

EFEK ASAM TERHADAP STRUKTUR ASAM FERULAT DAN IMPACTNYA TERHADAP OBESITAS : *SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW*

Amara Yustika^{1*}

Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia¹

*Corresponding Author : amaraaufa0105@gmail.com

ABSTRAK

Obesitas merupakan kondisi yang menjadi faktor risiko utama berbagai penyakit kronis, seperti penyakit kardiovaskular dan diabetes. Prevalensi obesitas terus meningkat secara global, baik pada anak-anak maupun orang dewasa, yang pada akhirnya meningkatkan risiko terjadinya berbagai penyakit kronis, seperti penyakit kardiovaskular, diabetes melitus tipe 2, hipertensi, dan beberapa jenis kanker. Salah satu indikator penting dalam mendeteksi potensi komplikasi akibat obesitas adalah profil lipid, yang mencerminkan kondisi metabolisme lemak dalam tubuh. Ketidakseimbangan antara asupan dan pengeluaran energi, terutama akibat pola makan tinggi lemak dan karbohidrat sederhana, berkontribusi besar terhadap peningkatan kadar lemak tubuh dan gangguan metabolik. Dalam upaya menurunkan risiko tersebut, asam ferulat menjadi salah satu senyawa yang potensial digunakan sebagai intervensi. Asam ferulat diketahui memiliki berbagai sifat biologis, seperti antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, dan antialergi, yang diyakini dapat membantu mengatasi dampak negatif obesitas. Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka atau *literature review* dengan mengakses artikel dari database *PubMed*. Berdasarkan hasil tinjauan, ditemukan bahwa suplementasi asam ferulat dapat menurunkan kadar lipid darah, mengurangi stres oksidatif, dan menekan respon inflamasi yang berlebihan. Dengan demikian, asam ferulat menunjukkan potensi sebagai agen terapeutik yang dapat mengurangi risiko penyakit kronik akibat obesitas. Namun, meskipun hasil ini menjanjikan, diperlukan penelitian lebih lanjut, terutama uji klinis pada manusia, untuk memastikan efektivitas dan keamanannya dalam jangka panjang. Kesimpulannya, asam ferulat berpotensi menjadi pilihan dalam strategi pencegahan dan pengelolaan komplikasi terkait obesitas.

Kata kunci : antioksidan, asam ferulat, obesitas, profil lipid

ABSTRACT

Obesity is a condition that serves as a major risk factor for various chronic disease, including cardiovascular disease and diabetes. The global prevalence of obesity continues to rise among both children and adults, consequently increasing the risk of developing chronic conditions such as type 2 diabetes mellitus, hypertension, cardiovascular disease, and certain types of cancer. One of the key indicators for detecting potential complications arising from obesity is the lipid profile, which reflects the body's fat metabolism status. An imbalance between energy intake and expenditure—particularly due to high-fat and high-sugar diets—significantly contributes to increased body fat and metabolic disturbances. In efforts to reduce these risks, ferulic acid has emerged as a promising compound for intervention. Ferulic acid is known for its diverse biological properties, including antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, and antiallergenic effects, which are believed to help counteract the negative impacts of obesity. This study adopts a literature review method, sourcing articles from the *PubMed* database. The findings indicate that ferulic acid supplementation can lower blood lipid levels, reduce oxidative stress, and suppress excessive inflammatory responses. Thus, ferulic acid shows potential as a therapeutic agent in lowering the risk of chronic diseases associated with obesity. However, despite these promising results, further research—particularly clinical trials in humans—is needed to confirm its long-term efficacy and safety. In conclusion, ferulic acid holds potential as a preventive and therapeutic strategy for managing obesity-related complications.

Keywords : antioxidant, ferulic acid, lipid profiles, obesity

PENDAHULUAN

Obesitas merupakan penyakit yang terjadi akibat lemak yang menumpuk di dalam tubuh kejadian ini diakibatkan karena asupan energi yang diterima oleh tubuh lebih tinggi daripada asupan energi yang dikeluarkan. Selain itu, obesitas juga menjadi salah satu penyakit dengan prevalensi yang termasuk tinggi di dunia. Sekitar 16% orang dewasa berusia 18 tahun keatas mengalami obesitas pada tahun 2022, pada angka ini prevalensi obesitas meningkat lebih dari dua kali lipat antara tahun 1990 dan 2022 (WHO, 2024). Obesitas sendiri memiliki banyak faktor risiko salah satunya hiperkolesterolemia yang bisa dideteksi dari profil lipid pada individu dengan obesitas (Mulyati *et al.*, 2018). Profil lipid dalam darah terdiri dari berbagai komponen, seperti kolesterol total, kolesterol LDL, kolesterol HDL, dan trigliserida. Gangguan metabolisme lipid yang ditandai oleh peningkatan atau penurunan fraksi lipid dalam plasma darah disebut dislipidemia (Senduk *et al.*, 2016). Selain itu ukuran antropometri dan tingkat obesitas juga berkaitan dengan kadar lipid darah, yang dapat menyebabkan dislipidemia dan berhubungan erat dengan peningkatan tekanan darah serta kadar insulin (Iksan *et al.*, 2015).

Asam ferulat merupakan salah satu senyawa fitokimia fenol yang dapat ditemukan diberbagai sumber bahan makanan alami seperti dedak padi, wortel, tomat, jagung manis dan lainnya. Senyawa ini dikenal memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi yang berpotensi memberikan efek protektif terhadap berbagai gangguan metabolik, termasuk obesitas (Mujayanah, 2023). Asam ferulat juga diketahui memiliki aktivitas biologis seperti sebagai antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, antialergi dan berbagai aktivitas biologis lainnya (Kumar *et al.*, 2014). Begitu pula pada penelitian yang dilakukan oleh Ou *et al.*, (2019) bahwa asam ferulat memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan modulator metabolisme lipid. Pada penelitian sebelumnya juga disebutkan bahwa asam ferulat dapat menurunkan tingkat HMG-CoA reductase yang merupakan *key enzyme* dari sintesis kolesterol (Bhaskaragoud *et al.*, 2017). Pada penelitian yang dilakukan Srinivasan *et al.*, (2018) sejumlah penelitian eksperimental menunjukkan bahwa asam ferulat mampu menurunkan berat badan, memperbaiki profil lipid, dan menurunkan kadar penanda peradangan pada model hewan obesitas. Pada penelitian terbaru menunjukkan bahwa asam ferulat dapat menurunkan berat badan dan lemak visceral melalui modulasi enzim, hormon, dan respon inflamasi pada model hewan obesitas (Purnama, 2022).

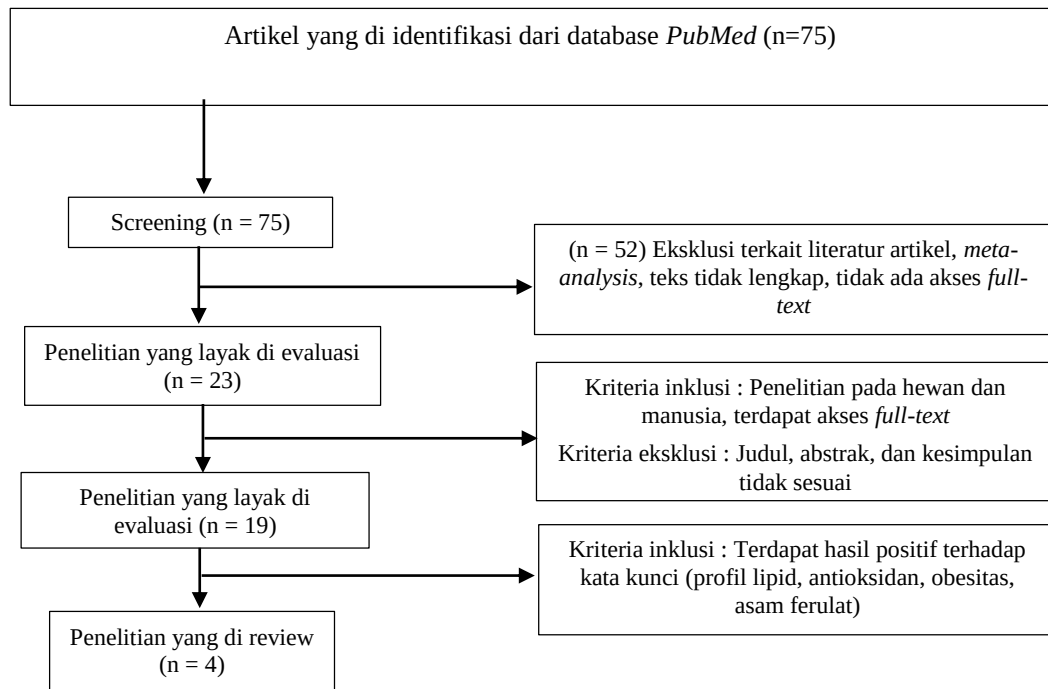
Oleh karena itu, dari paparan diatas peneliti merasa perlu melakukan literature review guna mengumpulkan penelitian lebih lanjut terkait kegunaan atau peran dari senyawa asam ferulat terhadap profil lipid maupun obesitas. Sehingga diharapkan dapat dijadikan panduan bagi para peneliti untuk mempelajari lebih lanjut terkait topik ini.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain tinjauan pustaka dengan mencari artikel ilmiah yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir (2014-2024). Seperti pada Gambar 1 yang terlihat bagaimana cara peneliti mencari serta menentukan literatur yang dipilih pada penelitian ini. Peneliti melakukan pencarian melalui database elektronik yaitu *PubMed* dengan menggunakan kata kunci "*Ferulic Acid*" "*anti-oxidant*" dan "*lipid profiles*" dengan *free full text* yang diterbitkan 10 tahun terakhir. Artikel ilmiah yang telah teridentifikasi berdasarkan kriteria inklusi yaitu senyawa asam ferulat dalam makanan maupun suplemen pada manusia maupun hewan percobaan.

Artikel ilmiah dengan desain tinjauan literatur, meta-analisis, dan penelitian dengan studi cross-sectional termasuk dalam kriteria eksklusi. Artikel yang tidak memenuhi kualifikasi kesimpulan dimasukkan dalam kriteria eksklusi. Setelah dilakukan seleksi secara keseluruhan

didapatkan hanya 4 artikel yang sesuai dengan kriteria. Artikel-artikel yang terpilih kemudian di pelajari dan dianalisis secara mendalam.



Gambar 1. Cara Pemilihan Kriteria Inklusi dan Eksklusi Artikel Penelitian

HASIL

Tabel 1. Efek Asam Ferulat terhadap Variabel

Referensi	Metode	Dosis	Durasi	Hasil
Bumrungpert <i>et al.</i> , 2018	Terdapat dua grup yaitu <i>Treatment Group</i> dan <i>Control Group</i> . Partisipan pada <i>Treatment Group</i> diminta untuk mengonsumsi kapsul asam ferulat setelah sarapan dan makan malam setiap hari selama 6 minggu, selama waktu tersebut partisipan diminta untuk menjaga pola makan dan pola hidup mereka	2x/hari @500 mg kapsul asam ferulat	6 minggu	Setelah intervensi enam minggu, suplementasi asam ferulat memiliki efek penurunan yang signifikan pada profil lipid dengan penurunan TC 8.07%; $p = 0.001$), TG (12.12%; $p = 0.049$), and LDL-C (9.32%; $p < 0.001$). Selain itu, konsumsi asam ferulat secara signifikan meningkatkan HDL-C (4,32%; $p = 0,045$) dan menurunkan kadar penanda stres oksidatif, d-ROM (11,72%; $p < 0,001$), MDA (24,46%; $p < 0,001$), dan LDL-C teroksidasi (7,05%; $p = 0,002$).

Jinkyung <i>et al.</i> , 2019	Terdapat 2 grup yaitu tikus dengan pemberian diet tinggi lemak dan tikus dengan diet control (diberi asam ferulat)	Asam ferulat 5 g/kg diet	8 minggu	Asam ferulat dapat mengatur self-renewal tikus sel induk embrio melalui ekspresi Nanog mRNA yang lebih tinggi hal ini mempengaruhi metabolisme obesitas. Asam ferulat juga diketahui mampu menekan peningkatan berat badan, menghambat resistensi insulin dan dislipidemia serta menekan peningkatan steatosis hati berbasis histologi dan visceral adiposity pada tikus yang diberi high-fat diet. Percobaan penelitian asam ferulat terhadap adipose-derived mesenchymal stem cells pada manusia menunjukkan hasil bahwa asam ferulat mampu mempertahankan kemampuan sel induk melalui peningkatan regulasi NANOG dan ekspresi gen mRNA terkait.
De Melo <i>et al.</i> , 2017	Terdapat empat kelompok tikus percobaan. Kelompok kontrol, dan sisanya tikus dengan konsumsi diet tinggi lemak, diet tinggi lemak+asam ferulat, dan diet tinggi lemak+sibutramin	Asam ferulat 10 mg/kg	15 minggu	Asam ferulat efektif menekan peningkatan akumulasi lemak visceral, ukuran adiposit, dan pertambahan berat badan yang disebabkan oleh high-fat diet. Asam ferulat secara signifikan menurunkan profil lipid serum, aktivitas amilase dan lipase, kadar glukosa darah dan hormon insulin. Dibandingkan dengan sibutramine, asam ferulat memiliki efek serupa dalam mengurangi berat badan dan penumpukan lemak perut. Asam ferulat dapat menurunkan risiko obesitas yang disebabkan oleh pola makan tinggi lemak sehingga dapat bermanfaat dalam menurunkan risiko obesitas.

Senaphan <i>et al.</i> , 2015	Terdapat dua grup tikus percobaan yaitu pada kontrol grup dengan standar diet chow dan air keran+asam ferulat dan grup dengan diet tinggi karbo tinggi lemak+asam ferulat	Asam ferulat 30 atau 60 mg/	6 minggu terakhir dari 16 minggu	Pemberian asam ferulat secara signifikan meningkatkan sensitivitas insulin, profil lipid, dan fungsi pembuluh darah, serta mengurangi tekanan darah. Asam ferulat menekan stres oksidatif, menurunkan NADPH oksidase, dan menghambat sitokin inflamasi. Pada tikus percobaan, pengobatan ini melemahkan remodeling vaskular, mengurangi berat hati, dan membalikkan perubahan buruk yang terjadi akibat sindrom metabolik. Efek terapeutiknya kemungkinan disebabkan oleh sifat antioksidan dan anti-inflamasi, sehingga konsumsi asam ferulat mungkin bermanfaat untuk mengurangi komplikasi kardiovaskular dan gejala sindrom metabolik.
-------------------------------	---	-----------------------------	----------------------------------	--

Berdasarkan tabel 1, menunjukkan bahwa asam ferulat memiliki potensi terapeutik dalam mengatasi obesitas dan komplikasi metaboliknya. Suplementasi asam ferulat terbukti secara signifikan menurunkan profil lipid (TC, TG, LDL-C), meningkatkan HDL-C, serta menurunkan stres oksidatif melalui penurunan kadar d-ROM, MDA, dan LDL teroksidasi. Selain itu, asam ferulat mampu menghambat penambahan berat badan, resistensi insulin, dislipidemia, dan akumulasi lemak visceral pada model tikus obesitas. Efek ini diperkuat dengan perannya dalam meningkatkan ekspresi NANOG mRNA pada sel induk, yang berkaitan dengan regenerasi jaringan dan regulasi metabolik. Studi lain juga menunjukkan bahwa asam ferulat dapat menyaingi efek sibutramine dalam menurunkan berat badan, serta memperbaiki fungsi pembuluh darah, tekanan darah, dan sensitivitas insulin.

PEMBAHASAN

Obesitas merupakan penyakit yang berpotensi untuk menjadi penyebab masalah kesehatan yang serius dan menjadi resiko besar untuk memperoleh penyakit kronik seperti kardiovaskular, diabetes, dan lain sebagainya. Penelitian yang dilakukan oleh Mulyati *et al.*, (2018) menemukan bahwa terdapat hubungan antara kadar kolesterol total (HDL, LDL, Trigliserida) terhadap obesitas pada remaja. Dari hasil penelitian literatur diatas, menurut Bumrungpert *et al.*, (2018) bahwa suplementasi asam ferulat mampu menurunkan kadar kolesterol total. LDL-C dan trigliserida secara signifikan, sekaligus meningkatkan kadar HDL-C. Pada penelitian ini juga ditemukan bahwa asam ferulat juga secara signifikan mampu menurunkan biomarker stress oksidatif dan mampu untuk menghambat HMG-Co A reduktase, yang mengontrol sintesis kolesterol, dan efek antioksidannya dan menurunkan peroksidasi lipid. Selain itu asam ferulat dapat menghambat NF- κ B, faktor transkripsi yang mengendalikan ekspresi gen inflamasi, sehingga mengakibatkan penurunan kadar TNF- α dan hs-CRP sehingga dengan hal ini asam

ferulat juga berpotensi untuk memperbaiki profil lipid, stress oksidatif, dan peradangan pada penderita hiperlipidemia yang mana hal ini dapat mengurangi resiko penyakit kardiovaskular.

Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Li *et al.*, (2024) yang pada penelitiannya ditemukan bahwa asam ferulat dapat mengaktifkan jalur AMPK, yang berperan penting dalam regulasi metabolisme energi dan pengurangan stres oksidatif. Selain itu, Studi oleh Wang *et al.*, (2024) meneliti efek kombinasi asam ferulat dan olahraga pada tikus yang diberi diet tinggi lemak. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi tersebut secara signifikan mengurangi stres oksidatif di otot rangka dan hati, serta meningkatkan kapasitas antioksidan dan performa fisik. Penurunan kadar kolesterol oleh asam ferulat pada penelitian Mulyati *et al.*, (2018) ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Pusporeni (2020), asam ferulat memiliki efek dapat menurunkan profil lipid. γ -oryzanol dalam bentuk GBR memberikan efek yang signifikan terhadap penurunan kadar kolesterol. Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan Luo *et al.*, (2022) yang menunjukkan bahwa asam ferulat dapat meningkatkan sintesis asam empedu melalui peningkatan ekspresi CYP7A1 pada tikus yang diberi diet tinggi lemak, yang berkontribusi pada penurunan kadar kolesterol dan juga pada perbaikan profil lipid.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Jinkyung *et al.*, (2019) yang dimana asam ferulat secara *in vivo* menunjukkan penurunan berat badan dan peningkatan homeostasis glukosa, profil lipid, dan steatosis hati pada model tikus obesitas yang diinduksi diet tinggi lemak. Selain itu, asam ferulat meningkatkan populasi sel Sca-1⁺CD45⁻ di *adipose-derived mesenchymal stem cells* (ADMSC) pada tikus percobaan dan meningkatkan level mRNA NANOG di ADMSC pada manusia. Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Jinkyung *et al.*, (2019) juga menunjukkan bahwa asam ferulat meningkatkan resistensi insulin, profil lipid, dan steatosis hati pada tikus obesitas yang diinduksi *high-fat diet*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Naowaboot *et al.*, (2016) menemukan bahwa suplementasi asam ferulat pada tikus obesitas yang diinduksi dengan diet tinggi lemak dapat menurunkan kadar glukosa darah, resistensi insulin, dan akumulasi lipid di hati. Begitu pula dengan penelitian terbaru yang dilakukan oleh An *et al.*, (2024) yang menunjukkan bahwa asam ferulat dapat meningkatkan kadar GLP-1 dalam serum pada tikus dengan obesitas yang diinduksi oleh diet tinggi lemak, yang kemudian berkontribusi terhadap perbaikan metabolisme glukosa serta pengurangan berat badan pada tikus.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh de Melo *et al.*, (2017) dimana asam ferulat secara efektif mencegah adipositas visceral dan penambahan berat badan yang disebabkan oleh HFD. Melalui beberapa mekanisme, yang pertama asam ferulat memodulasi hormon peptida pengatur makanan, seperti insulin, ghrelin, dan leptin, yang memainkan peran penting dalam regulasi metabolisme dan pengeluaran energi. Selain itu, asam ferulat mampu menghambat aktivitas serum amilase dan lipase, yang terlibat dalam pencernaan dan penyerapan nutrisi. Kemudian asam ferulat juga menunjukkan penekanan yang signifikan terhadap sitokin pro-inflamasi yang diturunkan dari adiposit MCP-1 dan TNF- α , yang menunjukkan sifat anti-inflamasinya. Efek asam ferulat ini secara kolektif berkontribusi pada kemampuannya untuk menurunkan risiko obesitas akibat *high-fat diet* dengan memodulasi respons enzimatik, hormonal, dan inflamasi hal inilah yang pada akhirnya mengarah pada penekanan peningkatan profil lipid serum, aktivitas amilase dan lipase, serta glukosa darah dan insulin yang diinduksi oleh kadar hormon *high-fat diet*.

Kemudian pada artikel ke empat, penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Senaphan *et al.*, (2015) mengatakan bahwa asam ferulat secara signifikan meningkatkan sensitivitas insulin dan profil lipid, mengurangi peningkatan tekanan darah, meningkatkan fungsi pembuluh darah, dan mencegah remodeling pembuluh darah arteri. sifat antioksidan dan anti-inflamasi pada asam ferulat mampu menekankan kemampuannya untuk mengurangi tekanan darah sistolik, meningkatkan fungsi endotel, menurunkan glukosa darah, dan mengurangi kadar trigliserida.

Ia juga menyebutkan bahwa asam ferulat mampu meminimalkan komplikasi kardiovaskular dari sindrom metabolik serta mengurangi gejalanya melalui sifat antioksidan dan anti-inflamasinya yang ada dalam asam ferulat. Hal ini sejalan dengan penelitian Wang et al., (2018) menunjukkan suplementasi asam ferulat pada makanan dapat menekan pertambahan berat badan, penumpukan lemak pada tubuh dan hati serta dapat menekan peningkatan glukosa darah dan peradangan pada tikus yang obesitas karena pemberian diet tinggi lemak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil literatur review yang dilakukan peneliti, dapat disimpulkan bahwa asam ferulat memiliki peran terhadap penurunan profil lipid yang secara tidak langsung berhubungan dengan obesitas. Mampu menekan stress oksidatif, sebagai antioksidan dan anti-inflamasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada seluruh pihak terutama para peneliti terdahulu sehingga penyusunan artikel ini dapat diselesaikan oleh penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- An, Y., Zhang, L., Fan, X., Cui, K., He, S., Ji, P., & Li, Z. 2024. *Ferulic acid reduces GLP-1 degradation to ameliorate diet-induced obesity-associated hepatic steatosis*. *Food Frontiers*, 5(2), 691-707.
- Bhaskaragoud, G., Rajath, S., Mahendra, V. P., Kumar, G. S., Gopala Krishna, A. G., & Kumar, G. S. 2016. *Hypolipidemic mechanism of oryzanol components- ferulic acid and phytosterols*. *Biochemical and biophysical research communications*, 476(2), 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.05.053>
- Bumrungpert, A., Lilitchan, S., Tuntipopipat, S., Tirawanchai, N., & Komindr, S. 2018. *Ferulic Acid Supplementation Improves Lipid Profiles, Oxidative Stress, and Inflammatory Status in Hyperlipidemic Subjects: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial*. *Nutrients*, 10(6), 713. <https://doi.org/10.3390/nu10060713>
- Cho, J., & Park, E. 2020. *Ferulic acid maintains the self-renewal capacity of embryo stem cells and adipose-derived mesenchymal stem cells in high fat diet-induced obese mice*. *The Journal of nutritional biochemistry*, 77, 108327. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.108327>
- de Melo, T. S., Lima, P. R., Carvalho, K. M., Fontenele, T. M., Solon, F. R., Tomé, A. R., de Lemos, T. L., da Cruz Fonseca, S. G., Santos, F. A., Rao, V. S., & de Queiroz, M. G. 2017. *Ferulic acid lowers body weight and visceral fat accumulation via modulation of enzymatic, hormonal and inflammatory changes in a mouse model of high-fat diet-induced obesity*. *Brazilian journal of medical and biological research = Revista brasileira de pesquisas medicas e biologicas*, 50(1), e5630. <https://doi.org/10.1590/1414-431X20165630>
- Iksan, A., Manampiring, A., & Fatimawali. 2015. *Gambaran Profil Lipid Pada Siswa Obese di SMP Negeri 1 Manado*. *Jurnal e-Biomedik*.
- Kumar, N., & Pruthi, V. 2014. *Potential applications of ferulic acid from natural sources*. *Biotechnology reports (Amsterdam, Netherlands)*, 4, 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2014.09.002>
- Li, Y., Zhao, W., Sair, A. T., Li, T., & Liu, R. H. 2024. *Ferulic acid restores mitochondrial dynamics and autophagy via AMPK signaling pathway in a palmitate-induced hepatocyte model of metabolic syndrome*. *Scientific Reports*, 14(1), 18970.

- Luo, Z., Li, M., Yang, J., Li, J., Zhang, Y., Liu, F., & Wang, M. 2022. *Ferulic acid attenuates high-fat diet-induced hypercholesterolemia by activating classic bile acid synthesis pathway*. *Frontiers in Nutrition*, 9, 976638.
- Mujayanah, A. R., Sari, Y., & Listyawati, S. 2023. Potensi Teh Daun Bambu Tali Terhadap Perubahan Indeks Massa Tubuh Dan Kadar Trigliserida Tikus Sindrom Metabolik. *GIZI INDONESIA*, 46(2), 133-142.
- Mulyati, Herlisa, A., & Andri, S. 2018. Hubungan Profil Lipid Darah Dengan Obesitas Pada Pasien Remaja Di RSUD Bumiayu. <http://repository.unimus.ac.id>
- Naowaboot, J., Piyabhan, P., Munkong, N., Parklak, W., & Pannangpetch, P. 2016. *Ferulic acid improves lipid and glucose homeostasis in high-fat diet-induced obese mice*. *Clinical and experimental pharmacology & physiology*, 43(2), 242–250. <https://doi.org/10.1111/1440-1681.12514>
- Ou, S., Kwok, K. C., & Li, Y. 2019. *Ferulic acid: Pharmaceutical functions, preparation and applications in foods*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(2), 409–419. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9253>
- Purnama, D. J. A. 2022. Potensi dan Mekanisme Kerja Berbagai Tanaman Herbal dalam Membantu Mengatasi Obesitas. In *Prosiding Workshop dan Seminar Nasional Farmasi* (Vol. 1, pp. 62-81).
- Pusporeni, L. D. 2020. Mini Review Efek Hipokolesterolemik Germinated Brown Rice terhadap Penurunan Risiko Penyakit Kardiovaskular. *Medika Respati: Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 15(1), 53-66.
- Senaphan, K., Kukongviriyapan, U., Sangartit, W., Pakdeechote, P., Pannangpetch, P., Prachaney, P., Greenwald, S. E., & Kukongviriyapan, V. 2015. *Ferulic Acid Alleviates Changes in a Rat Model of Metabolic Syndrome Induced by High-Carbohydrate, High-Fat Diet*. *Nutrients*, 7(8), 6446–6464. <https://doi.org/10.3390/nu7085283>
- Senduk, B., Bodhi, W., & Kepel, B. J. 2016. Gambaran profil lipid pada remaja obes di Kota Bitung. *eBiomedik*, 4(1).
- Srinivasan, M., Sudheer, A. R., & Menon, V. P. 2018. *Ferulic acid: Therapeutic potential through its antioxidant property*. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 40(2), 92–100. <https://doi.org/10.3164/jcbtn.40.92>
- Wang, O., Zhang, N., Han, C., & Huang, J. 2022. *Regular exercise combined with ferulic acid exhibits antiobesity effect and regulates metabolic profiles in high-fat diet-induced mice*. *Frontiers in Nutrition*, 9, 957321.
- Wang, W., Pan, Y., Zhou, H., Wang, L., Chen, X., Song, G., ... & Li, A. (2018). *Ferulic acid suppresses obesity and obesity-related metabolic syndromes in high fat diet-induced obese C57BL/6J mice*. *Food and agricultural immunology*, 29(1), 1116-1125.
- WHO. 2024. *Obesity-and-Overweight-2024*. Diakses dari <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>