E-ISSN: 3025-0994
Halaman 7961-7971
Volume 4 Nomor 3 Tahun 2026

Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik Daun

Fangga Adi Saputra[1], Muhammad Alsi Adhary[2], Yajid Mahraja[3*]

[1,2,3] Program Studi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung
e-mail: yajid.mahraha@mhs.itenas.ac.id

Abstrak

Pengelolaan sampah organik daun di lingkungan kampus memerlukan teknologi sederhana yang mampu mempercepat pengecilan ukuran bahan sebelum proses pengomposan. Penelitian ini bertujuan merancang, membuat, dan menguji kinerja mesin pencacah sampah organik daun untuk penggunaan skala kampus. Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan, penyusunan gambar teknik, perancangan elemen mesin, pemilihan komponen, pembuatan rangka dan ruang pencacah, perakitan sistem transmisi, serta pengujian kinerja. Mesin menggunakan motor listrik satu fasa 0,5 HP dengan transmisi sabuk dan pulley, ruang pencacah berkapasitas 0,1069 m3, dan poros baja ST37 berdiameter 10 mm. Kapasitas teoritis rancangan ditetapkan sebesar 76,8 kg/jam. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan massa daun 1,2 kg pada setiap percobaan dan waktu operasi 60 detik. Parameter pengujian mencakup putaran poros, putaran motor, ukuran cacahan, massa keluaran, dan rendemen. Hasil menunjukkan ukuran cacahan sekitar 1 cm, putaran poros 1.138-1.276 rpm, putaran motor 1.456-1.485 rpm, serta rendemen 92,9-94,5%. Rata-rata rendemen mencapai 93,82% dengan massa keluaran rata-rata 1.126,2 g per pengujian. Kinerja tersebut menunjukkan proses pencacahan berlangsung relatif stabil dengan kehilangan material yang rendah. Mesin ini layak digunakan sebagai perangkat pendukung pengelolaan sampah daun di kampus dan berpotensi mempercepat tahap awal pengomposan. Pengembangan selanjutnya perlu mengevaluasi kapasitas aktual berkelanjutan, variasi kadar air dan jenis bahan, konsumsi energi, ketahanan komponen, ergonomi, serta keselamatan operasional.

Kata Kunci: Mesin Pencacah, Sampah Organik, Daun, Rendemen, Perancangan Mekanik

Abstract

Organic leaf waste management in campus environments requires simple technology that can accelerate material size reduction before composting. This study aimed to design, fabricate, and evaluate a leaf-based organic waste shredding machine for campus-scale application. The research stages included needs identification, technical drawing, machine-element design, component selection, fabrication of the frame and shredding chamber, assembly of the transmission system, and performance testing. The machine uses a 0.5 HP single-phase electric motor with a belt-and-pulley transmission, a 0.1069 m3 shredding chamber, and a 10 mm ST37 steel shaft. The theoretical design capacity was set at 76.8 kg/h. Five tests were

conducted using 1.2 kg of leaves in each trial with an operating time of 60 seconds. The observed parameters included shaft speed, motor speed, particle size, output mass, and yield. The results showed shredded particles of approximately 1 cm, shaft speeds of 1,138-1,276 rpm, motor speeds of 1,456-1,485 rpm, and yields of 92.9-94.5%. The average yield was 93.82%, with an average output mass of 1,126.2 g per test. These results indicate relatively stable shredding performance with low material loss during operation. The machine is therefore feasible as supporting equipment for campus leaf-waste management and may accelerate the initial stage of composting. Further development should evaluate continuous actual capacity, variations in moisture content and feedstock type, energy consumption, component durability, ergonomics, and operational safety.

Keywords : Leaf Waste, Mechanical Design, Organic Waste, Shredding Machine, Yield

LATAR BELAKANG

Kampus menghasilkan sampah organik dari dedaunan, sisa makanan, dan aktivitas pemeliharaan ruang terbuka. Sampah organik dapat diolah menjadi kompos, tetapi ukuran material yang besar membuat proses penguraian berlangsung lebih lambat dan tidak merata. Pencacahan menjadi tahap penting karena memperkecil ukuran bahan dan meningkatkan luas permukaan yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

Laporan kajian timbulan sampah di Institut Teknologi Nasional Bandung menunjukkan bahwa komponen organik mendominasi sampah kampus (Mustika & Lestari, 2021). Namun, pencacahan manual membutuhkan tenaga dan waktu yang cukup besar. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini merancang mesin pencacah sampah organik daun yang mudah dioperasikan, menggunakan komponen yang tersedia di pasaran, dan dapat mendukung pengelolaan sampah organik skala kampus.

METODE

Penelitian dilakukan melalui tahapan perancangan, pembuatan, dan pengujian mesin. Tahap perancangan mencakup penentuan kapasitas, pemilihan motor, perancangan transmisi sabuk-pulley, perhitungan poros, perancangan pisau, rangka, dan ruang pencacah. Komponen yang digunakan dipilih dengan mempertimbangkan ketersediaan, kekuatan mekanis, kemudahan manufaktur, dan biaya. Rangka dan body dibuat melalui proses pemotongan, pengelasan, pembubutan, perakitan, serta finishing.

Pengujian dilakukan sebanyak lima kali menggunakan daun kering dengan massa masuk 1.200 g pada tiap percobaan. Mesin dioperasikan selama 60 detik. Data yang dicatat adalah putaran poros, putaran motor, ukuran cacahan, kualitas cacahan, dan massa keluaran. Rendemen dihitung dari perbandingan massa keluaran terhadap massa masuk dikalikan 100%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin dirancang dengan motor listrik satu fasa 0,5 HP sebagai penggerak utama. Daya diteruskan melalui sistem pulley dan V-belt ke poros pencacah. Ruang pencacah memiliki

volume 0,1069 m³, sedangkan poros berdiameter 10 mm menggunakan material ST37. Berdasarkan perhitungan perancangan, kapasitas teoritis mesin adalah 76,8 kg/jam. Spesifikasi tersebut ditetapkan untuk menangani daun sebagai bahan uji dan agar alat tetap ringkas untuk skala kampus. Pemilihan penggerak listrik juga sesuai dengan kebutuhan alat yang ditempatkan dekat fasilitas kampus karena pengoperasiannya relatif sederhana, tidak menghasilkan gas buang di titik penggunaan, dan mudah diintegrasikan dengan sumber listrik yang tersedia. Konsep mesin berdaya kecil seperti ini sejalan dengan rancangan pencacah daun kering yang menggunakan motor listrik sekitar 0,5 HP untuk aplikasi pengolahan bahan organik skala terbatas (Sutrisna et al., 2019; Syawaldi, 2019).

Karakteristik Rancangan dan Pemilihan Sistem Penggerak

Pemilihan sistem penggerak merupakan bagian penting karena karakteristik beban pencacahan berubah saat daun mulai masuk, terjepit, dan terpotong di ruang pencacah. Motor harus mampu mempertahankan putaran yang cukup ketika terjadi kenaikan torsi sesaat, sedangkan sistem transmisi perlu meneruskan daya secara stabil tanpa menimbulkan slip berlebih. Penggunaan V-belt dan pulley memberikan keuntungan berupa konstruksi sederhana, biaya pembuatan relatif rendah, serta kemudahan penggantian komponen. Dalam perancangan elemen mesin, kesesuaian daya, diameter poros, putaran, dan sistem transmisi perlu dipertimbangkan sebagai satu kesatuan agar tegangan kerja tetap berada dalam batas aman (Sularso & Suga, 2018).

Pada mesin ini, putaran motor selama pengujian berada pada rentang 1.456-1.485 rpm. Rentang yang sempit menunjukkan motor mampu bekerja relatif konsisten pada lima pengujian. Koefisien variasi putaran motor yang dihitung dari data pengujian hanya sekitar 0,85%, sedangkan putaran poros memiliki koefisien variasi sekitar 4,59%. Perbedaan variasi tersebut dapat dijelaskan oleh dinamika beban di sisi pencacah, potensi slip sabuk, dan perbedaan susunan daun ketika memasuki ruang kerja. Studi pada mesin pencacah lain juga menunjukkan bahwa kondisi umpan, bentuk bahan, dan interaksi bahan dengan pisau dapat memengaruhi kestabilan pemotongan serta kecenderungan terjadinya pembungkusan atau penyumbatan pada mekanisme berputar (Qiu et al., 2021).

Dibandingkan rancangan pencacah berdaya lebih besar, konfigurasi 0,5 HP pada penelitian ini diarahkan pada kompromi antara kapasitas, ukuran alat, dan kebutuhan energi. Adris dan Hariri (2024) melaporkan modifikasi mesin pencacah daun dan ranting dengan motor bensin 5,5 HP untuk target kapasitas yang jauh lebih besar, sedangkan Pangalitan et al. (2025) mengembangkan mesin pencacah organik 2 HP yang diintegrasikan dengan sistem fotovoltaik. Perbandingan ini menunjukkan bahwa besarnya daya tidak dapat dinilai secara terpisah dari target penggunaan. Untuk kebutuhan kampus dengan pengumpulan daun secara bertahap, rancangan berdaya lebih kecil dapat menjadi pilihan yang lebih praktis selama kapasitas aktual dan kontinuitas operasi memenuhi kebutuhan lapangan.



Gambar 1. Mesin pencacah sampah organik daun

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian. Semua percobaan menghasilkan cacahan sekitar 1 cm dengan kondisi tercacah. Variasi putaran dan massa keluaran terjadi akibat karakter daun yang tidak seragam, kemungkinan material tertahan di ruang pencacah, serta rugi-rugi mekanis pada transmisi. Meskipun demikian, hasil pencacahan tetap menunjukkan kinerja yang stabil untuk kebutuhan awal pengolahan daun.

Tabel 1. Hasil pengujian sampah organik

Uji	Putaran poros (rpm)	Putaran motor (rpm)	Massa keluar (g)	Rendemen (%)
1	1138	1484	1115	92,9
2	1230	1476	1132	94,3
3	1167	1465	1126	93,8
4	1276	1485	1134	94,5
5	1233	1456	1124	93,6

Nilai rendemen tertinggi diperoleh pada pengujian keempat sebesar 94,5%, sedangkan nilai terendah pada pengujian pertama sebesar 92,9%. Rentang tersebut menunjukkan kehilangan material selama pencacahan relatif rendah. Mesin juga tidak mengalami gangguan operasional yang berarti selama pengujian. Secara mekanis, hasil ini mendukung kesesuaian rancangan poros, rangka, pisau, dan sistem transmisi terhadap beban kerja pencacahan daun.

Analisis Putaran dan Stabilitas Operasi

Putaran poros yang tercatat berturut-turut sebesar 1.138, 1.230, 1.167, 1.276, dan 1.233 rpm menghasilkan rata-rata 1.208,8 rpm. Nilai terendah dan tertinggi berbeda 138 rpm. Fluktuasi tersebut masih menghasilkan ukuran cacahan yang sama, yaitu sekitar 1 cm, sehingga pada rentang pengujian ini perubahan putaran belum terlihat mengubah kategori ukuran hasil secara nyata. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme pemotongan masih memiliki jendela operasi yang memadai untuk memproses daun kering, meskipun hubungan

kuantitatif antara putaran dan distribusi ukuran partikel belum dapat ditetapkan karena ukuran cacahan hanya dicatat secara umum dan belum dianalisis menggunakan ayakan bertingkat.

Hubungan antara kecepatan putar dan hasil pencacahan pada dasarnya dipengaruhi oleh jumlah kejadian pemotongan per satuan waktu, kecepatan linear ujung pisau, ketajaman pisau, serta laju masuk bahan. Suripto et al. (2021) menggunakan putaran pisau sekitar 1.500 rpm pada mesin single blade dengan kapasitas 100 kg/jam untuk beberapa bahan organik. Sementara itu, Dinang Pratama et al. (2026) melaporkan mesin pencacah daun kering dengan motor 135 W dan putaran poros hasil transmisi sekitar 2.000 rpm, menghasilkan kapasitas 13,17 kg/jam dan ukuran partikel rata-rata 6 mm. Perbedaan hasil antarpenelitian menegaskan bahwa putaran bukan satu-satunya variabel penentu; konfigurasi pisau, geometri ruang kerja, jenis bahan, dan sistem pengumpanan juga memiliki kontribusi besar.

Kestabilan motor yang lebih tinggi dibandingkan poros menunjukkan perlunya memperhatikan transmisi ketika alat dikembangkan untuk operasi lebih lama. Pemeriksaan tegangan V-belt, keselarasan pulley, kondisi permukaan sabuk, dan bearing sebaiknya dilakukan secara berkala. Sabuk yang terlalu kendur meningkatkan slip, sedangkan sabuk terlalu tegang dapat menambah beban radial pada poros dan bearing. Praktik perawatan preventif sederhana dapat mempertahankan efisiensi pemindahan daya sekaligus mengurangi kemungkinan penghentian operasi mendadak.

Analisis Kapasitas dan Produktivitas Pencacahan

Kapasitas teoritis rancangan sebesar 76,8 kg/jam merupakan target perancangan yang perlu dibedakan dari kapasitas keluaran aktual. Berdasarkan massa keluaran rata-rata 1.126,2 g selama interval pengujian 60 detik, kapasitas keluaran terhitung sekitar 67,57 kg/jam apabila kondisi uji tersebut diekstrapolasi secara linear. Nilai ini setara sekitar 88% dari kapasitas teoritis yang dicantumkan pada rancangan. Perbandingan tersebut hanya merupakan estimasi berdasarkan pengujian satu menit dan belum mewakili kapasitas kontinu, karena operasi jangka panjang dapat dipengaruhi akumulasi bahan, temperatur motor, kondisi sabuk, ketajaman pisau, dan ritme pengumpanan.

Perbedaan antara kapasitas teoritis dan aktual merupakan hal yang umum dalam mesin pengolahan biomassa. Kapasitas teoritis biasanya dihitung dari geometri, putaran, atau asumsi aliran material, sedangkan kapasitas aktual dipengaruhi perilaku bahan nyata. Daun kering memiliki bentuk tipis, ringan, dan mudah saling tumpang tindih sehingga laju pengisian ruang pencacah tidak selalu konstan. Bahan yang masuk terlalu cepat dapat meningkatkan penumpukan dan menurunkan putaran poros; sebaliknya, laju masuk terlalu rendah membuat sebagian daya motor tidak dimanfaatkan untuk pemotongan. Karena itu, pengujian kapasitas berikutnya sebaiknya menggunakan durasi lebih panjang, misalnya 10-30 menit per perlakuan, dengan pencatatan massa umpan, massa keluaran, dan waktu secara kontinu.

Sebagai pembanding, Sutrisna et al. (2019) melaporkan mesin penghancur daun kering 0,5 HP dengan kapasitas sekitar 32 kg/jam dan ukuran cacahan 5-10 mm, sedangkan Syawaldi (2019) melaporkan kapasitas sekitar 40 kg/jam pada mesin sejenis untuk pupuk kompos. Adris dan Hariri (2024) merancang mesin daun dan ranting dengan kapasitas jauh lebih tinggi, sementara Sugandi et al. (2024) mengembangkan mesin reel-type dengan sasaran aplikasi dan daya yang berbeda. Posisi hasil penelitian ini berada pada skala

menengah untuk alat berdaya rendah, sehingga potensial untuk pengelolaan daun kampus apabila aliran sampah harian tidak menuntut kapasitas industri.

Ukuran Cacahan dan Implikasinya terhadap Pengomposan

Ukuran hasil sekitar 1 cm menjadi salah satu hasil penting karena tujuan utama mesin adalah menyiapkan daun agar lebih mudah diproses pada tahap pengomposan. Pengecilan ukuran meningkatkan luas permukaan spesifik bahan yang dapat berinteraksi dengan air, oksigen, dan mikroorganisme. Najib et al. (2023) menunjukkan bahwa pencacahan bahan organik perkotaan dapat mempercepat proses dekomposisi. Zhang et al. (2019) juga menekankan bahwa reduksi ukuran merupakan praperlakuan penting sebelum proses biologis, tetapi ukuran yang terlalu halus tidak selalu optimal karena dapat mengurangi porositas tumpukan dan menghambat perpindahan udara.

Dengan demikian, cacahan sekitar 10 mm pada penelitian ini dapat dipandang sebagai ukuran awal yang cukup praktis, namun belum dapat dinyatakan sebagai ukuran optimum untuk seluruh kondisi pengomposan. Kinerja kompos dipengaruhi pula oleh kadar air, rasio karbon terhadap nitrogen, aerasi, frekuensi pembalikan, komposisi campuran, dan karakter fisik bahan. El-mrini et al. (2022) menunjukkan bahwa rasio C/N awal dan frekuensi pembalikan memengaruhi kualitas kompos akhir. Oleh sebab itu, manfaat mesin terhadap percepatan pengomposan perlu dibuktikan melalui percobaan lanjutan yang membandingkan daun tanpa pencacahan dan daun hasil pencacahan pada kondisi kompos yang sama.

Distribusi ukuran partikel juga sebaiknya diukur lebih rinci. Pernyataan bahwa hasil berukuran sekitar 1 cm menggambarkan ukuran dominan secara visual, tetapi belum memberikan informasi proporsi partikel lebih halus atau lebih kasar. Penggunaan saringan dengan beberapa ukuran bukaan dapat menghasilkan data distribusi ukuran yang lebih objektif. Data tersebut dapat dipakai untuk mengevaluasi pengaruh putaran, kondisi pisau, kadar air, dan laju pengumpanan terhadap kualitas hasil. Pendekatan ini akan memperkuat hubungan antara aspek teknik mesin dan kinerja biologis pada proses komposting.

Rendemen dan Sumber Kehilangan Material

Rendemen rata-rata 93,82% menunjukkan bahwa sekitar 6,18% massa bahan tidak tercatat sebagai keluaran pada akhir interval pengujian. Selisih massa tersebut tidak dapat langsung dianggap sebagai kehilangan permanen karena sebagian daun dapat tertahan di ruang pencacah, menempel pada dinding, berada di sekitar pisau, atau tercecer selama proses penampungan. Material daun kering juga memiliki massa jenis rendah sehingga serpihan kecil mudah terbawa aliran udara akibat putaran komponen. Oleh karena itu, analisis rendemen yang lebih presisi perlu membedakan antara material tertahan di dalam mesin, material tercecer, dan material yang benar-benar tidak terambil.

Kecilnya koefisien variasi rendemen, sekitar 0,67%, menunjukkan bahwa pola kehilangan relatif konsisten pada lima pengujian. Konsistensi ini positif untuk tahap prototipe karena menandakan proses tidak mengalami anomali besar pada salah satu percobaan. Namun, pengembangan desain saluran keluar dan penutup ruang pencacah masih dapat diarahkan untuk meningkatkan pengumpulan hasil. Penggunaan wadah penampung yang lebih rapat, deflektor pada outlet, atau perubahan geometri aliran dapat diuji untuk mengurangi serpihan yang tercecer tanpa menghambat keluarnya hasil.



Gambar 2. Proses pencacahan daun pada mesin

Hasil perancangan memperlihatkan bahwa mesin dapat membantu mengurangi ukuran daun secara lebih cepat dibandingkan pencacahan manual. Agar manfaatnya berkelanjutan, bahan perlu dipilah sebelum masuk ke hopper dan komponen transmisi serta pisau perlu diperiksa secara berkala. Pengembangan berikutnya dapat menguji jenis bahan organik lain, pengaruh kadar air, dan kapasitas aktual pada waktu operasi yang lebih panjang. Temuan ini perlu dipahami sebagai evaluasi awal prototipe karena lima pengujian berdurasi 60 detik belum mewakili seluruh variasi kondisi operasional di lapangan.

Perbandingan Kinerja dengan Penelitian Terdahulu

Kinerja mesin pencacah sangat bergantung pada tujuan desain. Mesin yang dirancang untuk daun kering skala kampus tidak harus memiliki kapasitas sebesar mesin pengolah ranting atau limbah pertanian dalam volume besar. Pada penelitian Sutrisna et al. (2019), motor listrik 0,5 HP digunakan untuk menghasilkan cacahan daun 5-10 mm dengan kapasitas 32 kg/jam. Syawaldi (2019) pada konstruksi pencacah daun vertikal melaporkan kapasitas 40 kg/jam dan efisiensi sekitar 92%. Hasil penelitian ini memperlihatkan rendemen rata-rata 93,82% dengan estimasi keluaran sekitar 67,57 kg/jam berdasarkan interval uji satu menit. Secara umum, angka tersebut menunjukkan potensi produktivitas yang baik untuk kelas daya yang sama, meskipun perbandingan langsung harus dilakukan secara hati-hati karena jenis daun, metode pengumpanan, definisi efisiensi, dan durasi uji tiap penelitian berbeda.

Penelitian yang menggunakan bahan lebih beragam menunjukkan kebutuhan desain yang lebih kompleks. Suripto et al. (2021) menguji mesin single blade pada rumput, bonggol pisang, dan eceng gondok dengan kapasitas sekitar 100 kg/jam. Adris dan Hariri (2024) menggunakan mesin berdaya lebih besar untuk daun dan ranting, sedangkan Edeh et al.

(2024) mengintegrasikan unit pencacahan dan pengeringan untuk limbah dapur dengan karakter kadar air lebih tinggi. Sugandi et al. (2024) mengembangkan konfigurasi reel-type untuk pengolahan sampah organik. Variasi ini menunjukkan bahwa rancangan pencacah ideal harus disesuaikan dengan sifat bahan sasaran, bukan hanya mengejar kapasitas maksimum.

Aspek aliran bahan juga menjadi pembeda penting. Daun yang panjang dan lentur dapat membungkus elemen berputar atau membentuk jembatan di hopper. Qiu et al. (2021) menunjukkan bahwa perubahan geometri mekanisme potong dapat mengurangi blockage dan wrapping pada daun tebu. Meskipun bahan pada penelitian ini adalah daun kering kampus dan tidak identik dengan daun tebu, prinsip tersebut relevan sebagai dasar pengembangan: mekanisme sebaiknya mendorong material masuk ke zona potong sekaligus meminimalkan kesempatan daun melilit poros. Pengamatan sistematis terhadap kejadian tersangkut perlu ditambahkan pada pengujian berikutnya.

Aspek Energi, Operasi, dan Pemeliharaan

Penggunaan motor 0,5 HP sesuai dengan orientasi alat skala kampus, tetapi konsumsi energi aktual belum diukur. Pada pengembangan berikutnya, pengukuran tegangan, arus, faktor daya, dan energi per kilogram bahan diperlukan agar efisiensi mesin dapat dibandingkan secara lebih objektif. Pangalitan et al. (2025) menunjukkan bahwa sistem pencacah organik juga dapat dikembangkan dengan sumber energi terbarukan, sehingga aspek kebutuhan daya penting dipertimbangkan sejak tahap evaluasi prototipe.

Kinerja mesin juga sangat dipengaruhi oleh pemeliharaan. Pisau yang tumpul meningkatkan gaya potong, V-belt yang kendur meningkatkan slip, sedangkan bearing yang kurang baik dapat menambah gesekan. Karena itu, pemeriksaan visual sebelum operasi, pembersihan ruang pencacah setelah penggunaan, pengecekan belt dan baut secara berkala, serta penajaman atau penggantian pisau berdasarkan kondisi pemotongan merupakan langkah preventif yang sederhana. Pengujian penelitian ini dilakukan pada daun kering; daun yang lebih basah berpotensi menempel dan menggumpal sehingga kinerjanya perlu diuji secara terpisah (Zhang et al., 2019).

Implikasi bagi Pengelolaan Sampah Organik Kampus

Penerapan mesin pencacah sebaiknya menjadi bagian dari alur pengelolaan sampah kampus: daun hasil penyapuan dikumpulkan terpisah, disortir, dicacah, lalu diarahkan ke unit pengomposan. Mustika dan Lestari (2021) menekankan pentingnya data timbulan dan komposisi sampah kampus sebagai dasar perencanaan. Dengan alur tersebut, mesin tidak hanya mempercepat pengecilan ukuran, tetapi juga membantu menyeragamkan bahan sebelum pencampuran dan pengomposan. Pengoperasian tetap perlu disertai pelindung pada bagian transmisi dan area pisau, prosedur kerja yang jelas, serta penggunaan alat pelindung diri yang sesuai.

Manfaat alat pada skala kampus selanjutnya perlu dinilai dengan membandingkan kapasitas mesin terhadap timbulan daun aktual, jam operasi, kebutuhan tenaga kerja, konsumsi listrik, biaya perawatan, dan kualitas kompos. Evaluasi tersebut dapat menunjukkan apakah mesin paling efektif dioperasikan harian, berkala, atau berdasarkan volume timbulan. Pengembangan otomasi sederhana seperti pemantauan putaran atau pengaman penutup juga dapat dipertimbangkan sebagaimana pendekatan pada alat pencacah daun berbasis Arduino yang dilaporkan Marcelita et al. (2022).

Keterbatasan Penelitian dan Arah Pengembangan

Penelitian ini masih terbatas pada lima pengujian berdurasi 60 detik menggunakan daun kering dengan massa sama. Pengujian tersebut belum menggambarkan ketahanan komponen pada operasi kontinu, variasi kadar air dan jenis daun, distribusi ukuran cacahan berbasis ayakan, konsumsi energi, kebisingan, maupun getaran. Oleh karena itu, nilai kapasitas dan rendemen yang diperoleh perlu dipahami sebagai performa awal prototipe pada kondisi uji yang digunakan.

Pengembangan berikutnya perlu memvariasikan putaran poros, kadar air, laju pengumpanan, dan jenis material, kemudian mengevaluasi kapasitas aktual, rendemen, distribusi ukuran, energi spesifik, penyumbatan, serta ketahanan belt, bearing, poros, dan pisau. Pengujian pengomposan juga penting untuk membandingkan daun utuh dan daun hasil pencacahan sehingga pengaruh ukuran sekitar 1 cm terhadap kecepatan dekomposisi dan kualitas kompos dapat dibuktikan secara langsung. Dengan pengujian tersebut, optimasi mesin dapat diarahkan tidak hanya pada kapasitas, tetapi juga pada kualitas hasil, efisiensi, keselamatan, dan kemudahan perawatan.

SIMPULAN

Mesin pencacah daun berhasil dirancang, dibuat, dan diuji sebagai alat pengolahan sampah organik skala kampus. Mesin bermotor 0,5 HP dengan ruang pencacah 0,1069 m3 menghasilkan cacahan sekitar 1 cm dan rendemen 92,9-94,5% pada lima pengujian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa alat layak mendukung tahap awal pengomposan. Pengelola lingkungan kampus disarankan menerapkan pemilahan daun, pemeriksaan pisau dan transmisi secara berkala, serta pencatatan kapasitas operasi agar kinerja alat terjaga. Peneliti berikutnya perlu menguji pengaruh kadar air dan jenis bahan organik terhadap kapasitas aktual mesin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Marsono, S.T., M.T., Laboratorium Teknik Produksi Itenas, dan seluruh pihak yang mendukung perancangan, pembuatan, serta pengujian mesin pencacah sampah organik ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adris, Y., & Hariri, H. (2024). Modifikasi Desain Mesin Pencacah Sampah Daun Dan Ranting Kapasitas Input 4 Kg. Indonesian Journal Of Engineering And Technology (INAJET), 6(2), 39-48. Https://Doi.Org/10.26740/Inajet.V6n2.P39-48

Apririo, K. F., Pramesti, Y. S., & Setyowidodo, I. (2024). Rancang Bangun Pemindah Daya Mesin Pengolah Pupuk Kompos Kapasitas 5 Kg/Jam. Prosiding SEMNAS INOTEK, 8(1), 233-240. Https://Doi.Org/10.29407/Inotek.V8i1.4931

Botta, G., & Márquez Delgado, L. (2016). Machinery For Forage Harvesting. Editorial Universidad Nacional De Luján & Universidad Politécnica De Madrid.

Dinang Pratama, D., Iri, M., Sumarsono, & Muflihah, N. (2026). Rancang Bangun Dan Evaluasi Mesin Pencacah Daun Kering Sebagai Pupuk Kompos. Jurnal Penelitian Bidang

Inovasi & Pengelolaan Industri, 5(2), 72-83. Https://Doi.Org/10.33752/Invantri.V5i2.10701

Edeh, J. C., Ozioko, R. E., Obilor, C. O., Nwosu, J. O., & Okafor, A. I. (2024). Development And Performance Evaluation Of An Integrated Bio-Degradable Kitchen Waste Comminution And Drying Machine. FUOYE Journal Of Engineering And Technology, 9(1), 84-89. Https://Doi.Org/10.4314/Fuoyejet.V9i1.13

El-Mrini, S., Aboutayeb, R., & Zouhri, A. (2022). Effect Of Initial C/N Ratio And Turning Frequency On Quality Of Final Compost Of Turkey Manure And Olive Pomace. Journal Of Engineering And Applied Science, 69, 37. Https://Doi.Org/10.1186/S44147-022-00092-6

Marcelita, F., Novianty, I., & Sholihah, W. (2022). Implementasi Alat Pencacah Daun Bambu Kering Sebagai Media Tanam Dengan Arduino Uno. MULTINETICS, 8(2), 105-114. Https://Doi.Org/10.32722/Multinetics.V8i2.4714

Mustika, R., & Lestari, S. (2021). Kajian Timbulan Dan Komposisi Sampah Di Kampus Institut Teknologi Nasional Bandung (Itenas). Institut Teknologi Nasional Bandung.

Najib, N. N., Nugroho, H. Y. S. H., Isnan, W., & Saad, M. (2023). Effect Of Size And Additives On The Decomposition Process And Nutrient Content Of Urban Organic Waste Compost. IOP Conference Series: Earth And Environmental Science, 1180, 012043. Https://Doi.Org/10.1088/1755-1315/1180/1/012043

Nofriadi. (2025). Desain Dan Analisis Mesin Pencacah Sampah Organik Untuk Skala Rumah Tangga Dan Kampus. Jurnal Rekayasa Mesin Terapan.

Pangalitan, A., Samosir, R., & Pane, M. (2025). Design Of A 2 HP Power Waste Shutter Machine Using On-Grid PLTS With 6 X 290 WP. Journal Of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials And Energy, 9(1), 51-63. Https://Doi.Org/10.31289/Jmemme.V9i1.12541

Pérez Del Rio, R., Hidalgo Reyes, M., Caballero Caballero, M., & Hernández Gómez, L. H. (2022). Multi-Objective Optimization Through Artificial Intelligence For Designing Of An Agave Angustifolia Leaf Shredder. Scientia Agropecuaria, 13(3), 291-299. Https://Doi.Org/10.17268/Sci.Agropecu.2022.026

Policastro, G., & Cesaro, A. (2023). Composting Of Organic Solid Waste Of Municipal Origin: The Role Of Research In Enhancing Its Sustainability. International Journal Of Environmental Research And Public Health, 20(1), 312. Https://Doi.Org/10.3390/Ijerph20010312

Qiu, Z., Wang, Y., Tang, Y., Luo, W., & Ye, Z. (2021). Analysis Of Blockage And Wrapping By Leaves In The Cutting Mechanism Of A Sugarcane Leaf Shredder. Biosystems Engineering, 211, 152-166. Https://Doi.Org/10.1016/J.Biosystemseng.2021.09.005

Rikah Mustika, R. (2018). Pengelolaan Sampah Organik Sebagai Upaya Mengurangi Timbulan Limbah Padat Perkotaan. Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan.

Sugandi, W., Suryadi, E., Dwiratna, S., Razali, N., & Lani, M. N. (2024). A Comprehensive Design And Performance Assessment Of A Reel-Type Blade Organic Waste Chopper Machine. Journal Of Advanced Research In Applied Mechanics, 115(1), 166-180. Https://Doi.Org/10.37934/Aram.115.1.166180

Sularso, & Suga, K. (2018). Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin (Edisi Revisi). Pradnya Paramita.

Suripto, H., Sukarman, Aprizal, Rizal, Y., & Anwar, S. (2021). Pembuatan Mesin Pencacah Single Blade Kapasitas 100 Kg/Jam Dengan Metode Pahl & Beitz. APTEK, 13(2), 83-89. Https://Doi.Org/10.30606/Aptek.V13i2.830

Sutrisna, A., Kamaharudin, S., Panuh, D., & Raharjo, J. (2019). Perancangan Mesin Penghancur Daun Kering Menggunakan Lima Mata Pisau. Journal Of Renewable Energy And Mechanics, 2(2), 66-80. Https://Doi.Org/10.25299/Rem.2019.3532

Syarifuddin, F., Maghfurah, F., & Windarta. (2024). Rancang Bangun Mesin Pencacah Sekaligus Mixer Limbah Daun Dan Ranting Dengan Menggunakan 4 Buah Pisau Untuk Pupuk Humus. Prosiding SEMNASTEK 2024.

Syawaldi. (2019). Construction Design And Performance Of Dry Leaf Shredder With Vertical Rotation For Compost Fertilizer. Proceedings Of The Second International Conference On Science, Engineering And Technology, 109-113. Https://Doi.Org/10.5220/0009129601090113

Vincent, J. F. V. (2015). Structural Biomaterials (Revised Edition). Princeton University Press.

Zhang, Y., Kusch-Brandt, S., Gu, S., & Heaven, S. (2019). Particle Size Distribution In Municipal Solid Waste Pre-Treated For Bioprocessing. Resources, 8(4), 166. Https://Doi.Org/10.3390/Resources8040166