

## PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PRODUKSI TEMPE MENGGUNAKAN MODIFIKASI MESIN PENCUCI DAN PERAGI KEDELAI

Andrian Iswanto<sup>1\*</sup>, Nindy Elsa Rafela<sup>2</sup>, Arief Reza Indra Saputra<sup>3</sup>, Nugroho Agung Pambudi<sup>4</sup>

<sup>1234</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

\*e-mail korespondensi: [andrian.iswanto09@student.uns.ac.id](mailto:andrian.iswanto09@student.uns.ac.id)

### Abstract

*The demand for tempeh has increased and varied, but the uneven application of science and technology has resulted in obstacles in the production process. A modification of the soybean leaching machine was developed and analyzed to increase the productivity of tempeh production in the soybean leaching and fermentation process. Experimental exploration was conducted by collaborating productivity analysis with techno-economics of the leaching machine modification. UD. Tempe 85 became the experimental site because it massively produces 400 kg/day of soybean. Data collection for efficiency research was carried out as much as 4-5 replications in the washing and fermentation process with manual methods and leaching machines as a comparison. Rapid Upper Limb Assessment (RULA) was also conducted to determine the risk level of using this machine. The results showed a significant improvement in the process of washing and fermenting soybeans using the leaching machine compared to the manual method. This machine can accommodate 60 kg of ready-to-wash soybeans with 5 minutes and 2 repeated washings while the manual method can only accommodate 30 kg at a time with 15 minutes and 7-8 repeated washings. In addition, this machine can increase production from 400 kg/day to 700 kg/day. The leavening machine received a RULA score of 3 while the manual method received a RULA score of 7. The feasibility of use and economy of this machine is recommended because it is low in production cost and safe (low risk).*

**Keywords:** Soybean; tempe; leaching machine; productivity; techno-economics

### Abstrak

Kebutuhan tempe semakin meningkat dan bervariasi, namun belum meratanya penerapan IPTEK mengakibatkan terdapat kendala dalam proses produksi. Modifikasi mesin pencuci peragi kedelai dikembangkan dan dianalisis guna meningkatkan produktivitas produksi tempe pada proses pencucian dan peragian kedelai. Eksplorasi eksperimental dilakukan dengan mengkolaborasikan analisis produktivitas dengan tekno-ekonomi modifikasi mesin pencuci peragi. UD. Tempe 85 menjadi tempat eksperimental karena memproduksi 400 kg/hari kedelai secara masif. Pengambilan data penelitian efisiensi dilakukan sebanyak 4-5 replikasi pada proses pencucian dan peragian dengan metode manual dan mesin pencuci peragi sebagai perbandingan. Rapid Upper Limb Assessment (RULA) juga dilakukan guna menentukan tingkat risiko penggunaan mesin ini. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan pada proses pencucian maupun peragian kedelai dengan menggunakan mesin pencuci peragi dibandingkan metode manual. Mesin ini mampu menampung 60 kg kedelai siap cuci dengan waktu 5 menit serta 2 kali pencucian berulang sedangkan metode manual hanya mampu menampung 30 kg sekali proses dengan waktu 15 menit serta 7-8 kali pencucian berulang. Selain itu, mesin ini mampu meningkatkan produksi dari 400 kg/hari menjadi 700 kg/hari. Mesin pencuci peragi mendapatkan skor RULA 3 sedangkan metode manual mendapatkan skor RULA 7. Kelayakan penggunaan dan ekonomi mesin ini direkomendasikan karena rendah biaya produksi dan aman (risiko rendah).

**Kata Kunci:** kedelai; tempe; mesin pencuci peragi; produktivitas; tekno-ekonomi

Accepted: 2024-05-04

Published: 2024-07-09

### PENDAHULUAN

Pangan merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang sangat penting, sehingga setiap individu berhak untuk memenuhinya (Widayati & Augustinah, 2019). Kerawanan pangan mengacu pada terbatasnya atau tidak pastinya ketersediaan makanan yang cukup gizi dan aman untuk dikonsumsi (FAO et al., 2017). Salah satu pangan yang kaya akan nilai gizi yang tinggi adalah tempe. Tempe merupakan salah satu makanan yang terbuat dari fermentasi biji kedelai

atau beberapa bahan lain dengan membutuhkan bantuan beberapa jenis kapang atau jamur *Rhizopus*, seperti *Rhizopus oligosporus*, *Rh. oryzae*, *Rh. stolonifer* (kapang roti), atau *Rh. Arrhizus* (Laksono et al., 2019). Tempe Indonesia adalah makanan fermentasi tradisional Indonesia yang dihasilkan dari fermentasi kedelai menggunakan *Rhizopus oligosporus*, ini menunjukkan bahwa tempe merupakan ekosistem dengan keanekaragaman mikroorganisme yang tinggi (Nur et al., 2023).

Protein yang terdapat dalam kedelai mengandung berbagai macam asam amino esensial serta komponen fisiologis yang bermanfaat membantu menurunkan kadar kolesterol, mengurangi risiko hiperlipidemia, dan mengurangi kemungkinan terkena penyakit kardiovaskular (Fukase & Martin, 2020). Mengingat hal tersebut sehingga sangat penting dilakukan penjaminan kualitas tempe yang dihasilkan karena tempe merupakan makanan murah dan bergizi, tentunya hal ini tidak terlepas pada proses produksi pengolahan kedelai hingga akhirnya menjadi tempe (Dr. Zainal Abidin et al., 2020). Manajemen produksi tempe terdiri dari perendaman, perebusan, penggilingan, pencucian, peragian, pembungkusan kedelai, dan penjualan tempe (Redi Aryanta, 2020). Namun, proses produksi tempe yang masih banyak dilakukan secara tradisional berdampak pada waktu produksi yang lama dan terbatasnya tempe yang dihasilkan (Ramayanti et al., 2023).

Menurut Indriyani (2020) Hasil produksi secara manual cenderung kurang memuaskan karena seringkali ada sisa-sisa kulit yang sulit dihilangkan, prosesnya kurang higienis karena melibatkan kontak fisik, dan memerlukan waktu dan tenaga yang cukup banyak. Proses yang melibatkan kontak fisik adalah proses pencucian dan peragian, Hal tersebut karena pekerja melakukan pencucian kedelai dengan tubuh membungkuk, leher menekuk ke bawah, dan tangan masuk ke dalam tangki dengan ketinggian 90 cm untuk mengaduk begitupun dengan peragian dengan beberapa pencucian berulang (Amaliah, 2023). Dengan demikian, apabila kondisi tersebut terus menerus berlangsung maka akan berdampak pada terbatasnya tempe yang dihasilkan mengingat waktu produksi secara tradisional yang cukup lama, selain itu akan mempengaruhi produktivitas kerja karyawan (Hanifa, 2023).

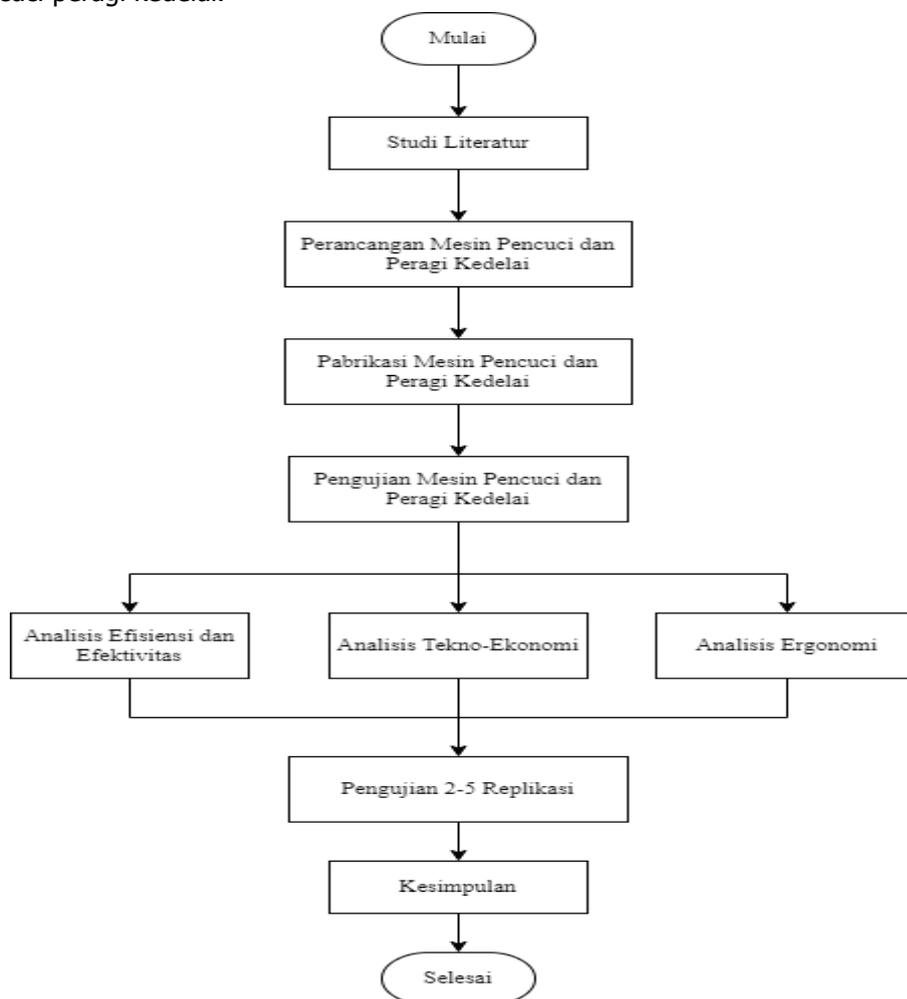
UD. Tempe 85 merupakan pelaku usaha produksi tempe yang teridentifikasi memiliki 5 karyawan dan terletak di Bantulan, RT 05, Desa Jembungan, Kecamatan Banyudono, Kabupaten Boyolali. Berdasarkan informasi dari mitra, dalam satu hari memproses pencucian kedelai sebesar 400 kg dengan pencucian berulang yaitu 7-8 kali. Diidentifikasi terdapat permasalahan yang dihadapi oleh mitra yaitu pada proses pencucian. Proses pencucian masih menggunakan cara manual yang membutuhkan banyak waktu dan tenaga sehingga kurang efisien dan efektif pada proses pencucian kedelai tempe. Selain itu, kondisi kurang nyaman yang dirasakan karyawan yang secara berulang harus menunduk dan intensitas terkena air tinggi saat proses pencucian dapat menyebabkan cepat merasakan kelelahan atau rasa sakit pada anggota tubuh. Oleh karena itu, menjadi penting bagi usaha produksi tempe untuk mengeksplorasi solusi teknologi canggih untuk meningkatkan produktivitas dan profitabilitas dalam proses produksi tempe (Akbar, 2020). Penggunaan teknologi berupa mesin merupakan metode yang paling tepat diterapkan saat ini dalam produksi pembuatan tempe (Nuraini et al., 2021).

Guna mendapatkan kualitas tempe yang baik begitupun proses pencucian dan peragian yang efisien dan merata, maka telah hadir sebelumnya mesin pencuci kedelai menggunakan agitator/pengaduk *helical impeller* (Wulandari et al., 2023). Namun kesiapan teknologi tersebut dinilai masih sangat mahal karena membutuhkan konfigurasi rumit untuk proses pencucian saja, sedangkan proses peragian juga mengalami kendala serupa dan bisa masih dilakukan secara manual. Menurut Endarto (2014) hingga saat ini para pengrajin produksi tempe masih mengeluhkan bahwa mesin yang tersedia di pasaran belum dapat mengatasi semua permasalahan pada usahanya tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi otomatisasi mesin yang dapat digunakan untuk mencuci dan meragi kedelai yang dapat mengaktifkan produktivitas produksi tempe terkhusus pada proses pencucian dan peragian.

Mesin pencuci dan peragi diusulkan untuk melakukan proses pencucian dan peragian sekaligus pada produksi tempe. Mesin pencuci dan peragi ini dirancang untuk rendah biaya operasional pemakaian dan minim biaya perawatan sehingga mampu meningkatkan produktivitas produksi tempe pada proses pencucian dan peragian. Indikator keberhasilan dari usulan teknologi ini yaitu efisiensi mesin pencuci dan peragi kedelai tempe, analisis tekno-ekonomi kelayakan penggunaan mesin, untuk keberlanjutan penggunaan mesin ke depannya dan pemasaran lebih lanjut.

## METODE

Berdasarkan permasalahan di atas, menunjukkan Prosedur pengabdian ini terdiri atas identifikasi permasalahan, kajian pustaka, perancangan pabrikasi dan penerapan modifikasi mesin pencuci peragi kedelai, dan evaluasi pengabdian dengan analisis efisiensi dan tekno-ekonomi mesin pencuci peragi kedelai.



**Gambar 1.** Diagram Alir

## Tempat Penerapan

Pabrikasi modifikasi Mesin Pencuci dan Peragi Kedelai tempe dilakukan di Workshop Las Laboratorium Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Sementara itu, pada pengujian efisiensi dan penelitian modifikasi mesin pencuci dan peragi pada proses produksi tempe di UD. Tempe 85 Bantulan RT 05, Desa Jembungan, Kecamatan Banyudono, Kabupaten Boyolali. UD. Tempe 85 teridentifikasi memproduksi dalam satu hari memproses pencucian kedelai sebesar 400 kg dengan pencucian

berulang yaitu 7-8 kali. UD. Tempe 85 dipimpin oleh Bapak Subandi dengan 5 karyawan. Manajemen produksi pada usaha ini dimulai dengan perendaman, perebusan, penggilingan, pencucian, peragian, pembungkusan kedelai, dan penjualan tempe. Proses produksi pada UD. Tempe 85 sudah menggunakan mesin untuk proses penggilingan yaitu pemisahan kedelai dengan kulit ari. Berdasarkan informasi lain dari pihak mitra, pencucian dan peragian tempe jika dilakukan secara manual atau konvensional memerlukan banyak tenaga, waktu yang lama dan kondisi kerja yang kurang nyaman. Sebagaimana untuk satu kali pencucian membutuhkan waktu 15 menit untuk kapasitas satu bak pencuci 30 kg dengan pencucian berulang 7-8 kali. Sedangkan proses peragian diperlukan waktu 2-3 jam. Selain memerlukan proses dan waktu yang lama, pencucian kedelai yang dilakukan secara manual seringkali kurang bersih sehingga diharuskan pencucian berulang 7-8 kali.

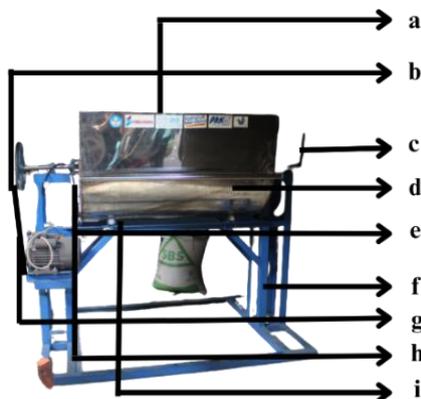
### Alat dan Bahan

a. Mesin Pencuci Peragi Kedelai

Mesin pencuci peragi kedelai digunakan untuk mengetahui seberapa jauh alat ini mampu meningkatkan produktivitas produksi tempe di UD. Tempe 85. Seperti namanya mesin pencuci dan peragi kedelai difungsikan untuk membantu mempercepat proses pencucian sekaligus peragian hanya dengan satu alat.

Tabel 1. Komponen Mesin dan Fungsinya

Nama Komponen	Fungsi
Pelat besi	Dudukan baut untuk <i>pillow block bearing UCP</i>
<i>Mixer</i>	Pengaduk kedelai pada proses kerja
Bak Penampung	Menampung kedelai pada proses kerja
<i>Pillow block bearing UCF</i>	Dudukan bak penampung untuk menyambungkan dengan poros
Motor listrik	Sumber tenaga untuk memutar pengaduk pada saat digunakan secara otomatis
Rangka utama	Menyangga seluruh beban dari mesin
<i>Pillow block bearing UCP</i>	Menyangga bak penampung
<i>Pulley besar</i>	Menerima tenaga dari penggerak dinamo pada saat mesin digunakan secara otomatis
<i>V-Belt</i>	Mentransmisikan daya
<i>Roller</i>	Menahan bak penampung
Engkol	Memutar pengaduk secara manual



**Keterangan:**

- a. *Mixer*
- b. *Pulley*
- c. Engkol
- d. Bak Penampung
- e. Motor listrik
- f. Rangka utama
- g. *V-Belt*
- h. *Bearing*
- i. *Roller*

Gambar 2. Mesin Pencuci Peragi dan Bagiannya

## b. Stopwatch

Stopwatch merupakan alat yang digunakan untuk mengukur interval waktu atau menghitung Jarak waktu di antara dua peristiwa. Berbeda dengan jam yang hanya menunjukkan waktu absolut dalam format jam, menit, dan detik, stopwatch atau timer hanya menghitung dan menampilkan interval waktu yang dimulai dari titik awal acak ketika stopwatch dimulai. Stopwatch digunakan untuk mengukur dan mencatat kecepatan modifikasi mesin pencuci peragi kedelai dan metode manual untuk proses pencucian dan peragian kedelai.

## c. Timbangan tembaga

Timbangan gantung tembaga digunakan untuk mengukur kedelai pada saat sebelum menggunakan modifikasi mesin pencuci peragi kedelai. Timbangan yang digunakan memiliki kapasitas 100 kg. Selain itu, timbangan ini digunakan juga untuk mengukur berat limbah kedelai sesuai replikasi yang direncanakan pada proses pencucian maupun proses peragian. Data yang diperoleh tersebut dianalisis kemudian untuk mendapatkan hasil efisiensi pembuatan tempe terkhusus proses pencucian dan peragian menggunakan modifikasi mesin pencuci peragi kedelai.

### Analisis Evaluasi

Analisis data penelitian ini menggunakan software Microsoft Office Excel dan Origin 2018. Software Microsoft Office Excel digunakan untuk menentukan dan melakukan perhitungan biaya produksi dan operasional penggunaan mesin pencuci dan peragi berdasarkan parameter pengukuran yang ditetapkan. Sementara itu, software Origin 2018 digunakan untuk menampilkan data dalam bentuk grafik mengenai kinerja dan efisiensi mesin pencuci dan peragi untuk pembuatan tempe. Data yang telah diperoleh dan diolah akan dianalisis dengan metode deskriptif kuantitatif melalui pendekatan studi komparatif. Hal ini menjelaskan fenomena-fenomena dan temuan yang terjadi selama proses pengujian modifikasi mesin pencuci dan peragi kedelai tempe ditinjau dari efisiensi pembuatan tempe dan tekno ekonomi pembuatan dan penggunaan mesin pencuci dan peragi kedelai tempe

### Implementasi

Tahap implementasi mesin pencuci peragi kedelai dilakukan secara langsung di UD. Tempe 85 Boyolali. Tahap pertama adalah memperkenalkan komponen-komponen mesin dengan penekanan bagian-bagian yang berbahaya pada mesin, dilanjutkan proses pengoperasian mesin pencuci peragi secara langsung, dan mempraktikkan proses pencucian dan peragian kedelai dengan menggunakan mesin secara langsung serta diakhiri dengan proses menonaktifkan mesin pencuci peragi kedelai sesuai dengan standar operasional.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Tahap Persiapan

Kegiatan pengabdian diawali dengan observasi dan kunjungan kepada mitra UD. Tempe 85 Boyolali. Tahap observasi ini dilakukan secara luring dan sekaligus berdiskusi dengan pemilik mitra Bapak Subandi selaku pemilik mitra. Berdasarkan hasil observasi ditemukan beberapa permasalahan yang dialami mitra yaitu proses pencucian dan peragian kedelai masih menggunakan cara tradisional yaitu mencuci dengan cara membungkuk dan jika dilakukan secara terus menerus dapat menyebabkan kesehatan karyawan menurun.

### 2. Tahap Implementasi

Pada tahap implementasi, tim melakukan sosialisasi penggunaan mesin pencuci dan peragi kedelai, tahap ini mitra dapat aktif dan juga dapat menggunakan mesin pencuci ini dengan

sendirinya, yang tetap berpedoman pada Buku Pedoman Aplikasi IPTEK yang telah kami berikan. Tahap pendampingan IPTEK ini dilakukan dengan mendampingi mitra ketika menggunakan mesin pencuci dan peragi ini dengan menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Mitra memaparkan bahwa pendampingan diperlukan karena dalam praktiknya masih diperlukan penyesuaian antara menggunakan metode pemotongan sebelumnya dan metode pemotongan menggunakan mesin pencuci dan peragi ini.

Tahap pendampingan ini dilaksanakan setiap 1 minggu sekali dengan beberapa kegiatan yaitu: memastikan bahwa mesin pencuci sebelum digunakan masih aman sesuai dengan standar yang telah ditentukan, dilanjutkan dengan mengoperasikan mesin pencuci, dilanjutkan dengan konsultasi oleh mitra kepada tim terkait dengan kendala yang dialami ketika menggunakan mesin pencuci.

### 3. Tahap Evaluasi

Tahap ini dilaksanakan untuk dijadikan sebagai bahan evaluasi berkaitan dengan keberhasilan program yang telah dilakukan. Hal ini mencakup evaluasi melalui analisis biaya produksi, efisiensi mesin, biaya pemakaian mesin, dan ergonomika penggunaan mesin pencuci peragi kedelai. Berikut merupakan hasil evaluasi pada pengabdian ini.

#### a. Analisis Biaya Produksi Mesin Pencuci Peragi Kedelai

Analisis biaya produksi (tekno-ekonomi) dilakukan guna mengetahui seberapa besar biaya yang dibutuhkan untuk memproduksi mesin pencuci peragi kedelai di UD. Tempe 85 serta membandingkannya dengan fungsionalitasnya. UD. tempe 85 menjadi lokasi penelitian agar mengetahui kondisi aktual kebutuhan dan kebermanfaatan mesin pencuci dan peragi kedelai dalam pembuatan tempe terkhusus proses pencucian dan peragian kedelai. Biaya produksi merupakan biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan suatu mesin yang terdiri atas biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya overhead termasuk juga biaya pengiriman mesin pencuci dan peragi kedelai ke lokasi penelitian (Meilan Ratuela et al., 2023). Dengan demikian biaya produksi ini berarti biaya total penelitian yang terdiri dari biaya baku, biaya tenaga kerja, biaya ohv aktual. Berikut merupakan kalkulasi lengkap biaya yang dikeluarkan.

**Tabel 2.** Analisis Biaya Produksi Mesin

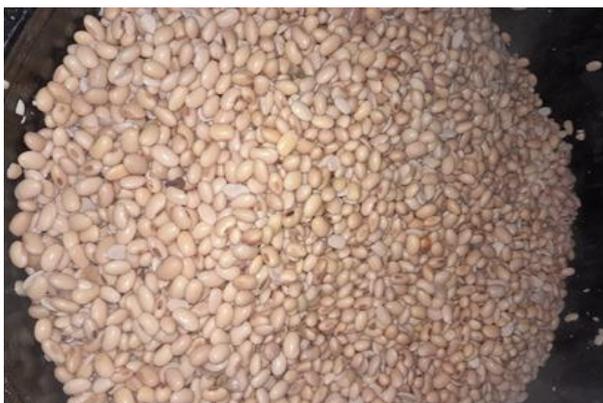
No	Jenis Biaya	Jumlah
1	Biaya bahan baku ( <i>direct material</i> )	Rp 5.016.000
2	Biaya tenaga kerja ( <i>direct labor</i> )	Rp 1.500.000
3	Biaya overhead aktual	Rp 3.187.500
	Harga Pokok Produksi	Rp 9.703.500
	Jumlah Produksi (unit)	1
	Biaya satuan (unit cost)	Rp 9.703.500

#### b. Pengujian Efisiensi Mesin pencuci Peragi Kedelai

Pencuci peragi kedelai dilakukan untuk mengetahui peningkatan produktivitas produksi. Mesin pencuci peragi kedelai merupakan mesin yang dapat melakukan proses pecucian dalam skala kuantitas kedelai yang lebih banyak dan dapat dilakukan secara otomatis menggunakan dinamo motor maupun secara manual menggunakan enggol pada mesin, selain itu mesin ini dapat melakukan proses peragian sekaligus. Analisis efisiensi dilakukan dengan melakukan perbandingan antara metode manual dan metode mesin pencuci peragi kedelai. Pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

##### 1) Persiapan Kedelai

Pada penelitian ini, Kedelai disediakan oleh UD. Tempe 85 Boyolali. Setiap hari UD. Tempe 85 memproses 300-400 kg kedelai per harinya.



**Gambar 3.** Kedelai pada Mitra

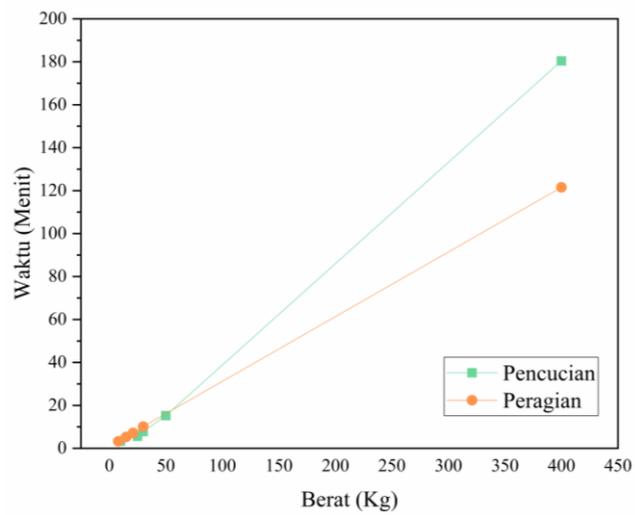
2) Uji Coba Mesin Pencuci Peragi Kedelai

Uji efisiensi mesin pencuci peragi dilakukan dengan menggunakan sampel kedelai hasil tahap perebusan sebelumnya pada mitra UD. Tempe 85. Langkah-langkah yang dilakukan adalah mempersiapkan alat ukur timbangan digital dan stopwatch, kemudian mesin pencuci peragi dihidupkan dan dibiarkan selama 3-5 menit untuk menstabilkan mesin. Selanjutnya, kedelai sebanyak 60 Kg dimasukkan ke dalam mesin kemudian disusul dengan air bersih sekitar 5 Liter sampai kedelai terendam untuk diuji. Hasil Pencucian terlihat setelah ampas kulit kedelai terangkat ke permukaan air, setelah dilakukan pengamatan bersama karyawan bahwa hasil pencucian jauh lebih bersih dan cepat. karyawan menyarankan guna memastikan pencucian kedelai benar-benar bersih perlu dilakukan satu kali lagi proses pecucian.

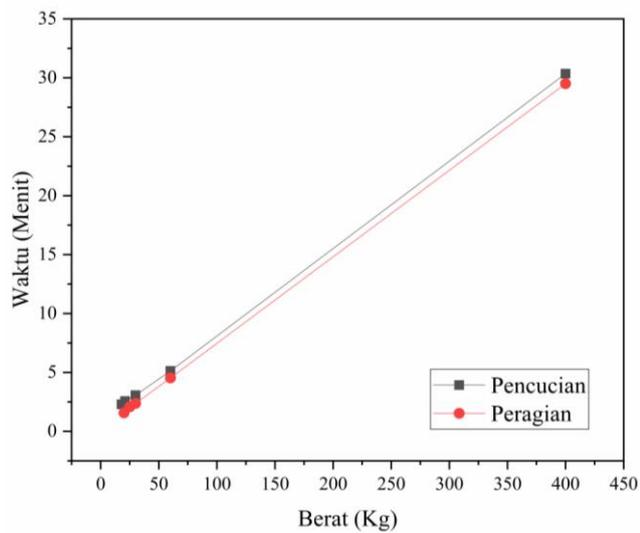


**Gambar 4.** Uji Coba Mesin Pencuci Peragi Kedelai

Berdasarkan analisis grafik menunjukkan bahwa proses pencucian kedelai menggunakan metode manual menghabiskan waktu lebih lama yaitu dalam satu kali pencucian, membutuhkan waktu 15 menit dengan kapasitas satu bak pencuci 30 kg dengan pecucian berulang 7-8 kali dibanding menggunakan mesin pencuci peragi kedelai hanya membutuhkan 5 menit untuk satu kali pencucian berkapasitas bak 60 kg dengan 2 kali pencucian berulang. Hal ini disebabkan oleh beberapa indikator yaitu terbatasnya tenaga yang dikeluarkan oleh karyawan bersamaan dengan posisi bekerja tidak nyaman (membungkuk). Berdasarkan hasil analisis mekanisme menggunakan metode manual ini dipengaruhi juga oleh gesekan yang timbul akibat beban air yang ada dengan kedelai yang dicuci. Beban tersebut menghambat proses memisahkan kedelai dengan kulit arinya

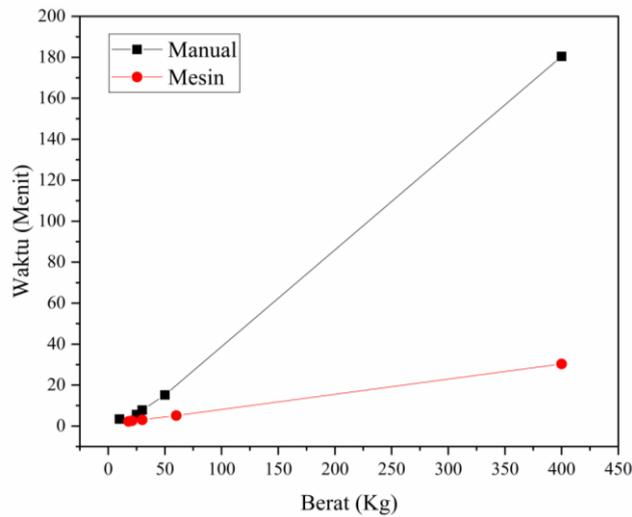


**Gambar 5.** Kecepatan Aktual Metode Manual

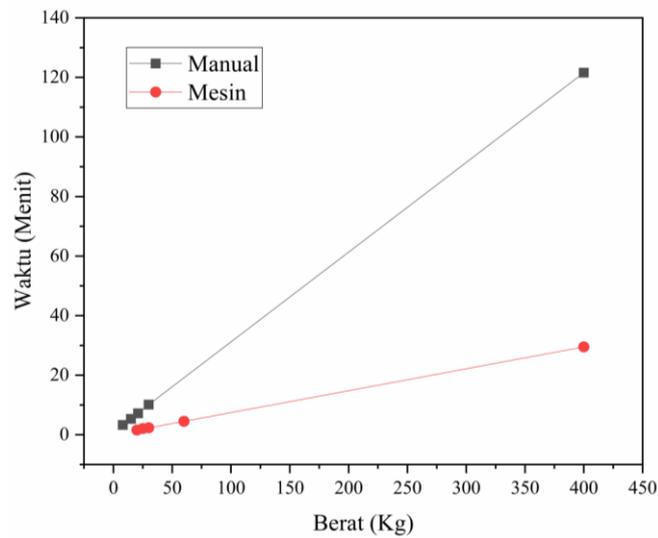


**Gambar 6.** Kecepatan Aktual Metode Mesin

Tidak jauh berbeda dengan proses pencucian, hasil analisis pada proses peragian menggunakan metode manual dan metode mesin pencuci peragi kedelai diperoleh data sebagai berikut.

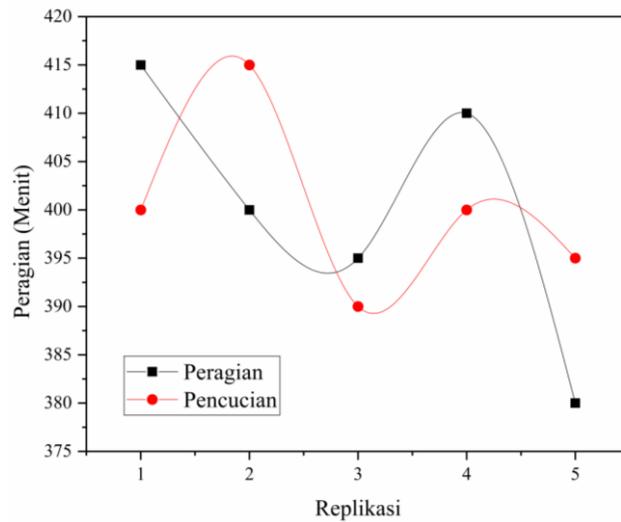


**Gambar 7.** Perbandingan Kecepatan Aktual Proses Pencucian

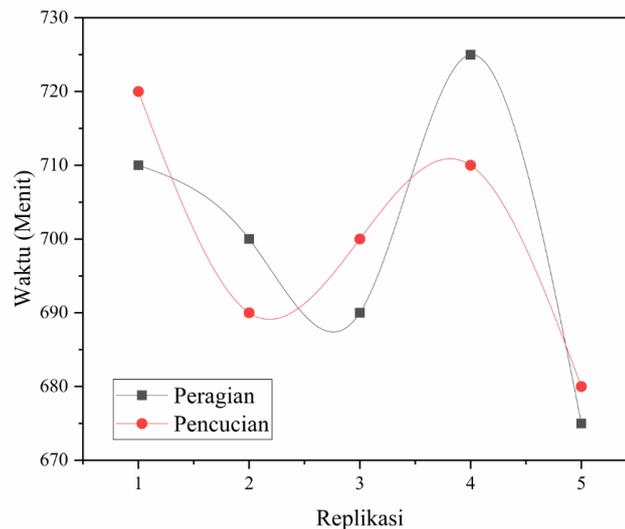


**Gambar 8.** Perbandingan Kecepatan Aktual Proses Peragian

Berdasarkan hasil analisis pada grafik, dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar berat dan banyaknya kedelai yang dicuci maka semakin besar pula jarak perbandingan kecepatan di antara metode manual dan metode mesin. Hal ini dikarenakan oleh penggunaan metode mesin yang cenderung konstan dalam kondisi menyala sedangkan metode manual menggunakan tangan yang cenderung memiliki margin untuk istirahat dalam bekerja. Penggunaan metode mesin pencuci peragi kedelai mampu meningkatkan kapasitas dan kecepatak 2 kali lipat dibandingkan dengan metode manual menggunakan tangan (tenaga kerja).



**Gambar 9.** Kapasitas Metode Manual



**Gambar 10.** Kapasitas Metode Mesin

**c. Biaya Pemakaian Mesin Pencuci peragi Kedelai**

Biaya penggunaan mesin merujuk kepada biaya yang diperlukan untuk mengoperasikan mesin pencuci dan peragi kedelai dalam proses pembuatan tempe di UD. Tempe 85 Boyolali. Berikut adalah perincian biaya sebelum dan setelah penerapan mesin pencuci dan peragi kedelai di UD. Tempe 85.

**Tabel 3.** Biaya Pemakaian Mesin

<b>Sebelum Penggunaan Mesin</b>	<b>Harga</b>	<b>Sesudah Penggunaan Mesin</b>	<b>Harga</b>
Pembelian kedelai 400 kg/hari	Rp 4.800.000	Pembelian kedelai 700 kg/hari	Rp 8.400.000
Biaya produksi dan gaji karyawan	Rp 960.000	Biaya produksi dan gaji karyawan	Rp 1.680.000

<b>Waktu</b>	5 jam	2 jam
<b>Total</b>	Rp 5.760.000	Rp 10.080.000
<b>Laba (Profit)</b>	Rp 1.834.000	Rp 4.334.000

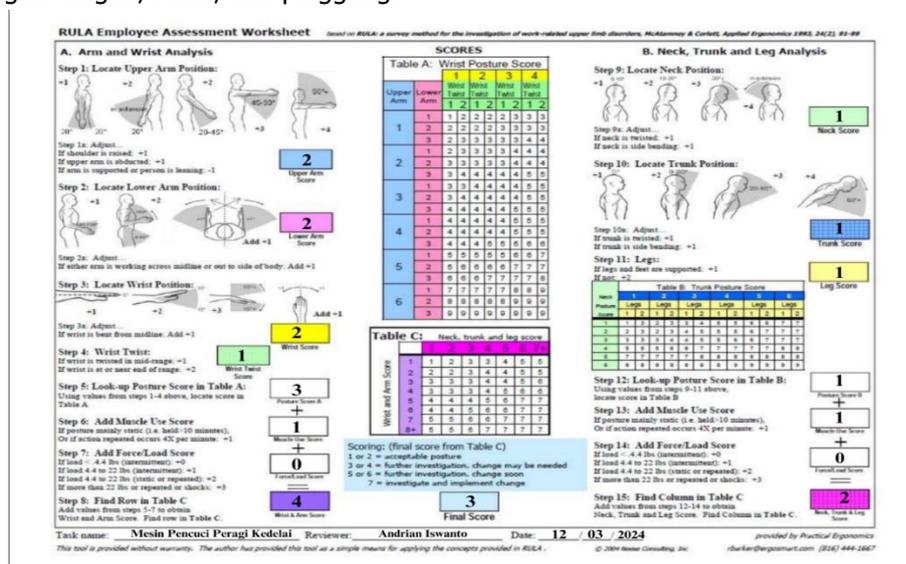
Berdasarkan data di atas, diperoleh biaya variabel meliputi biaya pembelian kedelai dan biaya pengadaan alat. Tabel dibawah ini menggambarkan biaya variable UD. Tempe 85 menggunakan metode manual dan metode mesin pencuci peragi kedelai.

**Tabel 4.** Biaya variable UD. Tempe 85

No	Jenis Biaya	Metode Manual (400 kg)	Mesin Pencuci Peragi Kedelai (700 kg)
1	Biaya Kedelai	Rp 4.800.000	Rp. 8.400.000
2	Biaya Pengadaan Alat	Rp 500.000	-
	Jumlah	Rp 5.300.000	Rp 8.400.000

**d. Ergonomika Penggunaan Mesin Pencuci Peragi Kedelai**

Pengukuran ergonomi dengan menggunakan metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) juga dilakukan untuk menjamin bahwa pemanfaatan modifikasi pada mesin pencuci peragi kedelai sesuai dengan kebutuhan produktivitas pekerja. Pengukuran ergonomi menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) ditunjukan untuk mengukur faktor risiko gangguan muskuloskeletal pada leher dan bagian atas tubuh dengan panduan dari (Salasa & Asy'ari, 2020). Aspek-asek yang dinilai mencakup postur, kekuatan/beban, statistik pekerjaan, dan pengulangan yang terkait dengan tugas pekerjaan. Pada penilaian RULA, fokus utama terletak pada evaluasi detail postur di bagian bahu/lengan atas, siku/lengan bawah, pergelangan tangan, leher, dan pinggang.



**Gambar 11.** Nilai RULA Metode Mesin Pencuci Peragi



**Gambar 12.** Posisi Kerja Metode Manual

Berdasarkan hasil evaluasi di atas, Bapak Subandi selaku pemilik mitra merasa puas begitupun dengan karyawan UD. Tempe 85. Lebih dari itu, mitra sangat berterima kasih lantaran dengan adanya mesin ini yang disertai dengan buku pedoman dan juga alat perawatan mesin membuat mitra dapat mengatasi masalah yang mereka alami selama ini dalam proses produksi. Hal ini sejalan dengan adanya tujuan daripada pelaksanaan program ini adalah untuk menuntaskan permasalahan yang dialami oleh mitra.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis data yang telah di paparkan di atas, dapat diketahui bahwa proses pencucian dan peragian kedelai menggunakan metode manual jauh membutuhkan tenaga dan waktu yang lebih lama dibanding proses pencucian dan peragian menggunakan metode mesin. Hal ini dikarenakan oleh jumlah kedelai dan posisi karyawan saat pencucian serta peragian tidak nyaman sehingga mengakibatkan cepat merasa kelelahan (beristirahat). Semakin banyak jumlah kedelai yang dicuci maka semakin lama waktu yang dibutuhkan. Berdasarkan analisis mekanisme gerak ini dipengaruhi oleh gesekan yang timbul akibat jumlah kedelai dan air yang dimasukkan. Hal tersebut menghambat proses pengadukan menggunakan tangan sehingga menjadi cepat merasa kelelahan. Hal ini dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kecepatan yang signifikan antara proses pencucian dan peragian menggunakan metode manual dengan menggunakan metode mesin pencuci peragi kedelai. Kapasitas mesin pencuci peragi mampu menampung 60 kg sekali proses pencucian maupun peragian dengan waktu 5 menit serta 2 kali pencucian berulang. sedangkan dengan menggunakan metode manual bak/emper hanya mampu menampung 30 kg sekali proses pencucian dan peragian dengan waktu 15 menit serta 7-8 kali pencucian berulang.

Berdasarkan analisis di atas dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kecepatan yang signifikan antara proses pencucian dan peragian menggunakan metode manual dengan menggunakan metode mesin pencuci peragi kedelai. Kapasitas mesin pencuci peragi mampu menampung 60 kg sekali proses pencucian maupun peragian dengan waktu 5 menit serta 2 kali pencucian berulang. sedangkan dengan menggunakan metode manual bak/emper hanya mampu menampung 30 kg sekali proses pencucian dan peragian dengan waktu 15 menit serta 7-8 kali pencucian berulang. Biaya produksi mesin pencuci peragi ini relatif murah dibandingkan dengan harga mesin lainnya di mana total biaya produksi sebesar 8 juta rupiah. Dengan memperhitungkan keuntungan yang diperoleh dari penggunaan mesin ini serta peningkatan produksi menjadi 700 kg/hari, maka investasi untuk mesin ini dapat kembali dalam waktu kurang lebih 2 bulan. Pada

analisis ergonomi menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) kenyamanan penggunaan mesin pencuci peragi kedelai tergolong jauh lebih baik. Skor RULA diperoleh untuk menganalisis ergonomi penggunaan mesin pencuci peragi kedelai. Skor RULA yang rendah menunjukkan risiko cedera yang lebih rendah dan lebih aman untuk penggunaan. Hasil yang diperoleh untuk mesin pencuci peragi kedelai yaitu skor RULA sebesar 3 yang tergolong aman untuk penggunaan. Sementara itu, metode manual menggunakan tangan tergolong berbahaya dengan skor RULA sebesar 7.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. N. (2020). ... *Ipteks Dan Kualitas Sumber Daya Manusia Pada Pengolahan Eceng Gondok Bernilai Ekonomi Tinggi Di Danau Tempe Kabupaten Wajo*. [http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/1108/2/A012181037\\_tesis\\_22-09-2020\\_1-2\(FILEminimizer\).pdf](http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/1108/)
- Amaliah, R., & Achiraeniwati, E. (2023). Perancangan Fasilitas Kerja Ergonomis Menggunakan Metode Antropometri pada Pekerja Pencucian Kedelai untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) di Rumah Tempe Zanada. *Bandung Conference Series: Industrial Engineering Science*, 3(1), 233–242. <https://doi.org/10.29313/bcsies.v3i1.6501>
- Dr. Zainal Abidin, M. S., Purnomo, S.Si., M. lin., & Candra Pradhana, M. S. (2020). *Keanekaragaman Hayati Sebagai Komunitas Berbasis Autentitas Kawasan*.
- Endarto, K. A. (2014). *Upaya Pengembangan Industri Kecil Demi Kelangsungan Usaha (Studi terhadap pengembangan Sentra Industri Tempe Sanan, Kota Malang)*. <https://core.ac.uk/download/pdf/290415531.pdf>
- FAO, IFAD, WFP, & WHO. (2017). The State of Food Security and Nutrition in the World 2017. Building resilience for peace and food security. *Rome, FAO*, 1–54. <http://www.fao.org/3/a-I7787e.pdf><http://www.who.int/nutrition/publications/foodsecurity/state-food-security-nutrition-2017-inbrief-en.pdf?ua=1><http://www.fao.org/3/a-I7787e.pdf><http://www.who.int/nutrition/publications/foodsecurity/state-food-secur>
- Fukase, E., & Martin, W. (2020). Economic growth, convergence, and world food demand and supply. *World Development*, 132, 104954. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.104954>
- Hanifa. (2023). *Analisis determinan produksi kedelai di indonesia tahun 2000-2020*.
- Indriyani, R., & Dewi, M. (2020). Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Melalui Kompetensi Sdm Sebagai Variabel Intervening Pada Ukm Keripik Tempe Malang. *Jurnal Manajemen Perhotelan*, 6(2), 53–61. <https://doi.org/10.9744/jmp.6.2.53-61>
- Laksono, A. S., Marniza, & Rosalina, Y. (2019). Karakteristik Mutu Tempe Kedelai Lokal Varietas Anjasmoro Dengan Variasi Lama Perebusan Dan Penggunaan Jenis Pengemas. *Jurnal Agroindustri*, 9(1), 8–18.
- Meilan Ratuela, Stanly W Alexander, & Natalia Y.T Gerungai. (2023). Application of Break Even Point as a Tool Sales Planning at Expected Profit Level at PT. Light of Anugrah Lestari. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 2(12), 3307–3322. <https://doi.org/10.55927/fjas.v2i12.7207>
- Nur, N., Suwanto, A., Meryandini, A., Suhartono, M. T., Puspitasari, E., & Kim, H. K. (2023). Cloning and characterization of an acidic lipase from a lipolytic bacterium in tempeh. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 21(1), 157. <https://doi.org/10.1186/s43141-023-00611-9>
- Nuraini, N., Murniati, K., & Marlina, L. (2021). Strategi Pengembangan Agroindustri Tempe Di Kecamatan Balik Bukit Kabupaten Lampung Barat. *Journal of Food System and Agribusiness*, 5(2), 126–135. <https://doi.org/10.25181/jofsa.v5i2.1880>
- Ramayanti, C., Junaidi, A., & Africano, F. (2023). *Peningkatan Kualitas Produksi Tempe Dan Manajemen Keuangan Pada Pengusaha Tempe Di Perumahan Kopti M Lindungan*.

7(3), 30–37.

- Redi Aryanta, I. wayan. (2020). Manfaat Tempe Untuk Kesehatan. *Widya Kesehatan*, 2(1), 44–50. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v2i1.609>
- Salasa, A., & Asy'ari, S. (2020). *Analisa Keluhan Musculoskeletal Pada Postur Tubuh Pekerja Penyerut Kayu Di Mebel Ud. Setia Usaha Dengan Menggunakan Metode Rapid Upper Limb Assessment*. 38–45.
- Widayati, W., & Augustinah, F. (2019). Pemanfaatan Media Sosial Sebagai Sarana Promosi Makanan Ringan Kripik Singkong Di Kabupaten Sampang. *DIALEKTIKA: Jurnal Ekonomi dan Ilmu Sosial*, 4(2), 1–20. <https://doi.org/10.36636/dialektika.v4i2.345>
- Wulandari, L. M. C., Patrick, J., Yoseph, D., & Sumewang, F. (2023). Penerapan Teknologi Tepat Guna Pengrajin Tempe Dusun Latsari Untuk Meningkatkan Produktivitas. *Jurnal Abdi Panca Marga*, 4(2), 72–78. <https://doi.org/10.51747/abdipancamarga.v4i2.1743>