DAFTAR ISI

Halaman Judul ……..……..... i
Halaman Pengesahan ……... ii
Identitas Dan Uraian Umum ..…… iii
DAFTAR ISI 1
RINGKASAN PROPOSAL 2
BAB 1. PENDAHULUAN 3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA 6
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN 9
BAB 4. JADWAL PENELITIAN 14
BAB 5. RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB) 15
DAFTAR PUSTAKA 16
LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN 18
LAMPIRAN 2. SURAT KESEDIAAN BERKOMITMEN 19

RINGKASAN PROPOSAL

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan tingginya paparan faktor lingkungan dan stres kerja kronis yang dialami pekerja lapangan perkotaan, yang diduga dapat memicu inflamasi sistemik derajat rendah dan peningkatan stres oksidatif sehingga berpotensi memengaruhi fungsi eksekutif pada usia produktif. Sampai saat ini, penelitian yang mengevaluasi hubungan biomarker inflamasi dan stres oksidatif dengan fungsi neurokognitif pada pekerja lapangan masih terbatas, terutama di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan inflamasi sistemik yang dinilai menggunakan C-reactive protein high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) serta stres oksidatif yang dinilai menggunakan Malondialdehyde Malondialdehyde (MDA) dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan usia produktif. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pengembangan occupational precision health dan rehabilitasi preventif berbasis biomarker molekuler pada pekerja perkotaan. Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional terhadap 100 pekerja lapangan yang terdiri atas petugas penyapu jalan, petugas taman, petugas air, dan petugas lapangan lainnya di Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat. Pemeriksaan hs-CRP dilakukan menggunakan metode ELISA, sedangkan pemeriksaan MDA dilakukan dengan metode TBARS menggunakan spektrofotometri. Penilaian fungsi eksekutif dilakukan menggunakan Stroop Test Stroop Test. Topik penelitian ini sejalan dengan roadmap penelitian ketua peneliti periode 2025–2026 yang berfokus pada kebugaran sistem saraf dan terapi regeneratif sistem saraf, serta mendukung Road Map Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti dalam bidang Precision Medicine, Biomedicine, Clinical, Behavior, dan Rehabilitasi. Selain itu, penelitian ini juga mendukung pengembangan pilar Green Healthy Life melalui pendekatan promotif dan preventif kesehatan pekerja perkotaan. Mitra penelitian adalah pekerja lapangan “Pasukan Pelangi” Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat. Luaran yang ditargetkan meliputi 1 artikel ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi, 1 Hak Kekayaan Intelektual (HKI), dan 1 bahan ajar berbasis hasil penelitian.

Kata Kunci :
Inflamasi sistemik; stres oksidatif; hs-CRP; Malondialdehyde; fungsi eksekutif

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pekerja lapangan memiliki peranan penting dalam menjaga fungsi dan kualitas lingkungan perkotaan. Kelompok ini mencakup petugas penyapu jalan, petugas taman, petugas air, serta pekerja lapangan lainnya yang menjalankan aktivitas fisik rutin di lingkungan terbuka. Dalam menjalankan pekerjaannya, mereka tidak hanya menghadapi beban fisik yang cukup tinggi, tetapi juga terpapar berbagai faktor lingkungan seperti debu, polusi udara, panas, serta stres kerja kronis. Kombinasi antara aktivitas fisik berkepanjangan dan paparan lingkungan tersebut diduga dapat memicu perubahan biologis dalam tubuh, terutama berupa inflamasi sistemik derajat rendah dan peningkatan stres oksidatif. Kondisi ini semakin mendapat perhatian karena berpotensi memengaruhi kesehatan fisik maupun fungsi saraf pusat pada usia produktif (Zelzer et al., 2018).

Dalam beberapa tahun terakhir, inflamasi kronis ringan dan stres oksidatif menjadi topik yang berkembang pesat dalam bidang rehabilitasi medik dan precision medicine. Inflamasi sistemik derajat rendah umumnya ditandai dengan peningkatan biomarker inflamasi seperti high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP). Sementara itu, stres oksidatif terjadi ketika produksi reactive oxygen species (ROS) melebihi kapasitas sistem antioksidan tubuh sehingga menyebabkan kerusakan seluler. Salah satu biomarker yang paling sering digunakan untuk menggambarkan kondisi tersebut adalah Malondialdehyde (MDA), yaitu produk akhir lipid peroxidation yang terbentuk akibat kerusakan membran sel oleh radikal bebas (Boccardi et al., 2025).

Inflamasi dan stres oksidatif diketahui saling berhubungan dan dapat memperkuat satu sama lain. Peningkatan ROS dapat mengaktivasi jalur inflamasi seperti nuclear factor kappa B (NF-κB), sedangkan sitokin proinflamasi juga dapat meningkatkan pembentukan radikal bebas. Siklus ini pada akhirnya dapat menyebabkan kerusakan jaringan secara progresif dan berkontribusi terhadap berbagai gangguan kesehatan kronis, termasuk penyakit metabolik, gangguan kardiovaskular, hingga gangguan neurodegeneratif (Boccardi et al., 2025).

Selain berdampak pada organ perifer, inflamasi sistemik dan stres oksidatif juga diketahui dapat memengaruhi sistem saraf pusat. Area otak yang paling rentan adalah prefrontal cortex, yaitu bagian otak yang berperan penting dalam fungsi eksekutif. Fungsi eksekutif meliputi kemampuan mempertahankan perhatian, inhibitory control, fleksibilitas kognitif, serta kecepatan pemrosesan informasi. Fungsi-fungsi tersebut sangat penting dalam menunjang aktivitas kerja sehari-hari, terutama pada pekerja lapangan yang memerlukan koordinasi motorik, konsentrasi, dan pengambilan keputusan yang baik selama bekerja. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa inflamasi kronis ringan dan stres oksidatif dapat memicu neuroinflammation, mengganggu neuroplasticity, dan berkontribusi terhadap penurunan performa kognitif bahkan pada individu usia produktif (Tatzber et al., 2022).

Paparan lingkungan kerja juga diduga berperan dalam meningkatkan inflamasi dan oxidative stress pada pekerja. Beberapa penelitian melaporkan bahwa pekerja dengan aktivitas fisik berat dan paparan lingkungan tertentu memiliki kadar hs-CRP dan biomarker stres oksidatif yang lebih tinggi dibandingkan pekerja kantor. Kondisi tersebut cenderung lebih jelas ditemukan pada pekerja dengan durasi kerja panjang dan paparan kronis terhadap faktor lingkungan seperti polusi udara dan debu (Ahmad et al., 2022).

Meskipun hubungan antara inflamasi, stres oksidatif, dan penyakit kronis telah banyak dipelajari, penelitian yang secara khusus menghubungkan biomarker inflamasi dan stres oksidatif dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan perkotaan masih sangat terbatas, terutama di Indonesia. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada performa fisik atau gangguan metabolik, sedangkan aspek neurokognitif pada pekerja usia produktif masih jarang dievaluasi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan inflamasi sistemik derajat rendah dan stres oksidatif dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan usia produktif. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan pendekatan occupational precision health dan rehabilitasi preventif berbasis biomarker molekuler pada pekerja perkotaan.

1.2. Perumusan Masalah

1. Apakah terdapat hubungan antara inflamasi sistemik derajat rendah yang dinilai menggunakan C-reactive protein hs-CRP dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan usia produktif?
2. Apakah terdapat hubungan antara stres oksidatif yang dinilai menggunakan Malondialdehyde MDA dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan usia produktif?
3. Apakah terdapat perbedaan kadar hs-CRP dan MDA berdasarkan kelompok pekerjaan pada pekerja lapangan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Menganalisis hubungan inflamasi sistemik derajat rendah dan stres oksidatif dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan usia produktif.

Tujuan Khusus

1. Menganalisis hubungan kadar hs-CRP dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan usia produktif.
2. Menganalisis hubungan kadar MDA dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan usia produktif.
3. Mengidentifikasi profil hs-CRP pada masing-masing kelompok pekerja lapangan.
4. Mengidentifikasi profil MDA pada masing-masing kelompok pekerja lapangan.
5. Menganalisis perbedaan kadar hs-CRP dan MDA antar kelompok pekerjaan.

1.4. Batasan Penelitian

a. Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional sehingga hubungan kausal antara inflamasi sistemik, stres oksidatif, dan fungsi eksekutif tidak dapat ditentukan secara langsung.
b. Penelitian hanya dilakukan pada pekerja lapangan usia produktif yang terdiri atas petugas penyapu jalan, petugas taman, petugas air, dan petugas lapangan lainnya di wilayah penelitian.
c. Biomarker inflamasi sistemik yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada hs-CRP, sedangkan biomarker stres oksidatif dibatasi pada MDA.
d. Fungsi eksekutif dalam penelitian ini dinilai menggunakan Stroop Test dan tidak mencakup seluruh domain fungsi kognitif.

e. Faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi inflamasi, stres oksidatif, dan fungsi eksekutif seperti pola makan, kualitas tidur, aktivitas fisik di luar pekerjaan, konsumsi antioksidan, dan status psikologis tidak dianalisis secara mendalam.
f. Jumlah subjek perempuan dalam penelitian ini relatif lebih sedikit dibanding laki-laki sehingga analisis berdasarkan jenis kelamin tidak dilakukan secara terpisah.
g. Pemeriksaan biomarker dilakukan melalui satu kali pengambilan sampel darah sehingga tidak menggambarkan perubahan biomarker secara longitudinal.

1.5. Kaitan Penelitian dengan Road Map Penelitian Pribadi dan Road Map Penelitian Fakultas

Penelitian yang diketuai oleh dr. Lenny Setiawati memiliki keterkaitan yang erat dengan Road Map Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti 2021–2030, terutama pada pengembangan bidang biomedicine, clinical, dan behavior yang diarahkan pada aspek pencegahan, diagnostik, intervensi, serta rehabilitasi.

Topik penelitian mengenai hubungan inflamasi sistemik derajat rendah dan stres oksidatif dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan usia produktif sejalan dengan fokus roadmap penelitian ketua peneliti pada periode 2025–2026, yaitu penelitian mengenai kebugaran fungsi tubuh, khususnya sistem saraf dan terapi regeneratif sistem saraf. Penelitian ini menilai biomarker molekuler seperti C-reactive protein hs-CRP dan Malondialdehyde MDA yang berkaitan dengan inflamasi sistemik dan stres oksidatif, kemudian menghubungkannya dengan fungsi eksekutif yang merepresentasikan fungsi prefrontal cortex. Pendekatan tersebut mencerminkan pengembangan penelitian sistem saraf berbasis precision medicine dan rehabilitasi preventif yang saat ini menjadi arah penting dalam penelitian kesehatan modern.

Dalam konteks roadmap fakultas, penelitian ini memiliki keterkaitan paling kuat dengan bidang Precision Medicine, Perilaku Kesehatan, Biomedicine, Clinical, dan Rehabilitasi. Pendekatan berbasis biomarker molekuler yang digunakan dalam penelitian ini mendukung pengembangan precision medicine melalui identifikasi dini gangguan neurokognitif pada pekerja usia produktif. Selain itu, penelitian ini juga relevan dengan pendekatan rehabilitasi preventif dan occupational health karena menilai dampak paparan lingkungan kerja kronis terhadap kesehatan saraf dan fungsi tubuh.

Penelitian ini juga mendukung pilar “Green Healthy Life” dalam roadmap fakultas karena berfokus pada upaya peningkatan kesehatan pekerja perkotaan melalui pendekatan promotif dan preventif berbasis kesehatan kerja dan kesehatan lingkungan. Paparan polusi udara, stres kerja kronis, serta faktor lingkungan perkotaan yang menjadi bagian dari karakteristik subjek penelitian memiliki keterkaitan dengan konsep green urban environment dan healthy occupational living dalam pengembangan Green Jabodetabek.

Selain mendukung roadmap penelitian, topik ini juga memiliki kesinambungan dengan roadmap Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ketua peneliti yang pada periode 2025–2026 berfokus pada penyuluhan menjaga kebugaran sistem saraf. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pengembangan edukasi kesehatan saraf, pencegahan gangguan neurokognitif dini, serta peningkatan kualitas hidup pekerja lapangan usia produktif melalui pendekatan occupational precision health dan rehabilitasi preventif berbasis biomarker molekuler.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pekerja lapangan merupakan kelompok pekerja yang menjalankan sebagian besar aktivitasnya di area terbuka dan berhadapan langsung dengan berbagai paparan lingkungan. Kelompok ini meliputi petugas penyapu jalan, petugas taman, petugas air, serta pekerja lapangan lainnya yang melakukan aktivitas fisik rutin dalam durasi cukup panjang. Kondisi kerja tersebut menyebabkan pekerja terpapar debu, polusi udara, panas lingkungan, kebisingan, serta stres kerja yang berlangsung terus-menerus. Paparan kronis terhadap faktor lingkungan dan fisik tersebut diduga dapat memicu perubahan biologis dalam tubuh, terutama peningkatan inflamasi sistemik dan stres oksidatif (Jakubek et al., 2024).

Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian terhadap kesehatan pekerja tidak lagi terbatas pada penyakit akibat kerja yang bersifat akut, tetapi juga mencakup dampak biologis jangka panjang dari paparan lingkungan kerja kronis. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa paparan particulate matter (PM), logam berat, dan polusi udara dapat meningkatkan pembentukan reactive oxygen species (ROS) dan mengaktivasi respons inflamasi sistemik. Aktivitas fisik berulang yang disertai waktu pemulihan yang kurang adekuat juga dapat memperberat stres fisiologis tubuh sehingga berkontribusi terhadap gangguan kesehatan jangka panjang (Tatzber et al., 2022).

Selain memengaruhi sistem muskuloskeletal dan kardiovaskular, kondisi tersebut juga diduga berdampak pada sistem saraf pusat. Oleh karena itu, pendekatan occupational health modern mulai banyak menggunakan biomarker inflamasi dan stres oksidatif sebagai indikator biologis untuk menilai dampak lingkungan kerja terhadap kesehatan pekerja usia produktif.

Inflamasi Sistemik Derajat Rendah

Inflamasi merupakan respons fisiologis tubuh terhadap infeksi, cedera, maupun paparan stres lingkungan. Pada kondisi normal, inflamasi membantu tubuh mempertahankan homeostasis dan memperbaiki jaringan yang mengalami kerusakan. Namun, apabila inflamasi berlangsung dalam jangka panjang dengan intensitas ringan, kondisi tersebut dapat berkembang menjadi inflamasi sistemik derajat rendah atau low-grade systemic inflammation (Furman et al., 2019).

Inflamasi kronis ringan umumnya tidak menimbulkan gejala yang jelas, tetapi dapat dideteksi melalui peningkatan biomarker inflamasi dalam sirkulasi darah. Salah satu biomarker yang paling banyak digunakan adalah C-reactive protein high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP). Protein ini diproduksi oleh hati sebagai respons terhadap peningkatan sitokin proinflamasi, terutama interleukin-6 (IL-6). Pemeriksaan hs-CRP memiliki sensitivitas yang tinggi sehingga mampu mendeteksi inflamasi ringan yang sering ditemukan pada obesitas, hipertensi, gangguan metabolik, stres kronis, maupun paparan lingkungan tertentu (Sproston and Ashworth, 2018).

Peningkatan hs-CRP telah dikaitkan dengan berbagai penyakit kronis seperti penyakit kardiovaskular, diabetes melitus tipe 2, dan sindrom metabolik. Selain itu, penelitian terbaru menunjukkan bahwa inflamasi sistemik juga dapat memengaruhi fungsi saraf pusat. Mediator inflamasi diketahui mampu memengaruhi permeabilitas blood-brain barrier dan mengaktivasi mikroglia sehingga memicu neuroinflammation yang berpotensi mengganggu fungsi kognitif (Miller and Raison, 2020).

Pada pekerja lapangan, inflamasi sistemik ringan kemungkinan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti aktivitas fisik kronis, paparan polusi udara, stres kerja berkepanjangan, serta kondisi metabolik

seperti obesitas sentral. Oleh karena itu, hs-CRP dianggap sebagai biomarker yang relevan untuk menggambarkan respons inflamasi sistemik pada pekerja usia produktif.

Stres Oksidatif dan Malondialdehyde (MDA)

Stres oksidatif terjadi ketika jumlah radikal bebas dalam tubuh melebihi kemampuan sistem antioksidan untuk menetralisirnya. Dalam kondisi fisiologis, reactive oxygen species (ROS) sebenarnya dibutuhkan dalam jumlah tertentu untuk berbagai proses biologis seluler. Namun, produksi ROS yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan sel melalui oksidasi lipid, protein, dan DNA (Zhang et al., 2025).

Salah satu biomarker yang sering digunakan untuk menggambarkan kondisi stres oksidatif adalah Malondialdehyde Malondialdehyde (MDA). MDA merupakan produk akhir lipid peroxidation yang terbentuk akibat kerusakan membran sel oleh radikal bebas. Peningkatan kadar MDA mencerminkan adanya peningkatan kerusakan oksidatif dalam tubuh dan telah banyak ditemukan pada berbagai kondisi seperti penyakit metabolik, inflamasi kronis, serta gangguan neurodegeneratif (Zhang et al., 2022).

Paparan lingkungan kerja diketahui dapat meningkatkan pembentukan ROS dan memperberat stres oksidatif. Paparan polusi udara, logam berat, panas lingkungan, dan aktivitas fisik kronis tanpa recovery yang optimal dapat meningkatkan metabolisme oksidatif seluler. Pada pekerja lapangan, kombinasi faktor-faktor tersebut diduga dapat menyebabkan peningkatan kadar MDA sebagai bentuk respons biologis terhadap stres lingkungan kerja.

Inflamasi dan stres oksidatif juga diketahui memiliki hubungan yang saling memengaruhi. ROS dapat mengaktivasi jalur inflamasi seperti nuclear factor kappa B (NF-κB), sementara mediator inflamasi dapat meningkatkan produksi radikal bebas. Interaksi tersebut membentuk suatu siklus biologis yang dapat memperberat kerusakan jaringan secara progresif (Cheng et al., 2025).

Fungsi Eksekutif dan Prefrontal Cortex

Fungsi eksekutif merupakan kumpulan fungsi kognitif tingkat tinggi yang berperan dalam pengaturan perilaku dan proses berpikir yang terarah. Fungsi ini meliputi kemampuan mempertahankan perhatian, inhibitory control, fleksibilitas kognitif, working memory, serta kecepatan pemrosesan informasi. Fungsi eksekutif terutama dikendalikan oleh prefrontal cortex yang memiliki peran penting dalam pengambilan keputusan dan pengaturan respons perilaku (Medinabeitia-Cabrera et al., 2023).

Pada pekerja lapangan, fungsi eksekutif memiliki peranan penting dalam menjaga keselamatan kerja, konsentrasi, serta koordinasi aktivitas motorik. Gangguan fungsi eksekutif dapat menyebabkan penurunan fokus, lambatnya pemrosesan informasi, dan gangguan pengambilan keputusan yang pada akhirnya dapat memengaruhi performa kerja sehari-hari.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa inflamasi sistemik dan stres oksidatif dapat memengaruhi fungsi prefrontal cortex melalui mekanisme neuroinflammation dan gangguan neuroplasticity. Peningkatan mediator inflamasi dan ROS dapat menyebabkan disfungsi neuronal, gangguan neurotransmiter, serta penurunan konektivitas sinaptik sehingga berdampak pada penurunan performa kognitif (Miller and Raison, 2020).

Hubungan Inflamasi, Stres Oksidatif, dan Fungsi Eksekutif

Hubungan antara inflamasi sistemik, stres oksidatif, dan fungsi eksekutif saat ini menjadi salah satu fokus utama dalam bidang neuroscience dan precision medicine. Inflamasi kronis ringan dan oxidative stress diketahui dapat memengaruhi sistem saraf pusat melalui aktivasi mikroglia dan peningkatan neuroinflammation. Kondisi tersebut dapat mengganggu neuroplasticity dan memengaruhi area prefrontal cortex yang berperan penting dalam fungsi eksekutif (Furman et al., 2019).

Berbagai penelitian melaporkan bahwa peningkatan biomarker inflamasi seperti hs-CRP berkaitan dengan penurunan performa kognitif dan executive function. Demikian pula, peningkatan kadar MDA sebagai indikator stres oksidatif juga dikaitkan dengan gangguan processing speed, attention, dan cognitive performance (Butoi et al., 2026).

Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus mengevaluasi hubungan inflamasi sistemik dan stres oksidatif dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan perkotaan masih sangat terbatas, terutama di Indonesia. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada performa fisik atau penyakit metabolik, sedangkan aspek neurokognitif pekerja usia produktif masih jarang dievaluasi (Yildirim & Tatar, 2022; Kargar et al., 2021; Gaamouri et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai hubungan biomarker inflamasi dan stres oksidatif dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan usia produktif.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini rencananya akan diadakan pada bulan Agustus 2026 dan bertempat di Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti, Jakarta

3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional. Pengambilan data dilakukan satu kali untuk menilai hubungan inflamasi sistemik derajat rendah dan stres oksidatif dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan usia produktif yang adalah para pasukan pelangi dari Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat yang terdiri dari petugas penyapu jalan, petugas air, petugas tata taman, dna petugas lapangan kolaborasi.

Penelitian akan dilakukan setelah memperoleh persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti. Seluruh subjek akan diberikan penjelasan mengenai tujuan dan prosedur penelitian serta menandatangani informed consent sebelum penelitian dilakukan. Kerahasiaan data subjek akan dijaga selama penelitian berlangsung.

Teknik Sampling

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan consecutive sampling, yaitu seluruh subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi akan direkrut hingga jumlah sampel terpenuhi.

Adapun banyaknya sampel dihitung menggunakan rumus Fisher's z transformation berikut:

Rumus besar sampel korelasi

$n=((Z\alpha+Z\beta) / C)^2+3$

dengan:

$C=0.5\times\ln((1+r)/(1-r))$

Keterangan:

$Z\alpha$ = 1,96 untuk α 0,05

$Z\beta$ = 0,84 untuk power 80%

r = korelasi minimal yang diharapkan

Jika diasumsikan korelasi sedang, yaitu:

r=0.30, maka akan didapatkan jumlah sampel minimal adalah sebanyak 86 partisipan. Untuk antisipasi data tidak lengkap atau drop out maka perlu ditambah 15% menjadi 98,9 partisipan.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Adapun kriteria inklusi dan eksklusi yang diterapkan pada sampel adalah sebagai berikut:

Kriteria inklusi:

- Pekerja lapangan aktif
- Berusia 18–55 tahun.
- Masa kerja minimal 1 tahun.
- Bersedia mengikuti seluruh prosedur penelitian dan menandatangani informed consent.
- Mampu memahami instruksi pemeriksaan fungsi eksekutif dengan baik.

Kriteria eksklusi:

 Sedang mengalami infeksi akut, seperti demam, flu, atau infeksi saluran pernapasan dalam 2 minggu terakhir.

 Memiliki riwayat penyakit neurologis yang dapat memengaruhi fungsi kognitif, seperti:

- stroke
- epilepsi
- Parkinson
- demensia
- traumatic brain injury berat.

 Memiliki riwayat gangguan psikiatri berat.

 Mengalami trauma atau cedera akut dalam 1 bulan terakhir.

 Mengonsumsi obat antiinflamasi, kortikosteroid, atau suplemen antioksidan dosis tinggi secara rutin dalam 1 bulan terakhir.

 Memiliki penyakit inflamasi kronis aktif, seperti:

- rheumatoid arthritis
- lupus
- penyakit autoimun aktif lainnya.

 Memiliki riwayat keganasan aktif.

 Nilai C-reactive protein hs-CRP >10 mg/L karena dapat mengindikasikan inflamasi akut.

 Tidak menyelesaikan seluruh prosedur pemeriksaan penelitian.

Variabel Penelitian

Variabel Independen: Kadar hs-CRP dan Malondialdehyde (MDA)

Variabel Dependen: Fungsi eksekutif menggunakan *Stroop Test*

Fungsi eksekutif dalam penelitian ini dibatasi pada domain *inhibitory control* dan *selective attention* yang dinilai menggunakan *Stroop Test*. Pemilihan *Stroop Test* dilakukan karena instrumen ini praktis, cepat, sesuai untuk pemeriksaan lapangan, dan relevan untuk menilai fungsi prefrontal cortex pada populasi pekerja usia produktif.

Variabel kovariat:

1. Usia.
2. Jenis kelamin.
3. Indeks massa tubuh (IMT).
4. Waist-hip ratio (WHR).
5. Tekanan darah.
6. Kebiasaan merokok.
7. Jenis pekerjaan.

Definisi Operasional

Variabel	**Definisi**	**Alat Ukur**
hs-CRP	Biomarker inflamasi sistemik derajat rendah	ELISA
MDA	Biomarker stres oksidatif / lipid peroxidation	Spektrofotometri dengan metode TBARS

Fungsi Eksekutif	Kemampuan *inhibitory control* dan *attention*	*Stroop test*
IMT	Berat badan / Tinggi badan (dalam meter)^2	Timbangan & stadiometer
WHR	Rasio lingkar pinggang dan panggul	Meteran
Tekanan Darah	Tekanan sistolik dan diastolik	Sphygmomanometer

Instrumen Penelitian

1. Formulir identitas subjek.
2. Timbangan digital.
3. Stadiometer.
4. Meteran antropometri.
5. Sphygmomanometer.
6. Kit ELISA hs-CRP.
7. Spektrofotometer dan TBARS kit
8. Stroop Test sheet.

Prosedur Penelitian

Tahap Persiapan

1. Pengurusan izin penelitian dan ethical clearance.
2. Persiapan alat dan bahan penelitian.
3. Pelatihan enumerator.

Tahap Pengambilan Data

1. Subjek diberikan penjelasan mengenai penelitian.
2. Subjek menandatangani informed consent.
3. Dilakukan wawancara singkat dan pencatatan identitas.
4. Dilakukan pemeriksaan antropometri:
    - berat badan
    - tinggi badan
    - lingkar pinggang
    - lingkar panggul
5. Dilakukan pengukuran tekanan darah.
6. Pengambilan darah vena ±3–5 mL.
7. Pemeriksaan fungsi eksekutif menggunakan Stroop Test.

Pemeriksaan Laboratorium

<u>Pemeriksaan hs-CRP</u>

Kadar hs-CRP diperiksa menggunakan metode enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) sesuai protokol kit yang digunakan.

Pemeriksaan MDA

Kadar MDA diperiksa dengan metode TBARS menggunakan spektrofotometri. Pemeriksaan MDA menggunakan metode TBARS memiliki keterbatasan dalam hal spesifisitas karena dapat mendeteksi senyawa reaktif TBA selain MDA. Oleh karena itu, hasil penelitian akan diinterpretasikan sebagai indikator lipid peroxidation secara umum.

Pemeriksaan Fungsi Eksekutif

Stroop Test

Subjek diminta menyebutkan warna tinta dari kata yang ditampilkan secepat dan seakurat mungkin. Parameter yang dinilai meliputi:

- waktu penyelesaian
- jumlah kesalahan

Semakin lama waktu penyelesaian dan semakin banyak kesalahan menunjukkan fungsi eksekutif yang lebih rendah.

Tim peneliti:

Nama	**Keahlian**	**Tugas**
dr. Lenny Setiawati, M.Biomed	Dokter ahli anatomi	Konseptualisasi ide penelitian, metode penelitian, melaksanakan penelitian, analisa statistik
dr. Nuryani Sidarta, Sp.KFR	Dokter spesialis rehabilitasi medis	Melaksanakan penelitian, drafting artikel publikasi, laporan penelitian
dr. Nabila Maudy Salma, M.Biomed	Dokter ahli anatomi	Melaksanakan penelitian, drafting artikel publikasi, pembuatan poster, HKI
dr. Rima Anindita, Sp.S	Dokter spesialis neurologi	Melaksanakan penelitian, laporan penelitian, membuat luaran bahan ajar, finalisasi artikel publikasi

3.3. Metode Analisis

Analisis data dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics Versi 27.0.
Analisis Deskriptif akan disajikan dalam:

- Mean ± SD untuk data numerik berdistribusi normal.
- Median (min–maks) untuk data tidak normal.
- Frekuensi dan persentase untuk data kategorik.

Data yang didapat selanjutnya akan dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk test. Apabila data berdistribusi normal, maka akan dilakukan analisis bivariat menggunakan uji korelasi Pearson. Sebaliknya, bila data tidak berdistribusi normal, analisis bivariat akan dilakukan menggunakan uji korelasi Spearman. Perbandingan antar kelompok akan dilakukan menggunakan uji ANOVA (bila data normal) atau Kruskal-Wallis (bila data tidak normal). Analisis kemudian dilanjutkan dengan analisis

multivariat untuk menilai hubungan hs-CRP dan MDA dengan fungsi eksekutif setelah dilakukan kontrol terhadap variabel kovariat. Nilai $p<0,05$ dianggap bermakna secara statistik.

3.4. Indikator Capaian Penelitian

Penelitian dianggap berhasil apabila:

a. Jumlah sampel minimal 100 subjek terpenuhi.
b. Pemeriksaan hs-CRP, MDA, dan fungsi eksekutif berhasil dilakukan pada seluruh subjek.
c. Data penelitian memenuhi syarat untuk analisis statistik.
d. Diperoleh gambaran hubungan inflamasi sistemik dan stres oksidatif dengan fungsi eksekutif pada pekerja lapangan.
e. Hasil penelitian dapat disusun menjadi manuskrip ilmiah untuk publikasi.

Penelitian ini akan menghasilkan **1(satu) buah artikel publikasi di jurnal nasional terakreditasi, 1 (satu) buah Hak Karya Intelektual, dan 1 (satu) buah bahan ajar**.

BAB 4. JADWAL PENELITIAN

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Studi Literatur												
2	Tahap persiapan												
3	Pengambilan data												
4	Pembuatan laporan kemajuan												
5	Analisis Data												
6	Pembuatan laporan akhir												
7	Pembuatan luaran												

BAB 5. RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

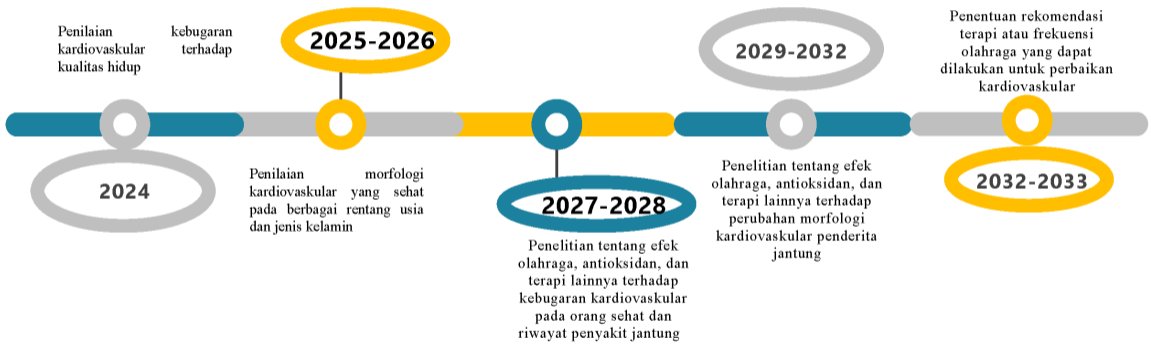
No	Komponen	Total
I.	**Biaya Langsung**	
A	Tenaga Ahli dan Tenaga Penunjang	0
B.1	Biaya bahan habis, peralatan, sewa peralatan	0
B.2	Perjalanan dan transport lokal	0
	Sub Total	0
II.	**Biaya Tidak Langsung**	
A	Laporan, Seminar, dan Publikasi	0
B	Forum Group Disscusion	0
	Sub Total	0
	TOTAL	**0**

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad, R., Haq, M. A., Sinha, S., Mehta, M., Kumar, S., Haque, M., & Akhter, Q. S. (2024). Impact of Occupational Cement Dust Exposure on Hematological Health Parameters: A Cross-Sectional Study. *Cureus*, *16*(10), e72673. https://doi.org/10.7759/cureus.72673
2. Boccardi, V., Mancinetti, F., & Mecocci, P. (2025). Oxidative Stress, Advanced Glycation End Products (AGEs), and Neurodegeneration in Alzheimer's Disease: A Metabolic Perspective. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, *14*(9), 1044. https://doi.org/10.3390/antiox14091044
3. Butoi, M. A., Belghiru, V. I., Puticiu, M. I., Tat, R., Golea, A., & Rotaru, L. T. (2026). Burnout and Biological Biomarkers in Emergency and Acute-Care Healthcare Workers: A Systematic Scoping Review with Evidence Mapping. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, *62*(3), 526. https://doi.org/10.3390/medicina62030526
4. Cheng, J., Liu, Q., Qiu, Z., Pan, M., Song, J., Zhao, Y., Dong, N., Li, S., & Han, S. (2025). Dietary management improves sleep quality in patients with metabolic syndrome: the mediating roles of metabolic, inflammatory, and oxidative stress changes. *Frontiers in nutrition*, *12*, 1712215. https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1712215
5. Furman, D., Campisi, J., Verdin, E., Carrera-Bastos, P., Targ, S., Franceschi, C., Ferrucci, L., Gilroy, D. W., Fasano, A., Miller, G. W., Miller, A. H., Mantovani, A., Weyand, C. M., Barzilai, N., Goronzy, J. J., Rando, T. A., Effros, R. B., Lucia, A., Kleinstreuer, N., & Slavich, G. M. (2019). Chronic inflammation in the etiology of disease across the life span. *Nature medicine*, *25*(12), 1822–1832. https://doi.org/10.1038/s41591-019-0675-0
6. Gaamouri, N., Zouhal, H., Suzuki, K., Hammami, M., Ghaith, A., El Mouhab, E. H., Hackney, A. C., Laher, I., & Ounis, O. B. (2024). Effects of carob rich-polyphenols on oxidative stress markers and physical performance in taekwondo athletes. *Biology of sport*, *41*(4), 277–284. https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.106154
7. Jakubek, P., Parchem, K., Wieckowski, M. R., & Bartoszek, A. (2024). The Interplay between Endogenous and Foodborne Pro-Oxidants and Antioxidants in Shaping Redox Homeostasis. *International journal of molecular sciences*, *25*(14), 7827. https://doi.org/10.3390/ijms25147827
8. Kargar, B., Zamanian, Z., Hosseinabadi, M. B., Gharibi, V., Moradi, M. S., & Cousins, R. (2021). Understanding the role of oxidative stress in the incidence of metabolic syndrome and obstructive sleep apnea. *BMC endocrine disorders*, *21*(1), 77. https://doi.org/10.1186/s12902-021-00735-4
9. Madinabeitia-Cabrera, I., Alarcón-López, F., Chirosa-Ríos, L. J., Pelayo-Tejo, I., & Cárdenas-Vélez, D. (2023). The cognitive benefits of basketball training compared to a combined endurance and resistance training regimen: a four-month intervention study. *Scientific reports*, *13*(1), 11132. https://doi.org/10.1038/s41598-023-32470-2
10. Miller, A. H., & Raison, C. L. (2016). The role of inflammation in depression: from evolutionary imperative to modern treatment target. *Nature reviews. Immunology*, *16*(1), 22–34. https://doi.org/10.1038/nri.2015.5
11. Sproston, N. R., & Ashworth, J. J. (2018). Role of C-Reactive Protein at Sites of Inflammation and Infection. *Frontiers in immunology*, *9*, 754. https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00754

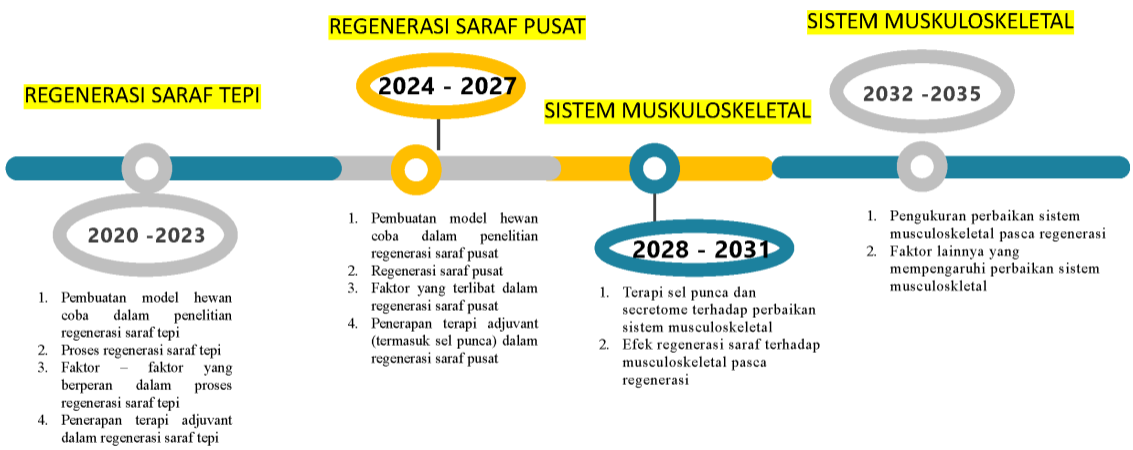
12. Yıldırım, Ö., & Tatar, E. (2022). The Roles of Heat Shock Protein-60 and 70 and Inflammation in Obesity-Related Kidney Disease. *Cureus*, *14*(9), e28675. https://doi.org/10.7759/cureus.28675
13. Zhang, L., Liu, B., Zhou, L., Cai, Y., Guo, W., Huang, W., Yan, X., & Chen, H. (2022). Analysis of occupational stress and its correlation with oxidative-antioxidant levels among employees of a power grid enterprise in Guangdong. *BMC psychiatry*, *22*(1), 593. https://doi.org/10.1186/s12888-022-04226-1
14. Zhang, T., & Kong, J. (2025). How does exercise regulate the physiological responses of post traumatic stress disorder? the crosstalk between oxidative stress and the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. *Frontiers in physiology*, *16*, 1567603. https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1567603
15. Zelzer, S., Tatzber, F., Herrmann, M., Wonisch, W., Rinnerhofer, S., Kundi, M., Obermayer-Pietsch, B., Niedrist, T., Cvirn, G., Wultsch, G., & Mangge, H. (2018). Work Intensity, Low-Grade Inflammation, and Oxidative Status: A Comparison between Office and Slaughterhouse Workers. *Oxidative medicine and cellular longevity*, *2018*, 2737563. https://doi.org/10.1155/2018/2737563

LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN



***ROAD MAP* PENELITIAN**

<*Lenny Setiawati*>



***ROAD MAP* PENELITIAN**

<*Nabila Maudy Salma*>, <*34468*>

LAMPIRAN 2. SURAT KESEDIAAN BERKOMITMEN