E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Intervensi Promosi Kesehatan Holistik Untuk Sindrom Metabolik Pada Populasi Usia Produktif: Tinjauan Sistematis Berbasis Prisma

Tisnalia Merdya Andyastanti[1], Moch. Yunus[2], Nofianti Indah Safitri[3], Ilham Akbar Hardiansyah[4], Melina Putri Anggraeni[5]
[12345]Fakultas Kedokteran Universitas Negeri Malang, Indonesia,tisnalia.merdya.fk@um.ac.id

Abstrak

Sindrom metabolik (MetS) adalah kumpulan risiko kardiometabolik yang meningkat pesat di kalangan angkatan kerja usia produktif, yang mengakibatkan terganggunya kesehatan individu dan menurunnya produktivitas makroekonomi. Tinjauan sistematis ini secara komprehensif mensintesis dan mengevaluasi intervensi holistik berbasis promosi kesehatan yang dirancang untuk mencegah dan mengelola sindrom metabolik (MetS) pada individu berusia 18–59 tahun. Dengan berpedoman pada pedoman PRISMA, pencarian literatur sistematis dilakukan di PubMed, Scopus, Web of Science, dan Google Scholar untuk artikel primer yang diterbitkan antara tahun 2016 dan 2025. Dari 511 catatan yang teridentifikasi, 26 studi memenuhi kriteria kelayakan yang ketat. Sintesis naratif menunjukkan bahwa intervensi holistik multi-komponen—yang mengintegrasikan aktivitas fisik terstruktur, panduan nutrisi yang disesuaikan, pendidikan kesehatan interaktif, dan modifikasi perilaku—menghasilkan peningkatan yang signifikan secara statistik pada biomarker MetS utama, termasuk tekanan darah arteri, profil lipid, dan sensitivitas insulin perifer. Lebih lanjut, penggabungan teknologi kesehatan seluler (mHealth) dan pelacakan perangkat yang dapat dikenakan secara substansial mengoptimalkan kepatuhan pasien dalam jangka panjang. Strategi promosi kesehatan multi-komponen menawarkan paradigma non-farmakologis yang sangat efektif untuk mengurangi perkembangan sindrom metabolik (MetS) pada populasi produktif. Wawasan ini memberikan cetak biru yang dapat ditindaklanjuti untuk inisiatif kesehatan kerja perusahaan dan kerangka kebijakan kesehatan masyarakat.

Kata kunci: *Sindrom Metabolik, Usia Produktif, Promosi Kesehatan, Intervensi Holistik, PRISMA.*

Corresponding Author:
Tisnalia Merdya Andyastanti

Universitas Negeri Malang, tisnalia.merdya.fk@um.ac.id

PENDAHULUAN

Sindrom metabolik (MetS) merupakan kumpulan kompleks dari kelainan metabolik yang saling terkait, yang secara klinis ditandai dengan obesitas visceral, hipertensi sistemik, dislipidemia aterogenik, dan gangguan toleransi glukosa. Secara individual dan sinergis, entitas klinis ini secara eksponensial meningkatkan kerentanan terhadap penyakit jantung koroner, penyakit arteri perifer, dan diabetes melitus tipe 2 (T2DM). Yang terpenting, tren epidemiologi global menunjukkan pergeseran paradigma yang mengkhawatirkan; apa yang secara historis dikonseptualisasikan sebagai masalah geriatrik semakin meluas ke demografi usia produktif (18–59 tahun).

Pergeseran makroekonomi modern, urbanisasi yang cepat, dan integrasi teknologi yang berkelanjutan ke dalam kehidupan sehari-hari telah secara fundamental mengubah perilaku pergerakan manusia. Adipositas visceral dan disfungsi metabolik sistemik terutama dipicu oleh budaya pekerjaan kantoran yang kurang aktif, perjalanan pulang pergi menggunakan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

kendaraan bermotor yang berkepanjangan, dan ketergantungan pada makanan olahan ultra tinggi kalori yang kaya akan gula rafinasi dan lemak jenuh. Dari perspektif kesehatan masyarakat dan sosial ekonomi, beban sindrom metabolik (MetS) pada angkatan kerja aktif sangat tinggi. Ketika kapasitas fisik angkatan kerja produktif menurun sebelum waktunya karena gangguan kardiometabolik kronis, dampaknya bergema di seluruh negeri, yang bermanifestasi sebagai peningkatan ketidakhadiran di tempat kerja, penurunan drastis dalam output modal manusia, dan peningkatan pesat pengeluaran perawatan kesehatan perusahaan dan negara. Mengelola konsekuensi klinis jangka panjang dari MetS memberikan tekanan finansial yang berat pada kerangka kerja asuransi nasional, mengancam keberlanjutan sistem perawatan kesehatan. Akibatnya, skrining preventif dan model manajemen non-farmakologis untuk populasi ini merupakan investasi ekonomi dan strategis yang vital.

Karena MetS didorong oleh jalur multifaktorial, pengobatan farmakologis tradisional yang terisolasi seringkali gagal mengatasi akar penyebab perilakunya. Bukti klinis yang muncul dari fisiologi olahraga menunjukkan bahwa intervensi yang berfokus tunggal menghasilkan hasil yang kurang optimal dibandingkan dengan pendekatan terintegrasi. Misalnya, uji coba terkontrol acak STRRIDE-PD yang dilakukan oleh Bennett dkk. (2023) mengkonfirmasi bahwa menggabungkan pelatihan fisik terstruktur dengan modifikasi gaya hidup sistematis menghasilkan peningkatan yang lebih baik dalam skor z MetS secara keseluruhan daripada olahraga terstruktur saja. Demikian pula, investigasi terhadap perilaku gerakan oleh Sjöros dkk. (2023) mengkonfirmasi bahwa pengurangan sederhana selama 1 jam dalam waktu duduk harian secara signifikan meningkatkan kerja insulin perifer, bahkan tanpa diet ketat. Hal ini menggarisbawahi pentingnya perubahan perilaku yang mudah diakses bagi orang dewasa yang sibuk dan bekerja.

Terlepas dari bukti ini, model intervensi gaya hidup yang ada masih terfragmentasi dan sangat berfokus pada kelompok geriatrik atau populasi dengan komorbiditas simtomatik yang sudah lanjut. Terdapat kesenjangan yang mencolok dalam literatur mengenai kerangka kerja multidimensional yang terpadu yang secara bersamaan membahas pola gaya hidup spesifik, kendala waktu, dan lingkungan sosial populasi pekerja modern. Untuk mengatasi kesenjangan ini, tinjauan literatur sistematis ini yang menggunakan kerangka kerja PRISMA bertujuan untuk secara kritis mengevaluasi, mensintesis, dan mengkontekstualisasikan strategi holistik berbasis promosi kesehatan untuk mencegah dan mengelola sindrom metabolik dalam populasi usia produktif. Pada akhirnya, tinjauan ini bertujuan untuk memberikan peta jalan yang kuat dan berbasis bukti bagi praktisi klinis, ahli strategi kesehatan perusahaan, dan pembuat kebijakan kesehatan masyarakat.

METODE

Tinjauan literatur sistematis ini dirancang dan dilaksanakan sesuai dengan pernyataan Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) untuk memastikan transparansi metodologis, ketelitian, dan reproduksibilitas.

Strategi Pencarian dan Sumber Informasi

Penelusuran literatur elektronik yang menyeluruh dilakukan di empat basis data utama: PubMed, Scopus, Web of Science, dan Google Scholar. Jendela waktu dibatasi pada publikasi dari tahun 2016 hingga 2025 untuk menangkap pergeseran gaya hidup modern dan intervensi kesehatan digital. String pencarian mengandalkan istilah Medical Subject Headings (MeSH) yang dipasangkan dengan operator Boolean: *("sindrom metabolik" ATAU "MetS" ATAU "sindrom resistensi insulin") DAN ("promosi kesehatan" ATAU "intervensi gaya hidup" ATAU "modifikasi perilaku") DAN ("usia produktif" ATAU "dewasa" ATAU "angkatan kerja") DAN ("manajemen holistik" ATAU "pendekatan multidimensional")* .

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Untuk menjaga validitas internal yang tinggi, data yang diperoleh dari pencarian basis data dievaluasi berdasarkan kriteria kelayakan yang ketat dan telah ditentukan sebelumnya:

- **Kriteria Inklusi:** (1) Artikel primer yang ditinjau sejawat yang menggunakan desain kuantitatif, termasuk uji coba terkontrol acak (RCT), cluster-RCT, desain kuasi-eksperimental, dan studi kohort prospektif; (2) Sampel partisipan yang terdiri dari orang dewasa usia produktif (18–59 tahun) yang didiagnosis atau secara klinis diidentifikasi berisiko terkena MetS; (3) Intervensi yang mengevaluasi modifikasi gaya hidup holistik dan multi-komponen (misalnya, olahraga yang dikombinasikan dengan diet dan dukungan perilaku); dan (4) Studi yang melaporkan perubahan terukur pada biomarker klinis (tekanan darah, profil lipid, penanda glikemik) atau pola perilaku.
- **Kriteria Eksklusi:** (1) Literatur sekunder, termasuk ulasan naratif, ulasan cakupan, dan meta-analisis; (2) Model laboratorium *in vitro* atau berbasis hewan; (3) Kolom editorial, abstrak konferensi, laporan kasus, dan literatur abu-abu; dan (4) Studi yang diterbitkan dalam bahasa selain Inggris atau Indonesia, atau yang tidak memiliki dokumen teks lengkap yang dapat diakses.

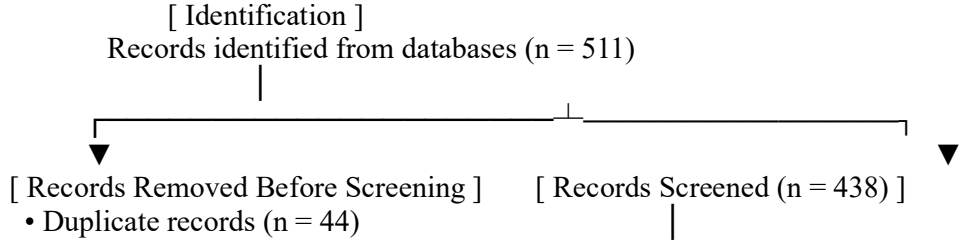
Ekstraksi Data dan Kontrol Kualitas

Untuk meminimalkan bias peneliti, penyaringan literatur, pemilihan, dan ekstraksi data dilakukan secara independen oleh dua peneliti. Perbedaan pendapat selama fase peninjauan judul, abstrak, atau teks lengkap diselesaikan melalui diskusi kolaboratif atau diarbitrase oleh peneliti senior ketiga. Poin data yang diekstrak mencakup metadata penulis, tahun publikasi, negara asal, desain eksperimental, populasi studi, komponen intervensi, durasi, parameter yang dievaluasi, dan hasil klinis dan perilaku utama. Temuan yang disintesis kemudian menjalani analisis naratif tematik untuk memetakan mekanisme fisiologis dan model perilaku yang mendasarinya.

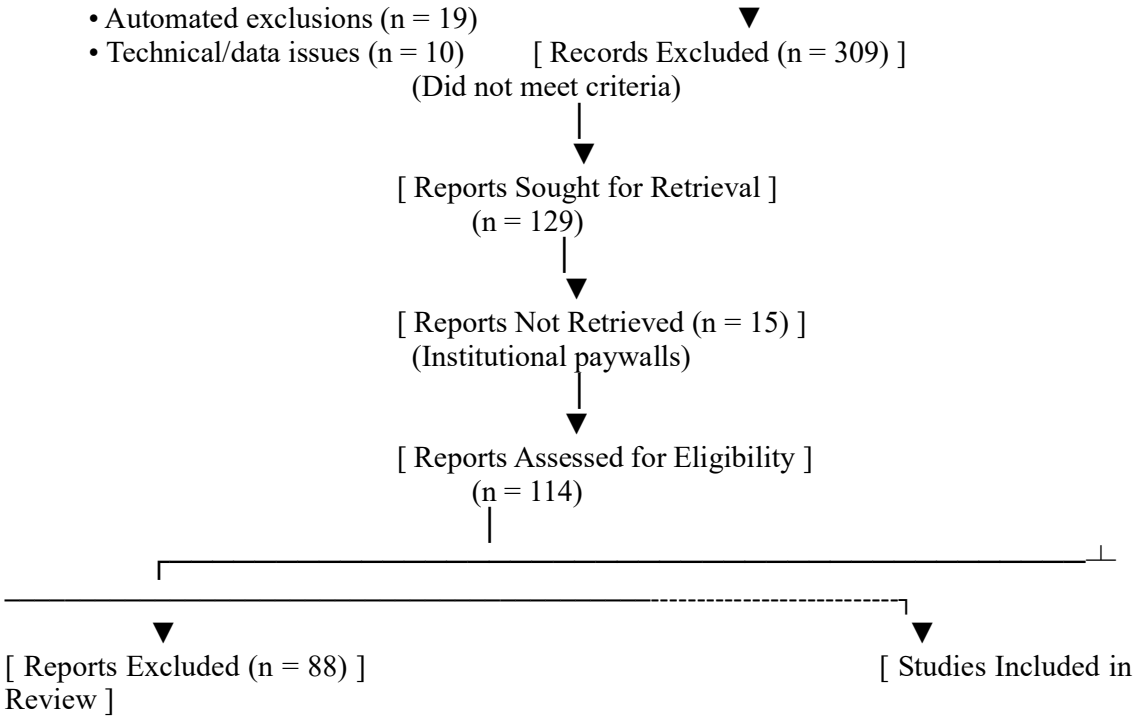
HASIL DAN PEMBAHASAN

Strategi pencarian komprehensif menghasilkan total awal 511 catatan di seluruh basis data elektronik yang ditentukan. Sebelum penyaringan, 73 catatan dihapus (44 duplikat, 19 catatan ditandai oleh alat penyaringan otomatis, dan 10 catatan dikecualikan karena entri data yang tidak lengkap). Penyaringan judul dan abstrak dilakukan pada 438 artikel yang tersisa, menghasilkan pengecualian 309 studi yang tidak memenuhi kriteria inklusi—sebagian besar karena fokus pada kohort geriatrik, ketergantungan pada model hewan, atau fokus medis komponen tunggal. Dari 129 laporan teks lengkap yang dicari untuk diambil, 15 tidak tersedia karena pembatasan akses berbayar institusional, sehingga tersisa 114 laporan untuk penilaian kelayakan. Setelah peninjauan terperinci, 88 laporan dikecualikan: 36 secara tematis tidak relevan dengan perawatan holistik multi-komponen, 31 diterbitkan di media yang tidak terindeks atau tidak terakreditasi, dan 21 menunjukkan keterbatasan metodologis yang serius. Pada akhirnya, 26 studi primer yang sangat ketat memenuhi semua kriteria dan dimasukkan dalam tinjauan sistematis.

Gambar 1. Bagan alur operasional PRISMA dari proses pemilihan studi.



E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X



• Tidak relevan secara tematik (n = 36) (n = 26)
• Tidak terindeks/tidak ditinjau oleh rekan sejawat (n = 31)
• Kekurangan metodologis (n = 21)

Dari 26 makalah terpilih, 10 studi acuan dipilih karena sangat representatif terhadap kualitas metodologis dan relevansi klinis yang unggul. Data mereka disintesis dalam Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Metodologi dan Sintesis Struktural Literatur Representatif tentang Intervensi Sindrom Metabolik.

TIDAK.	Penulis & Tahun	Desain Studi & Sampel	Modalitas & Durasi Intervensi	Hasil Klinis & Perilaku Utama
1	Lee dkk. (2020)	Kuasi-eksperimental; Mahasiswa universitas	*e-Motivate4Change* ; integrasi aplikasi mHealth dan teknologi pelacakan wearable (12 minggu)	Peningkatan signifikan pada skor gaya hidup sehat dan efikasi diri; penurunan nyata pada BMI dan profil kolesterol total.
2	Wong dkk. (2021)	Uji Coba Acak Percontohan; Dewasa dengan Sindrom Metabolik	Antarmuka aplikasi seluler mHealth vs. kontrol edukasi berbasis buklet kertas konvensional	Kelompok yang menerima aplikasi menunjukkan penurunan berat badan total dan BMI yang jauh lebih signifikan, bersamaan dengan peningkatan tingkat aktivitas fisik dan efikasi diri.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

TIDAK.	Penulis & Tahun	Desain Studi & Sampel	Modalitas & Durasi Intervensi	Hasil Klinis & Perilaku Utama
3	Chen dkk. (2023)	Eksperimen semu ($n = 138$)	Protokol mHealth individual yang disampaikan melalui antarmuka program mini WeChat khusus (12 minggu)	Optimalisasi yang nyata pada kebiasaan nutrisi dan tingkat aktivitas fisik; peningkatan yang signifikan dalam efikasi diri, literasi kesehatan, dan skor risiko ASCVD 10 tahun.
4	Mamun dkk. (2020)	Uji Klinis Acak Berkelompok; Wanita Afrika-Amerika	Program modifikasi gaya hidup berbasis komunitas yang dipandu oleh pelatih kesehatan sebaya di lingkungan gereja.	Hasilnya menunjukkan penurunan prevalensi MetS secara keseluruhan sekitar 10,9%, terutama dimediasi oleh kepatuhan berkelanjutan terhadap pola makan rendah lemak dan pembatasan energi.
5	Lubogo dkk. (2025)	Uji coba acak terkontrol kelompok paralel (n = 120); Wanita berusia 15–49 tahun	Kombinasi pendidikan nutrisi + aktivitas fisik terstruktur + wawancara motivasi interaktif (12 minggu)	Penurunan signifikan pada indikator klinis utama sindrom metabolik; tingkat kelayakan dan kepatuhan yang tinggi telah dikonfirmasi untuk kelompok usia reproduksi dan produktif.
6	Watanabe dkk. (2017)	Uji klinis acak 3 kelompok; Dewasa yang menunjukkan faktor risiko sindrom metabolik	Modifikasi gaya hidup multi-komponen: buklet edukasi terstruktur + konseling telepon (3 bulan)	Penurunan signifikan pada berat badan absolut, BMI, dan gejala depresi klinis; peningkatan nyata pada domain Kualitas Hidup (QoL) fisik.
7	Li dkk. (2023)	Uji klinis acak (RCT) 6 bulan; Pasien dengan komorbiditas T2DM dan MetS	Terapi Perilaku Kognitif (CBT) yang berpusat pada pasien selama 12 sesi dibandingkan dengan perawatan klinis	Efektivitas superior dalam mengurangi depresi klinis, bersamaan dengan peningkatan substansial dalam

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

TIDAK.	Penulis & Tahun	Desain Studi & Sampel	Modalitas & Durasi Intervensi	Hasil Klinis & Perilaku Utama
			standar.	perilaku perawatan diri dan kualitas tidur. Tren penurunan yang menguntungkan pada BMI, tekanan darah,
8	Sjöros dkk. (2023)	Uji klinis acak (RCT) 6 bulan; Dewasa dengan gaya hidup kurang aktif yang didiagnosis menderita sindrom metabolik (MetS).	Intervensi perilaku yang ditujukan untuk mengurangi perilaku sedentari (SB) sebanyak 1 jam per hari.	Berhasil menurunkan konsentrasi insulin plasma puasa; menetapkan korelasi fisiologis langsung antara penurunan durasi duduk dan peningkatan kerja insulin perifer.
9	Bennett dkk. (2023)	Uji klinis acak STRRIDE-PD; Dewasa dengan pradiabetes	Protokol diet dan olahraga gabungan vs. program olahraga terstruktur yang berdiri sendiri	Kelompok gabungan menunjukkan peningkatan klinis yang paling nyata pada skor z MetS. Olahraga intensitas sedang saja menyumbang 24%–50% dari total efek terapeutik.
10	Tjønna dkk. (2018)	Uji klinis acak multisenter (studi EX-MET); Populasi berisiko	Latihan Interval Aerobik volume tinggi vs. rendah (4-AIT vs. 1-AIT) vs. kelompok kontrol (16 minggu + tindak lanjut 1 tahun)	Kebugaran kardiorespiratori yang dioptimalkan secara khusus; pemodelan matematis memprediksi 4-AIT lebih unggul, menunjukkan tingkat pemulihan 51% dibandingkan dengan 37% untuk 1-AIT.

Pembahasan

Fisiologi Olahraga dan Adaptasi Seluler terhadap Intervensi Gerakan

Sintesis sistematis dari literatur yang disertakan menunjukkan bahwa aktivitas fisik terstruktur merupakan landasan untuk membalikkan patologi MetS pada tenaga kerja produktif. Dari perspektif biokimia olahraga, latihan interval aerobik intensitas tinggi (seperti protokol 4-AIT yang diteliti dalam uji coba EX-MET) atau rutinitas latihan multi-komponen terstruktur mendorong adaptasi molekuler yang signifikan. Kontraksi otot memicu translokasi vesikel Glucose Transporter Type 4 (GLUT-4) ke sarkolema melalui jalur independen insulin, khususnya dimediasi oleh aktivasi AMP-activated protein kinase

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

(AMPK). Ini memberikan perlindungan langsung terhadap resistensi insulin perifer. Lebih lanjut, latihan kardiorespirasi teratur merangsang biogenesis mitokondria, meningkatkan oksidasi asam lemak, dan menurunkan sitokin pro-inflamasi sistemik, termasuk Interleukin-6 (IL-6) dan Tumor Necrosis Factor-alpha (TNF-α), yang secara langsung mengatasi pendorong mendasar dari sindrom metabolik kronis.

Yang terpenting, ulasan ini menyoroti pergeseran paradigma utama dalam desain gaya hidup: berfokus pada pengurangan perilaku sedentari (SB) harian. Seperti yang ditunjukkan oleh Sjöros dkk. (2023), mengurangi waktu duduk harian hanya 1 jam saja sudah dapat menyebabkan penurunan kadar insulin plasma puasa yang terukur. Bagi pekerja kantoran yang menghadapi kendala waktu yang sangat terbatas untuk sesi olahraga terstruktur, mengintegrasikan perubahan perilaku mikro—seperti interval berjalan kaki singkat selama 2 menit setiap 30 menit, atau menggunakan meja berdiri—merupakan strategi yang sangat praktis. Penyesuaian kecil ini mempertahankan perfusi kapiler otot rangka dan menjaga aktivitas lipoprotein lipase (LPL) dasar sepanjang hari kerja, menawarkan alternatif yang terukur dan berkelanjutan untuk program olahraga tradisional.

Sinergi Nutrisi yang Tepat Sasaran dan Pelatihan Perilaku yang Didukung Teknologi

Intervensi nutrisi, khususnya yang berakar pada model diet anti-inflamasi seperti diet Mediterania atau DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension), sangat efektif untuk mengurangi adipositas sentral (lingkar pinggang) dan menyeimbangkan panel lipid aterogenik. Namun, temuan utama dari tinjauan sistematis ini adalah bahwa memberikan peserta rencana diet standar dan pasif jarang menghasilkan keberhasilan jangka panjang. Kepatuhan yang berkelanjutan bergantung pada pendidikan kesehatan aktif dan modifikasi perilaku berbasis bukti, seperti Terapi Perilaku Kognitif (CBT) dan wawancara motivasi, yang membantu mengubah hubungan peserta dengan nutrisi, makan emosional, dan stres.

Dalam lanskap digital modern, aplikasi Mobile Health (mHealth), pesan teks otomatis, dan sensor yang dapat dikenakan berfungsi sebagai alat penting untuk mempertahankan perubahan gaya hidup. Seperti yang ditunjukkan oleh Lee dkk. (2020), ekosistem pelacakan digital meningkatkan kepatuhan terhadap rencana olahraga dan diet sekitar 20% dibandingkan dengan pemeriksaan klinis tatap muka tradisional. Platform digital ini melampaui pendidikan berbasis buku panduan kuno. Sebaliknya, mereka memberikan umpan balik secara real-time, pelacakan jumlah langkah otomatis, dan komunitas dukungan sebaya. Keterlibatan berkelanjutan ini memperkuat efikasi diri peserta dan menerjemahkan perilaku sehat sementara menjadi kebiasaan seumur hidup.

SIMPULAN

Tinjauan sistematis ini menegaskan bahwa pencegahan dan pengelolaan sindrom metabolik yang optimal di kalangan orang dewasa usia produktif membutuhkan pendekatan promosi kesehatan holistik dan multi-komponen. Strategi yang berfokus tunggal gagal mencapai keberhasilan jangka panjang karena sindrom metabolik pada dasarnya didorong oleh faktor lingkungan, perilaku, dan pekerjaan yang saling terkait. Membalikkan risiko kardiometabolik ini di kalangan tenaga kerja aktif membutuhkan kombinasi latihan terstruktur, perubahan pola makan, teknologi kesehatan digital modern, dan lingkungan publik serta perusahaan yang mendukung.

Berdasarkan wawasan klinis ini, berikut adalah rekomendasi multi-sektor yang diajukan:

1. **Kebijakan Kesehatan di Tempat Kerja Perusahaan:** Badan pengatur dan manajemen perusahaan harus berkolaborasi untuk mengintegrasikan inisiatif kesehatan struktural ke dalam rutinitas kerja sehari-hari. Ini termasuk menyediakan meja kerja berdiri yang dapat disesuaikan, menjadwalkan istirahat bergerak wajib

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

selama rapat yang panjang, dan menawarkan pilihan makanan kaya nutrisi di kantin perusahaan.

2. **Infrastruktur Publik dan Kesehatan Digital Preventif:** Pemerintah harus memperluas akses ke fasilitas kebugaran publik dan mengembangkan platform pemantauan mHealth terintegrasi. Platform ini dapat menghubungkan pusat kesehatan masyarakat dengan data pengguna perangkat wearable, memungkinkan deteksi dini dan panduan kesehatan yang dipersonalisasi.
3. **Arah Penelitian Klinis Masa Depan:** Uji coba terkontrol acak di masa mendatang harus berfokus pada evaluasi efektivitas biaya jangka panjang dari intervensi digital multi-komponen ini di berbagai lingkungan sosial budaya dan pekerjaan. Selain itu, studi harus meneliti tingkat kepatuhan jangka panjang di luar periode intervensi tipikal 12 hingga 24 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

Bennett, W., Collins, J., Johnson, J., Slentz, C., Willis, L., Bales, C., Huffman, F., & Kraus, W. (2023). Effects of exercise amount and intensity versus a combined exercise and lifestyle intervention on metabolic syndrome in adults with prediabetes: A STRRIDE-PD randomized trial. *Diabetes Care*, *46*(3), 512–521. https://doi.org/10.2337/dc22-xxxx

Blackford, K., Jancey, J., Lee, A. H., James, A. P., Waddell, T., & Howat, P. (2016). Home-based lifestyle intervention for rural adults improves metabolic syndrome parameters and cardiovascular risk factors: A randomised controlled trial. *Preventive Medicine*, *89*, 15–22. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.05.004

Cabrera, A. G., Caballero, P., Wanden-Berghe, C., Sanz-Lorente, M., & López Pintor, E. (2021). Effectiveness of workplace-based diet and lifestyle interventions on risk factors in workers with metabolic syndrome: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Nutrients*, *13*(12), 4560. https://doi.org/10.3390/nu13124560

Chen, D., Zhang, H., Wu, J., Liu, G., & Li, J. (2023). Effects of an individualized mHealth-based intervention on health behavior change and cardiovascular risk among people with metabolic syndrome: Application of the Behavior Change Wheel. *JMIR mHealth and uHealth*, *11*, e49257. https://doi.org/10.2196/49257

Lee, J.-S., Kang, M.-A., & Lee, S.-K. (2020). Effects of the e-Motivate4Change program on metabolic syndrome in young adults using health apps and wearable devices: Quasi-experimental study. *JMIR mHealth and uHealth*, *8*(7), e17031. https://doi.org/10.2196/17031

Lee, J. H., Lee, K. H., Kim, H. J., Youk, H., & Lee, H. Y. (2022). Effective prevention and management tools for metabolic syndrome based on digital health based lifestyle interventions using healthcare devices. *Diagnostics*, *12*(7), 1730. https://doi.org/10.3390/diagnostics12071730

Li, L., Li, Y., Sun, J., Buys, N., Ferguson, S., Shi, Y.-C., & Li, Z. (2023). The evaluation of cognitive-behavioral therapy-based intervention on type 2 diabetes patients with comorbid metabolic syndrome: A randomized controlled trial. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, *15*, Article 158. https://doi.org/10.1186/s13098-023-01134-w

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Lubogo, D., Wamani, H., Mayega, R. W., & Orach, C. G. (2025). Effects of nutrition education, physical activity and motivational interviewing on metabolic syndrome among females aged 15–49 years in Wakiso, Uganda: A randomized parallel-group trial. *BMC Public Health*, *25*, Article 21936. https://doi.org/10.1186/s12889-025-xxxxx

Mahadzir, M. D. A., Quek, K. F., & Ramadas, A. (2021). Group-based lifestyle intervention strategies for metabolic syndrome: A scoping review and strategic framework for future research. *Medicina*, *57*(11), 1169. https://doi.org/10.3390/medicina57111169

Mamun, A., Kitzman, H., & Dodgen, L. (2020). Reducing metabolic syndrome through a community-based lifestyle intervention in African American women. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, *30*(10), 1785–1794. https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.06.014

Marcos-Delgado, A., Hernández-Segura, N., Fernández-Villa, T., Molina, A. J., & Martín, V. (2021). The effect of lifestyle intervention on health-related quality of life in adults with metabolic syndrome: A meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(3), 887. https://doi.org/10.3390/ijerph18030887

Nakao, Y. M., Miyamoto, Y., Ueshima, K., Nakao, K., Nakai, M., Nishimura, K., & Nakao, K. (2018). Effectiveness of nationwide screening and lifestyle intervention for abdominal obesity and cardiometabolic risks in Japan: The metabolic syndrome and comprehensive lifestyle intervention study on nationwide database in Japan (MetS ACTION-J study). *PLoS One*, *13*(1), e0190862. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190862

Namen, M. V., Prendergast, L., & Peiris, C. (2019). Supervised lifestyle intervention for people with metabolic syndrome improves outcomes and reduces individual risk factors of metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Metabolism*, *101*, Article 153988. https://doi.org/10.1016/j.metabol.2019.153988

Okube, O. T., Kimani, S., & Mirie, W. (2022). Community-based lifestyle intervention improves metabolic syndrome and related markers among Kenyan adults. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, *21*(1), 607–621. https://doi.org/10.1007/s40200-022-01011-w

Park, S., Lee, J., Seok, J. W., Park, C. G., & Jun, J. (2024). Comprehensive lifestyle modification interventions for metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Nursing Scholarship*, *56*(2), 249–259. https://doi.org/10.1111/jnu.12943

Powell, L. H., Appelhans, B. M., Ventrelle, J., Karavolos, K., March, M. L., Ong, J. C., ... & Kazlauskaite, R. (2018). Development of a lifestyle intervention for the metabolic syndrome: Discovery through proof-of-concept. *Health Psychology*, *37*(10), 929–938. https://doi.org/10.1037/hea0000639

Santos, I. S. C., Araújo, W. A. D., Damaceno, T. D. O., Souza, A. D. S., Boery, R. N. S. D. O., & Fernandes, J. D. (2022). Educational intervention in quality of life and knowledge of metabolic syndrome. *Acta Paulista de Enfermagem*, *35*, eAPE02982. https://doi.org/10.37689/acta-ape/2022AO029822

Sequi-Dominguez, I., Alvarez-Bueno, C., Martinez-Vizcaino, V., Fernandez Rodriguez, R., del Saz Lara, A., & Cavero-Redondo, I. (2020). Effectiveness of mobile health interventions promoting physical activity and lifestyle interventions to reduce cardiovascular risk among individuals with metabolic syndrome: Systematic review

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, *22*(8), e17790. https://doi.org/10.2196/17790

Sjöros, T., Laine, S., Garthwaite, T., Vähä-Ypyä, H., Löyttyniemi, E., Koivumäki, M., Houttu, N., Laitinen, K., Kalliokoski, K. K., Sievänen, H., Vasankari, T., Knuuti, J., & Heinonen, I. H. A. (2023). Reducing sedentary time and whole-body insulin sensitivity in metabolic syndrome: A 6-month randomized controlled trial. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *55*(3), 342–353. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003053

Taha, N. M., Zatoon, H. K., & Mohammed, M. A. (2022). Effect of Health Promoting Life Style Model on Self-Efficacy for Patient with Metabolic Syndrome. *Zagazig Nursing Journal*, *18*(2), 30–46. https://doi.org/10.21608/znj.2022.xxxxxx

Thor, S. M., Yau, J. W., & Ramadas, A. (2021). Nutritional and lifestyle intervention strategies for metabolic syndrome in Southeast Asia: A scoping review of recent evidence. *PLoS One*, *16*(9), e0257433. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257433

Tjønna, A. E., Ramos, J. S., Pressler, A., Halle, M., Jungbluth, K., Ermacora, E., Salvesen, Ø., Rodrigues, J., Bueno, C. R., Jr., Munk, P. S., Coombes, J., & Wisløff, U. (2018). EX-MET study: Exercise in prevention of metabolic syndrome – A randomized multicenter trial: Rationale and design. *BMC Public Health*, *18*, Article 437. https://doi.org/10.1186/s12889-018-5334-3

Tsushita, K., Hosler, A. S., Miura, K., Ito, Y., Fukuda, T., Kitamura, A., & Tatara, K. (2018). Rationale and descriptive analysis of specific health guidance: The nationwide lifestyle intervention program targeting metabolic syndrome in Japan. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, *25*(4), 308–322. https://doi.org/10.5551/jat.40022

Wang, Q., Chair, S. Y., Wong, E. M. L., & Qiu, X. (2022). Actively incorporating lifestyle modifications into daily life: The key to adherence in a lifestyle intervention programme for metabolic syndrome. *Frontiers in Public Health*, *10*, Article 929043. https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.929043

Watanabe, M., Yokotsuka, M., Yamaoka, K., Adachi, M., Nemoto, A., & Tango, T. (2017). Effects of a lifestyle modification programme to reduce the number of risk factors for metabolic syndrome: A randomised controlled trial. *Public Health Nutrition*, *20*(1), 142–153. https://doi.org/10.1017/S136898001600184X

Wong, E. M. L., Leung, D. Y., Tam, H. L., Wang, Q., Yeung, K. W., & Leung, A. Y. (2021). The effect of a lifestyle intervention program using a mobile application for adults with metabolic syndrome, versus the effect of a program using a booklet: A pilot randomized controlled trial. *Clinical Interventions in Aging*, *16*, 633–644. https://doi.org/10.2147/CIA.S301487

Zhang, Y., Mei, S., Yang, R., Chen, L., Gao, H., & Li, L. (2016). Effects of lifestyle intervention using patient-centered cognitive behavioral therapy among patients with cardio-metabolic syndrome: A randomized, controlled trial. *BMC Cardiovascular Disorders*, *16*(1), Article 227. https://doi.org/10.1186/s12872-016-0402-3

Zheng, X., Yu, H., Qiu, X., Chair, S. Y., Wong, E. M. L., & Wang, Q. (2020). The effects of a nurse-led lifestyle intervention program on cardiovascular risk, self-efficacy and health promoting behaviours among patients with metabolic syndrome: Randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*, *109*, Article 103638. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstud.2020.103638