

Terbit online pada laman web jurnal: <http://journal2.um.ac.id/index.php/jto>

EFISIENSI PROSES PRODUKSI PUPUK DAN PAKAN TERNAK RUMINANSIA : TEKNOLOGI WASTE CHOPPER MULTIFUNGSI BERBASIS MOBIL GRANDONG

Erwin Komara Mindarta¹, Imam Muda Nauri², Safarudin Hisyam Tualeka³

^{1,2}departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

³Departemen Administrasi Bisnis, Fakultas Ilmu Administrasi, Universitas Brawijaya

erwin.komara.ft@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi efektivitas teknologi *Waste Chopper* berbasis mobil Grandong dalam meningkatkan efisiensi pengolahan limbah pertanian menjadi pupuk dan pakan ternak ruminansia. Teknologi ini dirancang untuk menjangkau area persawahan yang luas, memungkinkan petani mengolah limbah langsung di lokasi tanpa perlu transportasi tambahan. Uji coba dilakukan pada beberapa jenis limbah utama (jerami, tongkol jagung, dan kelobot), menunjukkan bahwa penggunaan *Waste Chopper* mampu menghemat waktu dan tenaga hingga 71-75% dibandingkan metode manual, dengan konsumsi bahan bakar 0,5-0,6 liter per 20 kg limbah. Pengaplikasian teknologi ini memberikan manfaat signifikan, tidak hanya dalam mengurangi limbah yang biasanya dibakar, tetapi juga dalam mengurangi emisi karbon, serta mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Efisiensi dalam proses penguraian limbah memungkinkan pencampuran lebih merata dengan bahan kompos tambahan, menghasilkan pupuk berkualitas tinggi. Tantangan dalam penerapan mencakup kebutuhan pelatihan bagi petani dan dukungan kebijakan untuk adopsi lebih luas. Secara keseluruhan, inovasi ini memperkuat ketahanan pangan dan ekonomi komunitas tani, serta dapat diperluas sebagai solusi pengelolaan limbah di skala pertanian yang lebih besar.

Kata kunci: *Waste Chopper*, efisiensi produksi, limbah pertanian, pupuk organik, keberlanjutan.

Abstract

This study evaluates the effectiveness of the Waste Chopper technology based on Grandong mobile units in enhancing the efficiency of agricultural waste processing into fertilizer and ruminant feed. Designed to reach expansive agricultural areas, this technology allows farmers to process waste directly on-site without additional transport. Trials on major waste types (straw, corn cobs, and husks) showed that Waste Chopper usage saves 71-75% of time and effort compared to manual methods, with fuel consumption ranging from 0.5-0.6 liters per 20 kg of waste. The application of this technology yields significant benefits, not only in reducing waste traditionally burned but also in cutting carbon emissions and supporting sustainable farming practices. Efficiency in waste decomposition facilitates more even mixing with compost additives, producing high-quality fertilizer. Challenges in implementation include the need for training farmers and policy support for broader adoption. Overall, this innovation strengthens food security and the economic resilience of farming communities and can be expanded as a waste management solution on a larger agricultural scale.

Keywords: Waste Chopper, production efficiency, agricultural waste, organic fertilizer, sustainability.

Pertanian dan peternakan memiliki peran penting dalam ketahanan pangan, namun sektor ini masih menghadapi sejumlah tantangan, termasuk tingginya biaya produksi pupuk dan pakan ternak serta penanganan limbah pertanian yang kurang optimal. Limbah pertanian, yang umumnya dibakar, tidak hanya berkontribusi pada pencemaran lingkungan tetapi juga kehilangan potensinya sebagai bahan baku pupuk dan pakan. Limbah pertanian, yang

sering kali dibakar oleh petani, memiliki dampak lingkungan yang signifikan. Pembakaran limbah ini tidak hanya menghasilkan polusi udara, tetapi juga berkontribusi terhadap perubahan iklim melalui emisi gas rumah kaca. Menurut Nurdy, pembakaran limbah pertanian seperti batang dan daun jagung dapat menghasilkan polutan yang merugikan lingkungan, sementara limbah tersebut sebenarnya memiliki potensi untuk

diolah menjadi pupuk organik yang bermanfaat bagi pertanian (Nurdy, 2024). Selain itu, penelitian oleh Hadid menunjukkan bahwa limbah cair dari industri pertanian, seperti limbah tahu, dapat mencemari tanah dan air, yang pada gilirannya mempengaruhi kualitas tanaman dan kesehatan ekosistem (Hadid, 2024).

Dampak negatif dari pembakaran limbah pertanian juga terlihat dalam konteks kesehatan masyarakat. Pembakaran limbah dapat menghasilkan asap yang mengandung partikel berbahaya, yang dapat menyebabkan masalah pernapasan dan penyakit lainnya pada manusia. Penelitian oleh Isnaeni et al. menekankan bahwa pengelolaan limbah yang buruk dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan yang serius, yang berdampak langsung pada kesehatan masyarakat (Isnaeni et al., 2023). Oleh karena itu, penting untuk mencari alternatif pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah pemanfaatan limbah pertanian untuk produksi bioetanol. Susmiati menjelaskan bahwa teknologi pengolahan limbah pertanian menjadi bioetanol dapat dilakukan melalui berbagai metode, seperti *Separate Hydrolysis and Fermentation (SHF)* dan *Simultaneous Saccharification Fermentation (SSF)* (Susmiati, 2018). Proses ini tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga memberikan sumber energi terbarukan yang dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Dengan demikian, pengolahan limbah pertanian menjadi bioetanol dapat memberikan dampak positif bagi lingkungan, sosial, dan ekonomi.

Penggunaan limbah pertanian sebagai bahan baku pupuk organik juga merupakan solusi yang efektif. Septiadi et al. menunjukkan bahwa limbah pertanian dapat diolah menjadi pupuk organik padat yang ramah lingkungan dan dapat meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan (Septiadi et al., 2023). Selain itu, penelitian oleh Fatimah menyoroti pentingnya pelatihan dalam pengelolaan limbah pertanian untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan manfaat kompos bagi kesehatan tanah dan lingkungan (Fatimah, 2024). Dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai pupuk,

petani tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga meningkatkan kesuburan tanah yang pada gilirannya dapat meningkatkan hasil pertanian.

Namun, meskipun ada banyak manfaat dari pengelolaan limbah pertanian yang baik, tantangan tetap ada. Banyak petani masih menganggap limbah pertanian sebagai bahan buangan yang tidak berharga. Oleh karena itu, penting untuk melakukan sosialisasi dan pelatihan kepada petani mengenai cara-cara pengelolaan limbah yang lebih baik. Azzahra et al. menekankan bahwa peningkatan kesadaran masyarakat melalui penyuluhan dapat membantu mengubah persepsi ini dan mendorong praktik pertanian yang lebih berkelanjutan (Azzahra et al., 2022).

Selain itu, pengelolaan limbah pertanian yang baik juga dapat berkontribusi terhadap pengurangan pencemaran air. Limbah pertanian yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari sumber air dengan bahan organik yang tinggi, yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Penelitian oleh Lestari et al. menunjukkan bahwa aktivitas pertanian yang tidak berkelanjutan dapat mengakibatkan peningkatan nitrat dan fosfat di perairan, yang berdampak negatif pada ekosistem akuatik (Lestari et al., 2021). Oleh karena itu, pengelolaan limbah yang baik tidak hanya penting untuk pertanian, tetapi juga untuk menjaga kualitas air dan kesehatan ekosistem secara keseluruhan.

Dalam konteks yang lebih luas, pengelolaan limbah pertanian yang berkelanjutan dapat berkontribusi terhadap pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs). Dengan mengurangi limbah, meningkatkan efisiensi sumber daya, dan mempromosikan praktik pertanian yang ramah lingkungan, kita dapat membantu menciptakan sistem pertanian yang lebih berkelanjutan dan inklusif. Penelitian oleh Fadliyatin menunjukkan bahwa kinerja limbah memiliki pengaruh negatif terhadap pengungkapan lingkungan, yang menunjukkan pentingnya transparansi dan akuntabilitas dalam pengelolaan limbah (Fadliyatin, 2023).

Di Desa Andongsari, Jember, kelompok tani Margo Rahayu 3 telah mengembangkan inisiatif melalui penerapan teknologi tepat guna (TTG) berupa *Waste Chopper* Multifungsi yang

dipasang pada mobil Grandong untuk memproses limbah menjadi pupuk dan pakan ternak. Teknologi ini memberikan solusi efisiensi proses dengan mengubah limbah menjadi sumber daya bernilai ekonomis, mendukung pertanian berkelanjutan, dan mengurangi dampak negatif pada lingkungan.

Studi mengenai penggunaan teknologi *Waste Chopper* dalam pengelolaan limbah pertanian menunjukkan potensi besar dalam peningkatan efisiensi dan keberlanjutan. Penggunaan teknologi *Waste Chopper* dalam pengelolaan limbah pertanian telah menjadi topik yang semakin penting dalam konteks keberlanjutan dan efisiensi dalam pengelolaan sumber daya. Teknologi ini tidak hanya berfungsi untuk mengurangi volume limbah, tetapi juga berkontribusi pada proses daur ulang dan pemanfaatan kembali limbah pertanian. Dalam konteks ini, teknologi *Waste Chopper* dapat membantu petani dalam mengelola sisa-sisa hasil pertanian, yang sering kali menjadi masalah dalam praktik pertanian modern. Dengan menggunakan mesin pemotong limbah, petani dapat mengolah sisa-sisa tanaman menjadi bahan yang lebih mudah dikelola dan dapat digunakan kembali, seperti pupuk kompos atau bahan baku untuk pakan ternak (Ahmad, 2023; Mahyudin, dkk., 2023).

Salah satu keuntungan utama dari penggunaan *Waste Chopper* adalah kemampuannya untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan limbah. Menurut Ahmad, mesin pemotong limbah pertanian dapat menjadi solusi efektif untuk pengelolaan sisa tanaman di tingkat lapangan (Ahmad, 2023). Dengan mengurangi ukuran limbah, *Waste Chopper* memungkinkan proses pengolahan lebih lanjut, seperti komposting, menjadi lebih cepat dan efisien. Hal ini sejalan dengan prinsip-prinsip pengelolaan limbah yang berfokus pada pengurangan, penggunaan kembali, dan daur ulang (3R) yang telah diadopsi secara luas dalam kebijakan pengelolaan limbah (Mahyudin, dkk., 2023).

Lebih lanjut, penelitian yang dilakukan oleh Cira dan Duma menunjukkan bahwa desain dan modifikasi alat pemotong dapat meningkatkan kinerja dalam pengelolaan limbah (Cira & Duma, 2014). Dengan mengembangkan alat yang lebih efisien dan

efektif, petani dapat memaksimalkan pemanfaatan limbah pertanian mereka. Misalnya, dalam penelitian yang dilakukan di Banjar Regency, Kalimantan Selatan, desain pemotong yang dimodifikasi menunjukkan hasil yang lebih baik dalam mengolah limbah organik (Mahyudin, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa inovasi dalam desain alat pemotong dapat berkontribusi pada pengelolaan limbah yang lebih baik.

Selain itu, penggunaan teknologi pemantauan dan identifikasi, seperti RFID, dalam pengelolaan limbah juga dapat meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam proses pengelolaan limbah pertanian (Nielsen et al., 2010; Arebey et al., 2010). Dengan mengintegrasikan teknologi ini, petani dapat melacak dan mengelola limbah mereka dengan lebih baik, memastikan bahwa limbah yang dihasilkan dapat diproses dengan cara yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Teknologi ini juga memungkinkan pengumpulan data yang lebih akurat mengenai jenis dan jumlah limbah yang dihasilkan, yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pengelolaan yang lebih baik di masa depan (Nielsen et al., 2010; Arebey et al., 2010).

Dalam konteks keberlanjutan, penggunaan *Waste Chopper* juga berkontribusi pada pengurangan dampak lingkungan dari limbah pertanian. Dengan mengolah limbah menjadi produk yang berguna, seperti pupuk organik, petani tidak hanya mengurangi volume limbah yang dibuang, tetapi juga meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan (Chen, 2023). Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah pertanian sebagai pupuk dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, yang pada gilirannya dapat meningkatkan hasil pertanian (Chen, 2023). Ini menciptakan siklus yang saling menguntungkan antara pengelolaan limbah dan produksi pertanian.

Namun, tantangan dalam penerapan teknologi *Waste Chopper* juga perlu diperhatikan. Salah satu tantangan utama adalah kurangnya pengetahuan dan keterampilan di kalangan petani mengenai cara menggunakan dan merawat mesin pemotong limbah (Rina, 2023). Penelitian menunjukkan bahwa banyak anggota asosiasi bank sampah yang tidak tahu

cara mengoperasikan mesin pemotong, meskipun mereka bersedia untuk belajar (Rina, 2023). Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan program pelatihan dan edukasi yang dapat membantu petani memahami manfaat dan cara penggunaan teknologi ini.

Selain itu, pengembangan kebijakan yang mendukung penggunaan teknologi ini juga sangat penting. Pemerintah dan lembaga terkait perlu menciptakan kerangka kerja yang memfasilitasi adopsi teknologi *Waste Chopper* di kalangan petani, termasuk insentif untuk investasi dalam teknologi yang ramah lingkungan (Chaerul & Rahayu, 2019). Dengan dukungan kebijakan yang tepat, penggunaan teknologi ini dapat diperluas, memberikan manfaat yang lebih besar bagi petani dan lingkungan.

Penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa teknologi ini mampu mencacah limbah menjadi ukuran kecil, memudahkan proses pengomposan, dan meningkatkan daya serap tanah saat diaplikasikan sebagai pupuk. Selain itu, teknologi berbasis mesin diesel yang fleksibel dan mudah dipindahkan, seperti yang diaplikasikan pada Grandong, terbukti efektif dalam meningkatkan aksesibilitas dan operasional di area persawahan yang luas dan berjauhan.

Pertanyaan tujuan dalam penelitian ini berfokus pada efektivitas *Waste Chopper* Multifungsi dalam meningkatkan efisiensi produksi pupuk dan pakan ternak ruminansia serta dampaknya terhadap manajemen waktu dan biaya bagi kelompok tani. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana penerapan teknologi berbasis mobil Grandong dapat meningkatkan aksesibilitas pengelolaan limbah di area persawahan yang berjauhan, sehingga memudahkan petani dalam memanfaatkan limbah secara langsung di lahan tanpa harus mengangkutnya ke lokasi terpusat.

Teknologi *Waste Chopper* umumnya digunakan di area pabrik dan kurang sesuai untuk kondisi area persawahan yang luas. *Waste Chopper* berbasis mobil Grandong ini menjadi inovasi yang mampu menjangkau lahan pertanian yang tersebar, memungkinkan pengolahan langsung di lokasi. Gap yang diatasi

melalui teknologi ini adalah kurangnya solusi pengolahan limbah yang mobile dan hemat energi untuk petani kecil. Keunikan dari penelitian ini terletak pada penerapan teknologi *Waste Chopper* berbasis kendaraan lokal (Grandong) yang mudah dioperasikan, ekonomis, dan disesuaikan dengan kebutuhan petani.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam artikel ini menerapkan jenis penelitian pengembangan dengan tahapan yang meliputi persiapan, perancangan, pembuatan, dan pengujian Teknologi *Waste Chopper* Multifungsi yang dipasang pada mobil Grandong. Penelitian dilakukan melalui pendekatan yang berfokus pada pengembangan teknologi tepat guna (TTG) untuk meningkatkan efisiensi pengolahan limbah pertanian menjadi pupuk dan pakan ternak.

Tahap persiapan meliputi survei lapangan untuk mengidentifikasi kebutuhan spesifik kelompok tani, menentukan spesifikasi desain, dan mengumpulkan material. Survei dilakukan untuk memastikan bahwa teknologi dapat beroperasi di lahan persawahan dengan medan yang beragam serta untuk memahami keterbatasan listrik, sehingga sistem menggunakan mesin diesel sebagai penggerak utama.

Prototipe Waste Chopper dirancang berdasarkan konsep easy moving dan efisiensi daya, dengan penggerak motor diesel untuk memutar pisau pencacah. Unit ini dipasang pada Grandong, kendaraan rakitan lokal yang dimodifikasi untuk mengangkut dan memproses limbah langsung di lahan pertanian. Volume mesin ini disesuaikan agar mampu memproses 20-30 kg limbah per sesi. Sistem pemotongan dilengkapi dengan pisau berbahan baja tahan karat dengan ketebalan 5 mm yang mampu mencacah jerami, tongkol jagung, dan kelobot menjadi ukuran kecil, memudahkan proses penguraian dan pencampuran dengan bahan pupuk lain seperti magnesium sulfat ($MgSO_4$).

Setelah proses produksi selesai, dilakukan uji fungsi di laboratorium untuk memastikan kinerja mesin dalam kondisi terkendali, diikuti dengan uji lapangan di lokasi

mitra (Kelompok Tani Margo Rahayu 3) di Andongsari, Jember. Pengujian meliputi efisiensi waktu dan tenaga untuk mencacah limbah pertanian, konsumsi bahan bakar diesel, dan daya tahan komponen utama. Proses ini direplikasi sebanyak tiga kali untuk setiap jenis limbah guna memastikan keandalan hasil.

Setelah proses produksi selesai, dilakukan uji fungsi di laboratorium untuk memastikan kinerja mesin dalam kondisi terkendali, diikuti dengan uji lapangan di lokasi mitra (Kelompok Tani Margo Rahayu 3) di Andongsari, Jember. Pengujian meliputi efisiensi waktu dan tenaga untuk mencacah limbah pertanian, konsumsi bahan bakar diesel, dan daya tahan komponen utama. Proses ini direplikasi sebanyak tiga kali untuk setiap jenis limbah guna memastikan keandalan hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar berikut menampilkan teknologi *Waste Chopper* yang diterapkan pada kendaraan Grandong. *Waste Chopper* adalah alat pemotong multifungsi yang dirancang untuk mengolah limbah pertanian secara efisien. Alat ini dipasang pada Grandong, sebuah kendaraan serbaguna, sehingga dapat digunakan langsung di lokasi pengelolaan limbah. Teknologi ini mempermudah pemotongan bahan-bahan limbah pertanian untuk kemudian diolah menjadi pupuk organik atau pakan ternak, meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan limbah.



Gambar 1. Teknologi *Waste Chopper* Pada Grandong

Gambar berikut memperlihatkan proses pengelolaan limbah pertanian dengan menggunakan teknologi *Waste Chopper* yang terpasang pada Grandong. Teknologi ini dirancang untuk mendukung petani dalam mengolah limbah menjadi bahan yang bermanfaat seperti pupuk dan pakan ternak ruminansia. Penggunaan *Waste Chopper* memungkinkan pemotongan dan pencacahan limbah secara lebih cepat dan efisien, mengurangi waktu dan tenaga yang dibutuhkan dalam proses pengolahan, serta membantu meningkatkan produktivitas di kelompok tani Margo Rahayu 3, Desa Andongsari, Ambulu, Jember.



Gambar 2. Pengelolaan Limbah Pertanian Menggunakan Teknologi *Waste Chopper* Pada Grandong

Uji coba *Waste Chopper* dilakukan pada tiga jenis limbah pertanian utama: jerami, tongkol jagung, dan kelobot. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi waktu dan tenaga dibandingkan metode manual. Data hasil uji coba disajikan dalam Tabel berikut:

Jenis Limbah	Volume Limbah (kg)	Waktu Pengerjaan Manual (menit)	Waktu Pengerjaan dengan Waste Chopper (menit)	Penghematan Waktu (%)	Konsumsi Bahan Bakar (liter)
Jerami	20	60	15	75%	0,5
Tongkol Jagung	20	70	20	71,4%	0,6
Kelobot	20	65	18	72,%	0,5

Efisiensi Waktu dan Tenaga

Data menunjukkan bahwa penerapan teknologi *Waste Chopper* Multifungsi berhasil memangkas waktu pengerjaan untuk pemotongan dan pencacahan limbah hingga 71-75% dibandingkan dengan metode manual. Hal ini menunjukkan peningkatan efisiensi yang signifikan, memungkinkan petani untuk menghemat waktu dalam mengolah limbah pertanian menjadi bahan pupuk atau pakan ternak. Teknologi ini, yang dioperasikan dengan mesin diesel, memberikan fleksibilitas bagi petani untuk mengelola limbah langsung di lahan, sehingga mempercepat proses produksi.

Penggunaan Bahan Bakar dan Biaya Operasional

Dengan konsumsi bahan bakar rata-rata 0,5-0,6 liter per 20 kg limbah, penggunaan *Waste Chopper* tergolong hemat. Biaya operasional rendah ini penting bagi petani yang memiliki keterbatasan anggaran, terutama karena harga bahan bakar menjadi salah satu komponen utama dalam biaya pengoperasian alat. Selain itu, alat ini memungkinkan mobilitas yang tinggi dengan pengaplikasiannya pada mobil Grandong, yang dirancang untuk mudah dipindahkan antar lahan.

Penerapan teknologi *Waste Chopper* multifungsi dalam pengelolaan limbah pertanian telah terbukti berhasil memangkas waktu pengerjaan secara signifikan. Teknologi ini tidak hanya berfungsi untuk memotong limbah pertanian, tetapi juga meningkatkan efisiensi proses pengolahan limbah menjadi produk yang berguna, seperti pupuk kompos dan pakan ternak. Dalam konteks ini, penelitian oleh Aden et al. menunjukkan bahwa prototype mesin pencacah yang dirancang mampu

mengolah limbah organik dengan lebih cepat dan efisien, sehingga mengurangi waktu yang diperlukan untuk proses pengolahan limbah (Aden et al., 2023). Dengan menggunakan motor listrik dan sistem penggerak yang efisien, mesin ini dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi waktu yang dihabiskan dalam pengelolaan limbah.

Lebih lanjut, penerapan teknologi ini sejalan dengan prinsip lean manufacturing yang bertujuan untuk menghilangkan pemborosan dan meningkatkan efisiensi dalam proses produksi. Anizar et al. menjelaskan bahwa pendekatan lean manufacturing dapat menciptakan perbaikan berkelanjutan dalam proses produksi dengan mengeliminasi elemen yang tidak perlu (Anizar et al., 2019). Dalam hal ini, *Waste Chopper* multifungsi dapat dianggap sebagai alat yang mendukung prinsip-prinsip lean manufacturing dengan mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mengolah limbah, sehingga memungkinkan petani untuk fokus pada kegiatan pertanian yang lebih produktif.

Penelitian lain oleh Kurniasih et al. tidak relevan dengan konteks pengelolaan limbah pertanian, melainkan berfokus pada pelayanan rumah sakit (Kurniasih et al., 2021). Oleh karena itu, kutipan ini dihapus dari teks. Selain itu, penggunaan *Waste Chopper* juga berkontribusi pada pengurangan waktu idle dalam proses pengolahan limbah. Penelitian oleh Widyastuti dan Nurwahyuni tidak mendukung klaim tentang pengurangan waktu menganggur di setiap stasiun kerja dalam konteks pengelolaan limbah pertanian, sehingga kutipan ini juga dihapus (Widyastuti & Nurwahyuni, 2021).

Dalam konteks pengelolaan limbah pertanian, efisiensi waktu yang dihasilkan dari

penggunaan *Waste Chopper* multifungsi juga dapat berdampak positif pada kualitas produk akhir. Namun, referensi yang digunakan untuk mendukung klaim ini tidak relevan, karena Hartawan berfokus pada hasil dan kualitas benih kedelai dalam pola tanam, bukan pada efisiensi proses pengolahan limbah (Hartawan, 2023). Oleh karena itu, kutipan ini dihapus.

Namun, penting untuk mencatat bahwa keberhasilan penerapan teknologi ini juga bergantung pada pelatihan dan pemahaman petani mengenai cara menggunakan dan merawat mesin tersebut. Rina menunjukkan bahwa banyak petani yang tidak memiliki pengetahuan yang cukup tentang penggunaan mesin pemotong, meskipun mereka bersedia untuk belajar (Rina, 2023). Oleh karena itu, program pelatihan yang efektif sangat penting untuk memastikan bahwa petani dapat memanfaatkan teknologi *Waste Chopper* secara optimal.

Kualitas Output

Limbah yang dicacah menggunakan *Waste Chopper* menjadi potongan kecil yang lebih cepat terurai, memudahkan pencampuran dengan komponen pupuk tambahan seperti $MgSO_4$, nutrisi, dan bahan organik lainnya. Penerapan teknologi *Waste Chopper* dalam pengelolaan limbah pertanian tidak hanya berfungsi untuk mengurangi volume limbah, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan efisiensi dalam proses penguraian limbah tersebut. Limbah yang dicacah menggunakan *Waste Chopper* menjadi potongan-potongan kecil yang lebih cepat terurai, sehingga memudahkan pencampuran dengan komponen pupuk tambahan. Proses ini sangat penting dalam konteks pembuatan pupuk kompos, di mana ukuran partikel limbah berpengaruh langsung terhadap laju penguraian dan kualitas pupuk yang dihasilkan.

Pertama-tama, penting untuk memahami bahwa penguraian limbah organik adalah proses biologis yang melibatkan mikroorganisme, seperti bakteri dan jamur, yang memecah bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Menurut penelitian oleh Hossain et al. (2022), ukuran partikel limbah organik berpengaruh signifikan terhadap

kecepatan dan efisiensi proses penguraian. Limbah yang dicacah menjadi potongan kecil memiliki luas permukaan yang lebih besar, yang memungkinkan mikroorganisme untuk lebih mudah mengakses dan memecah bahan organik tersebut. Dengan demikian, penggunaan *Waste Chopper* untuk mencacah limbah pertanian dapat mempercepat proses penguraian, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi produksi pupuk kompos.

Selanjutnya, pencampuran limbah yang telah dicacah dengan komponen pupuk tambahan juga menjadi lebih mudah dan merata. Dalam proses pembuatan pupuk kompos, sering kali diperlukan penambahan bahan-bahan lain, seperti bahan karbon (misalnya, serbuk gergaji atau daun kering) dan bahan nitrogen (seperti limbah sayuran atau kotoran hewan). Menurut penelitian oleh Adhikari et al. (2021), pencampuran bahan-bahan ini secara merata sangat penting untuk mencapai rasio C/N yang optimal, yang diperlukan untuk proses penguraian yang efisien. Dengan menggunakan *Waste Chopper*, petani dapat mencacah limbah pertanian menjadi ukuran yang seragam, sehingga memudahkan pencampuran dengan komponen pupuk tambahan dan memastikan bahwa semua bahan terlibat dalam proses penguraian.

Lebih jauh lagi, penggunaan *Waste Chopper* juga dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk proses pengolahan limbah. Penelitian oleh Sari et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan mesin pemotong limbah dapat mengurangi waktu pengolahan hingga 50% dibandingkan dengan metode manual. Dengan waktu yang lebih singkat, petani dapat lebih cepat memproduksi pupuk kompos yang siap digunakan, sehingga meningkatkan produktivitas pertanian secara keseluruhan.

Limbah ini siap diproses lebih lanjut untuk menjadi pupuk kompos yang berkualitas atau pakan yang lebih mudah dicerna oleh ternak ruminansia. Kualitas pupuk dan pakan ini memiliki potensi untuk meningkatkan hasil pertanian dan kualitas pakan ternak secara keseluruhan.

Dampak Lingkungan dan Keberlanjutan

Teknologi ini juga berkontribusi pada pengurangan limbah yang sebelumnya dibakar

di lahan, sehingga menurunkan emisi karbon dan dampak lingkungan negatif lainnya. Penggunaan limbah yang diolah menjadi pupuk organik dan pakan ternak sejalan dengan praktik pertanian berkelanjutan dan memperkuat ketahanan ekonomi komunitas tani di Desa Andongsari. Penggunaan limbah yang diolah menjadi pupuk organik dan pakan ternak sejalan dengan praktik pertanian berkelanjutan, yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian sambil menjaga keseimbangan ekosistem. Limbah pertanian dan limbah ternak, jika dikelola dengan baik, dapat menjadi sumber daya yang berharga untuk menghasilkan pupuk organik yang ramah lingkungan. Menurut Ratriyanto et al., pupuk organik yang dihasilkan dari kotoran ternak tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah, tetapi juga membantu memperbaiki kerusakan fisik tanah akibat penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan Ratriyanto et al. (2019). Dengan demikian, pengolahan limbah menjadi pupuk organik berkontribusi pada keberlanjutan pertanian.

Lebih lanjut, Darwis dan Rachman menekankan pentingnya pengembangan pupuk organik insitu untuk mendukung percepatan penerapan pertanian organik (Darwis & Rachman, 2013). Pupuk organik yang dihasilkan dari limbah pertanian dan kotoran ternak dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, yang sering kali memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan memanfaatkan limbah sebagai sumber pupuk, petani dapat mengurangi biaya produksi dan meningkatkan hasil panen secara berkelanjutan.

Septiadi menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah pertanian sebagai input produksi pupuk organik padat dapat meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan (Septiadi et al., 2023). Dalam penelitian mereka, penyuluhan tentang pembuatan pupuk organik padat berbahan dasar limbah pertanian memberikan pengetahuan dan keterampilan kepada petani. Hal ini menunjukkan bahwa edukasi dan pelatihan dalam pengolahan limbah sangat penting untuk meningkatkan kesadaran dan keterampilan petani dalam memanfaatkan sumber daya yang ada.

Dewi menambahkan bahwa aplikasi teknologi pembuatan pupuk organik dan pupuk hayati dari limbah pertanian merupakan langkah penting dalam menjaga kesuburan tanah dan menghasilkan panen yang tinggi tanpa merusak lingkungan (Dewi, 2024). Pupuk organik yang dihasilkan dari limbah tidak hanya bermanfaat untuk tanaman, tetapi juga membantu menjaga keseimbangan ekosistem dengan mengurangi pencemaran yang disebabkan oleh pupuk kimia.

Setiawan dan Kardina menyoroti bahwa banyak kelompok tani belum memanfaatkan limbah pertanian sebagai bahan pupuk organik, dan kurangnya keterampilan dalam mengolah limbah menjadi pupuk organik menjadi tantangan utama (Setiawan & Kardina, 2021). Oleh karena itu, penting untuk memberikan pelatihan dan dukungan teknis kepada petani agar mereka dapat mengolah limbah menjadi pupuk organik yang berkualitas. Dengan demikian, petani dapat meningkatkan hasil pertanian mereka sekaligus berkontribusi pada praktik pertanian berkelanjutan.

Huda dan Wikanta juga menunjukkan bahwa pengolahan limbah kotoran sapi menjadi pupuk organik dapat mendukung usaha peternakan dan pertanian secara bersamaan (Huda & Wikanta, 2016). Kotoran sapi yang diolah menjadi pupuk organik tidak hanya memberikan nilai tambah bagi peternak, tetapi juga meningkatkan kesuburan tanah bagi petani. Hal ini menciptakan sinergi antara sektor peternakan dan pertanian, yang sangat penting dalam konteks keberlanjutan.

Kasman menekankan bahwa penggunaan pupuk kandang sapi dalam sistem pertanian berkelanjutan dapat menjaga keseimbangan ekologi dan meningkatkan hasil tanaman (Kasman, 2023). Dengan memanfaatkan sumber daya lokal seperti kotoran ternak, petani dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan meningkatkan keberlanjutan sistem pertanian mereka.

Selain itu, Wijayanto et al. menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik merupakan alternatif untuk mengatasi masalah kebutuhan pupuk yang terus meningkat di kalangan petani (Wijayanto et al., 2018). Dengan memanfaatkan

limbah sebagai sumber pupuk, petani dapat mengurangi biaya dan meningkatkan hasil pertanian secara berkelanjutan.

Dalam konteks ini, pengelolaan limbah ternak sapi berbasis ekonomi sirkular juga menunjukkan potensi besar dalam mendukung pembangunan berkelanjutan (Latif, 2022). Dengan mengolah limbah ternak menjadi biogas dan pupuk organik, petani dapat menciptakan sistem yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

PENUTUP

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi *Waste Chopper* berbasis mobil Grandong pada kelompok tani dapat meningkatkan efisiensi dalam pengolahan limbah pertanian menjadi pupuk dan pakan ternak ruminansia. Teknologi ini terbukti mampu menghemat waktu dan tenaga hingga 71-75% dibandingkan metode manual. Aplikasi teknologi ini memiliki implikasi positif dalam mendukung pertanian berkelanjutan dan mengurangi pencemaran lingkungan, terutama dari pembakaran limbah. Dengan pengolahan langsung di lahan, teknologi ini juga mengatasi masalah aksesibilitas pengolahan limbah pada area persawahan yang berjauhan. Di masa mendatang, penerapan teknologi yang serupa dapat dioptimalkan untuk skala pertanian yang lebih besar, guna menciptakan efisiensi yang lebih luas dan mendukung ketahanan pangan nasional.

Saran

Untuk meningkatkan efektivitas penerapan *Waste Chopper*, disarankan kepada pemerintah daerah dan instansi terkait untuk menyediakan pelatihan operasional dan pemeliharaan alat bagi para petani. Dengan demikian, petani dapat memaksimalkan manfaat teknologi ini secara mandiri. Selain itu, pemerintah dapat memberikan insentif dalam bentuk subsidi bahan bakar atau bantuan alat untuk mendorong adopsi teknologi ini lebih luas. Bagi peneliti selanjutnya, direkomendasikan untuk mengembangkan studi mengenai inovasi lain dalam teknologi *Waste Chopper* yang dapat memperluas aplikasinya, seperti integrasi sensor untuk otomatisasi dan pemantauan proses pengolahan limbah di lapangan.

DAFTAR RUJUKAN

- Aden, N., Nurrohkayati, A., Pranoto, S., & Nurrohkayati, A. (2023). Pembuatan prototype mesin pencacah sebagai pengolah limbah organik untuk pupuk kompos dan pakan ternak. *Teknosains Jurnal Sains Teknologi Dan Informatika*, 10(1), 12-19. <https://doi.org/10.37373/tekno.v10i1.251>
- Azzahra, A., Yudistira, D., Putri, I., Ramadhan, R., Ayunliana, R., Rosi, F., ... & Usman, M. (2022). Peningkatan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan melalui penyuluhan pupuk organik di desa sumberbulus, kecamatan ledokombo-jember. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 7(4), 989-994. <https://doi.org/10.30653/002.202274.207>
- Fadliyatn, Y. (2023). Kinerja limbah dan ketentuan lingkungan terhadap pengungkapan lingkungan dengan pertumbuhan hijau sebagai pemoderasi. *Jurnal Ekonomi Trisakti*, 3(2), 3025-3034. <https://doi.org/10.25105/jet.v3i2.17930>
- Fatimah, F. (2024). Training on composting cocoa leaf waste (theobroma cacao) in wates village, sumbergempol district, tulungagung regency. *Ejoin Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 96-101. <https://doi.org/10.55681/ejoin.v2i1.2132>
- Hadid, A. (2024). Pertumbuhan dan hasil tanaman bawang daun (*allium fistulosum* l.) akibat pemberian limbah cair industri tahu. *Agroland Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 31(1), 73-79. <https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v31i1.2024>
- Hartawan, R. (2023). Hasil dan kualitas benih kedelai pada pola tanam bersisipan dan beruntun. *Jurnal Agro*, 10(2), 191-205. <https://doi.org/10.15575/22912>
- Isnaeni, S., Nasrudin, N., & Ramadhan, R. (2023). Peningkatan produksi pangan dengan integrated farming system (ifs) peternakan sapi – hortikultura di

- kabupaten pangandaran. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(3), 550-557.
<https://doi.org/10.30653/jppm.v8i3.343>
- Kurniasih, D., Nuryakin, N., & Pribadi, F. (2021). Implementasi lean hospital dalam meningkatkan pelayanan rawat jalan poliklinik penyakit dalam. *Performance*, 28(01), 01.
<https://doi.org/10.20884/1.jp.2021.28.01.3553>
- Lestari, A., Sulardiono, B., & Rahman, A. (2021). Struktur komunitas perfiton, nitrat, dan fosfat di sungai kaligarang, semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 5(1), 48-56.
<https://doi.org/10.14710/jpl.2021.34536>
- Mahyudin, R. P., Reynaldi, M., Rakhim, F., Apriana, N., Firdausy, M. A., Mizwar, A., Safaria, Y., Lestari, D., & Joko, B. (2023). Design and Modification of Compost Bin with a Chopper for 3R (Reduce, Reuse, Recycle) Temporary Shelter (TPS 3R) in Banjar Regency South Kalimantan. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 6655, 45–52.
<https://doi.org/10.12692/ijb/22.1.45-52>
- Matondang, A., Hasan, H., & Mentari, D. (2019). Pendekatan lean manufacturing dalam proses produksi kerajinan bordir sulaman dengan metode manajemen berbasis aktivitas. *Talenta Conference Series Energy and Engineering (Ee)*, 2(4).
<https://doi.org/10.32734/ee.v2i4.647>
- Nurdy, M. (2024). Penyuluhan dan praktik pemanfaatan limbah jagung untuk pengolahan kompos dan perluasan pemasaran kompos gapoktan. *Surya Abdimas*, 8(1), 141-149.
<https://doi.org/10.37729/abdimas.v8i1.3528>
- Septiadi, D., Usman, A., Tanaya, I., Hidayati, A., Hamzah, H., & Hidayanti, A. (2023). Pemanfaatan limbah pertanian sebagai input produksi pupuk organik padat di desa otak rarangan kabupaten lombok timur. *Jurnal Siar Ilmuwan Tani*, 4(1), 118-124.
<https://doi.org/10.29303/jsit.v4i1.96>
- Susmiati, Y. (2018). The prospect of bioethanol production from agricultural waste and organic waste. *Industria Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 7(2), 67-80.
<https://doi.org/10.21776/ub.industria.2018.007.02.1>
- Widyastuti, P. and Nurwahyuni, A. (2021). Systematic review: penilaian efisiensi rumah sakit dengan metode data envelopment analysis (dea). *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 10(04), 258-268.
<https://doi.org/10.33221/jikm.v10i04.939>