

Pengaruh pemberian *isocaloric fructose restriction* dan kapsul daun kelor (*Moringa Oleifera*) terhadap nilai antropometri pada kelompok obesitas usia 19-50 tahun

Effect of isocaloric fructose restriction and moringa leaf capsule (Moringa oleifera) on anthropometric values in obese group aged 19-50 years

SAGO: Gizi dan Kesehatan
2024, Vol. 5(2) 419-426
© The Author(s) 2024



DOI: <http://dx.doi.org/10.30867/sago.v5i2.1655>
<https://ejournal.poltekkesaceh.ac.id/index.php/gikes>



Poltekkes Kemenkes Aceh

Hanifah Mardhotillah¹, Diana Nur Afifah^{2*}, Adriyan Pramono³

Abstract

Background: The incidence of obesity has increased due to changes in lifestyle and eating patterns. Excessive consumption of fructose is a major contributor to obesity. Portion control can be used as a short-term strategy for weight loss. Limiting fructose consumption and using natural ingredients such as moringa leaves can be used in weight management in obese sufferers.

Objectives: to determine the effect of administering isocaloric fructose restriction and moringa oleifera leaf capsules on anthropometric values in the obese group.

Methods: Single randomized controlled trial with pre-post test. The research conducted in Kuningan, West Java in August-October 2023 involving 24 subject with obesity. Subjects were divided into 2 groups, namely control (n=12) which was given isocaloric fructose restriction 1800 kcal and treatment group (n=12) given isocaloric fructose restriction 1800 kcal and Moringa oleifera capsule 2400mg/day for 9 days. Anthropometric measurements in the form of body weight, height and abdominal circumference were taken twice. Data analysis used Dependent t test at 95% CI.

Results: There was a decrease in body weight and BMI before and after the intervention. The decrease in body weight and BMI was more significant in the treatment group ($p < 0,05$).

Conclusion: There is an effect of giving isocaloric fructose restriction and moringa leaf capsules on body weight and BMI.

Keywords

Obesity, Fructose, Moringa oleifera

Abstrak

Latar Belakang: Kejadian obesitas mengalami peningkatan akibat adanya perubahan gaya hidup dan pola makan. Berlebihnya konsumsi fruktosa menjadi salah satu penyumbang besar kejadian obesitas. Pengaturan porsi makan dapat digunakan sebagai strategi jangka pendek dalam penurunan berat badan. Pembatasan konsumsi fruktosa dan pemanfaatan bahan alami seperti daun kelor dapat digunakan dalam manajemen berat badan pada penderita obesitas.

Tujuan: Mengetahui pengaruh pemberian *isocaloric fructose restriction* dan kapsul daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap nilai antropometri pada kelompok obesitas.

Metode: *Single randomized controlled trial* (RCT) dengan desain *pre-post test*. Penelitian dilakukan di Kabupaten Kuningan Jawa Barat pada bulan Agustus – Oktober 2023 yang melibatkan 24 subjek dengan status gizi obesitas. Subjek dibagi kedalam 2 kelompok yaitu kelompok kontrol (n-12) yang diberikan intervensi *isocaloric fructose restriction* 1800 kkal dan kelompok perlakuan (n=12) dengan pemberian *isocaloric fructose restriction* 1800 kkal dan kapsul daun kelor

¹ Program Studi Magister Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia
E-mail: hani.nifahmardhotillah@gmail.com

² Program Studi Magister Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia
E-mail: diananurafifah@live.undip.ac.id

³ Program Studi Magister Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia
E-mail: adriyanpramono@fk.undip.ac.id

Penulis Koresponding:

Diana Nur Afifah: Program Studi Magister Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia. E-mail: diananurafifah@live.undip.ac.id

2400 mg/hari dengan durasi intervensi 9 hari. Pengukuran antropometri berupa berat badan, tinggi badan, dan lingkar perut dilakukan sebanyak dua kali pengukuran. Analisis data menggunakan *dependent t test* pada CI 95%.

Hasil: Terjadi penurunan berat badan dan IMT sebelum dan sesudah intervensi. Penurunan berat badan dan IMT lebih signifikan pada kelompok perlakuan ($p < 0,05$).

Kesimpulan: Terdapat pengaruh pemberian *isocaloric fructose restriction* dan kapsul daun kelor terhadap berat badan dan IMT.

Kata Kunci

Obesitas, Fruktosa, Daun Kelor

Pendahuluan

Obesitas dapat dikarakteristikan sebagai berlebihnya akumulasi dan distribusi lemak dalam tubuh (Ding et al., 2023). Ketidakseimbangan antara energi yang dikonsumsi dan energi yang dikeluarkan, berlebihnya konsumsi lemak dan gula, peningkatan ketersediaan makanan padat energi, faktor sosial ekonomi, serta rendahnya aktivitas fisik menjadi sumber dasar dari terjadinya obesitas. Kejadian obesitas mengalami peningkatan karena adanya perubahan gaya hidup dan pola makan sehingga menjadikan obesitas sebagai faktor utama penyebab masalah kesehatan terbesar di seluruh dunia (Lin & Li, 2021; Rahmad et al., 2023; Edwards et al., 2018).

Baik di negara maju ataupun di negara berkembang, prevalensi obesitas mengalami peningkatan. Obesitas memicu beberapa penyakit tidak menular, seperti penyakit terkait metabolik, *cardiovascular disease* (CVD), kanker, diabetes melitus tipe 2, dan beberapa penyakit terkait *neurodegenerative* (Al Rahmad, 2021). Secara global, berdasarkan data WHO pada tahun 2018 sebanyak 1,9 miliar individu dewasa >18 tahun mengalami kelebihan berat badan dengan 650 juta diantaranya mengalami obesitas (Blüher, 2019). Prevalensi obesitas di Indonesia berdasarkan survey nasional riset kesehatan dasar (Riskesdas) tahun 2018 mencapai 23,1% dengan obesitas pada laki-laki mencapai 16,9% dan wanita 28,6% (Harbuwono et al., 2018; Kemenkes RI, 2020). Angka obesitas di Jawa Barat pada tahun 2020 mencapai 8,83% dari total jumlah penduduk dimana untuk Kabupaten Kuningan sendiri angka obesitas mencapai 27,7% pada usia <15 tahun dan 30,7% pada usia >16 tahun (Dinkes Jawa Barat, 2020).

Berlebihnya konsumsi gula sederhana seperti fruktosa menjadi salah satu penyumbang besar obesitas (Setyaningrum et al., 2021). Pola makan *western diet* dicirikan dengan konsumsi

makanan tinggi pengolahan, tinggi garam, lemak jenuh, rendah protein, karbohidrat sederhana, dan gula (glukosa, fruktosa, dan sukrosa) (Barbosa & Carvalho, 2023). Penggunaan gula tambahan pada *western diet* melebihi batas direkomendasikan oleh organisasi kesehatan dunia *World Health Organization* (WHO) yaitu sebesar 14 – 17% yang mana anjuran dari WHO sebesar 10% dari total asupan kalori harian (Shi et al., 2021). Berlebihnya asupan kalori dari kebutuhan harian berimplikasi terhadap peningkatan masa lemak, peningkatan glukosa dalam darah dan perubahan metabolisme tubuh yang berefek negatif terhadap metabolisme glukosa seperti adanya oksidasi dan penumpukkan glukosa, terganggunya sensitivitas dan sekresi insulin (Bonsembiante et al., 2021).

Tingkat konsumsi gula di Indonesia melebihi 4,8% dengan konsumsi rata-rata mencapai 15,7 gram/hari dengan sumbangan terbanyak berasal dari gula pasir. Meningkatnya penggunaan *high fructose corn syrup* (HFCS) di industri makanan dan minuman olahan berhubungan langsung dengan perkembangan obesitas (Betaditya et al., 2022). Fruktosa menyebabkan terjadinya peningkatan nafsu makan sehingga memicu peningkatan konsumsi makanan berlebih. Kondisi ini mengakibatkan perubahan metabolisme lipid dan karbohidrat sehingga mengakibatkan adanya akumulasi lemak dalam tubuh (Pereira et al., 2017).

Individu dengan obesitas setidaknya disarankan untuk menurunkan berat badan sebesar 10% dari total berat badan melalui penerapan aktivitas fisik, kombinasi diet, dan perubahan gaya hidup (Lin & Li, 2021). Penurunan berat badan dalam jangka waktu singkat dapat dicapai dengan pengaturan porsi makan. Membatasi konsumsi fruktosa harian menjadi <10% juga dapat diterapkan dalam manajemen berat badan pada obesitas. Sebuah penelitian mengenai penerapan *isocaloric fructose restriction* pada kelompok anak obesitas dengan sindrom metabolik dapat

membantu dalam menurunkan berat badan (Olson et al., 2022).

Selain itu, pemanfaatan bahan alami juga dapat digunakan sebagai strategi dalam manajemen obesitas (Sari & Suwondo, 2022). Daun kelor menjadi bagian dari tanaman kelor yang banyak dimanfaatkan dan memiliki potensi sebagai antiobesitas karena kandungan polifenol didalamnya (Sari & Suwondo, 2022; Hassan et al., 2021; Jahan et al., 2018). Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan adanya penurunan berat badan setelah pemberian kapsul daun kelor pada pasien diabetes (Taweerutchana et al., 2017). Melihat tingginya prevalensi obesitas baik secara global, nasional, maupun daerah khususnya Kabupaten Kuningan Jawa Barat, peneliti tertarik untuk melakukan riset pembatasan kalori yang dimodifikasi dengan pembatasan konsumsi gula dan fruktosa sebagai strategi dalam manajemen obesitas. Selain itu, belum banyak riset yang dilakukan di Indonesia terkait pembatasan kalori yang dikombinasikan dengan penggunaan bahan alami sebagai strategi dalam manajemen obesitas terhadap subjek manusia.

Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan riset dengan mengkombinasikan pembatasan kalori yang dimodifikasi pembatasan konsumsi gula dan fruktosa yang dikombinasikan dengan bahan alami untuk menghasilkan efek maksimal dalam manajemen obesitas. Tujuan dari penelitian ini ialah mengetahui pengaruh pemberian *isocaloric fructose restriction* dan kapsul daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap nilai antropometri pada kelompok obesitas.

Metode

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *single blind randomized controlled trial* (RCT) dengan desain *pre-post test*. Penelitian dilakukan di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat pada bulan agustus – oktober 2023 yang melibatkan 24 individu dewasa berstatus gizi obesitas dengan durasi intervensi selama 9 hari (Olson et al., 2022).

Subjek Penelitian

Penelitian ini melibatkan 24 subjek individu dewasa dengan rentang usia 19 – 50 tahun dan berstatus gizi obesitas yang dibuktikan dengan penandatanganan formulir *informed consent*.

Subjek penelitian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dengan masing-masing kelompok terdiri dari 12 individu dewasa setelah melalui proses pengundian yang dilakukan oleh peneliti. Kelompok kontrol menerima *isocaloric fructose restriction*, sementara kelompok perlakuan menerima *isocaloric fructose restriction* dan penambahan kapsul daun kelor dengan dosis 2400 mg/hari. Perhitungan sampel menggunakan rumus (Sastroasmoro, 2011):

$$n = \left\{ \frac{(z\alpha + z\beta) \times SD}{x_1 - x_2} \right\}_2$$
$$n = \left\{ \frac{(1,96 + 1,28) \times 0,4}{2,8 - 2,4} \right\}_2$$

$$n = \left\{ \frac{1,3}{0,4} \right\}_2$$

$$n = (3,2)^2$$

$$n = 10,2 \text{ (dibulatkan menjadi 11 subjek)}$$

Keterangan :

n = jumlah sampel

$z\alpha$ = tingkat kemaknaan dengan interval kepercayaan 95% (1,96)

$z\beta$ = tingkat kesalahan 10% (1,28)

SD = simpang baku TNF- α

$x_1 - x_2$ = selisih rerata TNF- α

Untuk mengantisipasi terjadinya *drop out* perlu dilakukan koreksi besar sampel dengan rumus:

$$n' = \frac{n \text{ minimal}}{1-f}$$

$$n' = \frac{11}{1-0,1}$$

$$n' = 12 \text{ subjek}$$

Sehingga ditentukan besar sampel untuk setiap kelompok sebesar 12 subjek.

Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan cara *consecutive sampling* dengan kriteria inklusi laki-laki atau wanita usia 19 – 50 tahun, memiliki nilai IMT ≥ 25 kg/m², wanita tidak dengan kondisi hamil, menyusui ataupun menstruasi, tidak mengkonsumsi antibiotik atau suplemen dalam waktu satu bulan terakhir, tidak sedang menjalani diet penurunan berat badan, dan asupan kalori ≥ 1500 kkal/hari. Kriteria eksklusi meliputi subjek yang menolak diberikan intervensi dan hanya mengikuti pengukuran fisik saja, subjek yang mengundurkan diri saat proses penelitian berlangsung, dan subjek yang mengalami reaksi alergi saat proses penelitian berlangsung. Proses perekrutan subjek penelitian dilakukan dengan penyebaran *flyer* melalui media sosial.

Pemberian Isocaloric Fructose Restriction

Isocaloric fructose restriction diberikan dengan tujuan untuk membatasi dan mengurangi konsumsi gula dengan pembatasan konsumsi gula dan fruktosa sebesar 10% dan 4% dari total kalori harian. Jumlah kalori yang diberikan sebesar 1800 kkal/hari dengan komposisi karbohidrat 60%, protein 15%, lemak 25%.

Isocaloric fructose restriction diberikan pada kelompok kontrol dan perlakuan. Subjek penelitian diminta untuk tetap mengkonsumsi diet harian biasa sampai berpuasa pada hari pertama penelitian dimana pengukuran antropometri dilakukan. Subjek dipulangkan dengan membawa menu diet *isocaloric fructose restriction* dengan menu 3x makan utama dan 2x seling dalam sehari selama 9 hari.

Subjek diwajibkan untuk menghabiskan diet yang diberikan serta dilarang mengkonsumsi makanan selain yang diberikan peneliti. Tingkat kepatuhan dinyatakan dalam formulir kepatuhan dengan mengisi tanda ceklis dan dipantau melalui komunikasi media sosial baik via telepon ataupun pesan teks. Instruksi individual tambahan yang bertujuan untuk menjaga stabilitas diberikan melalui telepon, pesan teks, email, atau pada saat pengambilan dan pengiriman makanan pada subjek penelitian. Pada hari ke-10, dilakukan pengukuran antropometri ulang (Olson et al., 2022).

Pemberian Kapsul Daun Kelor

Kapsul daun kelor diperoleh secara komersil dari PT. Industri Jamu dan Farmasi Sido Muncul, Ungaran-Semarang dengan komposisi 300 mg bubuk daun kelor kering. Kapsul daun kelor diberikan pada kelompok perlakuan dengan dosis pemberian 2400 mg/hari yang dibagi dalam tiga kali pemberian. Subjek diinstruksikan meminum 3 kapsul sebelum makan pagi dan makan siang serta meminum 2 kapsul sebelum makan malam (Díaz-Prieto et al., 2022).

Pengukuran Antropometri

Parameter antropometri yang digunakan pada penelitian ini berupa berat badan, tinggi badan, dan lingkar perut. Pengukuran berat badan dilakukan dengan menggunakan timbangan *digital*, pengukuran tinggi badan dilakukan dengan menggunakan *stadiometer-*

wall, sementara pengukuran lingkar perut menggunakan metlin.

Hasil pengukuran berat badan dan tinggi badan digunakan untuk perhitungan IMT yang dinyatakan dalam kg/m^2 . Pengukuran antropometri dilakukan sebanyak 2x pengukuran, yaitu sebelum dan sesudah penelitian.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ditabulasi menggunakan *Microsoft Office Excel* dengan analisis statistik menggunakan program computer berupa *software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 24.0 for Windows*. Shapiro Wilk digunakan untuk uji normalitas karena jumlah sampel <50 .

Untuk mengetahui perubahan nilai antropometri sebelum dan sesudah intervensi dilakukan uji *Paired t-test* dan uji non parametrik Wilcoxon. Tingkat kemaknaan yang digunakan ialah 95%.

Etika Penelitian

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dengan nomor 385/EC/KEPK/FK-UNDIP/VIII/2023.

Hasil

Gambaran karakteristik subjek penelitian disajikan pada tabel 1. Data karakteristik subjek menunjukkan usia, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, IMT, dan lingkar perut tidak memiliki perbedaan antar kedua kelompok ($p > 0,05$).

Perubahan nilai antropometri sebelum dan sesudah intervensi disajikan pada tabel 2. Pengukuran antropometri dilakukan sebanyak dua kali pengukuran yaitu sebelum dan sesudah intervensi. Pengukuran antropometri bertujuan untuk mengetahui status gizi dari subjek penelitian dan melihat perubahan nilai antropometri sebelum dan sesudah dilakukannya intervensi. Hasil uji *paired t-test* menunjukkan adanya perubahan berat badan dan IMT yang signifikan sebelum dan sesudah intervensi pada kedua kelompok tetapi tidak dengan IMT pada kelompok kontrol ($p > 0,05$).

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Gambaran subjek	Rerata Kontrol ±SD	Rerata Perlakuan ±SD	Δ (Mean ±SD)	Nilai p
Usia (tahun)	27,7±2,3	28±2,3	0,3±0,0	0,73
Jenis kelamin	1,36±0,5	1,45±0,5	0,09±0,0	0,85
Berat badan (kg)	80,2±8,9	75,8±5,4	4,4±3,5	0,28
Tinggi badan (cm)	159,1±4,9	162,8±6,5	3,7±1,6	0,14
IMT (kg/m ²)	31,8±4,4	28,5±1,4	3,3±3	0,10
Lingkar Perut (cm)	99,2±4,9	95,08±6,3	4,12±1,4	0,09

Tabel 2. Perubahan nilai antropometri sebelum dan sesudah penelitian

Nilai Antropometri	Sebelum (Mean ±SD)	Setelah (Mean ±SD)	Δ (Mean ±SD)	Nilai p
Berat Badan (kg)				
Kontrol	80,2±8,9	79,7±8,7	0,51±0,32	0,005
Perlakuan	75,8±5,4	75,1±5,6	0,69±0,35	0,000
Tinggi Badan (cm)				
Kontrol	159,1±4,9	159,1±4,9	0,00±0,00	1,000
Perlakuan	162,8±6,5	162,8±6,5	0,00±0,00	1,000
IMT (kg/m ²)				
Kontrol	31,8±4,4	31,5±4,3	0,28±0,30	0,006**
Perlakuan	28,5±1,4	28,3±1,3	0,27±0,15	0,003**
Lingkar Perut (cm)				
Kontrol	99,2±4,9	99,2±4,9	0,00±0,00	0,003*
Perlakuan	95,08±6,3	95,08±6,3	0,00±0,00	1,000**

Pembahasan

Hasil penelitian yang dilakukan di Kabupaten Kuningan mengenai pemberian *isocaloric fructose restriction* dan kapsul daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap nilai antropometri menunjukkan adanya perubahan nilai antropometri. Pemberian *isocaloric fructose restriction* pada penelitian ini mengacu pada pembatasan konsumsi glukosa 10% dan fruktosa 4% dari kebutuhan energi dengan pemberian energi sebesar 1800 kkal/hari. Perubahan berat badan dan IMT sebelum dan sesudah intervensi pada penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan adanya penurunan berat badan dan IMT setelah pengurangan konsumsi fruktosa (Olson et al., 2022; Simons et al., 2021). Penurunan berat badan juga disebutkan pada penelitian lainnya setelah intervensi diet rendah fruktosa (Jalilvand et al., 2020).

Fruktosa memicu adanya peningkatan nafsu makan, metabolisme lipid dan karbohidrat sehingga mendukung sintesis dan akumulasi lemak yang mengakibatkan meningkatnya jumlah kalori harian dan menurunnya pengeluaran energi. Fruktosa juga dapat mengganggu hormon

pengendali rasa lapar dan kenyang sehingga mempengaruhi tingkat nafsu makan, penambahan berat badan, dan menurunnya respon sinyal insulin dan leptin yang berperan sebagai hormon pengendali rasa kenyang di sistem saraf pusat (Busnatu et al., 2022; Lowette et al., 2015; Ma et al., 2017; Pereira et al., 2017).

Penelitian yang dilakukan pada hewan coba dengan pemberian larutan fruktosa menunjukkan peningkatan kadar ghrelin yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok yang diberikan larutan sukrosa. Sehingga pembatasan dan kontrol dalam konsumsi fruktosa berkontribusi dalam membantu manajemen berat badan dan membantu dalam perbaikan hormon pengendali rasa kenyang dan lapar di sistem saraf pusat (Labatjo et al., 2023; Pereira et al., 2017). Baik pada kelompok kontrol maupun kelompok perlakuan, keduanya mengalami penurunan berat badan dan indeks massa tubuh (IMT) namun perubahan berat badan dan IMT terlihat lebih signifikan pada kelompok perlakuan ($p < 0,05$). Berbeda dengan kelompok kontrol, pada kelompok perlakuan diberikan intervensi *isocaloric fructose restriction* dengan penambahan kapsul daun kelor dengan dosis 2400 mg/hari selama 9 hari.

Daun kelor menjadi salah satu bagian dari tanaman kelor yang kerap dimanfaatkan oleh masyarakat. Daun kelor dikenal kaya akan komponen bioaktif, salah satunya polifenol yang memiliki potensi sebagai antiobesitas (Ali et al., 2021; Yang et al., 2023). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan adanya penurunan berat badan setelah pemberian kapsul daun kelor pada pasien diabetes (Taweerutchana et al., 2017). Polifenol yang terkandung dalam daun kelor dapat membantu menurunkan berat badan dengan menurunkan konsentrasi leptin dan ekspresi gen dari aktivasi adipogenesis, serta meningkatkan jumlah adiponektin dan ekspresi gen thermogenesis (Kulashekar et al., 2018). Keterbatasan dari penelitian ini ialah pengukuran antropometri khususnya berat badan hanya menggunakan timbangan *digital* saja sehingga tidak mengetahui komposisi lemak tubuh subjek penelitian.

Kesimpulan

Intervensi pemberian *isocaloric fructose restriction* dan kapsul daun kelor (*Moringa oleifera*) selama 9 hari menunjukkan adanya perubahan pada nilai berat badan dan IMT pada kelompok perlakuan. Pembatasan kalori menjadi salah satu strategi yang sangat dianjurkan dalam manajemen obesitas. Pengaturan komposisi makro dan mikronutrien turut penting untuk dipertimbangkan seperti pembatasan konsumsi gula guna memberikan hasil maksimal dalam menurunkan berat badan.

Saran, bagi peneliti selanjutnya diharapkan untuk menggunakan instrument antropometri yang lebih lengkap seperti BIA untuk mengetahui apakah terdapat perubahan komposisi lemak tubuh sebelum dan sesudah pemberian intervensi.

Deklarasi Konflik Kepentingan

Terkait penulisan artikel ini tidak ada potensi konflik kepentingan baik dari penulis maupun instansi. Sumber pendanaan murni berasal dari penulis pribadi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen Magister Ilmu Gizi Departemen Ilmu Gizi Fakultas

Kedokteran Universitas Diponegoro atas arahan, saran, bimbingan, dan masukannya selama proses penulisan artikel sehingga penulisan artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Rujukan

- Ali, R. A., Perna, S., Riva, A., Petrangolini, G., Peroni, G., Nichetti, M., Iannello, G., Naso, M., Faliva, M. A., & Rondanelli, M. (2021). Novel insights on anti-obesity potential of the miracle tree, *Moringa oleifera*: A systematic review. *Journal of Functional Foods*, *84*, 104600. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104600>
- Al Rahmad, A. H. (2021). Faktor risiko obesitas pada guru sekolah perempuan serta relevansi dengan PTM selama pandemi Covid-19. *Amerta Nutrition*, *5*(1), 31–40. <https://doi.org/10.20473/amnt.v5i1.2021.31-40>
- Barbosa, P., & Carvalho, E. (2023). Are dietary sugars potent adipose tissue and immune cell modulators? *Diabetology*, *4*(1), 30–45. <https://doi.org/10.3390/diabetology4010005>
- Betaditya, D., Ratna Ramadhan, G., Puri Subardjo, Y., Diah Betari, F., & Berlian Yustika, I. (2022). Sugar content and consumption of franchise beverages as risk overweight factors. *Jurnal Ilmiah Kesehatan (JIKA)*, *4*(2), 193–201. <https://doi.org/10.36590/jika.v4i2.243>
- Blüher, M. (2019). Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nature Reviews Endocrinology*, *15*(5), 288–298. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0176-8>
- Bonsembiante, L., Targher, G., & Maffei, C. (2021). Type 2 diabetes and dietary carbohydrate intake of adolescents and young adults: What is the impact of different choices? *Nutrients*, *13*(10), 1–18. <https://doi.org/10.3390/nu13103344>
- Busnatu, S. S., Salmen, T., Pana, M. A., Rizzo, M., Stallone, T., Papanas, N., Popovic, D., Tanasescu, D., Serban, D., & Stoian, A. P. (2022). The Role of Fructose as a Cardiovascular Risk Factor: An Update. *Metabolites*, *12*(1). <https://doi.org/10.3390/metabo12010067>
- Díaz-Prieto, L. E., Gómez-Martínez, S., Vicente-

- Castro, I., Heredia, C., González-Romero, E. A., Martín-Ridaura, M. D. C., Ceinos, M., Picón, M. J., Marcos, A., & Nova, E. (2022). Effects of moringa oleifera lam. supplementation on inflammatory and cardiometabolic markers in subjects with prediabetes. *Nutrients*, *14*(9).
<https://doi.org/10.3390/nu14091937>
- Ding, Y., Deng, Q., Yang, M., Niu, H., Wang, Z., & Xia, S. (2023). Clinical classification of obesity and implications for metabolic dysfunction-associated fatty liver disease and treatment. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, *16*(October), 3303–3329.
<https://doi.org/10.2147/DMSO.S431251>
- Dinkes Jawa Barat. (2020). Profil kesehatan Jawa Barat tahun 2020. *Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat*, 103–111.
- Fitrah Sari, W., & Suwondo, A. (2022). A literature review of effect of moringa oleifera leaf extract toward lipid profile level in hyperlipidemia patients. *International Journal of Nursing and Health Services (IJNHS)*, *5*(3), 294–303.
<https://doi.org/10.35654/ijnhs.v5i3.581>
- Harbuwono, D. S., Pramono, L. A., Yunir, E., & Subekti, I. (2018). Obesity and central obesity in indonesia: Evidence from a national health survey. *Medical Journal of Indonesia*, *27*(2), 53–59.
<https://doi.org/10.13181/mji.v27i2.1512>
- Hassan, M. A., Xu, T., Tian, Y., Zhong, Y., Ali, F. A. Z., Yang, X., & Lu, B. (2021). Health benefits and phenolic compounds of Moringa oleifera leaves: A comprehensive review. *Phytomedicine*, *93*(June).
<https://doi.org/10.1016/j.phymed.2021.153771>
- Jahan, I. A., Hossain, M. H., Ahmed, K. S., Sultana, Z., Biswas, P. K., & Nada, K. (2018). Antioxidant activity of Moringa oleifera seed extracts. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, *18*(4), 299–307.
<https://doi.org/10.1007/s13596-018-0333-y>
- Jalilvand, A., Behrouz, V., Nikpayam, O., Sohrab, G., & Hekmatdoost, A. (2020). Effects of low fructose diet on glycemic control, lipid profile and systemic inflammation in patients with type 2 diabetes: A single-blind randomized controlled trial. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, *14*(5), 849–855.
<https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.003>
- Kemenkes RI. (2020). Injeksi 2018. In *Health Statistics*.<https://www.kemkes.go.id/downloads/resources/download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/profil-kesehatan-indonesia-2018.pdf>
- Kulashekar, M., Stom, S. M., & Peuler, J. D. (2018). Resveratrol's potential in the adjunctive management of cardiovascular disease, obesity, diabetes, Alzheimer disease, and cancer. *Journal of the American Osteopathic Association*, *118*(9), 596–605.
<https://doi.org/10.7556/jaoa.2018.133>
- Labatjo, R., Tumenggung, I., & Rahmad, A. H. Al. (2023). Insulin resistance, visceral fat, and vitamin D in overweight and obesity adolescents. *Universal Journal of Public Health*, *11*(4), 463–471.
<https://doi.org/10.13189/ujph.2023.110411>
- Lin, X., & Li, H. (2021). Obesity: Epidemiology, pathophysiology, and therapeutics. *Frontiers in Endocrinology*, *12*(September), 1–9.
<https://doi.org/10.3389/fendo.2021.706978>
- Lowette, K., Roosen, L., Tack, J., & Vanden Berghe, P. (2015). Effects of high-fructose diets on central appetite signaling and cognitive function. *Frontiers in Nutrition*, *2*(March), 1–5.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2015.00005>
- Ma, X., Lin, L., Yue, J., Wu, C. S., Guo, C. A., Wang, R., Yu, K. J., Devaraj, S., Murano, P., Chen, Z., & Sun, Y. (2017). Suppression of ghrelin exacerbates HFCS-induced adiposity and insulin resistance. *International Journal of Molecular Sciences*, *18*(6), 1–15.
<https://doi.org/10.3390/ijms18061302>
- Olson, E., Suh, J. H., Schwarz, J. M., Noworolski, S. M., Jones, G. M., Barber, J. R., Erkin-Cakmak, A., Mulligan, K., Lustig, R. H., & Mietus-Snyder, M. (2022). Effects of isocaloric fructose restriction on ceramide levels in children with obesity and cardiometabolic risk: relation to hepatic de novo lipogenesis and insulin sensitivity. *Nutrients*, *14*(7), 1–12.
<https://doi.org/10.3390/nu14071432>
- Pereira, R. M., Botezelli, J. D., da Cruz Rodrigues, K. C., Mekary, R. A., Cintra, D. E., Pauli, J. R., da Silva, A. S. R., Ropelle, E. R., & de Moura, L. P. (2017). Fructose consumption in the development of obesity and the effects of different protocols of physical exercise on the hepatic metabolism. *Nutrients*, *9*(4), 1–

21. <https://doi.org/10.3390/nu9040405>
- Rahmad, A. H., Miko, A., Ichsan, I., & Fadillah, I. (2023). Pendapatan keluarga serta asupan energi dan protein sebagai faktor risiko obesitas masyarakat perkotaan di Kota Banda Aceh. *Ilmu Gizi Indonesia*, 7(1), 73–86. <https://doi.org/10.35842/ilgi.v7i1.424>
- Sastroasmoro, S. (2011). Perkiraan Besar sampel dalam penelitian klinis. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian*, 359.
- Setyaningrum, A. A., Ardy, D., Sutoyo, R., & Raditya Atmaka, D. (2021). Pengaruh diet tinggi sukrosa dan fruktosa terhadap obesitas pada hewan coba: kajian pustaka the effect of sucrose and fructose diet on obesity in animal trial: A literature review. *Amerta Nutr*, 173–179. <https://doi.org/10.20473/amnt.v5i2.2021>.
- Shi, Y. N., Liu, Y. J., Xie, Z., & Zhang, W. J. (2021). Fructose and metabolic diseases: Too much to be good. *Chinese Medical Journal*, 134(11), 1276–1285. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000001545>
- Simons, N., Veeraiah, P., Simons, P. I. H. G., Schaper, N. C., Kooi, M. E., Schrauwen-Hinderling, V. B., Feskens, E. J. M., Van Der Ploeg, E. M. C., Van Den Eynde, M. D. G., Schalkwijk, C. G., Stehouwer, C. D. A., & Brouwers, M. C. G. J. (2021). Effects of fructose restriction on liver steatosis (FRUITLESS); a double-blind randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 113(2), 391–400. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa332>
- Taweerutchana, R., Lumlerdkij, N., Vannasaeng, S., Akarasereenont, P., & Sriwittkamol, A. (2017). Effect of moringa oleifera leaf capsules on glycemic control in therapy-naïve type 2 diabetes patients: a randomized placebo controlled study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/6581390>
- Tydeman-Edwards, R., Van Rooyen, F. C., & Walsh, C. M. (2018). Obesity, undernutrition and the double burden of malnutrition in the urban and rural southern Free State, South Africa. *Heliyon*, 4(12), e00983. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00983>
- Yang, M., Tao, L., Kang, X. R., Wang, Z. L., Su, L. Y., Li, L. F., Gu, F., Zhao, C. C., Sheng, J., & Tian, Y. (2023). Moringa oleifera Lam. leaves as new raw food material: A review of its nutritional composition, functional properties, and comprehensive application. *Trends in Food Science and Technology*, 138(November 2022), 399–416. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.05.013>