

Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik Berkapasitas 10 kg/jam

Pramana Rizqi^{*1}, Donisius Afoan Kono², Andi Saidah³

Universitas 17 Agustus 1945^{1,2,3}

^{*1}e-mail: pramanarizqi10@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan sampah plastik memerlukan dukungan teknologi pengolahan sederhana yang dapat diterapkan pada skala rumah tangga, bank sampah, sekolah, dan UMKM. Penelitian ini bertujuan merancang serta menganalisis kinerja mesin pencacah sampah plastik berkapasitas target 10 kg/jam menggunakan motor listrik 1 HP. Metode penelitian menggunakan pendekatan rancang bangun melalui tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan komponen, pembuatan alat, perakitan, pengujian, dan analisis kinerja. Mesin dirancang dengan sistem transmisi *pulley* dan *V-belt*, pisau pencacah berbahan baja SKD 11, *hopper* sebagai saluran masuk, ruang pencacah, serta saringan sebagai pengendali ukuran hasil cacahan. Pengujian dilakukan pada tiga jenis plastik rumah tangga, yaitu PET, HDPE, dan PP, masing-masing seberat 2 kg. Hasil pengujian menunjukkan kapasitas pencacahan PET sebesar 10 kg/jam, HDPE sebesar 8 kg/jam, dan PP sebesar 9,23 kg/jam, dengan rata-rata kapasitas 9,08 kg/jam. Perbedaan kinerja dipengaruhi oleh ketebalan, kekakuan, bentuk material, ketajaman pisau, dan kestabilan putaran poros. Mesin ini layak digunakan sebagai teknologi awal untuk mengurangi volume plastik sebelum proses daur ulang lanjutan. Temuan ini juga menunjukkan bahwa rancangan sederhana tetap dapat mendukung ekonomi sirkular apabila disertai pemilahan material dan perawatan komponen secara berkala oleh pengguna akhir.

Kata kunci : Daur Ulang Mekanis; Mesin Pencacah; Plastik; Rancang Bangun; UMKM.

ABSTRACT

Plastic waste requires simple processing technology that can be applied at household, waste bank, school, and micro, small, and medium enterprise scales. This study aimed to design and analyze the performance of a plastic waste shredding machine with a target capacity of 10 kg/hour using a 1 HP electric motor. The research used a design and development approach through need identification, component design, machine fabrication, assembly, testing, and performance analysis. The machine was designed with a pulley and V-belt transmission system, SKD 11 steel cutting blades, an inlet hopper, a shredding chamber, and a screen to control shredded particle size. Performance testing was conducted using three types of household plastic, namely PET, HDPE, and PP, each weighing 2 kg. The results showed shredding capacities of 10 kg/hour for PET, 8 kg/hour for HDPE, and 9.23 kg/hour for PP, with an average capacity of 9.08 kg/hour. Performance differences were influenced by material thickness, rigidity, initial shape, blade sharpness, and shaft rotation stability. The machine is feasible as an initial technology for reducing plastic volume before further recycling processes at small scale.

Keywords : Design And Development; Mechanical Recycling; Plastic; Shredding Machine; SMEs.

PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan salah satu persoalan lingkungan yang semakin mendesak karena penggunaannya terus meningkat dalam kemasan, peralatan rumah tangga, dan berbagai produk sekali pakai. Plastik memiliki sifat ringan, kuat, dan ekonomis, tetapi karakteristik tersebut juga menyebabkan plastik sulit terurai secara alami ketika tidak dikelola dengan baik. Dalam konteks Indonesia, pengelolaan sampah plastik masih menghadapi berbagai kendala, terutama pada aspek pengumpulan, pemilahan, daur ulang, partisipasi masyarakat, serta konsistensi kebijakan pengurangan sampah (Maskun et al., 2023; Pambudi et al., 2025; Zahrah et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa penyelesaian masalah sampah plastik tidak cukup dilakukan melalui pengangkutan ke tempat pembuangan akhir, tetapi perlu diarahkan pada upaya pengurangan volume, pemanfaatan kembali, dan pengembalian material plastik ke dalam rantai ekonomi produktif.

Daur ulang mekanis menjadi salah satu pendekatan yang relatif mudah diterapkan karena prosesnya dapat dilakukan melalui tahapan pemilahan, pencucian, pencacahan, pengeringan, dan pemrosesan ulang. Melalui proses tersebut, plastik pascakonsumsi dapat diubah menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga lebih mudah disimpan, diangkut, dan diproses kembali menjadi bahan baku. Ragaert et al. (2017), Singh et al. (2017), serta Schyns dan Shaver (2020) menegaskan bahwa daur ulang mekanis masih menjadi jalur penting dalam pengelolaan sampah plastik, khususnya untuk jenis termoplastik seperti PET, HDPE, dan PP. Meskipun demikian, kualitas hasil daur ulang tidak hanya ditentukan oleh proses pencacahan, tetapi juga dipengaruhi oleh jenis material, kebersihan bahan, ukuran partikel, serta potensi kontaminasi antarjenis plastik (Eriksen et al., 2019; Hahladakis & Iacovidou, 2018).

Pada skala masyarakat dan UMKM, mesin pencacah plastik memiliki peran penting sebagai teknologi awal dalam proses daur ulang. Mesin ini dapat membantu mengurangi volume sampah plastik, mempermudah penyimpanan, meningkatkan nilai jual hasil cacahan, serta menyiapkan bahan menuju proses lanjutan seperti pelelehan atau ekstrusi. Shamsuyeva dan Endres (2021) menjelaskan bahwa daur ulang mekanis memiliki tingkat kesiapan industri yang relatif tinggi, tetapi penerapannya tetap membutuhkan standar pemilahan dan kualitas bahan yang memadai. Oleh karena itu, rancangan mesin pencacah plastik perlu memperhatikan kapasitas kerja, keamanan operator, kemudahan perawatan, efisiensi transmisi, ketahanan pisau, serta kesesuaian dengan karakteristik plastik yang banyak ditemukan di lingkungan masyarakat.

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa performa mesin pencacah plastik sangat dipengaruhi oleh desain komponen utama, terutama geometri pisau, jumlah pisau, kekuatan poros, bentuk ruang pencacah, dan sistem transmisi. Susilawati et al. (2024) mengembangkan mesin pencacah tipe HSS *crusher* untuk botol PET, sedangkan Satrio dan Zaenudin (2024) menunjukkan bahwa optimasi desain pisau melalui simulasi dan uji potong berpengaruh terhadap efektivitas proses pencacahan. Barraga et al. (2022) juga menunjukkan bahwa integrasi proses pencacahan dan ekstrusi dapat meningkatkan nilai tambah plastik hasil cacahan. Namun, pengembangan mesin pencacah plastik sederhana yang sesuai untuk kebutuhan skala kecil masih perlu diperkuat, terutama dari sisi kesesuaian kapasitas, kemudahan operasional, dan kemampuan mencacah beberapa jenis plastik rumah tangga.

Berdasarkan permasalahan dan kajian tersebut, penelitian ini diarahkan untuk merancang dan menganalisis kinerja mesin pencacah sampah plastik berkapasitas 10 kg/jam menggunakan motor listrik 1 HP. Fokus penelitian meliputi rancangan mesin, kinerja pencacahan pada plastik PET, HDPE, dan PP, serta faktor yang memengaruhi performa mesin selama proses pencacahan. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rancangan mesin pencacah plastik sederhana yang sesuai untuk penggunaan skala kecil, mudah dioperasikan, dan mendukung pengolahan sampah plastik berbasis masyarakat maupun UMKM.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun, yaitu metode yang diarahkan untuk menghasilkan produk teknologi berupa mesin pencacah sampah plastik dan menguji kinerjanya secara langsung. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak hanya berfokus pada uraian konseptual, tetapi juga mencakup proses perancangan, pembuatan, perakitan, dan pengujian alat menggunakan material plastik nyata. Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi kebutuhan pengguna, studi literatur, penyusunan konsep desain mesin, pemilihan komponen, pembuatan rangka dan unit pencacah, perakitan sistem transmisi, pengujian fungsional, serta analisis hasil pengujian. Melalui tahapan tersebut, rancangan mesin dapat dievaluasi berdasarkan kesesuaian fungsi, kapasitas pencacahan, kestabilan kerja, dan kualitas hasil cacahan.

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan mesin meliputi besi siku sebagai rangka, baja SKD 11 sebagai bahan pisau pencacah, poros, bantalan, *pulley*, *V-belt*, saringan, *hopper*, dan motor listrik 1 HP dengan putaran nominal 1400 rpm. Pemilihan baja SKD 11 pada pisau dilakukan karena komponen pisau membutuhkan tingkat kekerasan dan ketahanan aus yang baik agar mampu memotong plastik secara berulang. Sementara itu, sistem transmisi menggunakan *pulley* dan *V-belt* untuk menyalurkan putaran dari motor listrik menuju poros pencacah. Alat kerja yang digunakan dalam proses pembuatan meliputi mesin las, gerinda, mesin bor, mesin bubut, meteran, jangka sorong, timbangan, dan *stopwatch*. Penggunaan alat ukur diperlukan untuk memastikan dimensi komponen, berat material uji, dan waktu pencacahan dapat dicatat secara lebih akurat.

Objek uji dalam penelitian ini terdiri atas tiga jenis plastik rumah tangga, yaitu *polyethylene terephthalate* (PET), *high-density polyethylene* (HDPE), dan *polypropylene* (PP). Ketiga jenis plastik tersebut dipilih karena banyak ditemukan pada kemasan minuman, botol rumah tangga, wadah, tutup botol, dan produk plastik ringan lainnya. Setiap jenis plastik diuji dengan berat 2 kg. Sebelum pengujian dilakukan, plastik dipilah berdasarkan jenisnya agar hasil cacahan lebih seragam dan tidak terjadi pencampuran material. Pemilahan material menjadi tahap penting dalam proses daur ulang karena pencampuran jenis plastik dapat menurunkan kualitas bahan daur ulang dan memengaruhi hasil pemrosesan berikutnya (Schyns & Shaver, 2020; Silva et al., 2025).

Prosedur pengujian dilakukan dengan memasukkan plastik secara bertahap melalui *hopper* menuju ruang pencacah. Selama proses berlangsung, waktu pencacahan dicatat sejak material pertama dimasukkan hingga seluruh material keluar melalui saringan. Kapasitas pencacahan dihitung menggunakan rumus kapasitas sama dengan berat material dalam kilogram dibagi waktu pencacahan dalam menit, kemudian dikalikan 60 untuk memperoleh satuan kg/jam. Selain kapasitas pencacahan, pengamatan juga dilakukan terhadap stabilitas putaran mesin, kelancaran aliran material, potensi kemacetan, tingkat kehalusan hasil cacahan, dan kebutuhan perawatan pisau setelah pengujian. Pengamatan tersebut diperlukan untuk mengetahui apakah mesin mampu bekerja secara stabil dan sesuai dengan kapasitas rancangan.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Data berupa waktu pencacahan dan kapasitas mesin disajikan dalam bentuk tabel, kemudian dibandingkan berdasarkan jenis plastik yang diuji. Hasil pengamatan terhadap kualitas cacahan dianalisis secara kualitatif dengan memperhatikan keseragaman ukuran, kehalusan hasil cacahan, dan kelancaran material keluar dari saringan. Melalui analisis tersebut, kinerja mesin dapat dinilai berdasarkan kemampuan mencacah plastik PET, HDPE, dan PP, serta faktor teknis yang memengaruhi hasil pencacahan. Pendekatan ini sesuai digunakan dalam artikel jurnal karena mampu menjelaskan hubungan antara rancangan mesin, karakteristik material plastik, dan performa alat secara sistematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Mesin Pencacah Plastik

Mesin pencacah plastik yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu rangka, motor listrik, sistem *pulley* dan *V-belt*, poros, bantalan, pisau pencacah, *hopper*, ruang pencacah, saringan, dan saluran keluaran. Rangka berfungsi sebagai struktur penopang agar posisi motor, poros, dan ruang pencacah tetap stabil serta sejajar selama mesin beroperasi. Motor listrik 1 HP digunakan sebagai sumber penggerak utama karena relatif mudah dioperasikan, tidak menghasilkan emisi langsung di lokasi kerja, dan sesuai untuk kebutuhan pencacahan plastik skala kecil. Putaran dari motor diteruskan menuju poros pencacah melalui sistem *pulley* dan *V-belt* sehingga pisau dapat berputar secara kontinu dalam ruang pencacah.

Unit pisau menjadi bagian paling penting dalam menentukan keberhasilan proses pencacahan. Pisau yang tajam mampu memperkecil gaya potong, mengurangi kemungkinan material tersangkut, dan menghasilkan ukuran cacahan yang lebih seragam. Kondisi ini sejalan dengan Satrio dan Zaenudin (2024) yang menekankan bahwa desain pisau berpengaruh terhadap distribusi tegangan dan efektivitas pemotongan plastik. Selain itu, penggunaan saringan pada bagian bawah ruang pencacah berfungsi menahan plastik yang belum mencapai ukuran tertentu agar kembali terkena pisau hingga ukurannya cukup kecil untuk keluar melalui saluran keluaran.

Kinerja Pencacahan Berdasarkan Jenis Plastik

Pengujian kinerja mesin dilakukan pada tiga jenis plastik, yaitu PET, HDPE, dan PP, dengan berat masing-masing 2 kg. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap jenis plastik membutuhkan waktu pencacahan yang berbeda. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik material, seperti ketebalan, elastisitas, kekakuan, bentuk awal bahan, dan kemudahan material melewati saringan. Dalam proses daur ulang mekanis, karakteristik material sangat menentukan kemudahan pemotongan, kebutuhan energi, dan kualitas *flakes* yang dihasilkan (Hahladakis & Iacovidou, 2018; Ragaert et al., 2017).

Tabel 1. Hasil Pengujian Kapasitas Pencacahan Plastik

Jenis Plastik	Berat Material (kg)	Waktu Pencacahan (menit)	Kapasitas Hitung (kg/jam)	Kapasitas Tabel Awal	Hasil Cacahan
PET	2	12	10,00	10 kg/jam	Baik dan halus
HDPE	2	15	8,00	8 kg/jam	Cukup baik
PP	2	13	9,23	9 kg/jam	Baik dan merata

Berdasarkan Tabel 1, kapasitas pencacahan tertinggi diperoleh pada plastik PET, yaitu 10,00 kg/jam. Plastik PET relatif lebih mudah dicacah karena umumnya berasal dari botol kemasan yang memiliki dinding tipis dan bentuk material yang lebih mudah terpotong oleh pisau. Hasil cacahan PET juga tergolong baik dan halus karena material lebih cepat mencapai ukuran yang sesuai dengan lubang saringan. Temuan ini memperkuat bahwa mesin pencacah dapat digunakan sebagai tahap awal dalam produksi *flakes* PET, sebagaimana juga ditunjukkan dalam pengembangan mesin tipe *HSS crusher* untuk botol PET oleh Susilawati et al. (2024).

Kapasitas pencacahan terendah diperoleh pada plastik HDPE, yaitu 8,00 kg/jam. Plastik HDPE umumnya memiliki ketebalan dan kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan PET sehingga membutuhkan waktu pemotongan lebih lama. Selama proses pengujian, material HDPE cenderung memberikan beban potong yang lebih besar terhadap pisau. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas mesin tidak hanya ditentukan oleh daya motor, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh karakteristik plastik yang dicacah. Dalam konteks daur ulang mekanis, material yang lebih tebal, lebih heterogen, dan memiliki tingkat kontaminasi tertentu dapat meningkatkan kebutuhan energi serta menurunkan keseragaman hasil cacahan (Eriksen et al., 2019; Jiang & Bateer, 2025).

Plastik PP menghasilkan kapasitas pencacahan sebesar 9,23 kg/jam berdasarkan perhitungan berat material terhadap waktu pencacahan, sedangkan pada tabel awal nilainya dibulatkan menjadi 9 kg/jam. Selisih tersebut masih dapat diterima karena kapasitas mesin skala kecil sangat dipengaruhi oleh cara pemasukan material, bentuk awal plastik, kestabilan putaran, dan konsistensi operator selama pengujian. Hasil cacahan PP tergolong baik dan merata sehingga plastik jenis ini masih sesuai diproses menggunakan mesin pencacah berkapasitas kecil. Namun, pengujian lanjutan dengan beberapa kali ulangan tetap diperlukan agar diperoleh nilai rata-rata dan simpangan baku yang lebih kuat.

Secara umum, rata-rata kapasitas pencacahan dari ketiga jenis plastik adalah sekitar 9,08 kg/jam. Nilai tersebut mendekati target rancangan sebesar 10 kg/jam sehingga mesin dapat dinilai cukup layak untuk penggunaan skala kecil. Meskipun demikian, kapasitas mesin masih berpotensi ditingkatkan melalui penyempurnaan jumlah pisau, sudut potong, diameter poros, desain *hopper*, ukuran ruang pencacah, dan ukuran lubang saringan. Perbedaan kapasitas antara plastik PET, HDPE, dan PP juga menunjukkan bahwa rancangan mesin perlu disesuaikan dengan jenis material yang paling banyak diproses oleh pengguna.

Faktor yang Memengaruhi Performa Mesin

Faktor yang paling terlihat memengaruhi performa mesin adalah ketajaman pisau pencacah. Pisau yang tajam mampu mempercepat proses pemotongan dan menghasilkan cacahan yang lebih seragam. Sebaliknya, pisau yang mulai tumpul dapat meningkatkan gesekan, memperbesar beban motor, memperlambat proses pencacahan, dan menyebabkan material lebih mudah tersangkut di ruang pencacah. Oleh karena itu, perawatan pisau perlu dilakukan secara berkala, terutama apabila mesin digunakan secara rutin setiap hari. Selain itu, posisi pisau tetap dan pisau gerak perlu dijaga agar celah pemotongan tidak terlalu besar. Celah yang terlalu besar dapat menyebabkan plastik hanya terdorong, terlipat, atau tertahan di ruang pencacah, bukan terpotong secara efektif.

Selain ketajaman pisau, performa mesin juga dipengaruhi oleh kestabilan sistem transmisi. Sistem *pulley* dan *V-belt* harus mampu menyalurkan putaran motor secara stabil agar pisau tidak kehilangan tenaga saat memotong plastik yang lebih tebal. Ketegangan *V-belt* perlu diperiksa secara berkala karena sabuk yang terlalu kendur dapat menyebabkan slip, sedangkan sabuk yang terlalu tegang dapat mempercepat keausan bantalan. Kondisi poros dan bantalan juga perlu diperhatikan karena ketidaksejajaran komponen dapat menimbulkan getaran, meningkatkan kebisingan, dan menurunkan efisiensi pencacahan.

Aspek Keamanan dan Kelayakan Penggunaan

Aspek keamanan menjadi bagian penting dalam pengembangan mesin pencacah plastik karena mesin memiliki komponen berputar yang berisiko menimbulkan kecelakaan kerja. *Hopper* perlu dibuat cukup panjang dan dilengkapi pelindung agar tangan operator tidak dapat menjangkau ruang pisau. Bagian *pulley* dan *V-belt* juga sebaiknya diberi penutup untuk mengurangi risiko kontak langsung dengan bagian transmisi. Pada pengembangan berikutnya, mesin dapat dilengkapi tombol darurat, sakelar pengaman, dan kaki mesin yang lebih stabil untuk mengurangi getaran selama proses pencacahan. Rekomendasi tersebut penting karena teknologi tepat guna untuk masyarakat tidak hanya harus murah dan mudah digunakan, tetapi juga aman, mudah dirawat, dan sesuai dengan kemampuan pengguna.

Dari sisi kelayakan penggunaan, mesin pencacah plastik berkapasitas 10 kg/jam ini sesuai untuk skala kecil, seperti bank sampah, kelompok masyarakat, sekolah, atau UMKM pengelola limbah plastik. Kapasitas yang mendekati target menunjukkan bahwa rancangan mesin mampu menjawab kebutuhan pengurangan volume sampah plastik rumah tangga. Namun, penggunaan mesin tetap perlu didukung dengan prosedur pemilahan, pembersihan, dan pengeringan material agar hasil cacahan memiliki kualitas yang lebih baik dan dapat diterima oleh pelaku daur ulang.

Implikasi terhadap Pengelolaan Sampah Plastik

Dari perspektif keberlanjutan, mesin pencacah plastik ini dapat membantu proses awal daur ulang mekanis, tetapi tidak dapat berdiri sendiri sebagai solusi tunggal. Daurlang plastik tetap memerlukan sistem pemilahan material, pencucian, pengeringan, pengendalian kualitas, dan akses pasar untuk hasil cacahan. Vollmer et al. (2020) dan Jeswani et al. (2021) menunjukkan bahwa teknologi daurlang perlu dipilih sesuai dengan jenis aliran limbah, kebutuhan energi, kualitas produk akhir, dan dampak lingkungannya. Alaghemandi (2024) serta Silva et al. (2025) juga menekankan pentingnya kombinasi antara teknologi, kebijakan, dan kolaborasi pemangku kepentingan agar plastik dapat masuk ke dalam sistem ekonomi sirkular.

Dengan demikian, mesin pencacah plastik berkapasitas 10 kg/jam lebih tepat diposisikan sebagai perangkat awal dalam rantai pengurangan volume dan peningkatan nilai material plastik. Mesin ini dapat membantu masyarakat dan UMKM dalam menyiapkan bahan plastik cacahan sebelum diproses lebih lanjut, baik untuk dijual sebagai bahan daurlang maupun digunakan dalam proses pelelehan dan ekstrusi. Agar manfaatnya lebih optimal, pengembangan mesin perlu diarahkan pada peningkatan keamanan, efisiensi pemotongan, kemudahan perawatan, serta pengujian berulang pada variasi material plastik yang lebih luas.

SIMPULAN

Mesin pencacah sampah plastik dengan kapasitas target 10 kg/jam berhasil dirancang menggunakan motor listrik 1 HP, sistem transmisi *pulley* dan *V-belt*, pisau berbahan baja SKD 11, *hopper*, ruang pencacah, dan saringan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu mencacah plastik PET dengan kapasitas 10 kg/jam, HDPE sebesar 8 kg/jam, dan PP sekitar 9,23 kg/jam, dengan rata-rata kapasitas pencacahan mencapai sekitar 9,08 kg/jam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kinerja mesin sudah mendekati target rancangan dan layak digunakan untuk kebutuhan pengolahan sampah plastik skala kecil. Perbedaan kapasitas pencacahan dipengaruhi oleh jenis plastik, ketebalan bahan, kekakuan material, bentuk awal plastik, ketajaman pisau, serta kestabilan putaran mesin. Plastik PET lebih mudah dicacah karena memiliki bentuk yang relatif tipis, sedangkan HDPE membutuhkan waktu lebih lama karena materialnya lebih tebal dan kaku. Dengan demikian, mesin ini dapat digunakan sebagai teknologi awal dalam pengolahan sampah plastik pada skala rumah tangga, bank sampah, sekolah, dan UMKM, terutama untuk mengurangi volume plastik sebelum masuk ke tahap daurlang lanjutan. Pengembangan mesin pada penelitian berikutnya perlu diarahkan pada pengujian dengan jumlah ulangan yang lebih banyak, pengukuran konsumsi energi listrik, analisis ukuran partikel hasil cacahan, penambahan sistem keselamatan seperti *emergency stop* dan penutup transmisi, serta evaluasi umur pakai pisau. Selain itu, variasi jumlah pisau, sudut pisau, ukuran saringan, dan rasio *pulley* juga perlu dibandingkan agar kapasitas pencacahan dapat lebih stabil, mendekati, atau bahkan melebihi 10 kg/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaghemandi, M. (2024). Sustainable Solutions Through Innovative Plastic Waste Recycling Technologies. *Sustainability*, 16(23), 10401. <https://doi.org/10.3390/su162310401>
- Barraga, J. S. S., Contreras, J. P. M., & Olivar, G. L. (2022). Design and Fabrication of Plastic Shredder Machine with Portable Extruder. *Ani: Letran Calamba Research Report*, 18(1). <https://ejournals.ph/article.php?id=19070>
- Eriksen, M. K., Damgaard, A., Boldrin, A., & Astrup, T. F. (2019). Quality Assessment and Circularity Potential of Recovery Systems for Household Plastic Waste. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 156–168. <https://doi.org/10.1111/jiec.12822>
- Hahladakis, J. N., & Iacovidou, E. (2018). Closing the Loop on Plastic Packaging Materials: What Is Quality and How Does It Affect Their Circularity? *Science of the Total Environment*, 630, 1394–1400. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.330>
- Jeswani, H. K., Kr"uger, C., Russ, M., Horlacher, M., Antony, F., Hann, S., & Azapagic, A. (2021). Life Cycle Environmental Impacts of Chemical Recycling via Pyrolysis of Mixed Plastic Waste in Comparison with Mechanical Recycling and Energy Recovery. *Science of the Total Environment*, 769, 144483. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144483>
- Jiang, X., & Bateer, B. (2025). A Systematic Review of Plastic Recycling: Technology, Environmental Impact and Economic Evaluation. *Waste Management & Research*, 43(8). <https://doi.org/10.1177/0734242X241310658>
- Maskun, M., Kamaruddin, H., Pattitingi, F., Assidiq, H., Bachril, S. N., & Al Mukarramah, N. H. (2023). Plastic Waste Management in Indonesia: Current Legal Approaches and Future Perspectives. *Hasanuddin Law Review*, 9(1), 106–125. <https://doi.org/10.20956/halrev.v9i1.3683>
- Pambudi, N. F., Simatupang, T. M., Samarakoon, S. M. K., Mulyono, N. B., Ratnayake, R. M. C., & Okdinawati, L. (2025). Enhancing Public Participation in Plastic Waste Management for a Sustainable Circular Economy: Insights from Indonesia. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 27, 3366–3389. <https://doi.org/10.1007/s10163-025-02294-5>
- Ragaert, K., Delva, L., & Van Geem, K. (2017). Mechanical and Chemical Recycling of Solid Plastic Waste. *Waste Management*, 69, 24–58. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.044>
- Satrio, H., & Zaenudin, M. (2024). Optimizing Plastic Shredding Machine Blade Design with Ansys Workbench Simulation and Cutting Trial. *Journal of Global Engineering Research and Science*, 3(2), 63–70. <https://journal.jgu.ac.id/index.php/jgers/article/view/99>
- Schyns, Z. O. G., & Shaver, M. P. (2020). Mechanical Recycling of Packaging Plastics: A Review. *Macromolecular Rapid Communications*. <https://doi.org/10.1002/marc.202000415>
- Shamsuyeva, M., & Endres, H.-J. (2021). Plastics in the Context of the Circular Economy and Sustainable Plastics Recycling: Comprehensive Review on Research Development, Standardization and Market. *Composites Part C: Open Access*, 6, 100168. <https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2021.100168>
- Silva, R. J. de O., Graf, K., & Leite Ribeiro Okimoto, M. L. (2025). Plastic Waste Recycling: An Overview of the Mechanical, Chemical, and Thermal Technologies. *Journal of Engineering and Applied Science*, 72, 251. <https://doi.org/10.1186/s44147-025-00799-2>
- Singh, N., Hui, D., Singh, R., Ahuja, I. P. S., Feo, L., & Fraternali, F. (2017). Recycling of Plastic Solid Waste: A State of Art Review and Future Applications. *Composites Part B: Engineering*, 115, 409–422. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.09.013>
- Susilawati, S., Nugraha, A., Buchori, A. S., Rachelia, F. C., & Pramudia, M. R. (2024). Design of Plastic Shredding Machine with HSS Crusher Type. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 9(2), 179–187. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v9i2.78306>
- Vollmer, I., Jenks, M. J. F., Roelands, M. C. P., White, R. J., Van Harmelen, T., De Wild, P., Van Der Laan, G. P., Meirer, F., Keurentjes, J. T. F., & Weckhuysen, B. M. (2020). Beyond Mechanical Recycling: Giving New Life to Plastic Waste. *Angewandte Chemie International Edition*, 59, 15402–15423. <https://doi.org/10.1002/anie.201915651>
- Zahrah, Y., Yu, J., & Liu, X. (2024). How Indonesia's Cities Are Grappling with Plastic Waste: An Integrated Approach towards Sustainable Plastic Waste Management. *Sustainability*, 16(10), 3921. <https://doi.org/10.3390/su16103921>