

Pengelolaan Penyakit Akibat Kerja yang Berkaitan dengan Gangguan Metabolik: A Systematic Review

Nurul 'Afifah Hijami¹, Maya Ulfah², Zahara Nurfatihah Z³, Andriansyah⁴

Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung^{1,2,3,4}

*Corresponding Author : maya.ulfah@fk.unila.ac.id

ABSTRAK

Sindrom metabolik merupakan masalah kesehatan global yang berhubungan erat dengan risiko penyakit kardiovaskular dan diabetes tipe 2. Pekerja memiliki kerentanan tinggi akibat faktor organisasi kerja, psikososial, lingkungan, gaya hidup, dan individu. Penelitian ini merupakan *systematic literature review* terhadap 41 artikel yang dipublikasikan antara tahun 2015–2025. Basis data utama meliputi *PubMed*, *Google Scholar*, *Scopus* dan *Science Direct*. Artikel yang diinklusi dianalisis berdasarkan desain penelitian, karakteristik sampel, instrumen pengukuran, faktor risiko yang diidentifikasi, serta strategi pengelolaan sindrom metabolik di tempat kerja. Analisis menunjukkan lima kategori utama faktor risiko: (1) organisasi kerja (shift malam, gangguan ritme sirkadian), (2) psikososial (stres, job strain, ketidakseimbangan usaha-imbalan), (3) lingkungan fisik (kebisingan, polusi), (4) gaya hidup (kurang aktivitas fisik, diet tidak sehat, sedentari), dan (5) individu/dukungan sosial (usia, obesitas, penyakit penyerta, rendahnya dukungan sosial). Strategi pengelolaan efektif mencakup intervensi multikomponen: promosi aktivitas fisik, modifikasi pola makan, manajemen stres, pengaturan shift kerja, pengendalian lingkungan, serta pemanfaatan teknologi digital seperti *telehealth* dan *mHealth*. Sindrom metabolik di tempat kerja merupakan hasil interaksi kompleks berbagai faktor risiko yang saling memengaruhi. Pencegahan dan pengendaliannya memerlukan pendekatan holistik yang mengintegrasikan intervensi perilaku, psikososial, organisasi, dan teknologi. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan kesehatan pekerja sekaligus produktivitas organisasi.

Kata kunci: Penyakit Akibat Kerja, Sindrom Metabolik, Pengelolaan Kesehatan, Intervensi Tempat Kerja

ABSTRACT

Metabolic syndrome is a global health problem closely associated with the risk of cardiovascular disease and type 2 diabetes. Workers are highly vulnerable due to organizational, psychosocial, environmental, lifestyle, and individual factors. This study is a systematic literature review of 41 articles published between 2015 and 2025. The main databases include PubMed, Google Scholar, Scopus, and Science Direct. Included articles were analyzed based on research design, sample characteristics, measurement instruments, identified risk factors, and workplace management strategies for metabolic syndrome. The analysis identified five main categories of risk factors: (1) work organization (night shifts, circadian rhythm disruption), (2) psychosocial (stress, job strain, effort-reward imbalance), (3) physical environment (noise, pollution), (4) lifestyle (physical inactivity, unhealthy diet, sedentary behavior), and (5) individual/social support (age, obesity, comorbidities, low social support). Effective management strategies include multicomponent interventions such as promotion of physical activity, dietary modification, stress management, shift work regulation, environmental control, and the use of digital technologies such as telehealth and mHealth. Workplace metabolic syndrome is the result of a complex interaction among multiple interrelated risk factors. Its prevention and control require a holistic approach integrating behavioral, psychosocial, organizational, and technological interventions. These efforts are expected to improve worker health as well as organizational productivity.

Kata kunci: Occupational disease, Metabolic Syndrome, Health Management, Workplace Intervention

PENDAHULUAN

Penyakit akibat kerja sebagai penyakit atau gangguan yang disebabkan atau diperburuk oleh paparan faktor-faktor yang ada di tempat kerja atau aktivitas pekerjaan. Penyakit akibat kerja

menjadi penyakit atau gangguan yang memiliki penyebab kompleks, melibatkan kombinasi paparan faktor-faktor yang berhubungan dengan pekerjaan dan yang tidak berhubungan dengan pekerjaan (Safety and Health at Work, 2025). Hal ini dapat mempengaruhi kesehatan pekerja melalui berbagai faktor di tempat kerja, seperti gaya hidup, shift kerja, aktivitas fisik, dan stres kerja yang berhubungan dengan gangguan metabolik termasuk obesitas, diabetes melitus tipe 2, dislipidemia, dan sindrom metabolik (Jeong, 2018).

Prevalensi gangguan metabolik di Asia mencapai 11,9-49% dengan angka tertinggi di Pakistan perkotaan (49%), terendah di Filipina (11,9%) berdasarkan *NCEP ATP III*, pada perempuan mencapai 47,2% berdasarkan *IDF*. Sedangkan di Indonesia mencapai 28,4% pada kelompok usia 25-64 tahun dengan populasi sindrom metabolik pada perempuan (30,4%) lebih tinggi dibandingkan pada populasi laki-laki (25,4%) berdasarkan *Modified NCEP ATP III* (Ranasinghe et al., 2017). Angka Diabetes Melitus (DM) berdasarkan Pemeriksaan Kadar Gula Darah pada Penduduk Umur ≥ 15 tahun menurut Karakteristik, SKI 2023, mencapai 11,7% dengan jenis kelamin perempuan (13,4%) lebih tinggi dibandingkan laki-laki (9,8%), pendidikan Tidak/belum pernah sekolah tertinggi (19,5%), pekerjaan Buruh/sopir (10,8%), tidak bekerja (12,9%), wiraswasta (13,3%), PNS/TNI/Polri/BUMN/BUMD (13,9%), petani/buruh tani (14%), nelayan (14,2%) (BKPK, 2023), menunjukkan bahwa lingkungan kerja perkantoran dan tekanan pekerjaan tertentu dapat memperberat risiko tersebut. Jam kerja berlebih berhubungan dengan kurangnya aktivitas fisik menjadi salah satu faktor risiko yang signifikan untuk penyakit kronis, salah satunya sindrom metabolik (Ryu et al., 2016). Selain itu, pekerja dengan status ekonomi menengah ke atas (prevalensi 12,3%) dan tinggal di perkotaan (12,1%) lebih rentan terhadap gangguan metabolik, dapat disebabkan karena gaya hidup sedentari dan pola makan yang tidak sehat seperti paparan konsumsi makanan tinggi garam, gula, dan lemak serta (Nsabimana et al., 2024).

Penyakit akibat kerja tidak hanya dapat memperburuk kesehatan pekerja melalui paparan bahaya secara fisik, tetapi juga memengaruhi mekanisme metabolisme. Paparan bahaya ini meningkatkan risiko gangguan metabolik dan penyakit kardiovaskular melalui faktor risiko yang dapat memperberat di tempat kerja seperti stres kerja, gaya hidup sedentari, dan pola makan tidak sehat (Sigit et al., 2020). Di era sekarang, lingkungan kerja menjadi salah satu faktor pendukung perkembangan gangguan metabolik. Paparan stres psikososial di tempat kerja, seperti beban kerja tinggi, ketidakadilan organisasi, dan kurangnya dukungan sosial dapat meningkatkan risiko gangguan metabolik (*risk ratio* 1,47) (Watanabe et al., 2018). Shift kerja, khususnya malam hari dapat meningkatkan risiko gangguan metabolik lebih dari dua kali lipat dibandingkan pekerja shift siang (Sooriyaarachchi et al., 2022). Shift kerja dapat mengganggu ritme sirkadian melalui perubahan pola tidur, makan, dan hormon seperti kortisol yang berkontribusi pada resistensi insulin, obesitas visceral, dan profil lipid yang buruk. Selain itu, konsumsi kalori setelah jam 07.00 PM dan minuman manis pada pola makan pekerja shift juga memperparah risiko gangguan metabolik (Heeja Jung et al., 2020).

Pendekatan tempat kerja sebagai pengelolaan penyakit akibat kerja menjadi sarana pencegahan dan manajemen gangguan metabolik. 33 studi intervensi fisik di tempat kerja menunjukkan bahwa program multi-komponen, seperti edukasi, olahraga, modifikasi perilaku dapat menurunkan berat badan rata-rata 2,61 kg dan mengurangi lingkar pinggang sekitar 1,92 cm (Mulchandani et al., 2019). Selain itu, intervensi berbasis digital, seperti *e-health* di tempat kerja yang menggabungkan edukasi, telepon, pesan singkat, *email* dapat menurunkan lingkar pinggang, tekanan darah, trigliserida, dan glukosa puasa setelah 6 bulan (Hyesun Jung et al., 2012). Pekerja perkantoran dengan gangguan metabolik, intervensi aktivitas fisik jarak jauh selama 12 minggu melalui *Zoom meeting*, edukasi dan pesan singkat setiap hari dapat meningkatkan motivasi intrinsik dan indikator fisiologis seperti glukosa dan tekanan darah (K. S. Park & Hwang, 2024).

Oleh karena itu, pengelolaan penyakit akibat kerja di tempat kerja seperti program kesehatan kerja, pengelolaan stres, dan promosi aktivitas fisik di tempat kerja dapat diterapkan untuk mengurangi potensi gangguan metabolik, meningkatkan kesehatan pekerja, dan meningkatkan produktivitas kerja dengan mempertimbangkan dukungan sosial, efektivitas di tempat kerja, partisipasi pemangku jabatan, dan relevan dengan budaya kerja (Bogale et al., 2024).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji strategi manajemen atau pengelolaan penyakit akibat kerja yang berkaitan dengan gangguan metabolik berdasarkan literatur terkini, dengan fokus pada pencegahan, intervensi di tempat kerja, dan pendekatan klinis. Review ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi pendekatan pencegahan berbasis tempat kerja, intervensi gaya hidup, dan program manajemen stres untuk mengurangi beban gangguan metabolik pada pekerja, meningkatkan kesehatan pekerja, dan meningkatkan produktivitas pekerja.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode pencarian *systematic literature review* menggunakan metode PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analysis). Metode ini menjadi strategi pencarian untuk menemukan studi yang relevan. Penelitian ini menelusuri artikel melalui basis data *PubMed*, *Google Scholar* dan *Science Direct*.

Pencarian data menggunakan diagram alur PRISMA berdasarkan identifikasi artikel melalui *database*, skrining artikel melalui judul dan abstrak, menilai teks secara keseluruhan untuk proses eligibilitas, dan menganalisis artikel yang memenuhi kriteria inklusi.

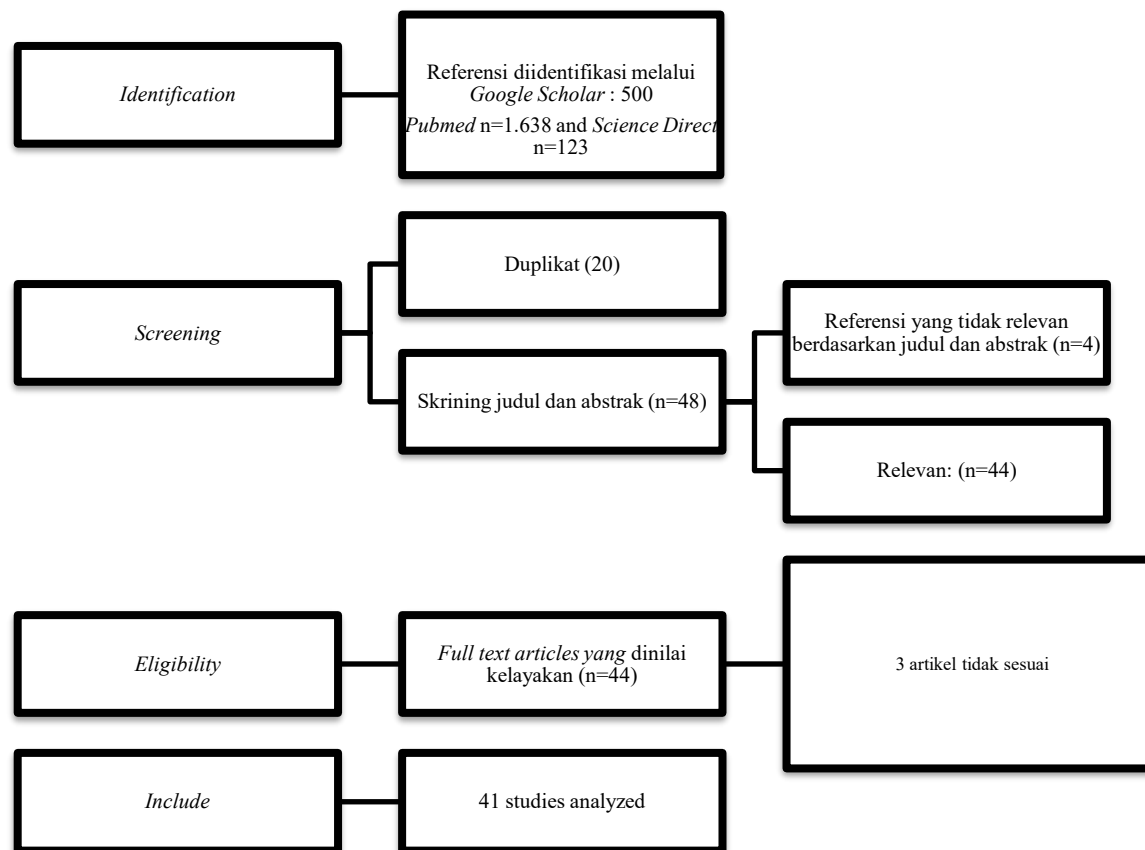
Penelusuran dalam penelitian ini menggunakan kombinasi kata kunci dalam bahasa Inggris “occupational disease”, “work-related disease”, “metabolic syndrome”, “workplace intervention”, “workplace management”, “Work related Metabolic Syndrome among worker”. Pencarian pada artikel ini antara 2015-2025 dan berbahasa Inggris.

Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah:

- (1) penyakit akibat kerja yang berkaitan dengan gangguan metabolik di lingkungan kerja;
- (2) faktor risiko dan atau strategi pengelolaan penyakit akibat kerja;
- (3) jenis studi meliputi studi kohort, *cross sectional*, *Randomized Controlled Trial* (RCT), meta analisis, *systematic literature review*;
- (4) populasi studi adalah pekerja dewasa (usia ≥ 18 tahun);
- (5) diterbitkan dalam bahasa Inggris atau Indonesia dengan *full text* tersedia.

Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah:

- (1) artikel yang hanya berisi abstrak;
- (2) literatur yang tidak relevan dengan sindrom metabolik di tempat kerja;
- (3) duplikasi artikel.



Gambar I PRISMA

Setelah dilakukan penilaian secara menyeluruh, diperoleh 41 studi yang memenuhi kriteria dan dimasukkan ke dalam sintesis akhir.

HASIL

Ekstraksi data dilakukan menggunakan lembar kerja standar dalam format *Microsoft Excel* yang telah disusun untuk penelitian ini. Informasi yang diekstraksi dari setiap artikel meliputi identitas studi, desain penelitian, karakteristik sampel, dan instrumen penelitian.

Tabel I Data Ekstraksi

No	Penulis & Tahun	Desain Studi	Karakteristik Sampel	Fokus / Intervensi	Hasil utama / Temuan
1	Lihua M. et al., 2023	Systematic review & meta-analysis	Studi gabungan pasien MetS + gejala psikologis	Intervensi manajemen stres (berbagai model: CBT, relaksasi, dsb.)	Intervensi manajemen stres menunjukkan efek mengurangi gejala psikologis dan perbaikan beberapa indikator MetS (efek ringkas).
2	Cheng W.-J. et al., 2021	Prospective cohort (8 tahun)	Pekerja rumah sakit, eksposur shift malam	Eksposur kerja shift malam vs non-shift	Shift malam dikaitkan dengan peningkatan risiko MetS selama 8 tahun.
3	Alageel S. et al., 2018	Kualitatif	Penyedia layanan primer & pasien dewasa	Implementasi intervensi multi-perilaku untuk risiko kardiovaskular	Mengidentifikasi hambatan & fasilitator implementasi; kompleksitas implementasi di primer

No	Penulis & Tahun	Desain Studi	Karakteristik Sampel	Fokus / Intervensi	Hasil utama / Temuan
4	Flahr H. et al., 2018	Systematic review	Pekerja shift (industri/kesehatan)	Intervensi berbasis aktivitas fisik pada pekerja shift	Intervensi PA menunjukkan manfaat untuk kebugaran dan beberapa faktor risiko metabolik tetapi bukti heterogen
5	Fang Y.-Y. et al., 2019	Randomized controlled trial (RCT)	Pekerja industri, overweight	Program aktivitas fisik tempat kerja	Menurunkan berat badan, meningkatkan kebugaran, menurunkan stres kerja, meningkatkan QoL
6	Sooriyaarachchi P. et al., 2022	Systematic review & meta-analysis	Tenaga kesehatan shift	Eksposur shift kerja dan MetS	Shift work pada tenaga kesehatan meningkatkan risiko MetS; bukti meta-analitik mendukung hubungan
7	Gea Cabrera A. et al., 2021	Systematic review, meta-analysis & meta-regression	Pekerja dengan MetS	Intervensi diet & gaya hidup di tempat kerja	Intervensi workplace dapat menurunkan beberapa faktor risiko MetS (berat, lipids, dsb.)
8	Bahinipati J. et al., 2022	Cross-sectional / observational (judul menyiratkan studi)	Pekerja kesehatan; paparan malam shift	Pengaruh night shift pada pengembangan MetS	Night shift terkait peningkatan prevalensi MetS di sampel
9	Winkvist A. et al., 2017	Longitudinal (10 tahun)	Dewasa populasi umum	Perubahan asupan diet & asosiasi dengan faktor kardiometabolik	Perubahan diet selama 10 tahun berkaitan dengan perubahan faktor risiko kardiometabolik
10	Bogale S. K. et al., 2024	Realist review	Pekerja di LMIC	Workplace-based education interventions untuk MetS	Mengidentifikasi mekanisme keberhasilan/kegagalan program edukasi di LMIC
11	Naicker A. et al., 2021	Systematic review	Karyawan dewasa	Canteen interventions to promote healthy eating	Intervensi kantin & multikomponen dapat meningkatkan pilihan makanan sehat dan beberapa outcome diet
12	Eze I. et al., 2017	Observational (eksposur kebisingan)	Dewasa dengan variasi melatonin-regulating gen	Night-time traffic noise, gene variants & perubahan glikemia	Paparan kebisingan malam & varian gen terkait dengan perubahan glikemia
13	Tang X. et al., 2021	Systematic review & meta-analysis	Ibu pekerja yang menyusui	Program workplace untuk mendukung menyusui	Program workplace efektif meningkatkan praktik menyusui (durasi/kelanjutan)
14	Sakuraya A. et al., 2017	Systematic review & meta-analysis protocol	Pekerja	Hubungan psychosocial workplace factors & onset MetS	Protokol menguraikan metode untuk menilai bukti hubungan psikososial kerja → MetS

No	Penulis & Tahun	Desain Studi	Karakteristik Sampel	Fokus / Intervensi	Hasil utama / Temuan
15	Goodyear V. A. et al., 2021	Systematic review	Remaja & dewasa	Pengaruh intervensi media sosial pada PA & diet	Bukti moderat bahwa intervensi media sosial dapat meningkatkan PA/diet pada beberapa kelompok
16	Kempf K. et al., 2019	3-arm RCT (telemedical coaching)	Karyawan overweight	Telemedical coaching untuk penurunan berat badan	Telemedical coaching efektif menurunkan berat badan dibanding kontrol
17	Syed I. U. B., 2020	Narrative integrative review	/ Umum pekerja	Integrasi diet, PA, kesehatan emosional untuk total worker health	Menekankan perlunya solusi terintegrasi; intervensi tunggal kurang efektif
18	Li X. et al., 2021	Cross-sectional	Pekerja tambang, paparan fisik & psikososial	Hubungan MSD dengan occupational stress & mental health	Terdapat asosiasi antara gangguan muskuloskeletal, stress kerja, dan kesehatan mental
19	Kuo W. et al., 2019	Systematic review & meta-analysis	Dewasa	Hubungan psychological stress & MetS	Stress psikologis berkaitan signifikan dengan MetS (meta-analytic evidence)
20	Sangster J. et al., 2015	RCT (pedometer + telephone coaching)	Orang pasca-kardiak dengan aktivitas rendah	Pedometer-based telephone coaching	Program membantu menurunkan berat & meningkatkan PA pada peserta
21	Zhang Y. et al., 2021	Bibliometric characteristics study	/ Publikasi ilmiah	Karakteristik publikasi mengenai occupational stress	Menyajikan tren kontribusi & topik riset
22	Jeon B. M. et al., 2023	Systematic review & meta-analysis	Shift workers bergilir	Intervensi tidur untuk pekerja shift	Intervensi tidur (termasuk hygiene, jadwal) efektif meningkatkan kualitas tidur dan beberapa outcome
23	Phaswana M. et al., 2023	Cross-sectional observational	Kepala kantor/karyawan kantor	Patterns of sedentary behavior, PA & cardiometabolic risk	Sedentary behavior tinggi berkorelasi dengan faktor risiko kardiometabolik
24	Da Silva Domingues V., 2025	Preprint / review (policy implications)	Shift workers, kebijakan	Dampak shift work pada metabolic dysfunction & implikasi kebijakan	Menyajikan bukti bahwa shift work berdampak pada metabolic health; rekomendasi kebijakan
25	Khalafehn ilsaz M. et al., 2024	Pragmatic review (challenges)	/ Pekerja lansia/umum	Tantangan & barrier healthy eating at workplace	Identifikasi hambatan praktis implementasi pola makan sehat
26	Zhang M. et al., 2024	Cross-sectional correlation analysis	/ Pekerja industri petrochemical	Occupational stress & MetS correlation using two stress models	Terdapat korelasi antara stres kerja dan prevalensi MetS berdasarkan dua model penilaian

No	Penulis & Tahun	Desain Studi	Karakteristik Sampel	Fokus / Intervensi	Hasil utama / Temuan	
27	Thiesse L. et al., 2018	Experimental exposure study	Young adults	healthy	Efek kebisingan transport malam terhadap glukosa	Paparan kebisingan malam mempengaruhi regulasi glukosa
28	Christens en J. S. et al., 2016	Cross-sectional analysis	Populasi Denmark	umum	Road & railway noise exposure & adiposity	Eksposur kebisingan terkait dengan adiposity pada analisis cross-sectional
29	Liu Y. et al., 2021	Cross-sectional	Perawat sakit	rumah	Job stress, psychological capital, perceived social support & burnout	Job stress terkait burnout; psychological capital & support berperan protektif
30	Kim S. et al., 2020	Cohort study	Employees, data pada anxiety & sleep		Occupational stress & sleep duration association with anxiety symptoms	Stres kerja & durasi tidur terkait dengan gejala kecemasan
31	Vilar-Compte M. et al., 2021	Systematic review	Ibu pekerja		Intervensi memperbaiki lingkungan kerja untuk menyusui	Intervensi lingkungan (fasilitas, kebijakan) meningkatkan praktik menyusui
32	Woo S. H. et al., 2020	Development & assessment (intervention study)	Pekerja dengan risiko CVD tinggi		SNS-based lifestyle modification program	Program berbasis jejaring sosial dapat meningkatkan beberapa perilaku gaya hidup
33	Eddy P. et al., 2017	Systematic review & meta-analysis	Pekerja populasi		Effort-reward imbalance (ERI) & cardiovascular health	ERI terkait buruk pada indeks kesehatan kardiovaskular
34	Boivin D. B. et al., 2022	Review	Shift workers		Disturbance of circadian system in shift work and health impact	Gangguan sistem sirkadian terhubung ke berbagai masalah kesehatan (metabolik termasuk)
35	Yadav R. et al., 2020	Randomized Controlled Trial (12-week yoga + diet vs diet)	Adults with MetS (Indian sample)		Yoga-based lifestyle (termasuk diet) vs dietary intervention	Intervensi yoga + diet menunjukkan perbaikan beberapa faktor kardiometabolik vs diet saja
36	Sara J. D. et al., 2018	Review (prospective studies)	Pekerja		Association: work-related stress & coronary heart disease	Menyimpulkan hubungan antara stres kerja dan CHD dalam studi prospektif
37	Guo Y. et al., 2015	Cross-sectional / observational	Aged workers	Tiongkok	Shift work relation to metabolic syndrome	Temuan: shift work berasosiasi dengan MetS pada pekerja usia tertentu
38	Sonoda N. et al., 2020	Observational cohort (diabetology study)	Penderita diabetes yang bekerja		Faktor relevan untuk dropout dari kunjungan rawat jalan diabetes	Identifikasi work-related, personal, diabetes factors yang terkait dropout
39	Alshagra wi S. & Abidi S. T., 2023	Randomized controlled trial	Pekerja (pengguna aplikasi)		mHealth intervention untuk promosi PA	Intervensi mHealth efektif mendorong peningkatan PA

No	Penulis & Tahun	Desain Studi	Karakteristik Sampel	Fokus / Intervensi	Hasil utama / Temuan
40	Amiri S. et al., 2024	Systematic review & meta-analysis	Tenaga kesehatan	Occupational risk factors for burnout syndrome	Mengidentifikasi risk factors yang mempengaruhi burnout pada tenaga kesehatan
41	Armaou M. et al., 2022	Systematic review & narrative synthesis	Pekerja	Effectiveness of digital interventions for psychological outcomes	Digital interventions punya bukti terbatas tapi janji untuk outcome psikologis tertentu

Dari 41 artikel yang ditelaah, penelitian tentang hubungan antara sindrom metabolik, faktor risiko, dan strategi pengelolaan di tempat kerja menunjukkan variasi desain, populasi, serta pendekatan intervensi.

Faktor Risiko Sindrom Metabolik pada Pekerja

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa shift kerja malam secara konsisten meningkatkan risiko sindrom metabolik (Bahinipati et al., 2022; Cheng et al., 2021; Da Silva Domingues, 2025; Guo et al., 2015; Sooriyaarachchi et al., 2022). Faktor psikososial di tempat kerja, termasuk stres kerja, beban kerja tinggi, dan ketidakseimbangan *efford-reward* juga dikaitkan dengan onset sindrom metabolik (Eddy et al., 2017; Kuo et al., 2019; Sakuraya et al., 2017; M. Zhang et al., 2024). Selain itu, paparan kebisingan malam hari dilaporkan berdampak pada disregulasi glukosa dan peningkatan risiko kardiometabolik (Christensen et al., 2016; Eze et al., 2017; Thiesse et al., 2018).

Faktor gaya hidup seperti diet tidak sehat, perilaku sedentari, dan kurang aktivitas fisik memperburuk risiko (Phaswana et al., 2023; Santana et al., 2020; Winkvist et al., 2017). Karakteristik individu, misalnya obesitas, usia lanjut, dan status psikologis juga berperan sebagai prediktor tambahan (S. Kim et al., 2020; X. Li et al., 2021; Liu et al., 2021).

Strategi Pengelolaan dan Intervensi

Intervensi berbasis tempat kerja terbukti dalam mengurangi faktor risiko sindrom metabolik. Program aktivitas fisik mampu meningkatkan kebugaran, menurunkan berat badan, dan mengurangi stres kerja (Fang et al., 2019; Flahr et al., 2018). Program diet dan gaya hidup sehat di tempat kerja menunjukkan hasil signifikan dalam menurunkan komponen sindrom metabolik (Gea Cabrera et al., 2021; Khalafehnlsaz et al., 2024; Naicker et al., 2021).

Pendekatan teknologi digital seperti *telemedical coaching* dan intervensi *mHealth* efektif dalam meningkatkan kepatuhan terhadap perilaku sehat (Alshagrawi & Abidi, 2023; Armaou et al., 2022; Kempf et al., 2019; Woo et al., 2020). Selain itu, intervensi berbasis psikologis, seperti manajemen stres, yoga, dan dukungan sosial di tempat kerja menunjukkan dampak positif terhadap kesehatan mental dan kardiometabolik (Lihua et al., 2023; Syed, 2020; Yadav et al., 2020).

Studi di negara berpendapatan rendah dan menengah menyoroti pentingnya edukasi kesehatan berbasis komunitas kerja sebagai strategi yang dapat diadaptasi sesuai konteks lokal (Bogale et al., 2024).

PEMBAHASAN

Penyakit Akibat Kerja (PAK) memengaruhi perkembangan sindrom metabolik melalui paparan faktor risiko pekerjaan, seperti stres kerja, shift kerja, dan gaya hidup sedentari, yang memicu disregulasi metabolik dan meningkatkan risiko morbiditas kardiovaskular (Kang et al., 2023). Analisis komprehensif terhadap faktor risiko pekerjaan yang memicu sindrom metabolik, strategi dan implementasi di tempat kerja merupakan pendekatan kritis untuk

mengurangi gangguan metabolik dan mempromosikan kesehatan pekerja secara berkelanjutan (Santana et al., 2020).

Faktor Risiko Gangguan Metabolik di Lingkungan Kerja Faktor Organisasi Kerja

Sejumlah studi mengonfirmasi bahwa shift malam dan gangguan ritme sirkadian merupakan faktor risiko signifikan terhadap perkembangan sindrom metabolik (Bahinipati et al., 2022; Cheng et al., 2021; Sooriyaarachchi et al., 2022). Mekanisme biologis utama yang dijelaskan meliputi gangguan sekresi hormon melatonin, resistensi insulin, dan perubahan metabolisme lemak (Boivin et al., 2022). Oleh karena itu, intervensi pengelolaan jadwal kerja dan promosi *sleep hygiene* terbukti penting untuk meminimalkan risiko (Jeon et al., 2023). Shift malam menjadi salah satu faktor risiko utama di lingkungan kerja, dengan pekerjaan di luar jam kerja siang hari biasa (18.00-06.00) (Sooriyaarachchi et al., 2022) yang mengganggu ritme sirkadian dan menyebabkan desinkronisasi metabolisme (Boivin et al., 2022). Mekanisme ini melibatkan ketidakselarasan antara jam biologis internal dengan siklus cahaya-gelap eksternal, yang memengaruhi regulasi hormon seperti kortisol, melatonin, dan insulin, serta pola makan dan tidur dan mengakibatkan desinkronisasi metabolisme dan dampak negatif seperti obesitas dan disregulasi glukosa (Xie et al., 2024).

Shift malam menyebabkan desinkronisasi ritme sirkadian, yang memengaruhi homeostasis glukosa, sensitivitas insulin, dan pengeluaran energi. Misalnya, kurang tidur atau tidur yang terganggu pada pekerja shift malam dapat mengurangi sensitivitas insulin tanpa kompensasi sekresi insulin yang memadai, sehingga meningkatkan risiko diabetes. Selain itu, perubahan pola makan—seperti konsumsi makanan tinggi kalori di malam hari—dan penurunan aktivitas fisik berkontribusi pada penambahan berat badan dan obesitas. Studi menunjukkan bahwa misalignment sirkadian ini juga dapat memengaruhi pola kortisol diurnal, yang berkaitan dengan obesitas sentral dan tekanan darah tinggi (Leproult et al., 2014)(T. W. Kim et al., 2015)(Andreadi et al., 2025). Berbagai studi kohort dan meta-analisis telah menegaskan bahwa shift malam meningkatkan risiko gangguan metabolik. Dalam sebuah kohort 8 tahun pada 5.775 pekerja rumah sakit di Taiwan, pekerja shift malam memiliki risiko lebih tinggi terkena sindrom metabolik dibandingkan pekerja siang, dengan odds ratio yang disesuaikan (aOR) sebesar 1.36 (95% CI: 1.04–1.78). Risiko ini terutama terlihat pada peningkatan lingkaran pinggang (aOR: 1.27, 95% CI: 1.07–1.51), dan semakin tinggi jumlah shift malam, semakin besar risiko tekanan darah tinggi (aOR: 1.15, 95% CI: 1.01–1.31) (Cheng et al., 2021).

Di lingkungan kerja seperti rumah sakit, pabrik, atau transportasi, shift malam sering tak terhindarkan, tetapi risikonya dapat dimitigasi melalui intervensi seperti jadwal shift yang lebih baik, promosi tidur berkualitas, dan pemantauan kesehatan rutin. Pekerja shift malam disarankan untuk menjaga pola makan sehat, meningkatkan aktivitas fisik, dan menghindari kebiasaan merokok. Perusahaan dapat menerapkan program skrining dini untuk faktor risiko metabolik (CDC, 2021).

Faktor Psikososial

Stres kerja kronis, job strain, serta ketidakseimbangan antara usaha dan imbalan (effort-reward imbalance) konsisten dikaitkan dengan peningkatan risiko sindrom metabolik (Eddy et al., 2017; Kuo et al., 2019; Sakuraya et al., 2017). Kondisi ini dipahami melalui mekanisme aktivasi aksis hipotalamus-pituitari-adrenal (HPA axis) yang memicu hiperaktivitas kortisol dan perubahan metabolisme glukosa (S. Kim et al., 2020). Manajemen stres berbasis psikososial, baik melalui konseling, yoga, maupun intervensi digital telah menunjukkan efektivitas dalam menurunkan beban stres dan memperbaiki indikator kardiometabolik (Armaou et al., 2022; Lihua et al., 2023; Yadav et al., 2020).

Stres kerja mengacu pada proses pengalaman psikologis dan tuntutan pekerjaan jangka panjang dan jangka pendek pada kesehatan fisik dan mental (Y. Zhang et al., 2021). Stres kerja jangka panjang dapat menyebabkan berbagai penyakit baik fisik maupun mental, termasuk penyakit kardiovaskular (Eddy et al., 2017), gangguan otot dan tulang rangka (X. Li et al., 2021), kecemasan (S. Kim et al., 2020), *burnout* (Liu et al., 2021), yang mengurangi kepuasan kerja dan efisiensi kerja (Y. Li et al., 2022), meningkatkan kecenderungan untuk *resign* (J. Park et al., 2017), dan insiden kerja. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa 257 (16%) partisipan dari 1608 partisipan didiagnosa memiliki sindrom metabolik. Dibandingkan dengan kelompok yang tidak didiagnosa sindrom metabolik, Indeks Massa Tubuh (IMT), lingkar pinggang, sistol, diastol, trigliserida, dan kadar glukosa darah puasa secara signifikan lebih tinggi pada kelompok sindrom metabolik dan kadar kolesterol HDL secara signifikan lebih rendah ($p < 0,001$) (M. Zhang et al., 2024). Sebuah meta-analisis menemukan bahwa kelompok dengan stres tinggi memiliki peluang 45% lebih besar untuk mengalami sindrom metabolik dibandingkan kelompok stres rendah (Kuo et al., 2019).

Faktor Lingkungan Fisik

Paparan kebisingan malam hari dan polusi lingkungan berkontribusi pada disregulasi glukosa dan peningkatan adipositas (Christensen et al., 2016; Eze et al., 2017; Thiesse et al., 2018). Hal ini relevan khususnya di kawasan urban, sehingga regulasi lingkungan kerja yang lebih ketat terhadap kebisingan dan polusi merupakan strategi yang diperlukan untuk mencegah gangguan metabolik.

Pajanan kebisingan berdampak negatif pada kesehatan manusia, termasuk kebisingan lingkungan kerja di jalan raya yang dikaitkan dengan dampak negatif terhadap lingkar pinggang yang lebih lebar dan Indeks Massa Tubuh (IMT) yang lebih tinggi (Christensen et al., 2016). Selain itu, paparan kebisingan transportasi juga mengganggu regulasi glukosa dan menyebabkan peningkatan risiko jangka panjang diabetes tipe 2 (Eze et al., 2017). Pada penelitian (Thiesse et al., 2018), ditemukan bahwa terdapat peningkatan glukosa dan insulin pada 2 kelompok setelah paparan kebisingan selama 5 malam dibandingkan paparan kebisingan pada malam pertama. Keduanya menurun setelah paparan dihentikan. Hal ini terjadi karena paparan kebisingan (>85 dB) sebagai stresor eksternal yang mengaktifkan respon fisiologis tubuh, memicu aktivasi sistem saraf simpatik, menyebabkan pelepasan katekolamin (epinefrin dan norepinefrin) dari medula adrenal. Kebisingan juga merangsang sumbu HPA (Hipotalamus-Hipofisi-Adrenal) untuk mensekresi CRH (Corticotropin-releasing hormone), yang memicu pelepasan ACTH dari hipofisis, lalu meningkatkan sekresi kortisol dari korteks adrenal. Adapun pengaruh sekresi tersebut meningkatkan glukoneogenesis dan glikogenolisis di hati yang menyebabkan produksi glukosa berlebih. Selain itu kortisol juga menyebabkan resistensi insulin, mengganggu uptake glukosa oleh jaringan seperti otot rangka dan jaringan adiposa, sehingga meningkatkan kadar glukosa darah. Sekresi katekolamin (epinefrin dan norepinefrin) merangsang glikogenolisis (pemecahan glikogen menjadi glukosa) dan glukoneogenesis yang meningkatkan kadar glukosa darah. Hormon ini juga menghambat sekresi insulin, memperburuk hiperglikemia (Roden & Shulman, 2019)(Hoang Do & Thorn, 2015). Kebisingan kronis dapat mengganggu pola tidur, meningkatkan risiko resistensi insulin melalui disregulasi ritme sirkadian dan peningkatan sitokin proinflamasi yang memperburuk resistensi insulin dan hiperglikemia. Kombinasi peningkatan produksi glukosa, penurunan sekresi insulin, dan resistensi insulin menyebabkan hiperglikemia. Pada paparan kronis, mekanisme ini meningkatkan risiko diabetes melitus tipe 2, terutama pada individu dengan faktor risiko seperti obesitas atau sindrom metabolik (Galicía-García et al., 2020)(Goyal et al., 2023).

Gaya Hidup dan Perilaku

Temuan konsisten menunjukkan bahwa kurangnya aktivitas fisik, perilaku sedentari, serta pola diet tidak sehat memperburuk risiko sindrom metabolik (Phaswana et al., 2023; Santana et al., 2020; Winkvist et al., 2017). Intervensi berbasis tempat kerja, seperti program olahraga rutin, promosi konsumsi makanan sehat, serta modifikasi lingkungan kantor, efektif dalam memperbaiki profil metabolik (Fang et al., 2019; Flahr et al., 2018; Gea Cabrera et al., 2021). Selain itu, pendekatan berbasis teknologi seperti telemedical coaching dan mHealth interventions terbukti mampu meningkatkan kepatuhan pekerja terhadap perilaku sehat (Alshagrawi & Abidi, 2023; Kempf et al., 2019).

Gaya hidup sedentari, yang ditandai dengan aktivitas duduk atau berbaring dalam waktu lama dengan pengeluaran energi minimal, merupakan salah satu faktor risiko utama untuk gangguan metabolik di lingkungan kerja (J. H. Park et al., 2020). Di tempat kerja modern, terutama pada pekerjaan kantor atau administratif, individu sering menghabiskan lebih dari 8 jam sehari dalam posisi duduk, seperti bekerja di depan komputer atau mengemudi, yang berkontribusi pada peningkatan prevalensi sindrom metabolik—sebuah kelompok kondisi yang mencakup obesitas abdominal, hipertensi, dislipidemia, dan resistensi insulin (Chen et al., 2021). Studi menunjukkan bahwa pekerja kantor di Afrika Selatan, misalnya, menghabiskan rata-rata 595,5 menit (sekitar 10 jam) per hari dalam perilaku sedentari, termasuk 235,7 menit di tempat kerja dan 83,6 menit selama transportasi, yang berhubungan dengan peningkatan risiko kardiovaskular meskipun tidak secara langsung terkait dengan faktor risiko metabolik dalam analisis regresi (Phaswana et al., 2023). Meskipun data waktu sedentari spesifik tidak disebutkan secara eksplisit, pekerja kantor di Indonesia sering terlibat dalam perilaku duduk berkepanjangan selama jam kerja standar (rata-rata 8 jam per hari), yang diperburuk oleh kurangnya aktivitas fisik, sehingga meningkatkan risiko kardiovaskular dan metabolik seperti obesitas abdominal dan hipertensi (Rahma Listyandini et al., 2021).

Faktor Individu dan Dukungan Sosial

Karakteristik individu seperti obesitas, usia lanjut, dan adanya penyakit penyerta (misalnya diabetes) menjadi prediktor penting sindrom metabolik (X. Li et al., 2021; Sonoda et al., 2020). Dukungan sosial yang rendah, baik dari rekan kerja maupun lingkungan organisasi, juga memperburuk risiko burnout dan menurunkan kemampuan pekerja dalam menjaga kesehatan (Amiri et al., 2024; Liu et al., 2021).

Strategi Pengelolaan Penyakit Akibat Kerja

Intervensi di Tempat Kerja

Pendidikan dan Konseling: Intervensi pendidikan di tempat kerja menjadi pendekatan multifaset melibatkan seminar, lokakarya, dan konseling individu atau kelompok untuk meningkatkan pengetahuan tentang nutrisi sehat, aktivitas fisik, dan pengelolaan stres terkait pencegahan dan pengelolaan sindrom metabolik (Alageel et al., 2018). Pendekatan ini sering dikombinasikan dengan pengingat melalui pesan teks, email, atau aplikasi berbasis intranet yang menyediakan konten edukatif berkelanjutan untuk mempertahankan motivasi jangka panjang (Agarwal et al., 2016). Studi menunjukkan bahwa intervensi pendidikan yang relevan secara budaya dan melibatkan manajer tempat kerja dapat mengurangi faktor risiko MetS, seperti tekanan darah dan kadar glukosa darah puasa, melalui peningkatan kemampuan (capability), peluang (opportunity), dan motivasi (motivation) peserta berdasarkan model COM-B. Faktor kontekstual seperti dukungan sosial yang kuat dari keluarga dan rekan kerja, serta pengaruh lingkungan kerja, berkontribusi pada keberhasilan, terutama di negara berpenghasilan rendah dan menengah (LMICs). Evaluasi menunjukkan hasil positif pada perilaku gaya hidup sehat, meskipun tantangan seperti durasi program pendek dapat membatasi dampak pada ukuran pinggang atau aktivitas fisik (Bogale et al., 2024).

Tempat kerja dengan kantin memiliki akses mudah ke tangga dan lift, memiliki ruang luar yang cocok untuk berjalan kaki, area makan, dan akses ke pilihan makanan yang lebih sehat, sedangkan tempat kerja tanpa kantin memiliki ruang terbatas untuk rekreasi dan keterbatasan berjalan kaki, baik di dalam maupun luar ruangan (Shokeen et al., 2022). Penelitian menunjukkan bahwa pekerja dengan tempat kerja memiliki kantin meskipun terpapar lingkungan yang sehat, namun memiliki gaya hidup yang buruk tetap memiliki risiko kardio metabolik lebih tinggi, sedangkan pekerja dengan tempat kerja tanpa kantin terpapar lingkungan yang tidak sehat, baik dari segi bangunan maupun gizi. Hal ini dikombinasikan dengan gaya hidup yang buruk, mengakibatkan risiko kardio metabolik yang tinggi karena pekerja duduk dalam waktu yang lama selama jam kerja, sering mengonsumsi makanan padat energi dari kantin atau gerai makanan cepat saji, memiliki riwayat keluarga yang positif obesitas, hipertensi, diabetes dan penyakit jantung berisiko lebih tinggi terkena risiko kardio metabolik dalam penelitian ini (Aravindalochanan et al., 2014).

Manajemen stres di tempat kerja merupakan upaya esensial untuk menjaga kesejahteraan karyawan, meningkatkan produktivitas, dan mencegah dampak negatif seperti penurunan kesehatan fisik serta mental. Stres di tempat kerja sering kali muncul dari ketidaksesuaian antara tuntutan pekerjaan dengan kemampuan, sumber daya, atau kebutuhan karyawan, yang dapat menyebabkan respons fisik dan emosional yang merugikan seperti kelelahan, gangguan tidur, atau masalah hubungan interpersonal (Bhui et al., 2012).

Modifikasi Perilaku

Edukasi Kesehatan melalui kampanye edukasi melalui media sosial efektif dalam meningkatkan kesadaran tentang pentingnya aktivitas fisik dan pola makan seimbang meningkatkan kesadaran pekerja tentang risiko gangguan metabolik (Goodyear et al., 2021).

Program Aktivitas Fisik dengan program olahraga terstruktur, seperti sesi yoga atau jalan cepat selama jam istirahat, meningkatkan sensitivitas insulin dan mengurangi IMT (Yadav et al., 2020).

KESIMPULAN

Sindrom metabolik di tempat kerja dipengaruhi oleh faktor organisasi kerja (shift malam, ritme sirkadian), psikososial (stres, job strain, ketidakseimbangan usaha-imbalan), lingkungan fisik (kebisingan, polusi), gaya hidup (sedentari, diet tidak sehat), serta faktor individu (usia, obesitas, dukungan sosial rendah). Strategi pengelolaan yang efektif bersifat multikomponen, mencakup promosi gaya hidup sehat, manajemen stres, perbaikan jadwal kerja, pengendalian faktor lingkungan, dan pemanfaatan teknologi digital kesehatan. Upaya pencegahan MetS memerlukan pendekatan holistik dan integratif untuk meningkatkan kesehatan pekerja sekaligus produktivitas organisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan tinjauan sistematis ini. Kami menghargai kontribusi para rekan sejawat yang telah memberikan masukan ilmiah, serta institusi yang telah menyediakan akses ke database dan fasilitas literatur yang diperlukan. Dukungan tersebut sangat membantu dalam memastikan kelengkapan dan kualitas analisis dalam tinjauan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agarwal, S., LeFevre, A. E., Lee, J., L'Engle, K., Mehl, G., Sinha, C., & Labrique, A. (2016). Guidelines for reporting of health interventions using mobile phones: mobile health

- (mHealth) evidence reporting and assessment (mERA) checklist. *BMJ*, i1174. <https://doi.org/10.1136/bmj.i1174>
- Alberti, K. G. M. M., Eckel, R. H., Grundy, S. M., Zimmet, P. Z., Cleeman, J. I., Donato, K. A., Fruchart, J.-C., James, W. P. T., Loria, C. M., & Smith, S. C. (2009). Harmonizing the Metabolic Syndrome. *Circulation*, 120(16), 1640–1645. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644>
- Andreadi, A., Andreadi, S., Todaro, F., Ippoliti, L., Bellia, A., Magrini, A., Chrousos, G. P., & Lauro, D. (2025). Modified Cortisol Circadian Rhythm: The Hidden Toll of Night-Shift Work. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(5), 2090. <https://doi.org/10.3390/ijms26052090>
- Aravindalochanan, V., Kumpatla, S., Rengarajan, M., Rajan, R., & Viswanathan, V. (2014). Risk of Diabetes in Subjects with Sedentary Profession and the Synergistic Effect of Positive Family History of Diabetes. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 16(1), 26–32. <https://doi.org/10.1089/dia.2013.0140>
- Atmaka, D. R., Arini, S. Y., Irwanto, B. S. P., Agustin, A. M., Nastiti, A. N., Prianto, M. A., & Rahman, A. S. (2025). Correlation of Working Style to Stress, Coping Mechanism and Metabolic Syndrome Risk in Sedentary Workers. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 14(1), 15–25. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v14i1.2025.15-25>
- Bake, T., Peris-Sampedro, F., Wączek, Z., Ohlsson, C., Pálsdóttir, V., Jansson, J., & Dickson, S. L. (2021). The gravitostat protects diet-induced obese rats against fat accumulation and weight gain. *Journal of Neuroendocrinology*, 33(8). <https://doi.org/10.1111/jne.12997>
- Bankoski, A., Harris, T. B., McClain, J. J., Brychta, R. J., Caserotti, P., Chen, K. Y., Berrigan, D., Troiano, R. P., & Koster, A. (2011). Sedentary Activity Associated With Metabolic Syndrome Independent of Physical Activity. *Diabetes Care*, 34(2), 497–503. <https://doi.org/10.2337/dc10-0987>
- Bhui, K. S., Dinos, S., Stansfeld, S. A., & White, P. D. (2012). A Synthesis of the Evidence for Managing Stress at Work: A Review of the Reviews Reporting on Anxiety, Depression, and Absenteeism. *Journal of Environmental and Public Health*, 2012, 1–21. <https://doi.org/10.1155/2012/515874>
- BKPK, K. (2023). *Survei Kesehatan Indonesia*.
- Boini, S., Bourgkard, E., Ferrières, J., & Esquirol, Y. (2022). What do we know about the effect of night-shift work on cardiovascular risk factors? An umbrella review. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1034195>
- Brum, M. C. B., Filho, F. F. D., Schnorr, C. C., Bottega, G. B., & Rodrigues, T. C. (2015). Shift work and its association with metabolic disorders. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 7(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s13098-015-0041-4>
- CDC. (2021). *Recent News about Night Shift Work and Cancer: What Does it Mean for Workers?* <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2021/04/27/nightshift-cancer/>
- Centofanti, S., Heilbronn, L. K., Wittert, G., Dorrian, J., Coates, A. M., Kennaway, D., Gupta, C., Stepien, J. M., Catchside, P., Yates, C., Grosser, L., Matthews, R. W., & Banks, S. (2025). Fasting as an intervention to alter the impact of simulated night-shift work on glucose metabolism in healthy adults: a cluster randomised controlled trial. *Diabetologia*, 68(1), 203–216. <https://doi.org/10.1007/s00125-024-06279-1>
- Chen, M.-S., Chiu, C.-H., & Chen, S.-H. (2021). Risk assessment of metabolic syndrome prevalence involving sedentary occupations and socioeconomic status. *BMJ Open*, 11(12), e042802. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-042802>
- Clohessy, S., Walasek, L., & Meyer, C. (2019). Factors influencing employees' eating behaviours in the office-based workplace: A systematic review. *Obesity Reviews*, 20(12), 1771–1780. <https://doi.org/10.1111/obr.12920>
- Daniel Tenda, E., Basrowi, R. W., & Sundjaya, T. (2024). Opportunities and challenges of digital transformation in healthcare systems: Perspectives and future directions. *Bali Medical Journal*, 13(3), 1527–1532. <https://doi.org/10.15562/bmj.v13i3.5567>
- Dempsey, P. C., Larsen, R. N., Sethi, P., Sacre, J. W., Straznick, N. E., Cohen, N. D., Cerin, E., Lambert, G. W., Owen, N., Kingwell, B. A., & Dunstan, D. W. (2016). Benefits for Type 2 Diabetes of Interrupting Prolonged Sitting With Brief Bouts of Light Walking

- or Simple Resistance Activities. *Diabetes Care*, 39(6), 964–972. <https://doi.org/10.2337/dc15-2336>
- Galicia-Garcia, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, K. B., Ostolaza, H., & Martín, C. (2020). Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(17), 6275. <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>
- Goyal, R., Singhal, M., & Jialal, I. (2023). *Type 2 Diabetes*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513253/>
- Grundey, S. M. (2016). Metabolic syndrome update. *Trends in Cardiovascular Medicine*, 26(4), 364–373. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2015.10.004>
- Harder-Lauridsen, N. M., Birk, N. M., Ried-Larsen, M., Juul, A., Andersen, L. B., Pedersen, B. K., & Krogh-Madsen, R. (2014). A randomized controlled trial on a multicomponent intervention for overweight school-aged children – Copenhagen, Denmark. *BMC Pediatrics*, 14(1), 273. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-14-273>
- Hoang Do, O., & Thorn, P. (2015). Insulin secretion from beta cells within intact islets: Location matters. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 42(4), 406–414. <https://doi.org/10.1111/1440-1681.12368>
- Jeong, H. S. (2018). The relationship between workplace environment and metabolic syndrome. *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 9(4), 176–183. <https://doi.org/10.15171/ijoem.2018.1346>
- Jung, Heeja, Dan, H., Pang, Y., Kim, B., Jeong, H., Lee, J. E., & Kim, O. (2020). Association between Dietary Habits, Shift Work, and the Metabolic Syndrome: The Korea Nurses' Health Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20), 7697. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207697>
- Jung, Hyesun, Lee, B., Lee, J.-E., Kwon, Y.-H., & Song, H. (2012). Efficacy of a programme for workers with metabolic syndrome based on an e-health system in the workplace: a pilot study. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 18(6), 339–343. <https://doi.org/10.1258/jtt.2012.120318>
- Kang, D., Lee, E.-S., Kim, T.-K., Kim, Y.-J., Lee, S., Lee, W., Sim, H., & Kim, S.-Y. (2023). Association with Combined Occupational Hazards Exposure and Risk of Metabolic Syndrome: A Workers' Health Examination Cohort 2012–2021. *Safety and Health at Work*, 14(3), 279–286. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.08.006>
- Kechagias, E. P., Papadopoulos, G. A., & Rokai, I. (2024). Evaluating the Impact of Digital Health Interventions on Workplace Health Outcomes: A Systematic Review. *Administrative Sciences*, 14(6), 131. <https://doi.org/10.3390/admsci14060131>
- Kim, T. W., Jeong, J.-H., & Hong, S.-C. (2015). The Impact of Sleep and Circadian Disturbance on Hormones and Metabolism. *International Journal of Endocrinology*, 2015, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2015/591729>
- Leproult, R., Holmbäck, U., & Van Cauter, E. (2014). Circadian Misalignment Augments Markers of Insulin Resistance and Inflammation, Independently of Sleep Loss. *Diabetes*, 63(6), 1860–1869. <https://doi.org/10.2337/db13-1546>
- Li, X., Yang, X., Sun, X., Xue, Q., Ma, X., & Liu, J. (2021). Associations of musculoskeletal disorders with occupational stress and mental health among coal miners in Xinjiang, China: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 21(1), 1327. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11379-3>
- Li, Y., Chu, L., & Zha, Z. (2022). Job stress and satisfaction in southwest Chinese hospitals. *Medicine*, 101(3), e28562. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000028562>
- Lin, S.-C., Yeh, W.-C., Liu, Z.-X., Hsu, H.-F., & Chen, J.-Y. (2025). Night-shift work and its association with metabolic syndrome. *Medicine*, 104(31), e43598. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000043598>
- Liu, Y., Aunguroch, Y., Gunawan, J., & Zeng, D. (2021). Job Stress, Psychological Capital, Perceived Social Support, and Occupational Burnout Among Hospital Nurses. *Journal of Nursing Scholarship*, 53(4), 511–518. <https://doi.org/10.1111/jnu.12642>
- Mulchandani, R., Chandrasekaran, A. M., Shivashankar, R., Kondal, D., Agrawal, A., Panniyammakal, J., Tandon, N., Prabhakaran, D., Sharma, M., & Goenka, S. (2019). Effect of workplace physical activity interventions on the cardio-metabolic health of working adults:

- systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 16(1), 134. <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0896-0>
- Nailufar, F., Khomsan, A., Baliwati, Y. F., & Riyadi, H. (2022). The Effectiveness of Implementation of Healthy Living Community Movement in Overcoming Metabolic Syndrome Among Female Workers in East Kalimantan, Indonesia. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 10(3), 1222–1229. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.10.3.34>
- Nsabimana, P., Sombié, O. O., Pauwels, N. S., Boynito, W. G., Tariku, E. Z., Vasanthakalam, H., De Henauw, S., & Abbeddou, S. (2024). Association between urbanization and metabolic syndrome in low- and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 34(2), 235–250. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2023.07.040>
- Park, J. H., Moon, J. H., Kim, H. J., Kong, M. H., & Oh, Y. H. (2020). Sedentary Lifestyle: Overview of Updated Evidence of Potential Health Risks. *Korean Journal of Family Medicine*, 41(6), 365–373. <https://doi.org/10.4082/kjfm.20.0165>
- Park, J., Yoon, S., Moon, S. S., Lee, K. H., & Park, J. (2017). The Effects of Occupational Stress, Work-Centrality, Self-Efficacy, and Job Satisfaction on Intent to Quit Among Long-Term Care Workers in Korea. *Home Health Care Services Quarterly*, 36(2), 96–111. <https://doi.org/10.1080/01621424.2017.1333479>
- Park, K. S., & Hwang, S. Y. (2024). Effects of a Remote Physical Activity Improvement Program on Male Office Workers with Metabolic Syndrome in Their 30s and 40s with Sedentary Behavior: A Randomized Controlled Trial. *Asian Nursing Research*, 18(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.anr.2024.01.006>
- Puhkala, J., Kukkonen-Harjula, K., Mansikkamäki, K., Aittasalo, M., Hublin, C., Kärmeniemi, P., Olkkonen, S., Partinen, M., Sallinen, M., Tokola, K., & Fogelholm, M. (2015). Lifestyle counseling to reduce body weight and cardiometabolic risk factors among truck and bus drivers – a randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 41(1), 54–64. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3463>
- Rahma Listyandini, Fenti Dewi Pertiwi, Dian Puspa Riana, & Widya Asih Lestari. (2021). The Dominant factor of metabolic syndrome among office workers. *Journal of Health Science and Prevention*, 5(1), 40–48. <https://doi.org/10.29080/jhsp.v5i1.421>
- Ranasinghe, P., Mathangasinghe, Y., Jayawardena, R., Hills, A. P., & Misra, A. (2017). Prevalence and trends of metabolic syndrome among adults in the asia-pacific region: a systematic review. *BMC Public Health*, 17(1), 101. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4041-1>
- Rochlani, Y., Pothineni, N. V., Kovelamudi, S., & Mehta, J. L. (2017). Metabolic syndrome: pathophysiology, management, and modulation by natural compounds. *Therapeutic Advances in Cardiovascular Disease*, 11(8), 215–225. <https://doi.org/10.1177/1753944717711379>
- Roden, M., & Shulman, G. I. (2019). The integrative biology of type 2 diabetes. *Nature*, 576(7785), 51–60. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1797-8>
- Ross, L. J., Barnes, K. A., Ball, L. E., Mitchell, L. J., Sladdin, I., Lee, P., & Williams, L. T. (2019). Effectiveness of dietetic consultation for lowering blood lipid levels in the management of cardiovascular disease risk: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Nutrition & Dietetics*, 76(2), 199–210. <https://doi.org/10.1111/1747-0080.12509>
- Ryan, K. K. (2014). *Sociality, Hierarchy, Health: Comparative Biodemography: A Collection of Papers*. National Library of Medicine.
- Ryu, H., Kim, Y., Lee, J., Yoon, S., Cho, J., Wong, E., & Jung, J. (2016). Office Workers' Risk of Metabolic Syndrome-Related Indicators. *Western Journal of Nursing Research*, 38(11), 1433–1447. <https://doi.org/10.1177/0193945916654134>
- Safety and Health at Work, E. A. (2025). *Work-related Disorder*. EU-OSHA. <https://osha.europa.eu/en/themes/work-related-diseases>
- Salafudin, M. dkk 2013. (2021). Muhammad Salafudin, Henry Ananta, Subiyanto. *Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di PT PLN (Persero) Area Pengatur Distribusi Jawa Tengah & D.I.Yogyakarta Dalam Upaya Peningkatan Mutu Dan Produktivitas Kerja Karyawan*, 5(1).

- Santana, A. I. C., das Mercedes, M. C., Magalhães, L. B. N. C., Costa, A. L. B., & D'Oliveira Junior, A. (2020). Association between metabolic syndrome and work: an integrative review of the literature. *Revista Brasileira de Medicina Do Trabalho*, 18(02), 185–193. <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2020-511>
- Shokeen, D., Tamber Aeri, B., & Sinha, S. (2022). Assessment of food environment at work and its association with cardiometabolic health among employed adults in Delhi, India. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 16(7), 102544. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2022.102544>
- Sigit, F. S., Tahapary, D. L., Trompet, S., Sartono, E., Willems van Dijk, K., Rosendaal, F. R., & de Mutsert, R. (2020). The prevalence of metabolic syndrome and its association with body fat distribution in middle-aged individuals from Indonesia and the Netherlands: a cross-sectional analysis of two population-based studies. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 12(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s13098-019-0503-1>
- Standards of Medical Care in Diabetes—2022 Abridged for Primary Care Providers. (2022). *Clinical Diabetes*, 40(1), 10–38. <https://doi.org/10.2337/cd22-as01>
- Supriyatna, E., Pertiwiwati, E., & Setiawan, H. (2020). PROGRAM POS PEMBINAAN TERPADU PENYAKIT TIDAK MENULAR DI PUSKESMAS MARTAPURA 2. *Jurnal Publikasi Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.20527/jpkmi.v7i1.8786>
- Virtanen, M., Lallukka, T., Elovainio, M., Steptoe, A., & Kivimäki, M. (2025). Effectiveness of workplace interventions for health promotion. *The Lancet Public Health*, 10(6), e512–e530. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(25\)00095-7](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(25)00095-7)
- Wang, Y. S., Liu, Z. D., Yue, S., Wang, W. Z., & Tian, F. S. (2018). Effect of biofeedback therapy on metabolic syndrome under different levels of job stress. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*, 20(10), 728–733. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2018.10.002>
- WHO. (2021). *Noncommunicable diseases*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Woo, S. H., Oh, E. G., Kim, K.-S., Chu, S. H., Kim, G. S., & Nam, C. M. (2020). Development and Assessment of a Social Network Service-Based Lifestyle-Modification Program for Workers at High Risk of Developing Cardiovascular Disease. *Workplace Health & Safety*, 68(3), 109–120. <https://doi.org/10.1177/2165079919864976>
- World Economic Forum. (2024). *Promoting Health and Well-Being: Employer Strategies for Encouraging Healthy Weight and Metabolic Wellness*. September, 1–35.