

Pembuatan Alat Pengiris Bawang Kapasitas 50 kg/jam

Development of an Onion Slicing Machine with a Capacity of 50 kg/hour

Deo G Tampubolon¹, Tino Hermanto^{1*}, Mochamad Iqbal Rokhim²

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Medan Area, Medan 20223, Indonesia

²Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559, Indonesia

*Corresponding author: tinohermanto@staff.uma.ac.id

Diterima: 09-05-2025

Disetujui: 11-08-2025

Dipublikasikan: 19-08-2025

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan mesin pengiris bawang dengan kapasitas 50 kg/jam guna meningkatkan efisiensi produksi pelaku UMKM di sektor pangan. Mesin menggunakan rangka besi siku sebagai struktur utama, motor listrik 0,5 HP sebagai penggerak, serta sistem transmisi pulley-V belt untuk menyalurkan daya ke pisau stainless steel. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kapasitas aktual, kestabilan transmisi, dan keseragaman irisan. Hasil menunjukkan mesin mampu bekerja stabil dengan kapasitas mendekati 50 kg/jam dan menghasilkan irisan yang relatif seragam. Estimasi biaya sebesar Rp 6.700.000 dinilai ekonomis untuk skala usaha kecil. Keunggulan rancangan terletak pada kombinasi desain sederhana, material higienis, dan biaya rendah. Mesin ini diharapkan menjadi solusi tepat guna dalam peningkatan produktivitas dan kualitas produk olahan bawang merah.

Kata Kunci: Mesin pengiris bawang, Motor listrik, Kapasitas 50 kg/jam, Higienitas.

Abstract

This study aims to design and implement a shallot slicing machine with a 50 kg/hour capacity to improve production efficiency among food-sector MSMEs. The machine features an elbow-iron frame, a 0.5 HP electric motor, and a pulley-V belt transmission system driving stainless steel blades. Performance testing evaluated actual capacity, transmission stability, and slice uniformity. Results show the machine operates stably with near-target capacity and produces relatively consistent slices. The estimated cost of IDR 6,700,000 is economical for small businesses. The design's strength lies in its simplicity, hygienic materials, and affordability. This machine is expected to offer an appropriate technological solution to enhance productivity and product quality in shallot processing.

Keywords: Shallot slicing machine, Electric motor, 50 kg/h capacity, Hygiene.

1. Pendahuluan

Bawang merah merupakan komoditas hortikultura yang sangat penting di Indonesia, baik sebagai bumbu masakan maupun bahan dasar industri pangan (Murtiningsih et al., 2023; Sopha et al., 2024). Permintaan yang tinggi menjadikan bawang merah sebagai salah satu komoditas strategis, namun kualitas produk olahan sangat dipengaruhi oleh keseragaman irisan dan cara pengolahan pascapanen (Dewi et al., 2024; Haryati et al., 2023). Salah satu permasalahan utama adalah tingginya kerugian pascapanen akibat pembusukan dan penanganan manual yang kurang higienis, sehingga diperlukan strategi pengolahan yang lebih efisien (Kumari et al., 2023; Misra et al., 2022).

Pengolahan bawang merah dalam bentuk produk turunan, seperti bawang goreng kemasan, menjadi alternatif yang potensial untuk meningkatkan nilai tambah (Tjahjohutomo et al., 2024; Tulipa et al., 2019). Namun, proses pengirisan yang dilakukan secara manual sering memakan waktu, membutuhkan tenaga besar, dan menghasilkan ketebalan irisan yang tidak seragam. Kondisi ini menurunkan produktivitas serta mutu akhir produk, sehingga tidak kompetitif di pasar modern (Solahudin et al., 2022; Suminartika et al., 2022). Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi tepat guna berupa mesin pengiris bawang merupakan solusi yang relevan untuk mendukung pelaku UMKM dalam meningkatkan kapasitas dan kualitas produksi (Tulka et al., 2024).

Penelitian sebelumnya banyak melaporkan prototipe mesin pengiris dengan kapasitas kecil hingga menengah, berkisar antara 10–20 kg/jam, namun masih terkendala pada aspek higienitas, ketahanan material, dan biaya produksi yang tinggi (Aririguzo and Kadurumba, 2018; Gupta and Vardhan, 2022). Pada sisi lain, perkembangan desain mesin pangan modern menekankan pentingnya penggunaan material tahan korosi, sistem transmisi sederhana, dan komponen yang mudah dirawat agar sesuai dengan kebutuhan industri kecil (Moerman et al., 2023; Murray, 2014).

Novelty penelitian ini terletak pada perancangan dan realisasi mesin pengiris bawang dengan kapasitas 50 kg/jam yang memadukan desain sederhana, biaya ekonomis, serta material higienis berbasis *stainless steel*. Kombinasi tersebut ditujukan untuk menjawab kesenjangan antara kebutuhan UMKM akan mesin berkapasitas tinggi dengan harga terjangkau dan penelitian terdahulu yang masih terbatas pada kapasitas rendah. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi tepat guna yang mendukung efisiensi produksi, konsistensi mutu, dan keberlanjutan usaha pengolahan pangan skala kecil di Indonesia.

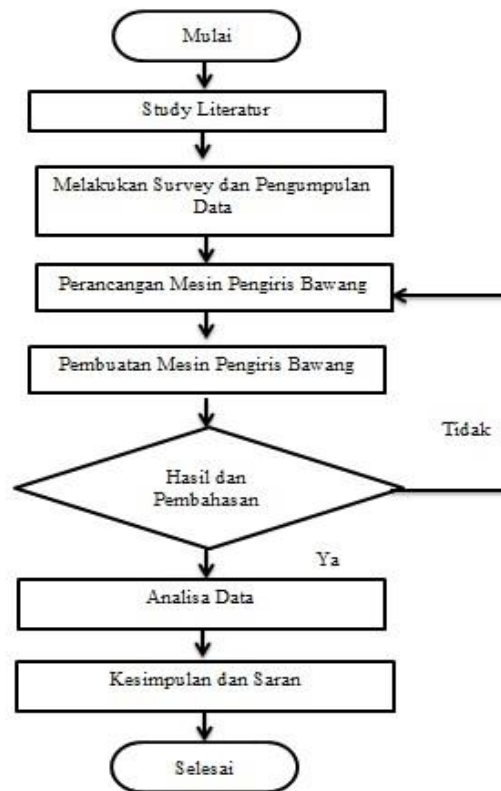
2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen yang terdiri atas tahapan perancangan, pembuatan prototipe, uji fungsi, dan analisis biaya. Tahap perancangan dimulai dengan studi literatur mengenai mesin pengiris pangan dan prinsip kerja pemotongan bahan berbasis pisau putar. Parameter utama yang ditetapkan adalah kapasitas 50 kg/jam, ketebalan irisan seragam, dan penggunaan material tahan korosi pada bagian kontak pangan.

Mesin dirancang menggunakan rangka besi siku berukuran 40 × 40 × 3 mm sebagai struktur utama. Motor listrik 0,5 HP (220 V AC) dipilih sebagai penggerak, dengan sistem transmisi pulley–V belt untuk menyalurkan daya ke poros baja berdiameter 20 mm. Pisau pemotong berbahan *stainless steel* tipe *disk* digunakan untuk menghasilkan irisan yang tajam, seragam, dan higienis. Komponen lain meliputi cover pelindung *stainless steel*, corong input–output, serta dudukan motor.

Proses fabrikasi melibatkan pemotongan dan pengelasan rangka, permesinan dudukan poros, pemasangan sistem transmisi, serta perakitan komponen kelistrikan. Setelah prototipe selesai, dilakukan uji fungsi menggunakan bawang merah segar. Parameter yang diuji meliputi kapasitas produksi aktual (kg/jam), konsistensi ketebalan irisan (mm), kestabilan transmisi, serta estimasi konsumsi daya listrik.

Analisis biaya dilakukan dengan menghitung kebutuhan material, komponen, dan ongkos kerja. Data biaya dibandingkan dengan harga mesin sejenis di pasaran untuk menilai kelayakan ekonomi prototipe. Seluruh tahapan penelitian dirangkum dalam diagram alir yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil perancangan dan fabrikasi prototipe menunjukkan bahwa mesin pengiris bawang berhasil direalisasikan dengan dimensi keseluruhan $\pm 50 \times 40 \times 80$ cm. Struktur rangka dibuat dari besi siku ukuran $40 \times 40 \times 3$ mm yang dilas menjadi kerangka utama. Rangka ini berfungsi sebagai penopang seluruh komponen dan memastikan kestabilan mesin saat beroperasi. Konstruksi rangka yang kompak memungkinkan mesin ditempatkan pada ruang kerja terbatas tanpa mengurangi kekuatan struktural. Penggerak utama menggunakan motor listrik 0,5 HP (370 Watt, 220 V AC) yang dipasang padaudukan motor. Tenaga motor ditransmisikan ke poros baja berdiameter 20 mm melalui sistem *pulley* dan sabuk-V. Pemilihan sistem transmisi ini didasarkan pada kehandalan, kemudahan perawatan, serta kestabilan putaran pisau. Pisau berbahan *stainless steel* tipe *disk* berfungsi sebagai komponen pemotong utama. Material *stainless steel* dipilih karena memiliki sifat tahan karat, mudah dibersihkan, serta memenuhi standar higienitas untuk peralatan yang bersentuhan langsung dengan pangan.

Komponen pelengkap seperti corong *input-output* dan *cover* pelindung juga dibuat dari *stainless steel* dengan ketebalan 1 mm. Desain corong dibuat agar aliran bahan masuk dan keluar lebih terarah, sementara *cover* pelindung dipasang untuk menjamin keselamatan operator dari kontak langsung dengan pisau. Foto mesin yang telah direalisasikan ditunjukkan pada Gambar 2. Spesifikasi komponen utama yang menyusun mesin ditampilkan pada Tabel 1. Tabel ini menyajikan detail rangka, motor penggerak, sistem transmisi, poros, pisau, serta dimensi keseluruhan mesin. Penyusunan tabel ini penting agar rancangan dapat direplikasi dan diuji lebih lanjut oleh peneliti lain maupun pihak industri kecil yang membutuhkan teknologi tepat guna.

Proses fabrikasi dilakukan secara bertahap dengan tujuan menghasilkan prototipe yang kokoh dan sesuai spesifikasi desain. Tahapan pekerjaan meliputi: pemotongan besi siku, pengelasan rangka, pengeboran lubangudukan, pembuatan corong, pembuatan *cover* pelindung, serta perakitan akhir. Estimasi waktu pengerjaan tiap proses ditampilkan pada Tabel 2.

**Gambar 2.** Mesin pengiris bawang**Tabel 1.** Spesifikasi komponen utama mesin pengiris bawang

Bagian	Komponen	Spesifikasi
Rangka	Besi Siku	40 mm x 40 mm x 3 mm, sebagai kerangka utama
Penggerak	Motor Listrik	0,5 HP (370 Watt), 220 V AC
Sistem Transmisi	Pulley dan Sabuk V	Rasio disesuaikan agar putaran stabil
Poros	Poros Baja	Diameter 20 mm, panjang sesuai desain
Mata Pisau	Stainless Steel	Tipe rotary/disk, anti karat, tajam
Cover Pelindung	Stainless Steel	Tebal 1 mm, melindungi area pisau
Corong Input	Stainless Steel	Ukuran ± 18 mm x 18,4 mm, arah masuk bahan
Corong Output	Stainless Steel	Disesuaikan arah dan posisi hasil irisan
Kapasitas	-	± 50 kg/jam
Dimensi Mesin	-	± 50 cm x 40 cm x 80 cm

Tabel 2. Estimasi waktu pengerjaan tiap tahapan pembuatan mesin

No.	Kegiatan	Jumlah	Waktu (Menit)
1	Pemotongan besi siku	15	2,3
2	Pengelasan Rangka	22	22
3	Pengeboran Rangka	14	1,24
4	Pembuatan Corong	4	4
5	Pembuatan Cover Mata Pisau	3	5
6	Perakitan Mesin		60
Total			94,54

Hasil Tabel 2 menunjukkan bahwa total waktu pembuatan mesin hanya sekitar 94,54, masuk dalam kategori efisien untuk produksi prototipe skala bengkel.

Pengujian kinerja dilakukan menggunakan bawang merah segar dengan tujuan menilai kapasitas aktual, kestabilan sistem transmisi, dan kualitas irisan. Hasil uji menunjukkan bahwa mesin mampu beroperasi dengan kapasitas mendekati 50 kg/jam. Irisan yang dihasilkan relatif seragam secara visual dengan ketebalan rata-rata 1–2 mm. Sistem transmisi *pulley–V belt* beroperasi stabil tanpa terjadi slip yang signifikan, menunjukkan bahwa rasio putaran sesuai dengan kebutuhan pemotongan. Dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang melaporkan kapasitas hanya 10–20 kg/jam, hasil ini menunjukkan peningkatan signifikan. Dengan demikian, *novelty* penelitian ini dapat dilihat dari keberhasilan meningkatkan kapasitas produksi lebih dari dua kali lipat dibanding mesin sebelumnya.

Rangka mesin terdiri atas tujuh komponen utama sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3. Konfigurasi ini dirancang untuk memberikan keseimbangan antara kekuatan struktural dan kemudahan perakitan. Desain ini memungkinkan distribusi beban mesin lebih merata serta mempermudah perawatan dan penggantian komponen bila terjadi kerusakan.

Tabel 3. Dimensi komponen rangka mesin pengiris bawang

No.	Nama Komponen	Dimensi (P × L × T) (cm)	Jumlah Potongan	Keterangan
1	Kaki Rangka	80 × 4 × 4	4	Penopang utama mesin
2	Rangka Atas	40 × 4 × 4	2	Penyangga bagian atas
3	Rangka Bawah	180 × 150 × 4	2	Penghubung kaki mesin
4	Rangka Samping	150 × 90 × 170	4	Penguat sisi kiri dan kanan
5	Dudukan Motor	150 × 90 × 4	2	Tempat pemasangan motor listrik
6	Penyangga Pisau	25 × 4 × 4	2	Dudukan untuk sistem pemotong
7	Penyangga	150 × 90 × 2	2	Tempat wadah
8	Wadah			input/output
Jumlah			18	

Aspek higienitas menjadi salah satu perhatian utama dalam perancangan mesin pangan. Penggunaan stainless steel pada pisau, corong, dan cover pelindung memastikan mesin lebih tahan terhadap korosi serta lebih mudah dibersihkan. Studi (Azarhoushang et al., 2024) menegaskan bahwa stainless steel austenitik (AISI 304/304L) memiliki ketahanan pitting yang baik dan lebih higienis dibanding material ferrous biasa. Hal ini menjadi nilai tambah dibanding prototipe terdahulu yang masih menggunakan material campuran yang sulit dibersihkan.

Estimasi biaya pembuatan prototipe sebesar Rp 6.700.000 ditampilkan pada Tabel 4. Biaya ini mencakup seluruh komponen utama, bahan, serta ongkos kerja.

Tabel 4. Estimasi biaya pembuatan mesin pengiris bawang

No.	No Nama Komponen/Bahan	Jumlah	Total Harga (Rp)
1	Besi Siku 40x40x3 mm	10 batang	850.000
2	Motor Listrik 0,5 HP	1 unit	1.500.000
3	Pulley dan Sabuk V	1 set	250.000
4	Poros Baja Ø20 mm	2 batang (2 m)	300.000
5	Mata Pisau Stainless Steel	4 buah	600.000
6	Plat Besi (Corong & Dudukan)	3 lembar (30x30 cm)	400.000
7	Plat Galvanis (Cover Pelindung)	2 lembar (50x50 cm)	300.000
8	Bearing dan Rumah Bearing	2 set	350.000
9	Baut, Mur, Ring, Bracket	1 paket	150.000
10	Saklar, Kabel, & Panel Listrik	1 set	250.000
11	Cat, Amplas, dan Pembersih	1 set	150.000
12	Roda dan Kaki Penyangga	4 buah	300.000
13	Biaya Pengelasan & Perakitan	-	1.100.000
14	Biaya Finishing & Uji Coba	-	200.000
Total Estimasi Biaya			6.700.000

Hasil analisis menunjukkan biaya relatif ekonomis bila dibandingkan harga mesin komersial dengan kapasitas serupa yang bisa mencapai lebih dari Rp 10 juta. Hal ini memperlihatkan relevansi prototipe untuk mendukung UMKM dengan keterbatasan modal. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa desain sederhana dengan biaya rendah mampu menghasilkan mesin yang efektif dan sesuai untuk UMKM. Dari sisi kapasitas, mesin ini mampu menghasilkan output hingga 50 kg/jam, dua kali lipat dibanding penelitian sebelumnya. Dari sisi biaya, total Rp 6,7 juta tergolong murah untuk skala produksi pangan. Dari sisi higienitas, penggunaan *stainless steel* pada komponen utama memastikan keamanan pangan lebih baik.

Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Pertama, pengukuran ketebalan irisan masih dilakukan secara visual sehingga perlu ditambahkan uji statistik distribusi ketebalan. Kedua, konsumsi daya listrik rata-rata selama operasi belum diukur dengan alat watt-meter, sehingga analisis energi spesifik (Wh/kg) belum tersedia. Ketiga, uji lapangan di UMKM skala nyata belum dilakukan sehingga keberlanjutan kinerja jangka panjang belum diketahui. Meski

demikian, *novelty* penelitian ini terletak pada kombinasi tiga aspek penting: kapasitas besar (50 kg/jam), biaya ekonomis (Rp 6,7 juta), dan material higienis (*stainless steel*). Hal ini membedakan prototipe dari penelitian terdahulu yang terbatas pada kapasitas kecil dan material campuran. Ke depan, pengembangan diarahkan pada penambahan *feeder* otomatis, sistem pengaturan ketebalan pisau (*adjustable blade*), dan uji lapangan di UMKM. Dengan demikian, mesin ini tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekonomi lokal melalui peningkatan nilai tambah produk bawang goreng kemasan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan merealisasikan mesin pengiris bawang dengan kapasitas 50 kg/jam yang ditujukan untuk mendukung peningkatan produktivitas pada skala UMKM pangan. Hasil perakitan menunjukkan bahwa rancangan berbasis rangka besi siku, motor listrik 0,5 HP, serta sistem transmisi *pulley–V belt* mampu menghasilkan performa stabil dengan irisan yang relatif seragam. Penggunaan pisau dan komponen kontak pangan berbahan *stainless steel* terbukti mendukung aspek higienitas dan ketahanan korosi, sehingga mesin layak digunakan pada industri pengolahan bawang skala kecil.

Uji fungsional memperlihatkan bahwa mesin dapat mencapai kapasitas rancangan, sekaligus memberikan keunggulan dibandingkan mesin pengiris terdahulu yang umumnya memiliki kapasitas 10–20 kg/jam. Estimasi biaya produksi sebesar Rp 6.700.000 menunjukkan nilai ekonomis yang sesuai dengan kemampuan investasi pelaku UMKM. Dengan demikian, *novelty* penelitian ini terletak pada kombinasi antara kapasitas besar, biaya pembuatan yang rendah, serta desain sederhana namun higienis, yang menjadikannya solusi tepat guna di bidang pengolahan pangan.

Rekomendasi pengembangan ke depan meliputi pengukuran konsumsi energi spesifik, analisis distribusi ketebalan irisan secara kuantitatif, serta penerapan *feeder* otomatis dan sistem pengaturan ketebalan pisau. Validasi lapangan pada UMKM pengolahan bawang juga perlu dilakukan untuk menilai performa jangka panjang, aspek higienitas operasional, serta potensi peningkatan keuntungan ekonomi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Medan Area atas dukungan fasilitas dan pendanaan penelitian ini. Apresiasi juga diberikan kepada rekan-rekan mahasiswa serta mitra bengkel yang telah membantu dalam proses perancangan, fabrikasi, dan pengujian mesin, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Aririguzo, J. C., and C. H. Kadurumba. 2018. "Innovative Okro Slicing Machine Design and Manufacturing." *Procedia Manufacturing* 17: 363–370. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.058>.
- Azarhoushang, B., M. Paknejad, R. Börsinger, and H. M. Benner. 2024. "The Effects of Alloy Composition and Surface Integrity on the Machinability of Austenitic Stainless Steels 304 and 304L." *Journal of Manufacturing and Materials Processing* 8: 238. <https://doi.org/10.3390/jmmp8060238>.
- Dewi, T., R. D. Yustika, and F. D. Arianti. 2024. "Enhancement of Production and Food Security Through Sustainable Shallot Cultivation." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1364: 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1364/1/012052>.

- Gupta, P., and S. Vardhan. 2022. "Impact of Implementing TPM-Based Tool Cost Management Approach in Indian Manufacturing Industry." *International Journal of Services and Operations Management* 42: 229. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2022.123332>.
- Haryati, N., N. F. Rayesa, F. Faizal, and A. A. Fanani. 2023. "Shallot Supply Chain Sustainability Strategy in Facing the COVID-19 Pandemic: Case Study in Malang, Indonesia." *AIP Conference Proceedings* 2782: 050002. <https://doi.org/10.1063/5.0107255>.
- Kumari, R., P. Kumar, and A. Kumar. 2023. "Role of Fungi in Postharvest Disease Management in Horticultural Crops." In *Applied Mycology for Agriculture and Foods*, edited by G. C. S. Khachatourians and D. K. Arora, 151–163. New York: Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781003369868-8>.
- Misra, V., A. K. Mall, and M. I. Ansari. 2022. "Role of Effective Management of Harvested Crop to Increase Productivity Under Stress Environment." In *Augmenting Crop Productivity in Stress Environment*, 223–238. Singapore: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6361-1_14.
- Moerman, F., J. Kastelein, and T. Rugh. 2023. "Hygienic Design of Food Processing Equipment." In *Food Safety Management*, 623–678. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820013-1.00014-0>.
- Murtiningsih, R., G. A. Sopha, A. E. Marpaung, S. S. Tan, I. Cartika, I. P. Lestari, Amisnaipa, J. B. M. Rawung, K. K. Hamdani, N. Gunadi, R. Indrasti, Y. Haryati, T. Handayani, N. Khaririatun, and N. Waluyo. 2023. "Organic Materials to Enhance Climate Change Resilience on Shallot Production: A Review." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1165: 012036. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1165/1/012036>.
- Murray, A. N. 2014. "Food Safety Assurance Systems: Hygienic Design of Equipment." In *Encyclopedia of Food Safety*, 181–188. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00353-X>.
- Solahudin, M., L. Sucahyo, S. Amarilis, and L. A. Purnamasasi. 2022. "Techno-Economy Analysis of Shallot Seedling Production from TSS (True Shallot Seed) with LCAC (Low Cost Aeroponic Chamber) Technology." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1038: 012012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1038/1/012012>.
- Sopha, G. A., A. E. Marpaung, N. Gunadi, D. Priadi, I. P. Lestari, Y. Haryati, I. Cartika, A. W. Shodiq, S. S. Tan, and W. Adiyoga. 2024. "Shallot Cultural Practices in Indonesia." In *Advances in Horticultural Science*, 379–388. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37978-9_37.
- Suminartika, E., Y. Deliana, H. Hapsari, and S. Fatimah. 2022. "The Effect of Input Factor and Optimization of Input Factor of Shallot Farm." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1107: 012110. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1107/1/012110>.
- Tjahjohutomo, R., U. Budiharti, A. Unadi, A. Parikesit, A. Samudiantono, T. Hidayat, and Risfaheri. 2024. "Development and Implementation of Shallot Drying Storage Model (In-Store Dryer) in Solok District, West Sumatera." *AIP Conference Proceedings* 2782: 050006. <https://doi.org/10.1063/5.0184087>.
- Tulipa, D., D. Rachmawati, L. Ellitan, and I. Srianta. 2019. "Market Research and Cost Analysis of Production of Fried Shallot as Local Superior Product in Semaui Island, East Nusa Tenggara, Indonesia." *Food Research* 4 (2): 343–348. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(2\).250](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(2).250).
- Tulka, A., A. Ishak, R. Abu, K. Vijendran, M. I. I. Mohd Sakri, and Z. F. Roslee. 2024. "Dual-Functional Onion Processor." In *Innovations in Food Processing Equipment*, 605–619. https://doi.org/10.1007/978-981-97-0169-8_50.