingkan dengan kelompok yang menjalankan diet saja (38). Studi lain menemukan penurunan kadar trigliserida sebanyak 23% setelah pemberian 3,8 glukomanan konjak selama 4 minggu pada pria dewasa dengan hiperlipidemia (39). Pemberian inulin sebanyak 10 gram per hari pada wanita penderita diabetes mellitus tipe 2 selama 8 minggu menunjukkan penurunan signifikan pada kadar trigliserida sebanyak 23,6% (40). Penurunan kadar trigliserida sebanyak 40 mg/dL juga terlihat pada pemberian inulin sebanyak 20 gram per hari selama 3 minggu pada pria dengan hiperkolesterol (41).

Penyebab perbedaan hasil pada kadar trigliserida ini dapat dipengaruhi oleh jangka waktu pemberian intervensi. Respon yang rendah pada perubahan kadar trigliserida menggambarkan adanya perbedaan respon individu terhadap inulin, dapat juga dipengaruhi oleh diet yang dijalankan dan kepatuhan terhadap konsumsi produk inulin (42). Pengaruh pemberian inulin tipe fruktan seperti fruktooligosakarida (FOS) dan inulin terhadap penurunan profil lipid akan lebih terlihat pada individu dengan gangguan hiperlipidemia atau resistensi insulin (43,44). Asupan tinggi lemak pada individu hiperlipidemia membuat tingkat proses *de novo* lipogenesis rendah atau bahkan tidak ada karena lemak eksogen yang

ada akan disintesis menjadi trigliserida VLDL. Studi lain menyatakan bahwa diet tinggi karbohidrat akan meningkatkan konsentrasi trigliserida pada plasma darah yang merupakan faktor risiko penyakit kardiovaskular (45). Pemilihan subjek dan durasi waktu eksperimen merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi *outcome* penelitian eksperimental (21).

Lebih lanjut, serat pangan dapat menginduksi mikrobiota usus dan memiliki manfaat kesehatan. Asam lemak rantai pendek (SCFA) yang diproduksi oleh mikroba dapat mempengaruhi asupan energi dan mengontrol metabolisme lemak pada lipogenesis dan sintesis kolesterol (46). Konsumsi karbohidrat terfermentasi dapat mempengaruhi kadar kolesterol dan trigliserida, serta mengurangi lipogenesis hati. Penambahan fruktooligosakarida pada diet tinggi karbohidrat akan menurunkan proses *de novo* lipogenesis di hati sehingga akan meningkatkan klirens serum trigliserida dan oksidasi asam lemak, kemudian mengalihkan asam lemak menjadi fosfolipid. Pengaruh inulin terhadap penurunan kadar trigliserida akan terlihat pada individu yang menjalankan diet tinggi karbohidrat. Asam lemak rantai pendek propionat menunjukkan dapat menghambat lipogenesis hati dengan mengurangi re-esterifikasi asam lemak oleh hati dan sekresi trigliserida VLDL melalui penurunan aktivitas enzim lipogenik dan konsentrasi mRNA pada sintesis asam lemak (47).

Asupan tinggi serat dengan konsumsi serat lebih dari 30 gram per hari dapat memberikan efek yang baik, namun diperlukan kepatuhan yang tinggi terhadap diet dan dapat memberikan efek samping pada saluran pencernaan (48). Oleh karena itu, konsumsi serat terfermentasi dalam jumlah optimal lebih efektif dalam penurunan berat badan dibandingkan dengan diet tinggi serat. Asupan serat sehari yang dianjurkan terutama bagi penderita resistensi insulin dan dislipidemia yaitu sebanyak 25 gram per hari (49).

Penelitian ini memiliki beberapa kelemahan yaitu: a) keterbatasan waktu penelitian yang hanya dilakukan selama 8 minggu sedangkan penelitian mengenai intervensi glukomanan yang melaporkan terjadinya perubahan kadar kolesterol yang berbeda secara statistik terjadi pada bulan ke-6 dan bulan ke-12 (32); b) di tengah-tengah masa penelitian terjadi pandemi

Covid 19 sehingga pada saat dilakukan pengambilan data akhir banyak subjek penelitian yang *drop out* (tidak dapat datang) karena sudah pulang ke kampung halamannya; c) terdapat kondisi yang berpotensi menjadi penyebab bias penelitian, misalnya ketidaktepatan subjek saat melakukan pencatatan *food record*, lupa mendokumentasikan asupan, atau terlambat mengirimkan foto asupan dan *food record* sehingga enumerator tidak dapat melakukan konfirmasi (*recall*) asupan di hari yang sama; d) subjek pada penelitian ini mayoritas memiliki kadar kolesterol dan trigliserida normal sehingga adanya penurunan kadar kolesterol dan trigliserida yang terjadi belum dapat dijustifikasi disebabkan oleh intervensi yang diberikan; e) tidak melihat faktor motivasi atau *self efficacy* subjek penelitian dalam manajemen penurunan berat badan yang mungkin berpengaruh terhadap *outcome*. Potensi bias ini sudah diatasi pada awal penelitian dengan cara yaitu, a) memberikan pemahaman kepada subjek mengenai validitas, kedisiplinan, dan kejujuran dalam pengumpulan data penelitian; b) memberikan *tools* berupa buku foto makanan sebagai acuan bagi subjek, enumerator, dan peneliti dalam menerjemahkan ukuran makanan dan minuman yang dikonsumsi; c) memberi prosedur alternatif kepada enumerator jika ada subjek yang tidak kooperatif atau terkendala dalam masalah teknis dalam pengumpulan data *food record*, yaitu dengan melakukan *recall* 24 jam via telepon. Berbagai antisipasi yang dilakukan oleh peneliti untuk mengatasi potensi bias tersebut merupakan kelebihan dari penelitian ini. Selain itu, penelitian ini menggunakan metode *food photography* untuk pengumpulan data asupan energi dan zat gizi. *Food photography* merupakan metode asesmen data asupan makan menggunakan foto yang dikirimkan secara digital kepada peneliti (50).

SIMPULAN DAN SARAN

Pemberian intervensi berupa konsumsi jelly mengandung kombinasi glukomanan porang dan inulin dapat menurunkan berat badan, IMT, dan terutama persen lemak tubuh sehingga konsumsi jelly porang-inulin dapat mendukung program manajemen berat badan. Selain itu, jelly porang-inulin mampu menghambat peningkatan kadar kolesterol total dan kadar trigliserida pada orang

dewasa yang mengalami obesitas dibandingkan dengan kelompok jelly plasebo dan kelompok kontrol negatif. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat pengaruh jelly mengandung glukomanan porang dan inulin pada subjek yang sudah memiliki gangguan resistensi inulin ataupun dislipidemia. Selain itu, perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jumlah sampel lebih banyak dan durasi lebih panjang agar pengaruh jelly porang-inulin terhadap berat badan dapat memberikan hasil yang berbeda signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol, serta dapat diketahui waktu efektif penurunan kadar kolesterol total dan trigliserida subjek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah “Riset Inovatif Produktif (RISPRO)” dari Kementerian Keuangan Republik Indonesia dengan No. Kontrak PRJ-40/LPDP/2018.

Pernyataan konflik kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

RUJUKAN

1. World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Geneva: WHO Technical Report Series; 2000.
2. Kemenkes. Hasil utama Riskesdas 2018. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2018.
3. Romieu I, Dossus L, Barquera S, Blotière HM, Franks PW, Willett WC, et al. Energy balance and obesity: what are the main drivers ?. *Cancer Causes & Control*. 2017;28(3):247-58. doi: 10.1007/s10552-017-0869-z
4. Forslund B, Torgerson JS, Sjöström L, Lindroos AK. Snacking frequency in relation to energy intake and food choices in obese men and women compared to a reference population. *Int J Obes (Lond)*. 2005;29(6):711-9. doi: 10.1038/sj.ijo.0802950
5. Graaf C de. Effects of snacks on energy intake: an evolutionary perspective. *Appetite*. 2006;47(1):18-23. doi: 10.1016/j.appet.2006.02.007
6. Lyon MR, Reichert RG. The effect of a novel viscous polysaccharide along with lifestyle changes on short-term weight loss and associated risk factors in overweight and obese adults: an observational retrospective clinical program analysis. *Altern Med Rev*. 2010;15(1):68-75.
7. Harmayani E, Aprilia V, Marsono Y. (2014). Characterization of glucomannan from *Amorphophallus oncophyllus* and its prebiotic activity in vivo. *Carbohydr Polym*. 2014;112:475-9. doi: 10.1016/j.carbpol.2014.06.019
8. Kasno A. Iles-Iles umbi-umbian potensial sebagai tabungan tahunan. *Buletin Palawija*. 2008;20(15):15-20.
9. Kaats GR, Bagchi D, Preuss HG. Konjac glucomannan dietary supplementation causes significant fat loss in konjac glucomannan dietary supplementation causes significant fat loss in compliant overweight adults. *J Am Coll Nutr*. 2015;1-7. doi: 10.1080/07315724.2015.1009194
10. Behera SS, Ray RC. Konjac glucomannan, a promising polysaccharide of *Amorphophallus konjac* K. Koch in health care. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2016;92:942-56. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2016.07.098
11. Wu W, Yang L, Chen H. Effects of konjac glucomannan, inulin and cellulose on acute colonic responses to genotoxic azoxymethane. *Food Chem*. 2014;155:304-10. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.01.065
12. Delzenne NM, Kok N. (2001) Effects of fructans-type prebiotics on lipid metabolism. *Am J Clin Nutr*. 2001;73(2 Suppl):456S-458S. doi: 10.1093/ajcn/73.2.456S
13. Delzenne NM, Cani PD, Daubioul C, Neyrinck AM. Impact of inulin and oligofructose on gastrointestinal peptides. *Br J Nutr*. 2005;93 Suppl 1:S157-61. doi: 10.1079/bjn20041342
14. Njike VY, Kavak Y, Treu JA, Doughty K, Katz DL. Snacking, satiety, and weight: a randomized, controlled trial. *Am J Health Promot*. 2017;31(4):296-301. doi: 10.4278/ajhp.150120-QUAN-676
15. Piehowski KE, Preston AG, Miller DL, Nickols-Richardson SM. A reduced-calorie dietary pattern including a daily sweet snack promotes body weight reduction and body composition improvements in premenopausal women who are overweight and obese: a pilot study. *J Am Diet Assoc*. 2011;111(8):1198-203. doi: 10.1016/j.jada.2011.05.013
16. Barnes TL, French SA, Harnack LJ, Mitchell NR, Wolfson J. Snacking behaviors, diet quality, and body mass index in a community sample of working adults. *J Acad Nutr Diet*. 2015;115(7):1117-23. doi: 10.1016/j.jand.2015.01.009
17. Njike VY, Kavak Y, Treu JA, Doughty K, Katz DL. Snacking, satiety, and weight: a randomized, controlled trial. *Am J Health Promot*. 2017;31(4):296-301. doi: 10.4278/ajhp.150120-QUAN-676
18. World Health Organization. The Asia-Pacific perspective : redefining obesity and its treatment. Geneva: WHO; 2000.
19. Sood N, Baker WL, Coleman CI. Effect of glucomannan on plasma lipid and glucose concentrations, body weight, and blood pressure: systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2008;88(4):1167-75. doi: 10.1093/ajcn/88.4.1167

20. Williams CM. Effects of inulin on lipid parameters in humans. *J Nutr.* 1999;129(7 Suppl):1471S-3S. doi: 10.1093/jn/129.7.1471S
21. Genta S, Cabrera W, Habib N, Pons J, Carillo IM, Sánchez S, et al. Yacon syrup: beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. *Clin Nutr.* 2009;28(2):182-7. doi: 10.1016/j.clnu.2009.01.013
22. Sanchez M, Darimont C, Panahi S, Drapeau V, Murette A, Tremblay A, et al. Effects of a diet-based weight-reducing program eating behaviour traits, and psychosocial behaviours in obese individuals. *Nutrients.* 2017;9(3):284. doi:10.3390/nu9030284
23. Birketvedt GS, Shimshi M, Thom E, Florholmen J. Experiences with three different fiber supplements in weight reduction. *Med Sci Monit.* 2005 Jan;11(1):PI5-8.
24. Liber A, Szajewska H. Effects of inulin-type fructans on appetite, energy intake, and body weight in children and adults: systematic review of randomized controlled trials. *Ann Nutr Metab.* 2013;63(1-2):42-54. doi: 10.1159/000350312
25. Binks M, Neil PMO. Referral sources to a weight management program: relation to outcome. *J Gen Intern Med.* 2002;17(8):596-603. doi: 10.1046/j.1525-1497.2002.11028.x
26. Sáez Belló M, Segarra Villalba C, Gras Colomer E, Frias Ruiz P, Climente Marti M. Effectiveness and safety of very low calorie diets in obese patients. *Am J Clin Nutr.* 2002;75(6):1017-22. doi: 10.7399/FH.2014.38.1.978
27. Parigi A Del, Chen K, Gautier JF, Salbe AD, Pratley RE, Antonio Tataranni P, et al. Sex differences in the human brain's response to hunger and satiation. *American Journal of Clinical Nutrition,* 75: 1017–1022. doi: 10.1093/ajcn/75.6.1017
28. Gregersen NT, Møller BK, Raben A, Kristensen ST, Holm L, Astrup A, et al. Determinants of appetite ratings: the role of age, gender, BMI, physical activity, smoking habits, and diet/weight concern. *Food Nutr Res.* 2011;55. doi: 10.3402/fnr.v55i0.7028
29. Bédard A, Hudon AM, Drapeau V, Corneau L, Dodin S, Lemieux S. Gender differences in the appetite response to a satiating diet. *Journal of Obesity.* 2015. doi: 10.1155/2015/140139
30. Cani PD, Lecourt E, Dewulf EM, Sohet FM, Pachikian BD, Delzenne NM, et al. Gut microbiota fermentation of prebiotics increases satietogenic and incretin gut peptide production with consequences for appetite sensation and glucose response after a meal. *Am J Clin Nutr.* 2009;90(5):1236-43. doi: 10.3945/ajcn.2009.28095
31. Parnell JA, Reimer RA. Weight loss during oligofructose supplementation is associated with decreased ghrelin and increased peptide YY in overweight and obese adults. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(6):1751-9. doi: 10.3945/ajcn.2009.27465
32. Pal S, Ho S, Gahler RJ, Wood S. Effect on body weight and composition in overweight / obese Australian adults over 12 months consumption of two different types of fibre supplementation in a randomized trial. *Nutr Metab (Lond).* 2016 Nov 17;13:82. doi: 10.1186/s12986-016-0141-7
33. Guess ND, Dornhorst A, Oliver N, Bell JD, Thomas EL, Frost GS. A randomized controlled trial: the effect of inulin on weight management and ectopic fat in subjects with prediabetes. *Nutr Metab (Lond).* 2015;12:36. doi: 10.1186/s12986-015-0033-2
34. El-Zayat SR, Sibaii H, El-Shamy KA. Physiological process of fat loss. *Bulletin of the National Research Centre.* 2019;43:208. doi: 10.1186/s42269-019-0238-z
35. Tala Z. Manfaat serat bagi kesehatan. Sumatera: Universitas Sumatera Utara; 2019.
36. Kasubuchi M, Hasegawa S, Hiramatsu T, Ichimura A, Kimura I. Dietary gut microbial metabolites, short-chain fatty acids, and host metabolic regulation. *Nutrients.* 2015;7(4):2839-49. doi: 10.3390/nu7042839
37. Kumar M, Nagpal R, Kumar R, Hemalatha R, Vermaet V, Yadav H, et al. Cholesterol-lowering probiotics as potential biotherapeutics for metabolic diseases. *Exp Diabetes Res.* 2012;2012:902917. doi: 10.1155/2012/902917
38. Wood RJ, Fernandez ML, Sharman MJ, Silvestre R, Greene CM, Volek JS, et al. Effects of a carbohydrate-restricted diet with and without supplemental soluble fiber on plasma low-density lipoprotein cholesterol and other clinical markers of cardiovascular risk. *Metabolism.* 2007;56(1):58-67. doi: 10.1016/j.metabol.2006.08.021
39. Arvill A, Bodin L. Effect of short-term ingestion of konjac glucomannan on serum cholesterol in healthy men. *Am J Clin Nutr* 1995;61(3):585-9. doi: 10.1093/ajcn/61.3.585
40. Dehghan P, Gargari BP, Asgharijafarabadi M. Effects of high performance inulin supplementation on glycemic status and lipid profile in women with type 2 diabetes: a randomized, placebo-controlled clinical trial. *Health Promot Perspect.* 2013;3(1):55-63. doi: 10.5681/hpp.2013.007
41. Causey JL, Feirtag JM, Gallaher DD, Tungland BC, Slavin JL, et al. Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutrition Research.* 2000;20(2):191-201. doi: 10.1016/S0271-5317(99)00152-9
42. Williams CM. Effects of inulin on lipid parameters in humans. *J Nutr.* 1999;129(7 Suppl):1471S-3S. doi: 10.1093/jn/129.7.1471S
43. Balcázar-Muñoz BR, Martínez-Abundis E, González-Ortiz, M. Effect of oral inulin administration on lipid profile and insulin sensitivity in subjects with obesity and dyslipidemia. *Rev Med Chil.* 2003;131(6):597-604.

44. Tovar AR, Caamaño MC, Garcia-Padilla S, García OP, Duarte MA, Rosado JL. The inclusion of a partial meal replacement with or without inulin to a calorie restricted diet contributes to reach recommended intakes of micronutrients and decrease plasma triglycerides: a randomized clinical trial in obese Mexican women. *Nutr J*. 2012;11:44. doi: 10.1186/1475-2891-11-44
45. Jeppesen J, Schaaf P, Jones C, Zhou MY, Chen YD, Reaven GM. Effects of low-fat, high-carbohydrate diets on risk factors for ischemic heart disease in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr*. 1997;65(4):1027-33. doi: 10.1093/ajcn/65.4.1027
46. Hannon BA, Thompson SV, Edwards CG, Skinner SK, Niemi GM, Khan NA, et al. Dietary fiber is independently related to blood triglycerides among adults with overweight and obesity. *Curr Dev Nutr*. 2018;3(2):nzy094. doi: 10.1093/cdn/nzy094
47. Kaur N, Gupta AK. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *J Biosci*. 2002;27(7):703-14. doi: 10.1007/BF02708379
48. Chambers ES, Viardot A, Psichas A, Morrison DJ, Murphy KG, Frost G, et al. Effects of targeted delivery of propionate to the human colon on appetite regulation, body weight maintenance and adiposity in overweight adults. *Gut*. 2015;64:1744-54. doi: 10.1136/gutjnl-2014-307913
49. PERKENI. Konsensus pengelolaan dan pencegahan diabetes melitus tipe 2 di Indonesia. Jakarta: Perkumpulan Endrokinologi Indonesia; 2015.
50. McClung HL, Champagne CM, Allen HR, McGraw SM, Young AJ, Crombie AP, et al. Digital food photography technology improves efficiency and feasibility of dietary intake assessments in large populations eating ad libitum in collective dining facilities. *Appetite*. 2017;116:389-94. doi: 10.1016/j.appet.2017.05.025

Pengaruh puasa intermiten 5:2 terhadap kadar malondialdehida pada karyawan pria dewasa dengan obesitas

Effect of intermittent fasting 5:2 on plasma malondialdehyde levels in adult male employees with obesity

Karima Yudhistina¹, Erfi Prafiantini¹, Novi Silvia Hardiany²

¹Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

²Departemen Biokimia dan Biologi Molekuler, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

ABSTRACT

Background: Obesity is a major risk factor for various non-communicable diseases such as type 2 diabetes mellitus and cardiovascular disease. In obesity, the free radical product will be produced, such as malondialdehyde (MDA) which plays a role in the pathogenesis of various diseases. Intermittent fasting (IF) is an alternative way to reduce free radical levels in the body therefore it can prevent complications of obesity. However, the effect of IF on MDA level in an obese adult male in Jakarta has not been reported. **Objective:** The objective of this study was to determine the effect of IF on malondialdehyde levels in adult male employees with obesity in Jakarta. **Methods:** This study used a randomized controlled clinical trial. The subjects were men aged 19-59 years with a body mass index (BMI) ≥ 25 kg/m², divided into fasting and control groups, each group consists of 25 subjects. Intermittent fasting 5:2 is calorie restriction up to 20-25% was done every Monday and Thursday, and not allowed to eat and drink during 14 hours of fasting. Before the intervention, both groups were given education about balanced nutrition. Association of intermittent fasting with MDA and catalase was analyzed by means of difference formula with a significance limit of 5%. **Results:** MDA levels post-intervention significantly decreased compared to the pre-intervention both in the fasting group [1,3(0,9-2) nmol/mL to 0,4(0,3-0,6) nmol/mL] and in the control groups [1,4(0,9-1,9) nmol/mL to 0,5(0,3-0,7) nmol/mL]. MDA level post-intervention in the fasting group was significantly lower ($p < 0,05$) compared to the control group. **Conclusions:** Intermittent fasting 5:2 during 8 weeks can decrease MDA levels in adult males with obesity in Jakarta.

KEYWORDS: intermittent fasting; malondialdehyde; obesity; oxidative stress

ABSTRAK

Latar belakang: Obesitas adalah faktor risiko terjadinya penyakit seperti diabetes melitus tipe 2 serta penyakit jantung dan pembuluh darah. Akumulasi lemak dapat menstimulasi proses peroksidasi lipid yang menghasilkan malondialdehida (MDA). Puasa intermiten merupakan cara alternatif untuk menurunkan radikal bebas dalam tubuh. **Tujuan:** Tujuan penelitian adalah menentukan efek puasa intermiten terhadap kadar MDA pada karyawan pria dewasa dengan obesitas di Jakarta. **Metode:** Penelitian menggunakan metode uji klinis acak dengan kontrol. Subjek penelitian adalah pria berusia 19-59 tahun dengan indeks massa tubuh (IMT) ≥ 25 kg/m² yang terbagi menjadi kelompok puasa dan kontrol melalui randomisasi sederhana. Puasa intermiten 5:2 merupakan pembatasan asupan makan hingga 20-25% yang dilakukan setiap hari Senin dan Kamis dan tidak diperkenankan untuk makan dan minum selama 14 jam. Pemeriksaan kadar MDA dilakukan dua kali yaitu sebelum dan setelah intervensi kemudian dianalisis dengan spektrofotometer. Hubungan puasa intermiten 5:2 dengan MDA dianalisis dengan uji beda rerata dengan batas kemaknaan 5%. **Hasil:** Kadar MDA setelah intervensi menurun bermakna pada kelompok puasa [1,3(0,9-2) nmol/mL menjadi 0,4(0,3-0,6) nmol/mL] dan kelompok kontrol [1,4(0,9-1,9) nmol/mL menjadi 0,5(0,3-0,7) nmol/mL]. Nilai MDA setelah intervensi pada kelompok puasa lebih rendah signifikan ($p < 0,05$) dibandingkan dengan kelompok kontrol. **Simpulan:** Puasa intermiten 5:2 selama 8 minggu dapat menurunkan kadar MDA pada pria dewasa dengan obesitas di Jakarta.

KATA KUNCI: puasa intermiten; malondialdehida; obesitas; stres oksidatif

Korespondensi: Novi Silvia Hardiany, Departemen Biokimia dan Biologi Molekuler, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jl. Salemba Raya No.6, Jakarta Pusat, Indonesia, e-mail: novi.silvia@ui.ac.id

Cara sitasi: Yudhistina K, Prafiantini E, Hardiany NS. Pengaruh puasa intermiten 5:2 terhadap kadar malondialdehida pada karyawan pria dewasa dengan obesitas. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2021;17(4):184-193. doi: 10.22146/ijcn.61765

PENDAHULUAN

Seiring dengan perubahan zaman dan pergeseran gaya hidup, pola penyakit yang dahulunya didominasi oleh penyakit menular berubah menjadi penyakit tidak menular yang meliputi penyakit metabolik dan penyakit degeneratif. Obesitas merupakan faktor risiko utama terjadinya penyakit metabolik seperti diabetes tipe 2 dan penyakit jantung pembuluh darah (terutama jantung koroner dan stroke) (1). Berdasarkan data dari *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2016, jumlah populasi di dunia dengan obesitas sebanyak 650 juta jiwa yaitu sebesar 13% dari seluruh penduduk dunia (2). Di Asia Tenggara tahun 2008, sebanyak lebih dari 200 juta jiwa laki laki dan 300 juta jiwa perempuan mengalami obesitas. Angka ini bertambah dua kali lipat sejak tahun 1980 dan sebanyak 2,8 juta jiwa meninggal akibat obesitas (3). Indonesia memiliki jumlah populasi dengan obesitas yang meningkat dari 14% menjadi 21,8% pada tahun 2018. Provinsi DKI Jakarta menempati urutan kedua tertinggi di Indonesia dengan persentase obesitas sebesar 29,8% yang lebih tinggi dibanding angka nasional (4). Pola makan yang berlebih dan tidak sehat serta minimnya aktivitas fisik berhubungan dengan kejadian obesitas di Indonesia (5). Faktor-faktor tersebut terutama banyak terjadi pada karyawan perusahaan. Disebutkan bahwa prevalensi obesitas pada karyawan perusahaan di perkotaan masih terbilang tinggi, yaitu sebesar 50,6% di Bogor dan 56,3% di Jakarta (6,7).

Karakteristik obesitas yaitu peningkatan berat badan yang disebabkan oleh akumulasi energi yang berlebih. Jaringan adiposa yang berperan dalam mekanisme obesitas merupakan organ endokrin yang aktif melepas molekul yang disebut adipokin. Adipokin menstimulasi akumulasi produk radikal bebas akibat pelepasan sitokin yang menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS) (1). Stres oksidatif merupakan kondisi ketidakseimbangan antara antioksidan dengan radikal bebas, akibat akumulasi radikal bebas dan rendahnya antioksidan endogen. Ekspresi berlebih dari produk oksidatif mengakibatkan kerusakan struktur seluler mikro dan makromolekul serta penurunan antioksidan endogen, yang memicu terjadinya komplikasi yaitu timbul berbagai kondisi patologis (1).

Salah satu cara untuk mengatasi akumulasi radikal bebas pada obesitas yaitu dengan restriksi kalori yang

merupakan intervensi non-genetik yang secara konsisten dapat menurunkan kerusakan oksidatif. Saat ini, diketahui terdapat metode alternatif yang memiliki waktu yang lebih singkat dan menghasilkan perubahan biologis yang sama dengan restriksi kalori yaitu puasa intermiten (8). Metode puasa intermiten menjadi metode alternatif yang dapat digunakan untuk menurunkan kerusakan oksidatif karena waktu yang lebih singkat dan metode ini memiliki tingkat kepatuhan lebih baik dibandingkan restriksi kalori. Penelitian yang sudah dilakukan mengenai efek puasa intermiten adalah dengan metode *time-restricted fasting* terhadap penanda stres oksidatif yaitu *8-isoprostane* pada pasien pradiabetik yang dilaporkan dapat menurunkan stres oksidatif (9). Metode puasa intermiten lainnya adalah metode puasa 5:2 yaitu melakukan pembatasan asupan hingga 20-25% dari energi dasar yang dilakukan sebanyak 2 hari dalam seminggu dan 5 hari lainnya tidak berpuasa (10). Metode puasa ini diketahui memiliki efek anti-inflamasi, meningkatkan sensitivitas insulin, dan mencegah penyakit kardiovaskular (11).

Studi di Malaysia melaporkan bahwa puasa intermiten 5:2 dengan restriksi kalori dapat menurunkan kadar malondialdehida (MDA) dan kerusakan asam deoksiribonukleat (DNA) pada pria dewasa sehat (12). Saat ini, di Indonesia belum ada penelitian yang khusus melihat efek puasa intermiten terhadap status kerusakan oksidatif, khususnya pada karyawan perusahaan dengan obesitas. Hasil penelitian ini tentu saja berperan dalam meningkatkan ilmu pengetahuan khususnya mengenai manfaat puasa intermiten pada obesitas untuk mengurangi kerusakan oksidatif akibat radikal bebas sehingga menurunkan risiko timbulnya berbagai penyakit. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah menentukan efek puasa intermiten 5:2 terhadap kerusakan oksidatif melalui analisis kadar MDA pada karyawan pria dengan obesitas.

BAHAN DAN METODE

Desain dan subjek

Penelitian ini menggunakan metode uji klinis acak dengan *pre-post control group design*. Penelitian dilakukan pada bulan Juli-September 2020 di dua perusahaan swasta di Jakarta. Metode sampling perusahaan menggunakan metode *non-probability*

sampling (purposive sampling) kemudian pengambilan subjek penelitian dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *consecutive sampling* yaitu seluruh subjek yang datang secara berurutan dan memenuhi kriteria dimasukkan ke penelitian sampai jumlah sampel terpenuhi. Penelitian ini telah didaftarkan ke Komite Etik Universitas Indonesia dengan nomor registrasi 20-02-0153 dan sudah terdaftar secara online di www.clinicaltrials.gov dengan ID: NCT04319133.

Seluruh subjek penelitian diberikan edukasi mengenai pedoman gizi seimbang sebelum memulai intervensi. Selanjutnya, subjek penelitian dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok puasa dan kelompok kontrol. Pembagian kelompok dilakukan dengan randomisasi melalui aplikasi www.randomlists.com. Besar sampel yang digunakan pada penelitian ini dihitung menggunakan rumus besar sampel beda rerata dua populasi dengan varians kelompok penelitian serupa sebesar 14 serta nilai rerata sebelum dan setelah intervensi pada penelitian serupa sebesar 11, sehingga didapatkan masing-masing kelompok sebesar 25 orang.

Kriteria inklusi adalah karyawan pria berusia 19-59 tahun dengan IMT lebih dari atau sama dengan 25 kg/m² dan bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani lembar persetujuan. Kriteria eksklusi adalah subjek yang sedang mengonsumsi obat-obatan (steroid, *beta blocker*, adrenergik), vitamin atau suplemen herbal serta obat lainnya yang memengaruhi stres oksidatif; subjek yang menderita obesitas dengan komplikasi seperti gangguan fungsi hati, gangguan fungsi ginjal, penyakit jantung, dan diabetes melitus tipe 2 yang diketahui melalui pemeriksaan anamnesis dan pemeriksaan fisik serta pemeriksaan gula darah puasa; serta subjek dengan sakit akut seperti demam dengan suhu lebih dari 37,5° C. Kriteria *drop out* adalah subjek yang dalam masa penelitian menyatakan mundur dan tidak bersedia diperiksa laboratorium di akhir penelitian, serta subjek yang tidak memenuhi minimal 80% dari jumlah total puasa atau minimal 12 kali puasa dari total 16 kali puasa.

Pengumpulan dan pengukuran data

Intervensi puasa intermiten. Puasa intermiten 5:2 dilakukan pada kelompok puasa sebanyak dua hari dalam

satu minggu. Puasa intermiten 5:2 adalah metode puasa dengan 2 hari puasa dan 5 hari tersisa yang lain tidak puasa, yang pada penelitian ini puasa dilakukan pada hari Senin dan Kamis. Puasa dilakukan setiap hari Senin dan Kamis dan tidak diperkenankan untuk dilakukan pada hari yang lain. Puasa dilakukan mulai terbit matahari atau pukul 04.00 WIB sampai terbenam matahari atau pukul 18.00 yakni selama 12-14 jam. Selama puasa subjek tidak diperbolehkan untuk konsumsi makanan dan minuman. Setiap malam sebelum puasa setiap subjek di kelompok intervensi diingatkan melalui telepon dan pesan *whatsapp*.

Asupan makan. Penilaian asupan makan dilakukan sebelum penelitian dan selama penelitian. Penilaian asupan makan sebelum penelitian dinilai dengan metode *food recall* 2x24 jam. Pada metode ini subjek diminta untuk mengingat dan menyebutkan jenis makanan yang dikonsumsi dalam 24 jam terakhir dan diminta menjelaskan nama makanan/minuman, cara membuat, bahan-bahan yang dibutuhkan serta porsi yang dikonsumsi dengan menggunakan ukuran rumah tangga (URT). Pada kelompok puasa, penilaian asupan makan selama penelitian berlangsung diperoleh dengan meminta subjek untuk mencatat jumlah dan jenis makanan yang dikonsumsi setiap sahur dan berbuka puasa pada formulir *food record*, sedangkan asupan makan selama penelitian pada kelompok kontrol dinilai dengan metode *food record* sebanyak 3 kali (2 hari kerja dan 1 hari libur). Penilaian dilakukan oleh enumerator lulusan gizi dibantu dengan buku foto bahan makanan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dan *food model*. Hasil yang diperoleh kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan program *Nutrisurvey 2007*.

Status gizi. Pengukuran antropometri dilakukan saat seleksi subjek penelitian, sebelum intervensi, dan setelah intervensi. Pengukuran berat badan dilakukan dengan timbangan digital merk SECA dengan ketelitian 0,1 kg. Pada pengukuran tinggi badan dilakukan menggunakan *Shorr Board* dengan ketelitian 0,1 cm. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 2 kali dan diambil rerata dari hasil keduanya. Pengukuran dilakukan oleh enumerator tersertifikasi atau oleh ahli gizi. Status gizi didapatkan melalui perhitungan indeks masa tubuh (IMT) dengan cara membagi berat badan dalam kg dengan tinggi

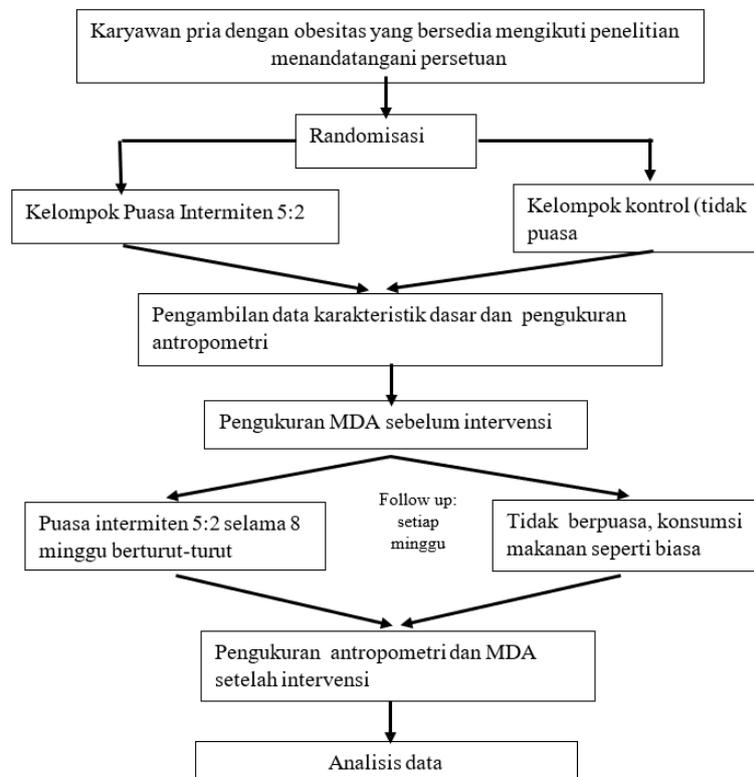
dalam satuan meter yang kemudian akan dikategorikan berdasarkan klasifikasi derajat obesitas yaitu obesitas I dan obesitas II (13).

Aktivitas fisik. Data aktivitas fisik diperoleh melalui wawancara subjek dengan menggunakan kuesioner *International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)* mengenai aktivitas yang dilakukan dalam tujuh hari terakhir. Data aktivitas fisik dihitung melalui skor *Metabolic Equivalent (MET)*, kemudian dikategorikan menjadi aktivitas ringan, sedang, dan berat (14). Wawancara aktivitas fisik dilakukan oleh enumerator terdaftar.

Kadar MDA plasma. Kadar malondialdehida (MDA) plasma sebagai penanda stres oksidatif dalam tubuh diukur dua kali yaitu sebelum dan setelah intervensi. Sebelum pengambilan darah, semua subjek telah berpuasa minimal selama 6 jam dan hanya boleh mengonsumsi air mineral. Pengambilan sampel darah dilakukan pada daerah *fossa cubiti* dengan mensterilkan daerah tersebut terlebih dahulu dengan *alcohol swab*. Darah diambil sebanyak 5 ml kemudian disimpan pada

tabung vacutainer EDTA dan diberi label identitas subjek kemudian disimpan di dalam *box* pendingin bersuhu 2-8°C selama ditransportasikan ke Laboratorium Biokimia & Biologi Molekuler, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Pemeriksaan kadar MDA melalui metode spektrofotometer dengan menilai dua molekul asam tiobarbiturat (TBA) berikatan dengan satu molekul MDA menghasilkan kompleks TBA-MDA-TBA berwarna merah muda yang mempunyai serapan maksimum pada panjang gelombang 530 nm. Kadar MDA plasma akan dinilai dengan satuan nmol/mL (15,16).

Pengambilan data untuk karakteristik subjek, aktivitas fisik, pengukuran antropometri, penilaian asupan makan, dan pengambilan sampel darah dilakukan di kedua perusahaan tersebut. Analisis kadar MDA dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Biologi Molekuler, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Jakarta. Alur penelitian secara lengkap dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Alur penelitian

Analisis data

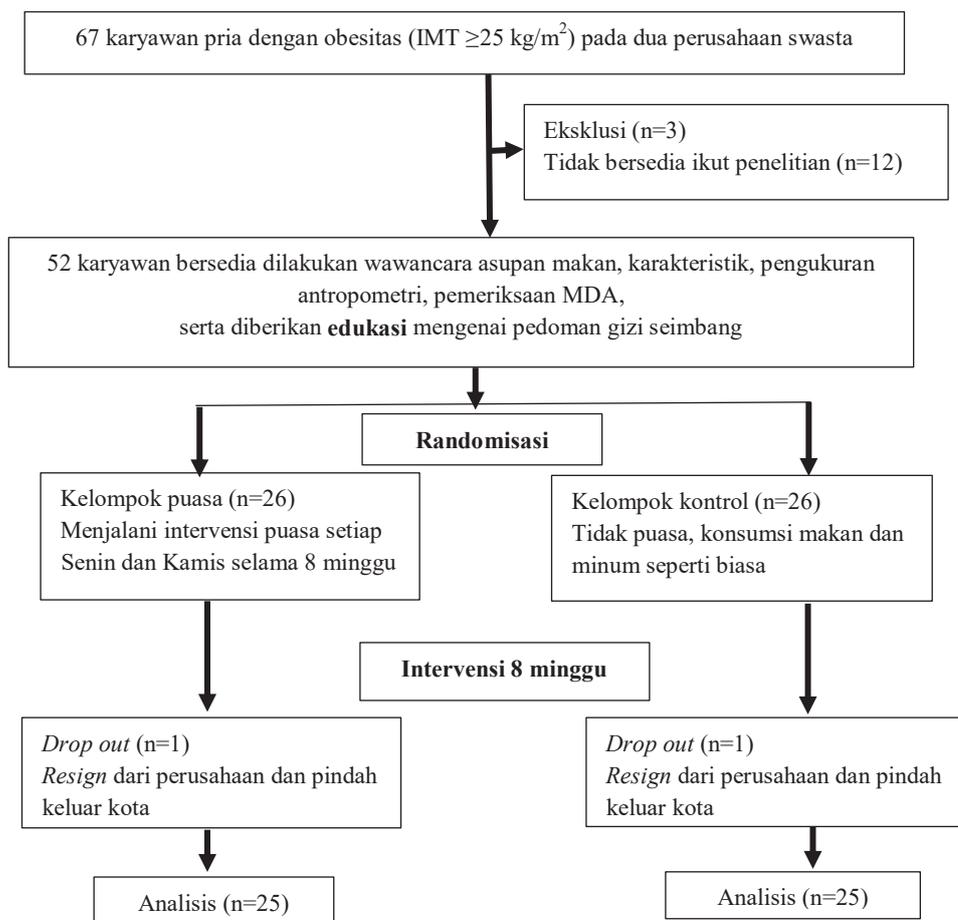
Data yang terkumpul dilanjutkan dengan analisis data menggunakan perangkat lunak SPSS versi 20. Data karakteristik subjek yaitu usia, berat badan, tinggi badan, IMT, tingkat pendidikan, pendapatan, tingkat pengetahuan gizi, jenis pekerjaan, dan aktivitas fisik dianalisis secara univariat. Data kategori disajikan dalam bentuk persentase sedangkan data numerik dalam bentuk rerata dan standar deviasi. Uji normalitas dilakukan pada semua data menggunakan uji *Saphiro-Wilk* dan koefisiens varians (CV). Data akan disajikan dalam bentuk rerata \pm standar deviasi jika terdistribusi normal dan dalam bentuk median (minimum-maksimum) jika tidak terdistribusi normal. Analisis perbandingan rerata antara kadar MDA pada kelompok puasa dan kelompok kontrol setelah intervensi menggunakan uji *Mann-Whitney*. Uji *Wilcoxon* digunakan untuk menilai perbedaan rerata MDA sebelum

dan sesudah intervensi pada kelompok puasa maupun kontrol.

HASIL

Seleksi subjek penelitian

Sebanyak 52 orang subjek telah bersedia mengikuti penelitian dan menandatangani lembar persetujuan. Setelah menandatangani lembar persetujuan, peneliti mulai melakukan pengambilan data *baseline*. Seluruh subjek penelitian dilakukan wawancara karakteristik, wawancara asupan, pengukuran antropometri, dan pemeriksaan laboratorium untuk menilai kadar MDA (**Gambar 2**). Selain itu, seluruh subyek penelitian juga mendapatkan edukasi mengenai pedoman gizi seimbang oleh peneliti. Edukasi diberikan satu kali pada minggu pertama dengan presentasi visual menggunakan



Gambar 2. Bagan seleksi subjek penelitian

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Variabel	Kelompok		Nilai p
	Puasa (n=25)	Kontrol (n=25)	
Usia (tahun)	32 (19-52)	30 (22-54)	0,884 ^m
Tinggi badan (cm)	168,3±5	168,5±6,5	0,918 ^t
Berat badan (kg)	90,5±13	89,6±12,8	>0,999 ^t
IMT, kg/m ²	31,9±4,2	31,7±4,3	0,852 ^t
Status gizi, n (%)			
Obesitas I	10 (45,5)	12 (54,5)	0,569 ^c
Obesitas II	15 (53,6)	13 (46,4)	
Tingkat pendidikan, n (%)			
Sedang	7 (50)	7 (50)	>0,999 ^c
Tinggi	18 (50)	18 (50)	
Tingkat pengetahuan gizi, n (%)			
Kurang	4 (57,1)	3 (42,9)	0,916 ^c
Sedang	15 (48,4)	16 (50)	
Baik	6 (50)	6 (50)	
Jenis pekerjaan, n (%)			
Administrasi	10 (50)	10 (50)	0,765 ^c
Lapangan	6 (42,9)	8 (57,1)	
Lainnya	9 (56,2)	7 (43,8)	
Tingkat pendapatan, n (%)			
Kurang	3 (42,9)	4 (57,1)	0,684 ^c
Cukup	22 (51,2)	21 (48,8)	
Aktivitas fisik, n (%)			
Ringan	10 (52,6)	9 (47,4)	0,367 ^c
Sedang	10 (41,7)	14 (58,3)	
Berat	5 (71,4)	2 (28,6)	

^c = uji *Chi-Square*; ^m = uji *Mann-Whitney*; ^t = uji t tidak berpasangan; p = batas kemaknaan (p<0,05)

Tabel 2. Analisis perbandingan berat badan dan indeks massa tubuh (IMT)

Variabel	Kelompok		Nilai p*
	Puasa (n=25)	Kontrol (n=25)	
Berat badan (kg)			
Sebelum	90,5±13,0	89,6±12,8	>0,999 ^t
Sesudah	89,8±13,2	89,4±12,6	>0,999 ^t
Selisih	0,8 (-2,2-5,1)	0,2 (-3,1-7,9)	0,203 ^m
Nilai p**	0,023	0,551	
IMT (kg/m ²)			
Sebelum	31,9±4,2	31,70±4,3	0,852 ^t
Sesudah	31,7±4,1	31,71±4,3	0,995 ^t
Nilai p**	0,099	0,980	

^m = uji *Mann-Whitney*; ^t = uji t tidak berpasangan; Nilai p* = batas kemaknaan antarkelompok (p<0,05); Nilai p** = nilai kemaknaan antara sebelum dan setelah intervensi (p<0,05)

program komputer *Microsoft Power Point*. Selanjutnya, randomisasi dilakukan untuk pembagian kelompok menjadi kelompok puasa dan kelompok kontrol dengan menggunakan aplikasi *randomlist.com*.

Karakteristik subjek penelitian

Pada kedua kelompok, nilai tengah usia subjek berkisar 30 tahun yaitu usia dewasa tengah dan rerata berat badan pada awal penelitian adalah 90 kg dengan IMT sebesar 31 kg/m². Berdasarkan status gizi, pada kelompok puasa ditemukan sebanyak 45,5% subjek dengan obesitas I dan 53,6% dengan obesitas II sedangkan pada kelompok kontrol sebanyak 54,5% subjek dengan obesitas I dan 46,4% dengan obesitas II. Hasil analisis pada tabel karakteristik (**Tabel 1**) menunjukkan tidak ada perbedaan bermakna seluruh variabel pada kedua kelompok. Perbandingan berat badan pada kelompok puasa dan kontrol sebelum dan setelah intervensi menunjukkan adanya penurunan rata-rata, tetapi tidak didapatkan perbedaan bermakna antara kelompok puasa dan kontrol. Pada selisih berat badan sebelum dan setelah intervensi juga tidak didapatkan perbedaan bermakna. Demikian juga dengan perbandingan IMT antara sebelum dan setelah intervensi (p<0,05) (**Tabel 2**).

Asupan energi, karbohidrat, protein, dan lemak

Sebelum intervensi, semua subjek dilakukan wawancara asupan dengan metode *food recall* 2x24 jam untuk mengetahui pola asupan makan subjek penelitian. Pada awal penelitian, tidak terdapat perbedaan total energi, rerata asupan protein, lemak, dan karbohidrat antara kelompok puasa dan kelompok kontrol. Pada saat intervensi, asupan makan dinilai dengan metode *food record*. Pada kelompok puasa, *food record* dicatat setiap saat berpuasa sedangkan pada kelompok kontrol dilakukan tiga kali pencatatan *food record*. Hasil analisis menunjukkan penurunan total energi, rerata asupan protein, lemak, dan karbohidrat selama intervensi dibandingkan dengan sebelum intervensi pada kedua kelompok. Perubahan asupan energi, karbohidrat, dan protein juga berbeda bermakna (p<0,05) sedangkan perubahan asupan lemak sedikit mendekati bermakna (p=0,054). Penurunan asupan energi dan makronutrien

Tabel 3. Asupan energi, karbohidrat, protein, dan lemak subjek penelitian

Asupan	Kelompok		Nilai p*
	Puasa (n=25)	Kontrol (n=25)	
Total energi			
Sebelum intervensi	1.617 (538-2.568)	1.525 (936-2.408)	0,734 ^m
Selama intervensi	892 (505-1.344)	1.357 (871-2.946)	<0,050 ^m
Perubahan	529 (-582-1.695)	113 (-1.421-1.309)	0,003 ^m
Nilai p**	<0,001 ^w	0,115 ^w	
Total protein			
Sebelum intervensi	55,8 (18,3-132,5)	57 (23-108,3)	0,900 ^m
Selama intervensi	37 (20-58)	49 (31-110)	<0,050 ^m
Perubahan	18,9 (-19,7-95,5)	7,8 (-48-689)	<0,001 ^m
Nilai p**	<0,001 ^w	0,313 ^w	
Total lemak			
Sebelum intervensi	56 (15-141)	61 (11-133)	0,712 ^m
Selama intervensi	34,5 (19-60)	57 (17-138)	0,001 ^m
Perubahan	22,8 (-37,6-93,7)	8,4 (-89-88,9)	0,054 ^m
Nilai P**	0,001 ^w	0,353 ^w	
Total karbohidrat			
Sebelum intervensi	204 (75-296)	180 (121-355)	0,467 ^m
Selama intervensi	109 (23-178)	161 (94-328)	<0,050 ^m
Perubahan	73,2 (-40-257)	14,4 (-120-1.15,4)	<0,001 ^m
Nilai P**	<0,001 ^w	0,135 ^w	

^m = Uji *Mann-Whitney*; ^w = Uji *Wilcoxon*; Nilai p* = batas kemaknaan antarkelompok (p<0,05); Nilai p**= nilai kemaknaan antara sebelum dan selama intervensi (p<0,05)

Tabel 4. Analisis perubahan kadar malondialdehida (MDA) pada kelompok puasa dan kontrol

MDA (nmol/mL)	Kelompok		Nilai p*
	Puasa (n=25)	Kontrol (n=25)	
Sebelum	1,3 (0,9-2,0)	1,4 (0,9-1,9)	0,831 ^m
Sesudah	0,4 (0,3-0,6)	0,5 (0,3-0,7)	0,020 ^m
Selisih	0,89 (0,4-1,7)	0,9 (0,3-1,5)	0,541 ^m
Nilai p**	<0,001 ^w	<0,001 ^w	

^m = Uji *Mann-Whitney*; ^w = Uji *Wilcoxon*; nilai p* = batas kemaknaan antarkelompok (p<0,05); nilai p**= nilai kemaknaan antara sebelum dan setelah intervensi (p<0,05)

pada kelompok puasa lebih besar dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini disebabkan pengaruh restriksi kalori dari puasa intermiten. Puasa intermiten 5:2 sama dengan restriksi kalori kurang lebih 600 kkal/ hari pada saat hari puasa (17), hal ini mungkin yang menyebabkan penurunan asupan pada kelompok puasa lebih besar (**Tabel 3**).

Kadar malondialdehida (MDA)

Kadar MDA sebelum intervensi tidak berbeda bermakna antara kelompok puasa dan kontrol. Namun, kadar MDA setelah intervensi pada kelompok puasa diperoleh perbedaan bermakna (p<0,05) dibandingkan kelompok kontrol. Perubahan kadar MDA sebelum dan setelah intervensi tidak didapatkan perbedaan bermakna antara kelompok puasa dan kontrol. Namun demikian, perubahan kadar MDA sebelum dan setelah intervensi menunjukkan perbedaan yang bermakna (p<0,001) yaitu pada kelompok puasa sebesar 1,3(0,9-2) menjadi 0,4(0,3-0,6) sedangkan kelompok kontrol sebesar 1,4(0,9-1,9) menjadi 0,5(0,3-0,7) (**Tabel 4**).

BAHASAN

Pada penelitian ini, rerata usia subjek penelitian adalah 30 tahun pada kelompok intervensi dan 32 tahun pada kelompok kontrol. Hasil ini serupa dengan sebaran

usia penyandang obesitas berdasarkan Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 yaitu 19-55 tahun (4). Subjek obesitas pada penelitian ini adalah karyawan yang bekerja setiap hari menghabiskan waktu lebih dari atau sama dengan 8 jam dan waktu tersebut sebagian besar dihabiskan dengan duduk. Hal ini yang menyebabkan tingginya angka obesitas pada karyawan khususnya di Jakarta (6,7). Obesitas ditandai dengan adanya simpanan cadangan lemak yang berlebih. Simpanan lemak tersebut memicu terjadinya reaksi oksidasi yang menghasilkan produk-produk radikal bebas yang dapat merusak mikro dan makromolekul seperti protein dan lipid sehingga menyebabkan kerusakan intrasel yang dapat memicu timbulnya berbagai penyakit (4). Salah satu parameter kerusakan oksidatif pada lipid yaitu MDA. Hasil statistik menunjukkan kadar MDA sebelum dan setelah intervensi pada setiap kelompok berbeda bermakna ($p < 0,05$). Kadar MDA setelah intervensi juga didapatkan hasil berbeda bermakna ($p = 0,02$) pada kelompok puasa [0,4(0,3 – 0,6)] dibandingkan dengan kelompok kontrol [0,5(0,3 – 0,7)], yang menunjukkan efek puasa intermiten 5:2 terhadap penurunan MDA.

Penurunan MDA pada penelitian ini serupa dengan penelitian sebelumnya yang menilai penanda radikal bebas *8-isoprostone* pada kelompok yang menjalani metode puasa intermiten *time restricted feeding* (TRF) yaitu membagi kelompok berdasarkan waktu makan, untuk kelompok intervensi waktu makan 8 jam dan kelompok kontrol 12 jam (9). Penelitian tersebut juga memberikan intervensi makanan pada sembilan subjek selama penelitian berlangsung. Hasilnya menunjukkan adanya perbedaan bermakna ($p < 0,05$) antara kelompok intervensi dan kontrol. Penelitian tersebut ingin menilai penurunan kerusakan oksidatif tanpa disertai dengan penurunan berat badan, hal ini sejalan dengan penelitian ini yaitu terjadi penurunan MDA tetapi tanpa disertai penurunan berat badan yang signifikan.

Ketika berpuasa, akan terjadi lipolisis pada jaringan adiposa yang menghasilkan asam lemak. Pada saat puasa, terjadi restriksi kalori yang ekstrim sehingga terjadi ketogenesis yang memicu pemecahan lemak (18). Mekanisme inilah yang menyebabkan terjadinya penurunan berat badan. Hal serupa juga disebutkan oleh studi lain yang menyatakan bahwa dengan puasa akan

menstimulasi lipolisis untuk memenuhi kebutuhan energi (19). Sesuai dengan uraian tersebut, asam lemak akan memicu ketogenesis untuk menghasilkan energi yang diperlukan oleh tubuh. Oleh karena itu, terjadi perubahan bahan bakar untuk menghasilkan energi yaitu dari glukosa menjadi asam lemak (20). Penurunan sel lemak pada jaringan adiposa dapat menurunkan produk-produk *reactive oxygen species* (ROS) dengan menurunkan pelepasan mediator dan sitokin yang memicu kerusakan oksidatif. Hal inilah yang dapat menyebabkan adanya penurunan MDA akibat puasa intermiten.

Penurunan sel lemak dapat ditandai dengan penurunan berat badan. Pada penelitian ini, terdapat penurunan berat badan antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok puasa ($p < 0,05$), tetapi tidak ditemukan perbedaan bermakna penurunan berat badan antara kelompok puasa dengan kelompok kontrol ($p > 0,05$). Hal ini mungkin dapat disebabkan oleh penambahan asupan makan subjek saat tidak berpuasa, tetapi dugaan penambahan asupan makan di luar waktu puasa tidak dapat dibuktikan karena subjek hanya mencatat asupan makan di hari puasa. Hal ini menjadi keterbatasan dalam penelitian ini. Pada kelompok kontrol yang tidak menjalani puasa intermiten, terjadi penurunan asupan energi dan makronutrien setelah intervensi meskipun tidak bermakna secara statistik. Hal ini mungkin disebabkan oleh penerapan edukasi mengenai pedoman gizi seimbang pada kelompok kontrol yang dipaparkan sebelum intervensi dimulai. Kecenderungan penurunan asupan tersebut kemungkinan menjadi penyebab terjadinya penurunan kadar MDA pada kelompok kontrol. Meskipun demikian, faktor-faktor lain seperti aktivitas fisik, merokok serta paparan polusi perlu dipertimbangkan dan dianalisis lebih lanjut sebagai variabel perancu.

Mekanisme lain yang menjelaskan penurunan MDA pada puasa intermiten yaitu peningkatan faktor transkripsi *Forkhead O* (FOXO) yang meregulasi ekspresi antioksidan endogen sehingga terjadi penurunan radikal bebas. Selain itu, puasa intermiten juga meningkatkan mekanisme autofagi dalam sel, yaitu proses katabolik untuk mendaur ulang nutrien yang penting sebagai sistem pertahanan tubuh terhadap kerusakan oksidatif sehingga mengembalikan fungsi normal organel dalam sel. Saat puasa

intermiten, tubuh menghasilkan badan keton (*acetoacetate*, *β-hydroxybutyrate*, dan *acetone*) yang dapat menekan produk *reactive oxygen species* (ROS) dengan meningkatkan fungsi glutation peroksidase setelah intervensi yang terjadi pada kelompok puasa. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa puasa intermiten menstimulasi aktivasi mTOR, *foxo family*, dan mekanisme autofagi sehingga terjadi penurunan radikal bebas (21,22). Pada penelitian ini, tidak dilakukan pengukuran antioksidan endogen maupun analisis molekuler ekspresi FOXO serta autofagi. Dengan demikian, penelitian selanjutnya yang menilai perubahan antioksidan endogen dan analisis molekuler ekspresi FOXO maupun autofagi pada puasa intermiten diperlukan untuk mengetahui mekanisme penurunan kadar MDA tersebut.

Studi ini merupakan studi pertama mengenai puasa intermiten yang hanya menilai efek puasa intermiten 5:2 terhadap penanda stres oksidatif yaitu MDA pada karyawan dengan obesitas tanpa disertai pembatasan kalori. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan secara langsung manfaat puasa Senin Kamis yang ada di Indonesia untuk mengurangi radikal bebas pada obesitas.

Penilaian pola asupan makan pada penelitian ini menggunakan metode *food recall* 2x24 jam dan *food record*. Kedua metode ini dapat memberikan gambaran pola makan aktual subjek penelitian pada saat sebelum dan selama penelitian. Sebagian besar subjek penelitian adalah usia dewasa pertengahan sehingga metode ini juga sangat tepat karena subjek masih memiliki daya ingat baik. Namun, pencatatan makanan pada kelompok puasa hanya dilakukan saat hari berpuasa sehingga asupan makan di luar hari puasa tidak dapat dikontrol. Pada saat pencatatan makanan, kemungkinan juga dapat terjadi kesalahan dalam memperkirakan ukuran porsi yang dikonsumsi sehingga menyebabkan *overestimate* atau *underestimate*. Pada subjek dengan obesitas memiliki kecenderungan untuk melaporkan konsumsinya lebih sedikit (*under-reporting*).

SIMPULAN DAN SARAN

Kadar MDA setelah intervensi menunjukkan perbedaan bermakna antara kelompok puasa dan kontrol sehingga metode puasa intermiten 5:2 ini dapat menjadi

salah satu alternatif menurunkan stres oksidatif yang berperan dalam timbulnya berbagai penyakit sebagai komplikasi akibat obesitas. Sosialisasi mengenai puasa intermiten yang lebih luas bagi karyawan dengan obesitas serta edukasi mengenai gizi seimbang yang dilakukan secara berkala diperlukan untuk mencegah kondisi patologis dari penyakit sehingga dapat meningkatkan performa karyawan dengan obesitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini mendapatkan hibah Penelitian Tesis Magister 2020 dari Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia.

Pernyataan konflik kepentingan

Peneliti menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam seluruh pelaksanaan penelitian ini dan bertanggung jawab atas penulisan artikel ini.

RUJUKAN

1. Marseglia L, Manti S, D'Angelo G, Nicotera A, Parisi E, Di Rosa G, et al. Oxidative stress in obesity: a critical component in human diseases. *Int J Mol Sci*. 2015;16(1):378-400. doi: 10.3390/ijms16010378
2. World Health Organization. Fact sheet: what causes overweight and obesity?. South-East Asia: WHO; 2011.
3. World Health Organization. Regional Office for South-East Asia. Noncommunicable diseases in the South-East Asia Region, 2011: situation and response. [series online] 2012 [cited 2020 April 21]. Available online: URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/205578>
4. Kementerian Kesehatan RI. Hasil utama Risetdas penyakit tidak menular 2018. Jakarta: Kemenkes RI; 2018.
5. Nurwanti E, Uddin M, Chang JS, Hadi H, Syed-Abdul S, Su ECY, et al. Roles of sedentary behaviors and unhealthy foods in increasing the obesity risk in adult men and women: a cross-sectional national study. *Nutrients*. 2018;10(6):704. doi: 10.3390/nu10060704
6. Monica. Perbedaan shift kerja, asupan zat gizi makro, work family conflict self efficacy dan faktor lainnya pada kejadian obesitas kalangan pekerja PT X tahun 2017 [Skripsi]. Jakarta: FKM Universitas Indonesia; 2017.
7. Lestari DI. Pengaruh kebiasaan merokok terhadap obesitas dan overweight pada karyawan universitas di Jakarta. *Jurnal Muara*. 2017;1(1):204-9. doi: 10.24912/jmstkk.v1i1.431

8. Anton S, Leeuwenburgh C. Fasting or caloric restriction for healthy aging. *Exp Gerontol.* 2013;48(10):1003-5. doi: 10.1016/j.exger.2013.04.011
9. Sutton EF, Beyl R, Early KS, Cefalu WT, Ravussin E, Peterson CM, et al. Early time-restricted feeding improves insulin sensitivity, blood pressure, and oxidative stress even without weight loss in men with prediabetes. *Cell Metab.* 2018;27(6):1212-21.e3. doi: 10.1016/j.cmet.2018.04.010
10. Stockman M, Thomas D, Burke J, Apovian CM. Intermittent fasting : is the wait worth the weight ?. *Curr Obes Rep.* 2018;7(2):172-85. doi: 10.1007/s13679-018-0308-9
11. Teng NIMF, Shahar S, Rajab NF, Manaf ZA, Johari MH, Ngah WZW. Improvement of metabolic parameters in healthy older adult men following a fasting caloric restriction intervention. *Aging Male.* 2013;16(4):177-83. doi: 10.3109/13685538.2013.832191
12. World Health Organization. Regional Office for the Western Pacific. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. [series online] 2000 [cited 2020 April 21]. Available online: URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/206936>
13. Patterson RE, Laughlin GA, Sears DD, LaCroix AZ, Marinac C, Gallo LC, et al. Intermittent fasting and human metabolic health. *J Acad Nutr Diet.* 2015;115(8):1203-12. doi: 10.1016/j.jand.2015.02.018
14. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1381-95. doi: 10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB
15. Tsikas D. Assessment of lipid peroxidation by measuring malondialdehyde (MDA) and relatives in biological samples: analytical and biological challenges. *Anal Biochem.* 2017;524:13-30. doi: 10.1016/j.ab.2016.10.021
16. Hardiany NS, Sucitra, Paramita R. Profile of malondialdehyde (MDA) and catalase specific activity in plasma of elderly woman. *Heal Sci J Indones.* 2019;10(2):132-6. doi: 10.22435/hsji.v12i2.2239
17. Longo VD, Mattson PM. Fasting: molecular mechanism and clinical application. *Cell Metab.* 2014;19(2):181-92. doi: 10.1016/j.cmet.2013.12.008
18. Lee C, Longo VD. Fasting vs dietary restriction in cellular protection and cancer treatment: from model organisms to patients. *Oncogene.* 2011;30(30):3305-16. doi: 10.1038/onc.2011.91
19. Hartman AL, Rubenstein JE, Kossoff EH. Intermittent fasting: a “new” historical strategy for controlling seizures?. *Epilepsy Res.* 2013;104(3):275-9. doi: 10.1016/j.eplepsyres.2012.10.011
20. Anton SD, Moehl K, Donahoo WT, Marosi K, Lee SA, Mattson MP, et al. Flipping the metabolic switch: understanding and applying the health benefits of fasting. *Obesity (Silver Spring).* 2018;26(2):254-68. doi: 10.1002/oby.22065
21. Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Shimomura I, et al. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *J Clin Invest.* 2004;114(12):1752-61. doi: 10.1172/JCI21625
22. Matsuda M, Shimomura I. Increased oxidative stress in obesity: implications for metabolic syndrome, diabetes, hypertension, dyslipidemia, atherosclerosis, and cancer. *Obes Res Clin Pract.* 2013;7(5): e330-41. doi: 10.1016/j.orcp.2013.05.004

Kadar gula darah atlet sepak bola remaja setelah pemberian diet beban glikemik

Effect of diets with glycemic load arrangement on blood glucose levels in young soccer athletes

Rahma Wati Dwi Lestari, Deny Yudi Fitranti, Nurmasari Widyastuti, Ahmad Syauqy, Binar Panunggal, Fillah Fithra Diény, Hartanti Sandi Wijayanti, Dewi Marfu'ah Kurniawati

Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

ABSTRACT

Background: Carbohydrate arrangement considering the glycemic index (GI) and glycemic load (BG) are important to support the performance of athletes. **Objective:** To examine effect of diets with glycemic load arrangement on blood glucose levels in young soccer athletes. **Methods:** Quasi-experimental study on 14 male young soccer players aged 15-18 years old at Terang Bangsa Soccer School. Each subject completed 4 trials separated by at least 7 days as a washout period. Diets provided consist of high GI with high GL diet (H-H), low GI with high GL diet (L-H), high GI with low GL (H-L), and low GI with low GL diet (L-L). Collected data were fasting blood glucose level (BGL 0), blood glucose level one hour after intervention (BGL 1), blood glucose level two hours after intervention (BGL 2), and blood glucose level after exercise (BGL 3). **Results:** The results of paired t-test analysis showed that there were differences between fasting blood glucose level and blood glucose level one hour after intervention, blood glucose level one hour after intervention and blood glucose level two hours after intervention, blood glucose level two hours after intervention and blood glucose level after exercise in the H-H and L-H diet group. In the L-L diet group, there were difference between BGL 2 and BGL 3. One-Way ANOVA analysis showed that there were no significant differences blood glucose level one hours after intervention, blood glucose level two hours after intervention, and blood glucose level after exercise between groups. **Conclusions:** High glycemic load diets influence the increase in blood glucose levels at 1 hour postprandial and after exercise. Low glycemic load diets influence the increase in blood glucose levels after exercise. Diets with arrangement of glycemic index and glycemic load did not affect blood glucose level between diet groups.

KEYWORDS: blood glucose level; glycemic load; soccer athletes

ABSTRAK

Latar belakang: Pengaturan karbohidrat mempertimbangkan nilai indeks glikemik (IG) dan beban glikemik (BG) penting untuk menunjang performa atlet. **Tujuan:** Menganalisis pengaruh pemberian diet beban glikemik terhadap kadar glukosa darah atlet sepak bola remaja. **Metode:** Penelitian *quasi experimental* pada 14 subjek atlet sepak bola laki-laki 15-18 tahun di Sekolah Sepak Bola Terang Bangsa. Subjek diberikan 4 perlakuan dengan *washout period* satu minggu. Diet yang diberikan berupa pengaturan diet IG Tinggi dengan BG Tinggi (T-T), IG Rendah dengan BG Tinggi (R-T), IG Tinggi BG Rendah (T-R), dan IG Rendah dengan BG Rendah (R-R). Data yang diambil yaitu Kadar glukosa darah puasa (KGD 0) glukosa darah 1 jam postprandial (KGD 1), glukosa darah 2 jam postprandial (KGD 2), dan glukosa darah sesaat setelah latihan lari (KGD 3). **Hasil:** Berdasarkan *paired t test* menunjukkan bahwa ada perbedaan kadar glukosa darah puasa dengan kadar glukosa darah 1 jam postprandial, kadar glukosa darah 1 jam postprandial dengan kadar glukosa darah 2 jam postprandial serta kadar glukosa darah 2 jam postprandial dengan kadar glukosa darah setelah latihan lari pada kelompok diet IG tinggi BG Tinggi dan IG rendah BG Tinggi. Pada kelompok diet IG rendah BG rendah hanya terdapat perbedaan kadar glukosa darah 2 jam postprandial dengan kadar glukosa darah setelah latihan lari ($p < 0,05$). Berdasarkan uji *One-Way ANOVA* menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan kadar glukosa darah puasa, 1 jam postprandial, 2 jam postprandial dan setelah latihan lari antar keempat kelompok. **Simpulan:** Diet beban glikemik tinggi berpengaruh terhadap peningkatan kadar glukosa darah 1 jam postprandial dan setelah latihan. Diet beban glikemik rendah berpengaruh terhadap peningkatan kadar glukosa darah setelah latihan. Diet beban glikemik tidak berpengaruh terhadap kadar glukosa darah antar keempat kelompok.

KATA KUNCI: kadar glukosa darah; beban glikemik; atlet sepak bola remaja

Korespondensi: Deny Yudi Fitranti, Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia, e-mail: denyyudi@live.undip.ac.id

Cara sitasi: Lestari RWD, Fitranti DY, Widyastuti N, Syauqy A, Panunggal B, Kurniawati DM, et al. Kadar gula darah atlet sepak bola remaja setelah pemberian diet beban glikemik. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2021;17(4):194-204. doi: 10.22146/ijcn.58277

PENDAHULUAN

Sepak bola merupakan olahraga intensitas tinggi bersifat intermitten yang menggunakan sistem energi aerobik dan anaerobik pada saat bersamaan dalam durasi yang lama (1). Atlet sepak bola dapat menempuh jarak sejauh 10.000 - 13.000 m dan perubahan aktivitas gerak tubuh setiap 4-6 detik dalam satu kali pertandingan (1,2). Saat ini, sepak bola menjadi salah satu cabang olahraga yang populer di kalangan remaja. Hal ini ditunjukkan prestasi tingkat internasional dalam beberapa tahun terakhir disumbangkan oleh atlet remaja. Berdasarkan data yang diperoleh dari Persatuan Sepak bola Seluruh Indonesia (PSSI), Timnas Indonesia menjuarai *ASEAN Football Federation* (AFF) U-19 pada tahun 2013. Di tahun 2017 dan 2018 Timnas, Indonesia U-16 berhasil meraih juara pada ajang *Tien Phong Plastic Cup* di Vietnam dan ajang *Jenesys* di Jepang (3).

Usia 10-19 tahun merupakan masa peralihan dari anak-anak menuju dewasa. Di sisi lain, pada masa ini atlet juga mengalami *growth spurt* yang meliputi puncak pertambahan berat badan, 15-20% pertambahan tinggi badan, dan 45% pertumbuhan tulang (4). Hal ini menyebabkan kebutuhan gizi pada atlet remaja lebih tinggi daripada remaja non-atlet. Penelitian observasional yang dilakukan di Jawa Tengah pada 76 atlet sepak bola remaja menunjukkan bahwa tingkat pemenuhan energi hanya 71% dari kebutuhan yang seharusnya (5). Penelitian yang dilakukan di asrama Salatiga *Training Center* diketahui bahwa 90% atlet memiliki tingkat kecukupan karbohidrat dalam kategori kurang. Intensitas latihan tinggi pada atlet remaja yang tidak diimbangi dengan pemenuhan zat gizi yang adekuat dapat menyebabkan gangguan fisiologis tubuh, seperti penurunan performa (6). Performa yang baik selama pertandingan tidak hanya dipengaruhi oleh teknik dan taktik, tetapi asupan makan atlet keseharian juga perlu diperhatikan salah satunya unsur karbohidrat.

Atlet sepak bola menggunakan karbohidrat dalam bentuk glukosa sebagai sumber energi. Glukosa merupakan sumber energi utama untuk kontraksi otot selama latihan sedangkan glikogen merupakan bentuk simpanan glukosa dalam tubuh (7,8). Kontraksi otot terjadi karena adanya hidrolisis ATP yang menimbulkan pergeseran filamen serta pemendekan serabut otot (9). Masalah utama yang sering ditemukan selama

pertandingan yaitu penurunan glukosa darah secara drastis. Studi di *Swansea City Football Club* melaporkan bahwa 30% atlet sepak bola pada menit ke-45 sampai 60 memiliki konsentrasi kadar glukosa darah di bawah 54,05 mg/dl (10). Penurunan kadar glukosa darah dalam durasi yang lama menyebabkan terbatasnya ketersediaan ATP untuk menghasilkan energi, sehingga akan berdampak pada penurunan produktivitas kemampuan kerja otot dan kelelahan terjadi lebih awal saat pertandingan (9,11).

Pengaturan karbohidrat dengan mempertimbangkan waktu, jumlah, dan jenis yang tepat dapat mempertahankan kadar glukosa dan memaksimalkan simpanan glikogen dalam tubuh (7,12). Dua sampai tiga jam sebelum pertandingan, atlet diberikan karbohidrat kompleks dalam bentuk makanan ringan sebesar 300-400 kkal (13,14). Peneliti dari Universitas Toronto memperkenalkan pemberian karbohidrat dengan memperhatikan indeks glikemik. Namun, konsep indeks glikemik hanya mengelompokkan jenis berdasarkan laju kecepatan perubahan karbohidrat menjadi glukosa pada suatu makanan (15). Oleh karena adanya kontroversi terkait keefektifan indeks glikemik, beberapa penelitian telah mengembangkan istilah baru untuk melengkapi konsep tersebut dengan beban glikemik (16).

Beban glikemik dapat menggambarkan respon glikemik lebih akurat dibanding indeks glikemik saja karena tidak hanya memperhitungkan jenis, tetapi juga jumlah karbohidrat dari bahan makanan yang dikonsumsi. Makanan indeks glikemik tinggi memiliki beban glikemik yang rendah jika dikonsumsi dalam jumlah yang sedikit. Demikian juga sebaliknya, konsumsi makanan indeks glikemik rendah memiliki beban glikemik yang tinggi jika dikonsumsi dalam jumlah yang banyak sehingga akan menghasilkan respon glikemik sama seperti konsumsi indeks glikemik tinggi dengan porsi standar (17).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa konsumsi makanan indeks glikemik rendah dan beban glikemik rendah dengan kandungan 0,8 g karbohidrat/kg massa tubuh pada 2 jam sebelum latihan lari sejauh 10 km dapat merangsang perubahan metabolisme yang lebih kecil selama periode postprandial dengan penanda oksidasi karbohidrat yang rendah, gliserol dan asam lemak bebas yang tinggi secara signifikan dibandingkan dengan diet beban glikemik tinggi. Hal

ini menunjukkan tingginya asam lemak bebas dapat menghemat penggunaan glukosa selama latihan (18).

Pengaturan karbohidrat mempertimbangkan nilai indeks glikemik dan beban glikemik sangat penting untuk menunjang performa atlet selama latihan atau pertandingan (19). Studi sebelumnya yang memberikan diet variasi indeks dan beban glikemik pada atlet, hanya melihat perbedaan respon metabolik pada 2 jam postprandial dan selama latihan (18). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lebih dalam pengaruh pengaturan diet indeks glikemik dan beban glikemik terhadap kadar glukosa darah selama pertandingan. Kadar glukosa darah diukur empat kali yaitu saat puasa, 1 jam setelah pemberian diet, 2 jam setelah pemberian diet, dan setelah latihan lari. Intervensi diet pada studi ini diberikan 2 jam sebelum latihan dalam bentuk makanan ringan berupa pemanfaatan pangan lokal sehingga diharapkan dapat diaplikasikan dengan mudah oleh manajemen penyelenggara makanan atlet. Indonesia kaya akan bahan pangan lokal yang mengandung indeks glikemik rendah yang dapat dimanfaatkan untuk alternatif makanan selingan peningkat performa atlet seperti kentang, singkong, talas, dan kacang tanah.

BAHAN DAN METODE

Desain dan subjek

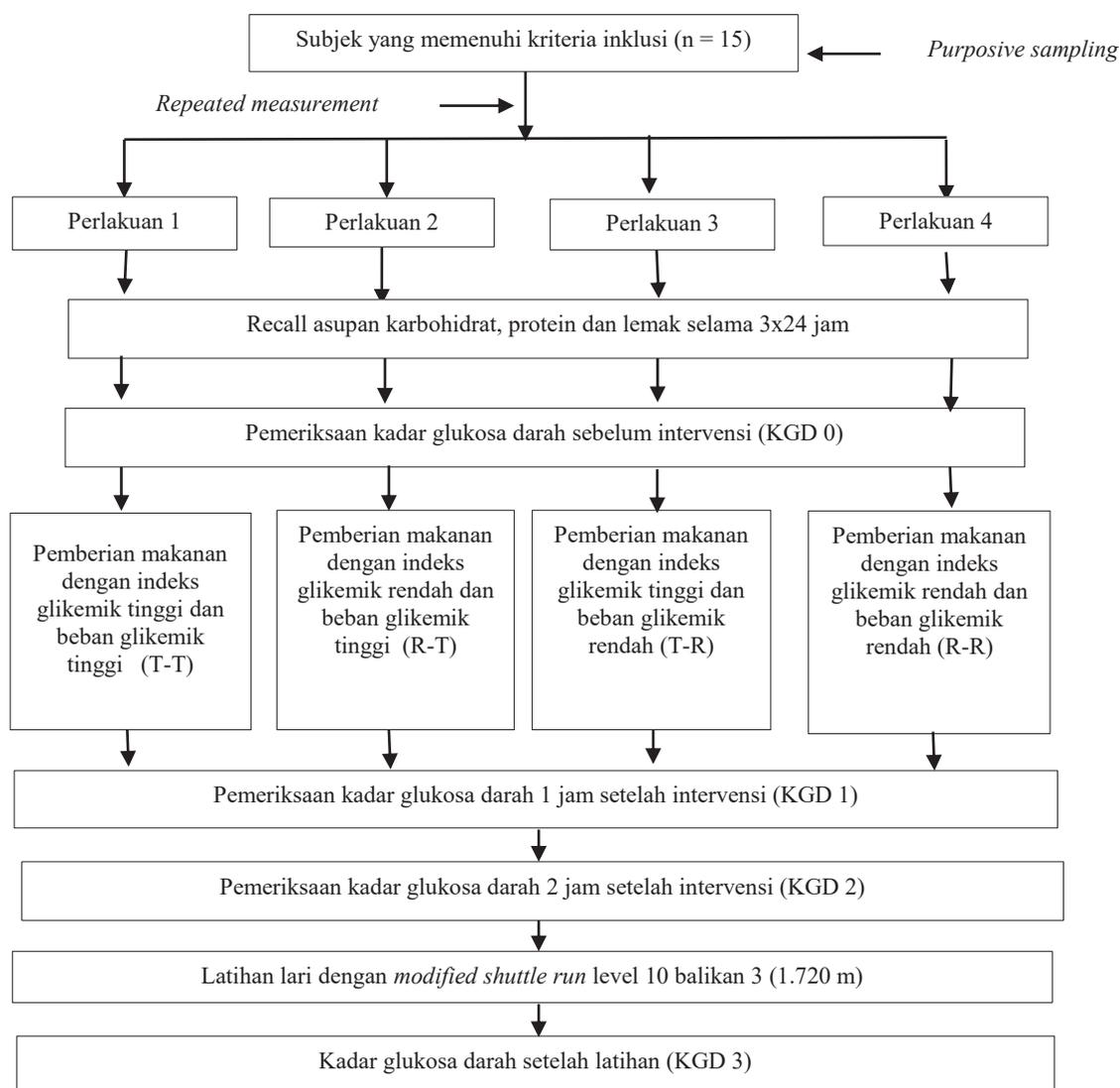
Penelitian ini merupakan penelitian *quasi experimental* dengan rancangan *pre-post test controlled group design* dan *repeated measurement*. Penelitian ini dilaksanakan pada atlet sepak bola remaja di Sekolah Sepak Bola Terang Bangsa Semarang pada bulan Agustus-Oktober 2019. Perhitungan besar sampel menggunakan rumus analitik numerik berpasangan dengan derajat interval kepercayaan 95%, *power* penelitian 90%, simpangan baku sebesar 18,3 (18), dan selisih rerata bermakna sebesar 15 mg/dl sehingga jumlah sampel minimal 13 orang dan koreksi untukantisipasi *drop out* menjadi 15 orang. Pengambilan subjek dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Sebanyak 22 orang memenuhi kriteria inklusi, tetapi hanya 15 orang yang bersedia menjadi responden. Kriteria inklusi pada penelitian ini antara lain laki-laki berusia 15-18 tahun, tidak sedang cedera atau dalam perawatan dokter,

tidak memiliki riwayat penyakit jantung, paru-paru, dan diabetes mellitus, tidak mengonsumsi alkohol, tidak merokok, tidak melakukan aktivitas berat 24 jam sebelum penelitian, memiliki persen lemak tubuh 9-22% (20) serta volume oksigen maksimal (VO_{2max}) dalam rentang 45,2-59,8 ml/kg berat badan/menit (21). Kriteria eksklusi yaitu subjek penelitian sakit atau mengalami gangguan kesehatan selama periode intervensi dan subjek tidak datang saat intervensi berlangsung sehingga data tidak lengkap. Penelitian ini telah disetujui oleh Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dengan nomor izin No.464/EC/KEPK/FK UNDIP/XII/2019.

Pengumpulan dan pengukuran data

Pemberian diet beban glikemik. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pemberian diet beban glikemik 2 jam sebelum latihan. Subjek diberikan 4 perlakuan dengan pengaturan diet yaitu, indeks glikemik tinggi dengan beban glikemik tinggi (T-T); indeks glikemik rendah dengan beban glikemik tinggi (R-T); indeks glikemik tinggi dengan beban glikemik rendah (T-R); dan indeks glikemik rendah dengan beban glikemik rendah (R-R). Diet T-T berupa nasi ketan 100 g, susu kental manis 10 g, keju 15 g, dan semangka 200 g dengan nilai IG 89 BG 35. Diet R-T berupa kacang tanah panggang 15 g, kentang rebus 175 g, dan pear 200 g dengan nilai IG 50 BG 27. Diet T-R berupa semangka 115 g, singkong rebus 120 g, dan keju 45 g dengan nilai IG 70 BG 10. Diet R-R berupa kacang tanah panggang 30 g dan talas rebus 200 g dengan IG 34 BG 6. Keempat kelompok diet memiliki kalori yang sama yaitu ± 350 kkal dan standarisasi pemberian cairan sekitar 500 ml air. Pemberian intervensi diet ini terbagi menjadi 4 periode dengan *washout period* satu minggu. Subjek diminta mengonsumsi makanan yang sama selama tiga hari sebelum intervensi untuk meminimalisir variasi asupan dan simpanan glikogen dalam tubuh, serta penambahan snack ± 500 kkal/hari untuk mencukupi kebutuhan yang seharusnya. Subjek diinstruksikan mengonsumsi air 500 ml dan puasa minimal 8 jam malam hari sebelum intervensi. Kepatuhan subjek dipantau secara langsung sehingga seluruh makanan yang diberikan dihabiskan oleh subjek.

Kadar glukosa darah. Variabel terikat berupa kadar glukosa darah (KGD) diukur sebanyak 4 kali pada masing-masing periode yaitu sebelum intervensi (KGD



Gambar 1. Alur kerja penelitian

0), 1 jam setelah intervensi (KGD 1), 2 jam setelah intervensi (KGD 2), dan sesaat setelah latihan lari (KGD 3). Pemeriksaan kadar glukosa darah sebelum intervensi, 1 jam dan 2 jam setelah intervensi, serta setelah latihan lari diambil melalui pembuluh kapiler pada ujung jari menggunakan *glucosemeter*.

Prosedur pertama penelitian ini adalah memberikan penjelasan mengenai prosedur penelitian yang akan dilakukan kepada subjek dan pengisian *informed consent* sebagai kesediaan untuk mengikuti penelitian. Sebelum penelitian, dilakukan proses skrining untuk memilih subjek yang memenuhi kriteria inklusi melalui pengukuran persen lemak tubuh dan VO_{2max} .

Persen lemak tubuh diukur menggunakan *bioelectrical impedance analysis* (BIA). Volume oksigen maksimal (VO_{2max}) diukur dengan metode 20 m *multistage shuttle run test*. Data asupan makanan diperoleh melalui wawancara 3x24 jam *food recall* sebelum intervensi dan dianalisis menggunakan *software nutrisurvey*.

Pada hari intervensi, pemeriksaan pertama yang dilakukan adalah kadar glukosa darah puasa (KGD 0). Subjek diberikan makanan intervensi dan menghabskannya dalam waktu ± 15 menit. Pemeriksaan respon glukosa dilakukan pada 1 jam (KGD 1) dan 2 jam postprandial (KGD 2). Subjek diberikan waktu 5 menit untuk melakukan pemanasan dan dilanjutkan dengan

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian (n=14)

Karakteristik	Minimal	Maksimal	Rerata±SD
Usia (tahun)	15	17	15,9±0,83
Persen lemak tubuh (%)	11,3	21,1	16,3±3,18
VO ₂ max (ml/kg/menit)	50,3	55,1	51,8±1,32

Tabel 2. Perbedaan asupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat sebelum pemberian keempat diet

Variabel asupan	Rerata±SD (n=14)				P*
	T-T	R-T	T-R	R-R	
Energi (kkal/hari)	2.305±241,4	2.183±290,3	2.332±337,3	2.159±334,3	0,346
Protein (g/hari)	71,9±9,8	67,7±9,6	69,4±10,6	61,3±13,7	0,080
Lemak (g/hari)	87,2±10,9	79,5±14,2	86,4±12,2	82,9±17,9	0,456
Karbohidrat (g/hari)	306,7±39,6	295,5±38,4	314,8±50,5	289±40,4	0,389

*Uji *One-way analysis of variance (ANOVA)*

T-T = indeks glikemik tinggi dan beban glikemik tinggi;

R-T = indeks glikemik rendah dan beban glikemik tinggi;

T-R = indeks glikemik tinggi dan beban glikemik rendah;

R-R = indeks glikemik rendah dan beban glikemik rendah

Tabel 3. Perbedaan kadar glukosa darah antarkelompok diet

Variabel	Rerata±SD (n=14)				P*
	T-T	R-T	T-R	R-R	
KGD 0	86,5±6,47	84,4±6,35	86,5±7,71	87,9±10,69	0,715
KGD 1	97,1±11,41	95,8±16,33	90,9±8,59	89,3±8,28	0,237
KGD 2	85,1±9,56	82,6±7,92	82,6±6,98	87,4±5,59	0,282
KGD 3	99,4±11,00	96,9±9,89	9,3±12,00	98,2±9,47	0,617

*Uji *One-way analysis of variance (ANOVA)*; KGD = kadar glukosa darah

latihan lari di lapangan. Metode lari yang digunakan yaitu *modified shuttle run*. Seluruh subjek berlari bolak-balik di lintasan 20 meter dengan kecepatan awal 8,5 km/jam dan meningkat 0,5 km/jam setiap level sesuai irama beep. Subjek akan berhenti lari pada level 10 balikan 3 (total jarak yang ditempuh 1.720 meter) dalam waktu ±10 menit. Sesaat setelah lari dilakukan pemeriksaan kadar glukosa darah kembali (KGD 3) (**Gambar 1**).

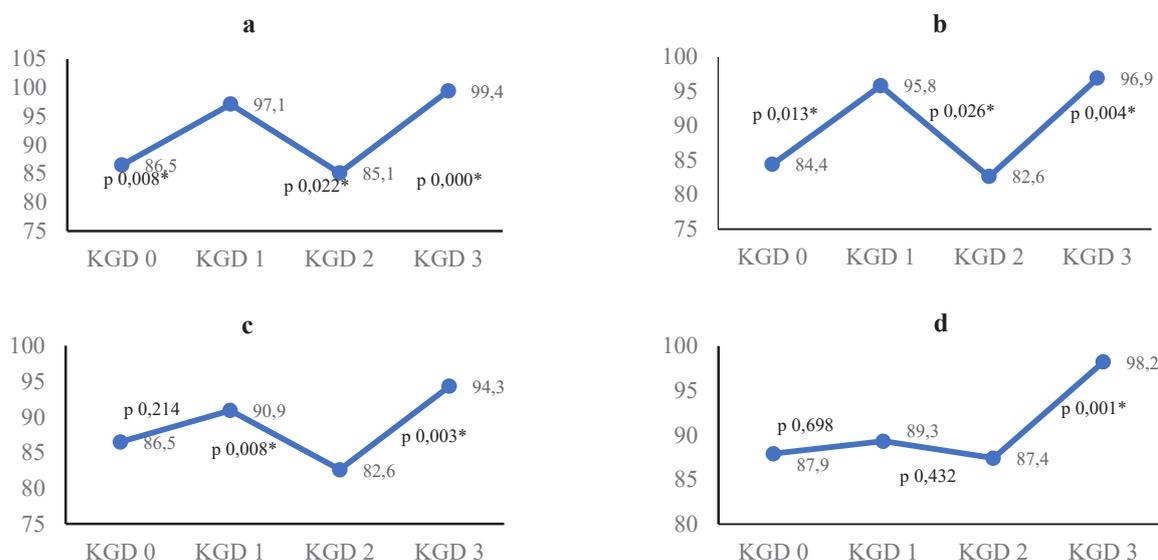
Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan *software SPSS*. Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui gambaran karakteristik subjek meliputi data usia, persen lemak tubuh, data asupan makanan, dan VO₂ maks. Normalitas data diuji menggunakan uji statistik *Saphiro-Wilk*. Perbedaan

kadar glukosa darah antar waktu pengambilan darah (sebelum intervensi, 1 dan 2 jam setelah intervensi serta setelah latihan lari) dianalisis menggunakan *paired t test*. Perbedaan kadar glukosa darah antar kelompok dianalisis menggunakan uji *One Way Analysis of Variance (ANOVA)* karena data berdistribusi normal.

HASIL

Sebanyak 15 atlet yang memenuhi kriteria inklusi bersedia mengikuti program penelitian setelah diberikan *informed consent*. Namun, selama penelitian terdapat 1 subjek yang *drop out* karena tidak menghabiskan intervensi yang diberikan sehingga hanya 14 atlet yang berpartisipasi dalam penelitian ini. Rerata persen lemak tubuh subjek sebesar 15,6±0,65%. Berdasarkan hasil analisis persen lemak tubuh, diketahui bahwa 8 subjek



Gambar 2. Perbedaan kadar glukosa darah pada diet T-T (a); diet R-T (b); diet T-R (c); dan diet R-R (d)

*Paired t-test, terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$); KGD = kadar glukosa darah

berada pada kategori baik sedangkan 6 subjek lainnya memiliki persen lemak pada kategori sangat baik (9-13%) (20). Rerata nilai VO_2max subjek sebesar $51,8 \pm 1,32$ ml/kg/menit. Sebagian besar subjek (78,6%) memiliki VO_2max dalam kategori *excellent* sedangkan 21,4% subjek dalam kategori *good* (21) (**Tabel 1**).

Selama masing-masing tiga hari sebelum intervensi dan *washout period*, subjek diminta mengonsumsi makanan yang sama untuk meminimalisir variasi asupan dan simpanan glikogen dalam tubuh. Makanan tersebut disediakan oleh asrama atlet. *Recall* 24 jam dilakukan setiap hari selama periode pemberian makanan yang sama sebelum intervensi. **Tabel 2** menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik asupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat antarkelompok ($p > 0,05$).

Gambar 2 menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan KGD 0 dengan KGD 1, KGD 1 dengan KGD 2 serta KGD 2 dengan KGD 3 pada kelompok diet T-T dan R-T ($p < 0,05$). Pada kelompok diet indeks glikemik tinggi dan beban glikemik tinggi (T-T) dan kelompok diet indeks glikemik rendah dan beban glikemik tinggi (R-T), rerata kadar glukosa darah 1 jam setelah intervensi lebih tinggi dibandingkan kadar glukosa darah sebelum intervensi ($KGD 0 < KGD 1$; $p < 0,05$). Sementara pada kelompok diet indeks

glikemik tinggi dan beban glikemik rendah (T-R) tidak ada perbedaan yang signifikan antara KGD 0 dan KGD 1 ($p > 0,05$), tetapi ada perbedaan yang signifikan KGD 1 dengan KGD 2, serta KGD 2 dengan KGD 3 ($p < 0,05$). Pada kelompok diet indeks glikemik rendah dan beban glikemik rendah (R-R) tidak terdapat perbedaan yang signifikan KGD 0 dengan KGD 1, KGD 1 dengan KGD 2 ($p < 0,05$), tetapi terdapat perbedaan yang signifikan KGD 2 dengan KGD 3 ($p < 0,05$). Keempat perlakuan diet yang berbeda tersebut mempunyai tren yang sama yaitu kadar glukosa setelah lari (KGD 3) selalu lebih tinggi dibandingkan glukosa darah 2 jam sebelum intervensi (KGD 2) ($p < 0,05$). Berdasarkan **Tabel 3** diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada KGD 0, KGD 1, KGD 2, dan KGD 3 antara keempat kelompok diet ($p > 0,05$).

BAHASAN

Penelitian ini melibatkan 14 subjek yang menjalani empat periode intervensi. Seluruh subjek menerima keempat jenis diet agar bias karakteristik dapat ditekan dan meminimalisir respon glikemik yang bervariasi. Di setiap pemberian intervensi dipisahkan oleh *washout period* (jeda waktu) antar percobaan selama satu minggu yang bertujuan untuk memberikan waktu pemulihan bagi

subjek. Subjek penelitian merupakan atlet sepakbola remaja laki-laki berusia 15-18 tahun. Secara teoritis, laki-laki pada masa pubertas lebih banyak membentuk massa otot dan memiliki komposisi lemak tubuh yang cenderung sedikit (22,23). Komposisi lemak tubuh digunakan untuk menentukan komposisi tubuh optimal atlet (22). Berdasarkan hasil pengukuran diketahui sebanyak 57,1% subjek memiliki komposisi lemak tubuh dalam kategori sangat baik. Semakin sedikit persentase lemak tubuh dan semakin besar massa otot, maka simpanan glikogen dalam tubuh akan semakin banyak. Ketika kadar glukosa darah menurun, simpanan glikogen akan dipecah menjadi glukosa. Simpanan glikogen hati dan otot yang cukup dapat menjaga kadar glukosa pada nilai normal selama latihan (22,24).

Sebagian besar VO_2 max atlet SSB Terang Bangsa berada pada kategori *excellent*. Hasil pengukuran VO_2 max menggambarkan kapasitas maksimal tubuh dalam menggunakan oksigen selama latihan yang meningkat sehingga menunjukkan seberapa jauh atlet dapat mengoptimalkan kapasitas aerobiknya. Rerata asupan makan subjek selama 3 hari sebelum intervensi sebesar 2.159-2.332 kkal energi; 61,3-71,9 g protein; 79,5-87,2 g lemak; serta 289-314,8 g karbohidrat. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik asupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi asupan subjek sebelum intervensi adalah sama.

Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh pemberian diet beban glikemik terhadap kadar glukosa darah atlet selama 1 jam dan 2 jam postprandial, serta setelah latihan lari ± 10 menit. Nilai beban glikemik mempertimbangkan indeks glikemik dan jumlah *available carbohydrate* yang berbeda dari bahan makanan yang dikonsumsi. *Available carbohydrate* adalah karbohidrat yang dapat dicerna oleh enzim pencernaan, diserap dalam bentuk glukosa oleh usus halus, dan dimetabolisme oleh sel dalam tubuh (25).

Glukosa yang dihasilkan dari pencernaan karbohidrat akan diserap oleh darah di usus halus dan menuju ke sel-sel jaringan melalui difusi dalam kapiler perifer (26). Kadar glukosa darah mencapai puncak 1 jam postprandial dan akan kembali ke level preprandial setelah 2 sampai 3 jam (27). Pada penelitian ini diketahui

bahwa ada perbedaan yang signifikan KGD 0 dengan KGD 1 pada kelompok diet indeks glikemik tinggi-beban glikemik tinggi (T-T) dan indeks glikemik rendah-beban glikemik tinggi (R-T) ($p < 0,05$). Sementara itu, pada kelompok diet indeks glikemik tinggi-beban glikemik rendah (T-R) dan indeks glikemik rendah-beban glikemik rendah (R-R) tidak ditemukan perbedaan yang signifikan KGD 0 dengan KGD 1 ($p > 0,05$). Indeks glikemik rendah memiliki karakteristik penyerapan glukosa secara perlahan sedangkan indeks glikemik tinggi mengalami penyerapan glukosa yang berlangsung cepat di usus kecil bagian atas (28). Namun demikian, hubungan indeks glikemik dan beban glikemik tidak selalu berbanding lurus. Indeks glikemik rendah yang dikonsumsi dalam jumlah banyak dapat menghasilkan peningkatan kadar glukosa darah yang drastis. Sebaliknya, indeks glikemik tinggi yang dikonsumsi dalam jumlah sedikit dapat menghasilkan peningkatan kadar glukosa darah yang relatif kecil. Oleh karena itu, dalam penelitian ini diet beban glikemik tinggi (T-T dan R-T) menunjukkan fluktuasi kadar glukosa darah yang tinggi sedangkan diet beban glikemik rendah (T-R dan R-R) memiliki fluktuasi yang lebih rendah.

Kadar glukosa darah mengalami penurunan saat 2 jam setelah pemberian diet, hal ini dipicu oleh pelepasan hormon insulin dari sel β pankreas. Hormon insulin memfasilitasi transport glukosa keluar dari darah dan masuk hampir ke seluruh membran sel di dalam tubuh (9). Hormon insulin juga berperan dalam meningkatkan pembentukan glukosa menjadi glikogen (glikogenesis), menghambat pemecahan glikogen menjadi glukosa (glikogenolisis), serta menghambat pembentukan glukosa dari prekursor yang bukan karbohidrat (glukoneogenesis) (29). Hasil penelitian ini menemukan perbedaan KGD 1 dengan KGD 2 yang signifikan pada kelompok diet indeks glikemik tinggi-beban glikemik tinggi (T-T) dan indeks glikemik rendah-beban glikemik tinggi (R-T) ($p < 0,05$) sedangkan tidak ada perbedaan yang signifikan KGD 1 dengan KGD 2 pada kelompok diet indeks glikemik rendah-beban glikemik rendah (R-R) ($p > 0,05$). Lambatnya respon insulin pada kelompok R-R menyebabkan penurunan kadar glukosa darah yang lebih sedikit daripada kelompok T-T dan R-T.

Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang memberikan tiga perlakuan makanan isokalori dengan indeks glikemik dan beban glikemik yang berbeda (T-T, T-R, dan R-R) pada 8 atlet lari di Hongkong. Penelitian tersebut melaporkan bahwa diet R-R memicu perubahan metabolik yang lebih kecil selama periode postprandial dan selama lari dengan penanda tingkat insulin darah dan laju oksidasi karbohidrat yang lebih rendah sehingga pelepasan glukosa ke dalam darah berlangsung lebih stabil (18).

Lebih lanjut, sesaat setelah lari terjadi peningkatan kadar glukosa yang signifikan pada keempat kelompok diet ($p > 0,05$). Penurunan kadar glukosa darah yang drastis pada awal latihan merupakan stimulus stres yang memicu saraf simpatik untuk melepaskan katekolamin ke dalam aliran darah (29). Katekolamin merupakan hormon yang disekresikan oleh kelenjar adrenal. Intensitas latihan lebih dari 80% VO_2max juga dapat meningkatkan respon hormon katekolamin (epinefrin dan norepinefrin) sebesar 14-18 kali (30). Peningkatan katekolamin dapat menghambat sekresi insulin oleh sel β pankreas sehingga merangsang pemecahan glikogen dan glukoneogenesis (9). Pemecahan glikogen menghasilkan produk samping berupa asam laktat yang terakumulasi di otot. Asam laktat dibawa ke hati untuk diubah menjadi glukosa dan dilepaskan ke dalam aliran darah sehingga terjadi peningkatan kadar glukosa darah dalam tubuh (9,30).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan simpanan glikogen antara subjek yang menerima diet indeks glikemik rendah dan subjek yang menerima diet indeks glikemik tinggi. Namun, subjek yang menerima diet indeks glikemik rendah memiliki simpanan glikogen yang lebih tinggi daripada subjek yang menerima diet indeks glikemik tinggi (31). Diet beban glikemik rendah lebih baik dalam menunda penipisan simpanan glikogen (32) karena mampu menyediakan glukosa yang diperlukan selama latihan tanpa mengoksidasi karbohidrat ke tingkat yang sama seperti halnya ketika konsumsi diet beban glikemik tinggi (18). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pelepasan glukosa dari hati cukup untuk mengompensasi penggunaan glukosa darah (33).

Berdasarkan hasil uji beda, tidak ada perbedaan yang signifikan KGD 1, KGD 2, dan KGD 3 antara

keempat kelompok ($p > 0,05$). Hasil ini sejalan dengan studi pada 16 atlet sepak bola di Kanada yang memberikan makanan indeks glikemik tinggi dan indeks glikemik rendah dua jam sebelum menyelesaikan tes lari intensitas tinggi intermitten selama 90 menit. Studi tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan kadar glukosa darah subjek yang mengonsumsi makanan indeks glikemik tinggi dengan makanan indeks glikemik rendah karena adanya respon hormon katekolamin yang tinggi (31). Penelitian yang dilakukan pada 10 pengendara sepeda terlatih setelah menyelesaikan 40 km *time to trial* menunjukkan hasil yang sama bahwa tidak ditemukan perbedaan yang signifikan secara statistik kadar glukosa darah subjek yang mengonsumsi makanan indeks glikemik tinggi dengan makanan indeks glikemik rendah (34).

Perbedaan kadar glukosa darah yang tidak signifikan dalam penelitian ini juga mungkin dipengaruhi oleh sifat-sifat intrinsik dalam bahan makanan sehingga terdapat variasi respon glikemik dari bahan makanan yang sama karena varietas yang berbeda. Salah satu sifat intrinsik yang dapat mempengaruhi respon glikemik adalah kandungan serat pangan. Serat pangan tergolong dalam kelompok *non-available carbohydrate* yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim pencernaan (25). Serat pangan dapat memperlambat pengosongan lambung dan gerak peristaltik glukosa dari lumen ke epitel usus halus. Serat difermentasikan oleh bakteri di usus besar dan menghasilkan asam lemak rantai pendek. Asam lemak tersebut akan kembali menuju ke aliran darah dan menghambat penggunaan glukosa dalam jangka waktu yang lama (35,36). Kandungan serat pangan yang tinggi dapat mengakibatkan penurunan laju pencernaan dan penyerapan glukosa dalam usus halus yang berujung pada respon glikemik yang rendah (37).

Perbedaan respon peningkatan dan penurunan kadar glukosa darah subjek pada setiap diet mungkin dipengaruhi oleh perbedaan waktu pemberian diet dan latihan lari, hal ini memungkinkan adanya perbedaan suhu saat penelitian dan berpengaruh terhadap kadar glukosa darah. Hasil studi di Amerika Serikat menunjukkan bahwa kadar glukosa darah lebih tinggi pada subjek yang melakukan *recovery* di suhu lingkungan dengan panas 32°C daripada subjek yang melakukan *recovery*

di suhu ruang 22°C. Suhu lingkungan yang panas dapat memicu vasodilatasi atau pelebaran pembuluh darah yang menyebabkan peningkatan aliran darah dan penurunan volume plasma darah, kemudian mengakibatkan gangguan penyerapan glukosa darah ke otot (38,39). Hal ini merangsang kelenjar adrenal untuk mensekresikan epinefrin. Peningkatan epinefrin dapat meningkatkan glikogenolisis dan menghambat sintesis glikogen. Selain itu, epinefrin juga merangsang lipolisis pada jaringan adiposa dan meningkatkan konsentrasi asam lemak bebas. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan epinefrin sebanding dengan pelepasan asam lemak bebas sehingga asam lemak bebas yang tinggi dapat menghemat penggunaan glukosa dan mengakibatkan tingginya kadar glukosa darah di dalam tubuh (29,31,39).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa keempat variasi diet beban glikemik dan indeks glikemik sebelum latihan mampu mempertahankan kadar glukosa darah pada atlet selama latihan. Hal ini dibuktikan dari kadar glukosa darah setelah latihan pada keempat perlakuan diet lebih tinggi dibandingkan kadar glukosa darah sebelum maupun setelah intervensi. Pemberian asupan makan berkarbohidrat dalam bentuk makanan selingan 2 jam sebelum latihan mampu mempertahankan kadar glukosa darah selama latihan sehingga mendukung performa atlet dan mencegah kelelahan yang berlebihan. Namun, penelitian ini belum dapat membuktikan jenis karbohidrat yang paling tepat untuk dikonsumsi sebelum latihan atau pertandingan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan dari penelitian yaitu makanan yang digunakan sebagai intervensi tidak dilakukan uji indeks glikemik secara lebih akurat dan hanya berdasarkan pustaka saja. Selain itu, kontrol terhadap asupan makan sebelum dan selama *washout* hanya dilakukan selama 3 hari sebelum intervensi dan terbatas pada jumlah asupan makronutrien saja serta tidak mengkaji indeks glikemik bahan makanan yang dikonsumsi.

SIMPULAN DAN SARAN

Pemberian diit beban glikemik tinggi berupa kombinasi bahan makanan nasi ketan, susu kental manis, kentang, semangka, dan pear berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar glukosa darah 1 jam

postprandial dan setelah latihan. Pemberian diit beban glikemik rendah berupa kacang tanah, talas, dan singkong berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar glukosa darah setelah latihan. Pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik yang berbeda tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kadar glukosa darah.

Penelitian selanjutnya perlu mempertimbangkan untuk melakukan uji indeks glikemik terlebih dahulu agar dapat menghasilkan estimasi nilai beban glikemik yang lebih akurat dan respon glikemik yang sebanding. Pemberian intensitas lari yang lebih rendah juga perlu dipertimbangkan untuk mencegah terjadinya respon hormon katekolamin yang terlalu tinggi. Selain itu, dapat juga dikembangkan penelitian pemberian diet beban glikemik sebelum latihan pada berbagai intensitas dan berbagai cabang olahraga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Universitas Diponegoro melalui hibah Riset Pengembangan dan Penerapan (RPP) tahun 2019 yang telah memberikan dana untuk penelitian ini.

Pernyataan konflik kepentingan

Tidak terdapat konflik kepentingan pada penelitian ini.

RUJUKAN

1. Iaia FM, Rampinini E, Bangsbo J. High-intensity training in football. *Int J Sports Physiol Perform*. 2009;4(3):291–306. doi: 10.1123/ijsp.4.3.291
2. Bangsbo J. Physiological demands of football. *Sport Sci Exch [series online]* 2014 [cited 7 Jan 2019];27(125):1–6. Available from: URL: https://secure.footprint.net/gatorade/stg/gssiweb/pdf/SSE125_Bangsbo.pdf
3. Persatuan Sepak bola Seluruh Indonesia. Hasil pertandingan. 2019.
4. World Health Organization. Adolescent nutrition: a review of the situation in selected South-East Asian Countries. [series online] 2006 [cited 7 Jan 2019]. Available from: URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204764>
5. Fitranti DY, Dieny FF, Nissa C, Wijayanti HS, Sukmasari V, Renata MDS. Analysis of energy need and adequacy of athlete based on physical activity measurement by using pedometer. *Adv Heal Sci Res*. 2018;12:108–12. doi: 10.2991/isphe-18.2018.24

6. American Dietetic Association, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine, Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exercise*. 2009;41(3):709–31. doi: 10.1249/MSS.0b013e31890eb86
7. Baranauskas M, Stukas R, Tubelis L, Žagminas K, Šurkiene G, Švedas E, et al. Nutritional habits among high-performance endurance athletes. *Medicina (B Aires)*. 2015;1(6):351–62. doi: 10.1016/j.medic.2015.11.004
8. Peinado AB, Rojo-tirado MA, Benito PJ. Sugar and physical exercise; the importance of sugar for athletes. *Nutr Hosp*. 2013;28(Suppl 4):48–56. doi: 10.3305/nh.2013.28.sup4.6796
9. Dunford M, Doyle JA. Nutrition for sport and exercise. Third. USA: Cengage Learning; 2012.
10. Russell M, Benton D, Kingsley M. Carbohydrate ingestion before and during soccer match play and blood glucose and lactate concentrations. *J Athl Train*. 2014;49(4):447–53. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.12
11. Murray B, Rosenbloom C. Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes. *Nutr Rev*. 2018;76(4):243–59. doi: 10.1093/nutrit/nuy001
12. Radák Z. The physiology of physical training. Fourteenth. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2018.
13. Dorlman L. Nutrition for health and fitness. In: Mahan LK, Raymond JL, editors. Krause's Food and the nutrition care process. Fourteenth. St. Louis, Missouri: Elsevier Inc; 2017.
14. Keith RE, Holden HB, McAnully LS. The sport. In: Wlinsky I, Driskell JA, editors. Nutritional applications in exercise and sport. Washington DC: CRC Press; 2001.
15. Beavers KM, Leutholtz B. Glycemic load food guide pyramid for athletic performance. *Strength Cond J*. 2008;30(3):10–4. doi: 10.1519/SSC.0b013e3181770a59
16. Reilly JO, Reilly JO, Wong SHS, Chen Y. Glycaemic index, glycaemic load and exercise performance. *Sport Med*. 2010;40(1):27–39. doi: 10.2165/11319660-000000000-00000
17. Lazarim FL, Stancanelli M, Brenzikofer R, de Macedo DV. Understanding the glycemic index and glycemic load and their practical applications. *Biochem Mol Biol Educ*. 2009;37(5):296–300. doi: 10.1002/bmb.20314
18. Chen YJ, Wong SH, Wong CK, Lam CW, Huang YJ, Siu PM. Effect of preexercise meals with different glycemic indices and loads on metabolic responses and endurance running. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2008;18(3):281–300. doi: 10.1123/ijsnem.18.3.281
19. Jamurtas AZ, Deli CK, Georgakouli K, Fatouros IG. Glycemic index, food exchange values, and exercise performance. In: Bagchi D, Sen CK, Nair S, editors. Nutrition and enhanced sports performance. 2nd ed. USA: Academic Press; 2019.
20. Merrill SM. Nutrition and body composition coaching assessment. In: Muth ND, editor. Sports Nutrition for Health Professionals. USA: F. A. Davis Company; 2015.
21. Heyward VH. The physical fitness specialist certification manual. In: Heyward VH, editor. Advance Fitness Assessment & Exercise Prescription. 3rd ed. USA: Human Kinetics; 1997.
22. Fink HH, Mikesy AE. Practical application in sports nutrition. In: Practical applications in sports nutrition. Fourth Ed. Burlington: Jones & Barlett Learning; 2015.
23. Kirchengast S. Gender differences in body composition from childhood to old age: an evolutionary point of view. *J Life Sci*. 2010;2(1):1–10. doi: 10.1080/09751270.2010.11885146
24. Hidayat AT, Fitranti DY. Perbedaan kadar glukosa darah atlet setelah latihan antara pemberian sari tebu dan minuman berkarbohidrat pabrikan. *J Nutr Coll*. 2014;3:880–6. doi: 10.14710/jnc.v3i4.6894
25. Cummings JH, Stephen AM. Carbohydrate terminology and classification. *Eur J Clin Nutr*. 2007;61:S5–18. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602936
26. Rodwell VW, Bannister DA, Botham K, Kennelly PJ, Weil PA. Harpers Illustrated Biochemistry. 30 th. United States: McGraw-Hill Education; 2015.
27. American Diabetes Association. Postprandial blood glucose. *Diabetes Care*. 2001;24(4):775–8. doi: 10.2337/diacare.24.4.775
28. Hoerudin. Indeks glikemik buah dan implikasinya dalam pengendalian kadar glukosa darah. *Bul Teknol Pasca Panen*. 2012;8(2):81–98.
29. Tortora GJ, Derrickson B. Principle of anatomy & physiology. 13th ed. USA: John Wiley & Sons, Inc; 2012.
30. Marliss EB, Vranic M. Intense exercise has unique effects on both insulin release and its roles in gluoregulation: implications for diabetes. *Diabetes*. 2002;51(Suppl 1):271–83. doi: 10.2337/diabetes.51.2007.s271
31. Little JP, Chilibeck PD, Ciona D, Forbes S, Rees H, Vandenberg A, et al. Effect of low- and high-glycemic index meals on metabolism and performance during high-intensity intermittent exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2010;20(6):447–56. doi: 10.1123/ijsnem.20.6.447
32. Hamzah S, Higgins S, Abraham T, Taylor P, Vizbaraitė D, Malkova D. The effect of glycaemic index of high carbohydrate diets consumed over 5 days on exercise energy metabolism and running capacity in males. *J Sports Sci*. 2009;27(14):1545–54. doi: 10.1080/02640410903134115
33. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. Metabolic response and fatigue in soccer. *Int J Sports Physiol Perform*. 2007;2(2):111–27. doi: 10.1123/ijsp.2.2.111
34. Moore LJS, Midgley AW, Thurlow S, Thomas G, McNaughton LR. Effect of the glycaemic index of a pre-exercise meal on metabolism and cycling time trial performance. *J Sci Med Sport*. 2010;13(1):182–8. doi: 10.1016/j.jsams.2008.11.006

35. Gropper SS, Smith JL, Groff JL. Macronutrients and their metabolism. In: *Advanced nutrition and human metabolism*. Fifth. USA: Cengage Learning; 2009.
36. Luo J, Yperselle M Van, Rizkalla SW, Rossi F, Bornet FRJ. Chronic consumption of short-chain fructooligosaccharides does not in type 2 diabetics. *J Nutr*. 2000;130(6):1572–7. doi: 10.1093/jn/130.6.1572
37. Trinidad TP, Mallillin AC, Sagum RS, Encabo RR. Glycemic index of commonly consumed carbohydrate foods in the Philippines. *J Funct Foods*. 2010;2(4):271–4. doi: 10.1016/j.jff.2010.10.002
38. No M, Kwak H-B. Effects of environmental temperature on physiological responses during submaximal and maximal exercises in soccer players. *Integr Med Res*. 2016;5(3):216–22. doi: 10.1016/j.imr.2016.06.002
39. Naperalsky M, Ruby B, Slivka D. Environmental temperature and glycogen resynthesis. *Int J Sports Med*. 2010;31(8):561–6. doi: 10.1055/s-0030-1254083

Pengaruh program *multi-exercise* terhadap fungsi kognitif pada lansia *overweight* dan tidak *overweight*

The effect of the multi-exercise program on cognitive function in overweight and non-overweight elderly

Tri Mei Khasana, Ari Tri Astuti

Program Studi Gizi Program Sarjana, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Respati Yogyakarta

ABSTRACT

Background: Cognitive function is the factor that determines the disability of the elderly to live a healthy and independent life. The results of studies regarding the protective effect or detrimental effects of overweight or obesity on cognitive function in the elderly are still controversial. **Objective:** This study aims to determine the effect of the multi-exercise program on cognitive function in the elderly based on nutritional status. **Methods:** This quasi-experimental study with a pretest-posttest design study involved 37 elderly aged 60-74 years. Body mass index (BMI) derived from the measurement of body weight and height were grouped into overweight and not-overweight. Both groups received a multi-exercise in the form of gymnastic exercise (30 minutes), square stepping exercise (30 minutes), and puzzle games (30 minutes). The intervention was given 12 times with a frequency of 3 times per week. Cognitive function was measured by using the Mini-Mental State Examination (MMSE) questionnaire. Data analysis used paired sample t-test and independent t-test. **Results:** The multi-exercise program intervention given affected improving cognitive function in the overweight elderly group ($p=0.003$). However, it is different from the non-overweight elderly group who did not show a significant effect of the multi-exercise program on the cognitive function ($p=0.184$) even though there was an increase in the mean cognitive function at the end of the intervention. **Conclusions:** Multi-exercise program intervention for 4 weeks with a frequency of three times per week can improve the cognitive function of the elderly, but statistically only significant in the overweight elderly group.

KEYWORDS: cognitive; elderly; exercise; overweight; square stepping exercise

ABSTRAK

Latar belakang: Fungsi kognitif adalah faktor yang menentukan disabilitas lansia untuk dapat hidup sehat dan mandiri. Hasil studi mengenai efek perlindungan atau efek merugikan dari *overweight* atau obesitas terhadap fungsi kognitif pada lansia masih kontroversi. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh program *multi-exercise* terhadap fungsi kognitif lansia berdasarkan status gizi. **Metode:** Penelitian kuasi eksperimen dengan rancangan *pretest-posttest design* pada 37 subjek lansia berusia 60-74 tahun. Subjek dibagi menjadi 2 kelompok yaitu *overweight* dan *tidak overweight*. Kedua kelompok perlakuan menerima *multi-exercise* berupa senam (30 menit), *square stepping exercise* (30 menit), dan permainan *puzzle* (30 menit). Intervensi diberikan sebanyak 12 kali pertemuan dengan frekuensi 3 kali setiap minggu. Fungsi kognitif diukur dengan kuesioner *Mini-Mental State Examination* (MMSE) pada awal dan akhir penelitian. Analisis data menggunakan *paired sample t-test* dan *independent t-test*. **Hasil:** Intervensi program *multi-exercise* berpengaruh secara signifikan pada kelompok lansia *overweight* dalam meningkatkan fungsi kognitif lansia ($p=0,003$). Namun, berbeda dengan kelompok lansia tidak *overweight* yang tidak menunjukkan pengaruh signifikan program *multi-exercise* terhadap fungsi kognitif lansia ($p=0,184$) meskipun terjadi peningkatan rerata fungsi kognitif pada akhir intervensi. **Simpulan:** Intervensi program *multi-exercise* selama 4 minggu dengan frekuensi tiga kali setiap minggu dapat meningkatkan fungsi kognitif lansia, tetapi secara statistik hanya bermakna pada kelompok lansia *overweight*.

KATA KUNCI: kognitif; lansia; latihan fisik; *overweight*; *square stepping exercise*

Korespondensi: Tri Mei Khasana, Program Studi Gizi Program Sarjana, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Respati Yogyakarta, Jl. Raya Tajem KM 1,5 Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia, e-mail: trimeikh@respati.ac.id

Cara sitasi: Khasana TM, Astuti AT. Pengaruh program *multi-exercise* terhadap fungsi kognitif pada lansia *overweight* dan tidak *overweight*. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2021;17(4):205-211. doi: [10.22146/ijcn.64759](https://doi.org/10.22146/ijcn.64759)

PENDAHULUAN

Indonesia akan memasuki periode lanjut usia atau lansia (*ageing*) yaitu 7% penduduk berusia 60 tahun ke atas. Bahkan, populasi lansia di Indonesia diprediksi meningkat lebih tinggi daripada populasi lansia di dunia setelah tahun 2100 (1,2). Hal ini terkait dengan adanya peningkatan umur harapan hidup (UHH) yang berkontribusi terhadap peningkatan jumlah lansia. Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) adalah provinsi dengan persentase penduduk lansia tertinggi (13,04%) sekaligus memiliki UHH yang paling tinggi yaitu laki-laki 73,03 tahun dan perempuan 76,65 tahun (1,3).

Namun, peningkatan UHH ini belum tentu diikuti dengan peningkatan kesehatan, kemampuan bekerja, dan peningkatan usia pensiun (4). Sebaliknya, semakin meningkat jumlah lansia dengan penyakit kronis akibat proses penuaan. Salah satunya adalah proses penuaan pada otak sehingga terjadi perubahan dalam kemampuan kognitif. Fungsi kognitif adalah faktor yang menentukan disabilitas lansia untuk dapat hidup sehat dan mandiri (5). Hasil review (6) menyatakan bahwa penurunan kognitif pada lansia berkontribusi pada berkurangnya kemampuan untuk melakukan tugas sehari-hari yang mengarah pada kelemahan otot dan berpotensi kehilangan kemampuan fungsional. Dampaknya berujung pada lansia yang ketergantungan dan menjadi beban bagi keluarga dan masyarakat.

Pengaruh gangguan pada fungsi kognitif berdampak serius, bersifat tetap (*irreversible*), dan mengganggu kesehatan. Gangguan fungsi kognitif jika dibiarkan akan mempercepat terjadinya penyakit Alzheimer dan dapat berkembang menjadi demensia (5). Data prevalensi gangguan fungsi kognitif di Indonesia belum tersedia, tetapi tren penderita Alzheimer di Indonesia semakin meningkat setiap tahun dan diperkirakan menjadi empat juta orang pada tahun 2050 (7). Pengobatan bagi berbagai penyakit degeneratif otak belum memberikan hasil yang diharapkan. Hampir semua obat tidak dapat menghentikan proses penyakit, tetapi pengobatan hanya mengarah pada mengurangi keluhan tanpa bisa mengatasi akar permasalahan penyakit (8).

Penuaan tidak dapat dihentikan tetapi dapat diperlambat (8). Studi berbasis ilmiah telah menunjukkan berbagai bukti bahwa banyak cara untuk menunda

perkembangan gangguan kognitif pada lansia, salah satunya dengan aktivitas fisik yang akan lebih efektif jika dikombinasikan dengan berbagai stimulasi lainnya (9-12). Studi sistematis review juga melaporkan korelasi positif antara aktivitas fisik dan pemeliharaan atau peningkatan fungsi kognitif (13). Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur adalah elemen penting dari gaya hidup sehat, mengurangi risiko ketidakmampuan/disabilitas, serta meningkatkan fungsi fisik dan kognitif lansia (14).

Penuaan juga menyebabkan perubahan komposisi tubuh yaitu peningkatan massa lemak dan penurunan massa otot yang menyebabkan kegemukan (*overweight* atau obesitas) (15). Sementara itu, adipositas merupakan faktor risiko terjadinya gangguan kognitif dan demensia (16). Namun demikian, hasil studi mengenai efek perlindungan atau efek merugikan dari *overweight* atau obesitas terhadap fungsi kognitif pada lansia masih kontroversi (4,17-19). Studi di Indonesia tentang kombinasi aktivitas fisik terhadap fungsi kognitif pada lansia masih sangat terbatas dan belum ada studi yang mengukur fungsi kognitif di antara lansia yang *overweight* dan tidak *overweight*.

Populasi yang menua dan peningkatan UHH, maka diperlukan intervensi baru yang bertujuan memperlambat penurunan fungsi kognitif lansia. Fakta tersebut menjadi landasan untuk membuat program *multi-exercise* (senam, *square stepping exercise*, dan *puzzle*) bagi lansia di komunitas. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh program *multi-exercise* terhadap fungsi kognitif lansia berdasarkan status gizi sehingga dapat membantu pemerintah dalam mempersiapkan transisi penuaan demografi.

BAHAN DAN METODE

Desain dan subjek

Penelitian ini berjenis kuasi eksperimen dengan rancangan *pretest-posttest design*. Subjek dalam penelitian ini adalah lansia berusia 60 - 74 tahun, laki-laki maupun perempuan yang tinggal di Kota Yogyakarta selama periode penelitian pada Juni hingga Agustus 2020. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* di Kecamatan Wirobrajan dengan kriteria

inklusi yaitu lansia berusia 60 - 74 tahun, bisa beraktivitas fisik, dan bersedia mengikuti penelitian dengan mengisi *informed consent*. Kriteria eksklusi yaitu lansia dengan komplikasi penyakit medis umum yang berat (gagal ginjal, gagal jantung, osteoarthritis). Besar sampel ditentukan berdasarkan hasil perhitungan untuk penelitian kuasi eksperimen dengan *pretest-posttest design* sehingga diperoleh 15 responden untuk masing-masing kelompok. Pada penelitian eksperimen, untuk mengantisipasi kemungkinan subjek terpilih yang *drop out*, *loss to follow up*, atau subjek yang tidak taat maka dilakukan koreksi sehingga jumlah sampel pada kedua kelompok masing-masing berjumlah 17 orang. Responden kemudian dibagi dalam dua kelompok yaitu kelompok *overweight* (17 responden) dan kelompok tidak *overweight* (17 responden). Pemilihan lokasi penelitian di Kecamatan Wirobrajan karena senam lansia sudah terselenggara secara rutin setiap seminggu sekali dengan instruktur senam yang mumpuni dan keikutsertaan lansia yang cukup banyak meskipun di masa pandemi.

Pengumpulan dan pengukuran data

Status gizi overweight. Penentuan status gizi *overweight* berdasarkan pengukuran indeks massa tubuh (IMT) yaitu berat badan (dalam kg) dibagi kuadrat tinggi badan (dalam m). Berat badan diukur menggunakan timbangan digital terkalibrasi dengan ketelitian 0,1 kg dan tinggi badan diukur menggunakan pengukur rentang lengan dengan ketelitian 0,1 cm. Subjek tergolong *overweight* jika memiliki IMT lebih dari atau sama dengan $\geq 23,0 \text{ kg/m}^2$ (20).

Program multi exercise. Intervensi *multi exercise* yang diberikan pada kedua kelompok (*overweight* dan tidak *overweight*) meliputi kegiatan senam (30 menit), *square stepping exercise* (30 menit), dan *puzzle* (30 menit). Intervensi *multi exercise* diberikan setiap 3 kali seminggu selama 12 kali pertemuan (4 minggu) dengan durasi aktivitas program sebanyak 90 menit. Senam lansia diberikan oleh instruktur senam yang sudah pernah mendapatkan pelatihan atau pengetahuan terkait dengan senam lansia. Sementara *square stepping exercise* dan permainan *puzzle* secara berkelompok dipandu oleh peneliti dan asisten peneliti. Setiap minggu responden diingatkan kembali terkait jadwal program *multi exercise*

oleh kader dan asisten peneliti melalui undangan, telepon, atau sms.

Fungsi kognitif. Subjek akan diwawancara menggunakan kuesioner *Mini-Mental State Examination* (MMSE) pada awal dan akhir penelitian untuk mengetahui fungsi kognitif lansia. Fungsi kognitif adalah kemampuan kerja otak yang berkaitan dengan proses mengingat kembali, berfikir cepat, dan proses memahami.

Analisis data

Skor akhir fungsi kognitif dan nilai perubahan skor fungsi kognitif antara sebelum dan sesudah intervensi pada masing-masing kelompok akan dianalisis menggunakan *paired sample t-test* sedangkan perbedaan skor fungsi kognitif pada kedua kelompok menggunakan *independent t-test* dengan *software* SPSS versi 16. Penelitian ini telah memperoleh *ethical clearance* dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Universitas Respati Yogyakarta dengan nomor: 192.3/FIKES/PL/IX/2020.

HASIL

Hasil pada **Tabel 1** berupa karakteristik subjek menunjukkan bahwa sebagian besar lansia pada kedua kelompok berjenis kelamin perempuan, berpendidikan rendah, dan tidak bekerja. Sementara pada **Tabel 2** menunjukkan rerata skor awal (sebelum intervensi) fungsi kognitif yang tidak berbeda signifikan antara kelompok *overweight* ($25,55 \pm 3,93$) dan tidak *overweight* ($24,76 \pm 3,77$) sehingga dapat disimpulkan bahwa data rerata skor kognitif awal tergolong homogen. Demikian juga dengan rerata skor akhir (setelah intervensi). Lebih lanjut, **Tabel 3** menunjukkan bahwa intervensi program *multi-exercise* berpengaruh secara signifikan pada kelompok lansia *overweight* dalam meningkatkan fungsi kognitif lansia ($p=0,003$). Namun, berbeda dengan kelompok lansia tidak *overweight* yang tidak menunjukkan pengaruh signifikan program *multi-exercise* terhadap fungsi kognitif lansia ($p=0,184$) meskipun terjadi peningkatan rerata fungsi kognitif pada akhir intervensi. **Gambar 1** menampilkan secara jelas bahwa intervensi program *multi-exercise* berupa senam (30 menit), *square stepping exercise* (30 menit), dan *puzzle* (30 menit) selama 12 kali pertemuan dengan frekuensi

Tabel 1. Karakteristik subjek

Karakteristik	Overweight (n=20)		Tidak overweight (n=17)	
	n	%	n	%
Jenis kelamin				
Laki –laki	1	5,0	3	17,6
Perempuan	19	95,0	14	82,4
Pendidikan				
Rendah	12	60,0	11	64,7
Tinggi	8	40,0	6	35,3
Pekerjaan				
Bekerja	9	45,0	8	47,1
Tidak bekerja	11	55,0	9	52,9

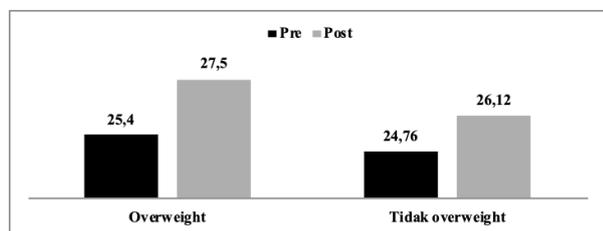
Tabel 2. Rerata fungsi kognitif lansia sebelum dan setelah intervensi program *multi-exercise*

Fungsi kognitif	Min	Maks	Rerata±SD	SE	p
<i>Pre</i>					
Overweight	14	30	25,55±3,93	0,88	0,541
Tidak overweight	19	30	24,76±3,77	0,91	
<i>Post</i>					
Overweight	24	30	27,50±2,01	0,45	0,908
Tidak overweight	19	30	26,12±3,39	0,82	

Tabel 3. Pengaruh intervensi program *multi-exercise* terhadap fungsi kognitif lansia

Fungsi kognitif	Rerata±SD		Delta Rerata	p
	<i>Pre</i>	<i>Post</i>		
Overweight	25,40±3,84	27,50±2,01	2,1	0,003*
Tidak overweight	24,76±3,77	26,12±3,39	1,4	0,184

* bermakna (p<0,05) dengan *paired sampel t-test*



Gambar 1. Grafik rerata nilai fungsi kognitif lansia sebelum dan setelah intervensi program *multi-exercise*

tiga kali setiap minggu dapat meningkatkan fungsi kognitif lansia tetapi secara statistik hanya bermakna pada kelompok lansia *overweight*.

BAHASAN

Intervensi program *multi-exercise* berupa senam (30 menit), *square stepping exercise* (30 menit), dan puzzle (30 menit) selama 12 kali pertemuan dengan frekuensi tiga kali setiap minggu dapat meningkatkan fungsi kognitif lansia. Hasil studi ini mendukung penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa menggabungkan beberapa modalitas latihan (aerobik, resistensi, keseimbangan) dan beberapa bentuk pelatihan kognitif dapat memberikan manfaat kognitif yang jauh lebih besar daripada yang berfokus pada satu strategi atau modalitas tunggal (misalnya program hanya aerobik atau hanya resistensi) (21-23). Menurut beberapa studi, mekanisme peningkatan fungsi kognitif hasil dari intervensi gabungan latihan fisik dan pelatihan kognitif adalah akibat peningkatan volume otak dan massa otot pada lansia (10). Latihan fisik merupakan modulator pelindung saraf yang penting, mengendalikan penyakit, dan memperkuat fungsi otak dengan cara yang signifikan (24). Hasil review terbaru (25) menyimpulkan bahwa latihan fisik menentukan efek biologis dan psikologis positif yang mempengaruhi otak dan fungsi kognitif. Studi lain juga melaporkan bahwa intervensi program latihan multimodal memberikan efek menguntungkan yang nyata pada tes kinerja fisik dan kognitif serta konsentrasi *brain-derived neurotrophic factor* (BDNF) dalam darah tepi. Temuan ini menunjukkan bahwa neurogenesis kemungkinan merupakan komponen mekanisme sehingga latihan fisik menginduksi peningkatan fungsi kognitif pada manusia (26).

Pada studi ini, intervensi latihan fisik yang diberikan berupa senam lansia dan dikombinasikan dengan intervensi motorik-berpikir (keterlibatan kognitif dan fisik secara simultan) yaitu *square-stepping exercise* (SSE) dan permainan puzzle. *Square-stepping exercise* adalah program latihan sederhana, berbiaya murah, bisa dilakukan di dalam atau luar ruangan, dan berbasis kelompok untuk lansia (27). Program ini lebih tepat digambarkan sebagai kinerja memori secara

visuospatial dengan respons melangkah (*mind-motor training*) yang mengharuskan peserta menghafal dan melaksanakan pola penempatan kaki yang semakin kompleks dengan gerakan melangkah maju, mundur, lateral, dan diagonal menggunakan alas berpola. Studi sebelumnya menemukan peningkatan kognitif, perhatian, dan fleksibilitas mental pada lansia setelah program SSE selama 16 minggu (40 menit/hari, 3 hari/minggu) (28) serta peningkatan memori dan *executive functions* (EF) setelah program SSE selama 26 minggu (1 hari SSE berbasis kelas/minggu selama 50-60 menit) (29).

Selain menggabungkan tugas fisik dan kognitif, kegiatan SSE juga mendorong keterlibatan sosial (30) dan SSE mungkin merupakan program pelatihan kognitif yang disukai lansia. Kegiatan SSE ini dilakukan secara berkelompok sehingga keterlibatan sosial akan terjalin pada saat lansia saling membantu, belajar, dan bekerjasama dalam berlatih melangkah sesuai dengan pola SSE dalam satu grup. Studi sebelumnya melaporkan bahwa perubahan kognitif pada lansia kemungkinan terjadi karena pengaruh peningkatan sosialisasi (31). Faktanya, interaksi sosial dapat memberikan stimulasi kognitif yang signifikan (32).

Lebih lanjut, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa intervensi program *multi-exercise* lebih sensitif dalam meningkatkan fungsi kognitif pada kelompok lansia *overweight*. Beberapa studi sebelumnya menyatakan bahwa *overweight* berhubungan dengan risiko yang lebih rendah (protektif) terhadap penurunan kognitif pada lansia (17,18,33). Studi kohort menunjukkan bahwa penurunan BMI yang lebih besar selama empat tahun pertama penelitian dikaitkan dengan skor memori yang lebih rendah selama dekade berikutnya dan skor memori yang lebih rendah dikaitkan dengan penurunan BMI. Kegemukan pada usia rata-rata 58 tahun memprediksi skor memori yang lebih tinggi pada usia rata-rata 74 tahun. Bergantung pada kategorisasi BMI, skor memori yang lebih tinggi berlaku untuk individu dalam rentang kelebihan berat badan dan obesitas (34).

Hubungan protektif antara obesitas dan fungsi kognitif pada studi lansia disebut dengan paradoks obesitas (35). Hasil review mendukung paradoks obesitas dalam penuaan kognitif, yaitu massa tubuh awal yang lebih rendah memprediksi kognitif yang lebih baik, tetapi

penurunan massa tubuh yang lebih besar dari waktu ke waktu mempercepat penurunan kognitif lansia (18). Demikian juga hasil penelitian pada populasi lansia di Korea yang menyatakan peningkatan IMT pada lansia usia 65 tahun atau lebih dikaitkan dengan risiko yang lebih rendah terhadap penurunan kognitif terutama pada wanita. Efek protektif dari IMT yang lebih besar terhadap fungsi kognitif mungkin terkait dengan perubahan komposisi tubuh. Penuaan ditandai dengan hilangnya massa tubuh bebas lemak, tetapi massa tubuh bebas lemak (massa otot dan tulang) yang lebih tinggi terlibat dalam mengurangi risiko kerusakan kognitif pada populasi lansia (17).

Dengan demikian, intervensi yang menggabungkan latihan fisik dan latihan motorik-berpikir berbasis kelompok pada lansia dapat memberikan manfaat kognitif dan vaskular yang bersamaan dan saling melengkapi, sekaligus memberikan manfaat kognitif yang lebih besar daripada intervensi tunggal. Mengingat tidak ada pengobatan langsung untuk memperbaiki fungsi kognitif, maka perlu upaya preventif untuk menunda perkembangannya yaitu melalui intervensi gabungan latihan fisik dan kognitif yang telah terbukti membantu mencapai tujuan tersebut dengan biaya yang efektif dan berkelanjutan (36).

SIMPULAN

Intervensi program *multi-exercise* berupa senam (30 menit), *square stepping exercise* (30 menit), dan *puzzle* (30 menit) selama empat minggu dengan frekuensi tiga kali setiap minggu dapat meningkatkan fungsi kognitif lansia, tetapi secara statistik hanya bermakna pada kelompok lansia *overweight*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini memperoleh dana Hibah Penelitian Dosen Pemula tahun 2019 dari Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

Pernyataan konflik kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

RUJUKAN

1. Kemenkes RI. Riset kesehatan dasar (Riskesdas) tahun 2013. Jakarta: Kemenkes; 2013.
2. Kemenkes RI. Situasi lanjut usia (lansia) di Indonesia. [series online] 2016 [cited 8 Oktober 2017]. Available from: URL: <http://www.pusdatin.kemkes.go.id/resources/download/pusdatin/infodatin/Infodatin-lansia-2016.pdf>.
3. Badan Pusat Statistik. Indikator strategis menurut provinsi tahun 2018. [series online] 2019 [cited 7 Agustus 2019]. Available from: URL: <https://www.bps.go.id/QuickMap?id=0000000000>
4. Han TS, Tajar A, Lean ME. Obesity and weight management in the elderly. *Br Med Bull*. 2011;97:169-96. doi: 10.1093/bmb/ldr002
5. Sudja MFA. Hubungan antara konsumsi tempe dan tahu dengan fungsi kognitif lanjut usia. [Disertasi]. Depok: Universitas Indonesia; 2009.
6. Fritz NE, McCarthy CJ, Adamo DE. Handgrip strength as a means of monitoring progression of cognitive decline - A scoping review. *Ageing Res Rev*. 2017;35:112-123. doi: 10.1016/j.arr.2017.01.004
7. Kemenkes RI. Menkes: lansia yang sehat, lansia yang jauh dari demensia. [series online] 2016 [cited 7 Agustus 2019]. Available from: URL: <http://www.depkes.go.id/article/print/16031000003/menkes-lansia-yang-sehat-lansia-yang-jauh-dari-demensia.html>
8. Turana Y. Stimulasi otak pada kelompok lansia di komunitas. Dalam: Gambaran kesehatan lanjut usia di Indonesia. [series online] 2013 [cited 8 Oktober 2016]. Available from: URL: <http://www.depkes.go.id/resources/download/pusdatin/buletin/buletin-lansia.pdf>.
9. Jia RX, Liang JH, Xu Y, Wang YQ. Effects of physical activity and exercise on the cognitive function of patients with Alzheimer disease: a meta-analysis. *BMC Geriatr*. 2019;19(1):181. doi: 10.1186/s12877-019-1175-2
10. Montero-Odasso M, Almeida QJ, Burhan AM, Camicioli R, Doyon J, Bherer L, et al. SYNERGIC TRIAL (SYNchronizing Exercises, Remedies in Gait and Cognition) a multi-Centre randomized controlled double blind trial to improve gait and cognition in mild cognitive impairment. *BMC Geriatr*. 2018 Apr 16;18(1):93. doi: 10.1186/s12877-018-0782-7
11. Gregory MA, Gill DP, Shellington EM, Liu-Ambrose T, Shigematsu R, Petrella RJ, et al. Group-based exercise and cognitive-physical training in older adults with self-reported cognitive complaints: The Multiple-Modality, Mind-Motor (M4) study protocol. *BMC Geriatr*. 2016;16:17. doi: 10.1186/s12877-016-0190-9
12. Vaughan S, Morris N, Shum D, O'Dwyer S, Polit D. Study protocol: a randomised controlled trial of the effects of a multi-modal exercise program on cognition and physical functioning in older women. *BMC Geriatr*. 2012;12:60. doi: 10.1186/1471-2318-12-60
13. Carvalho A, Rea IM, Parimon T, Cusack BJ. Physical activity and cognitive function in individuals over 60 years of age: a systematic review. *Clin Interv Aging*. 2014;9:661-82. doi: 10.2147/CIA.S55520
14. van Uffelen JG, Hopman-Rock M, Chin A Paw MJ, van Mechelen W. Protocol for Project FACT: a randomised controlled trial on the effect of a walking program and vitamin B supplementation on the rate of cognitive decline and psychosocial wellbeing in older adults with mild cognitive impairment. *BMC Geriatr*. 2005;5:18. doi: 10.1186/1471-2318-5-18
15. Fatmah. Gizi usia lanjut. Jakarta: Erlangga; 2010.
16. Luchsinger JA, Gustafson DR. Adiposity and alzheimer's disease. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2009;12(1):15-21. doi: 10.1097/MCO.0b013e32831c8c71
17. Kim S, Kim Y, Park SM. Body mass index and decline of cognitive function. *PLoS One*. 2016;11(2):e0148908. doi: 10.1371/journal.pone.0148908
18. Memel M, Bourassa K, Woolverton C, Sbarra DA. Body mass and physical activity uniquely predict change in cognition for aging adults. *Ann Behav Med*. 2016;50(3):397-408. doi: 10.1007/s12160-015-9768-2
19. Qizilbash N, Gregson J, Johnson ME, Pearce N, Douglas I, Pocock SJ, et al. BMI and risk of dementia in two million people over two decades: a retrospective cohort study. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2015;3(6):431-6. doi: 10.1016/S2213-8587(15)00033-9
20. Mann J, Truswell SA. Essentials of human nutrition, fourth edition. (Alih Bahasa: Andry Hartono). Jakarta: EGC; 2014.
21. Gregory MA, Gill DP, Petrella RJ. Brain health and exercise in older adults. *Curr Sports Med Rep*. 2013;12(4):256-71. doi: 10.1249/JSR.0b013e31829a74fd
22. Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci*. 2003;14(2):125-30. doi: 10.1111/1467-9280.t01-1-01430
23. Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM, Cooper H, Strauman TA, Sherwood A, et al. Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom Med*. 2010;72(3):239-52. doi: 10.1097/PSY.0b013e3181d14633
24. Machado S, Filho A, Wilbert M, et al. Physical exercise as stabilizer for Alzheimer's disease cognitive decline: current status. *Clin Pract Epidemiol Ment Health*. 2017;13(1):181-4. doi: 10.2174/1745017901713010181
25. Mandolesi L, Polverino A, Montuori S, et al. Effects of physical exercise on cognitive functioning and wellbeing: biological and psychological benefits. *Front Psychol*. 2018;9:509. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00509

26. Vaughan S, Wallis M, Polit D, Steele M, Shum D, Morris N. The effects of multimodal exercise on cognitive and physical functioning and brain-derived neurotrophic factor in older women: a randomised controlled trial. *Age Ageing*. 2014;43(5):623-9. doi: 10.1093/ageing/afu010
27. Shigematsu R, Okura T, Sakai T, Rantanen T. Square-stepping exercise versus strength and balance training for fall risk factors. *Aging Clin Exp Res*. 2008;20(1):19-24. doi: 10.1007/BF03324743
28. Teixeira CVL, Gobbi S, Pereira JR, Vital TM, Hernández SSS, Gobbi LTB, et al. Effects of square-stepping exercise on cognitive functions of older people. *Psychogeriatrics*. 2013;13(3):148-56. doi: 10.1111/psyg.12017
29. Shigematsu R, Okura T, Nakagaichi M, Nakata Y. Effects of exercise program requiring attention, memory and imitation on cognitive function in elderly persons: a non-randomized pilot study. *J Gerontol Geriatr Res*. 2014;3:147. doi: 10.4172/2167-7182.1000147
30. Saczynski JS, Pfeifer LA, Masaki K, Korf ES, Laurin D, White L, et al. The effect of social engagement on incident dementia: the Honolulu-Asia Aging Study. *Am J Epidemiol*. 2006;163(5):433-40. doi: 10.1093/aje/kwj061
31. Silva NCBS, Gill DP, Owen AM, Liu-Ambrose T, Hachinski V, Petrella RJ, et al. Cognitive changes following multiple-modality exercise and mind-motor training in older adults with subjective cognitive complaints: The M4 study. *PLoS One*. 2018;13(4):e0196356. doi: 10.1371/journal.pone.0196356
32. Sink KM, Espeland MA, Castro CM, Church T, Cohen R, LIFE Study Investigators, et al. Effect of a 24-month physical activity intervention vs health education on cognitive outcomes in sedentary older adults: The LIFE Randomized Trial. *JAMA*. 2015;314(8):781-90. doi: 10.1001/jama.2015.9617
33. Diehr P, Thielke S, O'Meara E, Fitzpatrick AE, Newman A. Comparing years of healthy life, measured in 16 ways, for normal weight and overweight older adults. *J Obes*. 2012;2012:894894. doi: 10.1155/2012/894894
34. Suemoto CK, Gilsanz P, Mayeda ER, Glymour MM. Body mass index and cognitive function: the potential for reverse causation. *Int J Obes (Lond)*. 2015;39(9):1383-9. doi: 10.1038/ijo.2015.83
35. Oreopoulos A, Kalantar-Zadeh K, Sharma AM, Fonarow GC. The obesity paradox in the elderly: potential mechanisms and clinical implications. *Clin Geriatr Med*. 2009;25(4):643-59. doi: 10.1016/j.cger.2009.07.005
36. Jia RX, Liang JH, Xu Y, Wang YQ. Effects of physical activity and exercise on the cognitive function of patients with Alzheimer disease: a meta-analysis. *BMC Geriatr*. 2019;19(1):181. doi: 10.1186/s12877-019-1175-2