



## PENGARUH SAKE *ICE SORBET* MENGANDUNG BUAH SIRSAK (*ANNONA MURICATA L.*) DAN DAUN KELOR (*MORINGA OLEIFERA*) TERHADAP LINGKAR PINGGANG PADA REMAJA PRA-SINDROM METABOLIK

Ari Yulistianingsih<sup>1</sup>, Asep Novi Taufiq Firdaus<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Gizi Universitas Muhammadiyah Cirebon

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Keperawatan Universitas Muhammadiyah Cirebon  
ari\_yulistianingsih@umc.ac.id

### Abstrak

Upaya pencegahan sindrom metabolik pada remaja dapat dilakukan pada saat kondisi pra-sindrom metabolik. Es krim merupakan makanan populer yang digemari oleh kelompok remaja karena rasanya yang manis dan segar. Sirsak (*Annona muricata*) merupakan tanaman tropis yang mempunyai efek antioksidan. Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu pangan fungsional yang mengandung antioksidan dan mempunyai efek anti-obesitas. Riset pra-eksperimental dengan rancangan *one group pre-test post-test design* ini bertujuan untuk menganalisis konsumsi SAKE (buah sirsak dan daun kelor) *ice sorbet* yang mengandung buah sirsak dan daun kelor terhadap lingkaran pinggang remaja pra-sindrom metabolik. Sebanyak 15 remaja pra-sindrom metabolik di MAN 1 Kabupaten Cirebon mendapat SAKE *ice sorbet* 21 hari dengan dosis 1x 100 ml per hari. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa tidak ada pengaruh pemberian SAKE *ice sorbet* terhadap lingkaran pinggang ( $p=0,78$ ) dan tidak ada perbedaan tingkat kecukupan energi sebelum dan setelah intervensi ( $p>0,05$ ). SAKE *ice sorbet* dapat menjadi alternatif inovasi es krim sehat berbasis pangan fungsional, namun penurunan lingkaran pinggang pada remaja harus diikuti dengan perbaikan pola makan dan aktivitas fisik yang signifikan.

**Kata Kunci:** Buah Sirsak, Daun Kelor, Pra-Sindrom Metabolik, Lingkaran Pinggang, Remaja

### Abstract

Prevention strategies for metabolic syndrome in adolescents can be effective strategies during pre-metabolic syndrome conditions. Ice cream is a popular food favored by adolescents because of its sweet and fresh taste. Soursop (*Annona muricata L.*) is a tropical plant that has antioxidant effects. Moringa leaves (*Moringa oleifera*) are one of the functional foods that contain antioxidants and anti-obesity effects. This pre-experimental research with a *one group pre-test post-test design* aims to analyze the consumption of SAKE ice sorbet containing soursop fruit and moringa leaves on the waist circumference of pre-metabolic syndrome adolescents. A total of 15 pre-metabolic syndrome adolescents at MAN 1 Cirebon Regency received SAKE ice sorbet for 21 days with a dose of 1x 100 ml per day. The results showed that there was no effect of SAKE ice sorbet on waist circumference ( $p = 0.78$ ) and there was no difference in energy adequacy levels before and after the intervention ( $p > 0.05$ ). SAKE ice sorbet can be an alternative innovation of healthy ice cream based on functional food, but reducing waist circumference in adolescents must be followed by significant improvements in diet and physical activity.

**Keywords:** Soursop Fruit, Moringa Leaves, Pre-Metabolic Syndrome, Waist Circumference, Adolescents

@Jurnal Ners Prodi Sarjana Keperawatan & Profesi Ners FIK UP 2024

\* Corresponding author :

Address : Jl. Fatahillah Watubelah Sumber Kabupaten Cirebon

Email : ari\_yulistianingsih@umc.ac.id

Phone : 085860569077

## PENDAHULUAN

Peningkatan prevalensi obesitas pada remaja merupakan salah satu permasalahan kesehatan yang sedang dihadapi dunia saat ini (Bitew *et al.*, 2020). Sebanyak 85% remaja obesitas akan menjadi obesitas pada saat dewasa. Suatu studi menyebutkan bahwa remaja obesitas berisiko 17,5 kali lipat mengalami penyakit jantung dan diabetes mellitus pada usia dewasa (Kansra *et al.*, 2021) (Asghari *et al.*, 2021). Pada tahun 2018, 1 dari 7 remaja di Indonesia (14,8% atau 3,3 juta) mengalami kelebihan berat badan dan obesitas (UNICEF, 2022).

Prevalensi sindrom metabolik pada remaja meningkat seiring dengan peningkatan tren obesitas (Al-Hamad & Raman, 2017). Sindrom metabolik didefinisikan sebagai adanya kombinasi faktor risiko penyakit kardiovaskular dan diabetes mellitus tipe 2, termasuk obesitas, dislipidemia, hipertensi, dan intoleransi glukosa (McCracken *et al.*, 2018). Meskipun kondisi ini lebih sering terjadi pada usia dewasa, akan tetapi bisa bermanifestasi pada usia remaja (Reuter *et al.*, 2018). Prevalensi sindrom metabolik sebesar 11,9% pada remaja yang mengalami kelebihan berat badan atau overweight dan 29,2% pada remaja obesitas (Friend *et al.*, 2013). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh peningkatan obesitas dan perubahan gaya hidup (Fornari & Maffeis, 2019), termasuk pola makan yang tidak sehat (Martínez-González & Martín-Calvo, 2013).

Pra-sindrom metabolik adalah kondisi seseorang yang dikategorikan mengalami obesitas sentral (lingkar pinggang  $\geq 90$  cm pada laki-laki dan  $\geq 80$  cm pada perempuan) dan penanda sindrom metabolik lain yaitu peningkatan tekanan darah  $\geq 130/85$  mmHg atau pernah didiagnosis hipertensi dan dalam pengobatan antihipertensi. Kondisi pra-sindrom metabolik merupakan waktu terbaik untuk memulai pengobatan efektif dalam pencegahan perkembangan komponen sindrom metabolik (Koizumi *et al.*, 2019). Komponen lingkaran pinggang merupakan komponen sindrom metabolik yang dapat berkembang apabila tidak dilakukan pengobatan awal pada saat kondisi pra-sindrom metabolik dapat menyebabkan peningkatan trigliserida.

Globalisasi menyebabkan perkembangan budaya, teknologi, dan informasi menyebar secara pesat salah satunya berupa makanan. Oleh karena itulah, sebagian besar remaja menyukai makanan kekinian, seperti es krim, *fried chicken*, *chips*, *pizza*, dan *burger* untuk meningkatkan aktualisasi diri menghadapi perkembangan zaman. Berdasarkan studi observasi menyebutkan, bahwa remaja Indonesia memiliki pola makan yang tidak sehat, seperti asupan gula, garam dan lemak yang berlebihan serta kurangnya asupan sayur dan buah (Cunha *et al.*, 2018).

Salah satu *snack* berenergi tinggi yang paling populer adalah es krim yang mengandung

susu, krim, dan gula (Abbas Syed, 2018). Es krim terdiri dari campuran susu, perasa, pewarna, dan stabilizer yang dibekukan pada suhu rendah. Kandungan karbohidrat dan lemak yang tinggi pada es krim dapat meningkatkan profil lipid darah yang menjadi penyebab utama obesitas dan sindrom metabolik.

Sorbet merupakan alternatif es krim yang lebih sehat, sangat cocok untuk para vegetarian, vegan, dan konsumen yang ingin mengurangi asupan kalori harian (De Medeiros & Bolini, 2021). Sorbet secara tradisional diproduksi dari bahan baku buah-sayuran segar atau dalam bentuk jus tanpa penambahan susu (Pavlyuk *et al.*, 2018). Sorbet dapat berfungsi sebagai camilan beku yang sehat dengan variasi rasa yang inovatif (López-Martínez *et al.*, 2021). Penggunaan sorbet sebagai produk pangan fungsional memiliki kelebihan antara lain kemudahan dalam penyajiannya, kandungan gizi dan masa simpan yang panjang perlu dikembangkan sebagai upaya dalam penurunan obesitas dan sindrom metabolik (Williams *et al.*, 2023). Produk sorbet telah dikembangkan secara luas salah satunya dengan kandungan antosianin dan serat pangan sebagai upaya alternatif *snack* sehat dalam pencegahan obesitas, namun belum diaplikasikan manfaat dan pengaruhnya secara bermakna (Fauziyah & Fajrianti, 2018).

Tanaman herbal tersedia cukup luas di alam, efektif, dan aman digunakan sebagai pangan fungsional dalam industri pangan. Beberapa pangan fungsional tersebut telah digunakan sebagai pengobatan pada beberapa penyakit degeneratif karena mempunyai efek terapeutik yang potensial. Sirsak (*Annona muricata*) merupakan tanaman tropis yang memiliki senyawa antioksidan. Sirsak kaya akan fitokimia, seperti flavonoid, asam fenolat, fitosterol dan saponin (Suleria *et al.*, 2020). Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan pangan fungsional yang memiliki efek antioksidan seperti flavonoid, karotenoid, vitamin, dan asam fenolat (Milla *et al.*, 2021) (Vergara-Jimenez *et al.*, 2017). Daun kelor yang ditambahkan pada es krim sirsak diketahui dapat meningkatkan fungsi antioksidan melalui penurunan indeks glikemik dan peningkatan penghambatan enzim pemecah karbohidrat (Hiyoshi *et al.*, 2019) (Ademosun *et al.*, 2021).

## METODE

Riset ini merupakan studi pra-eksperimental dengan rancangan *one group pre-test post-test design* yang dilaksanakan di MAN 1 Cirebon pada 15 remaja pra-sindrom metabolik usia 15-18 tahun. Kriteria pra-sindrom metabolik subjek antara lain mengalami obesitas sentral (lingkar pinggang laki-laki  $\geq 90$  cm dan perempuan  $\geq 80$  cm) dan peningkatan tekanan darah  $\geq 130/85$  mmHg.

Penentuan obesitas sentral melalui pengukuran lingkaran pinggang menggunakan pita ukur atau metlin dengan ketelitian 0,1 cm. Pengukuran tekanan darah diperoleh melalui tensimeter digital sebanyak 2 kali pengukuran dalam posisi duduk dan relaks.

Preparasi SAKE *ice sorbet* terdiri dari 72 gr buah sirsak, 17 ml rebusan daun kelor dan 4 gr gula stevia dengan jumlah 100 ml per cup. Es krim SAKE telah dianalisis kandungan gizi melalui uji proksimat di Laboratorium Chem-Mix, yaitu per 100 gr mengandung energi sebesar 135 kkal; 6,6% lemak; 16,3% karbohidrat; 2,8% protein; 71% air; 0,8% abu; 2,3% serat kasar; 1,4% gula reduksi; 39,4 mg kalium; 11,7 mg vitamin C; 2,2 mg flavonoid; dan 18,9 µg betakaroten.

Skrining awal dilakukan sebelum pelaksanaan intervensi melalui pengukuran lingkaran pinggang dan tekanan darah. Pemberian es krim dilakukan selama 21 hari dengan dosis 1 x 100 ml/hari setelah jam makan siang. Setelah 21 hari intervensi, maka subjek dilakukan pemeriksaan lingkaran pinggang untuk menilai perubahan yang terjadi. Data tingkat kecukupan energi diperoleh melalui wawancara *food recall* 2x24 jam sebelum dan setelah dilakukan intervensi. Tingkat kecukupan energi dikategorikan lebih apabila >100%, baik 80-110%, dan kurang apabila <80%.

Analisis univariat bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik subjek, sedangkan analisis bivariat bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian SAKE *ice sorbet* terhadap lingkaran pinggang dan menganalisis pengaruh pemberian SAKE terhadap asupan energi menggunakan uji *independent t-test*. Riset ini telah mendapatkan persetujuan layak etik berdasarkan No.102/KEPK.ITEKESMA/VII/2024.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Subjek

Hasil analisis data univariat pada tabel 1 menunjukkan, bahwa rerata usia subjek 16,2 tahun. Usia subjek masuk dalam kategori remaja, dimana pada masa ini merupakan masa yang rentan mengalami permasalahan gizi yang disebabkan oleh muktifaktorial. Peningkatan kebutuhan zat gizi pada masa remaja disebabkan oleh peningkatan pertumbuhan fisik dan perkembangan. Perubahan gaya hidup dan kebiasaan makan remaja dapat mempengaruhi kebiasaan makan dan pemilihan makan sehingga secara tidak langsung dapat berdampak pada status gizinya.

Berdasarkan jenis kelamin, sebagian besar subjek berjenis kelamin perempuan sebanyak 11 orang (73,3%). Faktor jenis kelamin berpengaruh pada terjadinya penyakit tidak menular seperti hipertensi karena adanya kondisi khusus seperti faktor asupan makan, aktivitas fisik, dan penurunan kadar estrogen. Selain itu, penurunan sistem imun tubuh dan perubahan hormon dapat menyebabkan terjadinya peningkatan hipertensi.

Tabel 1. Karakteristik Subjek

Karakteristik	Pra-Sindrom Metabolik (n=15)
Jenis kelamin	
Laki-laki	4 (26,7%)
Perempuan	11 (73,3%)
Rerata umur (tahun)	16,2
Rerata LP (cm)	95,9
Rerata TD, mmHg	
Sistolik	140
Diastolik	117
Rerata tingkat kecukupan energi (%)	130

Rerata lingkaran pinggang subjek sebesar 95,9 cm pada semua kelompok jenis kelamin. Lingkaran pinggang merupakan indikator yang cukup tepat dalam menilai peningkatan tekanan darah dalam hal ini untuk kriteria pra-sindrom metabolik (Kuciene & Dulskiene, 2019). Di samping itu, peningkatan lingkaran pinggang pada remaja merupakan faktor risiko dalam peningkatan penyakit kardiometabolik (Sardinha *et al.*, 2016).

Rerata tekanan darah sistolik 140 mmHg dan tekanan darah diastolik 117 mmHg. Peningkatan tekanan darah pada remaja secara signifikan berhubungan dengan peningkatan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan obesitas pada remaja baik remaja laki-laki maupun remaja perempuan (Chorin *et al.*, 2015) (Harbin *et al.*, 2018). Penelitian lain menyebutkan bahwa remaja dengan obesitas sentral memiliki kemungkinan 3,6 kali lebih besar untuk mengalami hipertensi dibandingkan dengan yang tidak obesitas. Remaja laki-laki dan perempuan dengan obesitas sentral memiliki kemungkinan 6,5 kali dan 2,9 kali lebih besar untuk mengalami hipertensi (Ardina Maharani *et al.*, 2023).

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat kecukupan energi melalui wawancara *food recall* 2x24 jam menunjukkan, bahwa rerata tingkat kecukupan energi berada pada batas 130% yang berarti dalam kategori berlebih. Asupan makan yang tidak tepat merupakan salah satu faktor risiko dalam meningkatkan kejadian obesitas sentral. Makanan cepat saji atau yang dikenal dengan istilah *fast food* merupakan makanan yang mengandung energi yang cukup tinggi. Konsumsi makanan cepat saji disertai dengan aktivitas fisik yang rendah berhubungan secara signifikan dengan kejadian obesitas pada remaja (Zurrahmi *et al.*, 2024).

### Pengaruh SAKE *Ice Sorbet* terhadap Lingkaran Pinggang

Intervensi yang diberikan pada riset ini adalah pemberian SAKE *ice sorbet* yang mengandung buah sirsak dan daun kelor. Selama 21 hari intervensi, terdapat penurunan lingkaran pinggang sebesar 0,9 cm berdasarkan tabel 2. Namun, setelah dianalisis statistik tidak ada perbedaan perubahan yang signifikan ( $p=0,778$ )

pada lingkaran pinggang antara sebelum dan setelah intervensi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa variabel perancu yang tidak dikontrol antara lain asupan makan dan aktivitas fisik.

Tabel 2. Pengaruh Intervensi terhadap Lingkaran Pinggang

Variabel	Intervensi (n=15)	P
Lingkaran pinggang (cm)		
Pre	95,9	0,778
Post	95	

Sirsak (*Annona muricata L.*) merupakan tanaman yang termasuk dalam famili *Annonaceae* telah diuji secara *in vitro* dan *in vivo* serta telah banyak digunakan secara global sebagai obat tradisional karena mempunyai aktivitas antikanker, antidiabetes, antivirus, antibakteri, antihipertensi dan antiinflamasi (Mutakin *et al.*, 2022) (Omere *et al.*, 2023). Secara umum, daging buah sirsak memiliki kandungan fenolik total yang cukup tinggi (Orak *et al.*, 2019). Mekanisme antiobesitas pada sirsak melalui penghambatan diferensiasi dan penumpukan sel adiposit 3T3-L1, serta mengatur sintesis asam lemak sehingga mampu menurunkan berat badan pada tikus percobaan (Kim *et al.*, 2021). Selain itu, sari buah sirsak diketahui dapat menurunkan berat badan mencit karena kandungan vitamin C dan seratnya (Rohmah, 2018). Senyawa kimia lain yaitu flavonoid dan tanin yang terdapat pada sirsak mampu memperbaiki kondisi stres oksidatif yang terjadi pada obesitas (Donata *et al.*, 2020).

Daun kelor (*Moringa oleifera*) telah dikenal secara luas sebagai pangan fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan salah satunya sebagai antiobesitas (Stohs & Hartman, 2015) (Ali Redha *et al.*, 2021). Ekstrak daun kelor yang diberikan selama 12 minggu dengan dosis 600 mg/kg BB diketahui dapat menurunkan berat badan pada mencit yang obesitas (Metwally *et al.*, 2017). Suatu penelitian menunjukkan bahwa kapsul daun kelor dan *isocaloric fructose restriction* selama 9 hari intervensi mampu menurunkan berat badan dan Indeks Massa Tubuh (IMT) pada kelompok dewasa obesitas (Mardhotillah *et al.*, 2024). Suplementasi daun kelor diketahui dapat menyebabkan penghambatan lipase pankreas yang menurunkan pemecahan trigliserida menjadi asam lemak. Daun kelor juga efektif dalam meningkatkan kadar enzim antioksidan sehingga mampu menurunkan stres oksidatif dan peradangan. Selain itu, daun kelor mempengaruhi rasa kenyang dengan menurunkan hormon leptin sekaligus meningkatkan hormon ghrelin (Od-Ek *et al.*, 2020).

Suatu penelitian menunjukkan, bahwa terdapat hubungan antara asupan makan dengan lingkaran pinggang pada remaja obesitas (Handayani *et al.*, 2019). Keseimbangan energi positif terjadi

apabila terdapat peningkatan asupan makan berlebih dan atau penurunan pengeluaran energi. Asupan makan berlebih yang dimaksud dalam hal terutama berasal dari kelebihan asupan energi dan sumber karbohidrat yang dapat mengakibatkan penumpukan berlebih pada jaringan adiposa abdominal (Vilella *et al.*, 2023). Penumpukan lemak berlebih ini mengindikasikan adanya konsentrasi adipokin yang tinggi dan dihubungkan dengan kejadian sindrom metabolik (Kelishadi *et al.*, 2015).

Aktivitas fisik aktif dikaitkan dengan peningkatan kebugaran kardiorespirasi dan peningkatan penyerapan oksigen maksimal dimana adaptasi organik ini menghasilkan pengeluaran energi yang lebih besar mengindikasikan adanya keseimbangan energi negatif (Verhoeven *et al.*, 2016). Aspek lain yang dapat membenarkan hubungan timbal balik ini adalah kebiasaan seperti berjalan kaki dan bersepeda, serta aktivitas fisik yang menuntut pengeluaran energi sedang, merangsang pelepasan irisin, hormon yang mengubah jaringan adiposa putih yang terkait dengan obesitas menjadi jaringan adiposa coklat. Sel jaringan adiposa coklat memiliki lebih banyak mitokondria, sehingga menghasilkan pengeluaran kalori yang lebih tinggi (Martins *et al.*, 2018).

## SIMPULAN

SAKE *ice sorbet* merupakan salah satu alternatif camilan sehat yang terbuat dari buah sirsak dan daun kelor dalam pencegahan sindrom metabolik pada remaja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat penurunan lingkaran pinggang sebesar 0,9 cm setelah 21 hari intervensi, namun tidak ada perbedaan dan pengaruh yang signifikan ( $p=0,778$ ). Variabel lain seperti asupan makan dan aktivitas fisik harus dikontrol dengan baik agar efektivitas SAKE *ice sorbet* dapat maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas Syed, Q. (2018). Effects of different ingredients on texture of ice cream. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, 8(6), 422–435. <https://doi.org/10.15406/jnhfe.2018.08.00305>
- Ademosun, M. T., Omoba, O. S., & Olagunju, A. I. (2021). Antioxidant properties, glycemic indices, and carbohydrate hydrolyzing enzymes activities of formulated ginger-based fruit drinks. *Journal of Food Biochemistry*, 45(3), 1–10. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13324>
- Al-Hamad, D., & Raman, V. (2017). Metabolic syndrome in children and adolescents. *Translational Pediatrics*, 6(4), 397–407. <https://doi.org/10.21037/tp.2017.10.02>
- Ali Redha, 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>
- Ardina Maharani, P., Widjaja, N. A., Ardiana, M., & Hanindita, M. H. (2023). Relationship Between Central Obesity and The Risk of Hypertension in Obesity Adolescents. *Asian Journal of Social and Humanities*, *2*(03), 1877–1885. <https://doi.org/10.59888/ajosh.v2i03.199>
- Asghari, G., Hashemina, M., Heidari, A., Mirmiran, P., Guity, K., Shahrzad, M. K., Azizi, F., & Hadaegh, F. (2021). Adolescent metabolic syndrome and its components associations with incidence of type 2 diabetes in early adulthood: Tehran lipid and glucose study. *Diabetology and Metabolic Syndrome*, *13*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13098-020-00608-1>
- Bitew, Z. W., Alemu, A., Ayele, E. G., Tenaw, Z., Alebel, A., & Worku, T. (2020). Metabolic syndrome among children and adolescents in low and middle income countries: a systematic review and meta-analysis. *Diabetology and Metabolic Syndrome*, *12*(1). <https://doi.org/10.1186/s13098-020-00601-8>
- Chorin, E., Hassidim, A., Hartal, M., Havakuk, O., Flint, N., Ziv-Baran, T., & Arbel, Y. (2015). Trends in Adolescents Obesity and the Association between BMI and Blood Pressure: A Cross-Sectional Study in 714,922 Healthy Teenagers. *American Journal of Hypertension*, *28*(9), 1157–1163. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpv007>
- Cunha, D. B., Da Costa, T. H. M., Da Veiga, G. V., Pereira, R. A., & Sichieri, R. (2018). Ultra-processed food consumption and adiposity trajectories in a Brazilian cohort of adolescents: ELANA study. *Nutrition and Diabetes*, *8*(1). <https://doi.org/10.1038/s41387-018-0043-z>
- De Medeiros, A. C., & Bolini, H. M. A. (2021). Plant-based frozen desserts: Temporal sensory profile and preference. *Brazilian Journal of Food Technology*, *24*, 1–12. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.03720>
- Donata, M., Taranto, D., Giacobbe, C., Buonaiuto, A., Calcaterra, I., Palma, D., Maione, G., Iannuzzo, G., Nicola, M., Di, D., Rubba, P., & Fortunato, G. (2020). A Real-World Experience of Clinical, Biochemical and Genetic Assessment of Patients with Homozygous Familial Hypercholesterolemia. *Journal of Clinical Medicine*, *9*(219), 1–13.
- Fauziyah, R. N., & Fajrianti, N. (2018). *Black Tapai Berry Ice Sherbet Berbasis Tape Ketan Hitam dan strawberry Sumber Antisionin dan Serat*.
- Fornari, E., & Maffeis, C. (2019). Treatment of Metabolic Syndrome in Children. *Frontiers in Endocrinology*, *10*(October), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00702>
- Friend, A., Craig, L., & Turner, S. (2013). The prevalence of metabolic syndrome in children: A systematic review of the literature. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, *11*(2), 71–80. <https://doi.org/10.1089/met.2012.0122>
- Handayani, S. T., Setiadi, Y., & Yuniarti, Y. (2019). Hubungan Faktor Asupan Dengan Lingkaran Pinggang, Kadar Gula Darah Puasa Dan Tekanan Darah Pada Remaja Obesitas Di Sma Negeri 9 Semarang. *Jurnal Riset Gizi*, *7*(2), 107–114. <https://doi.org/10.31983/jrg.v7i2.5196>
- Harbin, M. M., Hultgren, N. E., Kelly, A. S., Dengel, D. R., Evanoff, N. G., & Ryder, J. R. (2018). Measurement of central aortic blood pressure in youth: Role of obesity and sex. *American Journal of Hypertension*, *31*(12), 1286–1292. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpy128>
- Hiyoshi, T., Fujiwara, M., & Yao, Z. (2019). Postprandial hyperglycemia and postprandial hypertriglyceridemia in type 2 diabetes. *Journal of Biomedical Research*, *33*(1), 1–16. <https://doi.org/10.7555/JBR.31.20160164>
- Kansra, A. R., Lakkunarajah, S., & Jay, M. S. (2021). Childhood and Adolescent Obesity: A Review. *Frontiers in Pediatrics*, *8*(January), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.581461>
- Kelishadi, R., Mirmoghtadaee, P., Najafi, H., & Keikha, M. (2015). Rctle systematic review on the association of abdominal obesity in children and adolescents with cardio-metabolic risk factors. *Journal of Research in Medical Sciences*, *20*(3), 294–307. <https://doi.org/10.4103/1735-1995.156179>
- Kim, G. T., Cho, K. H., Sharma, A., Devi, S., & Park, T. S. (2021). *Annona muricata* leaf extract attenuates hepatic lipogenesis and adipogenesis. *Food and Function*, *12*(10), 4621–4629. <https://doi.org/10.1039/d1fo00509j>
- Koizumi, K., Oku, M., Hayashi, S., Inujima, A., Shibahara, N., Chen, L., Igarashi, Y., Tobe, K., Saito, S., Kadowaki, M., & Aihara, K. (2019). Identifying pre-disease signals before metabolic syndrome in mice by dynamical network biomarkers. *Scientific Reports*, *9*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45119-w>
- Kuciene, R., & Dulskiene, V. (2019). Associations between body mass index, waist circumference, waist-to-height ratio, and high blood pressure among adolescents: a cross-sectional study. *Scientific Reports*, *9*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45119-w>

- 45956-9
- López-Martínez, M. I., Moreno-Fernández, S., & Miguel, M. (2021). Development of functional ice cream with egg white hydrolysates. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25(October 2020).  
<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100334>
- Mardhotillah, H., Afifah, D. N., & Pramono, A. (2024). Pengaruh pemberian isocaloric fructose restriction dan kapsul daun kelor (*Moringa Oleifera*) terhadap nilai antropometri pada kelompok obesitas usia 19-50 tahun.
- Martínez-González, M. Á., & Martín-Calvo, N. (2013). The major European dietary patterns and metabolic syndrome. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 14(3), 265–271. <https://doi.org/10.1007/s11154-013-9264-6>
- Martins, P. C., De Lima, T. R., & Silva, D. A. S. (2018). Association between different contexts of physical activity and abdominal obesity and excess weight in adolescents. *Motriz. Revista de Educacao Fisica*, 23(2), 1–8. <https://doi.org/10.1590/S1980-6574201700SI00104>
- McCracken, E., Monaghan, M., & Sreenivasan, S. (2018). Pathophysiology of the metabolic syndrome. *Clinics in Dermatology*, 36(1), 14–20.  
<https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2017.09.004>
- Metwally, F. M., Rashad, H. M., Ahmed, H. H., Mahmoud, A. A., Abdol Raouf, E. R., & Abdalla, A. M. (2017). Molecular mechanisms of the anti-obesity potential effect of *Moringa oleifera* in the experimental model. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(3), 214–221.  
<https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.12.007>
- Milla, P. G., Peñalver, R., & Nieto, G. (2021). Health benefits of uses and applications of moringa oleifera in bakery products. *Plants*, 10(2), 1–17.  
<https://doi.org/10.3390/plants10020318>
- Mutakin, M., Fauziati, R., Fadhilah, F. N., Zuhrotun, A., Amalia, R., & Hadisaputri, Y. E. (2022). Pharmacological Activities of Soursop (*Annona muricata* Lin.). *Molecules*, 27(4), 1–17.  
<https://doi.org/10.3390/molecules27041201>
- Od-Ek, P., Deenin, W., Malakul, W., Phoungetchara, I., & Tunsophon, S. (2020). Anti-obesity effect of carica papaya in high-fat diet fed rats. *Biomedical Reports*, 13(4), 1–8. <https://doi.org/10.3892/br.2020.1337>
- Omere, E. A., Osaigbovo, A. U., & Adekunle, A. T. (2023). Soursop botany, chemical composition and medicinal prospects: a concise review. *Ghana Journal of Science*, 64(1), 56–67.  
<https://doi.org/10.4314/gjs.v64i1.7>
- Orak, H. H., Bahrisefit, I. S., & Sabudak, T. (2019). Antioxidant activity of extracts of soursop (*Annona muricata* L.) leaves, fruit pulps, peels, and seeds. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 69(4), 359–366. <https://doi.org/10.31883/pjfn/112654>
- Pavlyuk, R., Pogarska, V., Pavlyuk, V., Pogarskiy, A., Kakadii, I., Stukonozhenko, T., & Telenkov, O. (2018). the Development of New Method of Production of Healthy Ice-Cream-Sorbet of Fruits and Vegetables With a Record Bas Content. *EUREKA: Life Sciences*, 6(6), 33–40.  
<https://doi.org/10.21303/2504-5695.2018.00805>
- Reuter, C. P., Burgos, M. S., Barbian, C. D., Renner, J. D. P., Franke, S. I. R., & de Mello, E. D. (2018). Comparison between different criteria for metabolic syndrome in schoolchildren from southern Brazil. *European Journal of Pediatrics*, 177(10), 1471–1477. <https://doi.org/10.1007/s00431-018-3202-2>
- Rohmah, U. (2018). Aktivitas Sari Buah Sirsak Gunung dan Minuman Probiotik Buah Sirsak Gunung (*Annona montana*) Terhadap Penurunan Berat Mencit (*Mus musculus* L.). *Karya Tulis Ilmiah. Akademi Farmasi Putra Indonesia*, 1–6.
- Sardinha, L. B., Santos, D. A., Silva, A. M., Grøntved, A., Andersen, L. B., & Ekelund, U. (2016). A comparison between BMI, waist circumference, and waist-to-height ratio for identifying cardio-metabolic risk in children and adolescents. *PLoS ONE*, 11(2).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149351>
- Stohs, S. J., & Hartman, M. J. (2015). Review of the safety and efficacy of *Moringa oleifera*. *Phytotherapy Research*, 29(6), 796–804.  
<https://doi.org/10.1002/ptr.5325>
- Suleria, H. A. R., Barrow, C. J., & Dunshea, F. R. (2020). Screening and characterization of phenolic compounds and their antioxidant capacity in different fruit peels. *Foods*, 9(9).  
<https://doi.org/10.3390/foods9091206>
- UNICEF. (2022). *Landscape analysis of overweight and obesity in indonesia*. 45.
- Vergara-Jimenez, M., Almatrafi, M. M., & Fernandez, M. L. (2017). Bioactive components in *Moringa oleifera* leaves protect against chronic disease. *Antioxidants*, 6(4), 1–13.  
<https://doi.org/10.3390/antiox6040091>
- Verhoeven, H., Simons, D., Van Cauwenberg, J., Van Dyck, D., Vandelanotte, C., De Geus, B., De Bourdeaudhuij, I., Clarys, P., & Deforche, B. (2016). Promoting active transport in older adolescents before they obtain their driving licence: A matched

control intervention study. *PLoS ONE*, *11*(12), 1–20.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168594>

Vilella, P. R., Correia, E. S., Marques Godinho-Mota, J. C., Martins, K. A., & Vaz-Gonçalves, L. (2023). High prevalence of abdominal obesity, inadequate food consumption, and low level of physical activity regardless of body mass index across women. *Clinical Nutrition Open Science*, *48*, 43–54.

<https://doi.org/10.1016/j.nutos.2023.01.003>

Williams, J., McKune, A. J., & Naumovski, N. (2023). Sorbets as Functional Food Products, Unexplored Food Matrices, Their Challenges, and Advancements. *Applied Sciences*, *13*(21), 11945.

<https://doi.org/10.3390/app132111945>

Zurrahmi, Z. ., Sudiarti, P. E., Lestari, R. R., & Yuristin, D. (2024). Hubungan Mengonsumsi Makanan Cepat Saji (Fast Food) Dan Aktifitas Fisik Dengan Kejadian Obesitas Pada Remaja Di Wilayah Kecamatan Bangkinang Kota. *Jurnal Ners Universitas Pahlawan*, *8*(23), 159–166.