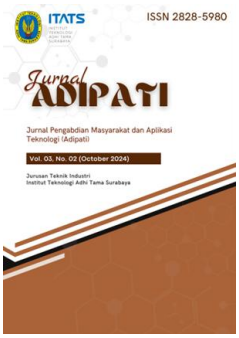
Putri, dkk., Jurnal ADIPATI, Vol. 05, No. 02, Tahun 2026
Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i2.8860



Halaman:
169 – 176

Tanggal penyerahan:
13 April 2026

Tanggal revisi:
25 Mei 2026

Tanggal diterima:
15 Juni 2026

Tanggal terbit:
24 Juni 2026

*penulis korespondensi
Email:
[1]itsmegadiana@gmail.com
[2]iphovkumala@telkomuniversity.ac.id
[3]dinocaesaron@telkomuniversity.ac.id
[4]ilmamufidah@telkomuniversity.ac.id

Jurnal Pengabdian Masyarakat dan aplikasi Teknologi (Adipati)

Design and Development of a Sealing Machine for Black Mulberry Product Packaging at Renkofruit Fam SME, Ciwidey

Ni Ketut Mega Diana Putri[1], Dino Caesaron[2], Iphov Kumala Sriwana[3], Ilma Mufidah[4*]
[1,2,3,4]Industrial Engineering Study Program, School of Industrial and System Engineering, Telkom University, Main Campus, Jl. Telekomunikasi no. 1, Bandung 40257, West Java, Indonesia

Abstract

Mulberry (morus nigra) is one of the plants widely utilized by small and medium enterprises (SMEs), including Renkofruit Fam SME located in Ciwidey, Indonesia. The utilization of mulberry has been chosen due to its high economic value through the diversification of downstream products. However, in the process of product diversification, packaging adhesion issues have emerged, potentially compromising product quality during distribution. The objective of this community service program is to design and develop a sealing machine to address these packaging challenges and improve product quality. The design process applies the VDI (Verein Deutscher Ingenieure) methodology, which consists of four systematic stages: clarification of the task, conceptual design, embodiment design, and detail design. This structured design approach allows for a more thorough and optimal product development process. The outcomes of this community engagement activity is the application of designed sealing machine at Renkofruit Fam SME, Ciwidey. From a managerial perspective, the sealing machine is expected to enhance packaging quality, extend distribution coverage across the country, and contribute to increased profitability for the targeted SME. This study demonstrates the application of systematic engineering design to support local SMEs in improving product competitiveness and sustainability.

Keywords: *packaging quality, product innovation, sealing machine, SME development, systematic design*

Abstrak

Murbei (*morus nigra*) merupakan salah satu tanaman yang banyak dimanfaatkan oleh usaha kecil dan menengah (UKM), termasuk UKM Renkofruit Fam yang berlokasi di Ciwidey, Indonesia. Pemanfaatan murbei dipilih karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi melalui diversifikasi produk turunannya. Namun, dalam proses diversifikasi produk, muncul permasalahan pada proses perekat kemasan yang berpotensi menurunkan kualitas produk selama proses distribusi. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan mesin penyegel kemasan guna mengatasi permasalahan tersebut serta meningkatkan kualitas produk. Proses perancangan menggunakan metode VDI (*Verein Deutscher Ingenieure*) yang terdiri dari empat tahapan sistematis, yaitu klarifikasi tugas, perancangan konseptual, perancangan perwujudan, dan perancangan detail. Pendekatan perancangan yang terstruktur ini memungkinkan proses pengembangan produk dilakukan secara lebih sistematis dan optimal. Hasil dari kegiatan pengabdian ini adalah penerapan mesin penyegel kemasan yang telah dirancang pada UKM Renkofruit Fam di Ciwidey. Dari sisi manajerial, mesin penyegel kemasan ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas kemasan produk, memperluas jangkauan distribusi hingga ke seluruh wilayah Indonesia, serta meningkatkan keuntungan bagi UKM mitra. Pengabdian masyarakat ini menunjukkan penerapan metode perancangan teknik yang sistematis untuk mendukung peningkatan daya saing dan keberlanjutan UKM lokal.

Kata kunci: inovasi produk, kualitas kemasan, mesin *sealing*, pengembangan UKM**,** perancangan sistematis

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

1. PENDAHULUAN

Komponen penting dalam peningkatan rantai nilai pertanian saat ini adalah pengembangan *downstream agro-industries* (Food and Agriculture Organization, 2020; Industrial Development Report, 2022; Smith dkk., n.d.). Salah satu tanaman yang semakin banyak dimanfaatkan adalah *Black Mulberry* (*Morus nigra*) karena memiliki beragam potensi pemanfaatan (Yuniati, 2023). Buahnya kaya akan flavonoid dan antosianin, yaitu senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antiinflamasi dan antioksidan, sementara daunnya tetap menjadi sumber pakan utama bagi ulat sutra (Sulistiani dkk., 2021; Zhang dkk., 2022). Selain itu, berbagai turunan produk murbei semakin banyak digunakan dalam *functional foods*, pengobatan herbal, serta pencegahan penyakit kronis (Febriana & Subarnas, 2022; Hartono dkk., 2024; Mutia dkk., 2023). Memanfaatkan potensi tersebut, MSME Renkofruit Fam di Ciwidey memproduksi berbagai produk olahan murbei dengan merek Kokkai. Saat ini, usaha tersebut mulai melakukan diversifikasi produk ke *Blackberry Puree* sebagai upaya meningkatkan umur simpan produk sekaligus memperluas jangkauan pasar. Namun demikian, proses penyegelan kemasan yang tidak seragam, misalnya *seal* yang kadang rapat tetapi pada kemasan lain lemah, miring, atau bocor, berpotensi mengganggu keamanan produk, menurunkan umur simpan, serta mengurangi kepercayaan konsumen (Rahayu dkk., 2021; Wicaksono & Pratama, 2023).

Strategi pengemasan yang efektif tidak hanya menjamin perlindungan produk tetapi juga meningkatkan daya tarik bagi konsumen (Galanakis, 2019; Rizki dkk., 2022). Saat ini, Renkofruit Fam masih menggunakan mesin penyegel manual yang memiliki keterbatasan dari sisi kecepatan proses, konsistensi hasil, dan higienitas. Observasi menunjukkan bahwa penyegelan manual membutuhkan waktu 20–30 detik per unit, kualitas *seal* hanya 75% sempurna, sedangkan sisanya rentan terhadap ikatan lemah atau kebocoran. Selain itu, tercatat 5–7 insiden tumpahan atau kontaminasi selama periode observasi, yang membatasi kapasitas produksi dan meningkatkan risiko higienitas, terutama untuk produk cair seperti *Blackberry Puree*.

Tabel 1. Data Observasi Mesin *Sealing* Manual

Variabel	Rata-rata/Hari	Keterangan
Waktu penyegelan per unit	20–30 detik	Bergantung operator, kelelahan menurunkan kecepatan.
Seal sempurna	75%	Sisanya (25%) *seal* lemah atau bocor.
Insiden tumpahan/kontaminasi	5-7 kejadian	Risiko higienitas, penolakan konsumen.

Data ini menekankan urgensi perbaikan proses pengemasan untuk menjaga kualitas dan kepuasan pelanggan. Literatur mendukung bahwa otomatisasi dalam pengemasan dapat meningkatkan efisiensi, menjaga konsistensi kualitas *seal*, dan meminimalkan kesalahan manusia (Singh dkk., 2020; Nugroho dkk., 2022). Pendekatan *systematic design*, seperti VDI *engineering framework*, membantu memastikan proses pengembangan mesin sesuai dengan kebutuhan teknis dan kondisi operasional pada skala produksi kecil (Nasution dkk., 2022; Irvan, 2021; Pahl & Beitz, 2021; Eppinger & Ulrich, 2023; Lindemann dkk., 2020). Meskipun framework ini banyak diterapkan pada industri skala besar, penerapannya untuk mesin penyegel SME masih terbatas (Jatmiko dkk., 2022; Prabowo dkk., 2023; Lukman dkk., 2024).

Kontribusi utama pengabdian masyarakat ini adalah pengembangan serta pembuatan prototipe *sealing machine* yang efisien dan sesuai dengan kapasitas SME menggunakan pendekatan VDI, yang secara khusus disesuaikan dengan kondisi lingkungan produksi lokal di Renkofruit Fam. Pengembangan ini diharapkan mampu meningkatkan integritas kemasan produk, efisiensi proses produksi, mendukung pengembangan SME secara berkelanjutan, serta mendorong pemberdayaan teknologi pada tingkat komunitas.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1. Mitra Pengabdian Masyarakat

Renkofruit Fam yaitu usaha berskala kecil atau *small and medium enterprise* (SME) yang bergerak dalam pengolahan produk pangan berbasis buah, khususnya produk turunan *Black Mulberry*. Produk yang dikembangkan oleh mitra berupa olahan buah bernilai tambah, salah satunya dalam bentuk produk cair atau semi-cair seperti *Black Mulberry Puree*. Renkofruit Fam berlokasi di Ciwidey, Bandung dan masih berada pada tahap pengembangan usaha, baik dari aspek kapasitas produksi, manajemen usaha, maupun penguatan kualitas produk.

Sebagai usaha kecil yang sedang berkembang, Renkofruit Fam memiliki keterbatasan dalam akses terhadap teknologi produksi, modal pengadaan peralatan, jaringan usaha, serta segmentasi pasar yang tetap. Kondisi tersebut menjadikan Renkofruit Fam sebagai mitra yang relevan dalam kegiatan pengabdian masyarakat berbasis

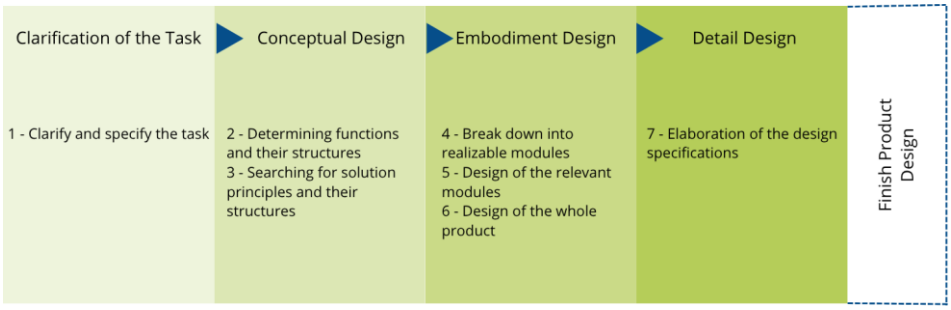
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

penerapan teknologi tepat guna. Kegiatan ini diarahkan untuk mendukung peningkatan kapasitas produksi dan kualitas pengemasan melalui perancangan serta pengembangan mesin penyegel yang sesuai dengan karakteristik produk, kebutuhan operasional, kemampuan operator, dan skala usaha mitra.

2.2. Metode Pengabdian Masyarakat

Pengabdian masyarakat ini menerapkan pendekatan *systematic engineering design* untuk mengatasi permasalahan pengemasan yang dihadapi Renkofruit Fam dalam produksi produk turunan *Black Mulberry*. Pendekatan yang digunakan adalah VDI (Verein Deutscher Ingenieure), yaitu metodologi *product design* yang menyediakan kerangka kerja sistematis dalam pengembangan sistem mekanik. Tahapan metodologi ini ditunjukkan pada Gambar 1 (Nasution dkk., 2022; Irvan, 2021; Pahl & Beitz, 2021). Metode VDI dipilih karena mampu menghasilkan desain yang lebih terstruktur dan reliabel melalui proses identifikasi, analisis, serta pemilihan solusi desain secara sistematis. Selain itu, pendekatan ini juga sesuai untuk pengembangan teknologi pada SMEs yang memiliki skala produksi relatif kecil (Eppinger & Ulrich, 2023; Lindemann dkk., 2020).

Prosedur pengabdian masyarakat meliputi pengumpulan data kualitatif, penerapan metode perancangan teknik, serta evaluasi prototipe. Data primer diperoleh melalui wawancara, observasi langsung, dan diskusi dengan tim produksi Renkofruit Fam untuk mengidentifikasi permasalahan pengemasan, keterbatasan operasional, serta kebutuhan pengguna dalam proses penyegelan kemasan. Informasi tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam proses perancangan mesin penyegel. Proses *systematic design* dalam pengabdian masyarakat ini terdiri dari empat tahapan utama, yaitu *task clarification*, *conceptual design*, *embodiment design*, dan *detail design*, yang memungkinkan kebutuhan pengguna diterjemahkan secara sistematis menjadi spesifikasi teknis dan solusi desain yang sesuai dengan kondisi produksi pada SMEs.



Gambar 1. Tahapan metodologi pengabdian masyarakat untuk pengembangan produk

1. *Clarification of the Task*

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan utama yang dihadapi oleh Renkofruit Fam dalam proses penyegelan kemasan. Berdasarkan observasi langsung dan wawancara dengan pemilik usaha, ditemukan beberapa kendala seperti waktu penyegelan yang lama, kesalahan operator yang menyebabkan kebocoran kemasan, serta rendahnya efisiensi produksi harian. Selain itu, beberapa keterbatasan teknis juga dianalisis, seperti ukuran area kerja, tingkat keterampilan operator, dan ketersediaan daya listrik. Kebutuhan fungsional seperti stabilitas penyegelan vertikal, pengaturan suhu, dan standar higienitas juga ditentukan sebagai dasar dalam perancangan alat.

2. *Conceptual Design*

Pada tahap ini dikembangkan beberapa alternatif konsep desain untuk memenuhi fungsi utama sistem, seperti mekanisme penyegelan, konfigurasi elemen pemanas, dan sistem penopang kemasan secara vertikal. Hubungan antar fungsi dipetakan menggunakan *functional structure diagram* untuk memahami interaksi antar komponen. Selanjutnya, beberapa konsep solusi dibandingkan menggunakan *evaluation matrix* berdasarkan kriteria seperti keandalan, biaya, kemudahan penggunaan, dan kesesuaian dengan kondisi operasional Renkofruit Fam. Hasil evaluasi ini digunakan untuk menentukan konsep desain yang paling sesuai.

3. *Embodiment Design*

Konsep yang terpilih kemudian dikembangkan menjadi desain yang lebih detail dengan membaginya ke dalam beberapa modul utama, yaitu *heating unit*, *vertical holding frame*, dan *manual trigger control*. Setiap modul diterjemahkan menjadi komponen mekanik yang dapat diproduksi. Pada tahap ini digunakan perangkat CAD seperti SolidWorks atau Fusion360 untuk membuat model tiga dimensi yang mencakup dimensi, toleransi, dan pemilihan material, seperti penggunaan *stainless steel* untuk menjaga higienitas. Aspek keselamatan operator, isolasi panas, dan ergonomi penggunaan juga diperhatikan dalam tahap ini.

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

4. *Detail Design and Prototype Testing*

Tahap akhir berfokus pada penyempurnaan spesifikasi desain untuk mendukung pembuatan prototipe. Toleransi manufaktur dan instruksi produksi ditentukan sesuai dengan kemampuan teknologi fabrikasi yang tersedia pada SMEs. Setelah proses pembuatan selesai, prototipe mesin diuji dalam kondisi produksi nyata untuk mengevaluasi konsistensi penyegelan, efisiensi operasional, serta kualitas kemasan yang dihasilkan. Selama proses perancangan, evaluasi dan diskusi dengan tim Renkofruit Fam dilakukan secara berkala untuk memastikan desain yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan operasional usaha.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil dan implikasi dari perancangan *vertical continuous sealing machine* untuk UKM Renkofruit Fam dengan menggunakan metodologi VDI *engineering design*, yang meliputi tahap *Task Clarification*, *Conceptual Design*, *Embodiment Design*, dan *Detail Design* (lihat Tabel 1). Setiap tahapan perancangan dikaitkan dengan hasil yang diperoleh dan dibahas dengan mempertimbangkan keterbatasan operasional pada SMEs serta didukung oleh literatur yang relevan.

3.1. *Clarification of the Task*

Permasalahan utama yang telah diidentifikasi yaitu pengemasan yang tidak berkualitas dan kurang efisien menggunakan mesin *sealing* manual. Wawancara dengan stakeholders di Renkofruit Farm mengkonfirmasi bahwa permasalahan ini berdampak pada higentas dan kepuasan pelanggan, begitu juga dengan keterbatasan produksi dengan jumlah yang banyak. Berikut adalah ringkasan dari hasil *interview* terhadap penggunaan mesin *sealing* manual di Renkofruit Fam.

Tabel 2. Identifikasi Permasalahan pada Mesin *Sealing* Manual

No.	Aspek	Kondisi Mesin *Sealer* Manual
1.	Waktu *sealing*	Relatif lama (±20–30 detik per unit), bergantung pada ketelitian dan kecepatan operator.
2.	Kapasitas output harian	Terbatas karena proses masih manual sehingga sulit memenuhi peningkatan permintaan.
3.	Kualitas *sealing*	Rentan terhadap kualitas segel yang lemah atau tidak sejajar yang dapat menyebabkan risiko kebocoran.
4.	Stabilitas kemasan	Kemasan cenderung miring atau bergerak, terutama pada produk berbasis cairan.
5.	Ketergantungan pada operator	Sangat bergantung pada keterampilan dan konsentrasi operator sehingga hasil sering bervariasi.
6.	Standar higienitas	Sulit menjaga kebersihan karena sering terjadi tumpahan serta penanganan manual selama proses penyegelan.
7.	Efisiensi dan skalabilitas	Kurang efisien dan sulit untuk ditingkatkan kapasitasnya, sehingga tidak mampu mendukung pertumbuhan produksi seiring ekspansi pasar.

Seperti ditunjukkan pada Tabel 1, mesin manual *sealer* yang saat ini digunakan oleh Renkofruit Fam memiliki beberapa keterbatasan operasional yang mempengaruhi produktivitas dan kualitas produk. Waktu penyegelan yang mencapai 20–30 detik per unit membatasi kapasitas produksi harian dan menyulitkan pemenuhan fluktuasi permintaan pasar. Selain itu, kualitas segel sering kali tidak seragam, misalnya *seal* kadang rapat tetapi pada kemasan lain lemah, miring, atau bocor yang dapat meningkatkan risiko kebocoran terutama pada produk berbasis cairan. Ketergantungan pada ketelitian operator juga menyebabkan variasi hasil serta menimbulkan permasalahan higienitas akibat tumpahan yang dapat mencemari area kerja. Permasalahan serupa juga sering terjadi pada industri pangan skala kecil yang masih menggunakan sistem penyegelan manual (Putri & Hidayat, 2021; Zahra & Santoso, 2023; Rizki dkk., 2022). Oleh karena itu, penerapan sistem penyegelan otomatis menjadi solusi penting untuk meningkatkan konsistensi penyegelan, menjaga standar higienitas, serta meningkatkan efisiensi operasional pada SMEs (Singh dkk., 2020; Nugroho dkk., 2022).

3.2. *Conceptual Design*

Setelah tahap task clarification, beberapa alternatif konsep desain dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan proses penyegelan manual di Renkofruit Fam, khususnya terkait kecepatan penyegelan, higienitas, dan konsistensi hasil. Alternatif yang dipertimbangkan meliputi horizontal *manual impulse sealer*, *pedal operated semi-*

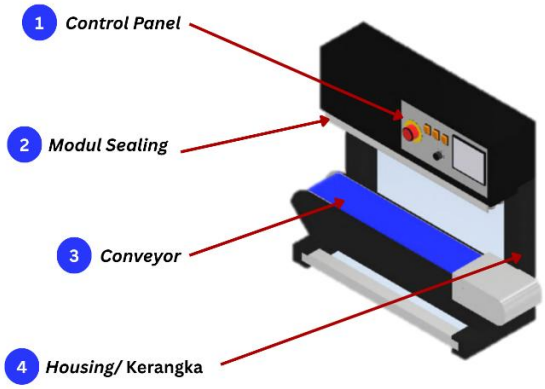
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

automatic sealer, dan *vertical continuous band sealer*. Setiap konsep dievaluasi menggunakan *weighted scoring matrix* berdasarkan kriteria seperti kecepatan penyegelan, higienitas, kemudahan penggunaan, efisiensi biaya, serta potensi pengembangan di masa depan.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa *vertical continuous band sealer* merupakan konsep yang paling sesuai. Konfigurasi vertikal membantu menjaga stabilitas kemasan dengan memanfaatkan gravitasi sehingga mengurangi risiko kebocoran pada produk berbasis cairan seperti *Blackberry Puree*. Selain itu, desain ini mengurangi kontak langsung operator dengan kemasan sehingga mendukung standar higienitas dalam industri pangan (Galanakis, 2019; Rizki dkk., 2022). Sistem penyegelan kontinu juga memungkinkan proses yang lebih cepat dan konsisten, bahkan ketika dioperasikan oleh tenaga kerja dengan keterampilan terbatas (El-Sayed & Agrawal, 2021). Pemilihan konsep ini sejalan dengan pendekatan VDI *engineering design* yang menekankan kesesuaian antara fungsi teknis dan kebutuhan produksi (Pahl & Beitz, 2021).

3.3. *Embodiment Design*

Konsep yang dipilih kemudian diterjemahkan ke dalam beberapa subsistem utama, yaitu modul penyegelan, penggerak konveyor, panel kontrol, dan rangka mesin. Sebuah model CAD 3D (Gambar 2) dikembangkan untuk menentukan dimensi spasial, penggunaan material, serta integrasi antar modul.



Gambar 2. Model rancangan CAD 3D isometrik mesin *sealing*

Model ini membantu dalam penentuan dimensi komponen secara lebih presisi, pemilihan material yang sesuai, serta konektivitas antar modul. Setiap subsistem dirancang untuk memenuhi kebutuhan fungsional yang telah diidentifikasi pada tahap *problem clarification*, khususnya yang berkaitan dengan karakteristik produk berbasis cairan serta alur operasional produksi di Renkofruit Fam. Tabel 3 menjelaskan bagaimana setiap elemen desain dipilih untuk mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi pada tahap *problem clarification* serta mendukung proses *embodiment design*.

Tabel 3. Spesifikasi Rancangan Subsistem Mesin *Sealing*

Subsistem	Fungsi	Fitur Desain	Justifikasi
Control panel	Menjadi antarmuka operator untuk menyalakan/mematikan mesin, mengatur suhu, dan memantau proses *sealing*.	Tombol ON/OFF, tombol pengaturan operasi, dan layar display suhu.	Panel kontrol terintegrasi memudahkan pengoperasian, meningkatkan keselamatan, serta mendukung pengaturan suhu yang lebih presisi selama proses penyegelan (Salih dkk., 2019; Sharma & Kumar, 2020).
Modul *sealing*	Memberikan panas dan tekanan yang konsisten untuk menyegel kemasan.	Rahang penyegel dengan suhu konstan.	Penyegelan dengan suhu konstan meningkatkan kekuatan dan konsistensi *seal* pada kemasan produk cair (Lammers dkk., 2021).
Conveyor	Mengangkut dan memposisikan kemasan *pouch* selama proses penyegelan.	Sistem transport vertikal berbasis sabuk.	Sistem vertikal membantu menjaga stabilitas kemasan selama proses penyegelan (Sharma & Kumar, 2020).
Rangka dan *housing*	Menyediakan dukungan struktural dan melindungi komponen mesin agar proses berjalan aman dan higienis.	Badan tertutup berbahan *stainless steel* dengan tata letak vertikal.	Desain tertutup berbahan *stainless steel* membantu menjaga higienitas, mengurangi risiko kontaminasi, dan memberikan kekuatan struktural pada mesin pengolahan pangan (Kim & Park, 2021).

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

Perancangan difokuskan pada empat prioritas utama, yaitu:

1. Melalui panel kontrol yang terintegrasi dengan tombol ON/OFF dan tombol pengaturan operasi. Penerapan ini memudahkan pengoperasian, termasuk *emergency stop*, serta mengurangi risiko bagi operator selama proses penyegelan.
2. Presisi penyegelan dicapai dengan modul *sealing* yang menggunakan rahang penyegel dengan suhu konstan. Desain ini memastikan ikatan kemasan yang seragam, mencegah kebocoran, dan meningkatkan kualitas seal pada produk cair.
3. Stabilitas kemasan ditingkatkan melalui *conveyor* berbasis sistem vertikal. Posisi *pouch* tetap sejajar selama proses sealing sehingga risiko kemiringan, tumpahan, dan ketidakteraturan posisi kemasan dapat diminimalkan.
4. Higienitas, dijaga dengan penggunaan rangka/*housing* tertutup dari *stainless steel*. Struktur ini melindungi seluruh komponen mesin, meminimalkan kontak langsung produk dengan permukaan luar, dan mempermudah pembersihan. Kekokohan rangka juga mendukung stabilitas modul *sealing* dan *conveyor*, sehingga proses penyegelan tetap konsisten.

Selain itu, evaluasi iteratif bersama pemangku kepentingan dilakukan untuk memastikan desain sesuai kebutuhan operasional, keterbatasan anggaran, dan mengidentifikasi potensi kekurangan sebelum tahap fabrikasi.

3.4. Detail Design and Prototype *Testing*

Spesifikasi akhir desain diselesaikan yang mencakup gambar teknik, tata letak perakitan, sistem pengkabelan kontrol, serta *bill of materials* (BOM). Berdasarkan spesifikasi tersebut, sebuah prototipe mesin kemudian dibuat dan diuji langsung di lokasi produksi Renkofruit Fam, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian prototipe mesin *sealing* otomatis vertikal di Renkofruit Fam.

Prototipe mesin penyegel berhasil dirakit sesuai dengan spesifikasi desain yang telah ditetapkan dan selanjutnya diuji di fasilitas produksi Renkofruit Fam. Evaluasi lapangan difokuskan pada pengujian kinerja penyegelan, kemudahan penggunaan, serta keandalan operasional dalam kondisi kerja nyata. Seperti terlihat pada Gambar 3, mesin dioperasikan langsung oleh pengguna akhir untuk memastikan kesesuaian dengan aspek ergonomi dan kebutuhan operasional. Hasil pengujian awal menunjukkan peningkatan kecepatan dan konsistensi penyegelan dibandingkan dengan sistem manual yang sebelumnya digunakan, sehingga menunjukkan bahwa desain yang diusulkan layak diterapkan dalam lingkungan produksi nyata.

Untuk membandingkan keunggulan operasional mesin yang diusulkan secara kuantitatif, Tabel 4 menyajikan evaluasi kinerja sistem penyegelan manual tradisional dan sistem *vertical continuous sealing* yang baru.

Tabel 4. Evaluasi kinerja antara sistem *sealing* manual dan sistem *vertical continuous sealer* yang diusulkan

Kriteria	Manual *Sealer*	*Automatic Vertical Sealer*
Waktu penyegelan (per unit)	±20–30 detik	±5–7 detik
Peran operator	Tinggi (memerlukan keterampilan dan koordinasi)	Rendah (kontrol tombol sederhana)
Risiko higienitas	Tinggi (risiko tumpahan dan kontaminasi)	Rendah (mekanisme penyegelan stabil)
Konsistensi segel	Tidak seragam, misalnya kualitas segel kadang rapat tetapi pada kemasan lain lemah, miring, atau bocor.	Hasil segel rapat dan kuat (tidak rawan bocor)
Kebutuhan pelatihan untuk operator	Sedang hingga tinggi	Rendah

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

Perbandingan kinerja menunjukkan bahwa mesin penyegel vertikal otomatis yang diusulkan memiliki performa lebih baik dibandingkan *manual sealer*, terutama dari segi kecepatan penyegelan, konsistensi hasil, dan higienitas. Mesin manual membutuhkan waktu sekitar 20–30 detik per unit, sehingga kapasitas produksi per jam terbatas. Sebaliknya, mesin otomatis hanya membutuhkan 5–7 detik per unit, sehingga kapasitas produksinya meningkat lebih dari 4 kali lipat dibanding mesin manual. Peningkatan ini sekaligus mengurangi ketidakkonsistenan segel, kelelahan operator, dan risiko kontaminasi pada produk berbasis cairan, mendukung efisiensi proses serta standar keamanan pangan (Putri & Hidayat, 2021; Zahra & Santoso, 2023; Galanakis, 2019; Nugroho dkk., 2022; Singh dkk., 2020).

4. KESIMPULAN

Pengabdian masyarakat ini berhasil mengembangkan mesin *vertical continuous sealing* yang mampu meningkatkan efisiensi proses pengemasan di Renkofruit Fam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu penyegelan berkurang dari sekitar 20–30 detik per unit pada *manual sealer* menjadi 5–7 detik per unit, serta menghasilkan kualitas *seal* yang lebih konsisten dan higienis dengan ketergantungan operator yang lebih rendah. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem ini dapat ditingkatkan melalui integrasi sensor otomatis, sistem pengisian produk (*filling system*), atau pemantauan kinerja berbasis IoT guna meningkatkan tingkat otomatisasi, efisiensi produksi, dan kemampuan pemantauan proses secara *real time*.

DAFTAR PUSTAKA

Febriana, N., & Subarnas, A. (2022). The potential of mulberry in functional food and traditional medicine. Indonesian Journal of Pharmacy, 33(1), 15–23.

Food and Agriculture Organization. (2020). The state of food and agriculture 2020: Overcoming water challenges in agriculture.

Galanakis, C. M. (2019). Food packaging and preservation: Techniques and applications. Academic Press.

Hartono, I., Permatasari, S., & Kartika, D. R. (2024). Mulberry extract for chronic disease prevention: A review. Pharmaciana, 14(1), 18–25.

Industrial Development Report. (2022). Industrial development report 2022: The future of industrialization in a post-pandemic world.

Irvan, S. (2021). Aplikasi pendekatan rekayasa sistematik dalam pengembangan mesin pengemas. Jurnal Reka Industri, 5(1), 33–41.

Jatmiko, A., Ramadhani, L., & Puspitasari, I. (2022). Desain mesin *sealer* hemat biaya untuk UMKM. Jurnal Teknik Mesin dan Industri, 9(2), 55–62.

Lindemann, U., Maurer, M., & Braun, T. (2020). Structural complexity management: An approach for the field of product design. Springer.

Lukman, H., Taufiq, B. A., & Riza, R. S. (2024). Implementasi metodologi VDI 2221 pada pengembangan alat pengemas vertikal. Jurnal Inovasi dan Teknologi, 8(1), 40–48.

Mutia, A., Kurniawan, R., & Sari, A. (2023). Consumer perception and market potential of mulberry-based health drinks. Jurnal Industri Pertanian Indonesia, 18(2), 104–112.

Nasution, R., Sutopo, E., & Fitri, A. (2022). Penerapan metode VDI 2221 untuk perancangan alat pengemas pada UMKM. Jurnal Teknologi dan Rekayasa, 10(2), 112–120.

Nugroho, E., Arief, S., & Kurniawan, A. (2022). Improving sealing consistency in small-scale production. Food and Bioprocess Technology, 15, 111–120.

Pahl, G., & Beitz, W. (2021). Engineering design: A systematic approach (3rd ed.). Springer.

Prabowo, F., Widodo, A. M., & Hardiansyah, R. (2023). Prototype mesin sealer otomatis berbasis sistem kendali mikro. Jurnal Teknologi Mesin, 15(1), 29–35.

Putri, N., & Hidayat, M. (2021). Analisis kelayakan pengemasan manual pada UMKM minuman. Jurnal Agroindustri dan Bioteknologi, 6(3), 62–69.

Rahayu, S., Prasetyo, D., & Yulianto, H. (2021). Evaluasi kualitas kemasan produk olahan buah pada UMKM. Jurnal Inovasi Teknologi Pangan, 12(1), 50–58.

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

Rizki, D., Hidayatullah, M., & Rahman, F. A. (2022). Evaluasi efektivitas pengemasan UMKM makanan cair. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 13(1), 9–18.

Singh, D., Mehta, R., & Sharma, K. (2020). Automation and robotics in food packaging lines. Journal of Food Engineering, 280, 109983.

Smith, J., Miller, A., & Zhao, R. (n.d.). Value chains in agriculture. International Journal of Agricultural Economics.

Sulistiani, R., Hanafi, M., & Sari, D. (2021). Antioxidant activity of flavonoids in Indonesian mulberries. Food Chemistry, 365, 130467. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130467

Wicaksono, F., & Pratama, H. (2023). Peran kemasan dalam meningkatkan daya saing produk UMKM berbasis buah. Jurnal Teknik Industri Pertanian, 6(2), 44–53.

Yuniati, A. (2023). Nutritional and medicinal potentials of Morus nigra. Plant Foods for Human Nutrition, 78(1), 23–30.

Zahra, A., & Santoso, H. (2023). Studi efisiensi penyegelan manual vs otomatis pada kemasan cairan herbal. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan, 18(1), 45–53.

Zhang, Y., Lu, X., & Chen, L. (2022). Anthocyanin composition in Morus nigra and their bioactivity. Journal of Nutritional Biochemistry, 98, 108822.