

Desain dan Pengaruh Perangkat Penggerak pada Sistem Pengupas Bawang Putih dengan Sistem Rotasi

Atha Yudhana¹, Irfan Bahiuddin^{1*}, Satria Bhirawa Anuraga², Agustinus Winarno¹, Hendricus Sujatmiko³,
Muhammad Rizal Ramli¹

¹Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

²Departemen Teknologi Hayati dan Veteriner, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

*E-mail: irfan.bahiuddin@ugm.ac.id

Diajukan: 27-03-2023; Diterima: 08-08-2023; Diterbitkan: 21-08-2023

Abstrak

Bawang putih termasuk salah satu jenis tanaman hortikultura yang dilapisi oleh kulit tipis yang tidak dapat dimakan. Oleh karena itu, sebelum digunakan, bawang putih harus melalui proses pengupasan yang dapat dilakukan dengan cara manual atau mesin. Pengupasan dengan mesin akan mempercepat proses pengolahan paska panen dibanding dengan manual. Bagian terpenting dari mesin pengupas bawang putih adalah bagian penggerak yang terdiri dari motor, sistem gear, dan sistem mekanik pendukung. Akan tetapi, tidak banyak studi sebelumnya yang mempelajari terkait bagaimana pengaruh konfigurasi penggerak pada mesin pengupas bawang putih. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi tentang pengaruh konfigurasi penggerak pengupas terhadap efektifitas proses pengupasan. Makalah ini mempunyai tujuan untuk melakukan rancang bangun dan investigasi pengaruh konfigurasi penggerak terhadap mesin pengupas kulit bawang putih. Proses perancangan mesin pengupas kulit bawang putih dilakukan dengan dua tahapan yaitu perencanaan fungsi dan analisis teknik yang meliputi analisis daya dan torsi yang terjadi pada poros. Selanjutnya, perangkat penggerak divariasikan dengan mengubah beberapa susunan gear, pemasangan pengontrol berupa dimmer, dan pemasangan gearbox dengan rasio 1 banding 4. Mesin pengupas kulit bawang putih dengan sistem rotasi telah berhasil dibuat dilengkapi dengan tenaga penggerak pengupas kulit bawang putih direncanakan menggunakan motor listrik dengan daya sebesar 135 Watt dengan kecepatan putar 1500 rpm. Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan mesin dengan kapasitas massa bawang adalah 2 kg. Proses pengupasan dilakukan oleh tabung pengupas yang berputar dengan kecepatan putar yang diperoleh dari transmisi daya dengan beberapa variasi konfigurasi penggerak dan dimmer.

Kata kunci: bawang; desain; mesin pengupas; motor elektrik; transmisi.

Abstract

Garlic is one of the horticultural plant types covered by a thin inedible skin. Therefore, before use, garlic must undergo a peeling process, which can be done manually or using a machine. Machine peeling speeds up the post-harvest processing compared to manual peeling. The most important part of the garlic peeling machine is the driving mechanism, which consists of a motor, a gear system, and a supporting mechanical system. However, there have been few previous studies that have investigated the influence of the driving configuration on the garlic peeling machine. Therefore, a study is needed to examine the effect of the driving configuration on the effectiveness of the peeling process. This paper aims to design and investigate the impact of the driving configuration on the garlic skin peeling machine. The process of designing the garlic skin peeling machine is carried out in two stages, namely functional planning and technical analysis, including power and torque analysis on the shaft. Furthermore, the driving device is varied by changing several gear arrangements, installing a dimmer controller, and attaching a gearbox with a ratio of 1 to 4. A garlic skin peeling machine with a rotational system has been successfully created, equipped with a driving force for peeling the garlic skin, which is planned to use an electric motor with a power of 135 Watts and a rotation speed of 1500 rpm. After designing and manufacturing the machine with a capacity of 2 kg of garlic mass, the peeling process is carried out by a rotating peeling cylinder with a rotational speed obtained from power transmission with several variations of driving configurations and a dimmer.

Keywords: Garlic; design; peeling machine; electric motor; transmission.

1. Pendahuluan

Bawang putih merupakan salah satu dari dua belas sayuran yang paling penting [1] dan dikenal luas karena fungsinya sebagai bumbu penyedap masakan maupun sebagai obat [2]. Berbagai studi juga telah membuktikan fungsinya sebagai bahan untuk pengobatan [3]–[6]. Pencegahan dan pengobatan untuk kanker juga telah dipelajari salah satunya adalah untuk kanker hati [7], [8]. Di dalam kesehatan, bawang putih juga dapat digunakan untuk menurunkan tekanan darah [9]

dan membunuh patogen dalam paru jika dibuat sebagai obat aromatik [10]. Selain di dunia pengobatan, minyak hasil pemrosesan bawang putih dapat digunakan sebagai insektisida alami [11] dan deteksi ion [12]. Produk turunannya pun tidak kalah menarik untuk dipelajari seperti bawang putih hitam sebagai hasil fermentasi yang mempunyai kemampuan antioksidan dengan aroma yang tidak terlalu tajam [13]–[15]. Kulit sebagai sampah sisa dari bawang putih bisa diolah lebih lanjut sehingga bisa menjadi bahan tambahan alternatif pada bahan super kapasitor [16].

Proses pengupasan adalah proses yang harus dilakukan baik secara manual ataupun dibantu oleh mesin dalam proses pemanfaatan bawang putih. Proses pengupasan dengan cara manual menggunakan pisau membutuhkan waktu yang cukup lama jika dibandingkan dengan menggunakan mesin. Oleh karena itu, dibutuhkan mesin yang dapat mempermudah proses pengupasan bawang putih [17]. Kinerja mesin pengupas yang ada di antaranya telah terbukti menghemat waktu sebanyak 97% dan hemat biaya sebesar 95% [18], [19]. Pada mesin pengupas bawang putih yang sudah dijual di pasaran banyak yang menggunakan alat bantu berupa media air, tekanan udara, dan karet sebagai media bantu. Namun lebih efektif dan efisien jika tidak menggunakan media bantu dan hanya memanfaatkan motor penggerak terutama jika bawang akan dilakukan untuk produk yang kering. Sistem rotasi merupakan sistem memutar benda dalam tabung. Untuk mengatasi lambatnya proses pengupasan secara tradisional, perlu dilakukan pengupasan menggunakan metode lain, yaitu menggunakan kecepatan putaran dengan sistem rotasi sehingga kulit bawang putih terkelupas dan dibantu oleh motor listrik sebagai media penggerak. Akan tetapi, efek konfigurasi perangkat penggerak pada efektivitas pengupasan belum dipelajari.

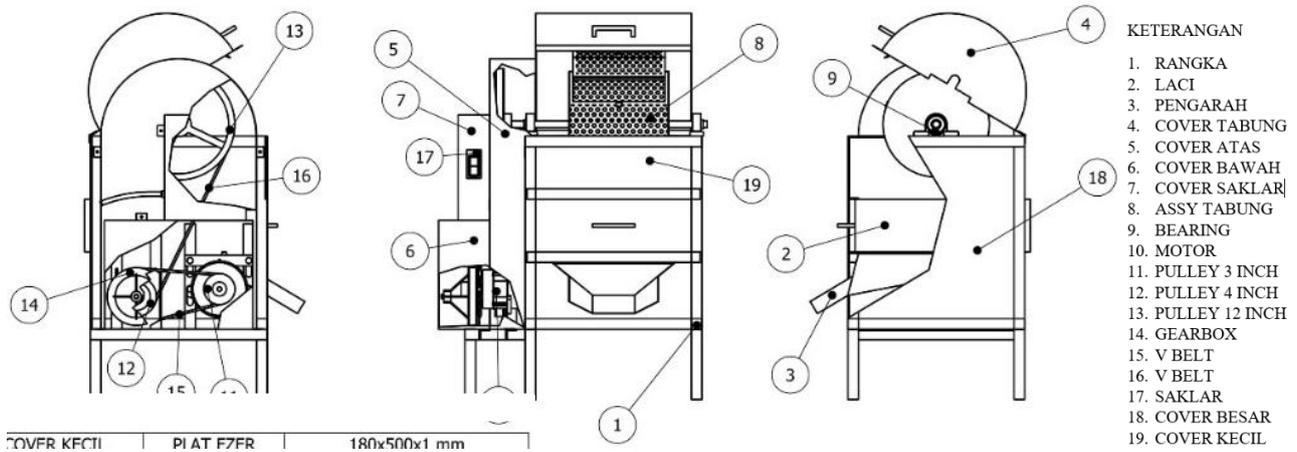
Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat mesin pengupas kulit bawang putih. Selain untuk merancang dan membuat mesin, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui variasi waktu yang paling efisien dan menentukan kapasitas mesin pengupas kulit bawang putih yang optimal. Penelitian ini berupaya untuk mengetahui kecepatan pengupasan bawang putih dengan menggunakan sistem rotasi yang dihasilkan oleh motor listrik untuk menggerakkan tabung penampung bawang sehingga mendapatkan pengupasan yang lebih efektif [20]. Penelitian ini menggunakan motor listrik mesin cuci dengan daya 135 Watt dan kecepatan putar 1500 rpm.

2. Material dan metodologi

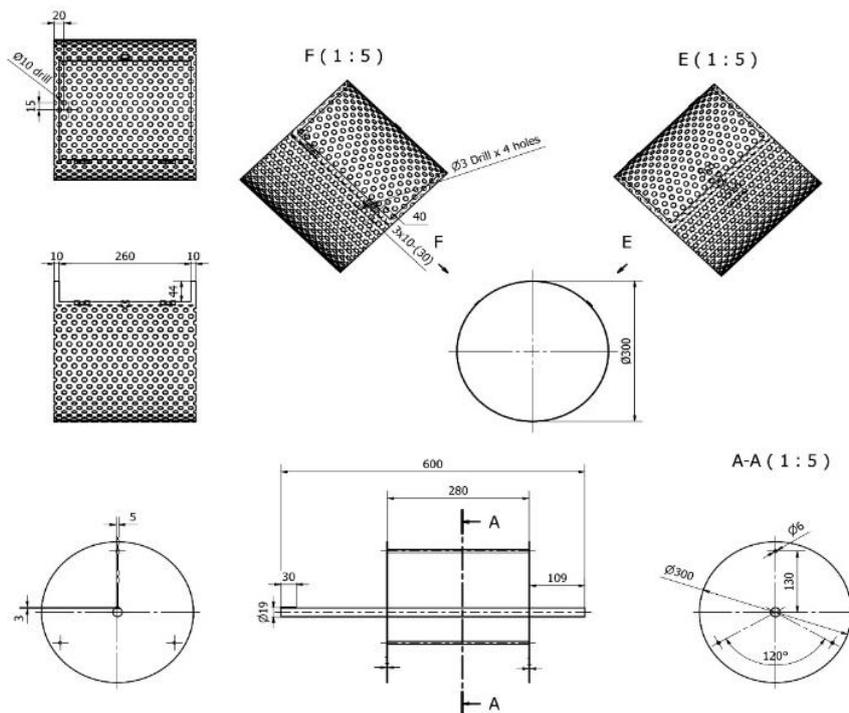
2.1. Konsep Desain

Konsep desain merupakan salah satu tahapan dalam proses perencanaan dalam pembuatan mesin pengupas kulit bawang putih. Konsep desain berisi perencanaan dalam perancangan dan desain masing-masing komponen. Konsep desain terdiri desain, mekanisme pengupasan, dan prinsip kerja. Desain pada mesin diklasifikasikan menjadi 6 bagian komponen yaitu rangka utama, pengupas, penggerak, pembuang, cover, dan komponen tambahan lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1. Rangka utama berperan penting sebagai tumpuan dari komponen lain. Rangka utama terdiri dari rangka dan plat yang disusun membentuk rangka mesin pengupas kulit bawang putih. Pengupas pada mesin pengupas kulit bawang putih berfungsi sebagai komponen utama yang digunakan untuk proses pengupasan kulit bawang putih. Penggerak pada mesin pengupas kulit bawang putih berfungsi sebagai komponen utama yang menggerakkan poros pengupas dan tabung pengupas. Penggerak utama berupa motor listrik mesin cuci. Di dalam penggerak terdapat puli, gearbox, dan sabuk V yang mempunyai peranan masing-masing. Pembuang pada mesin pengupas kulit bawang putih berfungsi sebagai komponen utama dalam proses pembuangan, pemisahan, dan pengumpulan bawang putih dan kulit bawang putih. Pembuang pada mesin ini terdiri dari komponen laci dan komponen pengarah. Cover pada mesin pengupas kulit bawang putih berfungsi sebagai komponen yang menutup dan melindungi yang ada di dalamnya. Cover terdiri dari cover tabung, cover motor dan puli atas, cover motor dan puli bawah, dan cover saklar yang mempunyai fungsi masing-

masing. Komponen tambahan pada mesin pengupas kulit bawang putih berfungsi sebagai komponen untuk pelengkap komponen lain. Komponen tambahan terdiri dari pillow block , komponen kelistrikan, dan penguat dudukan motor yang mempunyai fungsi masing-masing.



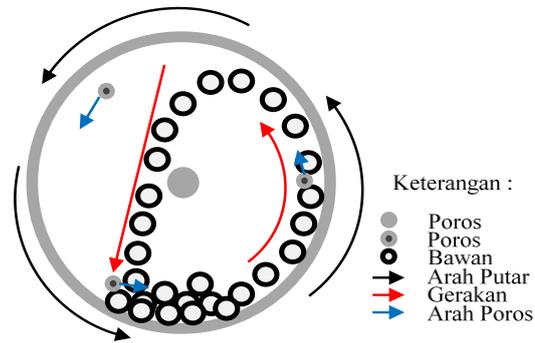
Gambar 1 Gambar Teknik Mesin Pengupas Kulit Bawang Putih



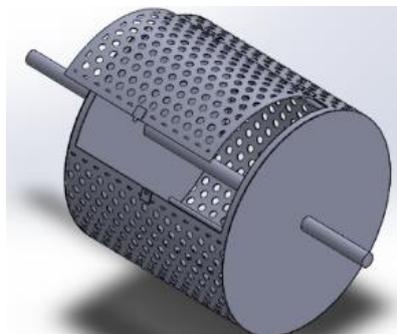
Gambar 2 Gambar Teknik Tabung Pengupas Kulit Bawang Putih

Proses pengupasan bawang putih dilakukan pada tabung pengupas yang berputar. Mekanisme pengupasan bawang putih terjadi akibat bawang putih ikut berputar pada tabung pengupas namun tidak sepenuhnya ikut berputar seperti pada gambar 2. Bawang putih ikut berputar hanya pada sampai titik puncak putaran, lalu akibat gaya gravitasi bawang putih akan jatuh ke bawah dan kembali di dorong oleh poros pengayak. Proses pergerakan bawang putih bisa disebut juga dengan proses pengayakan. Kulit bawang putih dapat terkupas akibat adanya gesekan akibat dari proses pengayakan. Gesekan yang ada berupa gesekan antar bawang putih dan gesekan antara bawang putih dengan tabung pengupas seperti

pada gambar 3. Kulit bawang yang sudah terkupas, akan terhempas keluar tabung pengupas melalui lubang-lubang yang ada di tabung pengupas dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Mekanisme pengupasan



Gambar 4 Gambar 3D Tabung Pengupas

Prinsip kerja mesin pengupas bawang putih dimulai dari bawang putih yang belum terkupas dimasukkan ke dalam tabung pengupas berlubang sesuai kapasitas. Dipilih material plat berlubang agar pada saat kulit bawang terkupas langsung terlepas dari tabung pengupas. Lalu pintu tabung pengupas dikunci. Selanjutnya cover tabung ditutup agar pada saat tabung berputar, kulit bawang tidak terhempas keluar. Selanjutnya saklar dinyalakan (Saklar *On*). Tabung pengupas akan berputar dengan kecepatan putar tetap. Tabung pengupas diputar oleh poros utama yang digerakkan oleh sistem transmisi. Bawang mempunyai karakteristik yaitu mempunyai kulit yang mudah terkupas dan pada saat tabung berputar maka kulit bawang akan terkupas dengan mudah. Selanjutnya saklar dimatikan (Saklar *Off*). Tabung pengupas akan berhenti berputar. Setelah tabung pengupas berhenti berputar, laci yang berisi kulit bawang yang telah terkupas dibuka, dan kulit bawang dibuang. Selanjutnya wadah di bawah saluran pengarah disiapkan. Lalu cover tabung dibuka dan pengunci pintu tabung pengupas dibuka. Setelah kunci pintu tabung dibuka, selanjutnya pintu tabung diarahkan ke pengupas yang ada di bawahnya. Bawang putih yang telah terkupas akan terjatuh ke saluran pengupas menuju wadah yang telah disiapkan.

Perhitungan torsi motor digunakan untuk pemilihan motor. Perhitungan torsi motor menggunakan rumus $T_m = kg \frac{P_{motor}}{n_{motor}}$ [21]. Dimana, T_m adalah Torsi Motor (N.mm), P_{motor} adalah daya motor sebesar 0,135 kW, n adalah kecepatan putar sebesar 1500 rpm, k adalah konstanta sebesar $9,74 \times 10^5$, g adalah gaya gravitasi sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$. Berdasarkan rumus tersebut, torsi motor didapatkan sebesar 859,9446 Nm. Transmisi pada mesin menggunakan puli, gearbox, dan v belt. Untuk mendapatkan kecepatan putar yang diinginkan maka digunakan rumus $\frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$ [21]. Dimana, d_1 adalah diameter puli 1 sebesar 3 inci. d_{ig} adalah diameter puli input gearbox sebesar 6 inci, d_{og} adalah diameter

puli *output gearbox* sebesar 4 inchi, d_2 diameter puli 2 adalah sebesar 12 inchi, jenis *gearbox* adalah 1 : 4, n_1 adalah putaran pada puli 1 pada kecepatan putaran sebesar n 1500 rpm, n_{ig} putaran pada puli *input gearbox* (rpm), n_{og} adalah putaran pada puli *output gearbox* (rpm), n_2 adalah putaran pada puli 2 (rpm). Didapatkan kecepatan putar pada puli 1 sebesar 1500 rpm, kecepatan putar puli *input gearbox* sebesar 750 rpm, kecepatan putar puli *output gearbox* sebesar 187,5 rpm, dan kecepatan putar puli 2 didapatkan sebesar 62,5 rpm. Setelah didapatkan nilai kecepatan putar pada masing-masing puli, didapatkan rasio kecepatan putar pada puli dengan rumus $i = \frac{d_2}{d_1}$ [21] didapatkan rasio puli sebesar 24 : 1.

2.2. Rincian Konfigurasi Penggerak

Konfigurasi penggerak pada mesin pengupas kulit bawang putih dilakukan untuk mendapatkan variasi kecepatan putar lebih jelas dapat dilihat pada tabel 1. Konfigurasi pertama penggerak mesin terdiri dari komponen puli 3 inchi dan puli 12 inchi didapatkan kecepatan putar sebesar 375 rpm. Konfigurasi kedua penggerak mesin terdiri dari komponen puli 3 inchi, puli 12 inchi, dan *dimmer* yang diatur 53 % didapatkan kecepatan putar 200 rpm. Konfigurasi ketiga penggerak mesin terdiri dari komponen puli 3 inchi, puli 12 inchi, dan *dimmer* yang diatur 40 % didapatkan kecepatan putar sebesar 150 rpm. Konfigurasi keempat penggerak mesin terdiri dari komponen puli 3 inchi, puli 12 inchi, dan *dimmer* yang diatur 26 % didapatkan kecepatan putar 100 rpm.

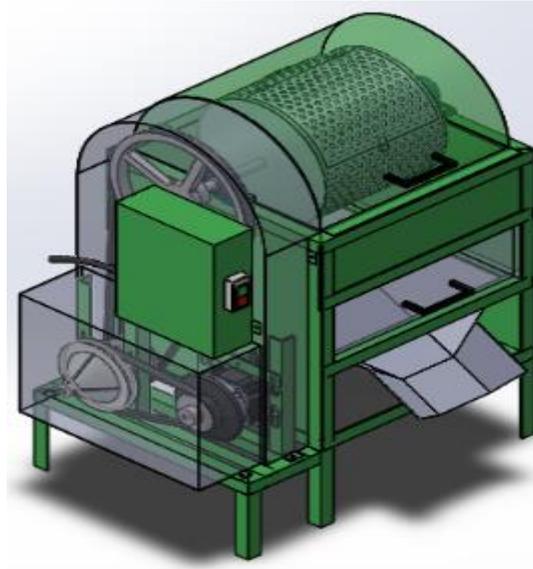
Tabel 1 Rincian Konfigurasi Penggerak

No	Kecepatan Putar	Komponen
1	375 rpm	Puli 3 dan 12 inchi
2	200 rpm	<i>Dimmer</i> , Puli 3 dan 12 inchi
3	150 rpm	<i>Dimmer</i> , Puli 3 dan 12 inchi
4	100 rpm	<i>Dimmer</i> , puli 3 dan 12 inchi
5	62,5 rpm	Puli 3 dan 12 inchi, Puli <i>Input Gearbox</i> 6 dan 4 inchi, <i>Gearbox</i> (1:4)

Penggunaan *dimmer* pada penggerak mesin mempunyai kelemahan yaitu kesulitan untuk mengangkat pada kecepatan putar awal, oleh sebab itu pada konfigurasi kelima penggerak mesin yang terdiri dari puli 3 inchi dan puli 12 inchi ditambahkan *gearbox* dengan rasio 1 : 4 yang mempunyai dimensi puli *input gearbox* 6 inchi dan dimensi puli *output gearbox* 4 inchi lebih jelas. Pada konfigurasi kelima penggerak mesin didapatkan kecepatan putar sebesar 62,5 rpm.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pembuatan desain dapat dilihat pada gambar 5. Pada gambar hasil desain 3D merupakan assembly dari desain komponen keseluruhan. Setelah desain berhasil dibuat, dilanjutkan dengan pembuatan mesin. Pembuatan mesin dilakukan secara bertahap, yaitu dilakukan pembuatan per grup komponen menjadi mesin utuh seperti pada gambar 6. Pengujian terhadap mesin pengupas kulit bawang putih dilakukan agar bisa mengetahui sejauh mana alat bekerja dengan baik dan dalam kondisi bagaimana alat diinginkan semestinya. Untuk mendapatkan data tentang hasil tersebut maka dilakukan serangkaian uji coba dan pengamatan kerja mesin.



Gambar 5 Hasil Desain 3D Mesin Pengupas Bawang



Gambar 6 Hasil Jadi Mesin Pengupas Bawang

Pengujian penentuan kecepatan putar dilakukan untuk pemilihan kecepatan putar yang tepat untuk proses pengupasan bawang putih. Dilakukan beberapa ujicoba pemilihan kecepatan putar dengan mengubah sistem transmisi dan didapatkan kecepatan tertentu lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2. Pengujian mesin pengupas kulit bawang putih dilakukan dengan putaran tetap atau tidak menggunakan variasi kecepatan putar yaitu 62,5 rpm. Yang dimaksud dengan kecepatan putar akhir pada tabel 2 adalah kecepatan pada tabung pengupas. Bawang putih yang dipakai adalah bawang putih jenis Kating. Pengujian dilakukan sebanyak 3 sampel, masing-masing sampel sebesar 2 kg. Didalam pengujian terdapat variasi waktu pengujian, yaitu 10 menit, 15 menit, 20 menit, dan 25 menit.

Tabel 2 Pengujian Penentuan Kecepatan Putar

No	Kecepatan Putar Akhir	Komponen	Kecepatan Putar per komponen	Hasil Ujicoba
1	375 rpm	Puli 3 inchi	1500 rpm	Bawang Putih ikut berputar dan tidak terayak Getaran mesin sangat besar
		Puli 12 inchi	375 rpm	
2	200 rpm	Puli 3 inchi	1500 rpm	Bawang putih masih ikut berputar pada tabung pengupas (tidak terayak) Getaran pada mesin masih sangat besar.
		Puli 12 inchi	375 rpm	
		<i>Dimmer</i>	200 rpm	
3	150 rpm	Puli 3 inchi	1500 rpm	Bawang putih masih ikut berputar pada tabung pengupas (tidak terayak) Getaran pada mesin berkurang.
		Puli 12 inchi	375 rpm	
		<i>Dimmer</i>	150 rpm	
4	100 rpm	Puli 3 inchi	1500 rpm	Bawang putih sudah mulai terayak Getaran pada mesin tidak besar Terdapat kendala pada putaran awal
		Puli 12 inchi	375 rpm	
		<i>Dimmer</i>	100 rpm	
5	62,5 rpm	Puli 3 inchi	1500 rpm	Bawang putih terayak Getaran pada mesin kecil.
		Puli <i>Input Gearbox</i> 6 inchi	750 rpm	
		<i>Gearbox</i> (1:4)	187,5 rpm	
		Puli <i>Ouput Gearbox</i> 4 inchi	187,5 rpm	
		Puli 12 inchi	62,5 rpm	

Berdasarkan tabel 3, maka rata-rata bawang terkupas dalam 1 menit untuk setiap pengujian dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [22].

$$x = \frac{m_1/t_1 + m_2/t_1 + m_3/t_1}{n_{sample}} \quad (1)$$

Dimana, x adalah rata-rata laju pengupasan (gram/menit), m_1 adalah massa output ujicoba 1 dalam (gram), m_2 adalah massa output ujicoba 2 (gram), m_3 adalah massa output ujicoba 3 (gram), t_1 adalah waktu ujicoba 1 (menit).

Tabel 3 Persentase Rata-Rata Hasil Pengujian Pengupasan Kulit Bawang Putih

No	Waktu (Menit)	Sampel	Pengujian (gram)		Persentase (%)	
			Bawang Terkupas	Bawang Tidak Terkupas	Bawang Terkupas	Bawang Tidak Terkupas
1	15	1	1120	880	56	44
		2	1111	889	56	44
		3	1132	868	57	43
		Rata-Rata	1241	759	56	44
2	20	1	1440	560	72	28
		2	1432	568	72	28
		3	1451	549	73	27
		Rata-Rata	1441	559	72	28
3	25	1	1720	280	86	14
		2	1710	290	86	14
		3	1745	255	87	13
		Rata-Rata	1725	275	86	14

Pada pengujian 10 menit didapatkan rata-rata sebesar 71,867 **gram /menit**. Pada pengujian 15 menit didapatkan rata-rata sebesar 74,733 **gram/menit**. Pada pengujian 20 menit didapatkan rata-rata sebesar 72,05 **gram/menit**. Dan pada pengujian 25 menit didapatkan rata-rata sebesar 69 **gram/menit**. Dari hasil perhitungan rata-rata bawang terkupas dalam 1 menit, variasi waktu yang efisien pada proses pengupasan didapat pada rata-rata sampel 15 menit dengan kapasitas mesin sebesar 74,733 **gram/menit** atau 4,484 **kg/jam**. Hasil pengupasan dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Bawang Putih yang sudah terkupas

4. Kesimpulan

Perancangan mesin pengupas kulit bawang dengan sistem rotasi dibuat untuk mempermudah proses pengupasan bawang putih. Prinsip kerja mesin pengupas kulit bawang putih yaitu bawang putih dikupas pada tabung pengupas menggunakan penggerak motor listrik mesin cuci dengan menggunakan sistem transmisi yang menggerakkan poros utama. Kapasitas mesin yang dirancang yaitu sebesar 2 kg, pengupasan dilakukan pada tabung pengupas dengan diameter 30 cm dan tinggi 28 cm. Dimensi rangka mesin pengupas berukuran 500 mm x 500 mm x 750 mm. Dari hasil perhitungan perencanaan dibutuhkan daya motor sebesar 17,1 Watt. Dipilih motor listrik mesin cuci yang terdapat di pasaran dan demi keamanan pengguna dengan daya 135 W dan kecepatan putar sebesar 1500 rpm. Tabung pengupas diputar oleh poros utama berdiameter $\frac{3}{4}$ inchi yang digerakkan oleh sistem transmisi dengan kecepatan putar 62,5 rpm. Sistem transmisi terdiri dari : Motor Listrik Mesin Cuci, *Gearbox* rasio 1:4, puli 3 inchi dengan kipas, puli input gearbox 6 inchi, puli 4 inchi, puli 12 inchi, Sabuk V A31, dan Sabuk V A61. Komponen-komponen lain pada mesin adalah plat body mesin, cover tabung, cover motor dan puli, cover saklar, laci, pengarah, dan kelistrikan. Pengujian pengupasan 3 sampel 2 kg bawang putih dilakukan dengan variasi waktu 10 menit, 15 menit, 20 menit, dan 25 menit. Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil pengupasan paling efisien pada ujicoba variasi waktu 15 menit dengan hasil perhitungan kapasitas mesin sebesar 74,733 **gram/menit** atau 4,484 **kg/jam**. Kapasitas ini cukup untuk keperluan industri rumahan dengan daya listrik seperti mesin cuci dan lebih menghemat waktu daripada mengupas dengan cara manual.

Acknowledgments

Pekerjaan ini didanai oleh Universitas Gadjah Mada melalui Hibah “Pengembangan Program Pengabdian kepada Masyarakat Berbasis Pemanfaatan Hasil Penelitian dan Penerapan” dengan no kontrak 798/UN1/DPM/YANMAS/PM/2020.

Referensi

- [1] N. Martins, S. Petropoulos, and I. C. F. R. Ferreira, "Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions: A review," *Food Chem.*, vol. 211, pp. 41–50, Nov. 2016, doi: 10.1016/j.foodchem.2016.05.029.
- [2] G. El-Saber Batiha *et al.*, "Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Garlic (*Allium sativum* L.): A Review," *Nutrients*, vol. 12, no. 3, p. 872, Mar. 2020, doi: 10.3390/nu12030872.
- [3] A. Shang *et al.*, "Bioactive Compounds and Biological Functions of Garlic (*Allium sativum* L.)," *Foods*, vol. 8, no. 7, p. 246, Jul. 2019, doi: 10.3390/foods8070246.
- [4] Y. Zeng *et al.*, "Therapeutic Role of Functional Components in Alliums for Preventive Chronic Disease in Human Being," *Evidence-Based Complement. Altern. Med.*, vol. 2017, pp. 1–13, 2017, doi: 10.1155/2017/9402849.
- [5] H. J. Hussein, I. H. Hameed, and M. Y. Hadi, "A Review: Anti-microbial, Anti-inflammatory effect and Cardiovascular effects of Garlic: *Allium sativum*," *Res. J. Pharm. Technol.*, vol. 10, no. 11, p. 4069, 2017, doi: 10.5958/0974-360X.2017.00738.7.
- [6] M.-J. Guan, N. Zhao, K.-Q. Xie, and T. Zeng, "Hepatoprotective effects of garlic against ethanol-induced liver injury: A mini-review.," *Food Chem. Toxicol.*, vol. 111, pp. 467–473, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.fct.2017.11.059.
- [7] Y. Zhou, Y. Li, T. Zhou, J. Zheng, S. Li, and H.-B. Li, "Dietary Natural Products for Prevention and Treatment of Liver Cancer," *Nutrients*, vol. 8, no. 3, p. 156, Mar. 2016, doi: 10.3390/nu8030156.
- [8] J. Zheng, Y. Zhou, Y. Li, D.-P. Xu, S. Li, and H.-B. Li, "Spices for Prevention and Treatment of Cancers," *Nutrients*, vol. 8, no. 8, p. 495, Aug. 2016, doi: 10.3390/nu8080495.
- [9] K. Ried, "Garlic Lowers Blood Pressure in Hypertensive Individuals, Regulates Serum Cholesterol, and Stimulates Immunity: An Updated Meta-analysis and Review," *J. Nutr.*, vol. 146, no. 2, pp. 389S-396S, Feb. 2016, doi: 10.3945/jn.114.202192.
- [10] J. Reiter, N. Levina, M. van der Linden, M. Gruhlke, C. Martin, and A. Slusarenko, "Diallylthiosulfinate (Allicin), a Volatile Antimicrobial from Garlic (*Allium sativum*), Kills Human Lung Pathogenic Bacteria, Including MDR Strains, as a Vapor," *Molecules*, vol. 22, no. 10, p. 1711, Oct. 2017, doi: 10.3390/molecules22101711.
- [11] A. Plata-Rueda *et al.*, "Insecticidal activity of garlic essential oil and their constituents against the mealworm beetle, *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae)," *Sci. Rep.*, vol. 7, no. 1, p. 46406, Jun. 2017, doi: 10.1038/srep46406.
- [12] C. Sun *et al.*, "Synthesis of Nitrogen and Sulfur Co-doped Carbon Dots from Garlic for Selective Detection of Fe³⁺," *Nanoscale Res. Lett.*, vol. 11, no. 1, p. 110, Dec. 2016, doi: 10.1186/s11671-016-1326-8.
- [13] X. Lu, N. Li, X. Qiao, Z. Qiu, and P. Liu, "Composition analysis and antioxidant properties of black garlic extract," *J. Food Drug Anal.*, vol. 25, no. 2, pp. 340–349, Apr. 2017, doi: 10.1016/j.jfda.2016.05.011.
- [14] M. Li *et al.*, "Comparison of Immunomodulatory Effects of Fresh Garlic and Black Garlic Polysaccharides on RAW 264.7 Macrophages," *J. Food Sci.*, vol. 82, no. 3, pp. 765–771, Mar. 2017, doi: 10.1111/1750-3841.13589.
- [15] J. H. Ryu and D. Kang, "Physicochemical Properties, Biological Activity, Health Benefits, and General Limitations of Aged Black Garlic: A Review," *Molecules*, vol. 22, no. 6, p. 919, Jun. 2017, doi: 10.3390/molecules22060919.
- [16] Q. Zhang, K. Han, S. Li, M. Li, J. Li, and K. Ren, "Synthesis of garlic skin-derived 3D hierarchical porous carbon for high-performance supercapacitors," *Nanoscale*, vol. 10, no. 5, pp. 2427–2437, 2018, doi: 10.1039/C7NR07158B.
- [17] K. Rajesh, M. K. Reddy, Y. Anusha, P. Haritha, D. Narendra, and S. Srujana, "Design and Fabrication of Garlic Peeler," *Int. J. Adv. Eng. Res. Sci.*, vol. 5, no. 7, pp. 165–170, 2018, doi: 10.22161/ijaers.5.7.24.
- [18] V. D. Mudgal and P. S. Champawat, "Development of a Garlic Clove Peeler for Small Scale Industry," *Int. J. Food*

Eng., vol. 7, no. 3, Apr. 2011, doi: 10.2202/1556-3758.1603.

- [19] M. Manjunatha, D. V. K. Samuel, R. K. Anurag, and N. Gaikwad, "Development and performance evaluation of a garlic peeler," *J. Food Sci. Technol.*, vol. 51, no. 11, pp. 3083–3093, Nov. 2014, doi: 10.1007/s13197-012-0879-5.
- [20] H. Amrul, "Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Bawang Putih Dengan Sistem Rotary," Universitas Bangka Belitung, 2019.
- [21] Sularso and K. Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 11th ed. Jakarta: Pradnya Paramita, 2004.
- [22] K. Y. Yen, H. Radhwan, Z. Shayfull, S. M. Nasir, and A. el-hadj Abdellah, "Design and Analysis of Garlic Peeler Machine," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 864, p. 012142, Jul. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/864/1/012142.