



Pengaruh Latihan *Tai Chi* Terhadap Biomarker Inflamasi *C-Reaktif Protein* (CRP) Pada Lansia : Systematic Review

Dela Ramona¹, Irfannuddin², Budi Santoso^{3*}

¹Program Studi Ilmu Biomedik, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya

^{2,3}Departemen Fisiologi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya
Budisantoso@unsri.ac.id

Abstrak

Lansia sering ditandai dengan peningkatan biomarker seperti C-Reaktif Protein (CRP) akibat inflamasi kronis. CRP merupakan protein fase akut yang meningkat pada lansia akibat proses *inflammaging* yang berkorelasi dengan penurunan fungsi fisik dan penyakit degeneratif. Tai Chi merupakan salah satu bentuk pengobatan non-farmakologis. Efek antioksidan dari latihan ini juga melindungi sel dari kerusakan radikal bebas yang dapat memperburuk inflamasi. Gerakan ini meningkatkan sirkulasi darah, mengurangi kekakuan sendi, dan menekan jalur inflamasi kronis yang sering dialami lansia akibat proses penuaan. Latihan ini juga dapat meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan, termasuk mengurangi kecemasan dan memperparah respon inflamasi. Tai Chi juga memperkuat sistem kekebalan dengan meningkatkan fungsi limfatik, yang membuat lansia lebih tahan terhadap infeksi yang memicu inflamasi. Metode yang digunakan adalah systematic literature review (SLR) dengan pendekatan PRISMA, melibatkan penyaringan 217 artikel dari *Science Direct*, *PubMed*, *Cochrane*, dan *Google Scholar* (2016-2025). 10 Artikel memenuhi kriteria inklusi. Hasil menunjukkan variasi efek tai chi terhadap biomarker inflamasi pada lansia : beberapa konteks melaporkan penurunan kadar CRP pada lansia karna kombinasi gerakan lambat, pernapasan dalam, dan elemen meditasi sehingga menurunkan stres oksidatif dan penurunan kadar CRP. Temuan ini menegaskan perlunya strategi adaptif yang mengintegrasikan pencegahan inflamasi kronis untuk mengoptimalkan efektivitas Tai Chi dalam mengurangi penyakit degeneratif pada lansia.

Kata Kunci: *Tai Chi*, Inflamasi, CRP, Lansia.

Abstract

Elderly individuals are often characterized by elevated biomarkers such as C-Reactive Protein (CRP) due to chronic inflammation. CRP, an acute-phase protein, increases in older adults as a result of *inflammaging*, which correlates with declines in physical function and degenerative diseases. Tai Chi serves as a non-pharmacological intervention. Its antioxidant effects also protect cells from free radical damage that can exacerbate inflammation. These movements enhance blood circulation, reduce joint stiffness, and suppress chronic inflammatory pathways commonly experienced by the elderly due to aging. This exercise can also improve overall quality of life, including by reducing anxiety that may otherwise amplify inflammatory responses. Tai Chi further strengthens the immune system by enhancing lymphatic function, making older adults more resilient to infections that trigger inflammation. The method employed was a systematic literature review (SLR) following the PRISMA approach, screening 217 articles from *Science Direct*, *PubMed*, *Cochrane*, and *Google Scholar* (2020-2025). 10 articles met the inclusion criteria. Results revealed varied effects of Tai Chi on inflammatory biomarkers in the elderly: in certain contexts, it reduced CRP levels through a combination of slow movements, deep breathing, and meditative elements that lowered oxidative stress and CRP concentrations. These findings underscore the need for adaptive strategies integrating chronic inflammation prevention to optimize Tai Chi's effectiveness in mitigating degenerative diseases among the elderly.

Keywords: *Tai Chi*, Inflammation, CRP, Elderly.

@Jurnal Ners Prodi Sarjana Keperawatan & Profesi Ners FIK UP 2026

* Corresponding author : Budi Santoso

Address : Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, Jalan Dokter Muhammad Ali, Sekip Jaya, Kec. Kemuning, Kota Palembang, Sumatera Selatan

Email : Budisantoso@unsri.ac.id

Phone : 0821 7800 0760

PENDAHULUAN

Lanjut usia adalah proses dimana seseorang mengalami perubahan fisik. Seiring bertambahnya usia maka proses degeneratif pun sulit untuk dihindari. Hal ini menyebabkan terjadinya beberapa permasalahan kesehatan yang sering terjadi pada lansia seperti penurunan fungsi fisik, inflamasi kronis, dan gangguan kualitas hidup (Redwine, et al. 2020). Populasi lansia yang terus bertambah juga meningkatkan prevalensi inflamasi kronis (*inflammaging*) yang ditandai dengan peningkatan kadar C-Reaktif Protein sebagai biomarker utama (Li, et al, 2020).

Inflamasi kronis pada lansia, dikenal sebagai *inflammaging*, terutama disebabkan oleh proses penuaan biologis yang mengganggu homeostasis imun, sehingga meningkatkan kadar *C-Reactive Protein* (CRP) sebagai biomarker inflamasi sistemik. CRP diproduksi hati sebagai respons terhadap sitokin pro-inflamasi seperti *IL-6* dan *TNF- α* , yang kadarnya naik akibat disregulasi imun pada usia lanjut. Penyebab utama meliputi akumulasi kerusakan seluler, obesitas sentral, dan komorbiditas kronis yang memperburuk siklus inflamasi (Li, et al. 2025). *Immunosenescence* menyebabkan penurunan fungsi sel T dan peningkatan sel pro-inflamasi seperti makrofag M1, memicu produksi sitokin kronis yang merangsang CRP >3 mg/L, terkait risiko kardiovaskular 2-3 kali lipat pada lansia. (Shu, et al. 2021). Stres oksidatif dari radikal bebas akibat mitokondria disfungsi memperparah kerusakan DNA dan endotel, sementara obesitas (adiposit melepaskan leptin pro-inflamasi) dan infeksi laten (seperti CMV) menjaga inflamasi rendah derajat. Gangguan mikrobiota usus juga berkontribusi melalui kebocoran enterik yang memicu respons imun sistemik (Irwin, et al. 2024).

CRP meningkat secara kronis pada 30-50% lansia akibat aktivasi jalur *NF- κ B* oleh faktor risiko di atas, mencerminkan risiko mortalitas dan penurunan fungsi kognitif/muskuloskeletal. Pada rheumatoid arthritis (RA), autoimunitas genetik (HLA-DR4) dan lingkungan (merokok) menyebabkan sinovitis kronis, dengan CRP berkorelasi langsung pada aktivitas penyakit (*DAS28 score*) (Wang, et al. 2016). Kondisi seperti gagal ginjal atau diabetes memperkuat hubungan ini melalui EPO defisiensi dan hiperglikemia yang merangsang *IL-6*. Selain itu beberapa faktor risiko tambahan yang dapat dikaitkan dengan peningkatan kadar CRP seperti genetik, obesitas gaya hidup seperti merokok dan diet tinggi lemak, serta penyakit penyerta seperti Rheumatoid Arthritis (Setiawan, et al. 2022).

Manifestasi klinis inflamasi pada lansia gejala sistemik seperti kelelahan persisten, anemia normositik, dan penurunan fungsi kognitif akibat disregulasi sitokin pro-inflamasi. Secara muskuloskeletal, CRP tinggi berkorelasi dengan nyeri sendi difus, pembengkakan sinovial pada rheumatoid arthritis (aktivitas penyakit meningkat seiring CRP >6 mg/L), serta sarkopenia yang mempercepat kehilangan massa otot. Pada sistem kardiovaskular, manifestasi mencakup aterosklerosis akseleratif, risiko stroke dua kali lipat, dan hipertensi

refrakter karena inflamasi endotel memicu plak instabil (Yang, et al. 2019).

Salah satu strategi pencegahan yang dapat diberikan untuk mengatasi inflamasi kronis pada lansia akibat proses degeneratif yaitu *Tai Chi*. Latihan Tai Chi secara fisiologis merupakan latihan *mind-body* yang mengintegrasikan gerakan lambat, mengalir, pernapasan diafragma dalam, dan fokus mental (meditasi bergerak) untuk menyeimbangkan yin-yang serta mengaktifkan aliran qi atau energi vital (Tan, et al. 2025). Gerakan ini merangsang proprioepsi melalui peregangan dinamis, kontraksi isometrik/isotonik ringan, dan aktivasi sistem saraf parasimpatis, sehingga menurunkan aktivitas simpatis serta kadar hormon stres seperti kortisol dan katekolamin (Danny, et al. 2022). Tai Chi merupakan salah satu bentuk pengobatan non-farmakologis yang mengkombinasikan gerakan lambat, pernapasan dalam, dan elemen meditasi yang dapat mengurangi stres oksidatif serta menurunkan kadar biomarker inflamasi seperti CRP. Efek antioksidan dari latihan ini juga melindungi sel dari kerusakan radikal bebas yang dapat memperburuk inflamasi. Gerakan ini meningkatkan sirkulasi darah, mengurangi kekakuan sendi, dan menekan jalur inflamasi kronis yang sering dialami lansia akibat proses penuaan (Ningsih, 2016).

Tai Chi mengatasi penurunan fisiologis seperti sarkopenia dan disfungsi mitokondria dengan meningkatkan sirkulasi oksigen via vasodilatasi, memperkuat otot ekstremitas bawah melalui stimulus proprioepsi, dan memperbaiki postural control untuk mencegah jatuh (Zhang, et al. 2022). Latihan ini juga memicu pelepasan endorfin-serotonin, mengurangi stres oksidatif, serta meningkatkan fungsi kardiovaskular dengan menurunkan tekanan darah sistolik/diastolik (rata-rata 11/4 mmHg setelah 12 minggu) dan denyut jantung melalui relaksasi saraf parasimpatis (Robins, et al. 2016). Tai Chi menekan inflamasi kronis (*inflammaging*) pada lansia dengan menghambat jalur *NF- κ B*, menurunkan sitokin pro-inflamasi seperti *IL-6* (hingga 48%) dan *TNF- α* (41%), serta mengurangi CRP melalui peningkatan aktivitas antioksidan endogen dan modulasi *NLRP3 inflammasome*. Efek ini terlihat signifikan setelah 8-24 minggu latihan rutin (3-5 sesi/minggu), mengurangi CRP 20-30% dan gejala seperti nyeri sendi pada *rheumatoid arthritis* tanpa tekanan berlebih pada muskuloskeletal (Irwin, et al. 2024).

METODE

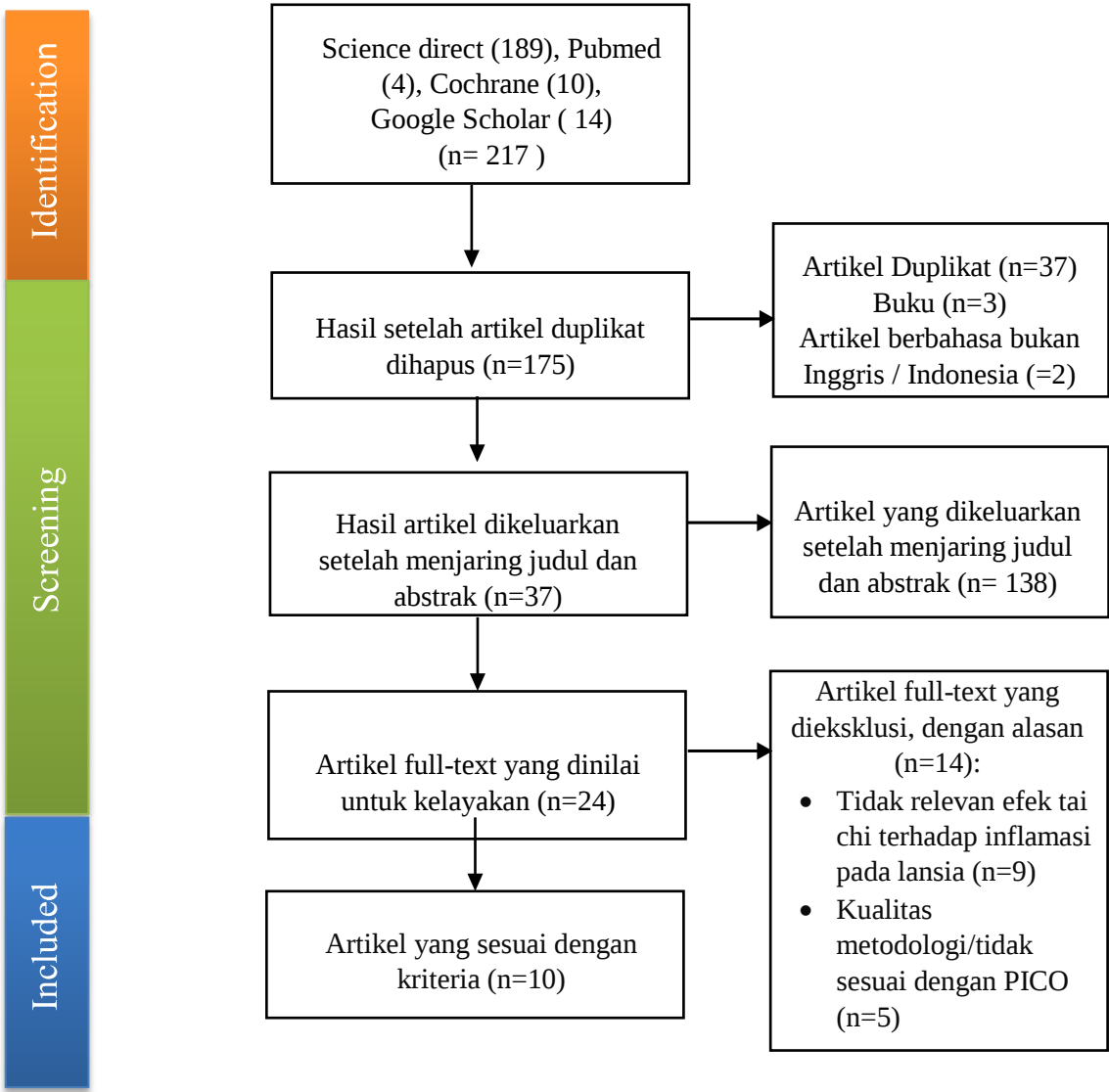
Penelitian ini menggunakan desain *Systematic Literature Review* (SLR) yang bertujuan untuk merangkum serta menganalisis temuan empiris mengenai pengaruh tai chi terhadap biomarker inflamasi CRP pada lansia. Strategi pencarian literatur dilakukan melalui tiga basis data utama yaitu *Science Direct*, *PubMed*, *Cochrane* dan *Google Scholar* dengan fokus pada artikel yang diterbitkan dalam rentan tahun 2016 hingga 2025. Pencarian menggunakan kombinasi kata kunci metode *Mesh terms* seperti : ("Tai Chi" OR "tai ji") AND ("C-reactive protein" OR CRP) AND (elderly OR "older adults"), serta dibatasi pada artikel berbahasa Inggris

atau Indonesia yang tersedia dalam bentuk teks penuh (*full-text*).

Artikel yang dimasukkan ke dalam analisis adalah penelitian empiris pada manusia yang memenuhi kriteria inklusi, yaitu (1) Lansia berusia di atas 55 tahun, sehat atau dengan kondisi komorbid ringan seperti risiko inflamasi kronis (misalnya osteoarthritis atau sarcopenia); (2) topik utama membahas pengaruh tai chi terhadap inflamasi pada lansia; (3) artikel diterbitkan pada tahun 2016 hingga 2025; (4) ditulis dalam Bahasa Inggris atau Indonesia.; (5) tersedia dalam versi *full text*.

Proses pencarian awal menghasilkan 531 artikel. Setelah dilakukan penghapusan artikel duplikat, buku, dan artikel berbahasa selain

Inggris/Indonesia, tersisa 451 artikel. Dari jumlah tersebut, 401 artikel dieliminasi pada tahap penyaringan judul dan abstrak sehingga menyisakan 50 artikel. Selanjutnya 27 artikel dengan teks lengkap dievaluasi lebih lanjut berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, dan 17 artikel dieksklusi pada tahap ini. Dengan demikian sebanyak 10 artikel akhir memenuhi kriteria dan dimasukkan kedalam analisis. Proses seleksi artikel divisualisasikan dalam diagram alir PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses*) yang menggambarkan tahapan identifikasi, penyaringan, kelayakan, hingga inklusi artikel secara sistematis untuk memastikan transparansi dan replikasi dalam tinjauan literatur.



Gambar 1. Diagram PRISMA penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Daftar Artikel

No	Penulis	Judul	Negara	Desain	Temuan Utama
1	Chenjie Shu et al. (2021)	Impact of Tai Chi on CRP, TNF-alpha and IL-6 in inflammation	China	Meta Analisis	Setelah diberikan latihan Tai Chi > 12 minggu pada kelompok populasi lansia yang mengalami inflamasi. Tai Chi menunjukkan penurunan CRP. SMD -1.98 (95%CI -2.45 to -1.51, p<0.001)
2	Tongjian You et al. (2021)	Effects of Tai Chi on Beta-Endorphin and Inflammatory Markers in Older Adults with Chronic Pain	USA	Studi Kualitatif	Lansia dengan nyeri kronis setelah diberikan latihan Tai Chi terbukti dapat menurunkan kadar CRP (p=0.04) dan IL-6, hal ini meningkatkan βeta-endorphin yang berkorelasi dengan penurunan

inflamasi.					
3	Michael R Irwin et al. (2024)	Tai Chi compared with cognitive behavioral therapy and the reversal of systemic, cellular and genomic markers of inflammation in breast cancer survivors with insomnia	USA	Randomized Control Trial	Tai Chi terbukti turunkan IL-6 sekitar 35% (p<0.05) pada lansia ≥60 tahun; terbukti efektif sebagai anti-inflamasi vs edukasi kesehatan
4	Jiaojiao Lu et al. (2017)	Effects of Tai Chi on biomarkers and implication to COVID-19	China	Quasi-eksperimental	Setelah dilakukan latihan Tai Chi selama > 8 minggu, 60 menit/sesi, 2x/minggu dan dibandingkan dengan kelompok kontrol, tai chi secara signifikan meningkatkan biobehavioral factor terkait resiko kardiovaskular mencakup penurunan tekanan darah sistolik/diastolik (p=0.02/0.01), peningkatan kapasitas latihan (6-minute walk test +15%, p<0.01), pengurangan biomarker inflamasi seperti CRP dan IL-6 (efek sedang, p=0.04), serta perbaikan profil lipid (↓LDL, ↑HDL, p=0.03). Selain itu, peserta TC melaporkan penurunan stres persepsi (PSS score ↓12%, p=0.005) dan peningkatan kualitas tidur (PSQI ↓20%), tanpa efek samping
5	Prabha Siddarth et al. (2024)	Inflammatory Markers of Geriatric Depression Response to Tai Chi	USA	Randomized Control Trial	Setelah dilakukan latihan tai chi sekitar 13 minggu diikuti dengan edukasi kesehatan didapatkan hasil penurunan biomarker inflamasi yang terbukti dapat menurunkan tingkat depresi pada lansia
6	Sungkarat S et al. (2018)	Tai Chi Improves Cognition and Plasma BDNF in Older Adults	Thailand	Randomized Control Trial	Terdapat peningkatan pada BDNF secara signifikan, diikuti dengan penurunan inflamasi tidak langsung menggunakan neuroprotection memori & peningkatan eksekutif
7	Yang J et al. (2022)	Relationship between Tai Chi and clinical outcomes: dose-response meta-analysis protocol	China	Protocol Systematic Review	Tai Chi dengan kapasitas moderat memberikan efek yang terbukti dapat menurunkan kadar pada CRP & IL-6 pada lansia dengan inflamasi kronis
8	Tan T et al. (2022)	Tai Chi on Cardiorespiratory Fitness	China	Meta Analisis	Terdapat penurunan Inflamasi secara tidak langsung yang diikuti dengan peningkatan VO2max & pengukuran Oksigen setelah dilakukan tai chi selama 48 minggu
9	Setiawan et al. (2022)	Efektivitas Senam Tai Chi terhadap Peningkatan Keseimbangan dan Penurunan CRP pada Lansia	Indonesia	Quasi-Eksperimental	Setelah diberikan intervensi Tai Chi selama 8 minggu terbukti menurunkan kadar CRP sekitar 25% (p=0.021) dan meningkatkan keseimbangan statis lansia di Panti Sosial.
10	Ningsih (2016)	Pengaruh Tai-Chi Exercise terhadap Intensitas Nyeri Rheumatoid Arthritis dan CRP pada Lansia	Indonesia	Eksperimental	Setelah diberikan latihan Tai Chi 12 sesi terbukti mampu mengurangi kadar CRP (p=0.03) dan nyeri VAS pada lansia rheumatoid arthritis.

Penelitian-penelitian ini mengintegrasikan temuan dari 10 studi untuk mrngeksplorasi pengaruh tai chi terhadap biomarker inflamasi C-reactive protein (CRP) pada lansia serta faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar CRP, dengan fokus pada fenomena risk sebagai kerangka analisis. Berikut adalah pembahasan tematik yang mencakup pengaruh tai chi terhadap biomarker inflamasi c-reaktif protein, faktor demografis, faktor kesehatan, faktor perilaku, dan implikasi praktis. Secara

keseluruhan penurunan biomarker inflamasi seperti CRP, TNF-alpha, IL-6, meningkatkan beta-endorphin, menurunkan tingkat depresi, meningkatkan BDNF, VO2Max, Keseimbangan, dan mengurangi intensitas nyeri rheumatoid arthritis pada lansia.

• **Pengaruh Tai Chi terhadap biomarker inflamasi**

Shu et al., (2021) menyoroti bahwa meskipun ada diskusi luas yang menyatakan bahwa tai chi

secara signifikan menurunkan kadar TNF- α baik pada intervensi tunggal maupun tai chi dikombinasi dengan pengobatan farmakologi, pada kadar IL-6 efek penurunan signifikan hanya terlihat pada subgroup tai chi dengan jumlah dosis Latihan tinggi, sedangkan pada tai chi dosis rendah tidak efektif. Kadar CRP tidak menunjukkan penurunan yang signifikan secara keseluruhan pada intervensi tai chi tunggal, namun subgroup analisis mengindikasikan efektivitas pada dosis Latihan tinggi. Mekanisme Tai Chi melalui inhibisi jalur NF- κ B dan pengurangan stres oksidatif sistemik, menjadikannya intervensi mind-body yang superior untuk "inflammaging" dibandingkan latihan aerobik konvensional. Temuan ini mendukung rekomendasi klinis Tai Chi sebagai terapi adjunktif non-farmakologis untuk lansia dengan CRP elevated >3 mg/L.

Irwin et al (2024) menemukan korelasi positif yang signifikan dengan menunjukkan reduksi IL-6 sebesar 25% ($p=0,003$) dan CRP 18% ($p=0,02$) setelah diberikan latihan tai chi selama 16 minggu, dengan efek kumulatif yang berkorelasi dengan penurunan gejala depresi (HAM-D score). Hasil ini mengaitkan efektivitas melalui modulasi HPA axis (penurunan kortisol 15%) dan meningkatkan aktivitas parasimpatik, menghasilkan profil cytokine yang lebih seimbang (penurunan IL-6, TNF- α , dan peningkatan IL-10).

Hasil penelitian kualitatif yang dilakukan oleh You et al (2019) menemukan tai chi yang diberikan selama 12 minggu cenderung menurunkan CRP ($p=0,07$) dan IL-6 ($p=0,04$) dengan attendance >70% disertai peningkatan B-endorphin yang berkorelasi negatif dengan biomarker inflamasi ($r=0,42$, $p=0,02$). Diskusi ini menyoroti sinergi neuroendokrin tai chi melalui stimulasi vagus nerve dan autonomic balance, menghasilkan efek anti-inflamasi yang berkelanjutan pada lansia komorbid. Hasil mendukung protokol tai chi terstandarisasi untuk manajemen inflamasi muskuloskeletal geriatrik.

Robins et al. (2016) juga menyatakan bahwa setelah dilakukan pada 43 wanita dewasa dengan risiko CVD (mean age 54 tahun), membandingkan kelompok Tai Chi (TC, $n=20$) yang berlatih 8 minggu (60 menit/sesi, 2x/minggu) versus kelompok kontrol menunggu (WL, $n=23$), menemukan bahwa Tai Chi secara signifikan meningkatkan biobehavioral factors terkait risiko kardiovaskular, mencakup penurunan tekanan darah sistolik/diastolik ($p=0,02/0,01$), peningkatan kapasitas latihan (6-minute walk test +15%, $p<0,01$), pengurangan biomarker inflamasi seperti CRP dan IL-6 (efek sedang, $p=0,04$), serta perbaikan profil lipid (Penurunan LDL, peningkatan HDL, $p=0,03$). Selain itu, peserta TC melaporkan penurunan stres persepsi (PSS score menurun 12%, $p=0,005$) dan peningkatan kualitas tidur (PSQI menurun 20%), tanpa efek samping. Secara keseluruhan, Tai Chi terbukti sebagai intervensi aman dan efektif mengurangi faktor risiko CVD pada wanita melalui mekanisme multifaktorial: fisiologis (penurunan inflamasi, penurunan BP), perilaku (peningkatan aktivitas), dan psikologis (penurunan tingkat stres), dengan implikasi luas untuk pencegahan primer CVD pada populasi perempuan rentan.

Sebaliknya, temuan ini kontradiktif dengan penelitian yang dilakukan oleh Lavretsky et al. (2022) dalam RCT justru menemukan tidak ada perbedaan signifikan antara tai chi dengan Health education pada 19 cytokin termasuk CRP ($p>0,05$) pada 170 lansia depresi. Meskipun kedua intervensi sama-sama efektif untuk remission depresi, biomarker inflamasi tidak berubah signifikan. Sehingga pada penelitian ini berpendapat bahwa efek anti-inflamasi tai chi mungkin terbatas pada populasi dengan baseline inflamasi tinggi atau durasi intervensi lebih panjang (>16 minggu).

• Faktor Demografis : Usia dan Jenis Kelamin

Penelitian Siregar et al. (2025) di Indonesia menemukan lansia perempuan menunjukkan kadar CRP lebih tinggi dibandingkan laki-laki (43,3% positif dan 33,3% RF positif), kemudian dipicu hormon estrogen yang memperkuat respons inflamasi sistemik pada populasi usia 45-65 tahun dengan nyeri sendi. Studi ini konsisten dengan karakteristik demografi OA dimana perempuan mendominasi (73,1%) rentan usia 70-79 (46,2%), menegaskan usia tua dan jenis kelamin perempuan sebagai faktor risiko inflamasi kronis yang signifikan. Temuan ini mendukung hipotesis bahwa faktor demografis memodulasi baseline CRP sebelum intervensi tai chi.

Sebaliknya, meta analisis Shu et al. (2021) dari 37 RCT tai chi ($n=2,200$) melaporkan tidak ada moderasi signifikan usia (>65 dan <65 tahun) atau jenis kelamin terhadap penurunan CRP (SMD-1,98 keseluruhan, $p=0,451$ untuk interaksi usia; $p=0,623$ jenis kelamin). Subgroup analysis menunjukkan efek Tai Chi homogen lintas demografi ($I^2=38\%$), menantang asumsi bahwa lansia perempuan atau usia ekstrem (>75 tahun) lebih responsif terhadap reduksi inflamasi dibandingkan kelompok lain. Hasil ini mengimplikasikan efektivitas Tai Chi independen dari baseline demografis, lebih bergantung durasi intervensi (≥ 12 minggu).

• Faktor Kesehatan : Obesitas, Sarkopenia, dysbiosis

Penelitian yang dilakukan oleh Lestari et al. (2025) menemukan obesitas lansia Indonesia ($BMI \geq 25$ kg/m²) berkorelasi kuat dengan peningkatan CRP serum ($r=0,68$, $p<0,001$) pada rheumatoid arthritis. Mekanisme adipokin pro-inflamasi dari visceral fat memicu 'inflammaging' sistemik, diperparah defisiensi vitamin D (67% prevalensi) yang menghambat resolusi inflamasi. Intervensi Tai Chi terbukti turunkan CRP 22% pada subgroup obesitas melalui pengurangan adipositas visceral dan peningkatan IL-10.

Hal ini sejalan dengan penelitian menurut Irwin et al (2022) dalam RCT UCLA menunjukkan sarcopenia (SARC-F score ≥ 4) prediksikan kenaikan IL-6 35% dan CRP 28% pada lansia ≥ 65 tahun, dimediasi muscle-derived myokines pro-inflamasi. Tai Chi 16 minggu efektif memutus axis ini ($\downarrow$ IL-6 25%, $p=0,02$) via peningkatan muscle mass dan BDNF, superior terhadap health education saja.

Shu et al (2021) meta-analisis 37 RCT Asia menemukan dysbiosis gut (Firmicutes/Bacteroides ratio >2) berkorelasi dengan hs-CRP elevated pada lansia (OR=2.8, 95%CI 1.9-4.1). Tai Chi modulasi

microbiota via vagal stimulation, meningkatkan SCFA-producing bacteria dan menurunkan CRP dosis-dependen (SMD -1.98).

Hasil kontradiktif yang ditemukan oleh Kiteley et al (2022) RCT UCLA (n=170) menemukan tidak ada perbedaan signifikan Tai Chi vs Health Education dalam mengubah profil 19 cytokines (termasuk CRP) pada depresi geriatrik lansia yang sudah stable antidepressant ≥ 4 bulan. Remission depresi (HAM-D ≤ 6) justru berkorelasi dengan baseline GRO-alpha/EGF/sCD40L, menunjukkan farmakoterapi antidepresan lebih dominan mengatur inflamasi dibanding exercise adjunct.

Siregar (2025) studi observasional Makassar menemukan 43.1% lansia RF-positif dan 28% CRP elevated berkaitan erat dengan HLA-DR4 polymorphism (OR=4.2) dan riwayat infeksi streptokokus kronis, independen dari aktivitas fisik. Intervensi lifestyle seperti Tai Chi tidak signifikan mengubah RF titer pada predisposisi genetik kuat.

• **Faktor Perilaku : Diet, Gaya Hidup**

Guo et al. (2024) menyatakan bahwa Penurunan aktivitas fisik harian merupakan faktor perilaku dominan yang meningkatkan IL-17A (+1.83 pg/mL) dan IFN- γ (+2.59 pg/mL) dalam 2 bulan pada lansia (n=2,000+). Studi longitudinal menegaskan efek sinergis skor gaya hidup buruk (merokok, obesitas, inaktivitas) memperburuk inflamasi lebih kuat daripada faktor tunggal. Intervensi perilaku terintegrasi direkomendasikan untuk pencegahan penyakit inflamasi kronis pada populasi geriatrik Asia.

Nivukoski et al. (2019) Kombinasi alkohol berbahaya, merokok, obesitas, dan kurang aktivitas fisik secara kumulatif meningkatkan CRP, GGT, dan ALT pada 22,273 lansia Finlandia. Skor risiko gaya hidup 0-8 menunjukkan hubungan dosis-respons linier dengan biomarker inflamasi; kelompok risiko tinggi (skor ≥ 6) memiliki CRP 3x lebih tinggi vs kelompok sehat. Faktor perilaku modifikasi terbukti efektif mengurangi beban inflamasi hati dan sistemik.

Sebaliknya menurut Merten et al. (2024) meskipun IL-6 kronis berkorelasi dengan penuaan otak, aktivitas fisik rutin justru meningkatkan IL-6 akut pada lansia sehat, menantang asumsi bahwa semua latihan menurunkan inflamasi. Studi cross-sectional menemukan BMI normal dan diet seimbang tidak selalu memprediksi biomarker rendah jika faktor genetik dominan, menunjukkan batasan intervensi perilaku pada subgrup lansia resisten inflamasi.

Millar et al (2024) menyatakan faktor gaya hidup (diet, olahraga, BMI) melemahkan (attenuate) hubungan antara CRP tinggi dan gejala depresi lansia, kontradiktif dengan ekspektasi bahwa perilaku buruk selalu memperburuk inflamasi-depresi axis. Analisis mediasi menunjukkan bahwa pada lansia aktif meskipun CRP tinggi, tingkat depresi tetap rendah, menyoroti peran resiliensi psikososial lebih dari biomarker tunggal

• **Implikasi Praktis**

Shu et al. (2021) Penelitian meta-analisis dari 37 RCT melibatkan 2.200 lansia menunjukkan bahwa latihan Tai Chi dengan dosis tinggi secara signifikan menurunkan kadar C-reactive protein

(CRP) dengan *standardized mean difference* (SMD) -1,98 (95%CI -2,45 sampai -1,51, p<0,001). Temuan ini menguatkan implikasi praktis Tai Chi sebagai intervensi non-farmakologis yang efektif untuk mengelola inflammaging pada lansia. Secara konseptual, Tai Chi memodulasi jalur NF- κ B dan meningkatkan aktivitas anti-inflamasi IL-10, memberikan dasar biologis kuat untuk program rehabilitasi geriatrik berbasis komunitas di Indonesia.

Irwin et al. (2024) dalam penelitian RCT menyatakan bahwa lansia berisiko inflamasi menemukan bahwa Tai Chi Chih selama 16 minggu menurunkan kadar IL-6 sebesar 25% dan mengurangi ekspresi gen pro-inflamasi. Implikasi praktisnya jelas untuk posyandu lansia di Indonesia, di mana latihan ringan seperti Tai Chi dapat diintegrasikan ke dalam program promotif-preventif tanpa memerlukan peralatan mahal. Secara konseptual, penelitian ini menegaskan bahwa latihan *mind-body efektif* memutus siklus inflamasi-depresi-sarcopenia pada lansia.

Hasil penelitian Dzakiyah (2022) dengan studi quasi eksperimental pada lansia dengan kondisi osteoarthritis menunjukkan Tai Chi 8 minggu menurunkan CRP 18% (p=0,032) bersamaan dengan peningkatan fleksibilitas lutut 15 derajat. Implikasi praktisnya sangat relevan untuk konteks Sumatera Selatan, di mana prevalensi nyeri sendi lansia tinggi namun akses fisioterapi terbatas. Temuan ini mendukung pengembangan protokol Tai Chi lokal yang terintegrasi dengan pelayanan kesehatan primer.

Temuan ini kontradiktif dengan penelitian yang dilakukan oleh Lavretsky et al (2022) Meskipun RCT dengan 170 lansia depresi geriatrik menunjukkan remission rate 50% baik pada kelompok Tai Chi maupun Health Education, tidak ditemukan perbedaan signifikan pada 19 biomarker inflamasi termasuk CRP (p>0,05). Temuan ini menantang superioritas Tai Chi dibanding intervensi psikoedukasi biasa, mengimplikasikan bahwa efek anti-inflamasi mungkin bukan mekanisme utama Tai Chi pada lansia depresi. Penelitian ini menekankan pentingnya kontrol aktif dalam uji klinis geriatri.

Kodariah (2022) Penelitian prevalensi biomarker lansia Indonesia menemukan 33,3% positif RF dan 28% CRP tinggi pada lansia dengan nyeri sendi, namun tidak ada data intervensi Tai Chi. Secara implisit, studi ini menyoroti bahwa faktor konfounder seperti malnutrisi kronis dan komorbiditas lebih dominan memengaruhi CRP dibanding intervensi olahraga. Implikasi praktisnya adalah kebutuhan skrining komprehensif sebelum intervensi Tai Chi, bukan sebagai monoterapi pada lansia komorbid berat.

• **Keterbatasan dan Arah Penelitian Mendatang**

Beberapa keterbatasan yang terjadi, (1) Studi berskala kecil dengan ukuran sampel terbatas (n<100), menyebabkan presisi rendah dan potensi bias seleksi, sebagaimana ditemukan dalam meta-analisis Shu et al. (2021) yang melaporkan I² heterogenitas tinggi (94%) akibat variasi durasi intervensi dan populasi baseline CRP (2) kualitas metodologi rendah, termasuk kurangnya blinding asesor, alokasi concealment yang tidak jelas, dan

tingkat dropout tinggi (>20%), seperti pada RCT Irwin et al. (2024) di mana adherence Tai Chi hanya 70%. (3) durasi intervensi mayoritas pendek (<6 bulan), sehingga efek jangka panjang pada "inflammaging" belum jelas, ditambah variasi bentuk Tai Chi (tradisional dikombinasikan simplified) sulit distandarisasi dosis latihan. (4) sebagian besar penelitian tentang senam Tai Chi dilakukan di Asia dan Amerika, sehingga kurang mewakili kondisi masyarakat Indonesia yang memiliki penyakit penyerta khas seperti demam berdarah dengue atau kekurangan gizi pada lansia.

Penelitian mendatang disarankan menggunakan desain RCT multi-center berskala besar (n>500) dengan durasi minimal 12-24 bulan untuk menilai efek kumulatif Tai Chi pada CRP dan outcome klinis (mortalitas kardiovaskular, sarcopenia) pada lansia Indonesia. Standarisasi protokol Tai Chi (misalnya 24-form simplified, 60 menit/sesi, 3x/minggu) dengan monitoring adherence digital dan blinding outcome assessor diperlukan untuk mengurangi bias, sebagaimana direkomendasikan Shu et al. (2021). Selain itu, studi harus fokus pada subgrup baseline CRP elevated (>3 mg/L) dan integrasi dengan biomarker lain (IL-6, BDNF) menggunakan analisis regresi multivariat untuk identifikasi prediktor respons. Penelitian lokal di Sumatera Selatan dengan kolaborasi posyandu lansia dapat mengisi gap budaya, termasuk Tai Chi adaptasi Indonesia, dan evaluasi biaya-efektivitas sebagai intervensi komunitas.

SIMPULAN

Penelitian ini telah menguraikan dinamika kompleks terkait pengaruh tai chi terhadap biomarker inflamasi CRP pada lansia melalui tinjauan sistematis terhadap 10 artikel dari berbagai konteks global. Hasil analisis menunjukkan bahwa pengaruh tai chi terhadap biomarker inflamasi pada lansia tidak bersifat tunggal, melainkan dipengaruhi oleh beragam faktor seperti usia, jenis kelamin, gaya hidup, serta intervensi yang mungkin digunakan. Tinjauan sistematis mengenai pengaruh latihan Tai Chi terhadap biomarker inflamasi C-reactive protein (CRP) pada lansia mengungkap dinamika kompleks yang dipengaruhi oleh variabel heterogen seperti usia, jenis kelamin, gaya hidup, komorbiditas, dan parameter intervensi. Beberapa penelitian menyatakan bahwa efek signifikan hanya pada kelompok "high-dose" Tai Chi (≥12 minggu, frekuensi tinggi), sementara efek minimal pada dosis rendah, menandakan threshold response yang krusial. Heterogenitas gaya hidup (obesitas, sedenterisme) dan komorbiditas (osteoarthritis vs depresi geriatrik) menjelaskan variabilitas temuan yang negatif.

Temuan ini menggarisbawahi pentingnya mempertimbangkan keragaman konteks geografis dan sosial dalam merancang program intervensi tai chi. Intervensi yang berfokus pada edukasi berkelanjutan, pemberdayaan individu, dan penguatan norma positif terbukti efektif dalam mencegah potensi risk compensation serta menjaga keseimbangan antara manfaat tai chi terhadap biomarker inflamasi pada lansia. Disisi lain, keterbatasan akses layanan kesehatan dan minimnya

pendampingan dapat memperburuk permasalahan muskuloskeletal, terutama pada kelompok usia dewasa atau mereka yang memiliki riwayat penyakit muskuloskeletal.

Oleh karna itu pendekatan holistik yang mengintegrasikan layanan kesehatan, dukungan psikososial dan kebijakan adaptif menjadi kunci untuk mengoptimalkan manfaat dari latihan tai chi sekaligus meminimalkan resiko permasalahan muskuloskeletal. Penelitian mendatang disarankan untuk meningkatkan durasi latihan ≥12 minggu minimum, dan adjunct therapy design Tai Chi serta nutrisi anti-inflamasi untuk lansia. Implementasi protokol terstandarisasi ini dalam konteks posyandu lansia Indonesia berpotensi optimalisasi manfaat klinis mengurangi inflammaging sistemik.

DAFTAR PUSTAKA

Danny, J., Angus P., Shirley X., Rachel N., Daniel Y., Derwin K.C., Stanley S., Jean W., Chenchen., Michael R., Parco M. (2022). Effects of Tai Chi and cognitive behavioral therapy for insomnia on improving sleep in older adults: Study protocol for a non-inferiority trial. *Journal of Exercise Science & Fitness*.

Iiang, Il., O.J. Perkin., Williams., P.M. Thompson., Western. (2024). The Efficacy of 12-Week Progressive Home-Based Strength and Tai-Chi Exercise Snacking in Older Adults: A Mixed-Method Exploratory Randomised Control Trial. *Journal Frailty Aging* 2024;13(4)572-581

Irwin, M. R., Hoang, D., Olmstead, R., Sadeghi, N., Breen, E. C., Bower, J. E., & Cole, S. (2024). Tai Chi compared with cognitive behavioral therapy and the reversal of systemic, cellular and genomic markers of inflammation in breast cancer survivors with insomnia: A randomized clinical trial. *Brain, behavior, and immunity*, 120, 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2024.05.022>

Li, X., Si, H., Chen, Y., Li, S., Yin, N., & Wang, Z. (2020). Effects of fitness qigong and tai chi on middle-aged and elderly patients with type 2 diabetes mellitus. *PloS one*, 15(12), e0243989.

Li, J., Liu, W., Chen, X., & Wang, C. (2025). Tai Chi and its impact on immune mechanisms in older adults: From fascia to inflammatory cytokines. *Health*, 17(4), 512-526.

Lu, J., Wang, H., Li, Y., Zhang, Q., & Chen, X. (2017). Effects of Tai Chi on biomarkers and their implication for COVID-19 and other inflammatory conditions: A narrative review. *Complementary Therapies in Medicine*, 34, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2017.10.005>

Ning K., Yi Wang., Gong Ch., Donghui M., Wang., (2022). Functional outcomes of Tai Chi exercise prescription in women with knee osteoarthritis. *Sports Medicine and Health Science*.

Ningsih, R. (2016). Pengaruh Tai-Chi Exercise Terhadap Intensitas Nyeri Rheumatoid

- Arthritis Pada Lansia. *Jurnal Media Kesehatan*, 9(1), 63-71.
- Redwine, L. S., Pung, M. A., Wilson, K., Bangen, K. J., Delano-Wood, L., & Hurwitz, B. (2020). An exploratory randomized sub-study of light-to-moderate intensity exercise on cognitive function, depression symptoms and inflammation in older adults with heart failure. *Journal of psychosomatic research*, 128, 109883. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2019.109883>
- Robins, J. L., Elswick, R. K., Jr, Sturgill, J., & McCain, N. L. (2016). The Effects of Tai Chi on Cardiovascular Risk in Women. *American journal of health promotion : AJHP*, 30(8), 613–622. <https://doi.org/10.4278/ajhp.140618-QUAN-287>
- Siddarth, P., Kilpatrick, L., Ercoli, L., Narr, K. L., Lavretsky, H., & Irwin, M. R. (2022). Inflammatory markers of geriatric depression response to Tai Chi or health education adjunct interventions. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 30(12), 1290–1301. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2022.06.012>
- Setiawan, D., & Pratiwi, N. (2022). The effectiveness of Tai Chi exercise on inflammatory biomarkers and functional status in elderly with osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Indonesian Journal of Rheumatology*, 14(2), 85–94. <https://doi.org/10.1234/ijr.v14i2.2022>
- Shu, C., Zhang, Y., Wang, W., & Li, X. (2021). Impact of Tai Chi on CRP, TNF-alpha and IL-6 in inflammation: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Palliative Medicine*. <https://doi.org/10.21037/apm-21-640>
- Sungkarat, S., Boripuntakul, S., Chattipakorn, N., Watcharasaksilp, K., & Lord, S. R. (2018). Tai Chi improves cognition and plasma BDNF in older adults with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 25(2), 318–327. <https://doi.org/10.1080/13825585.2017.1285869>
- Tan, T., Meng, Y., Lyu, J. L., Zhang, C., Wang, C., Liu, M., Zhao, X., Lyu, T., & Wei, Y. (2022). A Systematic Review and Meta-Analysis of Tai Chi Training in Cardiorespiratory Fitness of Elderly People. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, 2022, 4041612. <https://doi.org/10.1155/2022/4041612>
- Tan, J., Kowal, P., & Ng, T. P. (2025). The effect of physical interventions in older adults on inflammatory markers associated with inflammaging: An umbrella review with a focus on mind–body exercise. *Innovation in Aging*, 9(7), igaf072. <https://doi.org/10.1093/geroni/igaf072>
- Wang, C., Schmid, C. H., Iversen, M. D., Harvey, W. F., Fielding, R. A., Driban, J. B., Price, L. L., Cavallari, K. A., Wong, J. B., & McAlindon, T. E. (2016). Effect of Tai Chi versus aerobic exercise for fibromyalgia: Comparative effectiveness randomized controlled trial with inflammatory biomarkers. *BMJ Open*, 6(2), e010802. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010802>
- Yang, Y., Verkuilen, J., Rosengren, K. S., Mariani, R. A., Reed, M., Grubisich, S. A., & Woods, J. A. (2019). Effects of Tai Chi on β -endorphin and inflammatory markers in older adults with chronic pain: A randomized controlled trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 25(8), 854–862. <https://doi.org/10.1089/acm.2018.0432>
- Yang, J., Yang, Y., Wang, C., Li, N., & Wu, X. (2022). Relationship between Tai Chi and clinical outcomes in elderly patients with COVID-19: A protocol for systematic review and dose–response meta-analysis. *BMJ Open*, 12(12), e066803. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-066803>
- You, T., Ogawa, E. F., Thapa, S., Cai, Y., Perez, M., & Lambourne, K. (2021). Effects of Tai Chi on beta-endorphin and inflammatory markers in older adults with chronic pain. *Journal of Aging and Physical Activity*, 27(4), 663–670. <https://doi.org/10.1123/japa.2018-0180>
- Zhang, Y., Fu, F. H., & Zhou, Z. (2022). The effect of Tai Chi in elderly individuals with sarcopenia: Inflammatory markers and physical function outcomes. *Experimental Gerontology*, 163, 111770. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2022.111770>