



Analisis Kinerja Mesin Pencacah Plastik Berbasis Pisau Berputar

Performance Analysis of Rotating Knife-Based Plastic Shredding Machines

Heri Prinando Nasution¹, Alfian Ramadhan¹, Tino Hermanto^{1*}, Iswandi¹, Darianto¹

¹ Prodi Teknik Mesin, Universitas Medan Area, Medan Estate, Sumatera Utara, 2023, Indonesia

Corresponding author: tinohermanto@staff.uma.ac.id

Diterima: 19-09-2024

Disetujui: 17-10-2024

Dipublikasikan: 31-12-2024

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Sampah plastik merupakan salah satu penyumbang terbesar dalam produksi sampah di Indonesia, yang mencapai 65,2 juta ton per tahun. Upaya pengurangan volume sampah dilakukan dengan mencacah plastik agar ukurannya menjadi lebih kecil dan mudah didaur ulang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas produksi, kualitas, dan efisiensi mesin pencacah plastik berbasis pisau berputar serta menentukan perawatan yang diperlukan untuk menjaga kinerja mesin dalam jangka panjang. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan mencatat dan menganalisis data dari pengujian mesin menggunakan 10 sampel plastik jenis HDPE dan PP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas produksi mesin untuk plastik jenis HDPE adalah 3,43 kg/menit, sedangkan untuk plastik jenis PP adalah 1,42 kg/menit. Penelitian ini menyimpulkan bahwa mesin pencacah plastik berbasis pisau berputar efektif dalam mengolah sampah plastik dengan hasil yang bervariasi tergantung pada jenis material plastik.

Kata Kunci : Mesin pencacah plastik, kapasitas produksi, HDPE, PP.

Abstract

Plastic waste is one of the most significant contributors to waste production in Indonesia, reaching 65.2 million tons per year. Efforts to reduce waste volume are carried out by shredding plastic into smaller sizes to facilitate recycling. This study aims to analyze the production capacity, quality, and efficiency of a rotating blade-based plastic shredding machine and to determine the necessary maintenance to sustain its long-term performance. The method employed is a quantitative approach, which involves recording and analyzing data from machine tests using 10 samples of HDPE and PP plastic. The results indicate that the machine's production capacity for HDPE plastic is 3.43 kg/min, while for PP plastic, it is 1.42 kg/min. The study concludes that the rotating blade-based plastic shredding machine is effective in processing plastic waste, with results varying based on the type of plastic material.

Keywords: Plastic shredding machine, production capacity, HDPE, PP.

1. Pendahuluan

Sampah plastik menjadi salah satu tantangan lingkungan terbesar di era modern. Dalam kehidupan sehari-hari, masyarakat tidak dapat terlepas dari keberadaan sampah, baik organik maupun anorganik. Sampah plastik, sebagai salah satu jenis sampah anorganik, memiliki dampak signifikan terhadap pencemaran lingkungan. Secara nasional, Indonesia menghasilkan 5,4 juta ton sampah plastik setiap tahun, yang menyumbang sekitar 14% dari total produksi

sampah domestik sebesar 65,2 juta ton per tahun (Sugandi et al., 2019; Anggraeni et al., 2021). Kondisi ini diperparah oleh minimnya pengetahuan masyarakat terkait pengelolaan sampah, khususnya pengolahan berbasis prinsip 3R (reduce, reuse, recycle).

Pengelolaan sampah berbasis 3R menawarkan solusi untuk mengurangi dampak buruk sampah plastik terhadap lingkungan. Konsep ini mendorong pengurangan volume sampah plastik melalui berbagai metode, termasuk pencacahan plastik menjadi ukuran yang lebih kecil agar mudah didaur ulang (Maharja et al., 2022). Pencacahan plastik tidak hanya membantu mengurangi volume sampah tetapi juga mempersiapkan material plastik untuk diproses lebih lanjut dalam skala industri, seperti pembentukan biji plastik atau serpihan (Kurniawan, 2019).

Mesin pencacah plastik berperan penting dalam mendukung proses pengolahan sampah berbasis 3R. Mesin ini dirancang untuk mencacah limbah plastik dengan metode seperti peremukan, penarikan, dan pemotongan, sehingga menghasilkan cacahan plastik yang seragam dan mudah diolah kembali (Nur et al., 2014). Namun, harga mesin pencacah plastik yang berkisar antara 10 hingga 100 juta rupiah seringkali menjadi kendala bagi pengusaha kecil, sehingga pengembangan mesin yang efisien, ekonomis, dan berkapasitas tinggi menjadi kebutuhan mendesak.

Studi ini menerapkan pendekatan kuantitatif dan eksperimen untuk mengambil data secara langsung dari sumbernya. Selama eksperimen, kapasitas produksi mesin dan efisiensi mesin diukur menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Kpm = \frac{\text{jumlah sampel (kg)}}{\text{waktu (menit)}} \quad (1)$$

dimana:

kpm = Kapasitas produksi mesin (kg/menit)

js = jumlah sampel (kg)

w = waktu (menit)

$$\text{Produksi} = \frac{\text{output aktual}}{\text{output maximum}} \times 100 \% \quad (2)$$

dimana:

produksi = Produksi efisiensi mesin (kg/jam)

oa = Output aktual (kg)

omax = Output maximum (kg)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi operasional mesin pencacah plastik berbasis pisau berputar dalam mengolah limbah plastik menjadi cacahan berkapasitas 250 kg/jam. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi tingkat keandalan mesin serta menentukan perawatan yang diperlukan untuk menjaga kinerja mesin dalam jangka panjang. Dengan pendekatan kuantitatif dan eksperimen, data langsung dikumpulkan melalui pengujian kapasitas produksi dan efisiensi mesin, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pengolahan sampah plastik yang lebih efektif dan berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Analisis mesin pencacah plastik berbasis pisau berputar yang dilakukan selama 60 menit didapatkan hasil akhir dengan output aktual sebesar 210,258 kg/jam bahan baku HDPE. Sedangkan bahan baku PP sebesar 114,662 kg/jam. Dari hasil penjumlahan kapasitas rata-rata sebelumnya. Gambaran mesin pencacah plastik yang digunakan dalam penelitian seperti ditampilkan pada Gambar 1 dibawah ini.

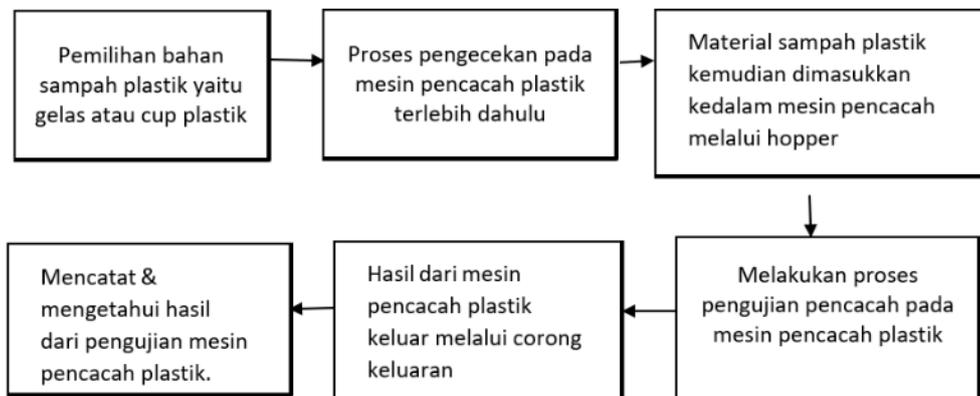


Gambar 1. Mesin Pencacah plastik

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah cup plastik, peralatan dan alat ukur yang dipakai meliputi jangka sorong, stopwatch, penggaris, timbangan digital. Adapun diagram alir penelitian ini terlihat pada Gambar 2. Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam menjalani penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Meninjau secara cermat studi literatur yang berasal dari jurnal maupun buku.
2. Melakukan survey/mengobservasi pada mesin pencacah plastik.
3. Mengumpulkan material/bahan sebelum dimasukkan ke dalam mesin pencacah plastik.
4. Melakukan proses pengujian pada mesin pencacah plastik.
5. Mencatat dan menganalisis hasil dari pengujian mesin pencacah plastik yang dilakukan di Jl. Menteng VII Gg. Wakaf Ujung, Kota Medan, Sumatera Utara.
6. Menarik kesimpulan pada mesin pencacah plastik.

Penelitian ini menggunakan parameter mesin pencacah sampah plastik dengan prosedur kerja seperti yang ditampilkan pada diagram alir berikut ini.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Tabel 1. Variabel penelitian

No.	Variabel
1.	High Density Polyethylene (HDPE)
2.	Polypropylene (PP)

Dalam penelitian ini Variabel yang digunakan adalah High Density Polyethylene (HDPE), Polypropylene (PP), Teknik pengambilan data yang dilakukan dari masing-masing variabel menggunakan metode pengujian tiap variasi bahan.

Berdasarkan Tabel 1. Variabel penelitian terlihat bahwa terdapat 2 variabel penelitian yakni Variabel penelitian High Density Polyethylene (HDPE), dan variabel penelitian

Polypropylene (PP), Dari kedua bahan yakni HDPE maupun PP terdapat sampel sebanyak 10 sampel dimana sampel tersebut menggunakan plastik bahan HDPE dan PP dengan berat 10 Kg dan 5 Kg.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengukur efisiensi dan kapasitas produksi mesin pencacah plastik berbasis pisau berputar dengan bahan baku plastik jenis HDPE dan PP. Uji coba dilakukan sebanyak 10 kali untuk masing-masing bahan dengan berat sampel yang telah ditentukan. Hasil uji coba disajikan dalam Tabel 2 untuk bahan HDPE dan Tabel 3 untuk bahan PP.

Tabel 2. Pengujian sampel HDPE (*High Density polyethylene*)

No	Sampel (kg)	Waktu (menit)
1	10	3,1
2	10	2,9
3	10	2,8
4	10	3,2
5	10	2,7
6	10	2,9
7	10	2,8
8	10	3,3
9	10	2,7
10	10	2,8

Berdasarkan Tabel 2, pengujian dilakukan menggunakan sampel bahan HDPE dengan berat 10 kilogram untuk setiap percobaan. Waktu pencacahan bervariasi antara 2,7 kg/menit hingga 3,3 kg/menit, dengan rata-rata kapasitas produksi sebesar 3,43 kg/menit. Total kapasitas produksi aktual yang dihitung dari rata-rata hasil uji adalah 210,258 kg/jam. Dengan output maksimum mesin sebesar 250 kg/jam, efisiensi mesin untuk bahan HDPE mencapai 84,103%.

Hasil ini menunjukkan bahwa mesin pencacah berbasis pisau berputar bekerja secara optimal dalam mencacah bahan HDPE. Faktor-faktor seperti kecepatan putaran pisau sebesar 1800 rpm, ukuran material HDPE sebesar 16 mm, dan tenaga mesin diesel 24 HP berkontribusi terhadap efisiensi tinggi pada pengolahan bahan HDPE.

Tabel 3. Pengujian sampel bahan PP (*Polypropylene*)

No.	Sampel (kg)	Waktu (menit)
1	5	3,5
2	5	3,1
3	5	3,2
4	5	2,9
5	5	3,7
6	5	3,4
7	5	3,2
8	5	3,1
9	5	2,7
10	5	3,5

Berdasarkan Tabel 3, pengujian dilakukan menggunakan sampel bahan PP dengan berat 5 kilogram untuk setiap percobaan. Waktu pencacahan bervariasi antara 2,7 kg/menit hingga 3,7 kg/menit, dengan rata-rata kapasitas produksi sebesar 1,42 kg/menit. Total kapasitas produksi aktual yang dihitung dari rata-rata hasil uji adalah 114,662 kg/jam. Dengan output maksimum mesin sebesar 250 kg/jam, efisiensi mesin untuk bahan PP mencapai 45,864%.

Efisiensi yang lebih rendah pada bahan PP dibandingkan dengan HDPE disebabkan oleh karakteristik material PP yang lebih sulit dicacah. Secara umum, HDPE lebih mudah dihancurkan karena sifat materialnya yang lebih lunak dibandingkan PP. Selain itu, ukuran bahan PP yang digunakan pada penelitian ini berkisar antara 13–15 mm, sedikit lebih kecil dibandingkan HDPE, yang juga memengaruhi waktu pencacahan.

Tabel 4. Efisiensi Mesin

No	Bahan	Spesifikasi mesin	Efisiensi produksi
1	HDPE	250 kg/jam	210,258 kg/jam
2	PP	250 kg/jam	114,662 kg/jam

Perbedaan efisiensi antara bahan HDPE dan PP menunjukkan bahwa sifat material memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja mesin pencacah. HDPE, dengan efisiensi sebesar 84,103%, memiliki tingkat pencacahan yang lebih cepat dibandingkan PP, yang hanya mencapai efisiensi 45,864%. Hal ini disebabkan oleh karakteristik HDPE yang lebih lunak, sehingga lebih mudah dihancurkan oleh pisau berputar.

Setelah proses pencacahan, hasil cacahan plastik melalui beberapa tahapan lanjutan untuk memastikan kualitas dan kesesuaian dengan standar (Tabel 5 dan 6). Tahap pertama adalah penjemuran, di mana hasil cacahan dikeringkan untuk mengurangi kadar air yang dapat memengaruhi kualitas material. Selanjutnya, dilakukan pengecekan dan pemilahan, di mana cacahan plastik diperiksa secara menyeluruh untuk memastikan keseragaman ukuran dan kualitasnya. Tahap akhir adalah pengemasan, di mana cacahan plastik yang telah memenuhi standar kualitas dikemas ke dalam karung atau goni untuk didistribusikan atau disimpan. Proses ini memastikan bahwa hasil cacahan siap digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk daur ulang atau produksi material baru.

Tabel 5. Hasil cacahan bahan HDPE

No.	Hasil cacahan	Keterangan
1.		Hasil cacahan yang terlihat pada gambar di samping yaitu hasil akhir sampah plastik yang keluar dari saluran pengeluaran mesin dengan massa yang dimasukan setelah mengalami proses pencacahan. Dan hasil cacahan dari bahan HDPE diameter ukurannya adalah 16mm. Dan setelah proses pencacahan selesai lalu tahap berikut memasuki tahap selanjutnya yaitu tahap proses penjemuran.
2.		Lalu bisa kita lihat pada gambar disamping, ini adalah proses penjemuran setelah melalui proses pencacahan selesai. Mengapa mesti dilakukan proses penjemuran dikarenakan setelah terjadi proses pencacahan. Hasil cacahan jatuh ke dalam bak yang berisi air, maka dari itu mesti dilakukan proses penjemuran agar hasil cacahan dikeringkan terlebih dahulu.

Tabel 5. Hasil cacahan bahan HDPE (lanjutan)

No.	Hasil cacahan	Keterangan
3.		Setelah terjadinya proses penjemuran tahap berikut yang akan dilakukan adalah tahap pengecekan dan pemilahan apabila terdapat sampah atau jenis lain selain hasil cacahan plastik tersebut. Lalu jika pengecekan pada hasil cacahan sudah dilakukan maka tahap berikut yang akan dilakukan adalah pengumpulan hasil cacahan ke dalam karung.
4.		Dan jika sudah melewati tahap pengecekan dan tahap pemilahan pada hasil cacahan yang sudah melewati beberapa tahapan maka proses akhir yang akan dilakukan adalah proses pengumpulan/pengemasan hasil cacahan kedalam karung/goni. Jika semua tahapan sudah dilalui dan hasil sudah di cek kembali. Hasil yang diinginkan juga sudah sesuai harapan maka dari itu hasil cacahan sudah bisa di perjual belikan.

Tabel 6. Hasil cacahan bahan PP

No.	Hasil cacahan	Keterangan
1.		Hasil cacahan yang terlihat pada gambar di samping yaitu hasil akhir sampah plastik yang keluar dari saluran pengeluaran mesin dengan massa yang dimasukan setelah mengalami proses pencacahan. Dan hasil cacahan dari bahan PP diameter ukurannya adalah antara 13-15 mm. Dan setelah proses pencacahan selesai lalu tahap berikut memasuki tahap selanjutnya yaitu tahap proses penjemuran.
2.		Lalu bisa kita lihat pada gambar disamping, ini adalah proses penjemuran setelah melalui proses pencacahan selesai. Mengapa mesti dilakukan proses penjemuran dikarenakan setelah terjadi proses pencacahan. Hasil cacahan jatuh ke dalam bak yang berisi air, maka dari itu mesti dilakukan proses penjemuran agar hasil cacahan dikeringkan terlebih dahulu.
3.		Setelah terjadinya proses penjemuran tahap berikut yang akan dilakukan adalah tahap pengecekan dan pemilahan apabila terdapat sampah atau jenis lain selain hasil cacahan plastik tersebut. Lalu jika pengecekan pada hasil cacahan sudah dilakukan maka tahap berikut yang akan dilakukan adalah pengumpulan hasil cacahan ke dalam karung.
4.		Dan jika sudah melewati tahap pengecekan dan tahap pemilahan pada hasil cacahan yang sudah melewati beberapa tahapan maka proses akhir yang akan dilakukan adalah proses pengumpulan/pengemasan hasil cacahan kedalam karung/goni. Jika semua tahapan sudah dilalui dan hasil sudah di cek kembali. Hasil yang diinginkan juga sudah sesuai harapan maka dari itu hasil cacahan sudah bisa di perjual belikan.

Tabel 7 menyajikan jenis-jenis perawatan yang dapat diterapkan pada mesin pencacah plastik untuk menjaga performa dan keandalannya dalam jangka panjang. Perawatan mesin merupakan langkah penting untuk memastikan mesin tetap berfungsi optimal dan mengurangi risiko kerusakan yang dapat mengganggu operasional. Dalam tabel ini, terdapat tiga kategori utama perawatan, yaitu perawatan preventif, perawatan korektif, dan perawatan prediktif,

yang masing-masing memiliki fokus dan pendekatan berbeda. Penjelasan rinci mengenai setiap jenis perawatan, termasuk tujuan dan metode pelaksanaannya, dapat membantu dalam menentukan strategi perawatan yang paling sesuai untuk kebutuhan operasional mesin.

Tabel 7. Perawatan mesin pencacah plastik

No.	Jenis perawatan	Keterangan
1.	Perawatan previntif	Meliputi pemeliharaan rutin yang dilakukan secara berkala untuk mencegah terjadinya kerusakan atau kegagalan mesin dimasa mendatang. Contohnya adalah penggantian oli secara teratur, pemeriksaan filter udara, dan penyetelan komponen-komponen mesin.
2.	Perawatan korektif	Melibatkan tindakan perbaikan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kegagalan mesin. Ini termasuk memperbaiki bagian yang rusak, mengganti komponen yang aus, atau melakukan penyesuaian untuk mengembalikan fungsi mesin ke kondisi semula.
3.	Perawatan prediktif	Menggunakan teknologi dan pemantauan secara terus menerus untuk mendeteksi potensi masalah atau kegagalan mesin sebelum terjadi. Ini melibatkan penggunaan sensor dan sistem pemantauan yang memungkinkan untuk memprediksi waktu dan jenis perawatan yang diperlukan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Rata-rata kapasitas produksi mesin pencacah plastik berbasis pisau berputar dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti ukuran mesin, kecepatan putaran pisau, dan jenis bahan plastik yang diolah. Dengan parameter yang diatur secara optimal, mesin ini dapat menghasilkan cacahan plastik berkualitas yang sesuai untuk berbagai aplikasi, termasuk proses daur ulang atau produksi produk baru.
2. Efisiensi pencacahan diukur sebagai perbandingan antara output aktual dan output maksimum mesin. Berdasarkan hasil penelitian, efisiensi mesin untuk bahan HDPE mencapai 84,103%, dengan output aktual sebesar 210,258 kg/jam dari output maksimum sebesar 250 kg/jam. Sementara itu, efisiensi mesin untuk bahan PP lebih rendah, yaitu 45,864%, dengan output aktual sebesar 114,662 kg/jam dari output maksimum yang sama. Perbedaan efisiensi ini disebabkan oleh sifat material, di mana HDPE lebih mudah dicacah dibandingkan PP.
3. Perawatan mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah Perawatan Preventif, yang melibatkan pemeliharaan rutin secara berkala untuk mencegah kerusakan atau kegagalan mesin di masa mendatang. Perawatan preventif ini meliputi pembersihan, pelumasan, dan pengecekan komponen mesin secara teratur, yang terbukti efektif dalam menjaga kinerja mesin tetap optimal dan memperpanjang umur pakai mesin.

Kesimpulan ini menunjukkan bahwa mesin pencacah plastik berbasis pisau berputar memiliki potensi besar dalam mendukung pengelolaan sampah plastik secara efisien, terutama dalam proses daur ulang. Namun, optimalisasi lebih lanjut terhadap desain dan parameter operasional mesin dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi pencacahan bahan yang lebih sulit, seperti PP.

Ucapan Terima Kasih

Puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian saya ini. Karena rahmat dan nikmat pertolongan-Nya yang telah memberi saya kekuatan, kesabaran, sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian saya ini dengan tepat waktu. Saya ucapkan terimakasih kepada bapak Ir. Tino Hermanto, ST, M.sc. IPP yang telah membimbing saya dan banyak membantu selama proses penelitian hingga selesai. Lalu, saya ucapkan terima kasih juga kepada orang tua, keluarga, kerabat, teman saya yang telah mendukung, mendoakan, serta memberikan semangat bagi saya dalam proses pelaksanaan penelitian ini hingga selesai. Selanjutnya saya ucapkan juga terima kasih kepada siapa saja yang berperan dalam pelaksanaan penelitian saya ini.

Daftar Pustaka

- Anggraeni, N. D. 2019. "Analisa Kinerja Mesin Pencacah Botol Plastik Tipe Pet." *Machine: Jurnal Teknik Mesin* 5 (2): 31–35.
- Anggraeni, N. D., A. E. Latief, A. Rhamdani, and R. R. Sandi. 2021. "Modifikasi Mesin Pencacah Plastik PET Tipe Gunting dengan Kapasitas 50 kg/jam." *Jurnal Rekayasa Energi dan Mekanika* 1 (2): 72.
- Fauzi, Alfian, Andriansyah Sinaga, Yusuf Fadhillah, and Tino Hermanto. 2024. "Studi Experimental Kinerja Mesin Pencacah Kertas Kapasitas 50 kg/Jam." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 3 (2): 54–61. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v3i2.126>.
- Maharja, R., Wira Lisrianti Latief, S. Novianti Bahar, H. Gani, and S. Fatimah Rahmansyah. 2022. "Pengenalan Pengolahan Sampah Berbasis 3R pada Masyarakat Pedesaan sebagai Upaya Pengurangan Timbulan Sampah Rumah Tangga."
- Muhfidin, R., S. N. Sari, and R. Prastowo. 2024. "Analisis Kapasitas Mesin Pencacah Limbah Plastik dan Tekstil Menggunakan Unit Penghancur (Shredder)." *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan* 8 (3): 1474–1483.
- Nasution, H. P. 2024. *Analisis Kinerja Mesin Pencacah Plastik Berbasis Pisau Berputar dalam Proses Pengolahan Limbah Plastik*. Tugas Akhir, Universitas Medan Area.
- Nur, I., N. Nofriadi, and R. Rusmardi. 2014. "Pengembangan Mesin Pencacah Sampah/Limbah Plastik dengan Sistem Crusher dan Silinder Pemootong Tipe Reel." *Prosiding Semnastek* 1 (1).
- Shofwan, U. K., J. Waluyo, and T. Hidayat. 2023. "Analisis Perancangan Mesin Pencacah Limbah Plastik Menggunakan Pisau Crusher dan Shredder." *Jurnal Teknologi* 16 (1): 28–36.
- Sugandi, W. K. 2019. "Analisis Teknik Mesin Pencacah Plastik." *Jurnal Agrotek Indonesia*. <https://doi.org/10.33661/jai.v4i1.1462>.
- Upingo, H., Y. Djamalu, S. Botutihe, and K. P. D. P. B. Bolango. 2016. "Optimalisasi Mesin Pencacah Plastik Otomatis." *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo* 1 (2): 112–139.
- Yaqin, R. I., B. H. Priyambodo, A. B. Prasetyo, and M. L. Umar. 2021. "Penerapan Metode Elemen Hingga dalam Pemilihan Bahan pada Desain Pisau Mesin Pencacah Plastik." *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika* 6 (2): 85–98.