

Pemanfaatan Tabung Freon sebagai Komponen Utama Mesin Pemecah Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*)

Ikwanto Lasimpala¹, Mustofa^{2✉}, Siradjuddin Haluti³

^{1, 2, 3} Mesin dan Peralatan Pertanian, Politeknik Gorontalo, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 10-01-2024

Direvisi : 18-01-2024

Diterima : 22-01-2024

Kata Kunci:

Kemiri; Mesin Pemecah Tempurung; Tabung Freon

Keywords :

Candlenut; Freon Tube; Shell Breaking Machine

ABSTRAK

Kemiri merupakan salah satu tanaman perkebunan yang kaya akan manfaat dan kegunaan, sehingga berdampak pada tuntutan peningkatan produksi. Peningkatan produksi kemiri dapat diupayakan dengan penerapan teknologi yang didasarkan pada kondisi lingkungan setempat dan ketersediaan bahan baku. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan tabung freon sebagai komponen utama pembuatan mesin pemecah tempurung kemiri. Pembuatan mesin pemecah tempurung kemiri dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu identifikasi masalah, penyediaan alat dan bahan, desain alat, pembuatan komponen, fabrikasi komponen, uji fungsi, dan pengujian. Hasil pengujian diperoleh bahwa rata-rata kemiri yang hancur memiliki persentase tertinggi, yakni sebesar 24,17%. Adapun kemiri pecah utuh memiliki persentase terendah, yakni sebesar 1,86%. Selain itu, masih terdapat kemiri yang lolos dan pecah tanpa terkupas. Hasil ini mengindikasikan bahwa kinerja mesin ini kurang maksimal. Oleh karena itu, pengembangan mesin ini perlu dilakukan dengan memperhatikan faktor-faktor yang dapat meningkatkan produktivitas dan kinerjanya.

ABSTRACT

Candlenut is one of the plantations crop rich in benefits and uses, so it impacts the demand for increased production. Increasing candlenut production can be achieved by applying technology based on local environmental conditions and the availability of raw materials. This research aims to test the feasibility of freon tubes as the main component for making candlenut shell-breaking machines. The candlenut shell-breaking machine was made through several stages: problem identification, provision of tools and materials, tool design, component manufacture, component fabrication, function testing, and testing. The test results showed that the average percentage of crushed candlenuts had the highest percentage, namely 24.17%. Whole broken candlenuts have the lowest percentage, namely 1.86%. Apart from that, candlenuts still escape and break without being peeled. These results indicate that the performance of this machine could be more optimal. Therefore, the development of this machine needs to be carried out by paying attention to factors that can increase productivity and performance.

Corresponding Author :

Mustofa

Mesin dan Peralatan Pertanian, Politeknik Gorontalo, Indonesia

Jl. Muchlis Rahim, Panggulo, Kec. Botupingge, Kab. Bone Bolango, Gorontalo

Email: mustofa@poligon.ac.id

PENDAHULUAN

Kemiri (*Aleurites moluccana*) adalah tanaman famili dari *Euphorbiaceae* dengan sebaran alami di daerah tropis (Ramadhani, 2016), termasuk di lahan kritis (Rifdah, 2017). Kemiri merupakan salah satu dari 16 (enam belas) komoditi unggulan produk perkebunan tahun 2020-2022 (Perkebunan, 2021) dan tergolong komoditi hasil hutan bukan kayu (Baharuddin, Makkarennu, & Rahmi, 2021) yang tentunya memiliki banyak manfaat dan kegunaan. Umumnya kemiri digunakan sebagai bahan rempah-rempah seperti bumbu dapur dan juga bahan baku pembuatan kosmetik, sabun dan *shampoo*. Penggunaannya sebagai bahan sabun dan *shampoo* karena kemiri memiliki minyak organik dengan persentase berkisar 60-66% (Sulhatun, Juliati, Sylvia, & Bahri, 2022). Kemiri juga dapat dijadikan tepung untuk pakan ternak seperti burung puyuh (Rahman, Wahyuningsih, & Widodo, 2018). Selain itu, nilai ekonomi biji kemiri kupas memiliki persentase yang besar, yakni 70,6% dengan nilai Rp. 150.480.000/tahun (Puspaningrum, 2018). Di tempat lain, nilai ekonomi terbesar dari pemanfaatan kemiri berada pada tegakan kemiri yakni sebesar 92% dengan nilai ekonomi 128.700.000/tahun, sedangkan buahnya sebesar 8,13% (Juliati, 2019). Kondisi ini menuntut peningkatan produksi kemiri dengan memanfaatkan potensi sumber daya perkebunan daerah perbukitan di setiap wilayah.

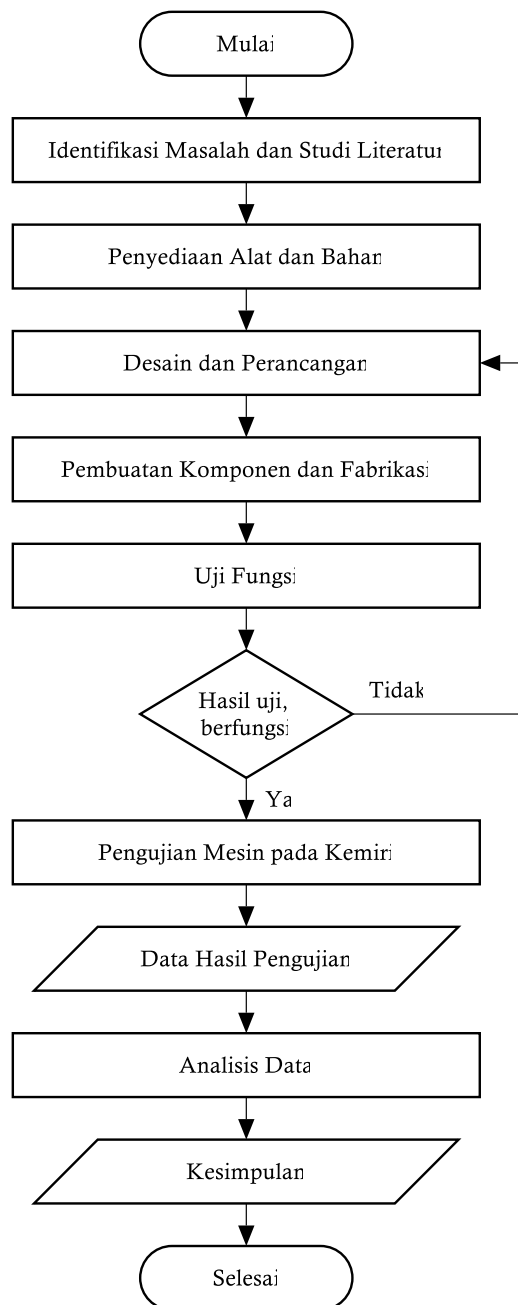
Peningkatan kuantitas produksi suatu kemiri harus didukung dengan kualitas yang baik. Kualitas kemiri dan produk-produk hasil pertanian lainnya umumnya sangat dipengaruhi oleh penanganan pasca panen seperti pengeringan, pengangkutan, pengolahan menjadi bahan baku, penyimpanan, dan pengolahan menjadi bahan pangan. Menurunnya porsi bagian yang dapat dimakan (*edible portion*) dan meningkatnya kehilangan pangan (*food loss*) disebabkan karena penanganan pasca panen yang tidak baik (Permatasari, 2022). Hal ini karena penanganan pasca panen pada dasarnya bertujuan untuk mempertahankan kualitas produk pertanian hingga sampai ke konsumen (Kusumiyati, 2017). Penggunaan teknologi pasca panen juga sangat menentukan kualitas dari bahan pertanian, baik dari segi fisik dan kandungan yang terdapat pada bahan pertanian. Selain itu, penggunaan alat dan mesin pasca panen sudah tentu berpengaruh pada peningkatan produktivitas karena memerlukan waktu yang cukup singkat dan tenaga kerja yang sedikit. Peningkatan produksi tentu akan berdampak pada pendapatan petani (Rusydi & Rusli, 2022). Namun, kondisi ini tentu tidak dijumpai di seluruh daerah penghasil kemiri, seperti di beberapa tempat di Provinsi Gorontalo. Masyarakat petani kemiri dijumpai masih menggunakan peralatan tradisional dan seadanya. Mereka menggunakan pelepah pinang atau bambu yang sudah dilipat untuk memecahkan tempurung kemiri. Kemiri yang telah kering diletakkan pada lipatan bambu dan memukulnya ke benda keras seperti batu dan semisalnya. Proses pemecahan tempurung kemiri menggunakan metode ini tentu memerlukan waktu yang cukup lama. Karena proses pemecahan kemiri dilakukan satu per satu. Oleh karena itu, penggunaan teknologi peralatan pengolahan pasca panen biji kemiri perlu diterapkan pada petani tersebut.

Meskipun demikian, penggunaan teknologi peralatan juga perlu mempertimbangkan kemampuan para petani dan ketersediaan bahan baku yang digunakan. Artinya, penggunaan teknologi yang tidak memperhatikan aspek teknis dan ekonomis serta kondisi lingkungan setempat tidak menjamin meningkatnya penghasilan petani (Abbas & Suhaeti, 2016). Aspek lain adalah kenyataan bahwa tidak semua petani mengetahui konsep perancangan suatu alat. Umumnya mereka menggunakan alat jika alat tersebut sudah tersedia tanpa mereka melakukan perancangan dan perakitan. Dengan kata lain para petani mendapatkan alat tersebut melalui proses pembelian dan pengadaan mandiri. Tentu hal ini akan menyulitkan masyarakat karena memerlukan biaya yang cukup besar untuk membelinya. Di sisi lain, tidak semua masyarakat memiliki akses untuk memanfaatkan mesin dan peralatan pertanian (alsintan) yang disediakan oleh pemerintah. Banyak faktor yang mempengaruhi akses tersebut, termasuk biaya sewa dan kelembagaan pengelola alsintan (Purwantini & Susilowati, 2018). Oleh karena itu, pembuatan alat pengolah kemiri didasarkan pada pemanfaatan beberapa perkakas yang telah digunakan seperti tabung freon. Pemanfaatan tabung freon sebagai alat pemecah cangkang/kulit kemiri karena sudah berbentuk tabung yang siap digunakan sebagai komponen utama. Di samping itu, hal ini juga menjadi sarana edukasi bagi masyarakat bahwa masih banyak perkakas-perkakas yang memiliki nilai fungsi yang tinggi meskipun telah digunakan. Penelitian ini bertujuan membuat alat pemecah kemiri dengan memanfaatkan tabung freon sebagai komponen utama dan menguji

kinerjanya. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi dasar dalam pengembangan alat pemecah tempurung kemiri dan peningkatan produktivitasnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah dan studi literatur berkaitan dengan pengolahan pasca panen kemiri. Hasil identifikasi masalah dan studi literatur digunakan sebagai dasar untuk merancang mesin pemecah kulit kemiri. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1. Sebelum pembuatan komponen dan fabrikasi, desain mesin yang akan dibuat merupakan bagian penting yang tidak dapat dihindari dalam sebuah perancangan suatu mesin dan alat. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui kebutuhan bahan-bahan yang digunakan. Beberapa peralatan dan bahan yang digunakan antara lain mistar, jangka sorong, las listrik, gerinda tangan, *speed controller*, elektroda E 6013, tabung freon, besi siku, besi plat, besi ulir, dan motor listrik 2800 rpm.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Setelah komponen dibuat dan difabrikasi, langkah berikutnya adalah melakukan uji fungsi. Kegiatan ini dilakukan untuk memastikan dan mengidentifikasi setiap komponen berfungsi dengan baik. Setelah uji fungsi dilakukan dan berhasil, maka mesin siap digunakan pada bahan uji, yakni kemiri. Parameter uji meliputi berat kemiri, waktu pemecahan, dan karakteristik produk yang dihasilkan. Berat kemiri pada pengujian ini dibuat konstan, yakni sebanyak 500 gr untuk setiap pengujian. Adapun tingkat kekeringan dan kadar air kemiri tidak menjadi bagian dalam parameter uji. Meskipun demikian, karakteristik fisik kemiri sebelum dan sesudah dipecahkan menjadi bagian yang perlu ditentukan. Hal ini dimaksudkan untuk penyesuaian mesin yang dirancang dengan bahan yang akan diuji, salah satunya adalah jarak mata pisau pemecah dengan dinding tabung. Karakteristik fisik kemiri yang ditentukan meliputi geometri biji kemiri sebelum dan sesudah dipecahkan. Geometri kemiri meliputi dimensi rata-rata dan kebulatan (*sphericity*) yang dihitung persamaan (1) dan (2) (Mohsenin, 1986) berdasarkan parameter panjang (L), lebar (W), dan ketebalan (T).

$$D_e = (LWT)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

$$\Phi = \frac{(LWT)^{\frac{1}{3}}}{L} \quad (2)$$

Pengujian kemiri dilakukan sebanyak lima kali pengujian dengan menentukan parameter hasil pengujian berupa persentase pecah utuh, pecah dua, hancur, serta kemiri yang tidak terkupas. Persentase pecah utuh (A), pecah dua (B), hancur (C), dan tidak terkupas (D) masing-masing dihitung berdasarkan persamaan (3-6) (Razak, 2015):

$$A = \frac{a}{W} \times 100\% \quad (3)$$

$$B = \frac{b}{W} \times 100\% \quad (4)$$

$$C = \frac{c}{W} \times 100\% \quad (5)$$

$$D = \frac{d}{W} \times 100\% \quad (6)$$

dimana a , b , c , d , dan W masing-masing merupakan berat kemiri utuh, pecah dua, hancur, tidak terkupas, dan berat total kemiri yang dipecahkan (gr).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan mesin pemecah kulit kemiri menggunakan tabung freon sebagai komponen utama. Hal ini salah satunya dimaksudkan untuk pemanfaatan limbah logam (biasa dikenal dengan besi tua). Selain itu, pemanfaatan tabung freon sebagai komponen utama juga bertujuan memberikan edukasi kepada masyarakat terutama petani kemiri bahwa masih banyak bahan-bahan yang dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas dari segi teknologi peralatan pertanian. Dengan demikian, masyarakat perlu memiliki kemampuan dalam penerapan teknologi dengan memanfaatkan potensi dan sumber daya yang tersedia.

Dimensi Rata-rata dan Kebulatan (*Sphericity*) Kemiri

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, karakteristik fisik suatu bahan menjadi indikator penting sebelum melakukan perancangan mesin dan peralatan yang digunakan. Hasil pengukuran karakteristik fisik kemiri yang meliputi dimensi rata-rata dan kebulatan (Tabel 1). Karakteristik fisik kemiri ditentukan dengan mengambil sampel sebanyak 10 biji. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan diketahui bahwa kemiri sebelum dan sesudah dikupas masing-masing memiliki dimensi rata-rata sebesar 26,71 dan 19,30 dengan kebulatan yang sama, yakni 0,86. Kemiri memiliki kulit dengan ketebalan sekitar 3,7 mm. Karakteristik ini sebagaimana hasil penelitian sebelumnya bahwa kemiri memiliki tebal tempurung 3-4 mm dengan kebulatan sebesar 0,86 (Sinaga, Desrial, & Wulandani, 2016).

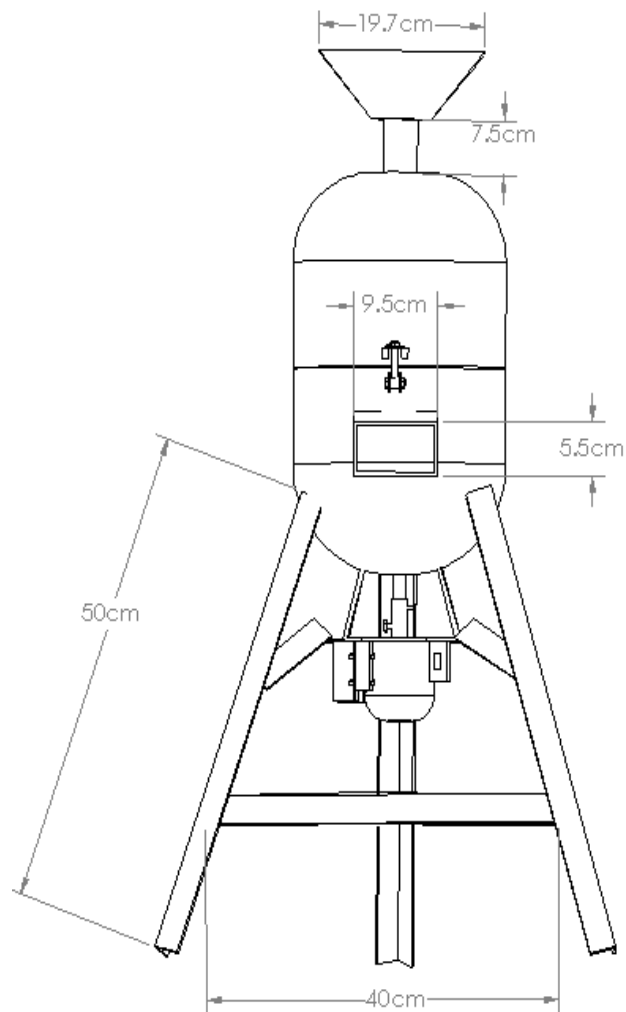
Tabel 1. Hasil Pengukuran Diamater Kemiri

No	Sebelum		Sesudah	
	D _e	Φ	D _e	Φ
1	26,84	0,82	19,65	0,85
2	26,27	0,91	18,90	0,84
3	27,02	0,82	18,74	0,87
4	27,13	0,83	19,68	0,89
5	25,33	0,82	18,71	0,84
6	27,51	0,89	19,61	0,83
7	26,97	0,90	20,25	0,84
8	26,91	0,85	18,15	0,88
9	25,84	0,86	19,92	0,87
10	27,24	0,91	19,33	0,86
$\bar{X}$	26,71	0,86	19,30	0,86

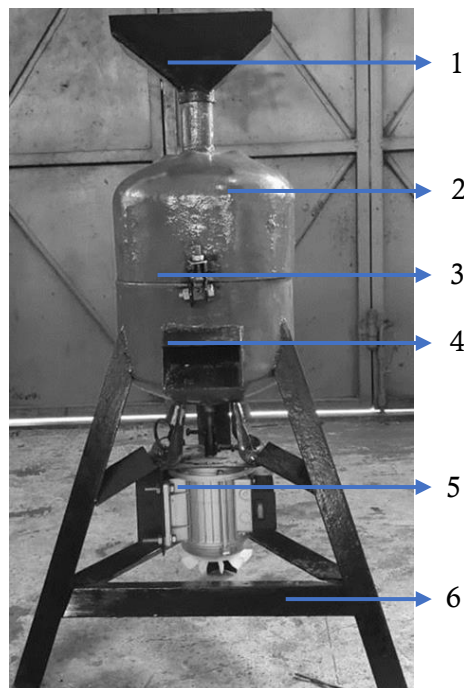
Hasil Rancangan Mesin Pemecah Tempurung Kemiri

Mesin pemecah tempurung kemiri dibuat dengan memanfaatkan tabung freon sebagai komponen utama. Pembuatan mesin pemecah tempurung diawali dengan mendesain setiap komponen yang terdapat pada mesin dengan ukuran dan dimensi tertentu sebagaimana disajikan pada Gambar 2. Proses fabrikasi secara umum dilakukan menggunakan sambungan las dengan membuat komponen-komponen seperti corong *input* (hopper), pipa *input*, tabung utama, dan pembuatan rangka serta pemasangan poros untuk mata pisau pemecah. Hoper input berbentuk prisma ke bawah terbuat dari besi plat 3 mm dengan ukuran bagian atas 197 x 162 mm. Tabung utama terbuat dari tabung freon dengan tinggi 450 mm dan diameter 300 mm. Tabung freon dipotong menjadi dua bagian kemudian dibuat sambungan yang dilengkapi dengan pengunci. Desain ini dimaksudkan untuk memudahkan jika terjadi penyumbatan pada saat mesin dioperasikan akibat kulit kemiri yang tertumpuk, terutama jika mesin ini dilengkapi dengan saringan atau ayakan. Selain itu, hal ini juga dimaksudkan untuk memudahkan saat mengganti mata pisau pemecah.

Tabung freon bagian bawah dibuat lubang dengan dimensi 95 x 55 mm kemudian ditambahkan besi plat 3 mm dengan panjang 55 mm untuk membentuk corong *output*. Adapun rangka terbuat dari besi siku dengan panjang kaki 500 mm. Mesin ini dilengkapi dengan mata pisau pemecah yang terbuat dari besi plat 3 mm dengan panjang total 190 mm. Mesin ini dilengkapi dengan motor listrik sebagai penggerak dan poros ulir dengan diameter 12,7 mm sebagai tempat penopang mata pisau pemecah. *Speed controller* juga merupakan bagian dalam mesin ini yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran poros. Hasil rancangan mesin pemecah tempurung kemiri dapat dilihat pada Gambar 3, dimana mesin ini terdiri dari beberapa komponen seperti: 1) hopper, 2) tabung utama, 3) pengunci, 4) corong *output*, 5) motor listrik, dan 6) rangka.



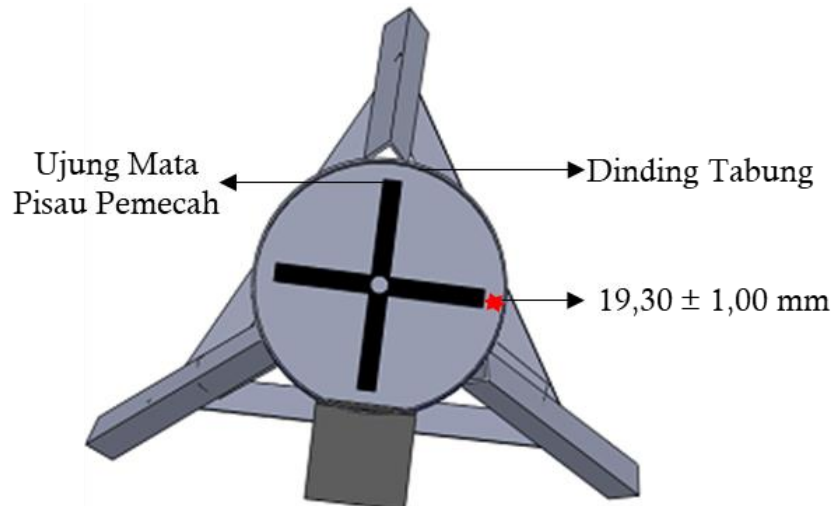
Gambar 2. Tampilan 2D Mesin Pemecah Tempurung Kemiri



Gambar 3. Mesin Pemecah Tempurung Kemiri

Jarak Celah Mata Pisau dengan Dinding Tabung

Nilai dimensi rata-rata setelah dikupas digunakan untuk menentukan jarak ujung mata pisau pemecah dengan dinding tabung (Gambar 4), yakni sekitar $19,30 \pm 1,00$ mm. Hal ini dimaksudkan agar kemiri yang telah terpecah dapat lolos melalui celah tersebut. Selain itu, jarak yang terlalu besar akan memungkinkan kemiri yang jatuh dari corong input langsung ke corong output tanpa terkena mata pisau, sehingga persentase kemiri yang tidak terpecah semakin besar. Sebaliknya, jarak yang terlalu kecil dapat menyebabkan kemiri hancur dengan persentase yang tinggi.



Gambar 4. Jarak Mata Pisau Pemecah dengan Dinding Tabung

Hasil Pengujian

Hasil pengujian mesin pemecah tempurung kemiri disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa biji kemiri yang pecah utuh memiliki persentase yang kecil, bahkan lebih kecil dari persentase biji kemiri yang tidak terkupas. Pengujian pertama dan ketiga memiliki persentase pecah utuh lebih besar dari pengujian lainnya. Karakteristik kemiri hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 5, dimana kemiri yang hancur memiliki persentase yang paling tinggi (Gambar 5a) disusul kemiri yang pecah dua bagian (Gambar 5c). Selain itu, masih terdapat kemiri yang masih menempel pada kulit tempurung meskipun sudah terpecah (Gambar 5d).

Tabel 2. Hasil Pengujian Mesin Pemecah Tempurung Kemiri

No	W (gr)	T (detik)	Persentase Hasil Pengujian			
			A	B	C	D
1	500	59,59	2,12	3,62	23,52	5,22
2	500	58,47	1,12	3,62	26,16	4,22
3	500	59,50	2,30	10,32	24,76	3,34
4	500	58,53	1,88	14,42	23,14	4,18
5	500	59,58	1,90	9,74	23,28	3,60
$\bar{X}$	500	59,13	1,86	8,34	24,17	4,11



Gambar 5. Karakteristik Kemiri setelah Proses Pemecahan

Persentase kemiri yang hancur sangat tinggi dapat disebabkan karena putaran yang terlalu cepat sehingga gaya pukulnya pun semakin besar. Artinya, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pemecahan kemiri. Penelitian lain menunjukkan bahwa putaran yang tepat untuk memecahkan kemiri adalah 20 rpm dengan tekanan $24,93 \text{ N/m}^2$, dimana hasil kemiri pecah utuh memiliki persentase yang besar dengan kemiri hancur sebesar 0% (Anggara & Jibril, 2021). Tentu parameter ini tidak dapat disamakan dengan mesin yang dibuat karena memiliki dimensi dan sistem transmisi yang berbeda. Hal ini karena terdapat mesin pemecah kemiri yang menghasilkan kemiri pecah utuh dengan putaran yang lebih tinggi, yakni sekitar 338 rpm (Sutejo, Fajri, & Sucahyo, 2023). Meskipun demikian, hal ini dapat dijadikan dasar dalam pengembangannya. Faktor lain yang dapat dijadikan parameter adalah jarak antara mata pisau dengan dinding tabung (sistem vertikal) atau jarak antar kedua *roll* penghancur, dimana jarak yang semakin kecil menyebabkan inti kemiri hancur. Sebaliknya jarak yang lebar menyebabkan kemiri yang lolos (tidak terpecah) memiliki persentase yang tinggi (Hutauruk, Sitompul, & Naibaho, 2022).

Proses pengeringan dan media pengering memiliki andil dalam pemecahan kemiri. Kemiri yang dikeringkan menggunakan mesin pengering memiliki persentase pecah utuh yang lebih besar dari pengeringan menggunakan sinar matahari (Argo, Sumardi, & Asdin, 2018). Metode *freezer* (pembekuan) biji kemiri sebelum dilakukan pengeringan pada oven diketahui memiliki hasil kemiri pecah utuh yang lebih tinggi jika dibandingkan menggunakan metode siram (Putri, Sari, & Hasan, 2022). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa besarnya suhu dan lamanya pengeringan berpengaruh pada hasil kemiri yang dipecahkan, dimana kemiri pecah utuh memiliki persentase yang tinggi ketika kemiri dikeringkan menggunakan oven selama 3 hari pada suhu 70°C (Angraeni, Setiawati, Nurmawan, & Haryati, 2019).

Karakteristik mekanik kemiri juga merupakan aspek yang sangat berperan pada proses pemecahan. Hal ini bergantung pada tingkat kekeringan dari kemiri tersebut. Artinya, perbedaan kadar air pada kemiri berpengaruh pada perbedaan kekuatan maksimum dari kemiri tersebut. kemiri termasuk bahan pertanian yang memiliki sifat getas dibandingkan dengan bahan pertanian lainnya seperti pala, sehingga ketika terkena beban besar kemungkinan langsung hancur. Selain itu, posisi pemukulan kemiri juga sangat berpengaruh. Posisi tegak lurus (memanjang) merupakan posisi yang memerlukan gaya yang lebih besar dibandingkan dari posisi melintang (Sinaga, Desrial, & Wulandani, 2016). Oleh karena itu, pengembangan mesin pemecah kemiri harus memperhatikan beberapa indikator-indikator ini, sehingga hasil yang diperoleh lebih baik dan maksimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Mesin pemecah tempurung kemiri dari tabung freon sebagai komponen utama dan dilengkapi dengan komponen lain seperti corong input (hopper), corong output, rangka utama, mata pisau pemecah, dan motor listrik dengan putaran 2800 rpm. Hasil pengujian mesin pemecah tempurung kemiri menunjukkan bahwa rata-rata kemiri yang hancur memiliki persentase yang tertinggi, yakni sebesar 24,17%. Adapun persentase pecah utuh sebesar 1,86% dan merupakan nilai yang terendah. Persentase kemiri pecah dua bagian dan tidak terpecah masing-masing memiliki nilai sebesar 8,34 dan 4,11%. Banyaknya kemiri yang hancur dapat disebabkan karena putaran yang terlalu tinggi dan jarak antara mata pisau penghancur dengan dinding tabung yang terlalu sempit. Meskipun demikian, hasil ini membuktikan bahwa tabung freon dapat dimanfaatkan sebagai mesin pemecah kemiri untuk selanjutnya dilakukan pengembangan.

Saran

Pengembangan mesin pemecah tempurung kemiri dari tabung freon dapat dilakukan dengan memperhatikan beberapa indikator seperti lama pengeringan dan kadar air kemiri, sistem kerja mesin, putaran, gaya dan tekanan saat pemukulan, dan dilengkapi dengan komponen sortir sehingga hasil yang diperoleh terpisah antara yang hancur, pecah dua bagian, dan utuh.

REFERENSI

- Abbas, A., & Suhaeti, R. N. (2016). Pemanfaatan Teknologi Pascapanen untuk Pengembangan Agroindustri Perdesaan di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 34(1), 21-34.
- Anggara, M., & Jibril, A. (2021). Pengaruh Putaran Pulley (rpm) dan Tekanan terhadap Produktivitas Mesin Pemecah Biji Kemiri. *Jurnal Tambora*, 5(2), 8-15.
- Angraeni, Y., Setiawati, C., Nurmawan, M. F., & Haryati, N. A. (2019). Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Rendemen Kemiri Utuh yang Dipecah secara Mekanis. *Jurnal Litbang Industri*, 9(2), 105-110.
- Argo, B. D., Sumardi, H. S., & Asdin. (2018). Pengaruh Metode Pengeringan terhadap Karakteristik Kupasan kemiri (*Aleurites moluccana*. L Willd). *Jurnal Keteknikan Pertanian tropis dan Biosistem*, 4(2), 103-109.
- Baharuddin, Makkarennu, & Rahmi, M. (2021). Pemanfaatan dan Kontribusi Kemiri (*Aleurites moluccana*) sebagai Komoditi HHBK terhadap Pendapatan Petani di Kecamatan Bontocani Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. *Perennial*, 17(1), 26-34.
- Hutauruk, A. P., Sitompul, S., & Naibaho, W. (2022). Rancang Bangun Mesin Pemecah Kemiri Tipe Doble Roll dengan daya 0,5 Hp (Pengaruh Jarak Roll terhadap Persentase Pecah Biji Kemiri). *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4(6), 3511-3516.
- Juliati. (2019). *Analisis Nilai Manfaat Ekonomi Tanaman Kemiri (Aleurites moluccana) di Desa Bungin Kecamatan Bungin Kabupaten Enrekang*. Makassar: Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Kusumiyati. (2017). *Penanganan Pasca Panen dan Kriteria Kualitas Buah dan Sayur di Indonesia*. (A. R. Oktavia, A. L. Syarief, W. Sutari, & S. Mubarak, Eds.) Bandung: Unpad Press.
- Mohsenin, N. N. (1986). *Physical Properties of Plant and Animal Materials* (2nd ed.). New York: Gordon and Breach Science Publishers.

- Perkebunan, D. J. (2021). *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022*. Jakarta: Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Permatasari, D. H. (2022, March 16). *Pentingnya Penanganan Pascapanen Hasil Pertanian Dalam Mengatasi Kehilangan Pangan (Food Loss) di Indonesia*. Retrieved from dpkp.jogjapro: <https://dpkp.jogjapro.go.id/baca/Pentingnya+Penanganan+Pascapanen+Hasil+Pertanian+Dalam+Mengatasi+Kehilangan+Pangan+%28Food+Loss%29+di+Indonesia/160322/610879ba4c48ee2fe10b58ca1ba76de78e7f15903018b1051001823c1477f491534>
- Purwantini, T. B., & Susilowati, S. H. (2018). Dampak Penggunaan Alat Mesin Panen terhadap Kelembagaan Usaha Tani Padi. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 16(1), 73-88.
- Puspaningrum, D. (2018). Nilai Ekonomi Tanaman Kemiri (*Aleurites moluccana*) pada Sistem Agroforestri. *Jurnal Agropolitan*, 5(1), 21-27.
- Putri, R. E., Sari, R. P., & Hasan, A. (2022). Analisa Efektivitas Pemecah Kemiri di Kabupaten Solok Sumatera Barat. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, 15(2), 82-94.
- Rahman, K. M., Wahyuningsih, S., & Widodo, E. (2018). Pengaruh Penggunaan Tepung Biji Kemiri dalam Pakan terhadap Kinerja Reproduksi Burung Puyuh (*Coturnix japonica*). *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 1(1), 24-33.
- Ramadhani, H. (2016, June 27). *KEMIRI (Aleurites moluccana (L) Wild)*. Retrieved from bpdasbarito: <https://bpdasbarito.or.id/kemiri-aleurites-moluccana-l-wild/>
- Razak, A. (2015). *Nut Cracking Efficiency in Ripple Mill*. Pulau Pinang: Mechanical Engineering, Universiti Sains Malaysia.
- Rifdah. (2017). Pengaruh Operasi Temperatur Pemanasan, Waktu Pemanasan terhadap Persen Yield pada Proses Pengurusan Minyak Biji Kemiri Menggunakan Peralatan Expeller Pressing. *Distilasi*, 2(1), 55-64.
- Rusydi, B. U., & Rusli, M. (2022). Pemanfaatan Teknologi Pertanian dan Pengaruhnya terhadap Pendapatan Petani. *ICOR: Journal of Regional Economics*, 1(1), 42-52.
- Sinaga, R., Desrial, & Wulandani, D. (2016). Karakteristik Fisik dan Mekanik Kemiri (*Aleurites moluccana* Wild.). *JTEP: Jurnal keteknikan Pertanian*, 4(1), 97-106.
- Sulhatun, Juliati, E., Sylvia, N., & Bahri, S. (2022). Formulasi Pembuatan Shampo dengan Bahan Baku Minyak Kemiri (*Aleurites moluccana*) untuk Kesehatan Rambut. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11(1), 32-42.
- Sutejo, A., Fajri, R., & Sucahyo, L. (2023). Optimasi Kecepatan Putar dalam Peningkatan Mutu Biji Kemiri pada Mesin Pemecah Cangkang Biji Kemiri (*Aleurites moluccana* Willd.). *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(1), 48-66.