



PENERAPAN PENDEKATAN SHIP DALAM ANALISIS ERGONOMI MAKRO PADA KAJIAN PENGEMBANGAN ALAT PENGERING PASCAPANEN BAGI PETANI KECIL

APPLICATION OF THE SHIP APPROACH IN MACRO-ERGONOMICS ANALYSIS FOR THE DEVELOPMENT OF POSTHARVEST DRYING EQUIPMENT FOR SMALL- SCALE FARMERS

I Gede Bawa Susana*, Rudy Sutanto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, no. hp/WA:
081338439330

*Corresponding author

E-mail addresses: gedebawa@unram.ac.id

<https://doi.org/10.29303/empd.v5n1.338-345>

Received 12 March 2026; Received in revised form 8 May 2026; Accepted 17 May 2026

ABSTRACT

Postharvest drying equipment plays an important role in maintaining the quality of agricultural products produced by smallholder farmers. However, many currently used drying devices have not fully considered ergonomic aspects, particularly at the work system level. This study aims to analyse the design of postharvest drying equipment for smallholder farmers using a macro ergonomic approach grounded in the SHIP principles (systemic, holistic, interdisciplinary, and participatory). This approach is employed to examine the interrelationships among humans, tools, work processes, the environment, and the organizational and social aspects surrounding the system. The research method used in this study is a descriptive qualitative approach, employing a literature review and conceptual analysis of postharvest drying equipment design practices at the smallholder farming scale. The analysis results indicate that the SHIP approach enables the comprehensive identification of ergonomic issues, ranging from mismatches between equipment design and farmers' working postures and habits to limitations in production systems, as well as the lack of user involvement in the design process. The integration of systemic, holistic, interdisciplinary, and participatory principles provides a macro-ergonomic framework that is relevant and applicable to supporting the design of postharvest drying equipment that is more contextual, sustainable, and aligned with the needs of smallholder farmers. In macro ergonomics, the SHIP approach serves as a methodological framework for comprehensively analysing and designing work systems by positioning humans at the centre of the system. This study is expected to serve as a conceptual reference for the development of agricultural equipment design based on macro-ergonomic principles.

Keywords: Macro-ergonomics, SHIP approach, Post-harvest drying equipment, Product design, Smallholder farmers

1. Pendahuluan

Proses pengeringan pascapanen merupakan tahapan penting dalam sistem produksi pertanian, khususnya bagi petani kecil. Pengeringan yang tidak optimal dapat menurunkan mutu hasil panen, memperpendek masa simpan, serta mengurangi nilai ekonomi produk pertanian. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berbagai jenis alat pengering pascapanen telah dikembangkan dan digunakan pada skala petani kecil. Namun, dalam praktiknya, banyak alat pengering yang dirancang dengan fokus

utama pada aspek teknis dan fungsional, seperti kapasitas, sumber energi, dan waktu pengeringan, sementara aspek ergonomi sering kali belum menjadi perhatian utama. Aspek ergonomi melalui rekayasa sangat dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko dalam pekerjaan fisik, mengurangi tingkat gangguan muskuloskeletal di antara pekerja, mengurangi beban postural untuk meningkatkan perhatian terhadap kesehatan dan kesejahteraan dalam pertanian [1, 2, 3].

Proses pengeringan pertanian khususnya pascapanen yang dilakukan oleh petani kecil masih menunjukkan permasalahan ergonomi, antara lain postur kerja yang tidak alamiah, beban kerja fisik yang tinggi, serta ketidaksesuaian desain alat dengan kebiasaan dan kondisi kerja pengguna. Permasalahan tersebut tidak hanya berdampak pada kenyamanan dan kesehatan petani, tetapi juga memengaruhi efisiensi kerja dan keberlanjutan penggunaan alat dalam jangka panjang. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pengeringan pascapanen memerlukan pendekatan ergonomi melalui desain alat pengering yang tidak hanya berfokus pada interaksi manusia–alat, tetapi juga mempertimbangkan sistem kerja secara menyeluruh. Proses pengeringan yang dilakukan oleh petani kecil secara umum masih dilakukan dengan menjemur yang dilakukan di luar ruangan. Di sisi lain, proses ini memberikan beban kerja tambahan berupa paparan sinar matahari yang dialami pekerja di luar tugas pokoknya yaitu mengeringkan suatu bahan pangan. Beberapa faktor risiko bagi pekerja luar ruangan meliputi stres akibat panas dan kondisi terkait panas, yang memengaruhi kesehatan, kesejahteraan, dan produktivitas. Selain itu, pekerja mengalami penurunan kinerja psikomotorik, berkurangnya kewaspadaan, hilangnya koordinasi, kelelahan, cedera akibat kerja, serta wilayah yang sangat rentan terhadap panas berpengaruh terhadap ekonomi sektoral dan produktivitas [4, 5, 6, 7]. Pendekatan ergonomi makro menawarkan perspektif yang lebih komprehensif dengan memandang sistem kerja sebagai kesatuan yang melibatkan manusia, teknologi, lingkungan, organisasi, serta aspek sosial dan budaya. Dalam konteks petani kecil, pendekatan ini menjadi relevan karena sistem kerja pertanian bersifat kompleks, kontekstual, dan sangat dipengaruhi oleh kebiasaan lokal serta keterbatasan sumber daya. Salah satu kerangka yang banyak digunakan dalam ergonomi makro adalah pendekatan SHIP (*systemic, holistic, interdisciplinary, participatory*), yang menekankan keterpaduan sistem, pemahaman manusia secara menyeluruh, kolaborasi lintas disiplin, serta keterlibatan aktif pengguna dalam proses perancangan. Pendekatan SHIP sebagai implementasi secara komprehensif dari prinsip dasar ergonomi yang menempatkan manusia sebagai acuan utama dalam perancangan sistem kerja, teknologi, dan produk, berdasarkan sistem disesuaikan dengan kemampuan, keterbatasan, kebutuhan, serta konteks manusia. Menurut kerangka ergonomi yang dikembangkan oleh International Ergonomics Association, ergonomi bertujuan untuk mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem secara bersamaan [8]. Integrasi manusia-mesin sebagai faktor krusial karena manusia tetap penting untuk adaptabilitas dan inovasi [9].

Pendekatan SHIP (*systemic, holistic, interdisciplinary, participatory*) merupakan kerangka utama dalam ergonomi makro yang digunakan untuk menganalisis dan merancang sistem kerja secara komprehensif. Pendekatan ini menekankan bahwa permasalahan ergonomi tidak dapat diselesaikan secara parsial, melainkan harus dipahami sebagai bagian dari sistem kerja yang kompleks dan saling terkait. Pendekatan SHIP sebagai perbaikan secara menyeluruh terhadap seluruh aspek ergonomi dalam proses perancangan produksi dari hulu sampai hilir dengan berkesinambungan dan terintegrasi [10]. Penerapan pendekatan SHIP (*systemic, holistic, interdisciplinary, participatory*) dalam sistem kerja perancangan bertujuan mengatasi berbagai permasalahan secara komprehensif agar tercipta mekanisme kerja yang efektif dan produk yang berkualitas serta relevan dengan tuntutan zaman [11, 12]. Penelitian melalui pendekatan SHIP yang dilakukan pada penyulingan minyak daun cengkeh meningkatkan kesehatan dan produktivitas pekerja [13]. Pendekatan sistemik, holistik, interdisipliner, dan partisipasi (*SHIP approach*) dengan menerapkan teknologi tepat guna sebagai pendekatan ergonomi total untuk perbaikan berkelanjutan, salah satunya untuk menurunkan kelelahan kerja di setiap bidang pekerjaan [14]. Pendekatan SHIP (*systemic, holistic, interdisciplinary, participatory*) digunakan sebagai dasar evaluasi keberhasilan intervensi ergonomi, yang menunjukkan penurunan keluhan fisik pekerja, khususnya gangguan muskuloskeletal dan kelelahan. Selain itu, intervensi menjadi lebih efektif ketika disertai kebijakan organisasi yang dirumuskan berdasarkan partisipasi karyawan [15]. Pendekatan SHIP merupakan landasan konseptual dalam ergonomi makro yang digunakan untuk menganalisis dan merancang sistem kerja secara menyeluruh. Ergonomi makro memandang sistem kerja sebagai kesatuan antara manusia, teknologi, organisasi, dan lingkungan, sedangkan SHIP mengoperasionalkan pandangan tersebut melalui analisis yang bersifat sistemik, holistik, interdisipliner, dan partisipatoris.

Dengan demikian, SHIP berfungsi sebagai pendekatan metodologis yang memastikan bahwa intervensi ergonomi makro berorientasi pada manusia sebagai pusat sistem serta berkelanjutan secara teknis, sosial, dan organisasi. Jamali dkk. menyatakan bahwa ergonomi makro berfokus pada peningkatan struktur dan proses sistem kerja, yang menempatkan faktor manusia dalam dua tingkat analisis, yaitu ergonomi mikro dan ergonomi makro [16]. Ergonomi makro membantu menempatkan isu-isu mikroergonomi dalam konteks organisasi dan sosioteknik yang lebih besar [17]. Penelitian berbasis kerangka ergonomi makro diperlukan untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan risiko MSD (*musculoskeletal disorders*) [18].

Risiko MSD (*musculoskeletal disorders*) pada proses pengeringan tradisional dan semi-mekanis terjadi cukup tinggi akibat aktivitas manual dan repetitif yang dilakukan dalam durasi kerja yang panjang. Kondisi ini dipengaruhi oleh masih banyaknya alat pengering pascapanen yang digunakan petani kecil belum memenuhi prinsip ergonomi, yang ditunjukkan oleh postur kerja tidak netral, tingginya beban kerja fisik, serta desain alat yang belum sesuai dengan kebiasaan dan kondisi kerja pengguna. Selain itu, penerapan pendekatan ergonomi makro dalam desain alat pengering pascapanen bagi petani kecil masih relatif jarang ditemukan, terutama yang menggunakan kerangka SHIP secara eksplisit. Keterlibatan petani sebagai pengguna utama dalam proses analisis dan perancangan juga sering kali belum terakomodasi secara sistematis. Akibatnya, banyak desain alat yang secara teknis layak, tetapi kurang sesuai dengan kebutuhan, kebiasaan, dan kondisi kerja petani kecil. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu kajian yang menganalisis desain alat pengering pascapanen bagi petani kecil menggunakan pendekatan ergonomi makro berbasis SHIP. Pendekatan ini diharapkan mampu mengisi kesenjangan penelitian dengan menghadirkan kerangka analisis yang komprehensif dan kontekstual, serta memberikan kontribusi teoretis dan praktis bagi pengembangan desain alat pertanian yang ergonomis, aplikatif, dan berkelanjutan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini merupakan kajian pustaka (*literature review*) yang bersifat deskriptif-analitis, dengan fokus pada penerapan pendekatan SHIP (*systemic, holistic, interdisciplinary, participatory*) dalam analisis ergonomi makro untuk desain alat pengering pascapanen bagi petani kecil. Kajian ini tidak melibatkan pengambilan data primer maupun eksperimen lapangan. Bahan kajian berupa publikasi ilmiah yang relevan dengan topik ergonomi makro, pendekatan SHIP, dan sistem pengeringan pascapanen skala kecil. Sumber literatur meliputi artikel jurnal nasional dan internasional bereputasi, buku referensi ergonomi dan ergonomi makro, prosiding seminar ilmiah, dan standar dan pedoman ergonomi serta teknologi pascapanen. Literatur diperoleh dari basis data ilmiah seperti Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect, serta publikasi institusi terkait.

Penelusuran literatur dilakukan secara sistematis dengan menggunakan kata kunci dan kombinasinya, antara lain *macro ergonomics, SHIP approach, systemic ergonomic design, postharvest drying, smallholder farmers, dan ergonomic product design*. Literatur yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi adalah syarat atau ketentuan yang harus dipenuhi agar suatu data, artikel, atau sumber pustaka dimasukkan ke dalam kajian atau penelitian. Kriteria eksklusi adalah syarat atau ketentuan yang menyebabkan suatu data, artikel, atau sumber pustaka dikeluarkan atau tidak digunakan dalam kajian. Dengan kata lain, kriteria inklusi merupakan persyaratan yang digunakan untuk menentukan literatur yang layak dimasukkan dalam kajian, sedangkan kriteria eksklusi digunakan untuk menyingkirkan literatur yang tidak relevan atau tidak memenuhi tujuan kajian. Seleksi literatur dengan kriteria inklusi meliputi membahas ergonomi makro, pendekatan SHIP, atau desain sistem kerja; berkaitan dengan alat kerja, sistem produksi, atau teknologi pascapanen; dan dipublikasikan dalam sumber ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan. Seleksi literatur dengan kriteria eksklusi meliputi publikasi non-ilmiah atau tidak melalui proses penelaahan sejawat; literatur yang tidak relevan dengan konteks ergonomi atau desain sistem; dan duplikasi publikasi dengan isi yang sama.

Metode analisis kajian melalui analisis literatur dan dilakukan secara kualitatif melalui tahapan sebagai berikut.

1. Klasifikasi literatur

Literatur dikelompokkan berdasarkan fokus kajian, yaitu ergonomi makro, pendekatan SHIP, dan desain alat pengering pascapanen.

2. Analisis berdasarkan komponen SHIP

Setiap literatur dianalisis dengan mengacu pada empat prinsip SHIP meliputi *systemic*, untuk menilai pendekatan sistem secara menyeluruh; *holistic*, untuk mengidentifikasi integrasi aspek manusia, teknologi, dan lingkungan; *interdisciplinary*, untuk melihat keterlibatan lintas disiplin keilmuan; dan *participatory*, untuk menilai peran pengguna dalam proses desain.

3. Sintesis dan interpretasi

Hasil analisis disintesis guna mengidentifikasi pola penerapan pendekatan SHIP, kelebihan dan keterbatasannya, serta implikasinya terhadap desain alat pengering pascapanen bagi petani kecil.

Hasil kajian disajikan dalam bentuk uraian naratif terstruktur, tabel ringkasan literatur terdahulu, dan model konseptual penerapan pendekatan SHIP dalam ergonomi makro pada desain alat pengering pascapanen.

3. Hasil dan Pembahasan

Kajian literatur yang terstruktur menunjukkan bahwa penelitian tentang *postharvest drying* dan ergonomi dalam konteks *smallholder* masih berkembang tetapi relatif terpisah dari kesatuan utuh apabila dikaitkan dengan pendekatan ergonomi makro dan SHIP. Secara umum, banyak studi teknologi *postharvest* menyoroti upaya pengurangan kehilangan hasil melalui inovasi dalam proses pengeringan, pengelolaan suhu, dan pengendalian kelembaban untuk meningkatkan kualitas hasil panen serta nilai tambah produk. Sebagai contoh, *dry chain* dan inovasi teknologi untuk petani kecil dipandang sebagai mekanisme yang dapat mengurangi kerugian pascapanen di negara berpenghasilan rendah dan menengah (*low- and middle-income countries*) seperti di banyak wilayah pertanian tropis saat ini [19]. Hal ini membutuhkan ergonomi makro melalui aplikasi SHIP, terutama interdisipliner dalam menurunkan kerugian pascapanen akibat proses pengeringan. Keahlian interdisipliner sangat penting dalam pengembangan solusi teknologi pascapanen. Namun, dari sisi adopsi teknologi, banyak tantangan yang dihadapi petani kecil. Studi tentang adopsi teknologi pengeringan menunjukkan bahwa petani sering kali enggan menggunakan teknologi yang lebih baik karena manfaat ekonominya kurang jelas dan harga produk yang lebih tinggi tidak selalu menjamin pengembalian investasi mereka [20]. Temuan ini menggarisbawahi bahwa aspek sosial dan ekonomi merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam perancangan sistem kerja atau teknologi pascapanen.

Beberapa penelitian telah mengintegrasikan prinsip ergonomi dalam evaluasi atau desain alat pengering, terutama melalui pendekatan ergonomi fisik dan ergonomi termal. Pendekatan ini umumnya berfokus pada kenyamanan pengguna, penyesuaian dimensi alat dengan antropometri, serta pengurangan beban kerja fisik. Karakteristik petani kecil sangat menuntut pendekatan desain yang mempertimbangkan keterbatasan fisik, lingkungan kerja terbuka, pola kerja tradisional, serta kondisi sosial-ekonomi yang khas. Kerangka analisis ergonomi makro berbasis pendekatan SHIP yang diterapkan secara sistematis pada desain alat pengering pascapanen skala kecil sebagai solusi untuk menghubungkan petani kecil dengan teknologi pengeringan. Hal ini mampu memandang sistem pengeringan pascapanen sebagai satu kesatuan yang utuh. Pendekatan SHIP memiliki potensi untuk menghubungkan kesenjangan tersebut karena mampu memandang sistem pengeringan pascapanen sebagai satu kesatuan yang utuh. Pendekatan sistemik memungkinkan identifikasi hubungan antar elemen sistem, sementara pendekatan holistik memastikan bahwa aspek manusia tidak hanya menjadi sekadar variabel teknis. Pendekatan interdisipliner memberikan dasar integrasi antara teknik mesin, ergonomi, dan teknologi pascapanen, sedangkan pendekatan partisipatif menjamin bahwa desain yang dihasilkan relevan dan dapat diterima oleh petani sebagai pengguna utama. Berdasarkan ringkasan literatur yang disajikan pada Tabel 1, dapat diamati bahwa penelitian-penelitian terkait pengeringan pascapanen dalam lima tahun terakhir menunjukkan peningkatan perhatian terhadap aspek teknis proses pengeringan, efisiensi energi, serta kualitas hasil pengeringan.

Tabel 1 Penelitian-penelitian terkait pengeringan pascapanen

No.	Penulis	Judul/fokus kajian	Metode/ pendekatan	Temuan utama	Relevansi terhadap penelitian
1.	Susana dan Sutanto [21]	<i>Ergo-mechanical evaluation of the post-harvest drying process on a small scale based on participatory principles</i>	Evaluasi proses pengeringan dengan prinsip partisipatif	Metode partisipatif membantu identifikasi keluhan fisik dan proses kerja yang tidak ergonomis dalam pengeringan pascapanen	Memberi bukti empiris dan hubungan ergonomi kerja dengan sistem pengeringan petani kecil
2.	Susana dan Putra [22]	<i>Design of dryer for small farmers based on the study of ergonomics thermal engineering application</i>	Studi desain pengering berbasis ergonomi thermal	Desain mempertimbangkan antropometri untuk kenyamanan pekerja	Relevan untuk prinsip desain ergonomi pada alat pengering pascapanen
3.	Baihaqi dkk. [23]	Kajian strategi penerapan teknologi pascapanen pada rantai pasok kopi ditinjau dari aspek nilai tambah dan susut pasca panen	Review teknologi pascapanen	Meninjau teknologi pengeringan dan pengolahan pascapanen dalam rantai pasok	Mendukung konteks teknologi pengeringan pada komoditas pertanian
4.	Ihsan dan Derosya [24]	Tinjauan strategi pengemasan buah dan sayur dalam memerangi <i>food loss</i> dalam rantai pasokan pascapanen di Indonesia	Kajian literatur sistem pascapanen	Paparan faktor penyebab kehilangan pangan termasuk proses pengeringan	Menambah konteks peningkatan sistem pengeringan
5.	Lestari dkk. [25]	<i>Macro ergonomic analysis and design for optimizing the work environment: a literature review</i>	Review literatur makroergonomi	Makroergonomi meningkatkan efektivitas sistem kerja	Kontribusi pada <i>framework</i> ergonomi makro untuk sistem kerja pengering
6.	Susana dkk. [26]	<i>Rice husk energy rotary dryer experiment for improved solar drying thermal performance on cherry coffee</i>	Analisis pengering sesuai dengan hasil panen petani dan limbah sekam padi sebagai sumber energi	Desain pengering berdasarkan hasil panen petani berupa biji-bijian yaitu kopi	Mendukung konteks teknologi pengeringan pada komoditas pertanian
7.	Susana dan Alit [27]	<i>Ergonomics thermal engineering approach in designing traditional dryer with rice husk energy for small-scale rengginang production</i>	Mengevaluasi efektivitas pengeringan kerupuk beras menggunakan energi termal dari sekam padi dari perspektif teknis dan ergonomis	Desain pengering berdasarkan rekayasa termal ergonomi pemanfaatan energi sekam padi dengan desain alat sesuai dengan postur pekerja	Relevan untuk prinsip desain ergonomi pada alat pengering pascapanen

Kajian alat pengering berdasarkan ergonomi makro menekankan bahwa sistem kerja tidak dapat dipisahkan dari interaksi antara manusia, teknologi, organisasi, dan lingkungan. Dalam konteks pengeringan pascapanen bagi petani kecil, sistem tersebut mencakup tidak hanya alat pengering, tetapi juga pola kerja petani, keterbatasan sumber daya, kondisi lingkungan kerja terbuka, serta aspek sosial dan ekonomi. Literatur yang ada menunjukkan bahwa aspek-aspek ini jarang dianalisis secara terintegrasi dalam satu kerangka konseptual. Pendekatan partisipatif telah mulai diterapkan pada beberapa penelitian desain alat pertanian dan pascapanen. Pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan penerimaan pengguna serta kesesuaian alat dengan kebutuhan lapangan. Namun, keterlibatan pengguna umumnya masih terbatas pada tahap evaluasi atau pengujian desain, bukan sebagai bagian dari analisis sistem sejak tahap awal perancangan. Hal ini menunjukkan bahwa prinsip partisipatif belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai strategi sistemik dalam desain alat pengering pascapanen. Dari sisi lintas disiplin, sebagian penelitian telah menggabungkan keilmuan teknik mesin, teknologi pangan, dan ergonomi. Akan tetapi, integrasi tersebut lebih bersifat teknis-operasional dan belum diarahkan pada pembentukan sistem kerja yang mampu menyesuaikan dan berkelanjutan bagi petani kecil. Dengan demikian,

pendekatan interdisipliner yang diharapkan dalam ergonomi makro harus diterapkan secara optimal. Analisis ergonomi makro berdasarkan aplikasi partisipatif dapat diterapkan untuk memahami dan merancang lingkungan kerja yang lebih optimal. Implementasi ergonomi makro partisipatif dalam industri menunjukkan pentingnya keterlibatan pekerja dalam proses desain sistem kerja untuk meningkatkan kondisi fisik dan psikososial di tempat kerja. Mewujudkan lingkungan kerja fisik ergonomis berdasarkan *macro-ergonomic participatory* dapat dilakukan melalui kesepakatan antara pihak manajemen, pekerja dan ahli ergonomi [28]. Ini relevan dengan kebutuhan memahami keadaan kerja petani dalam lingkungan pengeringan pascapanen, terutama dalam skenario kerja informal di lapangan yang melibatkan paparan panas langsung, jangkauan kerja yang luas, dan aktivitas fisik intensif. Dalam konteks pascapanen, penerapan teknologi pengeringan tradisional sering masih mengandalkan penjemuran di bawah sinar matahari atau metode sederhana lainnya, yang kurang memenuhi standar kualitas dan efisiensi yang optimal [22]. Hal ini menunjukkan adanya *gap* antara teknologi yang tersedia dan kebutuhan nyata petani kecil. Secara konseptual, *ergonomi makro* merupakan pendekatan yang mempertimbangkan sistem kerja secara menyeluruh, termasuk hubungan antara manusia, teknologi, organisasi, dan lingkungan kerja [29]. Ergonomi makro dapat membantu merancang sistem kerja yang tidak hanya responsif terhadap aspek teknis tetapi juga mampu mengintegrasikan faktor manusia secara holistik. Analisis ergonomi makro yang komprehensif membuka peluang untuk menilai bagaimana berbagai elemen sistem kerja, termasuk peran pengguna, interaksi kerja, dan dinamika organisasi kerja pertanian, mempengaruhi kinerja alat serta kondisi kesehatan dan keselamatan kerja petani.

Secara keseluruhan, meskipun terdapat literatur yang membahas teknologi pengeringan dan inovasi pascapanen secara umum, literatur yang secara eksplisit menggabungkan pendekatan SHIP dalam analisis ergonomi makro untuk desain alat pengering pascapanen masih sangat terbatas. Analisis ini harus mencakup keterlibatan petani sebagai pemangku kepentingan utama (*participatory*), pemahaman *systemic* tentang proses pascapanen, integrasi disiplin keilmuan (*interdisciplinary*), serta pendekatan *holistic* yang mempertimbangkan aspek manusia dan teknologi secara bersamaan. Tanpa integrasi tersebut, desain alat pengering berisiko kurang responsif terhadap kebutuhan fisik, sosial, dan ekonomi petani kecil. Penerapan kerangka ergonomi makro yang integratif, misalnya melalui penggabungan empat prinsip SHIP (*systemic, holistic, interdisciplinary, participatory*), dalam merancang atau mengevaluasi sistem pengeringan pascapanen. Pendekatan semacam ini akan membantu memastikan desain alat tidak hanya efisien secara teknis, tetapi juga mampu meningkatkan keselamatan kerja, kenyamanan fisik pengguna, serta kesesuaian sistem kerja dengan konteks sosial dan ekonomi petani kecil.

Penerapan ergonomi makro dengan pendekatan SHIP dalam perancangan alat pengering pascapanen diharapkan tidak hanya meminimalkan beban fisik dan risiko kesehatan, tetapi juga mempertimbangkan faktor organisasi kerja petani, dinamika sosial ekonomi komunitas petani, dan lingkungan kerja yang memiliki tantangan khusus seperti paparan panas matahari dan kondisi iklim lokal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai teknologi pengeringan pascapanen telah menunjukkan perkembangan signifikan terutama dalam aspek teknis seperti efisiensi energi dan kualitas pengeringan. Namun, integrasi pendekatan ergonomi secara komprehensif, khususnya melalui kerangka ergonomi makro berbasis SHIP, masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada ergonomi fisik atau teknis alat, sementara aspek sistem kerja yang melibatkan interaksi antara manusia, teknologi, organisasi, dan lingkungan belum dianalisis secara terpadu. Pendekatan ergonomi makro dengan prinsip *systemic, holistic, interdisciplinary, dan participatory* berpotensi menjadi kerangka konseptual yang efektif untuk merancang dan mengevaluasi sistem pengeringan pascapanen bagi petani kecil. Pendekatan ini memungkinkan pengembangan teknologi yang lebih responsif terhadap kondisi kerja, kebutuhan sosial-ekonomi, serta karakteristik lingkungan kerja petani. Oleh karena itu, penerapan ergonomi makro berbasis SHIP dalam desain dan

evaluasi alat pengering pascapanen penting untuk meningkatkan efisiensi proses pengeringan, keselamatan dan kenyamanan kerja, serta keberlanjutan sistem pascapanen pada skala petani kecil.

Daftar Pustaka

- [1] I G.B. Susana, I.B. Alit, I G.A.K.C.A.W. Aryadi, Aplikasi ergonomi berdasarkan data antropometri pekerja pada desain alat kerja, *Energy, Materials and Product Design*, 1 (1) (2022) 28-34.
- [2] K. Hemati, Z. Darbandi, E. Kabir-Mokamelkhah, M. Poursadeghiyan, M.S. Ghasemi, M. Mohseni-Ezhiye, Y. Abdolahian, M. Aghilinejad, M. Ali Salehi, N. Dehghan, Ergonomic intervention to reduce musculoskeletal disorders among flour factory workers, *Work*, 67 (3) (2020) 611-618.
- [3] D. Kee, Participatory ergonomic interventions for improving agricultural work environment: a case study in a farming organization of Korea, *Applied Sciences*, 12 (4) (2022) 2263.
- [4] M.A. Idris, C. Markham, K.D. Mena, W.B. Perkison, Examining management and employees' perceptions of occupational heat exposure and the effectiveness of a heat stress prevention intervention on safety and well-being among natural gas construction workers: a qualitative field-based study, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21 (9) (2024) 1255.
- [5] M. Amoadu, E.W. Ansah, J.O. Sarfo, T. Hormenu, Impact of climate change and heat stress on workers' health and productivity: a scoping review, *The Journal of Climate Change and Health*, 12 (2023) 100249.
- [6] B.M. Varghese, A. Hansen, Peng Bi, D. Pisaniello, Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review, *Safety Science*, 110 (A) (2018) 380-392.
- [7] Global Heat Health Information Network, Occupational heat stress can impact the productivity, safety and health of both outdoor and indoor workers who don't have access to appropriate cooling, Available online: <https://ghhin.org/at-work/> (accessed on 5 January 2026).
- [8] International Ergonomics Association, Ergonomics human centered design, Available online: <https://iea.cc/about/introduction/> (accessed on 7 January 2026).
- [9] N.T. Machado, C.M.T. Rodriguez, Logistics 5.0 maturity model: a human-centric and sustainable approach for the supply chain of the future, *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, 11 (51) (2025) 164-170.
- [10] M.I. Mulyati, N. Adiputra, K. Tirtayasa, I P. Adiatmika, Merancang sepatu olah raga voli dengan pendekatan SHIP, *Jurnal Syntax Fusion*, 2 (7) (2022) 641-645.
- [11] I.B.A. Manuaba, Aplikasi ergonomi dengan pendekatan holistik perlu, demi hasil yang lebih lestari dan mampu bersaing, Makalah Temu Ilmiah dan Musyawarah Nasional Keselamatan dan Kesehatan Kerja Ergonomi, Hotel Sahid Jakarta, 2003.
- [12] I.B.A. Manuaba, Optimalisasi aplikasi ergonomi dan fisiologi olahraga dalam rangka peningkatan produktivitas tenaga kerja dan prestasi atlet, Makalah Disampaikan pada Seminar Nasional Ergonomi dan Olahraga di Universitas Negeri Semarang, Semarang 12 April, 2003.
- [13] I K.D.A. Saputra, Ni P. Ardiyanti, Perbaikan kondisi kerja melalui SHIP approach ergonomi meningkatkan kualitas kesehatan dan produktivitas pada pekerja penyulingan minyak cengkeh, *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 17 (2) (2025) 61-70.
- [14] E.N.S. Yuliani, I P.G. Adiatmika, K. Tirtayasa, N. Adiputra, Penerapan pendekatan ergonomi total dalam menurunkan kelelahan kerja: Studi literatur, *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 13 (2) (2021) 207-214.
- [15] W. Susihono, I.P.G. Adiatmika, The effects of ergonomic intervention on the musculoskeletal complaints and fatigue experienced by workers in the traditional metal casting industry, *Heliyon*, 7 (2) (2021) e06171.
- [16] N. Jamali, M.R. Gharib, M. Moayyedean, M. Hedayati-Dezfooli, Machine learning for optimizing macro-ergonomics in pharmaceutical supply chain, *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 17 (1) (2024) 248.

- [17] P. Carayon, B.T. Karsh, A.P. Gurses, R. Holden, P. Hoonakker, A.S. Hundt, E. Montague, J. Rodriguez, T.B. Wetterneck, Macroergonomics in healthcare quality and patient safety, *Reviews of Human Factors and Ergonomics*, 8 (1) (2013) 4-54.
- [18] W. Macdonald, J. Oakman, The problem with “ergonomics injuries”: What can ergonomists do?, *Applied Ergonomics*, 103 (2022) 103774.
- [19] A. Jarman, J. Thompson, E. McGuire, M. Reid, S. Rubsam, K. Becker, E. Mitcham, Postharvest technologies for small-scale farmers in low- and middle-income countries: A call to action, *Postharvest Biology and Technology*, 206 (2023) 112491.
- [20] S. Stone, Z. Langford, R. Arsyi, I. Laping, Z. Zach, R. Ruhon, B. Julianto, I. Siradjuddin, A. Wong, S. Waldron, Technology adoption by small holder farmers: the case of drying technology in the Indonesian seaweed industry, *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 15 (3) (2025) 486–499.
- [21] I G.B. Susana, R. Sutanto, Ergo-mechanical evaluation of the post-harvest drying process on a small scale based on participatory principles, *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 12 (01) (2024) 222–227.
- [22] I G.B. Susana, I K.P. Putra, Design of dryer for small farmers based on the study of ergonomics thermal engineering application, *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 25 (1) (2025) 8-14.
- [23] B. Baihaqi, N. Desparita, D. Fridayati, A. Akmal, S. Hakim, Kajian strategi penerapan teknologi pascapanen pada rantai pasok kopi ditinjau dari aspek nilai tambah dan susut pasca panen, *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 4 (1) (2022) 18-28.
- [24] T. Ihsan, V. Derosya, Tinjauan strategi pengemasan buah dan sayur dalam memerangi food loss dalam rantai pasokan pascapanen di Indonesia, *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22 (4) (2024) 1078-1087.
- [25] S.A. Lestari, L.N. Huda, R. Ginting, Macro ergonomic analysis and design for optimizing the work environment: a literature review, *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 25 (1) (2023) 56-64.
- [26] I G.B. Susana, I.B. Alit, I D.K. Okariawan, Rice husk energy rotary dryer experiment for improved solar drying thermal performance on cherry coffee, *Case Studies in Thermal Engineering*, 41 (2023) 102616.
- [27] I G.B. Susana, I.B. Alit, Ergonomics thermal engineering approach in designing traditional dryer with rice husk energy for small-scale rengginang production, *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, 12 (57) (2026) 448-456.
- [28] M. Candra, R. Ginting, L.N. Huda, Implementation of macro ergonomic participatory in physical work environment: a literature review, *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 25 (1) (2023) 65-73.
- [29] C.H. Davis, F.B. Moro, A Macroergonomics perspective on customer interaction centers, 13th Annual Conference of the International Association for Management of Technology (IAMOT), (2004) 1-10.