Pengembangan dan Pengujian Kinerja *Shredding Machine* Kotoran Kambing sebagai Teknologi Tepat Guna Penghasil Bahan Baku Pupuk Organik

Yoto[1]*, Marsono[1], Puteri Ardista Nursisda Mawangi[1], Agus Suyetno[1], Muhammad Idris Effendi[2]
[1]Pendidikan Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang
[2]Pendidikan Teknik Otomotif, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang
Corresponding Author's e-mail : yoto.ft@um.ac.id

ARMADA
JURNAL PENELITIAN MULTIDISIPLIN

e-ISSN: 2964-2981
ARMADA : Jurnal Penelitian Multidisiplin
https://ejournal.45mataram.ac.id/index.php/armada
Vol. 04, No. 10 Oktober, 2026
Page: 7247-7255

DOI:
https://doi.org/10.55681/armada.v4i10.4451

Article History:
Received: September 23, 2026
Revised: Oktober 16, 2026
Accepted: Oktober 21, 2026

***Abstract** : Goat manure on smallholder farms in Bangoan Village, Kedungwaru District, Tulungagung Regency, is commonly applied directly to fields or discarded, giving it low economic value and posing environmental risks. This study aimed to develop and evaluate the performance of a goat manure shredding machine as an appropriate technology for producing organic fertilizer raw material. An engineering approach was used, comprising partner needs analysis, design refinement, fabrication, assembly, performance testing, and expert validation. The machine is driven by a 10 HP single-cylinder diesel engine with a belt transmission and was tested at 1,340, 1,720, and 2,110 rpm. Measured parameters included shredding capacity, noise level, and exhaust opacity, while feasibility was assessed by six experts (livestock, machine construction, occupational safety and health, agriculture, noise, and exhaust emissions). Shredding capacity increased with rotational speed, reaching 308.48, 669.14, and 1,132.07 kg/h, respectively. The average noise level was 80.42 dB, with a maximum of 86.5 dB at high speed under load. Average exhaust opacity was 4.63% with a light absorption coefficient (K) of 0.105 m^{-1}. Expert validation yielded feasibility scores of 93.33–94.67% (highly feasible). The technology is considered to have advanced from TRL 4 to TRL 6 and is ready for limited deployment at farmer sites.*

Keywords : *Goat manure, Shredding Machine, Organic Fertilizer, Appropriate Technology, Research Commercialization.*

Abstrak : Kotoran kambing pada peternakan rakyat di Desa Bangoan, Kecamatan Kedungwaru, Kabupaten Tulungagung, umumnya digunakan langsung sebagai pupuk atau dibuang sehingga bernilai ekonomi rendah dan berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menguji kinerja shredding machine (mesin pencacah) kotoran kambing sebagai teknologi tepat guna untuk menghasilkan bahan baku pupuk organik. Penelitian menggunakan pendekatan rekayasa melalui tahapan analisis kebutuhan mitra, penyempurnaan desain, fabrikasi, perakitan, pengujian kinerja, dan validasi ahli. Mesin digerakkan motor diesel 1 silinder 10 HP dengan transmisi sabuk dan diuji pada tiga tingkat putaran, yaitu 1.340, 1.720, dan 2.110 rpm. Parameter yang diukur meliputi kapasitas pencacahan, tingkat kebisingan, dan opasitas gas buang,

sedangkan kelayakan dinilai oleh enam ahli (peternakan, konstruksi mesin, K3, pertanian, kebisingan, dan emisi gas buang). Hasil menunjukkan kapasitas pencacahan meningkat seiring kenaikan putaran, yaitu 308,48 kg/jam, 669,14 kg/jam, dan 1.132,07 kg/jam. Rata-rata tingkat kebisingan sebesar 80,42 dB, dengan nilai tertinggi 86,5 dB pada putaran tinggi berbeban. Rata-rata opasitas gas buang sebesar 4,63% dengan koefisien serapan cahaya (K) 0,105 m^{-1}. Validasi ahli menghasilkan persentase kelayakan 93,33–94,67% (sangat layak). Teknologi ini dinilai telah meningkat dari TKT 4 menjadi TKT 6 dan siap diterapkan secara terbatas pada lingkungan peternak.

Kata Kunci : Shredding Machine, Kotoran Kambing, Pupuk organik, Teknologi Tepat Guna, Hilirisasi riset

PENDAHULUAN

Peternakan kambing merupakan usaha penting bagi masyarakat pedesaan, baik sebagai usaha sampingan maupun usaha pokok, dan di banyak negara berkembang dipandang sebagai instrumen pengentasan kemiskinan (Sodiq, 2010). Kambing Peranakan Etawa (PE) berkembang pesat karena menghasilkan daging, susu, dan kulit serta mudah beradaptasi dengan iklim Indonesia (Rasminati, 2017; Rusdiana et al., 2016; Sarim & Ghupta, 2017). Namun, selain produk utama, usaha peternakan juga menghasilkan limbah kotoran yang jumlahnya terus bertambah seiring populasi ternak.

Desa Bangoan, Kecamatan Kedungwaru, Kabupaten Tulungagung, memiliki luas 2,86 km^2 dengan 5.873 penduduk yang sebagian besar bekerja sebagai petani dan peternak ayam petelur, sapi, serta kambing. Hasil wawancara dengan perangkat desa dan peternak mitra (Februari 2025) menunjukkan adanya kebutuhan mesin penggiling kotoran kambing, atau dalam bahasa Jawa dikenal sebagai "srintil", agar kotoran dapat diolah menjadi pupuk kandang organik. Selama ini kotoran kambing hanya ditebar langsung ke lahan sawah atau dibuang begitu saja. Di kandang peternak mitra yang memelihara 34 ekor kambing Jawa dan Etawa, dengan asumsi produksi 0,5 kg/ekor/hari, dihasilkan sekitar 17 kg kotoran setiap hari yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Kotoran kambing berbentuk butiran keras (pelet) sehingga lambat terurai bila dikomposkan tanpa perlakuan awal. Pencacahan memperkecil dan menyeragamkan ukuran partikel sehingga memperluas permukaan kontak bagi mikroorganisme dan mempercepat dekomposisi (Alimudin et al., 2020; Yusuf et al., 2024). Sejumlah penelitian telah mengembangkan mesin penghancur kotoran kambing dengan berbagai sumber penggerak, seperti motor bensin (Mudriadi et al., 2024), motor listrik (Wahyu et al., 2023), maupun desain berbasis QFD (Andjar Sari et al., 2018), dan penerapannya terbukti meningkatkan nilai jual limbah ternak (Aisyah et al., 2022; Indraloka et al., 2023; Safriana et al., 2024). Penelitian sebelumnya oleh tim penulis juga telah menghasilkan prototipe awal mesin pencacah kotoran kambing (Yoto et al., 2025).

Artikel ini melaporkan penyempurnaan prototipe tersebut serta pengujian kinerjanya secara lebih komprehensif, meliputi kapasitas, kebisingan, emisi gas buang, dan kelayakan menurut enam bidang keahlian. Tujuan penelitian adalah (1) menghasilkan prototipe shredding machine yang sesuai dengan kebutuhan peternak skala kecil dan menengah, (2) mengukur kinerja teknis mesin pada berbagai tingkat putaran, dan (3) menilai kelayakan serta kesiapterapan teknologi untuk penerapan terbatas di lapangan

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan rekayasa teknologi melalui tahapan (1) survei lokasi dan analisis kebutuhan mitra, (2) analisis kebutuhan teknis dan penyempurnaan desain, (3)

pengadaan bahan dan fabrikasi, (4) perakitan dan pengecatan, (5) uji fungsi dan uji kinerja di bengkel, serta (6) validasi ahli. Fabrikasi dan pengujian dilaksanakan bekerja sama dengan mitra Laboratorium Teknik Mesin UPJ SMK Islam 1 Blitar.

Deskripsi Mesin

Mesin terdiri atas rangka utama dari baja *hollow*, *hopper* pemasukan, ruang pencacah, rotor dengan pisau/pemukul berbahan baja tahan aus, poros dan bantalan, transmisi sabuk-puli, motor penggerak, dan saluran keluaran. Rangka dilengkapi roda untuk memudahkan pemindahan. Spesifikasi motor penggerak disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi motor penggerak

Parameter	Keterangan
Daya	10 HP
Tipe	Diesel 1 silinder, horizontal, 4 langkah
Sistem pendingin	Air (sistem *hopper*)
Sistem pelumasan	Tekanan/percikan
Kapasitas tangki bahan bakar	6 liter
Kapasitas oli	3 liter
Sistem penyalaan	Manual (engkol)
Berat penggerak	110 kg

Prinsip kerja mesin adalah sebagai berikut: kotoran kambing dimasukkan melalui *hopper*, dicacah oleh pisau berputar di dalam ruang pencacah, lalu keluar melalui saluran keluaran sebagai bahan baku pupuk organik.



Gambar 1. Mesin Penggiling Kotoran Kambing (Shredding Mchine)

Prosedur Pengujian

Uji kapasitas. Sampel kotoran kambing seberat 5 kg dicacah pada putaran rendah (1.340 rpm), sedang (1.720 rpm), dan tinggi (2.110 rpm), masing-masing dengan tiga kali ulangan. Waktu pencacahan dicatat, kemudian kapasitas dihitung dengan persamaan:

$$Kp = 3.600 / (\bar{t} / m) \quad (1)$$

dengan Kp adalah kapasitas (kg/jam), $\bar{t}$ adalah waktu rata-rata pencacahan (detik), dan m adalah massa sampel (kg).

Uji kebisingan. Tingkat tekanan suara diukur menggunakan *sound level meter* pada jarak 1 m dari mesin, dalam kondisi tanpa beban dan dengan beban, pada ketiga tingkat putaran.

Uji emisi gas buang. Opasitas asap (%) dan koefisien serapan cahaya K (m^{-1}) diukur menggunakan *opacity meter* pada kondisi dan tingkat putaran yang sama. Pengujian dilaksanakan pada 6 Juli 2026.

Validasi ahli. Kelayakan prototipe dinilai oleh enam ahli, yaitu ahli peternakan, konstruksi mesin, K3, pertanian (mekanisasi pertanian), kebisingan, dan emisi gas buang. Setiap instrumen

terdiri atas 15 indikator dengan skala Likert 1–5 (skor maksimum 75). Persentase kelayakan dihitung sebagai (skor diperoleh / skor maksimum) × 100%, dengan kategori tertinggi "sangat layak".

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototipe Hasil Penyempurnaan

Prototipe hasil penyempurnaan memiliki dimensi sekitar 120 × 60 × 120 cm dengan rangka baja yang dilas dan dicat antikarat. Dibandingkan prototipe awal, penyempurnaan dilakukan pada penguatan rangka, optimalisasi rotor pencacah, dan aspek keselamatan kerja, khususnya perlindungan komponen berputar dan desain *hopper* yang mengurangi risiko kontak tangan dengan pisau.

Kapasitas Pencacahan

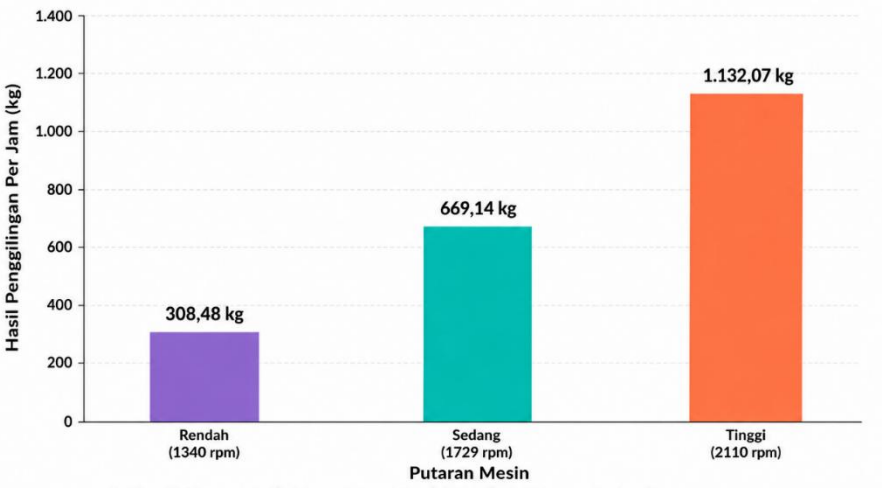
Hasil uji kapasitas disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu pencacahan 5 kg kotoran kambing dan kapasitas mesin

Putaran (rpm)	Uji I (s)	Uji II (s)	Uji III (s)	Rata-rata (s)	Waktu per kg (s/kg)	Kapasitas (kg/jam)	Produksi 8 jam (kg)
1.340	59,89	55,74	59,41	58,35	11,67	308,48	2.467,84
1.720	27,82	26,66	26,23	26,90	5,38	669,14	5.353,12
2.110	16,48	15,75	15,48	15,90	3,18	1.132,07	9.056,56

Kapasitas meningkat tajam seiring kenaikan putaran. Kenaikan putaran sebesar 57% (dari 1.340 ke 2.110 rpm) menghasilkan peningkatan kapasitas sekitar 3,7 kali. Hubungan yang tidak linear ini menunjukkan bahwa pada putaran rendah energi impak pisau belum cukup untuk memecah butiran kotoran secara cepat sehingga material tertahan lebih lama di ruang pencacah. Pada putaran lebih tinggi, frekuensi dan energi tumbukan meningkat sehingga butiran pecah lebih cepat dan material segera keluar melalui saluran keluaran. Waktu uji antarulangan relatif konsisten, dengan variasi terbesar pada putaran rendah (55,74–59,89 s), yang kemungkinan dipengaruhi oleh ketidakseragaman kadar air dan ukuran butiran bahan serta kecepatan pengumpanan oleh operator.

Kapasitas terendah (308,48 kg/jam) sudah melampaui target spesifikasi awal sebesar 150–200 kg/jam. Dibandingkan produksi kotoran peternak mitra (±17 kg/hari), kapasitas ini jauh melebihi kebutuhan satu peternak. Hal tersebut menunjukkan bahwa mesin lebih tepat dioperasikan secara kolektif oleh kelompok ternak, koperasi, atau BUMDes, atau dimanfaatkan sebagai unit jasa pencacahan bagi beberapa peternak sekaligus. Perlu dicatat bahwa kapasitas per jam diekstrapolasi dari pengujian dengan sampel 5 kg sehingga kapasitas pada operasi kontinu di lapangan masih perlu dikonfirmasi. Peningkatan kapasitas pencacahan pada setiap tingkat putaran disajikan secara visual pada Gambar 2, yang memperlihatkan jumlah butiran kotoran kambing yang dihasilkan oleh shredding machine dalam estimasi waktu operasional satu jam.



Gambar 2. Grafik Butiran yang Dihasilkan Shredding Machine untuk Menggiling Kotoran Kambing dalam waktu 1 Jam

Berdasarkan Gambar 2, total butiran yang dihasilkan Shredding Machine dalam 1 jam bervariasi tergantung pada kecepatan putarannya. Pada putaran rendah, mesin menghasilkan sekitar 308,48 kg butiran kotoran kambing, Pada putaran sedang, mesin menghasilkan sekitar 669,14 kg butiran kotoran kambing, Sedangkan pada putaran tinggi, mesin dapat menghasilkan sekitar 1.132,07 kg butiran kotoran kambing.

Faktor-faktor pemicu perbedaan hasil produksi butiran oleh Shredding Mchine dalam satu jam atau dalam 1 hari tersebut yang pertama, mesin yang beroperasi pada kecepatan lebih tinggi cenderung bekerja lebih efisien dalam menggiling kotoran kambing. Hal ini berarti bahwa lebih sedikit waktu yang terbuang dalam proses, dan setiap unit waktu menghasilkan lebih banyak butiran. Faktor pemicu kedua, yaitu kualitas dan konsistensi bahan baku (kotoran kambing) yang dimasukkan ke dalam mesin juga dapat mempengaruhi hasil produksi. Bahan baku yang seragam dan berkualitas baik memungkinkan mesin untuk menggiling dengan lebih efisien, baik pada putaran rendah, sedang, maupun tinggi.

Ketiga, konsistensi kecepatan saat memasukkan bahan baku ke mesin juga sangat penting, karena kecepatan yang lebih tinggi akan menghasilkan jumlah butiran yang lebih besar. Terakhir, kondisi mesin juga mempengaruhi jumlah butiran yang dihasilkan, karena mesin yang dalam kondisi baik dan terawat dengan baik cenderung bekerja lebih optimal pada berbagai kecepatan putaran, sehingga menghasilkan butiran yang lebih konsisten dan dalam jumlah yang lebih besar. Dengan demikian, Shredding Machine ini sangat efisien dalam menggiling/menghancurkan kotoran kambing dan dapat menghasilkan butiran yang cukup untuk penyediaan bahan pupuk organic (pupuk kandang).

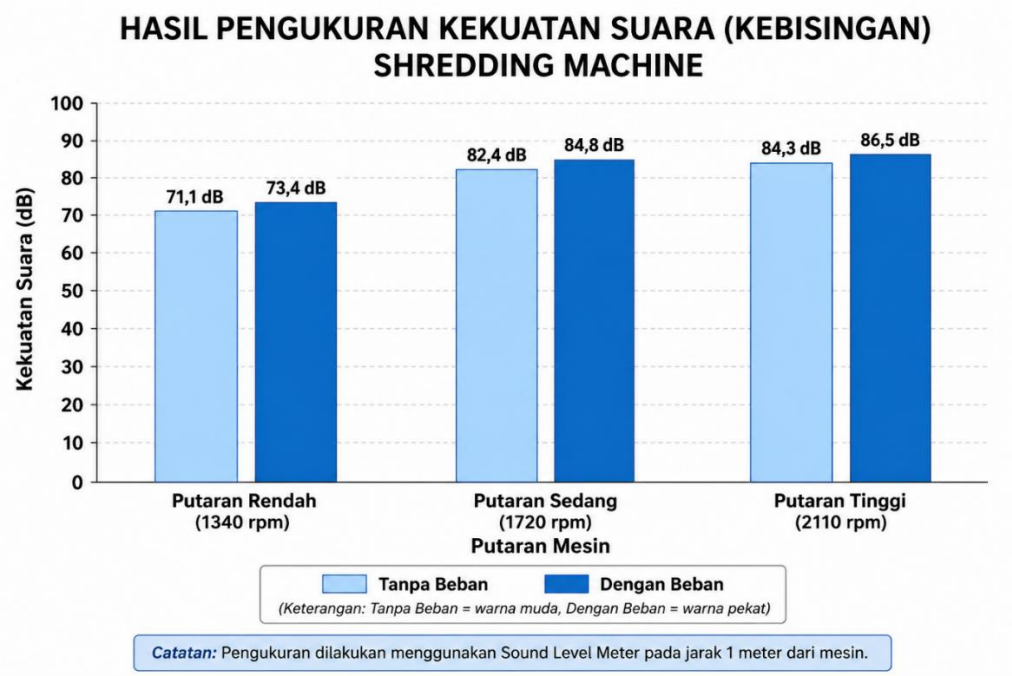
Tingkat Kebisingan

Tabel 3. Hasil pengukuran kebisingan pada jarak 1 m

Kondisi	1.340 rpm	1.720 rpm	2.110 rpm	Rata-rata
Tanpa beban	71,1 dB	82,4 dB	84,3 dB	79,27 dB
Dengan beban	73,4 dB	84,8 dB	86,5 dB	81,57 dB
Rata-rata keseluruhan				80,42 dB

Kebisingan meningkat seiring kenaikan putaran dan pemberian beban, karena tumbukan pisau dengan material dan getaran ruang pencacah menambah sumber bunyi di samping suara motor diesel. Nilai rata-rata keseluruhan (80,42 dB) berada di bawah nilai ambang batas (NAB) kebisingan untuk paparan 8 jam kerja sebesar 85 dBA. Namun, pada putaran tinggi dengan beban, tingkat kebisingan mencapai 86,5 dB sehingga melampaui NAB tersebut. Karena itu, operator yang menjalankan mesin pada putaran tinggi disarankan menggunakan pelindung telinga (*earplug/earmuff*) serta membatasi durasi paparan. Pengoperasian pada putaran sedang (84,8 dB

berbeban) memberikan kompromi yang baik antara kapasitas (669,14 kg/jam) dan kebisingan yang masih di bawah NAB.



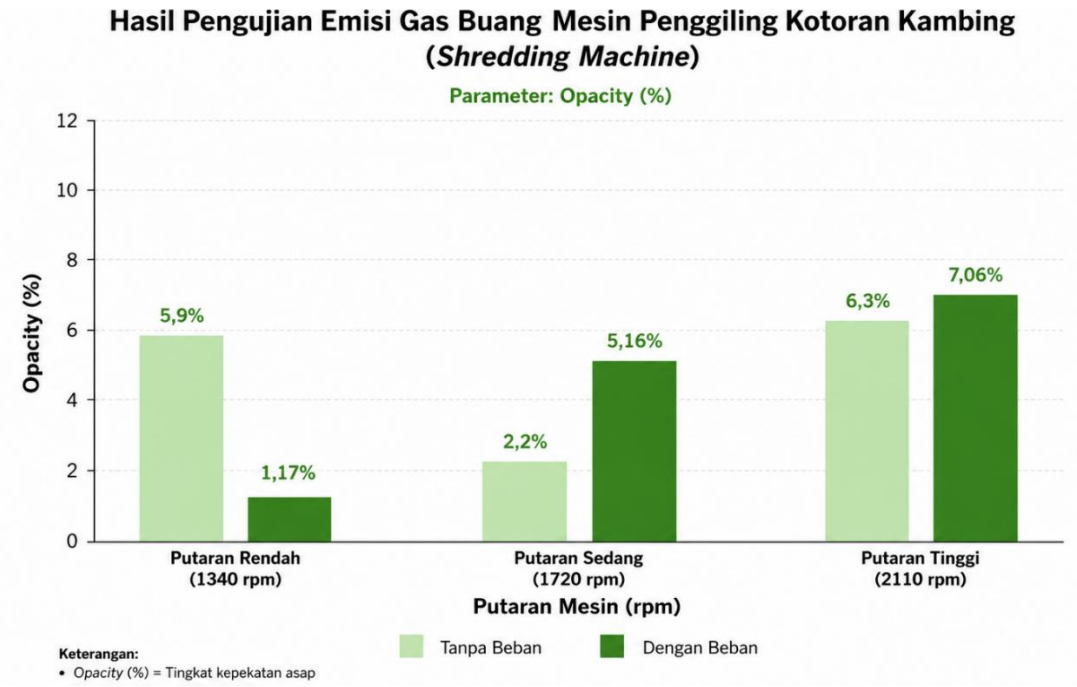
Gambar 3. Hasil Pengukuran Kekuatan Suara (Kebisingan)

Emisi Gas Buang

Tabel 4. Hasil pengujian opasitas gas buang

Kondisi	1.340 rpm	1.720 rpm	2.110 rpm	Rata-rata
Tanpa beban	K = 0,14; 5,90%	K = 0,05; 2,20%	K = 0,15; 6,30%	K = 0,11; 4,80%
Dengan beban	K = 0,02; 1,17%	K = 0,11; 5,16%	K = 0,16; 7,06%	K = 0,10; 4,46%
Rata-rata keseluruhan				K = 0,105; 4,63%

Rata-rata opasitas sebesar 4,63% dengan K = 0,105 m^{-1} menunjukkan pembakaran motor diesel yang relatif baik. Nilai tertinggi (7,06%) terjadi pada putaran tinggi berbeban, sejalan dengan meningkatnya suplai bahan bakar saat mesin menanggung beban lebih besar. Sebagai pembanding, batas opasitas untuk kendaraan bermotor diesel tahun produksi ≥ 2010 adalah 40%, sehingga emisi mesin berada jauh di bawah batas tersebut. Karena baku mutu tersebut disusun untuk kendaraan bermotor, hasil ini sebaiknya dibaca sebagai indikasi bahwa emisi mesin tergolong rendah, bukan sebagai pemenuhan baku mutu formal untuk mesin stasioner. Selanjutnya, visualisasi hasil Pengujian Emisi Gas Buang disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Mesin Disel Penggiling Kotoran Kambing (Shredding Machine)

Pengujian emisi gas buang mesin penggiling kotoran kambing (*shredding machine*) dengan penggerak bahan bakar solar diperoleh hasil Koefisien serapan Cahaya (K) sebesar 0,105. Sedangkan Tingkat kepekatan asap (*Opacity*) dari hasil pengujian diperoleh sebesar 4,63%. Hasil ini menunjukkan bahwa "Mesin Disel Penggiling Kotoran Kambing (*Shredding Machine*)" dinyatakan aman memenuhi baku mutu emisi gas buang. Kendaraan diesel tahun produksi ≥ 2010 batas maksimum 40% Opacity. Tingkat kepekatan asap (*Opacity*) hasil pengujian hanya 4,63% lebih kecil dari batas maksimum

Validasi Ahli

Tabel 5. Rekapitulasi hasil validasi ahli

Bidang Ahli	Skor	Persentase	Kategori
Peternakan	71/75	94,67%	Sangat layak
Konstruksi mesin	71/75	94,67%	Sangat layak
Keselamatan dan kesehatan kerja (K3)	70/75	93,33%	Sangat layak
Pertanian	70/75	93,33%	Sangat layak
Kebisingan	70/75	93,33%	Sangat layak
Emisi gas buang	71/75	94,67%	Sangat layak

Seluruh ahli menilai prototipe sangat layak dengan persentase 93,33–94,67%. Ahli peternakan menilai mesin sesuai dengan kebutuhan pengelolaan limbah di tingkat peternak. Ahli konstruksi mesin menilai rangka, transmisi, poros, bantalan, dan keseimbangan rotor telah memenuhi prinsip *good engineering practice*. Ahli K3 menilai perlindungan komponen berputar dan keamanan sistem pemasukan material sudah memadai. Ahli pertanian menilai hasil cacahan yang lebih halus dan homogen mendukung percepatan dekomposisi dan peningkatan kualitas bahan baku pupuk. Kesepakatan tinggi dari enam disiplin berbeda ini menunjukkan bahwa prototipe tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga relevan secara agronomis, aman, dan dapat diterima dari sisi lingkungan.

Pemanfaatan Hasil dan Potensi Ekonomi

Butiran hasil cacahan dapat dikomposkan lebih lanjut dengan bahan kaya karbon (jerami, sekam, serbuk gergaji, daun kering) untuk menyeimbangkan rasio C/N, aktivator (EM4, MOL, atau bioaktivator komersial), serta molase dan air untuk menjaga kelembapan 50–60% (Astuti et al., 2021; Setiyowati & Ramadani, 2023). Pupuk yang dihasilkan dapat digunakan untuk tanaman sayur, buah, kopi, palawija, dan tanaman pekarangan. Model bisnis yang dirancang mencakup penjualan unit mesin (estimasi harga sekitar Rp30 juta), jasa pencacahan limbah, penjualan pupuk organik, serta usaha bersama melalui BUMDes atau kelompok ternak. Dengan kapasitas yang tinggi, skema kepemilikan kolektif lebih realistis dibandingkan kepemilikan per peternak.

Kesiapterapan Teknologi

Rangkaian penyempurnaan desain, fabrikasi, uji kinerja terukur pada berbagai putaran, pengujian kebisingan dan emisi, serta validasi multidisiplin menjadi dasar peningkatan Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) dari level 4 (validasi komponen di lingkungan laboratorium) ke level 6 (demonstrasi prototipe di lingkungan yang relevan). Tahap berikutnya adalah implementasi terbatas di lokasi mitra, pelatihan pengoperasian dan perawatan, serta pendampingan produksi pupuk organik

KESIMPULAN DAN SARAN

Shredding machine kotoran kambing berpenggerak diesel 10 HP berhasil dikembangkan dan diuji. Kapasitas pencacahan mencapai 308,48; 669,14; dan 1.132,07 kg/jam pada putaran 1.340, 1.720, dan 2.110 rpm, sehingga melampaui target desain 150–200 kg/jam. Rata-rata kebisingan 80,42 dB berada di bawah NAB 85 dBA, tetapi pada putaran tinggi berbeban mencapai 86,5 dB sehingga operator memerlukan alat pelindung telinga. Rata-rata opasitas gas buang 4,63% ($K = 0{,}105\ m^{-1}$) tergolong rendah. Validasi enam ahli menghasilkan kategori sangat layak (93,33–94,67%), dan teknologi dinilai telah mencapai TKT 6.

Penelitian lanjutan disarankan untuk (1) menguji kinerja pada operasi kontinu di lokasi mitra dengan variasi kadar air bahan, (2) mengukur distribusi ukuran partikel hasil cacahan, konsumsi bahan bakar, dan kualitas pupuk akhir, (3) menambahkan peredam kebisingan serta menyusun SOP dan panduan K3, serta (4) mengembangkan skema usaha kolektif melalui BUMDes atau kelompok ternak

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Hilirisasi dan Kemitraan, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi melalui Program Hilirisasi Riset–Pengujian Model dan Prototipe Tahun 2026 (Kontrak No. 25/SPK/C.C4/PPK.DHK/III/2026). Penulis berterima kasih kepada Pemerintah Desa Bangoan, Bapak Wahono selaku peternak mitra, dan Laboratorium Teknik Mesin UPJ SMK Islam 1 Blitar

DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, P. Y., Fitriyanah, D. N., Nandasari, A. W., Zahrah, T. A., Waahidah, Y. R., & Azizah, L. L. (2022). Pembuatan mesin penggiling kotoran kambing untuk Kelompok Tani Karya Bakti II sebagai upaya mendukung program SIGARPUN – Aksi Gerakan Pemupukan Organik di Kabupaten Lumajang. *Sewagati, 7*(1).

Alimudin, Kiswanto, M., & Sudirman. (2020). Perencanaan dan pembuatan mesin penghancur kotoran sapi dan kambing menjadi pupuk kompos organik. Dalam *Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat 2020*.

Andjar Sari, S., Vitasari, P., & L. A. S. (2018). Pengembangan desain mesin penghancur kotoran kambing dengan menggunakan metode QFD. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri, 4*(2), 29–34.

Astuti, S. J. W., Endarti, E. W., & Susanto, H. (2021). PPM pemanfaatan limbah ternak kambing menjadi pupuk kompos. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility, 4*.

Indraloka, A. B., Meidayanti, K., & Ratri, I. N. (2023). Peningkatan nilai tambah limbah kotoran kambing menjadi pupuk kotoran hewan di BPP Genteng Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara, 7*(1).

Mudriadi, W., Dahlan, M., Usman, R. M., & Al Munawar, M. (2024). Studi perancangan mesin pemecah kotoran kambing menggunakan mesin bensin. *[Nama Jurnal]*, 87–92.

Rasminati, N. (2017). Grade kambing Peranakan Ettawa pada kondisi wilayah yang berbeda. *Sains Peternakan, 12*(1), 43.

Rusdiana, S., Praharani, L., & Sumanto, S. (2016). Kualitas dan produktivitas susu kambing perah persilangan di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 34*(2), 79.

Safriana, E., Indrawati, R. T., Putri, F. T., & Nugroho, W. I. (2024). Penerapan alat pengolah pupuk organik (APPO) guna meningkatkan daya jual limbah kotoran kambing pada peternak kambing "Berkah Abadi" di Kab. Magelang. *SITECHMAS: Jurnal Hilirisasi Technology kepada Masyarakat, 5*(1), 8–13.

Sarim, & Ghupta, R. (2017). Usaha susu kambing peranakan etawa (PE) produksi Tharraya Farm di Desa Paya Geli Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Kajian Ekonomi dan Kebijakan Publik, 2*(2), 1–8.

Setiyowati, P. A. I., & Ramadani, A. H. (2023). Pengolahan limbah kotoran kambing dan penambahan agen hayati menjadi pupuk kompos di Desa Solokuro, Kabupaten Lamongan. *Indonesia Berdaya, 4*(2), 613–622.

Sodiq, A. (2010). Pola usaha peternakan kambing dan kinerja produktivitasnya. *Agripet, 10*(2), 1–9.

Wahyu, A., Rochman, N., Faila, R. N., & Muji, G. (2023). Inovasi penggerak mesin penghancur kotoran kambing menggunakan motor listrik 220V. *[Nama Jurnal], 4*(1).

Yoto, Y., Nurhadi, D., Marsono, M., Suyetno, A., Effendi, M. I., & Maula, P. I. (2025). Development of a goat manure shredding machine as an appropriate technology for organic fertilizer production. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, 9*(3), 1226–1233. https://ejournal.uniramalang.ac.id/g-tech/article/view/7222

Yusuf, A., Purnomo, E., Ladayya, A. B., Biworo, M., & Andrian, S. H. (2024). Optimalisasi mesin pencacah pupuk dalam mewujudkan efektivitas dan efisiensi pengolahan limbah organik. *Community Development Journal, 5*(4), 6683–6689