



Penerapan Mesin Pencuci dan Peragi Kedelai Ergonomis dan Hemat Biaya Sebagai Optimasi Usaha Produksi Tempe di UD. Tempe 85

Arief Reza Indra Saputra¹, Andrian Iswanto¹, Nindy Elsa Rafela¹, Nugroho Agung Pambudi^{1*}

¹Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, Universitas Sebelas Maret Indonesia

ARTICLE INFO

Article History

Received : Nov 25, 2023

1st Revision : May 07, 2024

Accepted : May 31, 2024

Available Online : Jun 8, 2024

Keywords:

kedelai;

mesin pencuci dan peragi;

tempe

ABSTRACT

UD. Tempe 85 is a business engaged in the production of tempeh with management including soaking, boiling, grinding, washing, dividing, wrapping soybeans, and selling tempeh. UD. Tempe 85 uses conventional methods in the washing process which are not effective, efficient, and disturb the comfort of workers. So a tool is needed to increase the productivity of making tempeh, especially in the washing process according to the needs and actual conditions of the partners. The stages of this program include design formulation, tool fabrication stage, and implementation stage for partners. The use of this washing and leavening machine increases the speed of the washing process to 5 minutes with 2 repeated washes compared to the conventional method of 15 minutes with 7 to 8 repeated washes. The stages of the washing process with only one washing and leaching machine are capable of washing and leaching soybeans with a capacity of 60 kg compared to the conventional method with a capacity of 30 kg. The ergonomics of the washer and leachers are classified as low risk so that they are ready and safe for use. Thus, technically this washing and leavening machine increases the productivity of making tempeh at UD. Tempe 85.

ABSTRAK

UD. Tempe 85 merupakan usaha yang bergerak di bidang produksi tempe dengan manajemen antara lain perendaman, perebusan, penggilingan, pencucian, peragian, pembungkusan kedelai, dan penjualan tempe. UD. Tempe 85 menggunakan cara konvensional pada proses pencucian yang tidak efektif, efisien, dan mengganggu kenyamanan pekerja. Sehingga dibutuhkan alat guna meningkatkan produktivitas pembuatan tempe terutama pada proses pencucian sesuai kebutuhan dan kondisi aktual pada mitra. Tahapan pada program ini meliputi perumusan rancangan, tahap pabrikan alat, dan tahap implementasi pada mitra. Penggunaan mesin pencuci dan peragi ini meningkatkan kecepatan proses pencucian menjadi 5 menit dengan 2 pencucian berulang dibandingkan cara konvensional yaitu 15 menit dengan 7 s.d. 8 kali pencucian berulang. Tahapan proses pencucian hanya dengan satu mesin pencuci dan peragi mampu melakukan proses pencucian dan peragian kedelai dengan kapasitas 60 kg dibanding cara konvensional yaitu dengan kapasitas 30 kg. Ergonomika dari mesin pencuci dan peragi tergolong risiko rendah sehingga siap dan aman untuk penggunaannya. Dengan demikian, secara teknis mesin pencuci dan peragi ini meningkatkan produktivitas pembuatan tempe pada UD. Tempe 85.

*Corresponding Author

Email address:

agung.pambudi@staff.uns.ac.id



1. LATAR BELAKANG

Pangan merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang paling utama sehingga pemenuhannya menjadi hak setiap individu (Risda, 2022). Selain itu merupakan investasi pembentukan sumber daya manusia yang lebih baik di masa datang melaksanakan pembangunan nasional dan prasyarat bagi pemenuhan hak-hak dasar lainnya seperti pendidikan (Lukiwati, 2020). Pembangunan ketahanan pangan di Indonesia ditunjukkan untuk menjamin ketersediaan dan konsumsi pangan yang cukup, aman, bermutu, bergizi, dan seimbang pada tingkat rumah tangga, daerah, dan nasional dengan sepanjang waktu dan merata (Krisdiantoro & Sari, 2020). Tempe merupakan salah satu pangan yang kaya akan nilai gizi dan 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 dkk., 2019). Tempe kaya akan serat pangan, kalsium, vitamin B, dan zat besi. Berbagai macam kandungan dalam tempe mempunyai nilai obat, seperti antibiotika untuk menyembuhkan infeksi dan antioksidan pencegah penyakit degeneratif (Ala et al., 2021).

Salah satu pelaku usaha produksi tempe yang teridentifikasi yaitu industri pembuatan tempe UD. Tempe 85 yang terletak di Bantulan RT 05, Desa Jembungan, Kecamatan Banyudono, Kabupaten Boyolali. Bapak Subandi merupakan pemilik sekaligus pimpinan dari usaha ini, dimana saat ini memiliki 5 karyawan. Manajemen produksi pada usaha ini dimulai dengan perendaman, perebusan, penggilingan, pencucian, peragian, pembungkusan kedelai, dan penjualan tempe. Kualitas dan kuantitas dari tempe yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh alat penunjang yang dipakai dalam proses pembuatan tempe.

Proses pencucian masih menggunakan cara manual yang membutuhkan banyak waktu dan tenaga sehingga kurang efisiensi dan efektif pada proses pencucian kedelai tempe. Berdasarkan informasi dari mitra, dalam satu hari memproses pencucian kedelai sebesar 350-400 kg dengan proses pencucian berulang yaitu 7-8 kali. Sedangkan kapasitas satu bak pencuci yang dimiliki mitra yaitu 30 kg. Dengan demikian, waktu yang dibutuhkan untuk mencuci kedelai 350-400 kg dengan 3 karyawan tersebut yaitu 4-5 jam. Begitupun dengan proses pengadukan pada peragian dibutuhkan waktu 10 menit untuk 30 kg, sehingga dalam satu hari diperlukan waktu sekitar 2-3 jam pada proses peragian kedelai pada mitra. Selain itu, kondisi karyawan yang secara berulang harus menunduk dan intensitas terkena air yang tinggi dalam proses pencucian kedelai dapat menyebabkan risiko terkena penyakit.



Gambar 1. Proses Pencucian dan Peragian UD. Tempe 85

Pembuatan mesin pencuci dan peragi kedelai dirancang dengan menyesuaikan kapasitas dan kebutuhan dari mitra UD. Tempe 85. Oleh sebab itu mesin ini bisa mengatasi permasalahan mitra selama untuk meningkatkan produktivitas dengan indikator proses dan waktu yang lebih singkat, tenaga lebih kecil, lebih ergonomis untuk pekerja, dan hasil pencucian jauh lebih bersih.

2. TINJAUAN PUSTAKA

KEDELAI

Kedelai merupakan salah satu bahan baku pembuatan tempe, karena memiliki kandungan protein nabati dan lemak nabati yang tinggi, di dalam kedelai mengandung 35-50 % Protein, 30-35% Lemak dan 34,8% karbohidrat (Syatiri, 2021). Selain itu kedelai juga mengandung komposisi sebanding dengan protein hewani (Tanjung et al., 2023). Hal inilah yang menyebabkan kedelai menjadi komoditi yang penting. Selain itu, protein kedelai memiliki sifat pengolahan yang mudah dan sangat baik (Liu et al., 2023) Kebutuhan akan kedelai terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan peningkatan jumlah penduduk saat ini, sedangkan jumlah produksi yang dicapai belum mampu mengimbangi kebutuhan tersebut (Rohmah et al., 2016). Mengingat pentingnya peranan kedelai, maka kedelai yang tersedia seharusnya bermutu baik, di samping harus bersih dari kotoran dan benda-benda lain yang membahayakan manusia. Dengan demikian, akan menghasilkan produk olahan seperti tempe dengan kualitas yang baik.

MESIN PENCUCI KEDELAI

Dalam tahap pembuatan tempe tentunya memerlukan alat yang memadai sehingga proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien. Tidak sedikit industri pembuatan tempe yang menggunakan cara manual (Budiharti dan Sulistyosari, 2012). Hal ini tentunya kurang efektif dan efisien utamanya untuk industri pembuatan tempe yang sekali produksi dapat memproduksi puluhan tempe dengan panjang 2 meter (sebelum pemotongan). Namun, saat ini sudah banyak terdapat industri pembuatan tempe yang menggunakan teknologi yang maju. Salah satu contohnya adalah mesin pencuci kedelai yang banyak dipakai industri pembuatan tempe menggunakan agitator/pengaduk *helical impeller* (Wulandari et al., 2023). Mesin tersebut mampu meningkatkan jumlah produksi karena tidak mengeluarkan banyak tenaga dan proses yang relatif singkat. Namun kesediaan 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.

TEMPE

Sebagai makanan tradisional, tempe memberikan kontribusi yang besar terhadap produsen dan konsumen berpenghasilan rendah dan secara konsisten membantu kehidupan mereka karena tempe tersedia setiap saat untuk kebutuhan sehari-hari, teknik pembuatannya sederhana, murah, distribusi pemasaran luas, dan sebagai sumber penghasilan (Aryanta, 2020). Produk tradisional ini sangat bermanfaat bagi kesehatan karena mengandung zat-zat gizi esensial (karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral) dan senyawa-senyawa bioaktif yang unggul seperti vitamin B12, antidiare, antikanker, penurun kolesterol jahat, dan antioksidan dalam bentuk isoflavon (daidzein, glisitein, genistein, dan 6,7,4 trihidroksi isoflavon). Pangan fungsional ini sangat sesuai untuk dikonsumsi oleh para penderita malnutrisi. Pangan fungsional ini sangat sesuai untuk dikonsumsi oleh para penderita malnutrisi. Tidak hanya itu, tempe juga mengandung banyak prebiotik, yaitu serat yang mendukung pertumbuhan bakteri baik di saluran pencernaan, sehingga dapat mengurangi masalah pencernaan (Dimidi et al, 2019).

3. METODE PELAKSANAAN

Program ini diawali (sebelum menyusun proposal) dengan identifikasi dan koordinasi permasalahan secara luring dengan protokol kesehatan bersama mitra UD. Tempe 85 yang berada di Desa Jembungan, Kecamatan Banyudono, Kabupaten Boyolali. Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi semua permasalahan atau kebutuhan mitra secara komprehensif dan menawarkan

solusi untuk mengatasi permasalahan atau kebutuhan mitra, sehingga dapat tercipta solusi inovatif berupa kebaruan alat untuk meningkatkan kualitas serta kuantitas produksi tempe, lebih khusus pada proses pencucian dan peragian kedelai tempe. Dengan demikian dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut untuk merealisasikan program ini.

Program ini dilaksanakan selama bulan Juni-November 2023. Pembuatan dan pengujian fungsional mesin pencuci dan peragi ini dilakukan di Laboratorium Bengkel Pendidikan Teknik Mesin Kampus V FKIP UNS, Universitas Sebelas Maret, dilanjutkan dengan implementasi pada pihak mitra yakni UD. Tempe 85 yang beralamat di Bantulan RT 05, Desa Jembungan, Kecamatan Banyudono, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah.

RANCANGAN FUNGSIONAL

Proses perancangan mesin pencuci dan peragi ini disertai analisis fungsional untuk menentukan fungsi dan kegunaan setiap komponen secara umum. Komponen mesin pencuci dan peragi ini disesuaikan dengan kebutuhan dan beban penggunaan dari masing-masing komponen. Mesin pencuci dan peragi ini memerlukan fungsi-fungsi komponen sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Fungsi masing-masing komponen

Nama Komponen	Fungsi
Pelat besi	Dudukan baut untuk <i>pillow block bearing UCL</i>
Mixer	Mengaduk kedelai agar proses pencucian dan peragian dapat rata
Bak Penampung	Tempat untuk menampung kedelai untuk pencucian dan peragian
<i>Pillow block bearing UCFL</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 itu sendiri pembuangan air bekas setelah proses pencucian kedelai selesai
<i>Pillow block bearing UCP</i>	Dudukan dari poros yang menyangga bak penampung
<i>Pulley besar</i>	Menerima tenaga dari penggerak dinamo pada saat mesin digunakan secara otomatis
<i>V-Belt</i>	Menyalurkan tenaga dari dinamo menuju pulley besar yang langsung terhubung dengan poros
<i>Roller</i>	Menahan bak penampung dari bawah agar poros tidak bengkok
Engkol	Memutar pengaduk secara manual dengan tenaga manusia

RANCANGAN STRUKTURAL MESIN PENCUCI DAN PERAGI KEDELAI

Mesin pencuci dan peragi kedelai dirancang dengan menggunakan *software Solidwork* dan *Autodesk Fusion 360*. Proses perancangan dilakukan untuk menghasilkan spesifikasi dan bentuk dari mesin.

1. Rangka utama menggunakan material besi siku yang disambung dengan mesin las SMAW.
2. Bak penampung menggunakan pelat *stainless steel* dengan tebal *endplate* 3 mm dan tebal selimut 1,2 mm.
3. *Mixer* dibuat dengan menggunakan material pipa dan pelat *stainless steel* yang di sambung dengan mesin las TIG.
4. *Roller* terbuat dari dua jenis material yang berbeda yaitu pelat besi dan *nylon* berbentuk silinder.
5. *Pulley* yang digunakan memiliki 2 ukuran yang berbeda yaitu diameter 24 mm dengan material alumunium dan diameter 350 mm dengan material besi cor.
6. *V-belt* terbuat dari material *rubber* dengan panjang 65 inci.
7. Motor listrik berfungsi sebagai sumber tenaga saat mesin beroperasi secara otomatis dengan besar tenaga 1 Hp.

8. Engkol sebagai pegangan untuk pengoperasian secara manual terbuat dari material besi secara keseluruhan.
 9. *Shaft* terbuat dari poros *stainless steel* dengan diameter 28 mm dan panjang 1800 mm.
 10. *Dimmer* sebuah komponen elektronik untuk mengatur kecepatan putar dari pengaduk untuk mendapat putaran yang ideal.
- Secara keseluruhan dimensi mesin pencuci dan peragi yaitu: panjang 1600 mm, lebar 1000 mm dan tinggi 1400 mm.



Gambar 2. Mesin Pencuci dan Peragi

ANALISIS TORSI YANG DIHASILKAN

Pada mesin pencuci dan peragi kedelai menggunakan pengaduk berbentuk *screw* yang berputar secara vertikal. Sistem transmisi yang digunakan untuk pengaduk ini adalah *pulley* dan *belt*. Sistem ini digunakan untuk mentransmisikan daya dari dinamo motor ke poros pengaduk. Pada mesin pencuci dan peragi ini menggunakan dua *pulley* dengan dimensi yang berbeda. Berikut ini analisis momen inersia dan torsi yang dihasilkan:

Analisis inersia (I)

Dengan :

m : massa poros (kg)

r : jari-jari poros (m)

maka :

$$I = \frac{1}{2} m \text{ poros} \times r^2 \text{ poros}$$

$$I = \frac{1}{2} \times 9 \times 0.14^2$$

$$I = 8,82 \text{ kgm}^2$$

Analisis torsi (T)

Dengan :

I : inersia (kgm^2)

α : percepatan sudut (rad/s)

maka :

$$T = I\alpha$$

$$T = 8,82 \times 6,65$$

$$T = 58,653$$

$$T = 5,9 \times 10^{-1} \text{ Nm}$$

PROSES PABRIKASI

Pabrikasi mesin dilakukan di Laboratorium Las dan Laboratorium Pemesinan Pendidikan Teknik Mesin Kampus V FKIP, Universitas Sebelas Maret. Proses pabrikasi dimulai dengan pembuatan:

1. Rangka utama, pembuatan rangka utama dimulai dengan memotong besi siku sesuai ukuran dan dilanjutkan pengelasan menggunakan mesin las *SMAW* sesuai dengan bentuk pada desain. Penyambungan besi siku dimulai dengan membuat alas mesin 1000 mm x 1600 mm. Setelah alas berbentuk persegi dilanjutkan dengan pemasangan kaki-kaki mesin dengan tinggi 1000 mm. Struktur terakhir yang ditambahkan untuk rangka utama adalah batang yang terhubung di kaki-

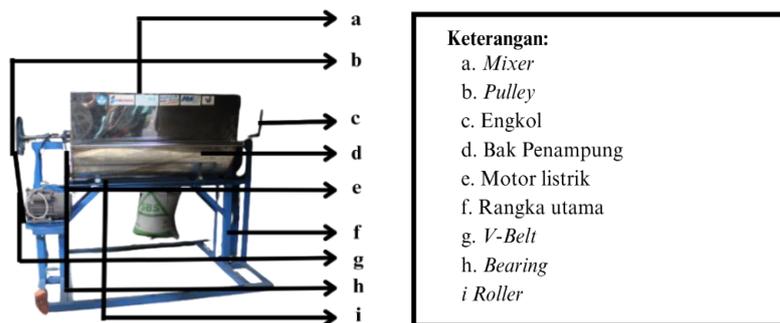
kaki yang nantinya juga sebagai dudukan *roller* sehingga dilakukan proses *drilling* sebelum dipasang.

2. Bak penampung diawali dengan pembuatan *endplate* menggunakan pelat *stainless steel* tebal 3 mm. Pada *endplate* terdapat lubang untuk lewat *shaft* dengan diameter 29 mm dan lubang untuk baut dengan diameter 10 mm yang dibuat dengan menggunakan mesin *milling*. Setelah *endplate* selesai dibuat dilanjutkan dengan pemasangan selimut bak menggunakan pelat *stainless steel* tebal 1200 mm dan dilanjutkan pembuatan bibir bak pada salah satu sisi selimut.
3. Pengaduk dibuat dengan diawali pemotongan dan *drilling* di kedua ujung pipa *stainless steel* yang akan menjadi rangka dari pengaduk dan dilanjutkan penyambungan pipa dengan menggunakan mesin las *TIG*. Setelah rangka selesai dibuat dilanjutkan pemotongan pelat *stainless steel* yang dibuat bentuk spiral. Tahap akhir pemasangan pelat dengan rangka pengaduk hingga menghasilkan bentuk *screw*.
4. *Roller* dibuat menggunakan pelat besi tebal 4 mm sebagai *body* yang dipotong dan disambung dengan mesin las *SMAW*. Untuk rollnya dibuat dari material *nylon* yang dibubut dengan diameter 40 mm.
5. Engkol dibuat menggunakan material strip pelat besi, pipa besi diameter 16 mm, serta poros besi diameter 35 mm dan 12 mm. Poros besi diameter 35 mm dibubut dalam hingga lubang diameter 26 mm. Selanjutnya strip pelat disambung dengan poros 35 mm. Sedangkan untuk poros 12 mm disambung diujung sebaliknya di strip pelat dan pasang pipa diameter 16 mm di poros 12 mm.

EVALUASI DAN PENYEMPURNAAN ALAT

Evaluasi dan penyempurnaan mesin dilakukan setelah semua komponen terpasang dan telah dilakukan uji fungsional. Pengujian dilakukan di Kampus V FKIP UNS dengan menggunakan material uji dari mitra. Parameter yang diambil pada pengujian ini yaitu kapasitas kedelai yang mampu dicuci, kecepatan aktual alat, dan nilai REBA pada mesin pencuci dan peragi kedelai. Pengujian dimulai dengan menggunakan volume beban yang rendah. Pada saat volume beban rendah kedelai yang terdapat pada bak penampung terlempar keluar. Setelah mendapatkan data bahwa dengan massa yang rendah kedelai terlempar, kami menaikkan volume air dalam bak penampung. Setelah massa dalam bak penampung meningkat kedelai tidak mudah terlempar keluar dari bak penampung. Meskipun kedelai sudah tidak terlempar keluar mesin masih harus dilakukan perubahan pada kecepatan. Perubahan kecepatan dilakukan atas permintaan langsung dari bapak Subandi selaku pemilik UD. Tempe 85. Perubahan kecepatan dilakukan dengan menambahkan komponen elektronik berupa *dimer*. Komponen *dimer* dipilih karena tidak memerlukan perubahan pada konstruksi mesin, sehingga tidak terjadi banyak perubahan.

Kecepatan aktual alat diukur dengan cara melakukan proses pencucian pada bak penampung dan waktu yang ditempuh menggunakan *stopwatch*. Sedangkan nilai REBA dihitung dengan menggunakan tabel *REBA Assessment Worksheet*. Tahap ini dilaksanakan untuk dijadikan sebagai bahan evaluasi berkaitan dengan keberhasilan program yang telah dilakukan.



Gambar 3. Mesin Pencuci dan Peragi beserta Bagianya

IMPLEMENTASI PADA MITRA

Tahap implementasi pada UD. Tempe 85 dilakukan secara langsung. Pada tahap ini diawali dengan memperkenalkan komponen yang terdapat pada mesin pencuci dan peragi kedelai ini dengan penekanan bagian-bagian yang perlu diperhatikan pada mesin, dilanjutkan penggunaan mesin pencuci untuk pencucian dan peragian dengan memperhatikan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dalam menggunakan mesin. Pada tahap ini mitra berperan aktif mengoperasikan dan mempraktikkan mesin secara langsung serta diakhiri dengan proses menonaktifkan mesin pencuci dan peragi kedelai sesuai dengan standar operasional yang tetap berpedoman pada Buku Pedoman Aplikasi IPTEK yang telah diberikan.

ANALISIS DATA

Mesin pencuci dan peragi kedelai ini divalidasi secara eksperimental. Pengujian eksperimental bersama UD. Tempe 85 dilakukan dengan menggunakan kedelai yang terdapat di mitra. Data yang diperoleh dari hasil pengujian, dianalisis dengan menggunakan metode komparasi, yaitu dengan membandingkan hasil dari tingkat produktivitas dengan metode konvensional sebelumnya dengan mesin pencuci dan peragi kedelai. Dengan menggunakan metode ini, dapat diketahui peningkatan atau kapasitas pencucian kedelai serta tingkat produktivitas mitra dibanding sebelumnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

MESIN PENCUCI DAN PERAGI KEDELAI

Mesin pencuci dan peragi kedelai yang diimplementasikan di UD. Tempe 85 memiliki dimensi panjang 160 cm, lebar 100 cm, dan tinggi 140 cm. Dimensi tersebut sudah disesuaikan dengan kondisi yang ada di UD. Tempe 85. Ketinggian mesin menyesuaikan dengan tinggi dari ember yang digunakan untuk menampung dan ketinggian rata-rata dari karyawan. Dengan begitu kedelai bisa langsung dituang ke ember dan posisi kerja karyawan lebih nyaman. Daya listrik yang digunakan juga sudah disesuaikan dengan kebutuhan yaitu dinamo motor 1 Hp. Mesin ini mencuci dan meragi kedelai dengan menggunakan pengaduk berbentuk *screw* sehingga putaran untuk mengaduk lebih ringan. Mesin pencuci dan peragi kedelai ini membantu melakukan dua pekerjaan sekaligus dengan dua sistem kerja yaitu otomatis dan manual (engkol). Berdasarkan hal tersebut kapasitas pencucian dan peragian dibatasi oleh kekuatan dari dinamo motor saat otomatis dan tenaga manusia saat beroperasi secara manual, sehingga dengan memiliki dua sistem kerja ini tidak akan terjadi masalah saat ada gangguan listrik.

PENGUJIAN KINERJA

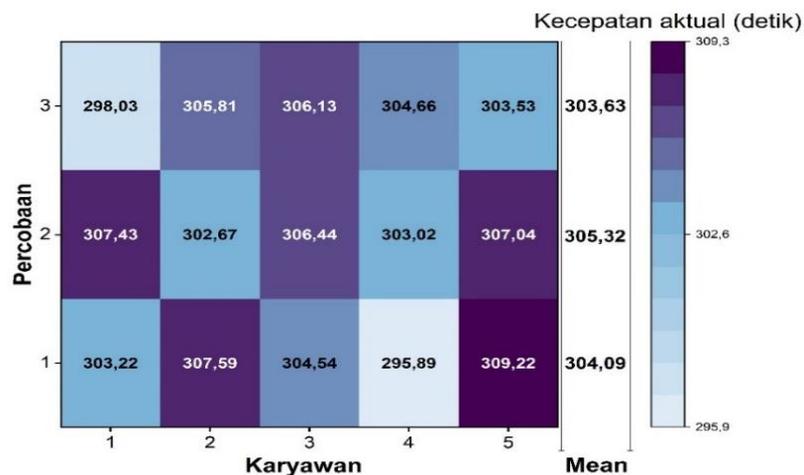
Ditinjau dari teknik penggunaan dan pengoperasian, mesin pencuci dan peragi kedelai ini tidak mempersulit mitra terutama pada proses pencucian. Cara menghidupkan atau mematikan mesin

pencuci dan peragi ini hanya menekan tombol saklar listrik yang ada, ON atau OFF. Konstruksi mesin pencuci dan peragi kedelai sangat sederhana yaitu mekanisme kerja putaran *mixer* pengaduk pada mesin ini memanfaatkan transmisi daya dari 1 motor listrik. Namun, perbedaannya pada mesin ini dapat digunakan untuk 2 proses yaitu proses pencucian dan peragian sehingga dengan satu mesin, mitra sudah dapat melakukan proses pencucian dan proses peragian dengan satu mesin. Selain itu mesin pencuci dan peragi kedelai juga dapat digunakan menggunakan engkol secara manual guna mengantisipasi mati listrik. Hal ini berbeda dengan mesin pencuci dan peragi yang beredar di pasaran belum menerapkan mekanisme tahap pencucian dan peragian. Selama ini inovasi yang ada hanya menghasilkan satu proses tahap dengan menggunakan alat produksi yang terpisah.

Tabel 2. Kecepatan Aktual Pencucian dengan Mesin Pencuci dan Peragi Kedelai

Karyawan	Waktu Pencucian (detik)			Rata-rata
	1	2	3	
Karyawan 1	303,22	307,43	298,03	302,89
Karyawan 2	307,59	302,67	305,81	305,35
Karyawan 3	304,54	306,44	306,13	305,70
Karyawan 4	295,89	303,02	304,66	301,19
Karyawan 5	309,22	307,04	303,53	306,59
Rata-rata total				304,344

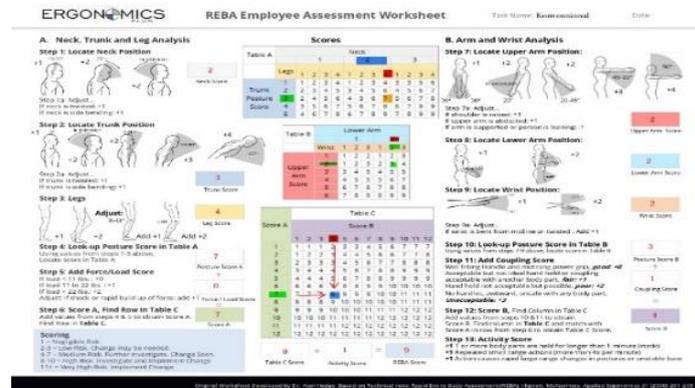
Proses pengujian kecepatan aktual dilakukan berurutan melibatkan karyawan UD. Tempe 85 dengan kondisi yang sehat untuk bekerja. Kecepatan rata-rata total yang didapatkan yaitu 5 menit atau 304,344 detik. Sedangkan sebelumnya dengan menggunakan metode konvensional para pekerja memberitahukan bahwa untuk satu kali pencucian dibutuhkan sekitar 15 menit atau 900 detik. Dengan demikian, penggunaan mesin pencuci dan peragi ini secara signifikan dapat mempercepat 3 kali lipat. Hal ini berimplikasi terhadap kapasitas pencucian yang dapat diproduksi oleh para pekerja. Dalam satu waktu pengukuran yang sama, UD. Tempe 85 mampu menghasilkan metode konvensional. Namun, saat mesin pencuci dan peragi kedelai digunakan dapat menghasilkan 455 batang (1 batang = 2 meter).



Gambar 4. Hasil uji ANOVA

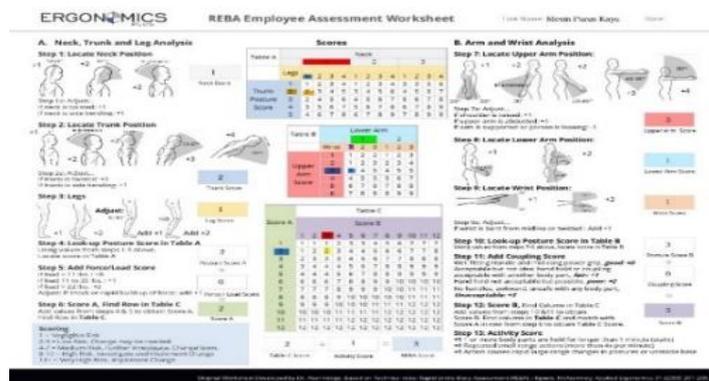
Berdasarkan hasil uji ANOVA pada tiga percobaan yang berbeda menghasilkan statistik F sebesar 0,267 dengan nilai *p-value* sebesar 0,770. Nilai *p-value* yang tinggi ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara rata-rata waktu pencucian di ketiga percobaan tersebut. Hal ini menunjukkan tidak ada bukti yang cukup untuk menyatakan bahwa mesin pencuci kedelai bekerja dengan kecepatan yang berbeda pada percobaan yang berbeda pada tingkat

kepercayaan standar (biasanya 0.05 atau tingkat kepercayaan 95%). Berdasarkan analisis tersebut dapat diketahui bahwa mesin pencuci kedelai memiliki performa yang konsisten di antara percobaan yang diukur pada saat penerapan di mitra.



Gambar 5. Skor REBA Sebelum Alat

Ergonomika penggunaan mesin pencuci dan peragi kedelai diukur guna kebutuhan kenyamanan dan kesehatan karyawan. Indikator yang dipakai untuk pengukuran yaitu *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) (Fatimah, 2012). Aspek yang dinilai yaitu melihat posisi dari postur tubuh. Meliputi aspek postur tubuh menghitung kondisi leher, punggung, dan kaki. Pada proses pencucian dan peragian secara manual, para karyawan mengeluhkan kelelahan yang signifikan karena harus membungkuk dalam waktu yang lama. Berdasarkan analisis tersebut didapatkan skor REBA sebesar 8 dengan risiko tinggi.



Gambar 6. Skor REBA setelah memakai mesin

Penilaian postur tubuh disebut dengan grup A dan mesin pencuci dan peragi kedelai ini mendapatkan poin 3, penilaian kondisi ini meliputi posisi punggung, penilaian leher, penilaian kaki, dan beban. Penilaian kondisi lengan disebut sebagai grup B dan mesin pencuci dan peragi kedelai ini mendapat nilai 2, penilaian ini meliputi lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan *coupling*. Grup A dan Grup B diperhitungkan dalam tabel C untuk menentukan nilai C. Modifikasi mesin pencuci dan peragi mendapat nilai C sebesar 3 Dengan akumulasi aktivitas skor sebesar 0, nilai REBA mesin pencuci dan peragi kedelai ini sebesar 3. Karena itu, penggunaan mesin pencuci dan peragi kedelai dapat diterima secara ergonomis peragi peragi kedelai ini sebesar 3. Karena itu, penggunaan mesin pencuci dan peragi kedelai dapat diterima secara ergonomis peragi.

KEBERLANJUTAN USAHA

Keberlanjutan usaha UD. Tempe 85 dipastikan dapat berjalan dengan baik mengingat produktivitas dan efisiensi mesin pencuci dan peragi kedelai pada mitra. Proses perawatan mesin pencuci dan peragi yang dilakukan secara rutin dilakukan untuk menjaga kualitas kinerja agar sesuai dengan kebutuhan mitra dan standar operasional penggunaan alat. Selain itu, keikutsertaan pada program pendanaan lainnya dapat menjadi modal bagi mitra atau pihak ketiga dalam memproduksi massal mesin pencuci dan peragi ini sehingga dapat digunakan oleh usaha lainnya. Melalui media sosial diyakini mampu membangun *brand* dan komunitas usaha produksi tempe dan sejenisnya.

5. KESIMPULAN

Hasil penerapan dan penggunaan mesin pencuci dan peragi ini telah efektif dan efisien membantu UD. Tempe 85 dalam meningkatkan produktivitas produksi tempe. Penggunaan mesin pencuci dan peragi ini mampu meningkatkan kecepatan proses pencucian menjadi 5 menit dengan 2 kali pencucian berulang dari cara konvensional yaitu 15 menit dengan 7 s.d. 8 kali pencucian berulang. Tahapan proses pencucian hanya dengan satu mesin pencuci dan peragi mampu melakukan 2 proses pencucian dan peragian kedelai dengan kapasitas 60 kg dibanding cara konvensional yaitu proses pencucian dan proses peragian terpisah sehingga harus memindahkan ke ember dengan kapasitas 30 kg. Dengan demikian, secara teknis mesin pencuci dan peragi kedelai mampu meningkatkan produktivitas proses pencucian dan peragian di UD. Tempe 85. Selain itu, penerapan metode ini meningkatkan tingkat ergonomis pada para pekerja dalam produksi tempe terutama proses pencucian dan peragian. Kuantifikasi dinilai dengan menggunakan skor REBA yaitu 3 yang tergolong berisiko rendah dibanding cara konvensional yaitu 8 yang tergolong berisiko tinggi. Keuntungan yang diperoleh mitra dari penggunaan mesin pencuci dan peragi kedelai meningkat dua kali lebih besar dibanding dengan menggunakan metode sebelumnya.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (Belmawa), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah mendanai kegiatan ini pada skema Program Kreativitas Mahasiswa Tahun anggaran 2023 sesuai dengan surat edaran Nomor 2383/E2/DT.01.00/2023 dan Universitas Sebelas Maret yang telah memfasilitasi pelaksanaan kegiatan ini.

7. DAFTAR RUJUKAN

- Ala, H. M., Lerrick, Y. F., Ekonomi, F., Kristen, U., Wacana, A., & Village, L. (2021). *Pemberdayaan Ibu Rumah Tangga Dalam Pembuatan Tempe*. 2(1), 14–19.
- Budiharti, U., Sulistyosari, N., Sirait, P., dan Samudiantono, A. (2012). PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN TEMPE HIGIENIS.
- Fatimah. (2012). Penentuan Tingkat Resiko Kerja Dengan Menggunakan Score Reba. *Industrial Engineering Journal* Vo.1 No, 1(1), 25–29.
- Krisdiantoro, A., & Sari, S. (2020). Analisa Pendapatan Sayuran Pada Kawasan Rumah Pangan Lestari (KrpL) Kampung Hijau Desa Klampokan. *Agribios*, 18(2), 70. <https://doi.org/10.36841/agribios.v18i2.892>
- 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.
- Liu, W. T., Huang, C. L., Liu, R., Yang, T. C., Lee, C. L., Tsao, R., & Yang, W. J. (2023). Changes in isoflavone profile, antioxidant activity, and phenolic contents in Taiwanese and Canadian soybeans during tempeh processing. *Lwt*, 186(June), 115207. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115207>
- Lukiwati, D. R. (2020). Pembangunan Bidang Pertanian dalam Rangka Meningkatkan Ketahanan Pangan Nasional. In *Indonesian Food Technologists* (Nomor November). [https://swab.zlibcdn.com/dtoken/62f890adfc95a9e17c62d7fa8596ee51/Pembangunan Bidang Pertanian dalam Rangka Meningkatkan Ketahanan Pangan Nasional %28Tim Penyusun%29 %28z-lib.org%29.pdf](https://swab.zlibcdn.com/dtoken/62f890adfc95a9e17c62d7fa8596ee51/Pembangunan%20Bidang%20Pertanian%20dalam%20Rangka%20Meningkatkan%20Ketahanan%20Pangan%20Nasional%20Tim%20Penyusun%29%28z-lib.org%29.pdf)
- Redi Aryanta, I. wayan. (2020). Manfaat Tempe Untuk Kesehatan. *Widya Kesehatan*, 2(1), 44–50. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v2i1.609>
- Rohmah, E. A., Saputro, B., Biologi, J., Matematika, F., Alam, P., Teknologi, I., & Nopember, S. (2016). Pengaruh genangan terhadap kedelai. *Sains dan Seni ITS*, 5(2), 29–33.
- Syatiri, A. (2021). *TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KEDELAI (Glycine max L)*.
- Tanjung, A., Afifah, C. N., Miranti, C., Al Hasanah, F., Warahmah, S., & Daulay, R. A. (2023). Proses Pembuatan Tahu Berbahan Dasar Kacang Kedelai di Pabrik Tahu Mabar Hilir. *Jurnal Dirosah Islamiyah*, 5(2), 553–560. <https://doi.org/10.47467/jdi.v5i2.3214>
- 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>