

Evaluasi Kadar CRP High Sensitivity sebagai Marker Risiko Kardiovaskular pada Dewasa Muda Aldiano Rachmantiawan¹, Putu Ristyaning Ayu Sangging²

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Bagian Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Aterosklerosis dan penyakit kardiovaskular bermula dari proses inflamasi derajat rendah yang berlangsung kronis, sehingga high sensitivity C reactive protein atau hs CRP banyak dikaji sebagai marker risiko kardiovaskular, termasuk pada kelompok dewasa muda. Kajian ini merupakan narrative review terhadap 16 artikel yang terbit pada periode 2019 sampai 2025 yang membahas peran hs CRP pada dewasa muda usia 18 sampai 45 tahun serta hubungannya dengan faktor risiko kardiometabolik, kejadian penyakit kardiovaskular, dan luaran klinis. Hasil kajian menunjukkan bahwa pada dewasa muda dengan status overweight atau obesitas, kadar hs CRP yang tinggi berkaitan dengan obesitas sentral, dislipidemia aterogenik, gangguan glukosa puasa, serta tekanan darah yang lebih tinggi. Selain itu, pola tidur yang tidak teratur dan variabilitas tekanan darah diastolik jangka pendek juga berhubungan dengan peningkatan hs CRP. Temuan ini menunjukkan bahwa inflamasi subklinis telah berperan sejak usia muda dan berasosiasi dengan berbagai faktor risiko kardiometabolik. Pada populasi usia lebih tua dan pasien dengan penyakit kardiovaskular, hs CRP yang tinggi dilaporkan dapat memprediksi insidens penyakit kardiovaskular, pembentukan plak karotis, multimorbiditas kardiometabolik, disabilitas fungsional, serta mortalitas jangka pendek. Namun, hs CRP tidak berhubungan dengan progresi kalsifikasi koroner dan menunjukkan variasi intraindividu yang cukup besar. Secara keseluruhan, hs CRP berpotensi digunakan sebagai marker tambahan untuk mengidentifikasi dewasa muda dengan risiko kardiovaskular tinggi, tetapi tidak memadai sebagai alat screening tunggal dan perlu diinterpretasikan bersama faktor risiko tradisional serta pola hidup, dengan mempertimbangkan perlunya pengukuran berulang.

Kata Kunci : *High-sensitivity C-reactive protein*, risiko kardiovaskular, inflamasi derajat rendah, faktor risiko kardiometabolik

Evaluation of High-Sensitivity CRP Levels as a Cardiovascular Risk Marker in Young Adults

Abstract

Atherosclerosis and cardiovascular disease originate from chronic low grade inflammatory processes, making high sensitivity C reactive protein or hs CRP widely studied as a cardiovascular risk marker, including in young adults. This study is a narrative review of 16 articles published between 2019 and 2025 that examine hs CRP in young adults aged 18 to 45 years and its association with cardiometabolic risk factors, cardiovascular disease events, and clinical outcomes. The review findings indicate that in overweight or obese young adults, elevated hs CRP levels are associated with central obesity, atherogenic dyslipidemia, impaired fasting glucose, and higher blood pressure. In addition, irregular sleep patterns and short term variability in diastolic blood pressure are also linked to increased hs CRP levels, suggesting the presence of subclinical inflammation early in life. In older populations and in patients with established cardiovascular disease, high hs CRP levels are reported to predict cardiovascular disease incidence, carotid plaque formation, cardiometabolic multimorbidity, functional disability, and short term mortality. However, hs CRP is not associated with the progression of coronary artery calcification and demonstrates substantial intra individual variability. Overall, hs CRP has potential value as an additional marker to identify young adults at higher cardiovascular risk. Nevertheless, hs CRP is not sufficient as a single screening tool and should be interpreted alongside traditional cardiovascular risk factors and lifestyle patterns. Repeated measurements are recommended to improve risk assessment accuracy and to account for biological variability in hs CRP levels.

Keywords: Cardiovascular risk, cardiometabolic risk factors, high-sensitivity C-reactive protein, low-grade inflammation

Korespondensi: Aldiano Rachmantiawan | Jl. Soemantri Brodjonegoro No.1 Bandar Lampung | HP 081252803333
e-mail: aldiano54321@gmail.com

Pendahuluan

Aterosklerosis dan penyakit kardiovaskular (CVD) merupakan proses kronis yang dipengaruhi oleh peradangan sistemik rendah derajat, sehingga biomarker inflamasi

menjadi fokus penelitian untuk deteksi dini dan stratifikasi risiko.¹

C-reaktif protein yang diukur dengan metode high-sensitivity (hs-CRP) merupakan biomarker inflamasi yang sensitif untuk inflamasi subklinis dan telah dikaitkan dengan

kejadian kardiovaskular mayor pada berbagai kohort prospektif.²

Analisis kohort besar dan *follow-up* jangka panjang menunjukkan bahwa nilai hs-CRP *baseline* menambah informasi risiko di luar faktor tradisional (mis. kolesterol LDL, tekanan darah), sehingga muncul argumen untuk mempertimbangkan pengukuran biomarker inflamasi dalam strategi pencegahan dini.¹

Meski demikian, hs-CRP bersifat non-spesifik dan dipengaruhi oleh banyak confounder (mis. obesitas, infeksi akut/subklinis, fungsi ginjal, kebiasaan tidur, merokok), sehingga interpretasi dan implementasi skrining memerlukan perhatian terhadap faktor-faktor tersebut.³

Pada kelompok dewasa muda (umumnya didefinisikan sebagai usia 18–40 tahun), bukti mengenai utilitas hs-CRP untuk stratifikasi risiko jangka panjang relatif lebih terbatas dibandingkan pada populasi menengah-tua; namun beberapa studi menunjukkan adanya korelasi antara peningkatan hs-CRP dengan obesitas, dislipidemia, dan faktor kardiometabolik lainnya sejak usia muda.²

Selain itu, isu metodologis penting termasuk variabilitas intra-individu hs-CRP dan ketepatan *cut-off* memengaruhi akurasi klasifikasi risiko jika hanya mengandalkan satu pengukuran tunggal, sehingga rekomendasi metode pengukuran (mis. pengulangan sampel, pengecualian kondisi infeksi akut) menjadi krusial.⁴

Tujuan kajian ini adalah untuk meninjau bukti terkini (2020–2025) mengenai peran hs-CRP sebagai marker risiko kardiovaskular pada populasi dewasa muda, mengevaluasi kekuatan dan keterbatasan bukti, serta merumuskan rekomendasi metodologis untuk penelitian dan praktik klinis di kelompok umur ini.

Metode

Kajian ini dirancang sebagai narrative literature review (kajian naratif), dengan tujuan memberikan gambaran menyeluruh dan interpretatif terhadap bukti terkini (2020–2025) tentang peran hs-CRP sebagai *marker* risiko kardiovaskular pada dewasa muda.

Pencarian literatur dilakukan melalui basis data elektronik: PubMed/MEDLINE, Scopus, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan dalam berbagai kombinasi

menggunakan operator Boolean antara lain “hs-CRP, *cardiovascular risk*, *young adults*”. Pencarian dibatasi pada tahun publikasi 2020 sampai 2025 dan artikel dalam bahasa Inggris atau Indonesia dengan abstrak berbahasa Inggris.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini berupa artikel yang membahas hs-CRP atau CRP high-sensitivity terkait risiko atau kejadian kardiovaskular, penyakit jantung/arteri koroner, stroke, atau faktor risiko kardiometabolik. Artikel yang menyajikan data pada populasi dewasa muda (definisi umur 18–45 tahun), atau menyertakan analisis/subgrup berdasarkan rentang usia yang mencakup dewasa muda. Jenis studi termasuk studi potong lintang (*cross-sectional*), kohort, *nested case-control*, maupun review naratif / ulasan. Artikel yang hanya melaporkan populasi lanjut usia, atau tanpa informasi usia spesifik, atau berfokus pada penyakit non-kardiovaskular dikecualikan. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sebanyak 16 artikel.

Hasil

Pada dewasa muda obes dan overweight, hs-CRP tinggi berkaitan erat dengan kumpulan faktor risiko kardiometabolik. Ramos-Arellano dkk. (2020) menemukan bahwa dewasa muda dengan hs-CRP tertinggi memiliki prevalensi tertinggi obesitas, lingkaran pinggang besar, LDL tinggi, HDL rendah, hipertrigliseridemia, dan hipertensi, dengan hs-CRP >28,57 nmol/L berhubungan kuat dengan obesitas, lingkaran pinggang tinggi, dislipidemia, dan tekanan darah tinggi.⁵ Marfianti & Andriyanto (2021) pada dewasa muda *overweight*/obes di Yogyakarta mendapatkan korelasi positif bermakna antara hs-CRP dengan IMT, lingkaran pinggang, kolesterol total, LDL, dan glukosa puasa, serta korelasi negatif kuat dengan HDL, menguatkan bahwa hs-CRP mencerminkan beban risiko kardiometabolik pada dewasa muda berisiko.⁶

Namun, tidak semua studi pada obesitas dewasa muda menunjukkan diskriminasi jelas. Dwipayana dkk. (2024) tidak menemukan perbedaan bermakna kadar hs-CRP antara *metabolically healthy obese* dan *metabolically unhealthy obese*, yang mungkin terkait ukuran sampel kecil, keseragaman IMT, serta definisi MHO/MUHO yang belum baku.⁶ Hal ini

menyiratkan bahwa hs-CRP saja belum tentu mampu membedakan seluruh spektrum risiko pada populasi obes muda, sehingga tetap perlu dinilai bersama profil metabolik lengkap.⁷

Faktor gaya hidup dan hemodinamik pada dewasa muda juga terkait hs-CRP. Park dkk. (2022) menunjukkan bahwa *weekend catch-up sleep* moderat dengan waktu tidur yang konsisten berhubungan dengan risiko lebih rendah berada pada kuartil hs-CRP tertinggi, sedangkan inkonsistensi waktu tidur menghilangkan efek protektif tersebut.⁸ Weeks dkk. (2025) menemukan bahwa variabilitas tekanan darah diastolik jangka pendek pada dewasa muda normotensif sehat berkorelasi signifikan dengan hs-CRP dan TNF- α , menandakan bahwa fluktuasi tekanan darah diastolik bahkan dalam rentang normal sudah berkaitan dengan inflamasi sistemik derajat rendah.⁹

Pada usia paruh baya dan lanjut, hs-CRP tinggi terbukti memprediksi berbagai luaran kardiovaskular dan fungsional. Lee dkk (2023) menunjukkan bahwa elevasi awal hs-CRP >2 mg/L memprediksi insidens CVD dan mortalitas semua sebab secara independen, sementara Chen dkk. (2021) menemukan asosiasi positif tetapi lemah antara hs-CRP dan insidens hipertensi, dengan kemampuan prediksi hs-CRP tunggal yang terbatas.^{10,11} Xu dkk. (2019) melaporkan bahwa setiap kenaikan 1 mg/L hs-CRP meningkatkan risiko plak karotis insiden sekitar 10%, dan Lai dkk. (2025) menunjukkan bahwa hs-CRP tertinggi berhubungan dengan risiko disabilitas ADL lebih besar, khususnya pada individu obes dan usia <65 tahun.^{12,13}

Pada tingkat multimorbiditas dan penyakit kardiovaskular *established*, hs-CRP memperlihatkan nilai prognostik yang jelas. Wan dkk. (2025) menemukan bahwa kombinasi TyG tinggi dan hs-CRP tinggi menggandakan risiko cardiometabolic multimorbidity dibanding keduanya rendah, dengan efek paling menonjol pada usia 45–69 tahun.¹⁴ Zhu dkk. (2025) menunjukkan bahwa log(hs-CRP) berhubungan signifikan dengan mortalitas semua sebab 6 bulan pada pasien gagal jantung dengan AUC moderat, dan editorial Polyakova & Mikhaylov (2020) merangkum bahwa hs-CRP tinggi pada fase akut infark miokard berhubungan dengan ukuran infark, aritmia, gagal jantung, dan mortalitas, memberikan

informasi tambahan di luar skor TIMI/GRACE dan biomarker jantung.^{15,16}

Di sisi lain, Tajani dkk. (2024) melalui meta-analisis besar menunjukkan bahwa CRP/hs-CRP tidak berasosiasi signifikan dengan keberadaan maupun progresi *coronary artery calcification*, sehingga *marker* ini tidak sensitif untuk beban kalsium koroner.¹⁷ Gough dkk. (2024) juga menunjukkan variabilitas dalam-subjek hs-CRP yang cukup tinggi (CV ~0,44, ICC ~0,62), yang berarti satu kali pengukuran dapat berbeda jauh dari rata-rata sejati seseorang.¹⁸

Pembahasan

Makna hs-CRP sebagai marker risiko pada dewasa muda

Kumpulan bukti dari dewasa muda menunjukkan bahwa hs-CRP terutama berfungsi sebagai indikator inflamasi subklinis yang “mencerminkan” beban faktor risiko kardiometabolik klasik. Ramos-Arellano dkk. (2020) dan Marfianti & Andriyanto (2021) konsisten menunjukkan keterkaitan kuat antara hs-CRP, obesitas sentral, dislipidemia aterogenik, dan gangguan glukosa, menegaskan konsep adiposopati dimana jaringan adiposa visceral yang pro-inflamasi meningkatkan sekresi IL-6 dan sitokin lain yang memacu produksi CRP hepatik.^{5,6} Dengan demikian, pada dewasa muda overweight/obes, hs-CRP tinggi menandai individu yang, meski mungkin belum memiliki CVD klinis, sudah berada dalam keadaan pro-inflamasi dan pro-aterogenik yang dapat mempercepat munculnya hipertensi, diabetes, dan penyakit kardiovaskular di kemudian hari.⁵

Faktor gaya hidup dan dinamika tekanan darah memberikan lapisan tambahan pada pemaknaan hs-CRP di kelompok usia muda. Studi Park dkk. (2022) menyiratkan bahwa kualitas tidur dan konsistensi ritme sirkadian berperan penting dalam mengendalikan inflamasi derajat rendah, sehingga intervensi sederhana seperti memperbaiki durasi dan konsistensi tidur dapat menjadi strategi preventif non-farmakologis untuk menurunkan hs-CRP.⁸ Temuan Weeks dkk. (2025) bahwa variabilitas tekanan darah diastolik berhubungan dengan hs-CRP dan TNF- α bahkan pada normotensif muda menunjukkan bahwa BPV diastolik mungkin merupakan marker

fisiologis sangat dini dari disfungsi vaskular yang dimediasi inflamasi, sehingga kombinasi BPV diastolik dan hs-CRP berpotensi dipakai sebagai indikator risiko kardiovaskular jangka panjang.⁹

Namun, hasil Dwipayana dkk. (2024) mengingatkan bahwa hs-CRP tidak selalu mampu membedakan fenotipe risiko yang lebih halus, seperti perbedaan antara MHO dan MUHO pada sampel kecil dewasa obes.⁷ Hal ini menegaskan bahwa hs-CRP sebaiknya tidak digunakan sebagai satu-satunya dasar klasifikasi risiko pada dewasa muda, melainkan digabungkan dengan penilaian tekanan darah, profil lipid, glukosa, dan faktor klinis lain.

Nilai prognostik dan keterbatasan hs-CRP

Pada populasi usia paruh baya dan lansia, serta pada pasien dengan penyakit kardiovaskular mapan, hs-CRP secara konsisten menunjukkan nilai prognostik terhadap insidens CVD, multimorbiditas, dan mortalitas. Studi Lee dkk (2023) dan Banait dkk. (2022) mendukung bahwa elevasi awal hs-CRP >2 mg/L terkait dengan peningkatan kejadian CVD dan mortalitas semua sebab, dan bahwa paparan kumulatif hs-CRP tinggi memberikan informasi risiko lebih baik daripada satu kali pengukuran.^{10,19} Wan dkk. (2025) memperluas perspektif ini dengan menunjukkan bahwa kombinasi marker metabolik (TyG) dan inflamasi (hs-CRP) menghasilkan identifikasi *risiko cardiometabolic multimorbidity* yang lebih tajam dibanding masing-masing sendiri, terutama pada usia 45–69 tahun.¹⁴

Pada pasien gagal jantung dan infark miokard, Polyakova & Mikhaylov (2020) dan Zhu dkk. (2025) menekankan bahwa hs-CRP tinggi berkaitan dengan ukuran infark lebih besar, aritmia, gagal jantung, dan mortalitas jangka pendek, serta memberikan informasi tambahan di luar skor klinis/anatomis dan biomarker jantung.^{15,16} Hal ini mendukung penggunaan hs-CRP sebagai biomarker prognostik yang membantu stratifikasi risiko dan identifikasi pasien yang memerlukan pemantauan serta terapi lebih intensif, meskipun nilai AUC yang hanya sedang (sekitar 0,66 pada studi gagal jantung) menunjukkan kemampuan diskriminasi yang terbatas bila digunakan sendiri.¹⁶

Di sisi lain, meta-analisis Tajani dkk. (2024) yang tidak menemukan hubungan signifikan antara CRP/hs-CRP dan coronary artery calcification menyoroti bahwa hs-CRP bukan marker spesifik untuk beban kalsium koroner, dan bahwa jalur inflamasi yang tercermin oleh hs-CRP mungkin lebih berkaitan dengan instabilitas plak dan kejadian klinis daripada kuantitas kalsifikasi.¹⁷ Gough dkk. (2024) juga menunjukkan tingginya variasi dalam-subjek, sehingga satu nilai hs-CRP dapat terpengaruh infeksi ringan, aktivitas fisik, stres, dan faktor praanalitik, serta mungkin tidak mewakili status inflamasi kronis individu.¹⁸ Implikasinya, baik dalam penelitian maupun praktik klinis, interpretasi hs-CRP sebaiknya mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi alami dan, bila mungkin, menggunakan pengukuran berulang atau melihat tren daripada satu angka tunggal.

Implikasi untuk review “dewasa muda”

Dalam konteks “Evaluasi kadar CRP *High Sensitivity* sebagai Marker Risiko Kardiovaskular pada Dewasa Muda”, 16 artikel ini bersama-sama menyarankan bahwa:

- Pada dewasa muda, hs-CRP yang tinggi secara konsisten berkaitan dengan obesitas sentral, dislipidemia, dan gangguan glukosa, serta dipengaruhi pola tidur dan variabilitas tekanan darah diastolik, menjadikannya marker yang relevan untuk mengidentifikasi individu dengan profil risiko kardimetabolik “buruk” meski belum ada penyakit klinis.
- hs-CRP memiliki nilai prediktif terhadap kejadian CVD dan mortalitas pada populasi lebih tua dan dengan risiko lebih tinggi, dan nilai ini kemungkinan akan mulai relevan sejak usia dewasa muda–paruh baya ketika faktor risiko mulai terakumulasi, terutama bila dipantau secara longitudinal.^{10,14,19}
- hs-CRP tidak dapat berdiri sendiri sebagai marker risiko kardiovaskular pada dewasa muda karena variabilitas biologis tinggi, pengaruh banyak faktor non-kardiovaskular, dan kemampuan prediksi terbatas terhadap luaran tertentu (misalnya hipertensi dan CAC); oleh karena itu hs-CRP sebaiknya digunakan sebagai marker tambahan bersama penilaian tekanan darah, lipid, glukosa, antropometri, dan faktor gaya hidup.

Dengan demikian, bagi dewasa muda, hs-CRP paling tepat diposisikan sebagai biomarker inflamasi tambahan yang membantu “memperlihatkan” adanya kondisi pro-inflamasi dan pro-aterogenik awal, yang dapat dipakai untuk memprioritaskan intervensi gaya hidup dan, pada situasi tertentu, terapi farmakologis, sambil tetap mengakui keterbatasannya terkait spesifisitas organ dan stabilitas jangka panjang.

Ringkasan

Artikel ini meninjau peran high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) sebagai marker risiko kardiovaskular pada dewasa muda usia 18–45 tahun melalui narrative review terhadap 16 artikel periode 2019–2025. Aterosklerosis dan penyakit kardiovaskular diketahui bermula dari inflamasi derajat rendah kronis, sehingga hs-CRP banyak diteliti sebagai indikator inflamasi subklinis sejak usia muda.

Dewasa muda dengan *overweight* atau obesitas, kadar hs-CRP yang tinggi konsisten berhubungan dengan obesitas sentral, dislipidemia aterogenik, gangguan glukosa puasa, dan tekanan darah yang lebih tinggi. Selain faktor metabolik, pola tidur yang tidak teratur serta variabilitas tekanan darah diastolik jangka pendek juga berkaitan dengan peningkatan hs-CRP, menandakan bahwa inflamasi subklinis telah berperan sejak usia muda, bahkan sebelum muncul penyakit kardiovaskular klinis.

Pada populasi usia lebih tua dan pasien dengan penyakit kardiovaskular, hs-CRP terbukti memiliki nilai prognostik, termasuk dalam memprediksi insidens penyakit kardiovaskular, pembentukan plak karotis, multimorbiditas kardiometabolik, disabilitas fungsional, dan mortalitas jangka pendek. Namun demikian, hs-CRP tidak berhubungan dengan progresi kalsifikasi arteri koroner dan menunjukkan variabilitas intraindividu yang cukup tinggi, sehingga satu kali pengukuran kurang mencerminkan status inflamasi kronis secara akurat.

Secara keseluruhan, hs-CRP berpotensi digunakan sebagai marker tambahan untuk mengidentifikasi dewasa muda dengan risiko kardiovaskular lebih tinggi, terutama dalam konteks obesitas dan faktor gaya hidup. Namun, hs-CRP tidak memadai sebagai alat skrining tunggal dan harus diinterpretasikan bersama

faktor risiko tradisional seperti tekanan darah, profil lipid, glukosa, antropometri, serta pola hidup, dengan anjuran pengukuran berulang untuk meningkatkan akurasi stratifikasi risiko.

Simpulan

hs-CRP merupakan biomarker inflamasi derajat rendah yang konsisten berkaitan dengan obesitas sentral, dislipidemia aterogenik, dan gangguan glukosa pada dewasa muda, serta dipengaruhi faktor gaya hidup seperti pola tidur dan variabilitas tekanan darah diastolik. hs-CRP memiliki nilai sebagai marker tambahan untuk mengidentifikasi dewasa muda dengan profil risiko kardiometabolik yang buruk dan sebagai penanda prognosis pada populasi usia lebih tua dan pasien dengan CVD established, tetapi tidak cukup spesifik atau stabil untuk dijadikan alat stratifikasi risiko tunggal karena variabilitas biologis tinggi, sifat non-spesifik, dan kemampuan prediksi terbatas terhadap beberapa luaran seperti hipertensi dan kalsifikasi koroner. Dengan demikian, hs-CRP paling tepat digunakan sebagai biomarker komplementer yang diinterpretasikan bersama tekanan darah, profil lipid, glukosa, antropometri, dan konteks klinis, idealnya dengan pengukuran berulang untuk mengurangi misklasifikasi risiko.

Daftar Pustaka

1. Ridker PM, Moorthy MV, Cook NR, et al. Inflammation, cholesterol, lipoprotein(a), and 30-year cardiovascular outcomes in women. *N Engl J Med*. 2024;390:—. doi:10.1056/NEJMoa2405182.
2. Kandhasami M, et al. High sensitivity C-reactive protein as a prognostic indicator for cardiovascular diseases: a review. *[Journal name]*. 2023. Available from: PubMed Central.
3. Nehring SM. C-reactive protein: clinical relevance and interpretation. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
4. Cochrane Collaboration. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. London: Cochrane; 2024.
5. Ramos-Arellano LE, Matia-Garcia I, Marino-Ortega LA, Castro-Alarcón N, Muñoz-Valle JF, Salgado-Goytia L, et al. Obesity, dyslipidemia, and high blood pressure are

- associated with cardiovascular risk determined using high-sensitivity C-reactive protein concentration in young adults. *J Int Med Res*. 2020;48(12):1-12. doi:10.1177/0300060520980596.
6. Marfianti E, Andriyanto E. The correlation between cardiometabolic risks and high-sensitivity C-reactive protein levels among young adults with overweight and obesity. In: Nurdianto H, et al., editors. *Proceedings of the International Conference on Cardiovascular Disease (ICCvD) 2021*. AHSR; 2023. p.117-126. doi:10.2991/978-94-6463-048-0_14.
7. Dwipayana IMP, Semadi IMS, Nugraha IBA, Gotera W, Saraswati MR, Budhiarta AAG, et al. Comparison of high-sensitivity C-reactive protein levels between metabolically healthy and unhealthy obese individuals. *J Penyakit Dalam Udayana*. 2024;8(1):32-35. doi:10.36216/jpd.v8i1.235.
8. Park S, Kang DY, Ahn H, Kim N, Yoon JH, Yang BR. Effect of weekend catch-up sleep on high-sensitivity C-reactive protein levels according to bedtime inconsistency: a population-based cross-sectional study. *Sci Rep*. 2022;12:21619. doi:10.1038/s41598-022-25787.
9. Weeks CJ, Bekele BB, Altvater M, Cheng J, Zhu H, Huang Y, et al. Association between short-term blood pressure variability and inflammation in healthy young adults. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2025;12(10):399. doi:10.3390/jcdd12100399.
10. Lee HS, Lee JH. Early elevation of high-sensitivity C-reactive protein as a predictor for cardiovascular disease incidence and all-cause mortality: a landmark analysis. *Sci Rep*. 2023;13:14118. doi:10.1038/s41598-023-41081-w.
11. Chen B, Cui Y, Lei M, Xu W, Yan Q, Zhang X, et al. C-reactive protein levels in relation to incidence of hypertension in Chinese adults: longitudinal analyses from the China Health and Nutrition Survey. *Int J Hypertens*. 2021;2021:3326349. doi:10.1155/2021/3326349.
12. Xu R, Zhang Y, Gao X, Wan Y, Fan Z. High-sensitivity C-reactive protein is associated with incident carotid artery plaque in Chinese adults. *Stroke*. 2019;50(6):1655-1660. doi:10.1161/STROKEAHA.119.025101.
13. Lai SM, Kuang L, Tang XL, Qiu CS, Huang HX, Liao DQ, et al. Role of high-sensitivity C-reactive protein in activities of daily living among middle-aged and older adults: a prospective cohort study. *Nutrients*. 2025;17(10):1732. doi:10.3390/nu17101732.
14. Wan B, Wang S, Hu S, Han W, Qiu S, Zhu L, et al. Comprehensive effects of high-sensitivity C-reactive protein and triglyceride-glucose index on cardiometabolic multimorbidity. *Front Endocrinol*. 2025;16:1511319. doi:10.3389/fendo.2025.1511319.
15. Zhu A, Zhang J, Zhou S, Ge D, Zhang X, Hu M, et al. High-sensitivity C-reactive protein and 6-month all-cause mortality in Chinese heart failure patients. *Sci Rep*. 2025;15:32817. doi:10.1038/s41598-025-18265-7.
16. Polyakova EA, Mikhaylov EN. Prognostic role of high-sensitivity C-reactive protein in patients with acute myocardial infarction. *J Geriatr Cardiol*. 2020;17(7):379-383. doi:10.11909/j.issn.1671-5411.2020.07.007.
17. Tajani A, Sadeghi M, Omidkhoda N, Mohammadpour AH, Samadi S, Jomehzadeh V. Association between C-reactive protein and coronary artery calcification: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord*. 2024;24:204. doi:10.1186/s12872-024-03856-5.
18. Gough A, Sitch A, Ferris E, Marshall T. Within-subject variation of C-reactive protein and high-sensitivity C-reactive protein: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2024;19(11):e0304961. doi:10.1371/journal.pone.0304961.
19. Banait T, Wanjari A, Danade V, Banait S, Jain J. Role of high-sensitivity C-reactive protein in non-communicable diseases: a review. *Cureus*. 2022;14(10):e30225. doi:10.7759/cureus.30225.