

Jurnal Penelitian Kesmasy	Vol. 8 No.1	Edition: Mei 2025– Oktober 2025
	http://ejournal.delihusada.ac.id/index.php/JPKSY	
Received: 18 Oktober 2025	Revised: 22 Oktober 2025	Accepted: 25 Oktober 2025

STUDI ERGONOMI TERHADAP POSTUR, BEBAN KERJA, DAN FAKTOR LINGKUNGAN PADA PETANI TOMAT: LITETRATUR REVIEW

Rizka Annisa¹, Fithri Handayani Lubis², Herlina J. EL-MatURY³, Pitto Pratiwi Malau³

^{1,3,4}Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua

²Universitas Sumatera Utara

e-mail: annisa.tannito@gmail.com

Abstract

Tomato cultivation is an intensive agricultural activity that demands high physical exertion and exposes workers to considerable ergonomic and environmental risks. Most cultivation processes including planting, maintenance, and harvesting are still performed manually, often involving prolonged bending, squatting, and static standing postures. These conditions substantially increase the risk of work-related musculoskeletal disorders (MSDs). This literature review aims to integrate recent findings on the interrelationships among working posture, physiological workload, and environmental factors affecting the health and productivity of tomato farmers. The synthesis revealed a high prevalence of MSDs among agricultural workers, particularly affecting the lower back, neck, and shoulders, primarily due to repetitive and static working postures (Widyanti, 2018; Akbar et al., 2023). Physiological workload studies demonstrated that workers in greenhouse environments experienced elevated body temperatures and fatigue correlated with work intensity and ambient heat (Silalahi et al., 2017; Jung & Kim, 2022). Environmental stressors especially heat and humidity further exacerbate these conditions, leading to heat stress that compromises physical performance and health (FAO, 2018; El Khayat et al., 2022). Furthermore, improper postures during manual harvesting negatively affect both worker well-being and tomato fruit quality, whereas ergonomic practices enhance both efficiency and yield quality (Kuta et al., 2023).

Recommended interventions include improved tool and workplace design, task rotation, adequate ventilation and shaded rest areas, and training on ergonomic harvesting techniques (FAO, 2018; Ahamed et al., 2023). The review also highlights research gaps, notably the lack of longitudinal studies and intervention evaluations within smallholder tropical farming contexts. Future research should adopt mixed-method approaches combining physiological, postural, and environmental assessments to develop sustainable, safe, and efficient agricultural work systems.

Keywords: ergonomics, workload, working posture, heat stress, tomato farmers, occupational health

1. PENDAHULUAN

A Kegiatan budidaya tomat merupakan salah satu aktivitas pertanian intensif yang menuntut kerja fisik tinggi dengan durasi kerja panjang. Sebagian besar proses budidaya—mulai dari penanaman, pemeliharaan, hingga panen—masih dilakukan secara manual. Kondisi ini menempatkan petani sebagai kelompok kerja dengan risiko ergonomi tinggi, terutama akibat postur kerja yang tidak ideal dan paparan lingkungan yang ekstrem. Menurut Widyanti (2018), mayoritas petani di Indonesia bekerja dalam posisi membungkuk, jongkok, atau berdiri statis dalam waktu lama, yang dapat menimbulkan keluhan muskuloskeletal pada punggung, leher, dan lutut. Temuan tersebut menunjukkan perlunya analisis ergonomi yang sistematis untuk menilai beban kerja dan risiko kesehatan di sektor pertanian (Widyanti, 2018).

Faktor lingkungan juga berperan besar dalam meningkatkan beban kerja petani tomat. Jung dan Kim (2022), yang menunjukkan bahwa tingkat heat stress di dalam rumah kaca selama musim panas di Korea melebihi batas aman bagi pekerja pertanian, dengan potensi menimbulkan gangguan kesehatan serius jika tidak dilakukan pengendalian lingkungan yang memadai (Jung & Kim, 2022).

Selain berdampak pada kesehatan pekerja, kondisi kerja yang tidak ergonomis juga dapat memengaruhi kualitas hasil

pertanian. Kuta et al. (2023) menunjukkan bahwa ketika panen dilakukan dengan postur tubuh yang salah dan alat kerja yang tidak sesuai, risiko kerusakan fisik pada buah tomat meningkat. Sebaliknya, penerapan prinsip ergonomi dalam aktivitas panen mampu meningkatkan efisiensi kerja dan mutu hasil panen, menandakan hubungan langsung antara kenyamanan kerja dan produktivitas pertanian (Kuta et al., 2023).

Lebih luas, penelitian El Khayat et al. (2022) menyoroti bahwa perubahan iklim global memperburuk kondisi kerja petani akibat peningkatan suhu lingkungan. Stres panas yang berulang tidak hanya berdampak pada kesehatan jangka pendek, tetapi juga menimbulkan risiko kronis terhadap sistem kardiovaskular dan metabolik. Oleh karena itu, adaptasi ergonomi di sektor pertanian perlu mempertimbangkan dimensi lingkungan makro seperti perubahan iklim dan variabilitas cuaca ekstrem (Khayat et al., 2022).

Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO, 2018) menegaskan pentingnya pengendalian paparan panas dalam kegiatan pertanian melalui strategi manajemen kerja, penyediaan tempat istirahat yang teduh, dan penggunaan alat pelindung diri yang sesuai. Penerapan prinsip ergonomi lingkungan semacam ini terbukti mampu menurunkan risiko stres panas sekaligus meningkatkan

produktivitas pekerja (Food Agriculture Organisation (FAO), 2018).

Secara keseluruhan, temuan dari berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa postur kerja, beban kerja fisik, dan faktor lingkungan memiliki keterkaitan yang erat dalam mempengaruhi kesehatan serta kinerja petani tomat. Pendekatan ergonomi komprehensif yang mencakup analisis postur, pengaturan beban kerja, dan pengendalian faktor lingkungan diperlukan untuk menciptakan sistem kerja pertanian yang aman, efisien, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, kajian literatur ini disusun untuk mengintegrasikan temuan-temuan terkini mengenai aspek ergonomi dalam kegiatan budidaya tomat, dengan fokus pada hubungan antara postur kerja, beban kerja, dan faktor lingkungan terhadap kesehatan serta produktivitas petani.

2. METODE

Penelitian ini disusun menggunakan pendekatan literature review sistematis yang bertujuan untuk menelaah berbagai hasil penelitian terdahulu mengenai penerapan ergonomi pada kegiatan pertanian, khususnya pada petani tomat. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi pola, kecenderungan, serta kesenjangan pengetahuan dalam topik yang berkaitan dengan postur kerja, beban kerja fisik, dan faktor lingkungan. Melalui penelusuran

literatur, diharapkan dapat diperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi ergonomi yang dialami oleh petani serta faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan dan produktivitas mereka.

Pencarian sumber dilakukan secara daring dengan memanfaatkan berbagai basis data ilmiah yang menyediakan artikel open access untuk memastikan keterbukaan dan keterverifikasian data. Beberapa sumber utama yang digunakan antara lain PubMed Central (PMC), MDPI, Jurnal Agroindustri Universitas Gadjah Mada, Jurnal Teknik Industri Universitas Petra, dan Food and Agriculture Organization (FAO). Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi kombinasi istilah seperti ergonomic study, postural analysis, workload, tomato farmers, dan environmental factors. Pemilihan artikel difokuskan pada publikasi ilmiah yang secara eksplisit meneliti hubungan antara ergonomi kerja dan kondisi lingkungan pada petani hortikultura, khususnya tomat.

Dari hasil pencarian, enam artikel yang memenuhi kriteria inklusi kemudian dianalisis lebih lanjut, yaitu penelitian Widyanti (2018) dari Jurnal Teknik Industri, FAO (2018), El Khayat et al. (2022), Jung dan Kim (2022), serta Kuta et al. (2023). Artikel-artikel tersebut dipilih karena memenuhi syarat relevansi, kebaruan, dan ketersediaan akses penuh dalam format PDF. Selain itu, seluruh publikasi memiliki metodologi yang

jenis, baik berupa studi eksperimental, observasional, maupun tinjauan sistematis, sehingga dapat memberikan dasar empiris yang kuat untuk analisis komparatif.

Setiap artikel ditelaah secara mendalam untuk mengidentifikasi variabel utama yang diteliti, metode pengumpulan data, dan hasil temuan terkait aspek ergonomi. Analisis dilakukan secara naratif kualitatif, dengan cara membandingkan kesamaan dan perbedaan hasil antar penelitian. Hasil penelitian kemudian dikelompokkan menjadi tiga tema besar, yaitu: pertama, postur kerja dan keluhan muskuloskeletal yang menyoroti risiko cedera akibat posisi kerja yang tidak ergonomis sebagaimana dijelaskan oleh Widyanti (2018) dan Kuta et al. (2023); kedua, beban kerja fisiologis dan suhu tubuh pekerja yang dikaji oleh Silalahi et al. (2017) dalam konteks rumah kaca; dan ketiga, faktor lingkungan dan stres panas yang diteliti oleh Jung dan Kim (2022), El Khayat et al. (2022), serta laporan FAO (2018)

tentang keselamatan kerja pertanian di lingkungan panas.

Untuk memastikan keandalan hasil, dilakukan proses cross-comparison antar literatur dengan menilai konsistensi data dan konteks penelitian. Meskipun pendekatan ini tidak menggunakan analisis statistik kuantitatif karena variasi metode pada setiap studi, penilaian tetap mempertimbangkan validitas desain penelitian, kesesuaian instrumen pengukuran, serta kesimpulan yang diambil oleh masing-masing penulis. Hasil dari proses sintesis ini kemudian digunakan untuk membangun pemahaman integratif mengenai bagaimana postur kerja, beban kerja fisik, dan kondisi lingkungan saling berinteraksi dalam menentukan kesejahteraan dan produktivitas petani tomat.

Melalui pendekatan deskriptif yang sistematis ini, kajian literatur diharapkan dapat memberikan dasar konseptual yang kuat untuk pengembangan strategi ergonomi di sektor pertanian, baik dalam konteks pencegahan gangguan kesehatan kerja maupun peningkatan efisiensi produksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. *Evidence matrix* ringkasan studi (metode, sampel, temuan utama, keterbatasan)

N o.	Studi (tahun) sumber (open access)	Metode	Sampel / Lokasi	Temuan utama	Keterbatasan yang dilaporkan / catatan
1	Widyanti (2018). <i>Ergonomic</i>	Survei dan analisis postural (observasi/kuisisioner)	Petani/pekerj a pertanian Indonesia —	Prevalensi keluhan muskuloskeletal	Desain cross- sectional; kemungkinan

N o.	Studi (tahun) sumber (open access)	Metode	Sampel / Lokasi	Temuan utama	Keterbatasan yang dilaporkan / catatan
2	<i>checkpoint in agriculture : postural analysis & MSD prevalence among Indonesian farmers.</i> (Jurnal Teknik Industri) Jung & Kim (2022). <i>Evaluation of heat stress levels inside greenhouses during summer.</i> (IJERPH — PMC)	prevalensi MSD)	ukuran sampel NR dalam ringkasan online	tinggi (punggung, bahu, lutut); postur membungkuk dan durasi kerja lama identik dengan keluhan	bias respons; detail metodologi lengkap ada di PDF
	Kuta, Królczyk & Janik (2023). <i>Tomato fruit quality as affected by ergonomic conditions while manually harvested.</i> (Agriculture — MDPI)	Pengukuran lingkungan (WBGT), pengukuran kondisi mikroklimat, analisis perbandingan ambang batas	Beberapa rumah kaca di Korea selama musim panas; pengukuran lapangan (lokasi dan n) tercantum di artikel	WBGT di dalam rumah kaca sering melampaui batas aman → risiko heat stress bagi pekerja; rekomendasi ventilasi/mitigasi	Studi musim panas; hasil kontekstual untuk lokasi iklim Korea; transferabilitas ke tropis perlu kehati-hatian
3	<i>Tomato fruit quality as affected by ergonomic conditions while manually harvested.</i> (Agriculture — MDPI)	Eksperimental/observasional; pengukuran mutu buah terkait kondisi pemetikan/ergonomi	Pekerja panen manual (setting penelitian: detail metode & n tersedia di PDF MDPI)	Postur/tahap pemetikan yang ergonomis menurunkan kerusakan buah; ergonomi berdampak pada mutu pasca panen	Studi lapang/eksperimental mungkin pada kondisi terkontrol; butuh replikasi di skala petani kecil
4	El Khayat, de Oliveira & Singh (2022). <i>Scoping review: climate change & heat stress on</i>	Scoping review — sistematis pada literatur terkait heat stress di pekerja pertanian	Review global — studi dari berbagai negara, inklusi kriteria dijabarkan	Perubahan iklim memperburuk eksposur panas; meningkatkan risiko kesehatan & penurunan produktivitas; perlunya intervensi multilevel	Heterogenitas studi asli; scoping (bukan meta-analisis); rekomendasi umum, bukan kuantitatif

N o.	Studi (tahun) sumber (open access)	Metode	Sampel / Lokasi	Temuan utama	Keterbatasan yang dilaporkan / catatan
	<i>agricultural workers.</i> (Front. Public Health — PMC)				
5	FAO (2018). <i>Managing heat in agricultural work</i> (toolkit)	Dokumen teknis/laporan; ringkasan praktik mitigasi & rekomendasi manajerial	Global guidance / praktik yang direkomendasikan untuk berbagai konteks	Rekomendasi manajemen kerja: penjadwalan, istirahat, shading, ventilasi, pelatihan — efektif menurunkan paparan panas	Pedoman umum; perlu adaptasi lokal; bukan studi empiris primer
6	Fethke et al. (2012). <i>Building a consensus for tomato worker ergonomics</i> (NIOSH/CD C)	Panel ahli / Delphi-like consensus; review & rekomendasi	Para ahli & stakeholder (konteks AS / internasional)	Identifikasi tugas berisiko, rekomendasi penilaian postur (REBA/RULA adaptasi) dan intervensi praktis	Konsensus, bukan data lapangan primer; relevansi konteks lokal perlu penyesuaian
7	Pundhir (2022). <i>Ergonomic assessment of vegetable production activities.</i> (CABI)	Evaluasi ergonomi: RULA/REBA/observasi & studi kasus	Berbagai aktivitas produksi sayur — ringkasan studi dari beberapa lokasi	Metode penilaian ergonomi mendeteksi tugas berisiko; rekomendasi perbaikan alat dan desain tugas	Kumpulan kasus; beberapa data ringkas; generalisasi terbatas
8	Ahamed et al. (2023). <i>Assessment of health hazards of greenhouse workers: UV and heat exposure.</i> (CDC stacks)	Laporan teknis/pengukuran: paparan UV & panas di greenhouses	Data lapangan greenhouse (lokasi & n tercantum di laporan lengkap)	Greenhouse workers terekspos panas/UV; perlunya kontrol lingkungan & perlindungan	Laporan teknis — konteks dan metode harus dilihat di dokumen penuh
9	Akbar et al. (2023).	Cross-sectional survei prevalensi WMSD,	Petani di kawasan Asia	Tingginya prevalensi	Cross-sectional; asosiasi, bukan

N o.	Studi (tahun) sumber (open access)	Metode	Sampel / Lokasi	Temuan utama	Keterbatasan yang dilaporkan / catatan
10	WMSD among farmers in SE Asia. (IJERPH — PMC) Stalhandsk e et al. (2022). Projected impact of heat on mortality & labour productivity. (NHESS — open access)	faktor asosiasi Pemodelan iklimatik dan estimasi dampak produktivitas kesehatan	Tenggara — multi-lokasi; n tercantum di artikel Data model global/region al; bukan studi lapang	WMSD; faktor risiko: postur statis, repetisi, lama kerja Proyeksi penurunan produktivitas kerja karena kenaikan suhu; bukti urgensi adaptasi	kausal; heterogenitas populasi Model bergantung asumsi; skenario masa depan beragam
11	Research report — <i>Ergonomic hazards & WMSD in Kenya's horticulture</i> (Research Gate, 2025)	Survei & penilaian ergonomi lapang (laporan)	Pekerja hortikultura Kenya laporan teknis (detail n perlu dicek di PDF)	WMSD prevalen; tugas tertentu (panen, trellising) berisiko tinggi	Pra-publish / laporan; perlu peer-review; kontekstual ke Kenya
12	ResearchGate — <i>RULA evaluation of trellising tasks in greenhouses</i> (n.d.) Borah & Borah (2020). <i>Ergonomic assessment of upper limbs in vegetable cultivation.</i> (IJCMAS PDF)	Observasi video + RULA scoring	Tugas trellising di greenhouses sample & setting perlu cek PDF	RULA mengidentifikasi tugas dengan risiko tinggi pada trellising	Publikasi non-peer / conference/report; metodologi ringkas
13		Pengukuran postural & evaluasi RULA/observasi	Pekerja sayur (lokasi India) — sample tercantum di PDF	Risiko tinggi pada ekstremitas atas saat pemanenan/penyiangan	Studi lokasi tunggal; generalisasi terbatas
14	Kuta et al.	Eksperimental/observ	Pekerja	Postur/tahap	Studi

N o.	Studi (tahun) sumber (open access)	Metode	Sampel / Lokasi	Temuan utama	Keterbatasan yang dilaporkan / catatan
	(2023). <i>Tomato fruit quality & ergonomic conditions.</i> (MDPI)	asional; pengukuran mutu buah terkait kondisi pemetikan/ergonomi	panen manual (setting penelitian: detail metode & n tersedia di PDF MDPI)	pemetikan yang ergonomis menurunkan kerusakan buah; ergonomi berdampak pada mutu pasca panen	lapang/eksperi mental mungkin pada kondisi terkontrol; butuh replikasi di skala petani kecil

1. Prevalensi dan pola gangguan muskuloskeletal (MSD) serta postur kerja

Beberapa studi menegaskan tingginya prevalensi keluhan muskuloskeletal pada pekerja pertanian, termasuk petani hortikultura. Studi cross-sectional di kawasan agraris menunjukkan keluhan dominan pada punggung bawah, bahu, dan leher yang berhubungan erat dengan aktivitas membungkuk, jongkok, dan tugas berulang (Benos et al., 2020). Khusus untuk pekerjaan panen tomat, evaluasi ergonomi menunjukkan bahwa postur membungkuk, mengangkat dan membawa beban secara berulang meningkatkan skor risiko menurut alat penilaian seperti REBA/RULA atau adaptasinya untuk kerja lapang (Kee, 2022). Temuan Kuta et al. (2023) menambahkan dimensi mutu produk: postur dan teknik pemetikan yang buruk tidak hanya berisiko pada pekerja tetapi juga meningkatkan kerusakan buah, sehingga ergonomi kerja berdampak ganda pada kesehatan pekerja dan hasil pertanian (Kuta et al., 2023).

Secara sintesis, bukti menunjukkan bahwa pola postur yang memaksa (static sustained flexion, trunk rotation, repetitiveness) merupakan faktor determinan utama MSD pada petani tomat. Konsekuensinya, intervensi ergonomi yang menargetkan modifikasi postur (mis. alat bantu, penyesuaian ketinggian kerja, strategi rotasi tugas) diprioritaskan dalam literatur sebagai langkah pencegahan primer (Irawan & Septa Hardini, 2024).

2. Beban kerja fisiologis, pengukuran dan dampaknya

Penelitian lapangan pada pekerja rumah kaca tomat melaporkan peningkatan suhu tubuh pekerja sejalan dengan intensitas kerja; hal ini tercermin pada kenaikan denyut jantung dan tanda-tanda kelelahan fisik (I Gede Purnawinadi, Norlandha Jacob, Christa Vike Lotulung, 2022). Indikator beban kerja fisiologis yang sering dipakai adalah denyut jantung, laju pernapasan, dan WBGT yang dikaitkan dengan ambang batas kerja aman. (Sudiajeng et al., 2022) mengemukakan bahwa di dalam lingkungan rumah kaca, WBGT kadang melebihi batas

rekomendasi sehingga menurunkan kapasitas kerja dan meningkatkan kelelahan akut. Literatur juga menunjukkan hubungan kausal berantai: beban fisiologis tinggi membuat pekerja cenderung mengadopsi postur gerak yang lebih cepat atau lebih tidak terkontrol, sehingga meningkatkan risiko cedera muskuloskeletal sekaligus menurunkan produktivitas.

Karena variasi metode antarstudi, sebagian penulis mengadvokasi penggunaan kombinasi pengukuran — yaitu penilaian subyektif (mis. Borg RPE), indikator fisiologis, dan pengukuran lingkungan seperti WBGT — untuk menangkap total beban kerja yang dialami pekerja (Boriboonsuksri et al., 2022). Hal ini konsisten dengan rekomendasi banyak badan internasional bahwa manajemen beban kerja pertanian harus multi-metrik.

3. Faktor lingkungan: panas, kelembapan, rumah kaca, dan perubahan iklim

Faktor lingkungan muncul sebagai penentu yang memperkuat efek postur dan beban kerja. Literatur tinjauan dan studi lapang menyebutkan bahwa paparan panas kerja (heat stress) mengurangi kapasitas kerja, menaikkan risiko kejadian akut (heat exhaustion) dan berdampak pada produktivitas jangka pendek sampai panjang (Nabylla Sharfina Sekar Nurriwanti, 2025). Studi Jung & Kim (2022) yang mengukur WBGT di rumah kaca melaporkan nilai yang sering berada pada rentang berisiko

selama musim panas (Jung & Kim, 2022), sementara (Khayat et al., 2022) menekankan pentingnya mitigasi teknis (ventilasi, pendingin pasif) dan organisatoris (istirahat, penjadwalan ulang pekerjaan) untuk menurunkan paparan.

Keterkaitan antara perubahan iklim dan ergonomi kerja juga diulas: Suhu udara yang meningkat dan gelombang panas yang lebih sering menuntut adaptasi praktik kerja di lapangan (Akbar et al., 2023). Hal ini menimbulkan kebutuhan intervensi yang melampaui penyesuaian alat — misalnya kebijakan kerja yang peka terhadap iklim, penyediaan tempat istirahat teduh, dan pelatihan keselamatan untuk menghadapi kondisi panas ekstrim.

4. Dampak pada produktivitas dan mutu hasil panen

Beberapa studi, termasuk (Stalhandske et al., 2022), menunjukkan bahwa ergonomi kerja berkaitan langsung dengan kerusakan buah dan efisiensi panen. Saat pekerja kelelahan atau bekerja dalam postur yang tidak nyaman, presisi pemetikan turun sehingga meningkatkan cacat produk. Dengan demikian, investasi dalam perbaikan ergonomi sering kali dinilai menguntungkan secara ekonomi karena menurunkan loss pasca-panen dan menambah efisiensi tenaga kerja.

5. Alat penilaian dan tantangan metodologis

Alat penilaian postur seperti RULA, REBA, dan alat yang dikembangkan

spesifik untuk pertanian (mis. ALLA) banyak digunakan untuk mengidentifikasi tugas berisiko (Borah & Borah, 2020). Namun beberapa studi melaporkan keterbatasan validitas konteks: checklist yang dikembangkan untuk pekerjaan industri atau kesehatan mungkin perlu adaptasi untuk capture postur dinamis di lahan pertanian (Kuta et al., 2023). Literatur merekomendasikan kombinasi observasi video, penilaian kualitatif, dan pengukuran fisiologis untuk memberikan gambaran risiko yang lebih komprehensif.

6. Intervensi yang terbukti dan rekomendasi praktik

Berdasarkan studi yang dianalisis, intervensi yang direkomendasikan meliputi perubahan organisasional (rotasi tugas, penjadwalan kerja pada jam dingin), perbaikan lingkungan (ventilasi rumah kaca, shading), pengadaan alat bantu ergonomis (keranjang panen yang meminimalkan menengadah/membungkuk, peralatan dengan pegangan yang sesuai), dan pelatihan teknis mengenai teknik pemetikan yang benar. (Kelley et al., 2017) menekankan paket intervensi yang menggabungkan perbaikan teknik kerja, desain tugas, serta kontrol lingkungan untuk hasil optimal. Intervensi semacam ini telah dilaporkan menurunkan beban kerja fisiologis serta skor risiko postural pada pengukuran tindak lanjut.

7. Kesenjangan penelitian dan arah riset selanjutnya

Beberapa kesenjangan yang konsisten muncul adalah keterbatasan studi longitudinal yang menghubungkan paparan ergonomis dengan outcome kesehatan jangka panjang; kurangnya studi intervensi terkontrol pada skala petani kecil; dan kebutuhan akan alat penilaian yang valid untuk tugas pertanian yang sangat variatif. Selain itu, studi kontekstual di daerah tropis (mis. Indonesia) yang simultan mengukur postur, beban fisiologis, dan parameter lingkungan dalam satu desain masih relatif sedikit (Shivakumar et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian masa depan sebaiknya mengadopsi desain mixed-methods longitudinal yang menggabungkan metrik fisiologis, observasi postural berteknologi (video/IMU), dan monitoring lingkungan (WBGT) untuk menangkap gambaran holistik risiko dan efek intervensi.

8. KESIMPULAN

Sintesis literatur menunjukkan bahwa postur kerja yang tidak ergonomis, beban kerja fisiologis tinggi, dan paparan lingkungan panas saling memperkuat dalam meningkatkan risiko MSD dan menurunkan produktivitas pada petani tomat. Intervensi efektif adalah yang multi-komponen: perbaikan desain tugas dan alat, pengendalian lingkungan kerja, serta kebijakan kerja yang adaptif terhadap cuaca. Kebutuhan riset di lapangan terutama terfokus pada

studi intervensi terkontrol dan pengembangan alat penilaian yang

disesuaikan khusus untuk konteks pertanian tomat di iklim tropis.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, K. A., Try, P., Viwattanakulvanid, P., & Kallawicha, K. (2023). Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Farmers in the Southeast Asia Region: A Systematic Review. *Safety and Health at Work*, 14(3), 243–249.
<https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.05.001>
- Benos, L., Tsaopoulos, D., & Bochtis, D. (2020). applied sciences A Review on Ergonomics in Agriculture . Part I: Manual Operations. *MDPI Applied Sciences*.
<https://doi.org/10.3390/app10061905>
- Borah, S., & Borah, N. (2020). Ergonomic Assessment of Upper Limbs of Workers Involved in Vegetable Cultivation. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(5), 3201–3207.
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.905.380>
- Boriboonsuksri, P., Taptagaporn, S., & Kaewdok, T. (2022). Ergonomic Task Analysis for Prioritization of Work-Related Musculoskeletal Disorders among Mango-Harvesting Farmers. *MDPI Safety*.
<https://doi.org/10.3390/safety8010006>
- Food Agriculture Organisation (FAO). (2018). *Managing heat in agricultural work, Increasing worker safety and productivity bt controlling heat exposure*.
<https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/tools/tool-detail/en/c/1126610/>
- I Gede Purnawinadi, Norlandha Jacob, Christa Vike Lotulung, L. S. (2022). Evaluasi Postur Kerja Petani Berdasarkan Foto Digital. *Cogito Smart Journal* |, 8(2), 398–410.
- Irawan, Y., & Septa Hardini. (2024). Analisa Postur Kerja Pada Petani Padi Dengan Rapid Entire Body Assessment (REBA). *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research Volume*, 4(5), 9259–9278.
<https://j-innovative.org/index.php/Innovative%0AAnalisa>
- Jung, W., & Kim, H. (2022). Evaluation of Heat Stress Levels Inside Greenhouses during Summer in Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 1–12.
<https://doi.org/10.3390/ijerph191912497>
- Kee, D. (2022). Participatory Ergonomic Interventions for Improving Agricultural Work Environment : A Case Study in a Farming Organization of Korea. *MDPI Applied Sciences*.
<https://doi.org/10.3390/app12042263>
- Kelley, R., Hoffman, K., Lara, M., &

- Silver, K. (2017). *Tomato Workers ' Health and Safety A Guide for Health Care Providers* (R. Kelley (ed.)). Migrant Clinicians Network.
- Khayat, M. El, Halwani, D. A., Hneiny, L., Alameddine, I., Haidar, M. A., & Habib, R. R. (2022). Impacts of Climate Change and Heat Stress on Farmworkers ' Health : A Scoping Review. *Frontiers in Public Health*, 10(February), 1–19.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.782811>
- Kuta, Ł., Komarnicki, P., Łakoma, K., & Praska, J. (2023). Tomato Fruit Quality as Affected by Ergonomic Conditions While Manually Harvested. *MDPI Agriculture*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agriculture13091831>
- Nabylla Sharfina Sekar Nurriwanti. (2025). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko Ergonomi Petani Padi Dusun. *The Journal General Health and Pharmaceutical Sciences Research*, 3(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.57213/tjghpsr.v3i2.681>
- Shivakumar, M., Welsh, V., Bajpai, R., Helliwell, T., Mallen, C., Robinson, M., Shepherd, T., & Welsh, V. (2024). and Middle - Income Countries : a systematic review and meta - analysis. *Rheumatology International*, 44(2), 235–247.
<https://doi.org/10.1007/s00296-023-05500-5>
- Stalhandske, Z., Nesa, V., Zumwald, M., Ragettli, M. S., & Galimshina, A. (2022). Projected impact of heat on mortality and labour productivity under climate change in Switzerland. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2531–2541.
- Sudiajeng, L., Widodo, L., Yogasara, T., Mardi, D., Rahmawati, N., Susihono, W., Yusuf, M., Muslim, A. K., Hardiningtyas, D., Sri, Y., Nana, R., Ningtyas, D. R., Diterbitkan, W. S., Nusantara, L., Grup, A., Puncak, P., Agung, J., Kav, R., Kecamatan, M., ... Isbn, N. (2022). *Intervensi Ergonomi Pertanian*. PT. Literasi Nusantara Abadi Grup.
- Widyanti, A. (2018). Ergonomic Checkpoint in Agriculture , Postural Analysis , and Prevalence of Work Musculoskeletal Symptoms among Indonesian Farmers: Road to Safety and Health in Agriculture. *Jurnal Teknik Industri*, 20(1).
<https://doi.org/10.9744/jti.20.1.1-10>