

RANCANG BANGUN MESIN PENGIRIS TEMPE OTOMATIS DENGAN PENGATURAN KETEBALAN

Hendriko Hendriko^{1)*}, Menti Diana Hura¹⁾, Jajang Jaenudin¹⁾, Made Rahmawaty¹⁾, Nur Khamdi¹⁾

¹⁾ Teknik Mekatronika Politeknik Caltex Riau

Kampus Politeknik Caltex Riau Jl. Umbansari, Rumbai, Pekanbaru, Provinsi Riau 28265

*Email corresponding: hendriko@pcr.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Diperbaiki:
Revised
28/03/2022

Diterima:
Accepted
20/04/2022

Publikasi Online:
Online-Published
30/04/2022

ABSTRAK

Tempe merupakan makanan tradisional Indonesia yang dapat diolah menjadi aneka produk pangan, diantaranya adalah keripik dan mendoan. Banyak UMKM yang mengembangkan produk keripik tempe namun proses pengirisan tempe masih dilakukan secara manual. Proses manual memiliki kelemahan yaitu waktu yang lama, membutuhkan operator, dan hasil yang tidak konsisten. Pada penelitian ini dikembangkan sebuah mesin pengiris tempe otomatis. Mesin yang dikembangkan menggunakan sistem kontrol sehingga dapat mengatur ketebalan irisan dengan cara mengatur kecepatan putar motor pendorong. Rancangan sistem mekanik pendorong tempe dan hopper menyebabkan proses dapat berlangsung secara terus menerus. Pengujian untuk menentukan kinerja mesin dalam menghasilkan irisan tempe, dan untuk menentukan kapasitas mesin telah dilakukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin dapat mengiris tempe dengan baik mulai dari ketebalan 2 mm. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa deviasi ketebalan hasil irisan tidak signifikan, yaitu antara -2,2% s.d 2,5%. Kapasitas mesin tergantung dari tebal irisan. Untuk hasil irisan 3 mm kapasitas mesin adalah 22 29 kg/jam. Sedangkan kapasitas mesin untuk tebal irisan 5 mm dan 7 mm adalah 31, 85 kg/jam dan 38,96 kg/jam..

Kata Kunci: Tempe, Pengiris Tempe, Motor Stepper, Arduino, otomatis

ABSTRACT

Tempe is a traditional Indonesian food that can be processed into various derivative food products, including chips and mendoan. Many MSMEs have developed tempe chip products, but the tempe slicing process is still done manually. The manual process has the disadvantage of taking a long time, requiring operators, and inconsistent results. In this study, an automatic tempe slicing machine was developed. The developed machine uses a control system so that it can adjust the thickness of the slices by manipulating the rotational speed of the driving motor. The mechanical design of the tempe pushing system and hopper causes the process to take place continuously. Tests to determine the performance of the machine in producing tempe slices, and to determine the capacity of the machine have been carried out. The results show that the machine can slice tempe well starting from a thickness of 2 mm. The test results also show that the deviation of the thickness of the slices is not significant, which is between -2.2% - 2.5%. Machine capacity depends on the thickness of the slices. For 3 mm slices, the machine capacity is 22 29 kg/hour. Meanwhile, the machine capacity for slice thickness of 5 mm and 7 mm is 31.85 kg/hour and 38.96 kg/hour, subsequently.

Keywords : Tempe, Slicer, Stepper motor, arduino, automatic

©2022 The Authors. Published by
AUSTENIT (Indexed in SINTA)

doi:
<http://doi.org/10.5281/zenodo.6499808>

1 PENDAHULUAN

Salah satu makanan tradisional Indonesia yang sudah terkenal di seluruh penjuru mancanegara adalah tempe. Tempe dikenal sebagai makanan kampung di Indonesia, namun di mancanegara merupakan kategori super food

karena dijadikan makanan pengganti daging bagi para vegetarian. Tempe memiliki kualitas protein yang sangat baik dengan nilai PER (*protein efficiency ratio*) sebesar 2,43 (Marsetiya, 2019), Nilai ini sebanding dengan nilai PER daging sapi sebesar 2,47 (Elgasim dan Kennick, 1980).

Saat ini tempe diolah menjadi berbagai jenis produk makanan. Selain digunakan untuk lauk, tempe banyak diolah untuk menjadi panganan yang banyak peminat seperti kue kering, bacem, mendoan, dan bahkan burger. Namun salah satu produk olahan tempe yang paling banyak diminati saat ini adalah keripik tempe (Nugroho dkk, 2019; Priyanto dan Djajati, 2016; Raswanti dkk, 2019; Pinasti dkk, 2020; Indawati, 2021; Yuniarti dkk, 2015). Pengolahan tempe menjadi aneka produk pangan juga tergolong mudah, rahasia utama dari kerenyahan, kenikmatan, serta kelezatan yang dihasilkan oleh olahan tempe adalah teknik mengiris dan menggoreng tempe.

Untuk menghasilkan keripik tempe yang baik maka dibutuhkan keterampilan pekerja dalam menghasilkan irisan yang tipis dan seragam. Proses pengolahan keripik pada skala usaha rumah tangga masih belum memerlukan dukungan teknologi. Semua proses masih bisa ditangani secara manual oleh pekerja dengan jumlah yang sedikit. Namun untuk usaha dengan kapasitas kelas menengah sudah harus didukung oleh teknologi agar hasil yang diperoleh lebih cepat dan lebih baik. Salah satu dukungan teknologi yang diperlukan pada industri pengolahan tempe saat ini adalah mesin pengiris.

Dari penelusuran literatur diketahui bahwa mesin pengiris untuk berbagai produk pertanian telah banyak dihasilkan, seperti mesin pengiris bawang (Wijianti, dkk (2020)), mesin pengiris ubi (Sajuli, dkk (2017)), dan mesin pengiris kentang (Eko (2021)). Hal yang sama juga ditemukan pada mesin pengiris tempe dimana terdapat beberapa mesin pengiris yang telah dikembangkan untuk membantu industri pengolahan tempe. Sebagian mesin yang dikembangkan menggunakan sistem pisau berputar. Lutfi, dkk (2016) mengembangkan mesin pengiris tempe menggunakan sistem piringan berputar. Pisau potong diletakkan pada piringan yang berputar dan tempe didorong ke arah piringan secara manual. Trianasari dkk. (2017) mengembangkan mesin menggunakan motor yang dihubungkan dengan v-belt. Mesin ini mampu menghasilkan tebal irisan antara 1 s.d 3 mm dengan cara mengubah jenis pisau yang digunakan. Sistem cakram berputar juga dikembangkan oleh Wulandari dkk. (2021). Mesin yang dikembangkan menggunakan cakram yang ditempatkan di tengah-tengah slider yang bergerak horisontal dengan cara mendorong secara manual. Ketebalan irisan yang dihasilkan mesin ini adalah 5 mm.

Beberapa mesin pengiris yang dikembangkan sebagaimana diuraikan di atas telah berfungsi dengan baik. Hanya saja kelemahan utama dari mesin-mesin tersebut terletak pada proses pengirisan yang masih harus melibatkan operator, baik untuk mendorong tempe menuju pisau pengiris, atau untuk menggerakkan pisau pengiris. Sehingga dampak penggunaan mesin pengiris masih belum terlalu besar manfaatnya bagi

industri pengolahan tempe. Untuk mengurangi keterlibatan operator dalam proses pengirisan tempe, Utomo dkk. (2021) mengembangkan mesin semi otomatis dengan menambahkan sistem pendorong tempe. Sistem pendorong tempe digerakkan menggunakan motor stepper. Hanya saja hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan mesin tersebut masih sangat rendah yaitu 2%. Mesin pengiris tempe semi otomatis lain juga dikembangkan oleh Risyandi dkk. (2017). Mesin ini juga menggunakan dua motor penggerak. Namun hasil pengujian juga menunjukkan data yang kurang memenuhi harapan. Irisan tempe yang dihasilkan bentuknya tidak seragam, ketebalan irisan juga yang tidak seragam, dan waktu pengirisan yang relatif panjang.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pengembangan mesin pengiris tempe telah banyak dilakukan. Berbagai sistem telah dikembangkan, baik yang menerapkan sistem konvensional, hingga yang semi otomatis. Kelemahan utama pada mesin yang dikembangkan terletak pada hasil irisan yang belum sesuai harapan. Kelemahan mesin lainnya terletak pada kebutuhan mesin terhadap operator untuk mengoperasikan mesin. Hal ini menyebabkan pengusaha tempe tetap harus menyediakan pekerja sebagai operator mesin. Kekurangan lain yang terlihat dari berbagai teknologi yang dikembangkan adalah ketidakmampuan mesin untuk beroperasi secara berkelanjutan tanpa berhenti. Umumnya proses pengirisan masih diperlukan operator selain untuk mendorong tempe, juga untuk meletakkan tempe ke tempat pengirisan.

Oleh karena itu maka pada penelitian ini dikembangkan mesin pengiris tempe otomatis. Mesin yang dikembangkan menggunakan 2 buah motor, yaitu satu motor untuk menggerakkan sistem pendorong tempe dan satu lagi untuk menggerakkan pisau pengiris. Mesin ini dirancang dapat mengatur ketebalan pengirisan dengan cara mengatur kecepatan motor pendorong tempe. Pada penelitian ini dirancang juga sistem mekanik pendorong tempe dan hopper sehingga proses pengirisan dapat berlangsung secara berkelanjutan tanpa henti sampai batang tempe yang diletakkan pada hopper habis. Pengujian akan dilakukan setelah mesin dibangun yang bertujuan untuk menentukan parameter pengirisan yang optimum, kualitas hasil pengirisan, dan kapasitas mesin.

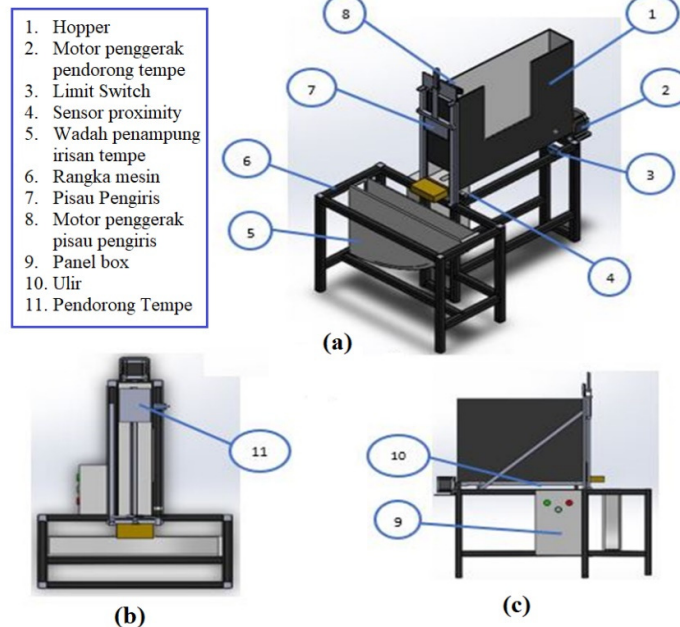
2. BAHAN DAN METODA

Mesin pengiris tempe ini dirancang sebagai sebuah mesin otomatis. Rancangan mesin yang dikembangkan diarahkan untuk menjawab kelemahan mesin yang ada saat ini dan memenuhi kebutuhan industri kecil menengah. Sebagai sebuah mesin otomatis, perancangan yang dilakukan meliputi beberapa aspek, yaitu rancangan mekanik, rancangan elektronika dan sistem kontrol, serta rancangan alur proses mesin.

Setiap aspek yang dirancang memiliki keterkaitan satu dengan yang lain. Masing-masing aspek rancangan diuraikan secara rinci pada subbab di bawah ini.

2.2 Rancangan Sistem Elektronika dan Sistem Kendali

Rangkaian elektronika dan sistem kontrol mesin pengiris tempe disajikan pada rangkaian daya menggunakan sistem *latching* dari sumber



Gambar 1 Rancangan mesin pengiris tempe, a) tampak isometris, b) tampak atas, c) tampak samping

2.1 Rancangan Mekanik

Rancangan mekanik mesin yang dikembangkan disajikan pada Gambar 1. Konstruksi utama mesin terdiri hopper, pisau pengiris, sistem pendorong tempe, dan wadah penampung. Keunikan utama dari mesin ini terletak pada rancangan hopper dan sistem pendorong yang menyebabkan proses pemotongan bisa berlangsung secara berkelanjutan. Hopper dirancang agar tempe batangan dapat disusun secara vertikal. Hopper dirancang dengan lebar 10 cm, tinggi 60 cm, dan panjang 35 mm sehingga beberapa batang tempe dapat disusun sekaligus. Jumlah tempe yang dapat disusun tergantung dari ukuran tempe.

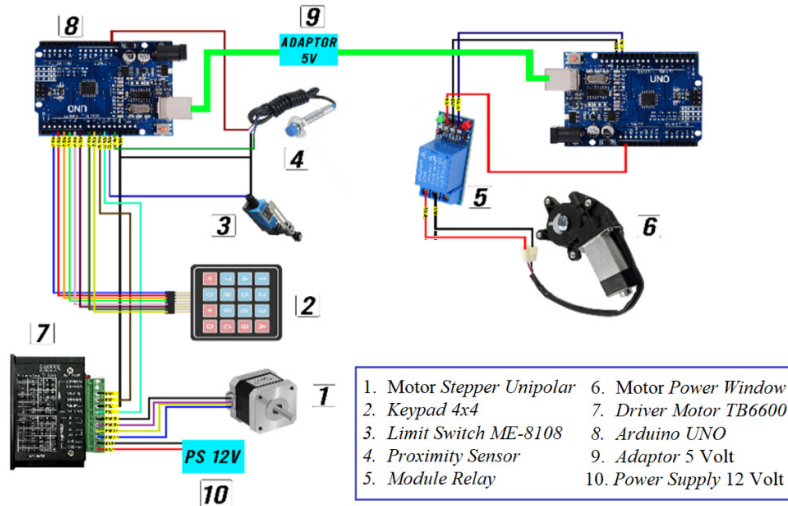
Sistem mekanik pendorong yang dirancang selain berfungsi untuk mendorong batang tempe yang berada di jalur pengirisan, sekaligus berfungsi menahan tempe yang berada di atasnya. Setelah tempe yang berada di jalur pengirisan selesai dipotong maka pendorong mundur hingga ke posisi semula, dan saat bersamaan tempe berikutnya masuk ke jalur pengirisan. Panjang jalur lintasan yang dilewati oleh pendorong tempe adalah 45 cm. Dengan rancangan demikian maka proses pengirisan tempe dapat berlangsung secara berkelanjutan (terus menerus). Sistem penggerak pendorong tempe menggunakan batang ulir yang diputar menggunakan motor stepper.

tegangan 220V. Sistem ini bertujuan agar kondisi luaran power supply untuk konversi sumber AC menjadi sumber DC tetap 12 V sesuai dengan kebutuhan mesin. Power Supply 12 V terhubung ke driver TB6600 yang berfungsi sebagai pengendali kecepatan motor stepper. Kecepatan putar motor stepper diatur berdasarkan tebal tempe yang diinginkan. Tebal tempe diinput menggunakan keypad sebagai masukan untuk menentukan kecepatan maju pendorong tempe. Sensor *limitswitch* digunakan untuk mengubah arah putaran motor *stepper* dari *ccw* menjadi *cw*, dan sensor *proximity* mengubah putaran motor stepper dari *cw* menjadi *ccw*. Kemudian untuk kecepatan putaran motor pisau pengiris dikontrol menggunakan *relay*.

Sistem penggerak pendorong tempe menggunakan motor stepper yang putarannya dipindahkan ke batang ulir dengan ukuran M12x2. Dengan batang ulir yang memiliki jarak pitch (p) sebesar 2 mm, maka setiap satu putaran motor akan menggerakkan pendorong tempe sejauh 2 mm. Sehingga untuk menghasilkan tebal tempe yang diinginkan, maka perlu dilakukan sinkronisasi antara pergerakan motor pendorong tempe dengan motor penggerak pisau pengiris. Pada perancangan mesin ini, interval waktu pisau pengiris bergerak untuk melakukan pengirisan ditentukan berdasarkan hasil pengujian. Pengujian interval

waktu yang optimum dapat dilakukan setelah mesin selesai dibangun dan dijelaskan pada subbab 3.1.

artinya tepme telah selesai dipotong. Selanjutnya motor stepper mengubah arah putar dari cw



Gambar 2 Rangkaian sistem elektronika dan sistem kendali

Kecepatan putar motor stepper saat pendorong maju (proses pengirisan) berbeda dengan kecepatan putar saat pendorong mundur (selesai pengirisan). Kecepatan saat pengirisan diatur menggunakan kecepatan maksimum. Sedangkan kecepatan putar motor saat pendorong tepme maju diatur berdasarkan tebal tepme yang diinginkan. Kecepatan putar motor stepper (N) saat pendorong maju diatur menggunakan rumus berikut:

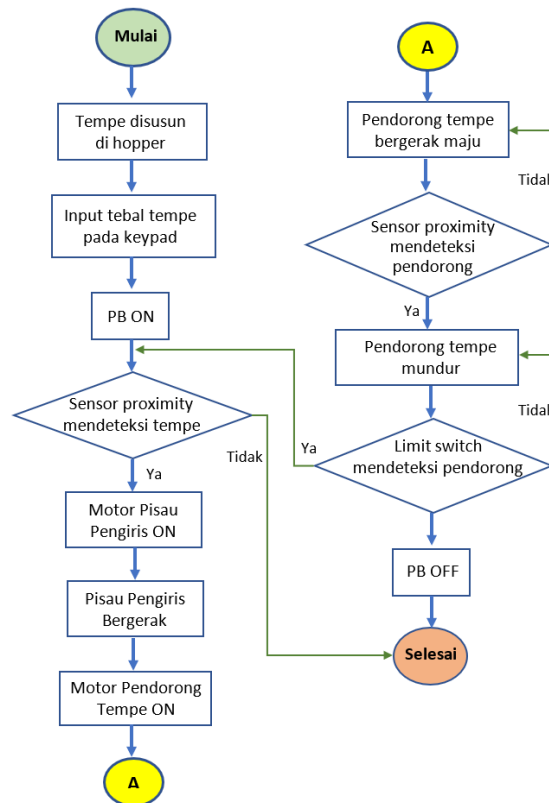
$$N = \frac{60 \cdot w}{p \cdot T} \text{ (rpm)} \quad (1)$$

dimana w adalah ketebalan irisan tepme (mm), p adalah jarak pitch batang ulir pembawa (mm), dan T adalah interval waktu pengirisan (detik).

2.3 Diagram Alir Proses

Diagram alir cara kerja mesin dirancang seperti disajikan pada Gambar 3. Cara kerja mesin diawali dengan menyusun tepme di hopper. Setelah itu input ketebalan tepme yang diinginkan menggunakan keypad yang disediakan. Selanjutnya tekan pushbutton On sehingga sensor bekerja untuk mendeteksi keberadaan tepme. Jika sensor tidak mendeteksi tepme di hopper maka proses selesai. Namun jika sensor mendeteksi keberadaan tepme maka motor pisau pengiris hidup dan pisau pengiris bergerak naik turun. Secara bersamaan motor pendorong tepme juga on dan menggerakkan pendorong maju. Pendorong tepme bergerak maju sambil mendorong tepme yang sudah berada di jalur pengirisan. Pendorong tepme dirancang seperti kotak sehingga bagian atas pendorong akan menahan tepme yang berada di atasnya. Pendorong akan mendorong tepme hingga sensor proximity mendeteksi pendorong. Jika sensor proximity mendeteksi pendorong

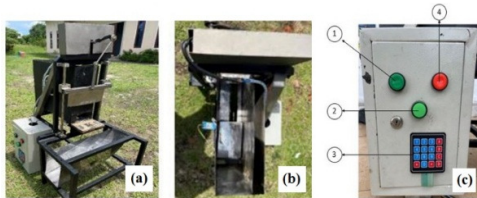
menjadi ccw sehingga pendorong bergerak mundur. Pendorong tepme akan bergerak mundur hingga sensor proximity mendeteksi keberadaan pendorong. Selanjutnya pendorong tepme kembali maju dan proses akan berulang. Proses akan berhenti ketika sensor proximity tidak mendeteksi keberadaan tepme, atau ketika pushbutton OFF ditekan.



Gambar 3 Diagram alir proses mesin

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstruksi mesin yang dikembangkan berdasarkan rancangan disajikan pada Gambar 4. Hopper tempat untuk menyusun tempe dibuat menggunakan bahan aluminium. Bahan ini digunakan agar tempe steril dari karat. Pisau pengiris yang bergerak naik turun dibuat dari pisau potong daging yang dimodifikasi sehingga bisa dipasang pada sistem penggerak. Sistem elektronika mesin dikumpulkan pada panel box seperti terlihat pada Gambar 4c. Terdapat beberapa fitur pada panel box, yaitu push button On (1) yang berfungsi untuk menghidupkan mesin, lampu indikator (2) yang berfungsi sebagai indikator apakah mesin hidup atau mati, keypad 4x4 (3) yang berfungsi untuk mengatur ketebalan irisan tempe, dan pushbutton Off (4) yang berfungsi untuk mematikan mesin.



Gambar 4 Mesin pengiris tempe, a) tampak isometrik, b) tampak atas, c) panel box

3.1 Penentuan Waktu Interval Gerak Pisau Pengiris

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan waktu interval pengirisan (T) yang optimum. Dasar pertimbangan dalam memilih waktu interval adalah waktu interval yang paling singkat dan menghasilkan irisan tempe yang baik. Dalam pengujian ini dipilih dua ketebalan tempe yang paling tipis yaitu 2 mm, dan yang paling tebal 7 mm. Kedua parameter ini memiliki tantangan yang berbeda. Mengiris tempe 2 mm tidak mudah karena ukurannya yang terlalu tipis sehingga mudah rusak. Sedangkan tantangan untuk tempe yang 7 mm adalah pada kecepatan pendorong tempe yang tinggi. Kecepatan yang tinggi berpotensi juga merusak tempe saat proses pemotongan berlangsung. Kecepatan putar motor pendorong (N) dihitung menggunakan Persamaan (1) dan hasilnya untuk masing-masing data disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengujian waktu interval pisau pengiris

Waktu Interval (detik)	Tebal 2 mm		Tebal 7 mm	
	N (Rpm)	Jumlah Irisan Gagal	N (Rpm)	Jumlah Irisan Gagal
1	50	12	210	14
		11		15
1,5	40	1	140	0
		2		0
2	30	0	105	0
		0		0

Dalam pengujian ini menggunakan 3 pilihan waktu interval gerak pisau pengiris, yaitu 1 detik, 1,5 detik, dan 2 detik. Pengujian dilakukan untuk 20 kali irisan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 1. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa tingkat kegagalan pada waktu interval 1 detik sangat tinggi, khususnya pada ketebalan 2 mm. Pada tebal 2 mm ditemukan bentuk irisan yang tidak sempurna (tidak utuh), dan hasil potongan yang terlalu tipis sehingga akhirnya pecah. Irisan yang gagal pada tebal 8 mm terjadi karena perbedaan tebal yang signifikan antara sisi atas dan sisi bawah irisan tempe. Perbedaan ketebalan antara sisi dibatasi tidak lebih dari 0,5 mm. Contoh hasil pengirisan yang dihasilkan oleh mesin pengiris dapat dilihat pada **Gambar 5**.



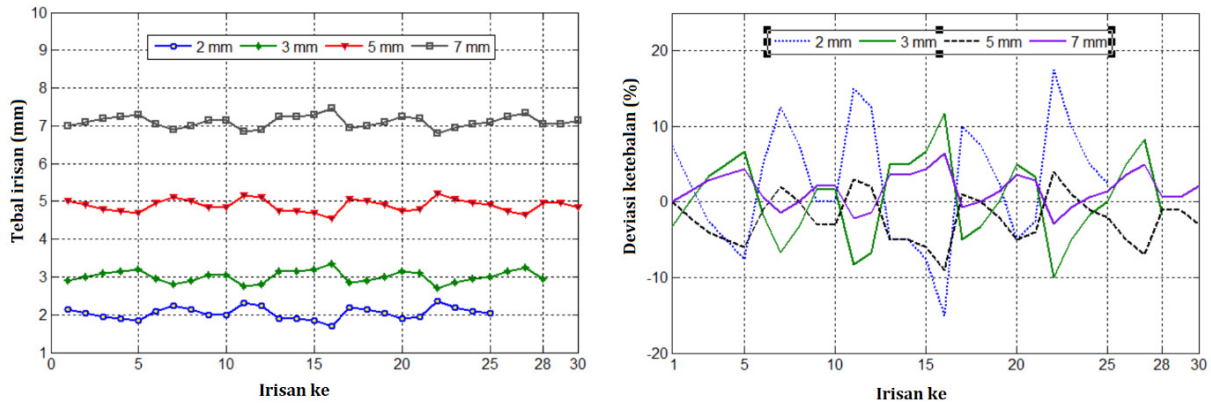
Gambar 5 Contoh hasil pengirisan, a) hasil pengirisan yang bagus, b) hasil pengirisan yang rusak

Tingkat keberhasilan meningkat signifikan ketika waktu interval diubah menjadi 1,5 detik. Pada pengujian ini masih ditemukan irisan gagal pada tebal 2 mm, namun jumlahnya relatif rendah. Sedangkan pada tebal 7 mm proses pengirisan berhasil semuanya. Perbedaan ketebalan antara sisi atas dan sisi bawah tempe tidak signifikan ($\pm 0,25$ mm) sehingga masih dapat diterima. Pengujian terakhir menggunakan waktu interval 2 detik. Hasil pengujian menunjukkan hasil yang sempurna, baik untuk tebal tempe 2 mm maupun 7 mm. Dari hasil pengujian ini maka dipilih waktu interval 1,5 detik. Pertimbangan pemilihan waktu interval ini berdasarkan kualitas hasil pengirisan dan waktu pengirisan.

3.2 Pengujian Kualitas Pengirisan

Pengujian selanjutnya bertujuan untuk melihat kualitas hasil pengirisan untuk beberapa tebal irisan. Tebal irisan yang diuji adalah 2 mm, 3 mm, 5 mm, dan 7 mm. Dengan tebal tersebut maka kecepatan putar motor pendorong tempe dihitung menggunakan Persamaan (1) adalah 50 rpm, 75 rpm, 125 rpm, dan 175 rpm. Pengaturan kecepatan putaran motor stepper dilakukan dengan input pulsa yang berbeda untuk masing-masing ketebalan.

Pada pengujian ini diambil data irisan untuk hasil 30 irisan. Hasil pengujian disajikan pada Gambar 6. Gambar 6a adalah data hasil pengukuran tebal irisan tempe. Sedangkan Gambar 6b adalah data persentase deviasi



Gambar 6 Hasil pengujian kualitas pengirisan, a) tebal irisan tempe, b) persentase deviasi ketebalan

ketebalan. Dari grafik tersebut terlihat bahwa masih ditemukan kegagalan pada tebal 2 mm dan 3 mm. Karena tebal irisan yang sangat tipis memang hasil irisan sangat rentan untuk rusak. Pada pengujian ini ditemukan 5 irisan gagal pada tebal 2 mm dan 2 irisan gagal pada tebal 3 mm. Bentuk irisan yang baik sebanyak 30 irisan dihasilkan oleh tebal irisan 5 mm dan 7 mm. Irisan yang baik adalah hasil irisan yang tidak rusak dan perbedaan ketebalan antara sisi tempe tidak lebih dari 0,5 mm. Standar deviasi berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 6b adalah 0,162 untuk tebal 2 mm, 0,165 untuk 3 mm, 0,1574 untuk tebal 5 mm, dan 0,1574 untuk tebal 7 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa variasi tebal yang dihasilkan relatif sangat kecil.

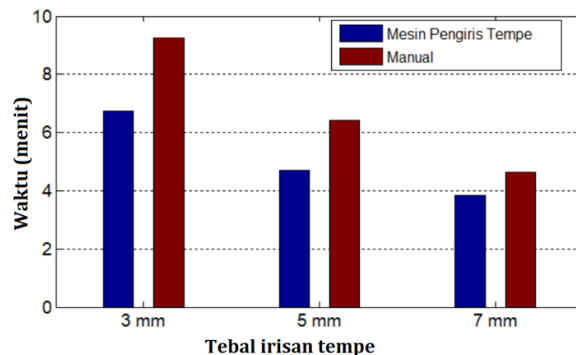
Tebal irisan rata-rata yang dihitung dari irisan yang baik secara berurutan adalah 2,05 mm, 3,01 mm, 4,85 mm, dan 7,15 mm. Sedangkan persentase deviasi rata-rata yang dihasilkan secara berurutan adalah 2,5%, 0,4%, -2,2%, dan 1,6%. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa kualitas hasil irisan yang diperoleh oleh mesin ini sangat baik.

3.3 Pengujian waktu pengirisan dan kapasitas mesin

Pengujian pada bagian ini dilakukan untuk melihat kapasitas mesin dalam melakukan pengirisan. Selain itu, pengujian ini juga bertujuan untuk membandingkan kecepatan pengirisan mesin dengan pengirisan secara manual. Untuk pengujian secara manual dilakukan di tempat usaha pengolahan tempe Aneka Gorengan di daerah Langgam Provinsi Riau. Pekerja yang sudah terbiasa melakukan pengirisan tempe untuk keripik tempe diminta untuk melakukan pekerjaan yang sama dengan yang dilakukan oleh mesin. Selanjutnya waktu yang dibutuhkan pekerja diukur dan dicatat.

Dalam pengujian ini dilakukan proses pengirisan menggunakan tempe batangan dengan ukuran lebar 80 mm, tinggi 60 mm, dan panjang 300 mm. Proses pengirisan dilakukan secara berkelanjutan untuk 4 tempe sehingga total panjang tempe yang diiris adalah 1200 mm. Pengujian

dilakukan untuk 3 jenis tebal tempe, yaitu 3 mm, 5 mm dan 7 mm. Untuk masing-masing tebal tempe dilakukan pengujian sebanyak 2 kali. Untuk pengujian menggunakan mesin, waktu yang diukur adalah waktu sejak push button ON ditekan hingga pengirisan 4 tempe selesai dan pendorong kembali ke posisi awal. Waktu pengirisan menggunakan mesin dan pengirisan secara manual disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7 waktu pengirisan tempe

Dari grafik ini dapat dilihat bahwa semakin tebal irisan tempe maka waktu pengirisan yang dibutuhkan semakin cepat. Hal ini disebabkan jumlah irisan semakin sedikit, dan penyebab yang paling utama adalah kecepatan pendorong tempe diatur berdasarkan ketebalan tempe. Dari grafik dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan oleh pekerja terampil lebih lama dibanding menggunakan mesin pengiris. Semakin tipis irisan tempe maka perbedaan waktu antara mesin dan pekerja semakin signifikan. Hal ini dipengaruhi oleh tingkat kehati-hatian pekerja yang semakin tinggi agar hasil irisan tidak rusak. Selain memiliki keunggulan dalam hal waktu pengirisan yang cepat, hasil pengirisan dari mesin pengiris memiliki kualitas yang lebih baik dan lebih seragam. Dari pengukuran terhadap hasil irisan yang dihasilkan oleh pekerja memiliki variasi ketebalan yang lebih signifikan dibanding dengan hasil irisan mesin pengiris.

Dari hasil pengujian ini dapat dihitung kapasitas tempe yang dapat diiris oleh mesin. Berat

rata-rata tempe untuk panjang 1200 mm adalah 2,5 kg. Sehingga kapasitas mesin untuk hasil irisan 3 mm adalah 22 29 kg/jam. Sedangkan kapasitas mesin untuk tebal irisan 5 mm dan 7 mm adalah 31, 85 kg/jam dan 38,96 kg/jam.

4. KESIMPULAN

Pengembangan mesin pengiris tempe otomatis telah dilakukan sesuai rancangan. Pengujian juga telah dilakukan yang bertujuan untuk menentukan parameter pengirisan yang optimal, kualitas hasil pengirisan, dan kapasitas mesin. Beberapa hal yang bisa disimpulkan dari hasil pengembangan dan pengujian mesin diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian diketahui bahwa waktu interval pergerakan pisau potong yang paling optimum adalah 1,5 menit. Parameter optimum ditinjau dari jumlah pengirisan yang berhasil dan waktu pengirisan tercepat.
2. Tingkat keberhasilan pengirisan sangat dipengaruhi ketebalan irisan. Semakin tebal irisan tempe maka semakin tinggi tingkat keberhasilannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari sebanyak 30 kali irisan, sebanyak 5 irisan gagal pada tebal 2 mm, dan 2 irisan gagal pada tebal 3 mm. Sedangkan pada tebal 5 mm dan 7 mm semua irisan berhasil.
3. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa deviasi ketebalan hasil irisan tidak signifikan, yaitu antara -2,2% - 2,5%.
4. Pengujian terhadap waktu pengirisan menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan oleh mesin pengiris lebih singkat dibanding waktu yang dibutuhkan oleh pekerja terampil.
5. Kapasitas mesin tergantung dari tebal irisan. Kapasitas mesin untuk hasil irisan 3 mm adalah 22 29 kg/jam. Sedangkan kapasitas mesin untuk tebal irisan 5 mm dan 7 mm adalah 31, 85 kg/jam dan 38,96 kg/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Eko, A. (2021). Perencanaan Mesin Pengiris Kentang Dengan Kapasitas Produksi 1,2 Ton/Jam. *TEKNOTIKA*, 1(1), 20-28. (<https://ejournal.ftiunmabanten.ac.id/teknotika/article/download/86/72>)
- Elgasim, E. A. and Kennick, W. H. (1980). Effect of pressurization of pre-rigor beef muscles on protein quality. *Journal of Food Science*, Vol. 45, No. 5, pp: 1122-1124. (<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1980.tb06501.x>)
- Indawati, N. (2021). Pelatihan Pemasaran Online Pada Pelaku Usaha Keripik Tempe Dan Keripik

Buah Desa Sukorejo Kecamatan Sidayu Kabupaten Gresik. *Jurnal ABDI: Media Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol. 7 No. 1, pp: 18-22.

- Luthfi, F., Munir, A.P., dan Panggabean, S. (2016). Design and Construction of Tempeh Slicer. *J. Rekayasa Pangan dan Pertanian*, Vol. 4, No. 4, 2016. (<https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jrpp/article/view/Fauzan%20Luhfi/6841>)
- Marsetiya, U.D. (2019). Penguatan Aspek Manajemen Produksi dan Kualitas Tempe Pada UKM Tempe. *JPPM (Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat)*, Vol. 3, No. 1, pp: 133-140.
- Nugroho, Y.A., Al Faritsy, A.Z., & Sugiharto, A. (2019). PKM Diversifikasi Produk Olahan Tempe Dan Peningkatan Daya Saing Pada Kelompok Wanita Tani Rahayu Bantul. *Jurnal Anadara Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol. 1, No. 2. (<http://jurnal.una.ac.id/index.php/anadara/article/view/1000>)
- Pinasti, L., Nugraheni Z., & Wiboworini, B. (2020). Potensi tempe sebagai pangan fungsional dalam meningkatkan kadar hemoglobin remaja penderita anemia. *Action: Aceh Nutrition Journal*, Vol. 5, No. 1, pp:19-26. ([10.30867/action.v5i1.192](https://doi.org/10.30867/action.v5i1.192))
- Priyanto A.D. dan Djajati. S. (2018) Pelatihan Diversifikasi Olahan Tempe Pada Pengrajin Tempe Di Desa Parerejo Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan. *Journal of Science and Social Development*, Vol. 1, No. 2, pp.46-52. (<https://www.journal.unusida.ac.id/index.php/jssd/article/view/166/121>)
- Putra, F. K. Safril, S., Leni, D. & Venny, YH, (2019). Rancang Bangun Mesin Pengiris Singkong. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(1), 19-23. (<https://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jtm/article/view/196>)
- Raswanti, H., Aditya, A.O., Aisyah S.R., Alham A. & Hanidah, I.I. (2019). Upaya Peningkatan Konsumsi Tempe Melalui Diversifikasi Olahan. *Agricore: Jurnal Agribisnis dan Sosial Ekonomi Pertanian Unpad*, vol. 3, No. 1. (<https://doi.org/10.24198/agricore.v3i1.17804>)
- Sajuli, M. S. & Hajar, I. (2017) Rancang bangun mesin pengiris Ubi dengan Kapasitas 30 kg/jam. *INOVTEK POLBENG*, 7(1), 66-70. (<https://doi.org/10.35314/ip.v7i1.158>)
- Trianasari, E., Pamuji, D. R., Prayogo, G. S. dan Rahayu, N. S. (2017). Pemanfaatan Teknologi Tepat Guna Mesin Pengiris Tempe Untuk Meningkatkan Produktifitas Umkm Keripik Tempe Di Desa Siliragung Kecamatan Siliragung". *Jurnal Rotor*. Vol. 10, No. November, pp. 64-66. (<https://doi.org/10.19184/rotor.v10i2.6420>)
- Utomo, A.P. dan Nurlaila, Q. (2021). Perancangan Mesin Pengiris Tempe Semiotomatis Dengan Arah Pengirisan Horizontal. *PROFISIENSI: Jurnal Program Studi Teknik Industri*, Vol 9, No.

- 2, pp: 252-261.
(<https://doi.org/10.33373/profis.v9i2.3690>)
- Wijianti, E.S., Novriyanda, N. dan Saparin, S. (2020). Rancang Bangun Mesin Pengiris Bawang Merah Sistem Mata Pisau Rotari Sumbu Vertikal. *AUSTENIT*, 12.2: 34-37. (<https://doi.org/10.5281/zenodo.4547834>)
- Wulandari, W., Pratama, B.W., & Yusuf, N.A. (2021) Mesin Pengiris Tempe Semi Otomatis Sistem Pisau Berputar Untuk Peningkatan Roduktivitas UMKM Keripik Tempe Ardani Malang. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks" SOLIDITAS"(J-SOLID)*, Vol. 4 No.2, pp.121-128. (<https://doi.org/10.31328/js.v4i2.2761>)
- Yuniarti, R., Azlia, W., & Sari, R.A. (2015). Penerapan sistem Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) pada proses pembuatan keripik tempe. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol.14, No.1, pp: 86-95. (<https://doi.org/10.23917/jiti.v14i1.627>)