



INTISARI

Industri pangan modern menuntut pewarna alami yang fungsional dan efisien dalam produksinya, menjadikan kurkumin kandidat unggulan. Untuk memenuhi kebutuhan ini, sebuah *Mini-plant* kurkumin generasi pertama telah dikembangkan untuk produksi skala industri. Namun, kinerja operasional *Mini-plant* ini belum pernah dievaluasi secara komprehensif dari perspektif Teknik Industri, khususnya terkait interaksi manusia-mesin (*Man-Machine*) dan efisiensi alur kerja yang krusial untuk produktivitas dan keselamatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan melakukan analisis *Man-Machine* secara mendalam pada *Mini-plant* kurkumin. Fokus utama adalah mengukur waktu kerja untuk mengidentifikasi inefisiensi, menganalisis risiko ergonomis, dan memberikan rekomendasi perbaikan yang terukur.

Metode yang digunakan adalah Analisis Manusia-Mesin (*Man-Machine Analysis*), Proses pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dan pengukuran waktu menggunakan *stopwatch* pada setiap aktivitas operator dan mesin di seluruh tahapan proses, yaitu ekstraksi, filtrasi, evaporasi, dan pengeringan. Data waktu yang terkumpul kemudian dipetakan secara sistematis ke dalam tabel *Man-Machine Chart* untuk memvisualisasikan alur kerja, durasi aktivitas, dan periode waktu tunggu. Selain itu, metode ini juga mencakup analisis kualitatif terhadap risiko ergonomis berdasarkan observasi postur kerja operator selama berinteraksi dengan mesin.

Hasil pengukuran menunjukkan total waktu siklus produksi aktual mencapai 1.568 menit (26 jam 8 menit). Analisis mendalam mengungkapkan bahwa waktu tunggu operator (*idle time*) merupakan komponen dominan yang tidak produktif. Selain itu, proses filtrasi teridentifikasi sangat tidak efisien akibat intervensi manual yang berulang karena kapasitas tangki yang terbatas, menyebabkan waktu tunggu mesin yang signifikan. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini merumuskan rekomendasi perancangan teknis dan sistem kerja yang spesifik. Rekomendasi meliputi perancangan ulang stasiun kerja penuangan dengan platform ergonomis dan pelebaran corong, peningkatan kapasitas tangki filtrasi untuk mengeliminasi siklus manual, serta modifikasi sistem kontrol agar proses evaporasi berjalan secara paralel. Proyeksi kuantitatif menunjukkan implementasi rekomendasi ini berpotensi mengurangi total waktu proses menjadi 1.454 menit (24 jam 14 menit), yang merepresentasikan peningkatan efisiensi sebesar 7,27% atau penghematan waktu 114 menit per *batch* produksi. Rekomendasi ini tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga secara signifikan mengurangi beban kerja fisik dan risiko ergonomis operator, memastikan pengembangan *Mini-plant* kurkumin yang lebih efektif, aman, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *Mini-plant* Kurkumin, Analisis Man-Machine, Studi Waktu dan Gerak, Efisiensi Proses, Ergonomi, Pewarna Alami.



ABSTRACT

The modern food industry demands natural colorants that are both functional and efficiently produced, making curcumin a leading candidate. To meet this need, a first-generation curcumin Mini-plant was developed for industrial-scale production. However, its operational performance has not been comprehensively evaluated from an Industrial Engineering perspective, particularly concerning the human-machine interaction and workflow efficiency crucial for productivity and safety. This research aims to fill this gap by conducting an in-depth Man-Machine Analysis of the curcumin Mini-plant. The primary focus is on measuring work time to identify inefficiencies, analyzing ergonomic risks, and providing measurable improvement recommendations.

This research was conducted using Man-Machine Analysis as the primary method. Data collection involved direct observation and time measurement with a stopwatch for every operator and machine activity throughout all process stages: extraction, filtration, evaporation, and drying. The collected time data was then systematically mapped onto a Man-Machine Chart to visualize the workflow, activity durations, and idle periods. Additionally, the method included a qualitative analysis of ergonomic risks based on the observation of the operator's work posture during interaction with the machine.

The measurements revealed a total actual production cycle time of 1,568 minutes (26 hours and 8 minutes). An in-depth analysis uncovered that operator idle time is the dominant non-productive component. Furthermore, the filtration process was identified as highly inefficient due to repetitive manual intervention caused by limited tank capacity, leading to significant machine idle time. Based on these findings, this research formulates specific technical design and work system recommendations. These include redesigning the pouring workstation with an ergonomic platform and a widened funnel, increasing the filtration tank capacity to eliminate manual cycles, and modifying the control system to allow the evaporation process to run in parallel. A quantitative projection indicates that implementing these recommendations could potentially reduce the total process time to 1,454 minutes (24 hours and 14 minutes), representing a 7.27% increase in efficiency or a time saving of 114 minutes per production batch. These recommendations not only enhance productivity but also significantly reduce the operator's physical workload and ergonomic risks, ensuring the development of a more effective, safe, and sustainable curcumin Mini-plant.

Keywords: Curcumin Mini-plant, Man-Machine Analysis, Time and Motion Study, Process Efficiency, Ergonomics, Natural Colorant.