

Gambaran Kadar C-Reactive Protein (CRP) Pada Mencit (*Mus Musculus*) Yang Diberi Minuman Kemasan Tinggi Gula

Meti Rizki Utari¹, Astari Nurisani², Sugiah³, Iwan Wahyudi⁴, Muhammad Hadi Sulhan⁵, Gina Nafsa Mutmaina⁶, Mamay⁷, Lia Mar'atiningsih⁸, N. Ai Erlinawati⁹

^{1,2,3,5-9}Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis, STIKes Karsa Husada Garut, Indonesia

⁴Program Studi S1 Keperawatan, STIKes Karsa Husada Garut, Indonesia

Corresponding Author: Meti Rizki Utari, E-Mail: mrutari.10@gmail.com¹

ABSTRAK

Minuman ringan merupakan minuman olahan nonalkohol yang umumnya mengandung gula sederhana dan diduga berhubungan dengan peningkatan kadar *C-Reactive Protein* (CRP) sebagai penanda inflamasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran kadar CRP pada mencit (*Mus musculus*) yang diberi minuman kemasan tinggi gula. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain posttest only control group yang menggunakan 24 ekor mencit berumur 3–4 bulan dengan berat badan 20–30 gram. Hewan uji dibagi ke dalam empat kelompok, terdiri atas satu kelompok kontrol yang diberikan aquadest dan tiga kelompok perlakuan yang masing-masing diberikan minuman kemasan tinggi gula dengan dosis 0,13 ml, 0,26 ml, dan 0,39 ml per hari selama 10 hari. Pada hari ke-11 dilakukan pengambilan serum dan pemeriksaan kadar CRP secara kualitatif menggunakan reagen kit CRP dengan pengamatan adanya atau tidak adanya aglutinasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh sampel pada keempat kelompok memiliki kadar CRP dalam batas normal, yang ditandai dengan tidak ditemukannya aglutinasi, sehingga seluruh mencit (100%) dikategorikan normal. Tidak ditemukan perbedaan gambaran kadar CRP antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Disimpulkan bahwa pemberian minuman kemasan tinggi gula dengan dosis 0,13–0,39 ml per hari selama 10 hari pada mencit *Mus musculus* tidak menyebabkan peningkatan kadar CRP yang dapat terdeteksi secara kualitatif.

Kata Kunci: CRP, *Mus Musculus*, Inflamasi, Gula Sederhana, Minuman Kemasan

ABSTRACT

Soft drinks are non-alkoholic processed beverages that generally contain simple sugars and are thought to be associated with increased levels of C-Reactive Protein (CRP) as a marker of inflammation. This study aims to determine the picture of CRP levels in mice (Mus musculus) given high-sugar packaged drinks. This study is an experimental study with a posttest only control group design using 24 mice aged 3–4 months with a body weight of 20–30 grams. The test animals were divided into four groups, consisting of one control group given distilled water and three treatment groups each given high-sugar packaged drinks with doses of 0.13 ml, 0.26 ml, and 0.39 ml per day for 10 days. On the 11th day, serum was taken and CRP levels were qualitatively examined using a CRP reagent kit by observing the presence or absence of agglutination. The results showed that all samples in the four groups had CRP levels within normal limits, which was indicated by the absence of agglutination, so that all mice (100%) were categorized as normal. No differences in CRP levels were found between the control and treatment groups. It was concluded that administering high-sugar packaged drinks at a dose of 0.13–0.39 ml per day for 10 days to Mus musculus mice did not cause a qualitatively detectable increase in CRP levels.

Keywords: CRP, Mus Musculus, Inflammation, Simple Sugars, Packaged Beverages

© The Author(s). 2026 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Minuman ringan adalah minuman tanpa kandungan alkohol yang dibuat dalam bentuk cair atau bubuk, mengandung bahan pangan atau tambahan, baik alami maupun buatan, dan dikemas agar siap dikonsumsi. Minuman ringan umumnya dibagi menjadi dua kategori, yaitu karbonasi dan non-karbonasi. Saat ini, minuman tersebut tersedia dalam beragam kemasan, seperti botol kaca, botol plastik, maupun gelas. Namun, jika proses produksi, penanganan, atau penyimpanan tidak memenuhi standar yang berlaku, kualitas minuman dapat menurun, terlihat dari perubahan nilai pH, kadar gula, serta kemampuan produk memenuhi syarat mutu mikrobiologis (Ridawati, Alsuhehri, & Prowse, 2013).

Konsumsi minuman ringan secara berlebihan dan terus-menerus dapat berkontribusi pada munculnya berbagai masalah kesehatan kronis. Kandungan gula sederhana dan kalori yang tinggi, tetapi miskin serat dan mikronutrien, menjadikan minuman ini berperan dalam peningkatan risiko diabetes mellitus tipe 2 melalui mekanisme hiperglikemia berulang dan resistensi insulin. Di samping itu, paparan gula dan asam dalam minuman ringan dapat mempercepat terjadinya karies dan demineralisasi enamel sehingga meningkatkan risiko kerusakan gigi, sementara gangguan metabolisme kalsium dan fosfat dalam jangka panjang dikaitkan dengan osteoporosis. Sejumlah penelitian juga mengaitkan konsumsi minuman ringan dengan peningkatan risiko penyakit jantung dan gangguan neurologis akibat kombinasi hiperglikemia, dislipidemia, stres oksidatif, dan inflamasi sistemik. Penelitian pada hewan coba yang diberi paparan minuman ringan menunjukkan adanya perubahan histopatologis berupa peradangan dan degenerasi pada sel hati, yang secara makroskopis tampak sebagai perubahan warna kuning pada jaringan, serta kerusakan ginjal yang ditandai dengan peradangan pada glomerulus, sehingga mendukung dugaan bahwa konsumsi minuman ringan dapat memicu kerusakan organ melalui mekanisme inflamasi dan metabolik (Cahyani and Pridayanti, 2015).

Salah satu indikator pemeriksaan biokimia yang banyak digunakan untuk memperkirakan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular dan gangguan metabolik adalah kadar *C-Reactive Protein* (CRP). CRP merupakan protein fase akut yang disintesis oleh hepatosit sebagai respon terhadap rangsangan inflamasi, terutama melalui mediasi sitokin proinflamasi seperti interleukin-6, dan akan meningkat konsentrasinya dalam sirkulasi darah ketika terjadi infeksi, kerusakan jaringan, atau inflamasi kronik tingkat rendah. Pengukuran CRP dianggap sebagai prediktor yang andal bagi penyakit kardiovaskular karena prosedurnya relatif sederhana, biaya pemeriksaan rendah, metode telah terstandarisasi, dan fasilitas pemeriksaan tersedia luas di berbagai laboratorium klinik. Peningkatan kadar CRP tidak hanya dipengaruhi oleh penyakit infeksi atau autoimun, tetapi juga oleh sindrom metabolik dan faktor risikonya (seperti obesitas abdominal, dislipidemia, hipertensi, dan gangguan toleransi glukosa), tingkat aktivitas fisik yang rendah, serta pola asupan makanan yang tinggi kalori, tinggi lemak jenuh, dan tinggi gula sederhana (Khiqmah & Sulchan, 2014).

Asupan makanan yang mempengaruhi kadar *C-Reactive Protein* (CRP) tidak hanya terdiri dari karbohidrat sederhana seperti gula, tetapi juga dilengkapi oleh asupan karbohidrat kompleks yang biasanya berupa serat. Beberapa studi terbaru menunjukkan bahwa asupan gula sederhana yang tinggi berkorelasi dengan peningkatan kadar hs-CRP dan parameter inflamasi lain, baik pada populasi dewasa maupun atlet muda, melalui mekanisme peningkatan sitokin proinflamasi, stres oksidatif, dan aktivasi jalur inflamasi sistemik (Hou *et al.*, 2025). Jika konsumsi gula berlangsung terus menerus dan berlebihan, maka penumpukan lemak terutama di jaringan adiposa dapat terjadi sehingga memicu perkembangan overweight dan obesitas. Kondisi obesitas ini menyebabkan pelepasan sitokin proinflamasi seperti interleukin-6 (IL-6) dan *tumor necrosis factor alfa* (TNF- α), yang secara langsung merangsang sintesis CRP oleh hati sehingga kadar CRP dalam darah meningkat secara signifikan (Khiqmah & Sulchan, 2014).

Di sisi lain, rendahnya konsumsi serat sebagai komponen utama karbohidrat kompleks juga berkontribusi terhadap meningkatnya kadar CRP (Saputra, Chandra and Mudjihartini, 2020; Niero *et al.*, 2023). Serat pangan, khususnya serat larut, berperan dalam memperlambat absorpsi glukosa di usus, membantu mengendalikan lonjakan gula darah pasca makan, meningkatkan sensitivitas insulin, serta mendukung komposisi mikrobiota usus yang lebih sehat, yang semuanya berkontribusi pada penurunan proses inflamasi sistemik (Saputra, Chandra and Mudjihartini, 2020; Alahmari, 2024). Ketika asupan serat rendah, kadar gula darah lebih mudah mengalami fluktuasi dan cenderung tinggi, sehingga memicu stres oksidatif dan respon peradangan yang pada akhirnya meningkatkan produksi CRP sebagai bagian dari respon imun tubuh (Oktoria and Gunawan, 2024; Widyastuti *et al.*, 2024). Minuman manis dan makanan tinggi gula sederhana terbukti menjadi faktor utama peningkatan kadar CRP, terutama pada anak-anak dan remaja yang mengalami overweight atau obesitas, karena kelompok ini sudah berada pada kondisi inflamasi subklinis (Prihaningtyas *et al.*, 2019; Lin *et al.*, 2023; Murdaningsih E, 2023). Selain faktor diet, gaya hidup yang tidak sehat seperti kurang aktivitas fisik, waktu duduk yang panjang, dan pola makan tinggi kalori turut memperburuk inflamasi sistemik dan mempertahankan kadar CRP pada tingkat yang lebih tinggi dibanding individu dengan gaya hidup aktif dan asupan serat yang cukup (Hua R, 2024; Widyastuti *et al.*, 2024; Li Y, 2025).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa asupan gula sederhana memiliki hubungan yang signifikan dengan peningkatan kadar *C-Reactive Protein* (CRP) ($p = 0,024$). Nilai Ratio Prevalens (RP) sebesar 2,174 menunjukkan bahwa remaja obesitas dengan konsumsi gula sederhana tinggi memiliki risiko sekitar 2,1 kali lebih besar untuk mengalami peningkatan kadar CRP. Selain itu, lebih dari 75% remaja dengan kadar CRP tinggi mengonsumsi gula sederhana lebih dari 10% dari total kebutuhan energi harian (Khiqmah & Sulchan, 2014). Berdasarkan temuan ini, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai gambaran kadar CRP pada mencit yang diberi minuman kemasan tinggi gula.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi eksperimental dengan desain posttest only control group yang bertujuan menggambarkan kadar *C-reactive protein* (CRP) pada mencit *Mus musculus* jantan setelah paparan minuman kemasan tinggi gula. Rancangan ini melibatkan empat kelompok: satu kelompok kontrol (P1) yang menerima aquadest dan tiga kelompok perlakuan (P2, P3, P4) dengan variasi frekuensi pemberian minuman tinggi gula. Semua pengukuran dilakukan pada akhir periode intervensi (posttest) untuk menilai efek paparan terhadap kadar CRP secara kualitatif.

Populasi penelitian ini adalah mencit jantan *Mus musculus* berbulu putih halus, berumur 3–4 bulan, dengan berat badan 20–30 gram, serta dalam kondisi sehat yang ditandai dengan gerak aktif dan perilaku normal. Sebanyak 24 ekor mencit dipilih sebagai sampel menggunakan teknik random sampling dari populasi tersebut, kemudian dibagi ke dalam empat kelompok, masing-masing terdiri atas 6 ekor, sesuai dengan rumus *Federer*. Dosis minuman kemasan tinggi gula ditentukan berdasarkan konversi dari batas konsumsi gula harian manusia (50 g/hari untuk berat badan 70 kg) ke mencit dengan berat badan 20 g menggunakan faktor konversi 0,0026, sehingga diperoleh dosis 0,13 ml per hari. Kelompok perlakuan terdiri atas P2 yang menerima 0,13 ml per hari (1 kali pemberian), P3 yang menerima 0,26 ml per hari (2 kali pemberian), dan P4 yang menerima 0,39 ml per hari (3 kali pemberian). Pengukuran kadar *C-Reactive Protein* (CRP) dilakukan menggunakan reagen kit aglutinasi secara kualitatif pada serum darah yang diambil dari vena ekor mencit. Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif persentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian minuman kemasan tinggi gula pada semua kelompok perlakuan dan control diperoleh data kadar CRP kualitatif dalam serum mencit disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kadar CRP

Kelompok	CRP Normal	CRP Tidak Normal	Total Sampel	Persentase Normal	Persentase Tidak Normal
Kontrol (I)	6	0	6	100%	0%
Sampel (II)	6	0	6	100%	0%
Sampel (III)	6	0	6	100%	0%
Sampel (IV)	6	0	6	100%	0%

Analisis hasil pada tabel 1 menunjukkan bahwa pada semua kelompok tidak terdapat aglutinasi yang mengindikasikan kadar CRP tidak mengalami peningkatan abnormal. Kelompok kontrol yang diberi

aquades tanpa kadar gula tinggi menghasilkan hasil negatif pada pemeriksaan CRP, menunjukkan tidak adanya peradangan.

C-reactive protein (CRP) merupakan protein fase akut yang diproduksi oleh hati sebagai respon tubuh terhadap inflamasi, infeksi, atau kerusakan jaringan. Kadar CRP yang meningkat secara signifikan di dalam darah seringkali menjadi indikator penting adanya proses inflamasi sistemik, terutama pada penyakit degeneratif dan metabolik seperti diabetes mellitus dan penyakit kardiovaskuler (Arisanti and Kai, 2023). Oleh karena itu, pemantauan kadar CRP menjadi alat penting dalam menilai status inflamasi dan risiko komplikasi berbagai penyakit.

Dalam penelitian ini, hasil pemeriksaan kadar CRP pada mencit yang diberi minuman kemasan tinggi gula tidak memperlihatkan peningkatan signifikan. Semua kelompok, baik kontrol maupun perlakuan dengan berbagai frekuensi pemberian gula tinggi, menunjukkan hasil pemeriksaan CRP yang normal 100%. Hal ini menandakan bahwa konsumsi gula yang diberikan dalam dosis dan waktu tertentu belum mampu memicu inflamasi atau reaksi imun yang mempengaruhi produksi CRP (Firmansyah, 2024). Salah satu alasan tidak terjadi peningkatan kadar CRP dapat dikaitkan dengan durasi pemberian gula tinggi yang relatif singkat, yang belum cukup memicu stres oksidatif atau kerusakan jaringan yang parah pada mencit. Penelitian sebelumnya pada tikus diabetes yang diinduksi streptozotocin menunjukkan peningkatan signifikan kadar CRP ± 3.8 kali lipat seiring dengan hiperglikemia kronis dan kerusakan metabolik yang berat (Lee, Bae and Ahn, 2022), ini mengindikasikan bahwa kondisi inflamasi yang mengangkat CRP biasanya memerlukan paparan konstan dan kronis terhadap faktor risiko.

Selain faktor waktu, dosis gula yang diberikan juga berperan penting. Dosis gula tinggi yang diberikan pada mencit dalam penelitian ini mungkin masih dalam ambang batas yang tidak memicu respon inflamasi berat, sehingga produksi CRP tetap dalam tingkat normal (Zhang et al., 2022). Efektivitas gula dalam memicu inflamasi juga dipengaruhi oleh durasi paparan dan akumulasi efek metabolik, seperti obesitas dan resistensi insulin. Penelitian oleh (Arisanti and Kai, 2023) menunjukkan bahwa efek buruk dari konsumsi gula tinggi bersifat kumulatif dan memperlihatkan efek samping yang nyata terutama ketika dikaitkan dengan keadaan obesitas dan resistensi insulin, dua kondisi yang dikenal meningkatkan produk sitokin inflamasi dan CRP secara progresif dalam jangka waktu panjang. Hal ini diperkuat oleh laporan Kalma (2018) yang mengungkapkan bahwa hiperglikemia kronik pada diabetes berdampak pada peningkatan CRP yang berkorelasi dengan tingkat kerusakan vaskular dan komplikasi diabetes.

Disamping dosis, mekanisme inflamasi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti status fisiologis individu, variabilitas genetik, dan kondisi stres oksidatif yang menyertai. Kadar CRP tidak hanya diproduksi sebagai respon langsung terhadap gula tinggi, tetapi juga dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara metabolisme glukosa, peradangan jaringan, dan sinyal imun yang berkelanjutan (Shahab, 2010). Dengan demikian, dosis gula yang diberikan dalam studi ini mungkin belum cukup untuk mengaktifkan

seluruh jalur inflamasi tersebut pada mencit. Penelitian eksperimental lain juga menunjukkan bahwa pada dosis gula tinggi yang lebih ekstrim dan paparan yang lebih lama, terjadi aktivasi jalur inflamasi NF- κ B yang merupakan regulator utama produksi CRP dan mediator inflamasi lainnya (Firmansyah, 2024). Ini menunjukkan bahwa pengukuran CRP sebagai marker inflamasi perlu diinterpretasi dengan memperhatikan dosis dan durasi pemberian gula serta kondisi metabolik subjek percobaan.

Selain itu, status antioksidan tubuh juga berperan dalam modulasi respon inflamasi terhadap gula tinggi. Kandungan polifenol dalam minuman kemasan yang digunakan sebagai perlakuan dapat memberikan efek antioksidan dan antiinflamasi. Polifenol mampu menekan aktivasi jalur inflamasi dan menurunkan ekspresi mediator inflamasi termasuk CRP (Khorasani & Hosseinzadeh, 2021). Kemampuan polifenol dalam memitigasi stres oksidatif ini bisa menjelaskan bahwa kadar CRP merupakan marker inflamasi yang sangat sensitif, tetapi responnya bisa saja dipengaruhi oleh banyak faktor biologis dan lingkungan. Faktor stres akibat perlakuan, kondisi fisiologis mencit, dan variabilitas individu juga dapat memengaruhi hasil pemeriksaan CRP (Pepys & Hirschfield, 2003; Black et al., 2004). Oleh karena itu, hasil penelitian ini harus diinterpretasikan dengan mempertimbangkan kompleksitas biologis tersebut, CRP pada mencit tetap normal meskipun diberi gula tinggi.

Penelitian ini sekaligus menggarisbawahi pentingnya studi lanjutan yang menetapkan variabel waktu paparan lebih panjang dan dosis gula yang lebih tinggi untuk menggali potensi risiko inflamasi jangka panjang akibat konsumsi gula tinggi. Studi dengan desain tersebut penting guna memperoleh gambaran efek kumulatif konsumsi gula dan hubungan kausal pada peningkatan CRP serta risiko penyakit kronis terkait (Amanda, 2021). Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi minuman kemasan tinggi gula dalam jangka pendek belum menimbulkan inflamasi sistemik yang dapat diukur melalui peningkatan CRP pada mencit. Namun, pengelolaan asupan gula tetap penting untuk menghindari risiko inflamasi dan komorbiditas metabolik yang dapat berkembang seiring waktu (Ramadhona, 2023; Safitri, 2018).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian minuman kemasan tinggi gula pada mencit (*Mus musculus*) dengan frekuensi satu hingga tiga kali per hari tidak menimbulkan aglutinasi pada sampel yang diperiksa. Seluruh hasil pemeriksaan kadar *C-Reactive Protein* (CRP) menunjukkan hasil negatif, sehingga dapat disimpulkan bahwa konsumsi minuman kemasan tinggi gula dalam kondisi dan durasi penelitian ini tidak berpengaruh terhadap peningkatan kadar CRP pada mencit. Penelitian selanjutnya disarankan untuk meningkatkan volume dan durasi pemberian minuman, serta menggunakan variasi jenis atau merek minuman kemasan lain guna memperoleh hasil yang lebih representatif. Selain itu, penambahan parameter biokimia lain, seperti kadar glukosa darah atau penanda inflamasi tambahan, dapat memberikan

gambaran yang lebih komprehensif mengenai efek konsumsi minuman tinggi gula terhadap respon inflamasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeberli, I., Gerber, P. A., Hochuli, M., Kohler, S., Haile, S. R., Gouni-berthold, I., Berthold, H. K., Spinass, G. A., & Berneis, K. (2011). Low to moderate sugar-sweetened beverage consumption impairs glucose and lipid metabolism and promotes inflammation in healthy young men : a randomized controlled trial 1 –4. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94(2), 479–485. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.013540>
- Alahmari, L.A. (2024) ‘Dietary fiber influence on overall health , with an emphasis on CVD, diabetes, obesity, colon cancer, and inflammation’, (December), pp. 1–13. doi:10.3389/fnut.2024.1510564.
- Alberti, K. G. M. M., Eckel, R. H., Grundy, S. M., Zimmet, P. Z., Cleeman, J. I., Donato, K. A., Fruchart, J., James, W. P. T., Loria, C. M., & Smith, S. C. (2009). Harmonizing the Metabolic Syndrome International Atherosclerosis Society ; and International Association for the Study of Obesity. 1640–1645. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644>.
- Amanda, R. (2021). Gambaran C-Reactive Protein (CRP) pada pasien diabetes melitus di RSUD S.K. Lerik Kota Kupang. *Calory Journal: Medical Laboratory Journal*, 3(1), 22-30.
- Arisanti, D. and Kai, K.W. (2023) ‘DETEKSI C-REACTIVE PROTEIN (CRP) PADA PENDERITA DIABETES MELITUS (DM) DI RSUD LABUANG BAJI KOTA MAKASSAR’, 7(Dm), pp. 55–60.
- Black, S., Kushner, I. and Samols, D. (2004) ‘C-reactive Protein*’, *Journal of Biological Chemistry*, 279(47), pp. 48487–48490. doi:10.1074/jbc.R400025200.
- Cahyani, N.T. and Pridayanti, Y. (2015) ‘Pengaruh Minuman Kemasan Gelas Terhadap Kadar Glukosa dan Ureum Darah Mencit (Mus musculus) Galur Swiss Webster’, pp. 899–905.
- Firmansyah, A. (2024). Aktivasi jalur NF- κ B pada hewan model dengan paparan gula tinggi: Implikasi terhadap produksi CRP. *Jurnal Biomedika Eksperimental*, 12(1), 45–56.
- Firmansyah A dkk. (2024). Gambaran Kadar CRP Pada Mencit Alergi Setelah Treatment Infusa Daun Ketepeng. 14(27).
- Hou, J. *et al.* (2025) ‘Dietary simple sugar intake, metabolic indicators, markers of inflammation, and injury among semi-professional football players’, 1, pp. 1–8.
- Hua R, *et al* (2024) ‘Meta-analysis of the association between dietary inflammation index and C-reactive protein level’, (38).
- Kalma, P. (2018). Chronic hyperglycemia and systemic inflammation: Implications for CRP levels and

vascular complications in diabetes. *Journal of Diabetes Research*, 2018, 1–9.

- Kesuma, S. and Protein, C. (no date) 'GAMBARAN KADAR CRP PADA MENCIT ALERGI SETELAH TREATMENT INFUSA DAUN KETEPENG Adi Firmansyah dkk', 14(27).
- Khiqmah & Sulchan (2014) 'Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Sindrom metabolik merupakan masalah kesehatan yang prevalensinya semakin meningkat terutama pada remaja . Peningkatan prevalensi peningkatan prevalensi obesitas sebagai salah satu Sindrom', 3, pp. 386–395.
- Khorasani, S. and Hosseinzadeh, M. (2021) 'The effect of grape products containing polyphenols on C-reactive protein levels: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials', pp. 1230–1245. doi:10.1017/S0007114520003591.
- Lee, Y., Bae, C.S. and Ahn, T. (2022) 'Chlorogenic acid attenuates pro - inflammatory response in the blood of streptozotocin - induced diabetic rats', *Laboratory Animal Research*, pp. 1–8. doi:10.1186/s42826-022-00148-x.
- Li Y, et al (2025) 'Association between sugar-sweetened beverage consumption and childhood overweight and obesity : a cross-sectional study in Beijing ', (November), pp. 1–11. doi:10.3389/fnut.2025.1686320.
- Lin, W. *et al.* (2023) 'Sugar-Sweetened Beverages Intake , Abdominal Obesity , and Inflammation among US Adults without and with Prediabetes — An NHANES Study'.
- Microbiota, G. *et al.* (2022) 'Different Dose of Sucrose Consumption Divergently Influences'.
- Murdaningsih E, J.A. (2023) 'Hs-CRP Levels In Adolescents With Obesity And Non-Obesity', 14(04), pp. 216–223.
- Niero, M. *et al.* (2023) 'Impact of Dietary Fiber on Inflammation and Insulin Resistance in Older Patients : A Narrative Review'.
- Oktoria, N.S. and Gunawan, R. (no date) 'PROFIL C-REACTIVE PROTEIN (CRP) PADA PASIEN DENGAN DIAGNOSA DEMAM TIFOID DI RSU HERMINA ARCAMANIK C-REACTIVE PROTEIN (CRP) PROFILES IN PATIENTS WITH TYPHOID FEVER AT HERMINA ARCAMANIK GENERAL HOSPITAL', pp. 17–26.
- Pepys, M.B. *et al.* (2003) 'C-reactive protein : a critical update Find the latest version : C-reactive protein : a critical update', 111(July), pp. 1805–1812. doi:10.1172/JCI200318921.Introduction.
- Prihaningtyas, R.A. *et al.* (2019) 'DIETARY INTAKES AND HIGH SENSITIVITY CRP (hsCRP)', (Cvd).
- Ramadhona, A. (2023). Hubungan konsumsi gula tambahan dengan biomarker inflamasi pada hewan

model. *Jurnal Nutrisi dan Metabolisme*, 14(1), 45–53.

- Ridawati, Alsuhendra & Prowse, P. A., 2013. Analisis Kualitas Minuman Ringan Kemasan di Jakarta Timur. *Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta*, pp. 1-4
- Safitri, R. (2018). Pengaruh konsumsi minuman manis terhadap profil lipid dan kadar CRP pada tikus Wistar. *Jurnal Biomedika*, 10(2), 78–85
- Saputra, L.K., Chandra, D.N. and Mudjihartini, N. (2020) ‘sedentary workers’, pp. 40–46. doi:10.25220/WNJ.V05.i1.0006.
- Shahab, S. (2010). Inflammatory markers in metabolic syndrome: Mechanisms and clinical implications. *Journal of Inflammation Research*, 3, 25–36.
- Widyastuti, T. *et al.* (2024) ‘Jurnal Keolahragaan Dietary inflammatory index , physical activity , body composition , and high sensitivity c-reactive protein levels in adolescent athletes in Central Java Dietary inflammatory index , physical activity , body composition , and high’, 12(2), pp. 114–124.
- Zhang, L., Wang, Y., & Li, H. (2022). Effects of high-sugar diet on inflammatory markers in rodent models: Dose-dependent responses of CRP and NF- κ B pathways. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 105, 108931.