

Literature review: Benefits of Fiber and Resistant Starch on Metabolic Health

Fatmayanti Nawai^{1,2}, Ahmad Syauqy^{2*}, Adriyan Pramono²

Correspondensi e-mail: syauqy@fk.undip.ac.id

¹ Program Studi Gizi Poltekkes Kemenkes Gorontalo, Indonesia

² Departemen Ilmu Gizi, Program Studi Magister Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.

ABSTRACT

Metabolic disorders begin to occur in obese sufferers. In Indonesia obesity increases every year to reach 21.8 percent. The high rate of obesity is thought to increase the prevalence of non-communicable diseases, so a solution is needed to slow down their development through a diet high in fiber and resistant starch. Objective: To review several literatures regarding the metabolic effects of consuming fiber and resistant starch in humans. This research method is a literature review was carried out in September and October 2023. The keywords used were resistant starch, fiber, obesity, diabetes mellitus, triglyceride levels and insulin resistance. The inclusion criteria used include articles from 2013-2023, obese humans and/or diabetes mellitus sufferers, use English, are given interventions in the form of fiber or resistant starch, have an impact on health. The results of the review of 177 articles obtained 10 articles which showed that fiber and resistant starch intervention could improve the metabolic effects of both postprandial blood glucose, lipid profile, insulin sensitivity and inflammation. Conclusion Fiber and resistant starch can be recommended as a strategy for preventing and treating obesity and non-communicable diseases, especially diabetes mellitus.

ARTICLE INFO

Submitted: 28 November 2023

Accepted: 10 January 2024

Keywords:

Fiber, resistant starch, insulin sensitivity

Studi Literatur: Manfaat Serat dan Pati Resisten terhadap Kesehatan Metabolik

ABSTRAK

Gangguan metabolisme mulai banyak terjadi pada penderita obesitas. Di Indonesia, obesitas meningkat setiap tahunnya hingga mencapai 21,8 persen. Tingginya angka obesitas diduga akan meningkatkan prevalensi penyakit tidak menular sehingga diperlukan solusi untuk memperlambat perkembangannya melalui pola makan tinggi serat dan pati resisten. Tujuan: Untuk meninjau beberapa literatur mengenai efek metabolik dari konsumsi serat dan pati resisten pada manusia. Metode penelitian ini adalah studi literatur dilakukan pada bulan September dan Oktober 2023. Kata kunci yang digunakan adalah pati resisten, serat, obesitas, diabetes melitus, kadar trigliserida, dan resistensi insulin. Kriteria inklusi yang digunakan antara lain artikel tahun 2013-2023, manusia obesitas dan/atau penderita diabetes melitus, menggunakan bahasa Inggris, diberikan intervensi berupa serat atau pati resisten, berdampak pada kesehatan. Hasil review dari 177 artikel diperoleh 10 artikel yang menunjukkan bahwa intervensi serat dan pati resisten dapat meningkatkan efek metabolik baik glukosa darah postprandial, profil lipid, sensitivitas insulin dan inflamasi. Kesimpulan Serat dan pati resisten dapat direkomendasikan sebagai strategi pencegahan dan pengobatan obesitas, dan penyakit tidak menular khususnya diabetes melitus.

Kata Kunci:

Serat, pati resisten, sensitivitas insulin

DOI: <http://dx.doi.org/10.62870/jgkp.v5i1.25132>

Pendahuluan

Diabetes mellitus (DM) adalah gangguan metabolisme yang ditandai dengan tingginya gula darah dan intoleransi glukosa, yang berkorelasi dengan gangguan sekresi insulin, sensitivitas perifer, dan akhirnya

disfungsi sel- β . Pada tingkat vaskular komplikasi menyebabkan nefropati, retinopati, neuropati, dan penyakit kardiovaskular (Ohiagu et al., 2021). Penyebab dasar DM adalah obesitas. Obesitas terjadi karena ketidakseimbangan energi yang masuk dan energi yang keluar sehingga mengalami gangguan metabolik (Télez-Rojo et al., 2019). Menurut World Health Organization (WHO) tahun 2016, angka kejadian obesitas pada anak-anak dan remaja laki-laki meningkat dari 0,7 persen menjadi 5,6 persen, dan pada anak perempuan meningkat dari 0,9 persen menjadi 7,8 persen, di Amerika Serikat, tingkat prevalensi preobesitas dan obesitas melebihi 60 persen (Kemenkes RI, 2018), (Lorenzo et al., 2019). Di Indonesia obesitas meningkat setiap tahun hingga mencapai 21,8 persen pada tahun 2018 (Kemenkes RI, 2018).

Tubuh penderita obesitas mengkonsumsi lebih banyak energi daripada yang dibutuhkannya, sehingga memproduksi trigliserida sebagai lemak dan adiposit untuk menyimpannya sebagai sel lemak. Akibatnya, tubuh menumpukan lemak yang berlebihan. Resistensi insulin terjadi ketika kapasitas penyimpanan lemak dari hasil jaringan adiposa terganggu. Konsentrasi glukosa plasma akan meningkat dengan cepat setelah respon sekresi insulin menurun dan meningkatnya kadar asam lemak bebas atau FFA. Situasi ini menunjukkan bagaimana hubungan gangguan metabolik resistensi insulin dan metabolisme lipid (Blüher, 2019). Sehingga diperlukan enzim penghambat untuk memperbaiki metabolik tersebut (Ohiagu et al., 2021).

Pati adalah karbohidrat yang diklasifikasikan menjadi pati resisten, pati yang dapat dicerna dengan cepat dan pati yang dapat dicerna secara lambat. Pati resistensi (PR) terdiri dari bagian pati termodifikasi yang tidak diserap atau dicerna oleh usus kecil tetapi difermentasi oleh mikrobiota kolon untuk menghasilkan berbagai metabolit yang dapat meningkatkan kesehatan. Taksonomi mikrobiota usus manusia dan hewan diketahui juga bisa diubah oleh diet PR (Lyte et al., 2016). Beberapa pati masuk ke usus besar setelah diproses oleh usus kecil dan bertindak seperti serat makanan. Pati resisten adalah pati yang tidak dapat dicerna. Ada berbagai jenis pati yang tahan lama. Pati resisten tipe 1 ditemukan dalam biji-bijian dan biji-bijian; Pati resisten tipe 2: Amilase tinggi, kacang-kacangan, pisang hijau, kentang mentah, diolah dan dimasak. Pati resisten tipe 3: Produk makanan seperti roti, cornflakes, kentang yang dimasak dan didinginkan, dan produk makanan dengan perlakuan panas yang berkepanjangan dan/atau berulang. Pati resisten tipe 4 diproduksi oleh modifikasi kimia, makanan yang mengandung pati dan minuman berserat yang dimodifikasi telah digunakan, seperti roti dan kue tertentu (Slavin, 2013), (Hymavathi, 2017).

Pati resisten sering dikaitkan sebagai serat pangan. Serat menurut (Yang et al., 2022) mempunyai manfaat terhadap kesehatan terutama menurunkan penyakit usus, kanker, obesitas, diabetes melitus bahkan penyakit lainnya. Tinggi serat yang dianjurkan sebanyak 25-40 g/hr. Penderita diabetes melitus harus dibimbing untuk memilih dan mengkonsumsi makanan atau suplemen kaya akan serat seperti sereal tinggi serat, sayuran, dll (Saboo et al., 2022). Penelitian yang dilakukan oleh (Amalia et al., 2022) pada tikus wistar obesitas menunjukkan bahwa intervensi serat tepung buah lindur sebesar 2-4 g/200 g BB/hari selama 28 hari meningkatkan sirkulasi *glucagon-like peptide-1* (GLP-1) dan *peptide YY* (PYY), menurunkan profil lipid, mengurangi peradangan sistemik, mampu meningkatkan kadar *short-chain fatty acids* (SCFA) dengan dosis yang berbeda serta mengurangi kadar kolesterol total dan rasio trigliserida dan (TG/HDL). (Lyte et al., 2016) juga menambahkan bahwa tikus yang mengkonsumsi pati resisten meningkatkan *bifidobacteria* dibandingkan mengkonsumsi pati jagung saja. Konsumsi pati resisten dari pisang hijau meningkatkan parameter metabolik dengan memodulasi kunci ekspresi protein yang terlibat dalam metabolisme lipid hati (Rosado et al., 2020). Sehingga peneliti berniat mengkaji efek metabolik konsumsi serat dan pati resisten pada manusia.

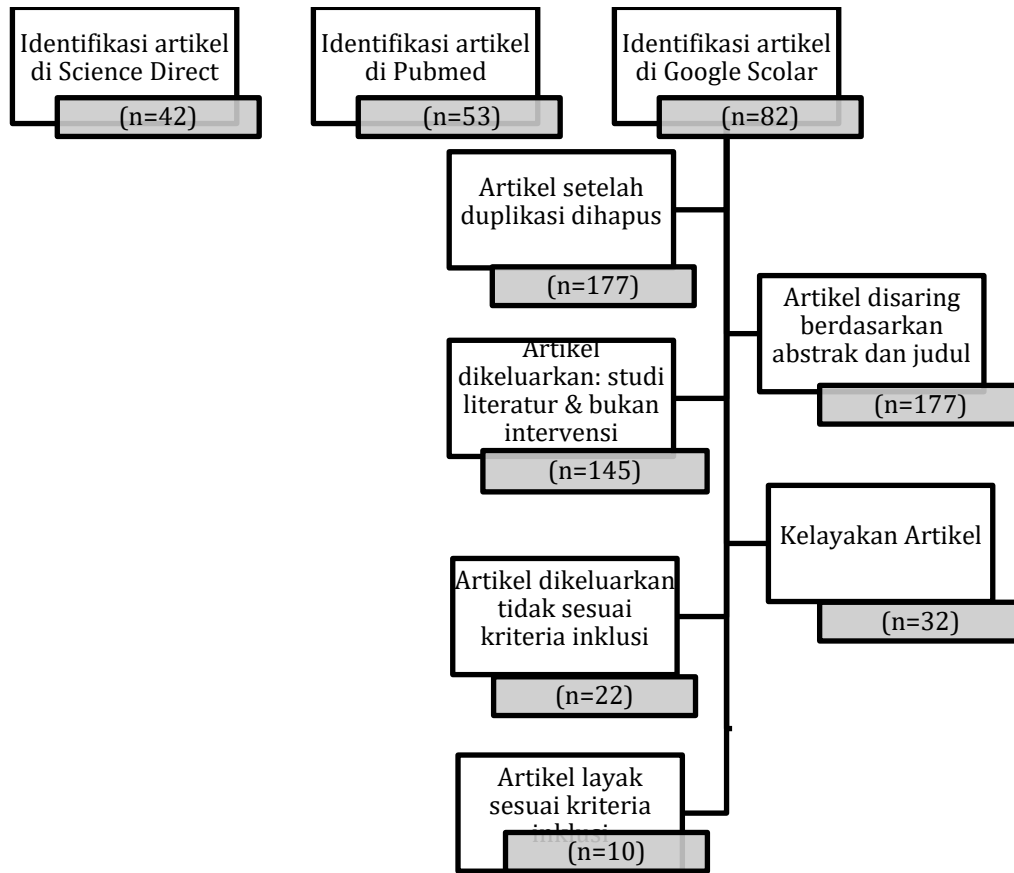
Mengingat masih tingginya angka obesitas dan penyakit diabetes melitus yang merujuk pada kematian dan masih kurangnya studi literatur terkait manfaat serat dan pati resisten terhadap kesehatan metabolik sehingga perlu adanya kajian pustaka mengenai intervensi serat dan pati resisten dan dampaknya terhadap kesehatan sebagai strategi perbaikan metabolik dan menurunkan penyakit tidak menular.

Metode

Penelitian ini dirancang sebagai studi literatur. Studi literatur adalah jenis penelitian yang mempelajari atau meninjau secara kritis apa yang ditulis dalam literatur. Selain itu, menguraikan kontribusi teoritis dan metodologisnya untuk topik yang dibahas. Analisis deskriptif, yang berarti menguraikan data yang dikumpulkan secara teratur dengan menggunakan tiga database, yaitu Science Direct, Pubmed, dan Google Scholar untuk memperoleh 10 artikel yang akan direview. Kata kunci yang digunakan berupa resistant starch, fiber, obesity, diabetes mellitus, triglycerides levels and insulin resistance.

Kriteria inklusi yang digunakan meliputi artikel dari tahun 2013-2023, manusia obesitas dan atau penderita diabetes melitus atau mengalami gangguan metabolik, menggunakan bahasa Inggris, diberikan intervensi berupa serat atau pati resisten, mempunyai dampak terhadap kesehatan. Penelitian ini dilakukan pada bulan September sampai Oktober 2023. Artikel yang didapat kemudian

dikaji terlebih dahulu dan digunakan apabila sesuai dengan kriteria inklusi serta disajikan dalam bentuk tabel. Alur pencarian literatur dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur pencarian literatur

Hasil

Tabel 1 Literatur yang di review

Judul penelitian	Jenis intervensi	Dosis dan lama intervensi	Subjek	Hasil dan Manfaat Metabolik	Referensi
<i>The acute effects of inulin and resistant starch on postprandial serum short-chain fatty acids and second-meal glycemic response in lean and overweight humans</i>	Inulin dan Pati resisten	mengonsumsi 300 ml air yang mengandung 75 g glukosa sebagai kontrol atau dengan 24 g inulin (IN) atau 28 g pati resisten. Selama 6 jam	25 orang subjek (13 orang kelebihan berat badan dan 12 orang satu gizi normal)	1. Inulin secara signifikan meningkatkan (SCFA) ($p=0,001$) tetapi tidak berpengaruh terhadap <i>free-fatty acids</i> (FFA) dan glukosa darah 2. RS tidak memiliki efek signifikan pada SCFA tetapi mengurangi FFA ($p=0,001$) dan glukosa darah ($P=0,002$) serta respons insulin ($P=0,024$). 3. Efek inulin dan pati resisten sama pada obesitas dan status gizi normal baik SCFA, FFA, glukosa darah dan respon insulin	(Rahat-Rozenblum et al., 2016)

<i>Soluble fibers from psyllium improve glycemic response and body weight among diabetes type 2 patients (randomized control trial)</i>	Serat larut Psyllium	10,5 gram/hari selama 8 minggu	36 orang manusia obesitas	<ol style="list-style-type: none"> Suplementasi serat larut menunjukkan penurunan IMT yang signifikan pada kelompok intervensi ($p < 0,001$) Serat larut air terbukti menurunkan FBS (163 hingga 119 mg/dl), HbA1c (8,5 hingga 7,5%), tingkat insulin (27,9 hingga 19,7 μU/mL), C-peptida (5,8 hingga 3,8 ng/ml), HOMA-IR (11,3 hingga 5,8) dan meningkatkan HOMA-β% (103 hingga 141%). 	(Abutair et al., 2016)
<i>Soy fiber improves weight loss and lipid profile in overweight and obese adults: A randomized controlled trial</i>	Serat kedelai	Biskuit kontrol dan biskuit dilengkapi serat kedelai 100 g/hari selama 12 minggu	39 orang dewasa kelebihan berat badan dan obesitas	<ol style="list-style-type: none"> Ada perbedaan yang signifikan dalam perubahan berat badan, BMI, dan kolesterol LDL (LDL-C) antara kedua kelompok setelah intervensi 12-minggu ($p < 0,05$). 	(Hu et al., 2013)
<i>The effect of processed Tempeh Gembus to triglycerides levels and insulin resistance status in women with obesity</i>	Serat tempe gembus	Iso kalori 30 kkal/kgBB+ 150 gram tempe gembus/hari selama 28 hari	40 orang kelebihan berat badan	<ol style="list-style-type: none"> Pemberian olahan Tempe Gembus mampu menurunkan kadar TG dan meningkatkan status resistensi Insulin selama 28 hari. Kelompok kontrol dan intervensi terjadi penurunan TG dan Status resistensi Insulin karena menerapkan diet standar 30 kkal/kg BB/hari selama 28 hari. Kedua diet tersebut menyebabkan penurunan kadar HbA1c; namun, kontrol glikemik lebih baik dengan diet vegan dibandingkan dengan diet konvensional. 	(Nadia, F.S Wati, D.A, Isnawati, M Afifah, 2020)
<i>Effect of a Brown Rice Based Vegan Diet and Conventional Diabetic Diet on Glycemic Control of Patients with Type 2 Diabetes: A 12-Week Randomized Clinical Trial</i>	Serat beras merah	diet vegan dan diet konvensional (Asosiasi Diabetes Korea 2011) selama 12 minggu	46 orang diet vegan dan 47 orang diet konvensional pasien DM tipe 2	<ol style="list-style-type: none"> Menurunkan glukosa prosprandial dan meningkatkan GLP1 Tidak memberikan efek terhadap sensitivitas insulin adan HbA1C 	(Lee et al., 2016)
<i>Efficacy of increased resistant starch consumption in human type 2 diabetes</i>	Pati Resisten tipe 2 jagung	40 g/ hari selama 12 minggu	Manusia DM tipe 2	<ol style="list-style-type: none"> Menurunkan glukosa prosprandial dan meningkatkan GLP1 Tidak memberikan efek terhadap sensitivitas insulin adan HbA1C 	(Bodinh am et al., 2014)

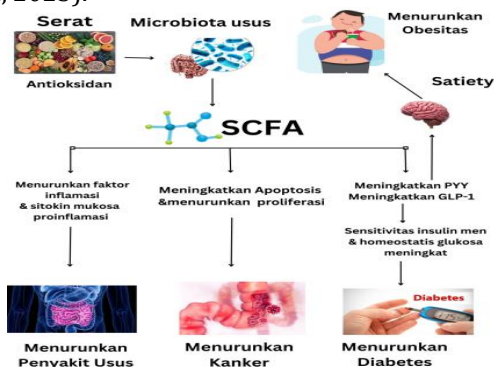
<i>Effects of Resistant Starch Supplementation on Glucose Metabolism, Lipid Profile, Lipid Peroxidation Marker, and Oxidative Stress in Overweight and Obese Adults</i>	Pati resisten	(13,5 g Hi-Maize 260) ditingkatkan hingga 60% pati resisten selama 4 minggu	21 orang kelebihan berat badan dan obesitas	Konsumsi pati resisten meningkatkan konsentrasi insulin serum, profil lipid, dan status antioksidan pada subjek dengan kelebihan berat badan atau obesitas.	(Eshghi et al., 2019)
<i>Acute postprandial gut hormone, leptin, glucose and insulin responses to resistant starch in obese children: a single blind crossover study</i>	Pati resisten	100 g beras + 3 g minyak kelapa (200 g nasi) (M2) setelah 12 jam puasa	20 Anak obesitas	1. Ada pengaruh terhadap resistensi insulin setelah mengkonsumsi 200 g nasi+minyak kelapa (M2) dibandingkan dengan 200 g (M1) nasi saja dan (M3) 180 g nasi+kacang merah 20 g dan 20 kacang-kacangan. 2. Tidak memberikan pengaruh terhadap hormon usus (PYY dan GLP1)	(Suntharasan et al., 2022)
<i>Effect of High Dose Resistant Starch on Human Glycemic Response</i>	Pati Resisten	Muffin 75 g+ 30 g pati resisten selama 2 jam dengan pengambilan darah vena setiap 30 menit	8 orang obesitas	Muffin yang dilengkapi dengan 30 g pati resisten dapat mengurangi glukosa postprandial dan respons insulin pada orang dewasa obesitas sentral.	(Tongyu & Chong-Do, 2021)
<i>Clinical and Translational Report Resistant starch decreases intrahepatic triglycerides in patients with NAFLD via gut microbiome alterations</i>	Pati Resisten	Diberikan pati kontrol untuk kelompok kontrol dan pati resisten tipe 2 dari jagung setara 40 g/ hari untuk kelompok intervensi selama 120 hari	97 kelompok kontrol dan 99 kelompok intervensi (NAFLD) Non-alcoholic fatty liver disease	1. Mampu menurunkan <i>intrahepatic triglyceride content</i> (IHTC) yaitu 5,89% setelah disesuaikan dengan penurunan berat badan. 2. Serum <i>branched-chain amino acids</i> (BCAAs) dan spesies mikroba usus, khususnya <i>Bacteroides stercoris</i> , berkorelasi dengan IHTC dan enzim hati jika terjadi pengurangan pati resisten	(Ni et al., 2023)

Pembahasan

Berdasarkan hasil review (tabel 1) menunjukkan bahwa dari 10 artikel 9 artikel menyatakan bahwa serat dan pati resisten mempunyai dampak yang baik terhadap kesehatan baik kadar gula darah, profil lipid, dan sensitivitas insulin. Namun walaupun berdampak baik terhadap glukosa dan sensitivitas insulin tetapi 2 artikel menyatakan serat dan pati resisten tidak memberikan pengaruh

terhadap SCFA dan hormon usus GLP1 dan PYY. Selain itu 1 artikel menyatakan bahwa ada pengaruh terhadap glukosa postprandial tetapi tidak berpengaruh terhadap sensitivitas insulin. 1 artikel lainnya menyatakan bahwa konsumsi pati resisten memberikan efek negatif terhadap konsentrasi insulin serum, profil lipid, dan tetapi meningkatkan status antioksidan pada penderita obesitas (Eshghi et al., 2019). Tidak signifikannya terhadap sensitivitas insulin disebabkan karena subjek penelitian merupakan penderita diabetes yang sudah mengalami gangguan sel pankreas sehingga lebih berpengaruh terhadap fungsi organ lainnya. Menurut (Bodinham et al., 2014) otot rangka merupakan target metabolik utama untuk pati resisten 2 pada penderita DM tipe 2 sehingga tidak berpengaruh terhadap sensitivitas insulin.

Pada orang dewasa sehat diperlukan meningkatkan sumber makanan pati resisten alami. Meningkatkan asupan makanan pati resisten juga dapat meningkatkan kesehatan saluran cerna melalui prebiotik dan meningkatkan sensitivitas insulin dengan mengkonsumsi pati resisten sebesar 15%. Pati resisten alami dapat ditemui pada semua jenis pisang, roti tawar gandum, tortila jagung, kacang merah dan nasi (Miketinias et al., 2020). Mengkonsumsi sereal serat tidak larut seperti kacang-kacangan 30-40 gram/hari dapat mengurangi resistensi insulin dan 20-30% mengurangi resiko terkena diabetes melitus. Pati resisten didalam usus bersama dengan mikroba usus dapat menghasilkan SCFA (asam asetat, asam butirat, dan propionat asam) dan beberapa gas (karbondioksida, metana, hidrogen dan hidrogen sulfida) (Weickert & Pfeiffer, 2018). Kelebihan produksi SCFA bukan merupakan penyebab terjadinya obesitas. Efek dari fermentasi serat makanan di kolon terhadap respon glikemik bukan disebabkan oleh SCFA semata, karena inulin meningkatkan serum SCFA tanpa mengurangi respon glikemik, sedangkan pati resisten mengurangi respon glikemik tanpa meningkatkan serum SCFA sehingga tidak memberikan pengaruh pada hormon usus (GLP1 dan PYY) (Rahat-Rozenbloom et al., 2016). Berbeda dengan penelitian *in vivo* yang dilakukan pada tikus menunjukkan bahwa serat makanan dapat menghambat laju peningkatan berat badan, memperbaiki metabolisme lipid yang tidak normal serta meredakan inflamasi yang diduga disebabkan oleh kandungan asam asetat dan asam butiran yang terkandung dalam tinja (Han et al., 2023).



Gambar 2 Efek serat terhadap kesehatan (Yang et al., 2022)

Tingginya gula fruktosa di dalam adiposit menginduksi peradangan pada semua sel yang memetabolisme dengan cepat sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan kortisol intrasuler untuk meredakan peradangan yang juga menyebabkan lebih banyak penyimpanan lemak di jaringan lemak visceral. Tingginya peradangan memicu terjadinya gangguan metabolik (DiNicolantonio et al., 2018). Kelompok pati resisten pada penderita *Non-alcoholic fatty liver disease* (NAFLD) memiliki kadar Alaninetransaminase (ALT) dan Aspartatetransaminase (AST), triglyceride (TG) hati, dan total cholesterol (TC) yang lebih rendah di hati. Pada tingkat molekuler, pati resisten mengurangi ekspresi gen penanda di hati yang terkait dengan peradangan, makrofag, dan rekrutmen neutrofil (Ni et al., 2023). Diet normal dikombinasikan dengan diet tinggi serat larut dapat menurunkan respon glikemik. Selain itu konsumsi makanan yang mengandung serat dalam jumlah sedang dapat meningkatkan metabolisme glukosa dan profil lipid pada pasien diabetes melitus (Abutair et al., 2016). Produk lainnya yang dapat menurunkan berat badan pada orang dengan kelebihan berat badan dan obesitas adalah beras merah dan produk kedelai seperti tempe, tahu dan tempe. Produk ini murah dan sangat mudah di dapatkan di Indonesia dan telah banyak dijadikan sebagai pangan fungsional (Lee et al., 2016), (Hu et al., 2013), (Nadia, F.S Wati, D.A, Isnawati, M Afifah, 2020). Pengurangan asupan energi juga dianjurkan sebagai solusi pengobatan obesitas dan diabetes melitus untuk mengurangi dampak terhadap metabolik. Diet yang dianjurkan berupa diet anti inflamasi, diet mediterania, dan diet vegan yaitu diet kaya buah dan sayuran, minyak zaitun extra virgin, biji-bijian, ikan, kacang-kacangan, kakao, kopi, teh,

dan anggur merah mungkin bisa di kombinasikan dengan diet pati resisten (Jovanović et al., 2020), (Lee et al., 2016).

Kesimpulan

Manfaat konsumsi serat dan pati resisten dapat memberikan pengaruh terhadap penurunan berat badan serta memperbaiki kesehatan metabolik baik pada penderita obesitas maupun penderita diabetes melitus dengan dosis dan jangka waktu tertentu. Konsumsi serat dan pati resisten sesuai anjuran mampu memperbaiki gula darah, profil lipid, sensitivitas insulin bahkan mengurangi inflamasi yang terjadi di dalam tubuh. Dimana serat dianjurkan sekitar 25-30 gram per hari dikonsumsi selama lebih dari 8 minggu dan pati resisten dianjurkan sebesar 30% pada penderita obesitas dan 40% pada penderita diabetes melitus selama lebih dari 12 minggu agar mempunyai efek menurunkan glukosa darah postprandial dan sensitivitas insulin. Diperlukan penelitian lanjutan terhadap efektivitas perbedaan diet serat dan diet pati resisten sesuai anjuran atau dengan dosis berbeda terhadap glukosa otot dan inflamasi penderita obesitas dengan diabetes melitus dengan jumlah subjek besar.

Daftar Pustaka

- Abutair, A. S., Naser, I. A., & Hamed, A. T. (2016). Soluble fibers from psyllium improve glycemic response and body weight among diabetes type 2 patients (randomized control trial). *Nutrition Journal*, 15(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12937-016-0207-4>
- Amalia, R., Pramono, A., Nur, D., Ratna, E., & Cahyo, A. (2022). Mangrove fruit (*Bruguiera gymnorhiza*) increases circulating GLP-1 and PYY, modulates lipid profiles, and reduces systemic inflammation by improving SCFA levels in obese wistar rats. *Heliyon*, 8(September), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10887>
- Blüher, M. (2019). Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nature Reviews Endocrinology*, 15(5), 288-298. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0176-8>
- Bodinham, C. L., Smith, L., Thomas, E. L., Bell, J. D., Swann, J. R., Costabile, A., Russell-Jones, D., Umpleby, A. M., & Robertson, M. D. (2014). Efficacy of increased resistant starch consumption in human type 2 diabetes. *Endocrine Connections*, 3(2), 75-84. <https://doi.org/10.1530/ec-14-0036>
- DiNicolantonio, J. J., Mehta, V., Onkaramurthy, N., & O'Keefe, J. H. (2018). Fructose-induced inflammation and increased cortisol: A new mechanism for how sugar induces visceral adiposity. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 61(1), 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2017.12.001>
- Eshghi, F., Bakhshimoghaddam, F., Rasmi, Y., & Alizadeh, M. (2019). Effects of Resistant Starch Supplementation on Glucose Metabolism, Lipid Profile, Lipid Peroxidation Marker, and Oxidative Stress in Overweight and Obese Adults: Randomized, Double-Blind, Crossover Trial. *Clinical Nutrition Research*, 8(4), 318-328. <https://doi.org/10.7762/cnr.2019.8.4.318>
- Han, X., Yang, D., Zhang, S., Liu, X., Zhao, Y., Song, C., & Sun, Q. (2023). Characterization of insoluble dietary fiber from *Pleurotus eryngii* and evaluation of its effects on obesity-preventing or relieving effects via modulation of gut microbiota. *Journal of Future Foods*, 3(1), 55-66. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.09.009>
- Hu, X., Gao, J., Zhang, Q., Fu, Y., Li, K., Zhu, S., & Li, D. (2013). Soy fiber improves weight loss and lipid profile in overweight and obese adults: A randomized controlled trial. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(12), 2147-2154. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201300159>
- Hymavathi, T. (2017). Resistant starch Importance, categories, food sources and physiological effects. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(2)(March), 67-69. <https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/324106324>
- Jovanović, G. K., Mrakovcic-Sutic, I., Žeželj, S. P., Šušta, B., Rahelić, D., & Majanović, S. K. (2020). The efficacy of an energy-restricted anti-inflammatory diet for the management of obesity in younger adults. *Nutrients*, 12(11), 1-23. <https://doi.org/10.3390/nu12113583>
- Kemendes RI. (2018). Hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018. *Kementrian Kesehatan RI*, 53(9), 1689-1699.
- Lee, Y. M., Kim, S. A., Lee, I. K., Kim, J. G., Park, K. G., Jeong, J. Y., Jeon, J. H., Shin, J. Y., & Lee, D. H. (2016). Effect of a brown rice based vegan diet and conventional diabetic diet on glycemic control of patients with type 2 diabetes: A 12-week randomized clinical trial. *PLoS ONE*, 11(6), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155918>
- Lorenzo, A. De, Romano, L., Renzo, L. Di, Lorenzo, N. Di, Cennamo, G., & Gualtieri, P. (2019). Obesity: a preventable, treatable, but relapsing disease. *Nutrition*, 71(3), 110615. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.110615>

- Lyte, M., Chapel, A., Lyte, J. M., Ai, Y., Proctor, A., Jane, L., & Phillips, G. J. (2016). *Resistant Starch Alters the Microbiota-Gut Brain Axis: Implications for Dietary Modulation of Behavior*. 1(8), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146406>
- Miketinas, D. C., Shankar, K., Maiya, M., & Patterson, M. A. (2020). Usual dietary intake of resistant starch in US adults from NHANES 2015–2016. *Journal of Nutrition*, 150(10), 2738–2747. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa232>
- Nadia, F.S Wati, D.A, Isnawati, M Afifah, D. N. (2020). The effect of processed Tempeh Gembus to triglycerides levels and insulin. *Food Research*, 4 (4)(August), 1000–1010. [https://doi.org/doi.org/10.26656/fr.2017.4\(4\).415](https://doi.org/doi.org/10.26656/fr.2017.4(4).415)
- Ni, Y., Qian, L., Siliceo, S. L., Li, H., Panagiotou, G., & Jia, W. (2023). Clinical and Translational Report Resistant starch decreases intrahepatic triglycerides in patients with NAFLD via gut microbiome alterations Resistant starch decreases intrahepatic triglycerides in patients with NAFLD via gut microbiome alterations. *Cell Metabolism Clinical and Translational Report*, September(35), 1530–1547. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2023.08.002>
- Ohiaigu, F. O., Chikezie, P. C., & Chikezie, C. M. (2021). Pathophysiology of diabetes mellitus complications: Metabolic events and control. *Biomedical Research and Therapy*, 8(3), 4243–4257. <https://doi.org/10.15419/bmrat.v8i3.663>
- Rahat-Rozenbloom, S., Fernandes, J., Cheng, J., Gloor, G. B., & Wolever, T. M. S. (2016). The acute effects of inulin and resistant starch on postprandial serum short-chain fatty acids and second-meal glycemic response in lean and overweight humans. *European Journal of Clinical Nutrition*, 71(2), 227–233. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.248>
- Rosado, C. P., Rosa, V. H. C., Martins, B. C., Soares, A. C., Santos, I. B., Monteiro, E. B., Moura-Nunes, N., da Costa, C. A., Mulder, A. da R. P., & Daleprane, J. B. (2020). Resistant starch from green banana (*Musa sp.*) attenuates non-alcoholic fat liver accumulation and increases short-chain fatty acids production in high-fat diet-induced obesity in mice. *International Journal of Biological Macromolecules*, 145, 1066–1072. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.09.199>
- Saboo, B., Misra, A., Kalra, S., Mohan, V., Aravind, S. R., Joshi, S., Chowdhury, S., Sahay, R., & Kesavadev, J. (2022). Role and importance of high fiber in diabetes management in India. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 16(5), 102480. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2022.102480>
- Slavin, J. L. (2013). Carbohydrates , Dietary Fiber , and Resistant Starch in White Vegetables : Links to Health Outcomes 1 , 2. *American Society for Nutrition*, 4, 351–355. <https://doi.org/10.3945/an.112.003491.Table>
- Suntharesan, J., Atapattu, N., Jasinghe, E., Ekanayake, S., Acharige, D., Harendra, G., Dunseath, G., Luzio, S., & Premawardhana, L. (2022). *Acute postprandial gut hormone , leptin , glucose and insulin responses to resistant starch in obese children : a single blind crossover study*. 108(November), 47–52. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2022-324203>
- Téllez-Rojo, M. M., Trejo-Valdivia, B., Roberts, E., Muñoz-Rocha, T. V., Bautista-Arredondo, L. F., Peterson, K. E., & Cantoral, A. (2019). Influence of post-partum BMI change on childhood obesity and energy intake. *PLoS ONE*, 14(12), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224830>
- Tongyu, M., & Chong-Do, L. (2021). Effect of High Dose Resistant Starch on Human Glycemic Response. *Journal of Nutritional Medicine and Diet Care*, 7(1), 6–11. <https://doi.org/10.23937/2572-3278/1510048>
- Weickert, M. O., & Pfeiffer, A. F. H. (2018). Impact of dietary fiber consumption on insulin resistance and the prevention of type 2 diabetes. *Journal of Nutrition*, 148(1), 7–12. <https://doi.org/10.1093/jn/nxx008>
- Yang, H., Wang, B., Wen, L., Wang, F., Yu, H., Chen, D., Su, X., & Zhang, C. (2022). Effects of dietary fiber on human health. *Food Science and Human Wellness*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2021.07.001>