

Mesin Peniris Minyak untuk Industri Kecil Produk Bawang Goreng

Tri Widodo Besar Riyadi^{1*}, Divanda Yudha Pratama², Naufal Latif Wicaksono³, Tri Difa' Fadillah⁴, Mas'ud Fajar Al-Mu'tashim⁵, Panji Ardian Estu Hanifah⁶, Ipung Veriawan⁷, Muhammad Daim Nurfaiz⁸, Willy Arya Saputra⁹, Mafthukh Rifqi Zarkhasy¹⁰, Hardika Prasetya¹¹, Rouf Muhammad¹²

¹⁻¹¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta 57102, Indonesia

¹²Program Studi D3 Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta PSDKU Demak

e-mail: * ¹Tri.Riyadi@ums.ac.id, ²d200220103@student.ums.ac.id,

³d200220104@student.ums.ac.id, ⁴d200220105@student.ums.ac.id,

⁵d200220106@student.ums.ac.id, ⁶d200220107@student.ums.ac.id,

⁷d200220108@student.ums.ac.id, ⁸d200220110@student.ums.ac.id,

⁹d200220111@student.ums.ac.id, ¹⁰d200220115@student.ums.ac.id,

¹¹d200220116@student.ums.ac.id, ¹²rouf.muhammad@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Bawang goreng merupakan bahan pelengkap makanan yang dapat meningkatkan rasa gurih dan aroma yang harum pada makanan seperti soto, bakso, nasi goreng, mie goreng, dan rawon. Bawang goreng mempunyai tekstur renyah dan kering, yang dihasilkan melalui proses perajangan, penggorengan, dan penirisan minyak. Meskipun kebutuhan pasar sangat banyak tetapi kebanyakan industri kecil masih menggunakan cara konvensional dalam proses produksinya, terutama pada proses penirisan minyaknya. Proses penirisan minyak yang dilakukan dengan cara konvensional yaitu mendinginkan saja maka akan membutuhkan waktu yang cukup lama agar produk bawang goreng dapat kering dan tidak banyak mengandung minyak. Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah merancang bangun sebuah mesin peniris minyak bawang goreng. Produk dirancang dengan menggunakan komputer yang dilengkapi dengan perangkat lunak untuk desain (Computer Aided Design) dan dilanjutkan dengan proses manufaktur. Komponen utama mesin meliputi tabung spinner, sistem transmisi, dan motor listrik. Hasil ujicoba mesin menunjukkan bahwa mesin dapat meniriskan minyak lebih cepat dan menghasilkan kualitas produk yang lebih kering dibandingkan dengan cara konvensional. Penggunaan mesin peniris minyak bawang goreng ini telah berhasil meningkatkan kapasitas produksi sebesar 60% dari 12 kg/jam menjadi 30 kg/jam. Penggunaan mesin ini sangat penting karena dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas produk sehingga dapat memenuhi kebutuhan pasar yang lebih besar.

Kata kunci: mesin peniris, minyak goreng, bawang goreng, kapasitas produksi 30 kg/jam

1. PENDAHULUAN

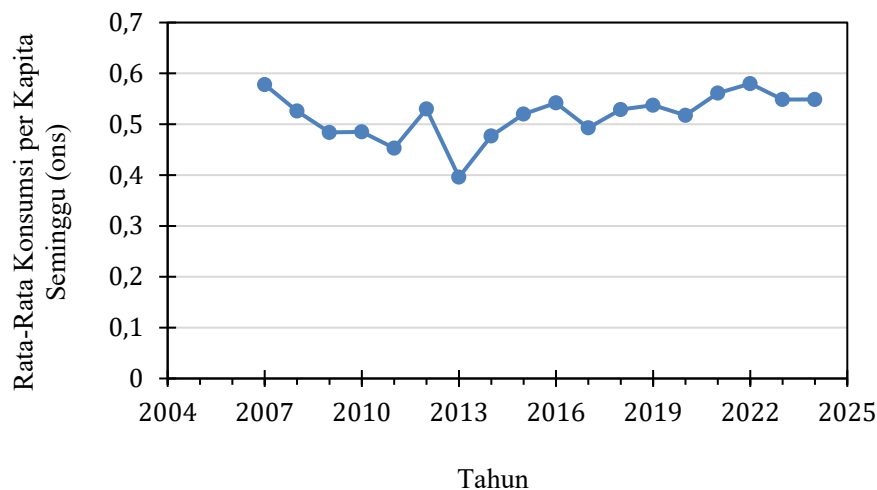
Bawang goreng sering dijumpai pada menu makanan sehari-hari seperti pada makanan soto, bakso, nasi goreng, mie goreng, dan rawon, karena dapat meningkatkan rasa atau aroma makanan [1]. Produk bawang goreng diperoleh dari hasil olahan bawang merah mulai dari proses perajangan, penggorengan, penirisan minyak, dan kadang disertai pencampuran dengan tepung [2]. Keberadaan produk bawang goreng instan yang beredar di pasaran dapat memudahkan masyarakat sehingga tidak perlu mengolah sendiri dengan mengupas, mengiris, dan menggorengnya.

Peluang usaha bawang merah di Indonesia cukup menjanjikan dengan mempertimbangkan produksi bawang merah dan tingkat konsumsi bawang merah di Indonesia.

Tabel 1 menunjukkan produksi bawang merah di Indonesia menurut data Biro Pusat Statistik (BPS) tahun 2021-2023 [3]. Data diambil untuk 6 propinsi dengan produksi terbesar yaitu sekitar 90% dibandingkan dengan produksi seluruh provinsi lain. Sedangkan rata-rata konsumsi bawang merah per kapita seminggu antara tahun 2007-2024 ditunjukkan pada Gambar 1. Konsumsi yang stabil tinggi menunjukkan adanya kebutuhan yang kontinyu dan sedikit mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan adanya peluang usaha yang cukup menjanjikan bagi pengusaha bawang merah.

Tabel 1 Produksi Bawang Merah di beberapa Propinsi

Provinsi	2021	2022	2023
Sumatera Barat	200.366	207.376	233.917
Jawa Barat	170.650	193.318	179.355
Jawa Tengah	564.255	556.510	479.091
Jawa Timur	500.992	478.393	484.669
Nusa Tenggara Barat	222.620	201.155	212.618
Sulawesi Selatan	183.210	175.160	201.421
Propinsi lainnya	162.497	170.448	194.162
Jumlah Indonesia	2.004.590	1.982.360	1.985.233



Gambar 1 Konsumsi bawang merah di Indonesia tahun 2007-2024

Kualitas produk bawang goreng dipengaruhi oleh bahan baku dan kadar minyak yang tersisa pada produk setelah digoreng. Kadar minyak rata-rata bawang goreng dengan variasi bahan mentah dari berbagai daerah berkisar antara 35-40%. Kadar minyak sebesar ini cukup tinggi dan tidak baik bagi kesehatan. Selain itu kadar minyak yang tinggi juga menurunkan daya tahan penyimpanan produk. Adapun kadar minyak yang diijinkan adalah sekitar 30% [4]. Untuk mengurangi jumlah minyak yang terkandung dalam bawang goreng secara efektif maka digunakan alat yang disebut mesin penguras minyak atau peniris. Jumlah minyak yang terkandung di dalamnya merupakan salah satu aspek terpenting yang menentukan kualitas dan masa simpannya. Seiring berkurangnya jumlah minyak dalam bawang goreng, kualitas bawang dan kemampuannya untuk disimpan dalam jangka waktu lebih lama pun meningkat. Oleh karena itu, mesin yang digunakan untuk menguras minyak dari bawang goreng harus berkualitas tinggi dan memberikan hasil yang memuaskan [5].

Salah satu pengusaha rumahan yang mengolah bawang merah di daerah Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah adalah UD. Sary Wahyono (Gambar 1). Pada awal pendirian,

produksi bawang goreng masih menggunakan cara konvensional dimana bawang yang telah digoreng diletakkan di sebuah wadah beralaskan kertas koran. Proses ini memerlukan waktu yang cukup lama dan menghasilkan produk dengan kekeringan yang kurang maksimal sehingga berpengaruh kurang maksimal terhadap kualitas dan waktu penyimpanan. Untuk mengatasi hal tersebut, sebuah mesin peniris minyak telah digunakan sehingga dapat meningkatkan kualitas produk bawang goreng menjadi lebih renyah dan tahan lama. Tetapi mesin yang tersedia hanya mempunyai kapasitas 12 kg/jam sehingga tidak dapat memenuhi tuntutan kapasitas produksi seiring dengan pengembangan usaha. Meskipun mesin peniris minyak telah tersedia di pasar tetapi kapasitasnya terlalu besar sehingga tidak sesuai dengan skala produksi yang dapat dipenuhi. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menyelesaikan masalah produksi bawang merah terutama pada tahapan pembungan sisa minyak yang menempel pada produk. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan dengan menggunakan mesin peniris minyak dengan kapasitas 5 kg setiap produksi dengan waktu 10 menit atau 30 kg/jam.

Beberapa penelitian dan kegiatan pengabdian masyarakat yang berkaitan dengan mesin peniris minyak goreng dapat dijumpai pada berbagai artikel maupun karya ilmiah. Indrawansyah dkk. [6] melakukan penelitian untuk mengontrol putaran mesin peniris minyak bawang goreng dengan menggunakan Proportional Integral Derivative (PID) controller untuk menghasilkan kualitas pengeringan yang sesuai. Hutasoit dkk. [5] melakukan penelitian untuk membuat mesin peniris minyak bawang goreng dengan kapasitas 50 kg/jam. Mesin peniris minyak tersebut bekerja berdasarkan prinsip gaya sentripetal yang dihasilkan dari tabung yang berputar dengan kecepatan tinggi. Bawang goreng yang mengandung minyak yang diletakkan di dalam tabung akan terlempar ke bagian pelat mesin pada saat tabung berputar sehingga minyak akan terpisah dari bawang. Aleffin dkk. [7] membuat alat peniris minyak goreng sebagai bagian dari kegiatan pengembangan kewirausahaan. Hasil produksi bawang goreng menunjukkan pengurangan kadar minyak sehingga bawang goreng semakin renyah dan lebih tahan lama jika disimpan. Beberapa penelitian untuk memperbaiki kinerja mesin peniris minyak goreng juga dilakukan oleh Maula [8] dan Dzulkifli [9]. Meskipun banyak dijumpai mesin peniris minyak goreng dengan kinerja yang semakin baik, namun mesin-mesin yang tersedia sering tidak sesuai dengan kebutuhan penggunaannya, misalnya karena dimensinya terlalu besar atau kecil. Oleh karena itu maka pembuatan mesin peniris pada kegiatan ini dirancang sesuai dengan kebutuhan yang diminta oleh mitra. Indikator keberhasilan dari kegiatan ini adalah terwujudnya mesin dengan kapasitas produksi 30 kg/jam, kemudahan untuk digunakan, kualitas alat untuk digunakan sehingga bawang goreng yang diputar dalam tabung tidak rusak, kemudahan alat untuk dibersihkan, dan kualitas produk untuk menyerap kadar minyak. Semua indikator kualitatif akan diukur melalui survei.



Gambar 2 Usaha bawang goreng Sary Wahyono, Karanganyar Jawa Tengah

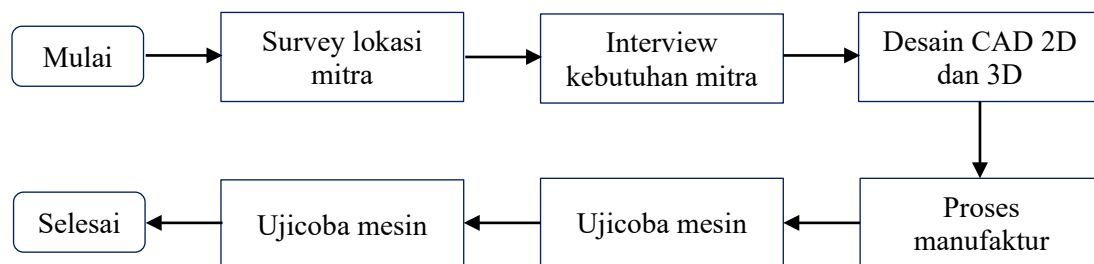
2. METODE

2.1. Prosedur kegiatan

Gambar 3 menunjukkan tahapan kegiatan pengabdian yang diawali dengan survei lokasi untuk bertemu dengan mitra yang terletak di Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah yaitu UD. Sary Wahyono. Kegiatan selanjutnya adalah interview dengan mitra untuk mengetahui kebutuhan mitra dalam hal teknologi produksi bawang merah. Langkah-langkah dalam menentukan kebutuhan mitra adalah sebagai berikut:

- Mengidentifikasi apa yang diinginkan mitra.
- Mengidentifikasi fitur-fitur mesin yang memuaskan.
- Mengidentifikasi hubungan antara kebutuhan-kebutuhannya, yaitu antara kapasitas produksi mesin dan kualitas produknya.
- Menyusun peringkat kebutuhannya, dalam hal ini adalah membuat mesin yang dapat menampung kapasitas produksi sesuai kemampuan mitra yaitu sekitar 5 kg/jam, dan menghasilkan kualitas bawang goreng dengan kadar minyak yang sekitar 30%.
- Mengevaluasi performa mesin dan produk yang dihasilkan, termasuk apakah produk yang dihasilkan dapat memenuhi kualitas produk serupa yang ada di pasaran.
- Menentukan atribut teknis dari mesin yang dikehendaki.

Setelah atribut mesin yang diinginkan mitra telah diketahui maka tahap selanjutnya adalah mendesain komponen mesin dengan model 2D dan 3D menggunakan paket perangkat lunak Solidworks. Hasil desain tersebut kemudian dibawa ke bagian produksi untuk proses manufaktur. Mesin yang sudah jadi diujicoba di tempat mitra. Tahap terakhir adalah penyerahan mesin kepada mitra.



Gambar 3 Tahapan kegiatan pengabdian

2.2. Prosedur mendesain mesin

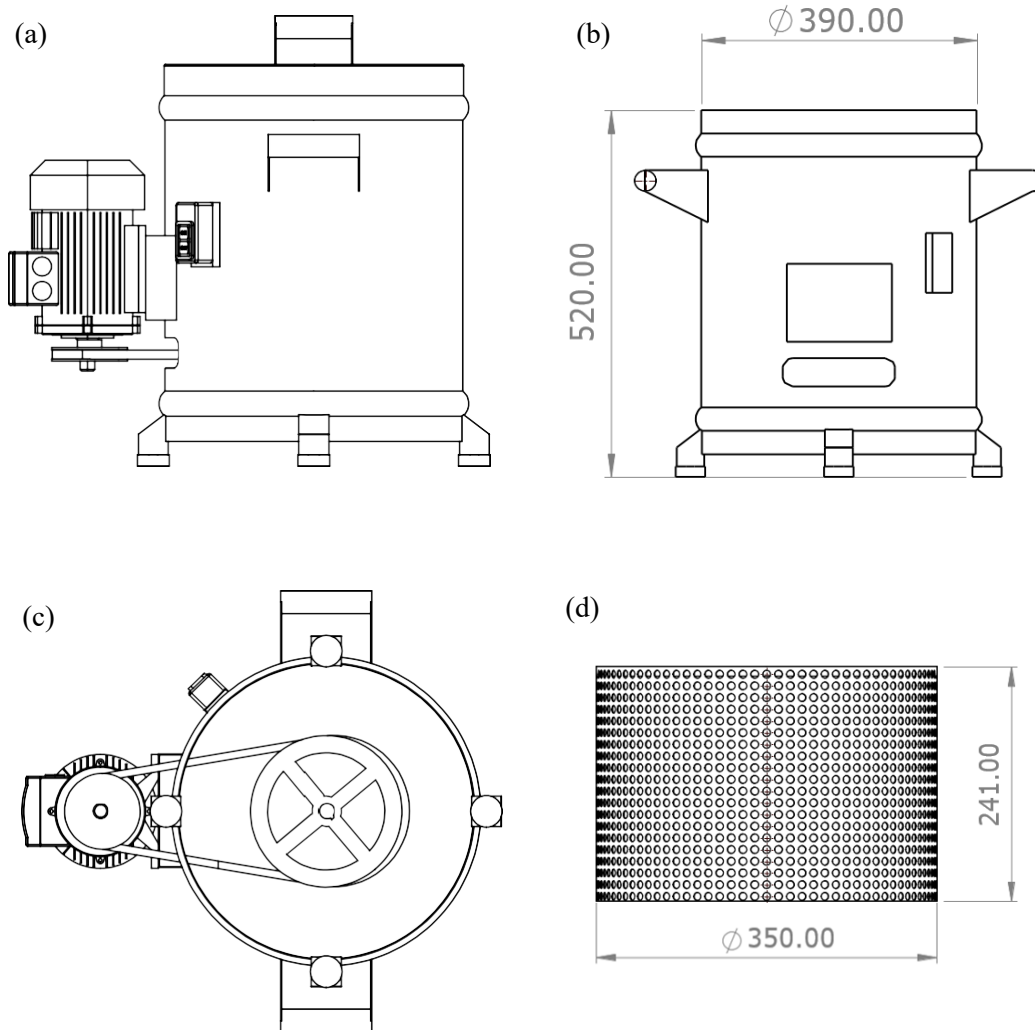
Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan beberapa tahapan mulai dari menjelaskan kerangka konsep sampai proses manufaktur dan penyerahan barang. Untuk memahami langkah-langkah dari desain hingga produksi maka penting untuk membagi proses menjadi beberapa fase, dimana masing-masing berisi aktivitas dengan tujuan tertentu. Pada kegiatan pembuatan mesin peniris minyak bawang goreng ini, fase yang dilakukan meliputi:

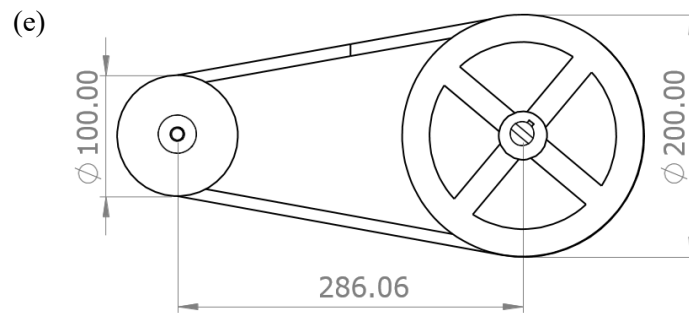
- a) Desain produk, yang terdiri dari:
 - Desain konseptual: Tahap awal ini melibatkan pembuatan ide dan desain awal menggunakan alat seperti Computer-Aided Design (CAD) [10]. Proses desain meliputi pendefinisian fungsionalitas, estetika, dan persyaratan dari pengguna produk.
 - Desain untuk manufaktur: Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain dapat dioptimalkan pada proses manufakturnya sehingga dapat mengurangi biaya produksi, termasuk mempertimbangkan kendala pada proses manufaktur dan sifat material yang akan digunakan [11][12].
- b) Pemilihan material, yaitu memilih material yang tepat berdasarkan persyaratan produk dan proses manufaktur yang akan digunakan [13]. Langkah ini sangat penting untuk memastikan daya tahan dan fungsionalitas produk.
- c) Perencanaan proses, yaitu mengembangkan rencana terperinci untuk proses manufaktur termasuk urutan operasi, pemilihan mesin, dan langkah-langkah pengendalian kualitas [14][15].
- d) Proses produksi, dimana fase ini melibatkan pengaturan jalur manufaktur, memastikan semua mesin dan proses siap, dan memulai produksi sampai menghasilkan produk akhir

[16].

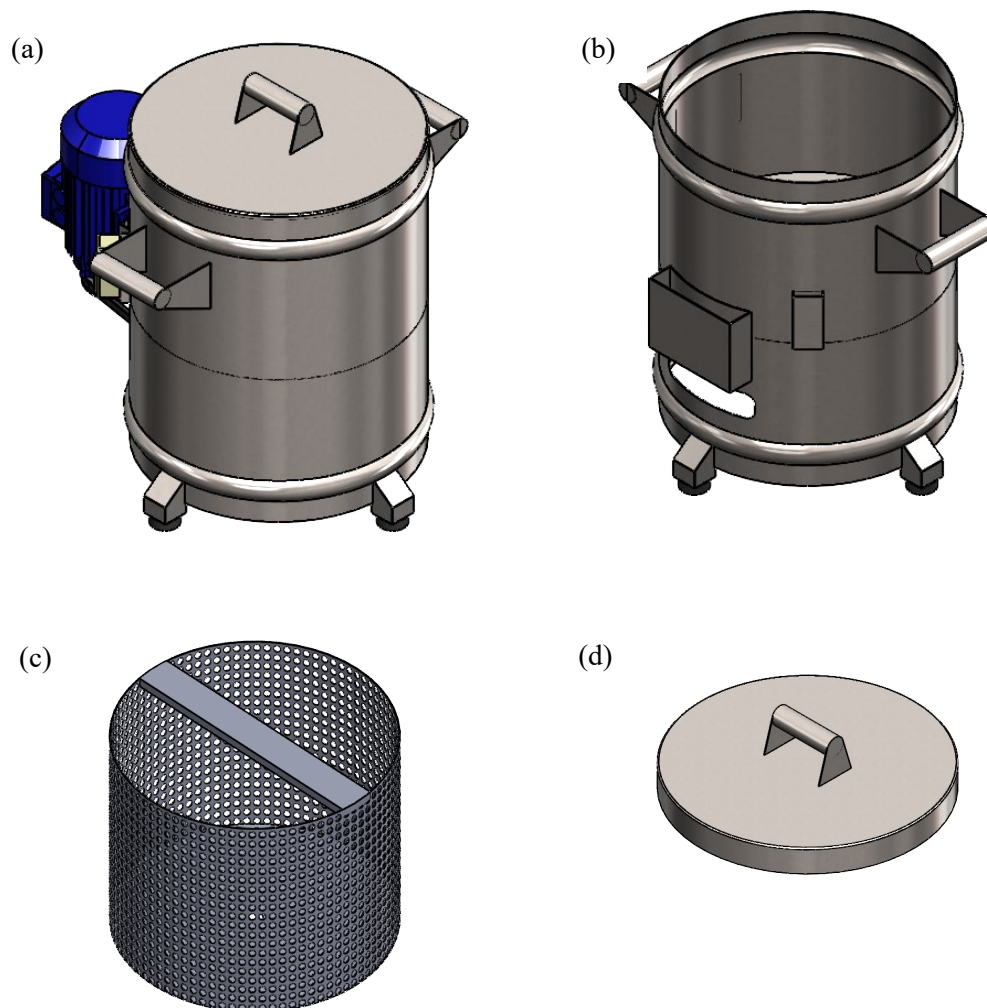
- e) Pasca produksi, yaitu merakit produk akhir dan mempersiapkannya untuk diserahkan ke pemesan. Langkah ini mencakup pengecatan, pembersihan akhir, pengujian, dan pengemasan [17].

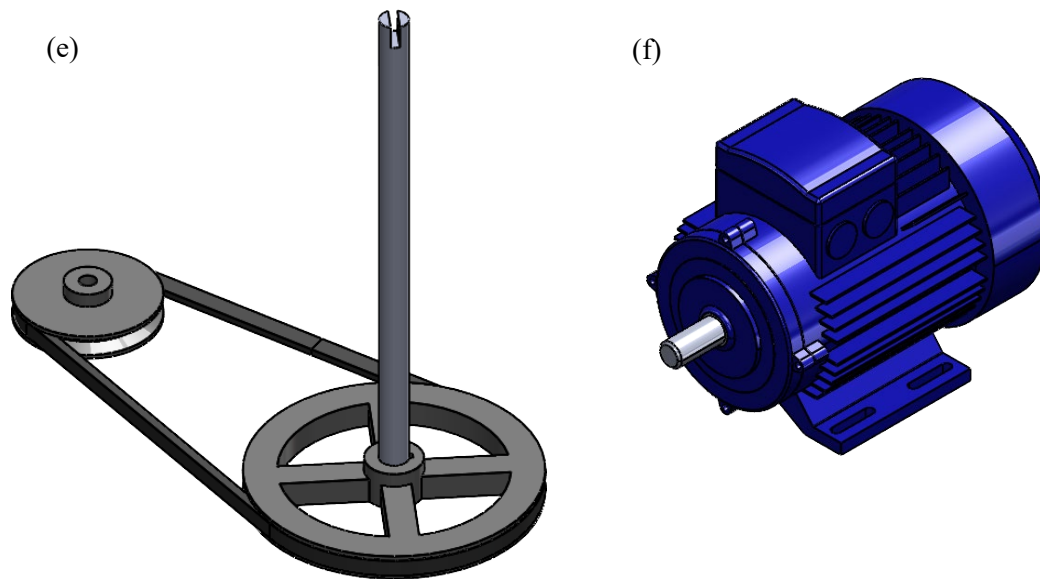
Mesin peniris minyak ini dirancang dengan kapasitas 5 kg/jam per tabung. Komponen utama mesin terdiri dari rangka mesin, tabung berlubang dan penutupnya, sistem transmisi puley, dan motor listrik. Bahan utama dari komponen mesin peniris bawang goreng ini adalah baja tahan karat atau stainless steel. Desain dan ukuran dari komponen mesin peniris minyak bawang goreng dalam desain 2-Dimensi ditunjukkan pada Gambar 4. Adapun gambar bentuk padatnya (solid) dalam 3-Dimensi ditunjukkan pada Gambar 5.





Gambar 4 Desain komponen mesin peniris minyak dalam 2-Dimensi: (a) tampak depan, (b) tampak samping, (c) tampak bawah, (d) tabung bagian dalam, dan (e) pulley



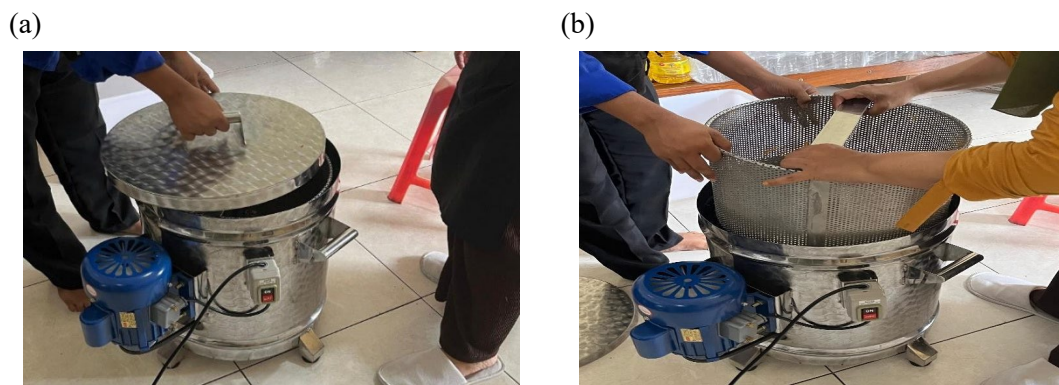


Gambar 5 Bagian tabung mesin peniris minyak meliputi: (a) Tampak utuh, (b) tabung bagian luar sebagai penahan minyak, (c) tabung dalam pelat berlobang yang berputar, (d) dan penutup tabung mesin, (e) sistem transmisi meliputi pulley, dan (f) motor listrik

2.3. Implementasi kegiatan

Cara pengoperasian mesin peniris minyak meliputi beberapa langkah seperti dijelaskan pada Gambar 6, yaitu:

- Membuka pelat penutup mesin peniris minyak (Gambar 6a).
- Memasukkan tabung penyaring (Gambar 6b).
- Mengunci tabung penyaring (Gambar 6c).
- Memasukkan bawang yang baru digoreng ke dalam tabung penyaring (Gambar 6d).
- Menutup tabung mesin dengan rapat (Gambar 6e).
- Menyiapkan tempat penampung minyak tepat di bawah pipa pembuangan minyak (Gambar 6f).
- Menyalakan mesin peniris minyak dengan menekan tombol power ON yang telah tergabung ke sumber arus listrik (Gambar 6g).
- Mematikan mesin dengan menekan tombol OFF setelah sekitar waktu 7 menit (Gambar 6h).
- Membuka penutup tabung mematikan mesin setelah sekitar waktu 7 menit (Gambar 6h).





Gambar 6 Tahap ujicoba mesin peniris bawang goreng

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Evaluasi produksi

Mesin peniris yang dirancang ini bekerja dengan gaya sentrifugal, dengan memanfaatkan putaran yang tinggi, sehingga bawang goreng terlempar ke sisi mesin, kemudian minyak yang masih terkandung pada bawang goreng ikut terlempar. Hasil ujicoba mesin menunjukkan bahwa mesin mampu bekerja dengan baik dan menghasilkan kapasitas produksi sebesar 5 kg/jam. Proses operasional mesin mampu memisahkan sisa minyak goreng yang menempel pada produk bawang goreng sehingga produk menjadi lebih bersih, kering, dan renyah. Akibat lainnya adalah produk bawang goreng mempunyai ketahanan penyimpanan yang lama sehingga mampu bersaing dengan produk serupa yang ada di pasaran.

Hasil ujicoba kapasitas produksi mesin peniris minyak bawang goreng:
Diketahui, waktu putaran mesin 7 menit. Tetapi jika termasuk loading dan unloading maka waktu setiap produksi dianggap 10 menit.

- Kapasitas mesin sebelumnya 2 kg/produksi, sehingga kapasitas produksi = 2 kg / 10 menit = 2 kg / 0.167 jam = 12 kg/jam.
- Kapasitas mesin hasil kegiatan 5 kg/produksi, sehingga kapasitas produksi = 5 kg / 10 menit = 5 kg / 0.167 jam = 30 kg/jam.

Peningkatan kapasitas produksi = $[(30 - 12) / 30] \times 100\% = 60\%$.

Dari sisi perhitungan biaya operasional, mesin dapat lebih menghemat biaya tenaga kerja sehingga dapat meningkatkan margin keuntungan. Meskipun hanya dalam skala sederhana, kegiatan ini telah mampu memperkenalkan cara kerja transfer teknologi dari kampus terhadap industri kecil di masyarakat sehingga diharapkan dapat meningkatkan atmosfer kerjasama antara kampus dengan dunia usaha dunia industri. Setelah presentasi uji coba mesin dan pelatihan maka tahap selanjutnya adalah penyerahan mesin kepada mitra. Gambar 7 menunjukkan dokumentasi tim pelaksana kegiatan sampai penyerahan ke mitra.



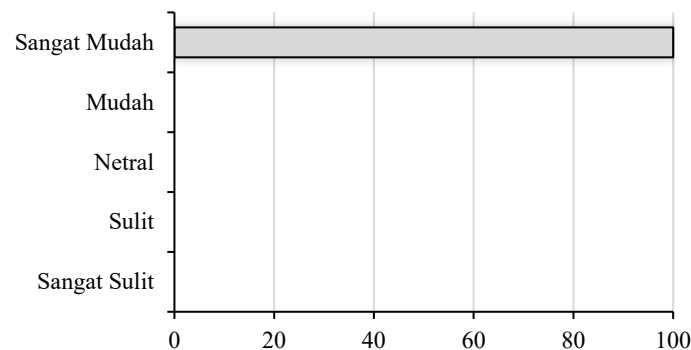
Gambar 7 Penyerahan mesin peniris minyak goreng pada mitra industri rumahan bawang goreng Kabupaten Karanganyar: (a) tim mahasiswa, (b) mitra menunjukkan mesin yang digunakan sebelum diganti dengan mesin yang baru, (c) ujicoba mesin di laboratorium kampus, dan (d) penyerahan mesin.

3.2. Evaluasi hasil survei

Sebuah survey penggunaan mesin terhadap mitra yang meliputi beberapa pertanyaan dilakukan untuk mengetahui beberapa hal yang berkaitan dengan performa mesin. Jumlah peserta ujicoba adalah 10 orang. Hasil survei diberikan pada Gambar 8-12. Gambar 8 menunjukkan hasil survei kemudahan alat peniris minyak. Dari semua peserta yang melakukan ujicoba maka semuanya menyatakan mudah dalam mengoperasikan mesin peniris minyak goreng. Gambar 9 menunjukkan hasil survei kualitas alat peniris minyak dalam menjalankan fungsinya untuk mengurangi kadar minyak. 80 persen peserta menyatakan sangat puas terhadap kinerja mesin, dan 20 persen menyatakan puas. Hasil ini menunjukkan bahwa semua peserta menyatakan puas terhadap mesin yang dibuat karena mampu mengurangi kadar minyak. Gambar 10 menunjukkan hasil survei efektifitas alat peniris minyak. 30 persen peserta menyatakan bahwa mesin sangat efektif, 60 persen menyatakan efektif, dan 10 persen netral. Hasil ini menunjukkan bahwa 90 persen peserta menyatakan bahwa mesin peniris minyak bawang goreng cukup efektif dalam menjalankan fungsinya. Gambar 11 menunjukkan hasil

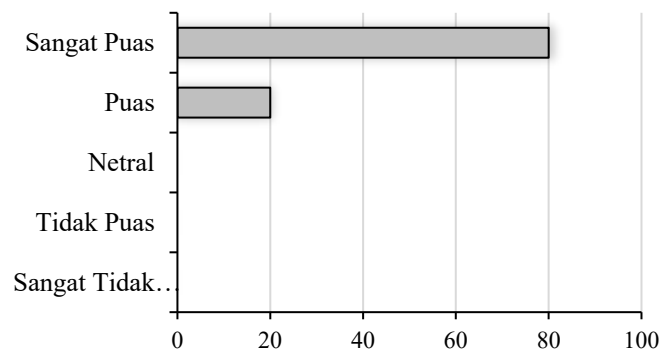
survei kemudahan pembersihan alat peniris minyak. Sebanyak 40 persen peserta menyatakan sangat mudah, 50 persen menyatakan mudah, dan 10 persen menyatakan netral. Hasil ini menunjukkan bahwa 90 persen peserta menyatakan mudah dalam membersihkan mesin. Gambar 12 menunjukkan hasil survei alat peniris minyak untuk menjaga kualitas produk bawang goreng. Sebanyak 40 persen peserta menyatakan bahwa mesin sangat baik, 40 persen menyatakan baik, dan 20 persen menyatakan netral atau tidak punya pendapat. Hasil ini menunjukkan bahwa 80 persen peserta puas terhadap produk yang ditiris dengan mesin karena tidak menyebabkan perubahan rasa. Dari keseluruhan hasil survei diketahui maka dapat disimpulkan bahwa mesin mempunyai performa yang cukup baik, mudah digunakan, dan menghasilkan kualitas produk yang dapat diterima.

1. Seberapa mudah alat peniris minyak untuk digunakan? (Gambar 8)



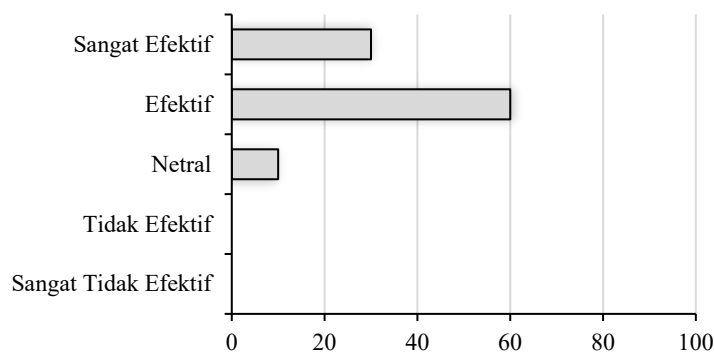
Gambar 8 Hasil survei kemudahan alat peniris minyak

2. Seberapa puas Anda dengan kualitas alat peniris minyak yang digunakan? (Gambar 9)



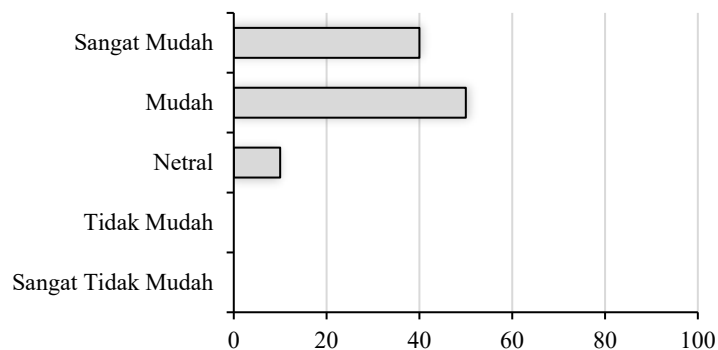
Gambar 9 Hasil survei kualitas alat peniris minyak

3. Seberapa efektif alat peniris minyak untuk usaha yang Anda jalankan? (Gambar 10)



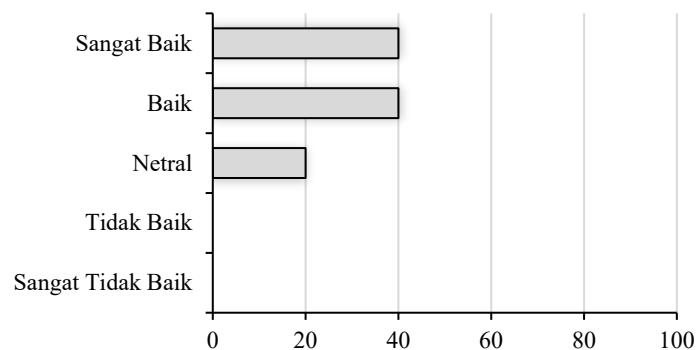
Gambar 10 Hasil survei efektif alat peniris minyak

4. Seberapa mudah alat peniris minyak untuk dibersihkan setelah digunakan? (Gambar 11)



Gambar 11 Hasil survei kemudahan pembersihan alat peniris minyak

5. Seberapa baik alat peniris minyak menjaga kualitas produk? (tidak menyebabkan bau atau perubahan rasa)? (Gambar 12)



Gambar 12 Hasil survei alat peniris minyak untuk menjaga kualitas produk

4. KESIMPULAN

Kegiatan ini telah berhasil mewujudkan sebuah mesin peniris bawang goreng untuk meningkatkan produktivitas usaha bawang goreng UD. Sary Wahyono yang terletak di Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah. Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah mendesain sebuah mesin peniris minyak bawang goreng dengan kapasitas 5 kg/jam, sesuai dengan permintaan dari pihak mitra. Produk didesain dengan bantuan menggunakan komputer yang dilengkapi dengan perangkat lunak untuk desain gambar (*Computer Aided Design*) menggunakan software Solidworks. Hasil desain kemudian dilanjutkan dengan proses manufaktur di bengkel. Komponen utama mesin meliputi tabung spinner yang dibuat dari bahan baja tahan karat, sistem transmisi pulley, dan motor listrik sebagai penggerak. Hasil ujicoba mesin menunjukkan bahwa mesin dapat meniriskan minyak lebih cepat dan menghasilkan kualitas produk yang lebih kering. Mesin dapat meningkatkan kapastias

produksi dari 12 kg/jam menjadi 30 kg/jam. Meskipun penggunaan mesin dapat memenuhi keinginan mitra tetapi pengoperasian mesin masih menggunakan cara manual dalam memasukkan dan mengeluarkan produk yang telah ditiriskan (loading & unloading). Proses tersebut ini cukup merepotkan sehingga menjadi tantangan besar bagi kegiatan selanjutnya yang dapat menghasilkan mesin loading dan unloading secara otomatis. Namun demikian, penggunaan mesin ini sangat penting dan bermanfaat karena dapat meningkatkan produktivitas sehingga diharapkan dapat menjangkau pasar yang lebih luas.

5. SARAN

Kegiatan ini sangat bermanfaat terutama untuk membantu mengatasi permasalahan yang terjadi di dunia usaha dan dunia industri. Dengan kerjasama dan komunikasi antara akademisi dan pihak pengusaha maka dapat membuktikan bahwa ilmu pengetahuan dan teknologi yang dipelajari di kampus dapat bermanfaat untuk masyarakat, terutama yang terjangkau di sekitar wilayah kampus. Oleh karena itu, maka kegiatan ini dapat dilakukan secara rutin dengan berbagai permasalahan yang ada di dunia usaha. Keterlibatan mahasiswa pada kegiatan pengabdian sangat bermanfaat untuk melatih kemampuan berkomunikasi dan beradaptasi dengan dunia kerja setelah mereka menyelesaikan kuliahnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dan Tim mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberi fasilitas dan dukungan finansial terhadap kegiatan pengabdian ini. Terima kasih juga dipersembahkan atas kerja sama dan dukungan pihak mitra UD. Sary Wahyono.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zhang N, Sun B, Mao X, Chen H, Zhang Y. Flavor formation in frying process of green onion (*Allium fistulosum* L.) deep-fried oil. *Food Res Int* 2019;121:296–306. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.006>.
- [2] Bhuiyan MHR, Ngadi M. Application of batter coating for modulating oil, texture and structure of fried foods: A review. *Food Chem* 2024;453:139655. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139655>.
- [3] Pengelola P, Dokumentasi I dan. Badan Pusat Statistik, Republik Indonesia 2025.
- [4] Anisa N, Rostiati R, Kadir S. Mutu bawang goreng dari bawang merah lembah palu. *E-J Agrotekbis* 2013;1:37–43.
- [5] Hutasoit AM, Hermanto T, Sinurat RF. Perancangan Mesin Peniris Minyak Bawang Kapasitas 50 kg/jam. *IRA J Tek Mesin Dan Apl* Vol 2024;3:38–46.
- [6] Indrawansyah MB, Surya Y, Gumilang A. Mesin Peniris Minyak (Spinner) Bawang Goreng Menggunakan Kontrol Pid. *Pros SEMNASTI 2023* 2024;154–62.
- [7] Aleffin GS, Imaningsih N, Fadil C. Pembuatan Teknologi Tepat Guna Spinner Sebagai Alat Peniris Minyak Bawang Goreng. *J Ilm Wahana Pendidik* 2023;9:312–8.
- [8] Maula AZ. Rancang Bangun Alat Peniris Minyak Bawang Goreng Semi Otomatis Guna Meningkatkan Produktivitas Di Industri Rumah Rengganis. 2021.
- [9] Wahyuni N, Kondo Y, Dzulkifli D, ... Modifikasi Alat Peniris Minyak Bawang Goreng. *Pros Semin Has Penelit* 2018 2018;2018:204–7.

- [10] Trainer A, Hedberg T, Feeney AB, Fischer K, Rosche P. Gaps analysis of integrating product design, manufacturing, and quality data in the supply chain using model-based definition. *ASME 2016 11th Int Manuf Sci Eng Conf MSEC 2016* 2016;2. <https://doi.org/10.1115/MSEC2016-8792>.
- [11] Lupeanu ME, Brooks H, Rennie AEW, Celik HK, Neagu C, Akinci I. Design for manufacture using functional analysis and CAD mould simulation for rapid prototyping and rapid tooling. *ASME 2012 11th Bienn Conf Eng Syst Des Anal ESDA 2012* 2012;4:63–70. <https://doi.org/10.1115/ESDA2012-82410>.
- [12] Steimer C, Fischer J, Aurich JC. Model-based Design Process for the Early Phases of Manufacturing System Planning using SysML. *Procedia CIRP* 2017;60:163–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.036>.
- [13] Shastri A, Nargundkar A, Kulkarni AJ. Introduction to Advanced Manufacturing Processes and Optimization Methodologies. *Springer Ser Adv Manuf* 2021:1–17. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7797-0_1.
- [14] Misztal A, Bachorz S. Quality planning of parts machine production based on housing of cylinder head milling machines. *Appl Mech Mater* 2014;657:986–90. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.657.986>.
- [15] Pastravanu OC, Gürel A, Lewis FL. Teaching Discrete Event Control of Manufacturing Systems. *IFAC Proc Vol* 1997;30:261–6. [https://doi.org/10.1016/s1474-6670\(17\)42801-1](https://doi.org/10.1016/s1474-6670(17)42801-1).
- [16] Corsi A, Pagani RN, Kovaleski JL, Luiz da Silva V. Technology transfer for sustainable development: Social impacts depicted and some other answers to a few questions. *J Clean Prod* 2020;245. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118522>.
- [17] Zhang F, Li J, Wei Y, Dong L, Wang J, Liu J. Sustainable reduction of heavy metal pollution in zinc electrowinning: Insights from a cleaner production perspective. *J Clean Prod* 2024;470:143268. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143268>.