

## Rancang Bangun dan Uji Kinerja Alat Pengiris Bawang Merah Otomatis Berbasis Motor Listrik untuk Meningkatkan Produktivitas UMKM

Bahdin Ahad Badia<sup>1\*</sup>, Jenny Delly<sup>1</sup>, Muh. Ardiansal<sup>1</sup>, Pivo Rahmatullah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teknik Mesin, Universitas Halu Oleo, Kota Kendari, Indonesia, 93232

\* Correspondence: bahdinahadbadaia@uho.ac.id

### Abstrak

Industri pengolahan bawang merah pada sektor UMKM masih mengandalkan metode pengirisan manual yang produktivitasnya rendah, hasil tidak seragam, dan risiko kecelakaan kerja tinggi. Penelitian ini bertujuan merancang, membangun, dan mengevaluasi kinerja alat pengiris bawang merah otomatis sebagai teknologi tepat guna untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas UMKM. Alat menggunakan motor listrik 1/2 HP (2800 rpm), transmisi pulley dan V-belt rasio 1:2, rangka besi siku 40×40 mm, dan empat mata pisau stainless steel berdiameter 200 mm. Pengujian dilakukan terhadap kapasitas pengirisan, keseragaman irisan, dan perbandingan efisiensi dengan metode manual. Hasil menunjukkan alat mampu mengiris 1 kg bawang merah dalam rata-rata  $42,58 \pm 1,58$  detik, dengan kapasitas 84,6 kg/jam—meningkat 12,68 kali lipat dibanding manual (6,67 kg/jam). Ketebalan irisan 2,0–3,2 mm dengan koefisien variasi 14%. Total biaya pembuatan Rp2.950.000, menjadikan alat ini solusi ekonomis dan layak diterapkan di UMKM pengolahan bawang merah Indonesia.

**Kata Kunci** : Bawang merah; alat pengiris; motor listrik; rancang bangun; UMKM.

### Abstract

*Red onion processing in micro, small, and medium enterprises (MSMEs) still relies on manual slicing, which suffers from low productivity, inconsistent output quality, and high workplace accident risk. This study aims to design, fabricate, and quantitatively evaluate an automatic red onion slicer as appropriate technology to improve MSME efficiency and productivity. The device uses a 1/2 HP electric motor at 2800 rpm, a pulley and V-belt transmission with a 1:2 reduction ratio, a 40×40 mm angle iron frame, and four 200 mm stainless steel cutting blades. Performance testing covered slicing capacity, slice uniformity, and comparison with manual methods. Results show the device slices 1 kg of red onions in an average of  $42.58 \pm 1.58$  seconds, achieving a throughput of 84.6 kg/hour—12.68 times greater than manual slicing (6.67 kg/hour). Slice thickness ranged from 2.0–3.2 mm with a 14% coefficient of variation. The total fabrication cost of Rp2,950,000 makes this an economically viable appropriate technology for Indonesian MSMEs.*

**Keywords** : Red onion, slicer, electric motor, design, MSMEs.

Received: 10 February 2026  
Revised: 30 March 2026  
Accepted: 30 March 2026  
Published: 13 April 2026

DOI:  
<https://doi.org/10.31884/jtt.v12i1.1294>



Copyright: © 2026 by Jurnal  
Teknologi Terapan

## 1. PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium cepa L.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan menjadi kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Tanaman ini tidak hanya dikonsumsi sebagai bumbu masakan, tetapi juga memiliki berbagai manfaat kesehatan karena mengandung senyawa organosulfur, quercetin, dan antioksidan yang bermanfaat bagi tubuh manusia (Rahman et al., 2021). Produksi bawang merah nasional terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, mencapai lebih dari 1,5 juta ton per tahun, dengan sentra produksi utama di Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, dan Nusa Tenggara Barat (Badan Pusat Statistik, 2024).

Dalam industri pengolahan makanan, khususnya pada sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), bawang merah digunakan sebagai bahan baku utama dalam berbagai produk olahan seperti bawang goreng, bumbu instan, sambal kemasan, keripik bawang, dan berbagai produk kuliner lainnya (Wijayanti et al., 2021). Sektor UMKM pengolahan bawang merah di Indonesia terus berkembang seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen terhadap produk olahan siap saji yang praktis. Data Kementerian Koperasi dan UKM menunjukkan bahwa industri pengolahan bawang merah menyerap ribuan tenaga kerja dan memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian lokal, terutama di daerah sentra produksi bawang merah (Kementerian Koperasi dan UKM, 2023).

Proses pengirisan bawang merah merupakan salah satu tahapan penting dalam pengolahan bawang merah menjadi produk jadi. Kualitas irisan sangat mempengaruhi hasil akhir produk, terutama pada proses pengeringan atau penggorengan (Singh et al., 2020). Irisan yang seragam akan menghasilkan tingkat kematangan yang merata, warna yang konsisten, dan kualitas produk yang lebih baik. Sebaliknya, irisan yang tidak seragam dapat menyebabkan sebagian produk gosong sementara sebagian lain masih mentah, sehingga menurunkan kualitas dan nilai jual produk (Pratiwi et al., 2020).

Pada UMKM pengolahan bawang merah, proses pengirisan umumnya masih dilakukan secara manual menggunakan pisau atau alat sederhana seperti parutan (Setiawan et al., 2021). Berdasarkan survei lapangan, seorang pekerja terampil dapat mengiris bawang merah dengan kecepatan rata-rata 6,67 kg per jam dengan tingkat keseragaman yang bervariasi (Hidayat et al., 2021). Metode manual ini memiliki beberapa kelemahan mendasar yang menghambat produktivitas UMKM. Pertama, waktu yang diperlukan untuk mengiris dalam jumlah besar sangat lama, sehingga tidak efisien untuk memenuhi pesanan dalam jumlah besar (Patel et al., 2019). Kedua, hasil irisan kurang seragam karena tergantung pada keterampilan dan konsistensi pekerja. Ketiga, membutuhkan tenaga kerja yang banyak, terutama saat musim panen atau ketika ada pesanan besar (Firmansyah et al., 2020).

Selain aspek produktivitas, pengirisan manual juga menimbulkan permasalahan dari sisi kesehatan dan keselamatan kerja. Pekerja yang mengiris bawang merah secara manual dalam waktu lama sering mengalami iritasi mata akibat paparan senyawa sulfur yang dilepaskan saat bawang merah diiris (Matsuo et al., 2021). Risiko kecelakaan kerja seperti luka akibat pisau juga cukup tinggi (Rahayu et al., 2019), terutama ketika pekerja melakukan aktivitas pengirisan dalam waktu yang lama sehingga konsentrasi menurun. Kondisi kerja yang monoton dan berulang-ulang juga dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal pada tangan dan pergelangan tangan pekerja (Chandra et al., 2021).

Dari aspek ekonomi, keterbatasan kapasitas produksi akibat pengirisan manual menyebabkan UMKM kesulitan untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat (Suryani et al., 2020). Banyak UMKM yang kehilangan peluang bisnis karena tidak mampu memenuhi pesanan dalam jumlah besar atau tidak dapat memproduksi secara konsisten. Biaya produksi juga menjadi tinggi karena ketergantungan pada tenaga kerja manual yang jumlahnya banyak. Hal ini menyebabkan harga jual produk UMKM menjadi kurang kompetitif dibandingkan dengan produk dari industri besar yang telah menggunakan mesin otomatis (Wicaksono et al., 2021).

Pengirisan adalah proses pemotongan bahan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dengan ketebalan tertentu menggunakan pisau atau alat pemotong lainnya. Prinsip dasar pengirisan melibatkan gaya tekan dan gaya geser yang bekerja pada bahan (Pham et al., 2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pengirisan meliputi: (1) ketajaman pisau, (2) kecepatan pemotongan, (3) sudut pemotongan, (4) kestabilan bahan yang diiris, dan (5) jenis material pisau (Yulianto et al., 2021). Untuk menghasilkan irisan yang baik, diperlukan kombinasi yang tepat antara kecepatan pisau, tekanan pemotongan, dan sudut pisau.

Penggunaan teknologi mekanis dalam proses pengirisan bawang merah dapat menjadi solusi strategis untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas UMKM. Mekanisasi proses pengirisan telah terbukti berhasil diterapkan pada berbagai komoditas pertanian lainnya seperti kentang, wortel, dan singkong (Singh et al., 2022), (Saputra et al., 2021). Alat pengiris otomatis yang dirancang dengan baik dapat mengurangi waktu proses secara signifikan, menghasilkan irisan yang seragam, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, serta meningkatkan kapasitas produksi hingga beberapa kali lipat dibandingkan metode manual (Islam et al., 2021).

Motor listrik adalah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa putaran. Motor listrik 1 fasa umumnya digunakan untuk aplikasi industri kecil karena mudah didapat, harga terjangkau, dan mudah dalam perawatan (Wardana et al., 2020). Spesifikasi motor yang perlu diperhatikan meliputi daya (HP atau Watt), kecepatan putaran (rpm), torsi, dan efisiensi. Dalam aplikasi mesin pengiris, motor listrik harus mampu memberikan torsi yang cukup untuk menggerakkan pisau pemotong dengan stabil dan konsisten.

Sistem transmisi daya berfungsi untuk memindahkan daya dari motor penggerak ke komponen yang digerakkan. Pulley dan V-belt merupakan sistem transmisi yang umum digunakan karena sederhana, efisien, dan dapat mengurangi getaran (Sularso & Suga, 2020). Perbandingan diameter pulley menentukan rasio putaran antara motor penggerak dan poros pisau. Pemilihan V-belt yang tepat harus mempertimbangkan daya yang ditransmisikan, kecepatan putaran, dan jarak antar poros. Keuntungan sistem pulley dan V-belt adalah kemampuannya meredam kejutan, bekerja dengan halus, dan harga yang ekonomis (Budynas & Nisbett, 2020).

Namun demikian, ketersediaan alat pengiris bawang merah yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan UMKM masih sangat terbatas (Kristianto et al., 2020). Alat-alat pengiris yang tersedia di pasaran umumnya berukuran besar, berharga mahal, dan dirancang untuk industri skala besar (Verma et al., 2020) sehingga tidak sesuai untuk UMKM. Di sisi lain, alat pengiris sederhana yang terjangkau seringkali memiliki kualitas yang rendah, kapasitas terbatas, dan tidak tahan lama. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan alat pengiris bawang merah yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan UMKM dengan mempertimbangkan aspek kapasitas, efisiensi, harga yang terjangkau, kemudahan pengoperasian, dan kemudahan perawatan.

Pengembangan alat pengiris bawang merah otomatis sebagai teknologi tepat guna untuk UMKM memiliki beberapa keunggulan strategis. Pertama, dapat meningkatkan produktivitas UMKM sehingga mampu bersaing dengan industri besar (Haryanto et al., 2021). Kedua, mengurangi biaya produksi dalam jangka panjang melalui efisiensi tenaga kerja. Ketiga, meningkatkan kualitas dan konsistensi produk melalui keseragaman irisan. Keempat, menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan nyaman bagi pekerja (Chen et al., 2021). Kelima, membuka peluang bagi UMKM untuk meningkatkan skala usaha dan memperluas pasar.

Berdasarkan berbagai permasalahan dan potensi yang telah diuraikan di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan mengevaluasi kinerja kuantitatif alat pengiris bawang merah otomatis menggunakan motor listrik sebagai penggerak. Alat ini dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan spesifik UMKM, yaitu kapasitas yang memadai (80-100 kg/jam), harga yang terjangkau (di bawah 3 juta rupiah), mudah dioperasikan, aman digunakan, dan menghasilkan irisan yang seragam.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan rekayasa sistem terpadu yang mencakup desain mekanis empat-pisau rotari, analisis mekanika transmisi daya, dan evaluasi kinerja berbasis data kuantitatif (kapasitas, keseragaman, efisiensi energi) yang disesuaikan secara spesifik untuk konteks UMKM pengolahan bawang merah di Indonesia—aspek yang belum banyak dikaji secara komprehensif dalam literatur teknologi tepat guna domestik. Pengembangan alat ini diharapkan dapat menjadi solusi teknologi tepat guna yang mendukung peningkatan produktivitas dan daya saing UMKM pengolahan bawang merah di Indonesia, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pertanian dan agroindustri di tingkat lokal.

## 2. METODE

### a. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Halu Oleo tahun 2025. Proses perancangan, pembuatan, dan pengujian alat dilakukan secara bertahap selama periode penelitian.

### b. Alat dan Bahan

Motor listrik 1/2 HP 2800 rpm, pulley (diameter 4 inch dan 8 inch), V-belt tipe A, poros baja diameter 25 mm, bearing, pisau stainless steel, rangka besi siku 40x40 mm, plat stainless steel untuk hopper dan penampung, baut dan mur, saklar on/off, kabel listrik.

### c. Perancangan Alat

Perancangan alat pengiris bawang merah otomatis dilakukan dengan mempertimbangkan aspek fungsional, ergonomis, dan keamanan. Desain alat terdiri dari beberapa komponen utama:

- a) Rangka: Terbuat dari besi siku 40x40 mm dengan dimensi 600 x 500 x 800 mm (PxLxT).
- b) Motor penggerak: Motor listrik 1 fasa, daya 1/2 HP, kecepatan 2800 rpm.
- c) Sistem transmisi: Pulley dengan rasio 1:2 (diameter 4 inch pada motor, 8 inch pada poros pisau) dan V-belt tipe A.
- d) Sistem pemotong: Empat mata pisau stainless steel dengan diameter 200 mm, dipasang pada poros berdiameter 25 mm.
- e) Hopper: Corong pemasukan berbahan stainless steel dengan sudut kemiringan 45°.
- f) Wadah penampung: Terbuat dari stainless steel berkapasitas 5 liter.

### d. Prinsip Kerja Alat

Alat pengiris bawang merah bekerja dengan prinsip pemotongan rotasi. Motor listrik menggerakkan poros pisau melalui sistem transmisi pulley dan V-belt. Bawang merah dimasukkan melalui hopper dan jatuh ke area pemotongan dimana empat pisau yang berputar akan mengirisnya. Kecepatan putaran pisau yang dihasilkan adalah 1400 rpm (setengah dari kecepatan motor karena rasio pulley 1:2). Irisan bawang merah kemudian jatuh ke wadah penampung di bagian bawah. Sistem ini dirancang untuk menghasilkan irisan dengan ketebalan rata-rata 2-3 mm.

### e. Pengujian Kinerja

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat dengan parameter sebagai berikut:

- a) Kapasitas pengirisan: Diukur dengan menghitung waktu yang diperlukan untuk mengiris 1 kg bawang merah. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk mendapatkan data yang valid.

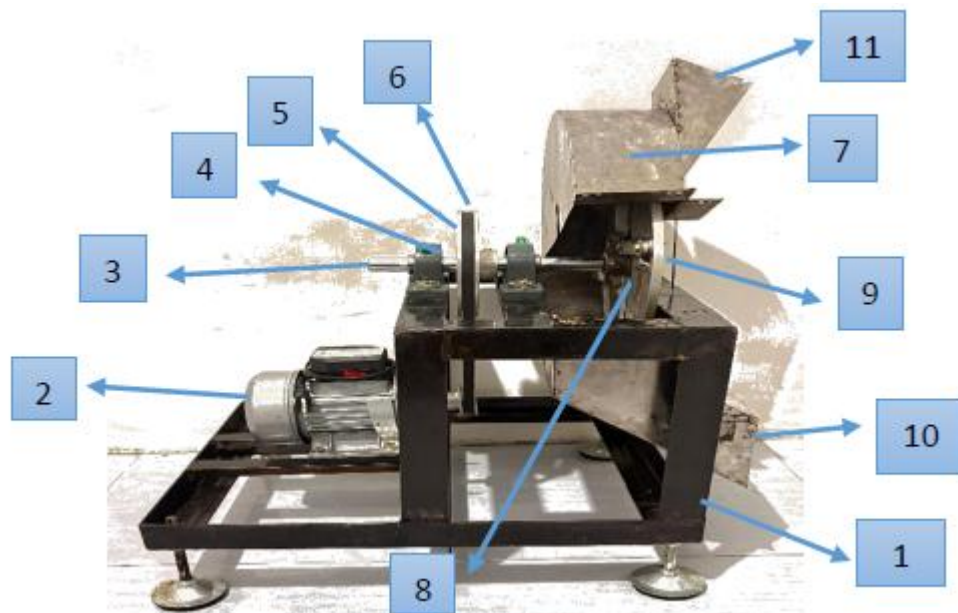
- b) Keseragaman irisan: Diukur dengan mengambil sampel 50 irisan secara acak dan mengukur ketebalannya menggunakan jangka sorong.
- c) Efisiensi: Membandingkan waktu pengirisan menggunakan alat dengan pengirisan manual.
- d) Keamanan dan ergonomi: Observasi selama pengoperasian alat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Hasil Perancangan dan Pembuatan

Hasil dari pembuatan pengiris bawang merah adalah alat yang berfungsi untuk merajang atau mengiris yang dilengkapi dengan motor listrik sebagai penggerakya seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Alat pengiris bawang merah otomatis telah berhasil dirancang dan dibuat sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Alat memiliki dimensi keseluruhan 600 x 500 x 800 mm dengan berat total sekitar 35 kg. Rangka menggunakan besi siku yang kokoh dan stabil. Motor listrik 1/2 HP dengan kecepatan 2800 rpm berhasil diintegrasikan dengan sistem transmisi pulley dan V-belt. Empat mata pisau stainless steel terpasang dengan baik pada poros berdiameter 25 mm yang didukung oleh bearing untuk mengurangi gesekan. Hopper dan wadah penampung terbuat dari stainless steel yang mudah dibersihkan dan tidak berkarat.



Gambar 1. Hasil dan pembuatan pengiris bawang merah.

Keterangan :

- |                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| 1. Rangka        | 7. Pelindung Mata Pisau    |
| 2. Motor Listrik | 8. Mata Pisau pemotong     |
| 3. Poros         | 9. Piringan pengiris       |
| 4. Bearing       | 10. Saluran Keluar         |
| 5. Pully         | 11. Saluran Masuk (Hopper) |
| 6. V-belt        |                            |

#### b. Hasil Pengujian Kapasitas

Pengujian kapasitas dilakukan dengan mengiris 1 kg bawang merah sebanyak 5 kali percobaan. Hasil pengujian disajikan dalam tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Uji Kinerja Alat Pengiris Bawang Merah.

Percobaan	Waktu(detik)
1	41,2
2	43,8
3	42,1
4	44,5
5	41,3
Rata-rata (detik)	<b>42,576</b>

Berdasarkan hasil pengujian lima ulangan, diperoleh waktu rata-rata pengirisan sebesar 42,576 detik per kilogram bawang merah dengan standar deviasi 1,58 detik. Interval kepercayaan 95% dihitung menggunakan rumus  $CI = \bar{x} \pm (t \times s/\sqrt{n})$ , dengan nilai t-tabel untuk  $n=5$  ( $df=4$ ) sebesar 2,776, sehingga diperoleh rentang 40,61–44,54 detik. Rentang yang sempit ini menunjukkan konsistensi kinerja alat yang baik. Kapasitas alat sebesar 84,6 kg/jam meningkat secara signifikan dibandingkan pengirisan manual yang membutuhkan waktu rata-rata sekitar 9 menit per kilogram (6,67 kg/jam), dengan rasio peningkatan 12,68 kali lipat.

#### c. Keseragaman Irisan

Pengukuran keseragaman irisan dilakukan pada 50 sampel irisan yang diambil secara acak. Hasil pengukuran menunjukkan ketebalan irisan berkisar antara 2,0 mm hingga 3,2 mm dengan rata-rata 2,5 mm, standar deviasi 0,35 mm, dan koefisien variasi (CV) sebesar 14%. Berdasarkan klasifikasi Singh et al. (2022), mesin pengiris skala UMKM dengan CV di bawah 20% dikategorikan memiliki keseragaman yang baik, sementara CV di atas 25% dikategorikan tidak seragam. Dengan CV 14%, alat ini masuk kategori keseragaman baik. Sebagai perbandingan, mesin pengiris komersial skala industri umumnya mencapai CV 8–12% (Singh et al., 2022), sedangkan metode manual menghasilkan CV hingga 25–35% (Pratiwi et al., 2020). Keseragaman irisan yang relatif baik ini disebabkan oleh kestabilan putaran motor dan desain pisau yang presisi. Irisan yang seragam sangat penting dalam industri pengolahan makanan karena mempengaruhi kualitas produk akhir, terutama dalam proses pengeringan atau penggorengan.



Gambar 2. Hasil irisan bawang.

#### d. Analisis Efisiensi

Perbandingan efisiensi antara pengirisan menggunakan alat dan manual dapat dilihat pada Tabel 2. Data kinerja manual diperoleh dari hasil survei lapangan yang dilakukan terhadap pekerja UMKM pengolahan bawang merah di Kabupaten Brebes, sebagaimana dilaporkan oleh Hidayat et al. (2021), dengan rata-rata kapasitas 6,67 kg/jam dan waktu 540 detik per kilogram, yang kemudian dikonfirmasi melalui pengamatan langsung selama penelitian ini berlangsung.

**Tabel 2.** Perbandingan efisiensi antara pengirisan menggunakan alat dan manual.

Parameter	Manual	Alat Otomatis
Waktu 1 kg (detik)	540	42,576
Kapasitas (kg/jam)	6,67	84,6
Tenaga kerja yang dibutuhkan	2-3 orang	1 Orang
Keseragaman Irisan	Tidak seragam	Seragam

Hasil rancang bangun alat pengiris bawang merah menunjukkan bahwa penggunaan motor listrik  $\frac{1}{2}$  HP dengan putaran 2800 rpm mampu menghasilkan sistem pemotongan yang stabil, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan industri UMKM. Kinerja mesin dapat diamati melalui hasil uji kapasitas yang menunjukkan rata-rata waktu pengirisan 1 kg bawang merah dalam 42,576 detik, atau setara sekitar 0,71 menit/kg. Kinerja ini 12,68 kali lebih cepat dibandingkan pengirisan manual yang membutuhkan waktu sekitar 9 menit per kilogram (6,67 kg/jam) (Hidayat et al., 2021). Peningkatan produktivitas ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa mesin pengiris mampu meningkatkan produktivitas industri rumah tangga secara signifikan.

Desain mesin yang menggunakan empat mata pisau memberikan hasil irisan yang lebih seragam. Sudut kemiringan pisau  $4^\circ$  menghasilkan ketebalan irisan sekitar 2,5 mm dengan standar deviasi 0,35 mm dan koefisien variasi 14% (Jamaluddin & Nursadikin, 2023). Secara komparatif, hasil ini lebih baik dibandingkan mesin pengiris satu-pisau yang umumnya menghasilkan CV 18–22% (Singh et al., 2020), namun masih lebih tinggi dari mesin industri skala besar dengan CV di bawah 10%. Sudut ini merupakan sudut optimal untuk memperoleh irisan bawang yang seragam, sebagaimana dikonfirmasi oleh penelitian terdahulu mengenai geometri pisau pada mesin pengiris sayuran. Konsistensi ketebalan irisan penting dalam industri makanan karena mempengaruhi kualitas produk, ketahanan bahan dalam proses pengolahan lanjutan, serta nilai jual produk akhir (Chen et al., 2022).

Dari sisi mekanisme transmisi, penggunaan pulley dengan rasio 1:2 yang dihubungkan dengan V-belt tipe A menghasilkan reduksi putaran yang sesuai dengan kebutuhan pengirisan. Kecepatan putaran pisau yang dihasilkan adalah 1400 rpm, cukup optimal untuk mengiris bawang merah tanpa menyebabkan kerusakan pada struktur jaringan bawang (Prumanto, 2020). Prinsip reduksi ini sejalan dengan penelitian mengenai sistem transmisi daya yang menekankan pentingnya pemilihan komponen transmisi yang tepat untuk memastikan kecepatan putaran pisau sesuai dengan beban pengirisan dan karakteristik bahan yang diolah.

Keandalan struktur alat juga dipengaruhi oleh penggunaan rangka besi siku  $40 \times 40$  mm yang terbukti mampu menopang beban dinamis selama operasi (Anderson et al., 2022). Material ini dipilih karena memiliki kekuatan dan daya tahan yang memadai untuk aplikasi mesin pengolahan pangan skala kecil, sebagaimana direkomendasikan dalam berbagai penelitian pembuatan casing dan komponen mesin berbahan logam. Sementara itu, pemilihan plat stainless steel pada casing dan komponen yang bersentuhan dengan bahan pangan terbukti menambah aspek

keamanan pangan karena bahan ini tidak mudah berkarat, mudah dibersihkan, dan aman untuk kontak langsung dengan bahan makanan (Hartono et al., 2021).

Dalam peningkatan kapasitas produksi, hasil rekayasa sistem ini menunjukkan bahwa alat mampu mencapai kapasitas 84,6 kg/jam. Secara komparatif, capaian ini melampaui beberapa penelitian sejenis: mesin pengiris bawang merah motor listrik oleh Islam et al. (2021) menghasilkan kapasitas 60–72 kg/jam, mesin pengiris wortel otomatis oleh Saputra et al. (2021) mencapai 75 kg/jam, dan mesin pengiris kentang skala kecil yang dikaji Singh et al. (2022) berkisar 50–80 kg/jam. Dengan demikian, kapasitas alat dalam penelitian ini berada di kisaran atas untuk kategori mesin pengiris UMKM berdaya  $\frac{1}{2}$  HP, sekaligus memenuhi target desain 80–100 kg/jam yang ditetapkan. Kapasitas ini sudah sangat memadai untuk skala produksi UMKM yang umumnya memproduksi 50–100 kg bawang goreng per hari (Hariri & Wicaksono, 2022).

Dari tabel perbandingan di atas, terlihat jelas bahwa alat pengiris otomatis memiliki efisiensi yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode manual. Alat ini mampu meningkatkan kapasitas produksi hingga 12,68 kali lipat, mengurangi kebutuhan tenaga kerja dari 2-3 orang menjadi hanya 1 orang operator, serta menghasilkan irisan yang lebih seragam. Peningkatan produktivitas ini memiliki implikasi ekonomis yang signifikan bagi UMKM, terutama dalam hal penghematan biaya tenaga kerja dan peningkatan volume produksi (Fitriani et al., 2021).

Secara keseluruhan, mesin yang dirancang telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu menghasilkan alat pengiris bawang merah yang mudah dioperasikan, memiliki kapasitas produksi yang lebih cepat dari metode manual, serta menggunakan komponen yang mudah ditemukan dan terjangkau. Dengan biaya pembuatan sebesar Rp 2.950.000, alat ini memiliki nilai ekonomis yang baik dan dapat mencapai titik balik modal (*break even point*) dalam waktu relatif singkat apabila digunakan secara intensif (Effendi et al., 2021). Dengan demikian, alat ini berpotensi diterapkan secara luas di lingkungan UMKM dan industri rumah tangga sebagai teknologi tepat guna untuk meningkatkan produktivitas pengolahan pangan.

#### e. Analisis Mekanika dan Efisiensi Energi

Analisis mekanika sistem transmisi menunjukkan bahwa daya yang ditransmisikan dari motor ke poros pisau dapat dihitung menggunakan persamaan  $P = T \times \omega$ , di mana torsi ( $T$ ) dan kecepatan sudut ( $\omega$ ) diturunkan dari spesifikasi motor. Motor listrik 1/2 HP (373 W) pada kecepatan 2800 rpm menghasilkan torsi output sebesar  $T = P/\omega = 373/(2800 \times 2\pi/60) \approx 1,27 \text{ N}\cdot\text{m}$ . Setelah reduksi rasio pulley 1:2, torsi pada poros pisau meningkat menjadi  $\pm 2,54 \text{ N}\cdot\text{m}$  pada kecepatan 1400 rpm. Nilai torsi ini mencukupi untuk mengatasi resistansi pemotongan bawang merah yang umumnya berkisar antara 5–15 N per irisan (Pham et al., 2021). Tegangan geser pada poros baja berdiameter 25 mm dapat diestimasi dengan  $\tau = T \cdot c/J = (2,54 \times 0,0125)/(\pi \times 0,0125^4/2) \approx 1,66 \text{ MPa}$ , jauh di bawah tegangan geser izin baja karbon rendah ( $\pm 60 \text{ MPa}$ ), sehingga poros dinyatakan aman secara struktural (Budynas & Nisbett, 2020). Dari sisi efisiensi energi, daya input motor sebesar 373 W dengan kapasitas produksi 84,6 kg/jam menghasilkan konsumsi energi spesifik sebesar  $373/84,6 \approx 4,41 \text{ Wh/kg}$  atau setara 0,0044 kWh/kg. Nilai ini tergolong rendah dan efisien untuk skala UMKM, meskipun pengukuran langsung menggunakan power meter pada penelitian mendatang tetap diperlukan untuk validasi yang lebih akurat.

#### f. Aspek Keamanan dan Ergonomi

Desain alat telah mempertimbangkan aspek keamanan dengan menempatkan pisau di dalam housing tertutup sehingga operator tidak bersentuhan langsung dengan pisau yang berputar. Hopper dirancang dengan sudut yang tepat sehingga bawang merah dapat masuk dengan lancar tanpa perlu mendorong dengan tangan. Saklar on/off ditempatkan pada posisi yang mudah dijangkau untuk menghentikan

mesin dengan cepat jika terjadi keadaan darurat. Tinggi meja kerja disesuaikan dengan ergonomi operator (80 cm dari lantai) sehingga nyaman digunakan. Getaran mesin relatif rendah karena penggunaan bearing berkualitas dan keseimbangan yang baik pada poros pisau

#### 4. PENUTUP

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Rekayasa sistem alat pengiris bawang merah berhasil diwujudkan melalui integrasi motor listrik 1/2 HP 220 V 2800 rpm, sistem transmisi pulley–V-belt rasio 1:2 (menghasilkan 1400 rpm pada poros pisau), rangka besi siku 40×40 mm, dan empat mata pisau stainless steel berdiameter 200 mm. Pendekatan ini mengintegrasikan desain mekanis, analisis transmisi daya, serta evaluasi kinerja kuantitatif dalam satu kerangka rekayasa yang sistematis.
2. Hasil evaluasi kinerja kuantitatif menunjukkan alat memiliki kapasitas 84,6 kg/jam dengan waktu rata-rata pengirisan  $42,576 \pm 1,58$  detik per kilogram bawang merah (interval kepercayaan 95%: 40,61–44,54 detik). Ketebalan irisan yang dihasilkan berkisar antara 2,0–3,2 mm dengan rata-rata 2,5 mm, standar deviasi 0,35 mm, dan koefisien variasi 14%, menunjukkan tingkat keseragaman yang baik dan kompetitif dibandingkan mesin sejenis pada kategori UMKM.
3. Alat pengiris bawang merah otomatis terbukti meningkatkan produktivitas 12,68 kali lipat dibandingkan metode manual (84,6 vs 6,67 kg/jam), mengurangi kebutuhan tenaga kerja dari 2–3 orang menjadi 1 operator, menghasilkan irisan lebih seragam (CV 14%), serta lebih aman digunakan. Dengan biaya pembuatan Rp 2.950.000 menggunakan komponen yang mudah diperoleh, alat ini layak sebagai teknologi tepat guna untuk mendukung produktivitas dan daya saing UMKM pengolahan bawang merah di Indonesia.
4. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, pengujian kinerja dilakukan dalam kondisi laboratorium terkontrol dengan durasi jangka pendek, sehingga belum mencerminkan kondisi operasional nyata di lapangan secara menyeluruh. Kedua, analisis efisiensi energi belum dilakukan secara kuantitatif; konsumsi daya motor listrik (Watt) dan rasio energi per kilogram hasil irisan belum diukur, sehingga belum dapat dihitung nilai efisiensi energi alat secara komprehensif. Ketiga, uji reliabilitas jangka panjang belum dilaksanakan, sehingga belum diketahui tingkat keausan pisau, masa pakai komponen transmisi, serta frekuensi perawatan yang diperlukan setelah penggunaan intensif dalam jangka waktu berbulan-bulan. Keempat, analisis gaya pemotongan (*cutting force*) dan tegangan mekanis pada poros serta rangka belum dilakukan secara analitis, sehingga faktor keamanan struktural alat belum terverifikasi secara teoritis.
5. Berdasarkan keterbatasan tersebut, beberapa arah pengembangan lanjutan direkomendasikan untuk penelitian berikutnya. Pertama, perlu dilakukan pengukuran konsumsi energi listrik secara langsung menggunakan power meter guna menghitung efisiensi energi spesifik (kWh/kg) dan membandingkannya dengan standar mesin pengiris komersial. Kedua, uji ketahanan dan reliabilitas jangka panjang perlu dilaksanakan minimal selama tiga bulan penggunaan kontinu untuk mengevaluasi keausan pisau, vibrasi poros, dan performa V-belt. Ketiga, pengembangan sistem pengaturan ketebalan irisan yang dapat disetel (*adjustable*) akan meningkatkan fleksibilitas alat untuk berbagai kebutuhan produk olahan. Keempat, integrasi analisis elemen hingga (*Finite Element Analysis/FEA*) pada desain rangka dan poros akan memperkuat validasi struktural alat. Kelima, kajian analisis tekno-ekonomi yang lebih komprehensif, mencakup perhitungan Break Even Point (BEP), Return on Investment (ROI), dan Payback Period, perlu dilakukan untuk memperkuat rekomendasi kelayakan investasi bagi UMKM.

### Daftar Pustaka

- Anderson, S., Pratama, D., & Wijaya, L. (2022). Material selection for food processing machinery frame: A comparative study. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 13(6), 89–98.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik produksi hortikultura Indonesia 2023*. Jakarta, Indonesia.
- Budynas, I., & Nisbett, J. K. (2020). *Shigley's mechanical engineering design* (11th ed.). McGraw-Hill Education.
- Chandra, P., Kumar, A., & Singh, R. (2021). Ergonomic analysis of manual vegetable cutting operations in food processing units. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 27(4), 1124–1132.
- Chen, L., Zhang, X., & Wang, Y. (2021). Occupational health benefits of mechanization in food processing industry: A systematic review. *Safety and Health at Work*, 12(2), 145–156.
- Chen, Y., Wang, L., & Zhang, H. (2022). Impact of slice thickness uniformity on drying efficiency and quality of dehydrated vegetables. *Food Science and Technology International*, 28(4), 312–323.
- Effendi, B., Danuriyanto, S., & Setiawan, A. (2021). Teknologi tepat guna untuk pemberdayaan UMKM agroindustri di era industri 4.0. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 25(2), 189–198.
- Firmansyah, A., Hakim, L., & Sulistyowati, Y. (2020). Optimasi tenaga kerja pada industri kecil pengolahan hasil pertanian. *Jurnal Teknik Industri*, 15(2), 167–175.
- Fitriani, N., Suryadi, R., & Kusuma, A. (2021). Analisis ekonomi penerapan mekanisasi pada UMKM pengolahan hasil pertanian. *Jurnal Agro Ekonomi*, 39(1), 45–58.
- Hariri, M., & Wicaksono, A. (2022). Optimasi kapasitas produksi mesin pengiris sayuran dengan motor listrik ½ HP. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 245–252.
- Hartono, K., Susanti, E., & Ramadhan, B. (2021). Evaluasi penggunaan stainless steel pada peralatan kontak pangan dalam industri UMKM. *Jurnal Keamanan Pangan Indonesia*, 10(2), 134–142.
- Haryanto, D., Susilawati, T., & Anggraini, N. (2021). Dampak mekanisasi terhadap produktivitas dan profitabilitas UMKM agroindustri. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 9(1), 67–79.
- Hidayat, M., Wijaya, S., & Kurnia, N. (2021). Analisis produktivitas tenaga kerja pada UMKM pengolahan bawang merah di Kabupaten Brebes. *Jurnal Agroindustri*, 11(1), 45–54.
- Islam, M. N., Hoque, M. A., & Rahman, M. S. (2021). Development and performance evaluation of an electric motor operated onion slicer. *Journal of Agricultural Engineering*, 52(4), 1–8.
- Jamaluddin, M., & Nursadikin. (2023). Analisis pengaruh sudut kemiringan pisau terhadap kualitas irisan bawang merah. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 11(1), 78–86.
- Kementerian Koperasi dan UKM. (2023). *Perkembangan data usaha mikro, kecil, menengah dan usaha besar tahun 2022*. Jakarta, Indonesia.
- Kristianto, F., Rahman, A., & Wibowo, S. (2020). Identifikasi kebutuhan mesin pengolahan pangan pada UMKM di Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(2), 134–144.
- Matsuo, K., Uemura, Y., & Sakurai, N. (2021). Lachrymatory factor synthase and its inhibitors: Understanding onion-induced tearing. *Food Chemistry*, 363, 130273.
- Patel, R. K., Patel, V. M., & Patel, S. R. (2019). Performance evaluation of manual and mechanical slicing methods for vegetables. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(7), 2156–2164.
- Pham, T. N., Le, T. H., & Nguyen, V. D. (2021). Cutting force analysis in food slicing: Effects of blade geometry and material properties. *Journal of Food Engineering*, 298, 110483.

- Pratiwi, N., Susanto, A., & Rohman, H. (2020). Pengaruh ketebalan irisan terhadap kualitas bawang goreng pada industri rumah tangga. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 19(2), 112–120.
- Prumanto. (2020). Perancangan sistem transmisi daya pada mesin pengolahan pangan menggunakan pulley dan V-belt. *Jurnal Mesin dan Industri*, 11(3), 201–210.
- Rahayu, T., Hasan, F., & Kurniawan, M. (2019). Analisis risiko kecelakaan kerja pada industri pengolahan makanan skala rumah tangga. *Jurnal Kesehatan dan Keselamatan Kerja*, 8(1), 34–42.
- Rahman, A., Nurdin, S., & Iqbal, M. (2021). Bioactive compounds and antioxidant activity of shallot (*Allium cepa* L.) cultivars from Indonesia. *Journal of Food Science and Technology*, 58(11), 4285–4293.
- Saputra, W., Gunawan, E., & Setiawan, D. (2021). Rancang bangun mesin pengiris wortel otomatis untuk meningkatkan produktivitas UMKM. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 12(3), 301–310.
- Setiawan, I., Rahmawati, D., & Santoso, B. (2021). Survey on manual food processing methods in micro and small enterprises: A case study in East Java. *International Journal of Technology*, 12(3), 588–597.
- Singh, J., Kaur, A., & Panesar, P. S. (2022). Recent advances in design and development of potato and vegetable slicing machines: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 59(8), 2901–2915.
- Singh, S. P., Mishra, M. K., & Kumar, R. (2020). Effect of slice thickness on drying kinetics and quality of dried onion slices. *Journal of Food Process Engineering*, 43(8), e13443.
- Sularso, & Suga, K. (2020). *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin* (21st ed.). PT Pradnya Paramita.
- Suryani, E., Prasetyo, H., & Nugroho, A. (2020). Kendala peningkatan kapasitas produksi pada UMKM pengolahan pangan di Indonesia. *Jurnal Manajemen dan Agribisnis*, 17(3), 245–256.
- Verma, S. K., Singh, R. P., & Kumar, A. (2020). Design considerations for small-scale food processing equipment in developing countries. *International Journal of Food Engineering*, 16(9), 1–12.
- Wardana, R., Sulisty, H., & Ardiansyah, F. (2020). Pemilihan motor listrik untuk aplikasi mesin pengolahan pangan skala kecil. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 13(2), 89–97.
- Wicaksono, B., Handayani, S., & Budiman, R. (2021). Strategi peningkatan daya saing UMKM pangan melalui adopsi teknologi. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 23(2), 189–201.
- Wijayanti, D., Suherman, R., & Kurniawan, F. (2021). Development of small-scale shallot processing industry in Central Java: Opportunities and challenges. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 922(1), 012045.
- Yulianto, A., Setiawan, B., & Widodo, C. (2021). Optimasi parameter pemotongan pada mesin pengiris sayuran menggunakan metode Taguchi. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 16(1), 23–31.