

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

## EFISIENSI PENGELOLAAN LIMBAH PERTANIAN: TEKNOLOGI *PORTABLE CHOPPING MACHINE* PADA *GRANDONG*

Erwin Komara Mindarta<sup>1</sup>, Dani Irawan<sup>2</sup>, Vidya Purnamasari<sup>3</sup>, Didin Zakariya Lubis<sup>4</sup>  
<sup>1,2,4</sup>Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang  
<sup>3</sup>Departemen Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Malang  
<sup>1</sup>[erwin.komara.ft@um.ac.id](mailto:erwin.komara.ft@um.ac.id)

### Abstrak

Pengelolaan limbah pertanian merupakan aspek krusial dalam pertanian berkelanjutan. Artikel ini membahas implementasi dan dampak penggunaan teknologi *Portable Chopping Machine* pada *grandong* dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah pertanian. Penelitian ini dilakukan di Kelompok Tani Margo Rahayu 3, Desa Andongsari, Ambulu, Jember, dengan tujuan mengevaluasi efek penerapan teknologi ini terhadap pengelolaan limbah pertanian. Metode penelitian melibatkan pengembangan prototipe *Portable Chopping Machine*, pelatihan petani, implementasi teknologi, serta pemantauan dampaknya. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan signifikan dalam volume limbah yang dihasilkan, dengan pengurangan rata-rata sebesar 63% setelah adopsi teknologi ini. Selain itu, efisiensi waktu pengolahan limbah juga meningkat secara signifikan dengan penggunaan teknologi ini, menghemat waktu hingga 70% dibandingkan dengan metode manual sebelumnya. Penggunaan *Portable Chopping Machine* juga memperbaiki kualitas hasil olahan limbah, dengan potongan yang lebih seragam dan halus, mempengaruhi kualitas produk akhir seperti kompos. Dampak positif pada lingkungan juga terlihat dari penurunan volume limbah yang meminimalkan potensi pencemaran serta peningkatan kesejahteraan petani dengan efisiensi pengelolaan limbah yang lebih baik. Artikel ini memberikan bukti konkret bahwa penggunaan teknologi *Portable Chopping Machine* pada *grandong* memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah pertanian. Implikasi dari penelitian ini memberikan landasan untuk pengembangan teknologi serupa dan mendorong praktik pertanian yang lebih berkelanjutan di masa mendatang.

**Kata kunci:** limbah pertanian, *portable chopping machine*, *grandong*.

### Abstract

Agricultural waste management is a crucial aspect of sustainable agriculture. This article discusses the implementation and impact of using *Portable Chopping Machine* technology in *grandong* in increasing the efficiency of agricultural waste management. This research was conducted at the Margo Rahayu 3 Farmers Group, Andongsari Village, Ambulu, Jember, with the aim of evaluating the effect of implementing this technology on agricultural waste management. The research method involves developing a *Portable Chopping Machine* prototype, training farmers, implementing technology, and monitoring its impact. The research results show a significant reduction in the volume of waste generated, with an average reduction of 63% after the adoption of this technology. In addition, waste processing time efficiency also increases significantly with the use of this technology, saving up to 70% of time compared to previous manual methods. The use of a *Portable Chopping Machine* also improves the quality of processed waste products, with more uniform and finer cuts, affecting the quality of final products such as compost. The positive impact on the environment can also be seen from reducing the volume of waste which minimizes the potential for pollution as well as increasing the welfare of farmers with better waste management efficiency. This article provides concrete evidence that the use of *Portable Chopping Machine* technology in *grandong* has great potential in increasing the efficiency of agricultural waste management. The implications of this research provide a foundation for the development of similar technologies and encourage more sustainable agricultural practices in the future.

**Keywords:** agricultural waste, *portable chopping machine*, *grandong*

Pengelolaan limbah pertanian merupakan aspek penting dalam keberlanjutan lingkungan dan pertanian berkelanjutan. Di banyak daerah, pengelolaan limbah pertanian masih menjadi tantangan karena kurangnya teknologi yang efisien untuk mengelola limbah tersebut. Salah satu limbah pertanian yang umum adalah sisa-sisa tanaman, jerami, pupuk

hijau, dan tebon jagung, dan pengelolaannya secara efisien menjadi prioritas untuk menjaga lingkungan dan mendukung pertanian yang berkelanjutan.

Meskipun ada kebutuhan akan pengelolaan limbah pertanian, implementasi teknologi yang tepat dan efisien masih terbatas. Permasalahan yang dihadapi meliputi kurangnya sarana atau alat yang memadai untuk mengolah Limbah pertanian seperti sisa-sisa tanaman, jerami, pupuk hijau, dan tebon jagung secara efisien. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memeriksa efektivitas penerapan teknologi *Portable Chopping Machine* pada *grandong* dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah pertanian.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi penerapan teknologi *Portable Chopping Machine* pada *grandong* sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah pertanian. Hal ini termasuk dalam hal peningkatan kemampuan pengelolaan limbah, pengurangan dampak lingkungan, dan peningkatan kesejahteraan petani.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang pengelolaan limbah pertanian dengan cara: 1) Menyediakan wawasan tentang penerapan teknologi *Portable Chopping Machine* pada *grandong*, 2) Memberikan pemahaman lebih lanjut tentang peningkatan efisiensi dalam pengelolaan limbah pertanian, dan 3) Menunjukkan manfaat dari penggunaan teknologi ini bagi lingkungan dan petani.

Penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut: 1) Fokus pada penerapan teknologi *Portable Chopping Machine* pada *grandong* dalam konteks Kelompok Tani Margo Rahayu 3 di Desa Andongsari, Ambulu, Jember; dan 2) Tidak mencakup seluruh jenis limbah pertanian, hanya difokuskan pada pengelolaan limbah sisa-sisa tanaman, jerami, pupuk hijau, dan tebon jagung.

### **Studi tentang Masalah Pengelolaan Limbah Pertanian**

Pengelolaan limbah pertanian menjadi isu krusial karena pertumbuhan populasi dan perubahan pola konsumsi masyarakat meningkatkan tekanan terhadap sumber daya alam. Limbah pertanian, termasuk sisa-sisa

tanaman, jerami, pupuk hijau, dan tebon jagung, menjadi perhatian karena besarnya volume yang dihasilkan dan dampak lingkungan serta kesehatan yang ditimbulkannya.

Permasalahan yang Sering Muncul: 1) Akumulasi Limbah Pertanian: Limbah pertanian seperti sisa-sisa tanaman, jerami, pupuk hijau, dan tebon jagung seringkali terakumulasi di area pertanian tanpa pengelolaan yang tepat. Ini dapat mengakibatkan pencemaran tanah dan air serta memicu masalah kesehatan. 2) Keterbatasan Teknologi Pengelolaan: Teknologi yang tersedia untuk mengelola limbah pertanian masih terbatas. Hal ini menyebabkan kesulitan dalam mengolah limbah menjadi sumber daya yang berguna, seperti kompos atau pakan ternak. 3) Dampak Lingkungan: Dekomposisi limbah pertanian tanpa pengelolaan yang tepat dapat menghasilkan gas-gas rumah kaca, seperti metana, yang berkontribusi pada pemanasan global. 4) Dampak pada Kesejahteraan Petani: Ketika limbah pertanian tidak dikelola dengan baik, hal itu dapat mempengaruhi kesejahteraan petani. Kondisi lingkungan yang buruk dapat memengaruhi hasil pertanian dan kesehatan petani.

Adanya solusi efisien dalam pengelolaan limbah pertanian diperlukan untuk mengurangi dampak negatif yang dihasilkan. Penggunaan teknologi seperti *Portable Chopping Machine* pada *grandong* menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan limbah pertanian.

Konsep pertanian berkelanjutan menekankan pentingnya pengelolaan sumber daya secara bijaksana, termasuk pengelolaan limbah pertanian, untuk mempertahankan produktivitas pertanian jangka panjang tanpa merusak lingkungan.

### **Penelitian terkait penerapan teknologi dalam pengelolaan limbah pertanian**

Saat ini, terdapat beragam penelitian yang menyoroti penerapan teknologi dalam pengelolaan limbah pertanian. Salah satu contoh studi yang relevan adalah penelitian yang dilakukan oleh A. S. Hande pada tahun 2014 yang membahas penerapan mesin pencacah dalam mengelola limbah pertanian. Dalam penelitian tersebut, peneliti menemukan

bahwa penggunaan mesin pencacah mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah pertanian dengan mengurangi volume limbah dan mempersingkat waktu pengolahan.

Selain itu, E. K. Mindarta, A. A. Wibowo, and A. B. N. R. Putra (2015) dalam penelitiannya yang diterbitkan di *MATEC Web of Conferences* juga menyoroti manfaat teknologi dalam pengelolaan limbah pertanian. Mereka menunjukkan bahwa penggunaan teknologi tertentu, seperti mesin pencacah portabel, mampu mengubah limbah pertanian menjadi bahan yang lebih mudah diolah, seperti kompos, yang dapat kembali digunakan dalam pertanian.

Dalam kerangka ini, studi-studi terdahulu tersebut menegaskan bahwa penerapan teknologi memiliki peran penting dalam mengatasi permasalahan pengelolaan limbah pertanian dengan meningkatkan efisiensi pengolahan limbah. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha untuk menambah wawasan dengan memfokuskan pada penerapan teknologi *Portable Chopping Machine* pada *grandong* untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah pertanian di Kelompok Tani Margo Rahayu 3, Desa Andongsari, Ambulu, Jember.

### **Review tentang penggunaan mesin pencacah pada limbah pertanian**

Dalam literatur yang relevan, terdapat beberapa review yang membahas penggunaan mesin pencacah pada limbah pertanian. Salah satu contoh review adalah penelitian yang dilakukan oleh A. S. Hande and V. Padole (2015), yang memaparkan berbagai jenis mesin pencacah yang telah digunakan dalam pengelolaan limbah pertanian seperti sisa-sisa tanaman, jerami, dan material organik lainnya. Dalam studi tersebut, peneliti mengidentifikasi keunggulan dan kelemahan masing-masing jenis mesin pencacah serta mempertimbangkan efektivitasnya dalam mengolah limbah pertanian.

Selain itu, E. K. Mindarta, A. A. Wibowo, and A. B. N. R. Putra (2015) juga telah melakukan review yang serupa di *MATEC Web of Conferences* yang membahas aspek teknis dan efisiensi penggunaan mesin pencacah pada limbah pertanian dalam konteks pertanian

berkelanjutan. Mereka menggambarkan bagaimana penggunaan mesin pencacah tertentu dapat mempengaruhi efisiensi pengelolaan limbah, baik dari segi waktu, biaya, maupun dampak lingkungan.

Dalam konteks penelitian ini, review-review tersebut menjadi dasar penting dalam memahami penggunaan mesin pencacah pada limbah pertanian. Studi ini akan berfokus pada penggunaan teknologi *Portable Chopping Machine* pada *grandong* dan melengkapi informasi yang sudah ada dengan analisis yang lebih spesifik terkait efisiensi pengelolaan limbah pertanian di Kelompok Tani Margo Rahayu 3, Desa Andongsari, Ambulu, Jember.

### **METODE PENELITIAN**

Teknologi *Portable Chopping Machine* pada *Grandong* dikembangkan melalui cara yang harus ditempuh sebagai berikut: 1) Studi Literatur: a) meninjau literatur tentang teknologi pencacah limbah pertanian yang sudah ada, dan b) mengidentifikasi kebutuhan dan spesifikasi teknis untuk pengembangan *Portable Chopping Machine* pada *grandong*; 2) Perancangan Prototipe: a) merancang awal berdasarkan hasil studi literatur dan kajian kebutuhan pengguna, dan b) mengembangkan desain prototipe dengan fokus pada portabilitas, keamanan, dan efisiensi operasional; 3) Pengujian Prototipe: a) melakukan uji coba prototipe teknologi pada *grandong* dengan mempertimbangkan berbagai kondisi operasional, dan b) mengevaluasi keefektifan dan keandalan teknologi dalam mencacah limbah pertanian secara efisien; dan 4) Perbaikan dan Pengembangan Lanjutan: a) Melakukan perbaikan berdasarkan hasil pengujian dan umpan balik dari pengguna, dan b) memberikan saran pengembangan lanjutan untuk meningkatkan performa, efisiensi, dan keamanan teknologi.

Setelah teknologi selesai dibuat, maka langkah selanjutnya yaitu mengimplementasikan Teknologi pada Kelompok Tani Margo Rahayu 3 di Desa Andongsari, Ambulu, Jember; melalui cara yang harus ditempuh sebagai berikut: 1) Persiapan dan Pendekatan Kelompok Tani: a) mengumpulkan data tentang kebutuhan dan kesiapan kelompok tani terkait teknologi

*Portable Chopping Machine*, dan b) melakukan pendekatan dengan kelompok tani untuk menjelaskan manfaat dan tujuan implementasi teknologi; 2) Pelatihan dan Sosialisasi: a) memberikan pelatihan kepada anggota kelompok tani terkait penggunaan, perawatan, dan keamanan dalam menggunakan *Portable Chopping Machine*; dan b) memberikan sosialisasi tentang manfaat dan cara optimal mengintegrasikan teknologi ini dalam pengelolaan limbah pertanian; 3) Implementasi dan Monitoring: a) mengimplementasikan teknologi pada *grandong* di lapangan dengan bantuan teknisi atau tim pengembang, dan b) memantau secara langsung terhadap proses implementasi untuk memastikan penggunaan yang efektif dan mengatasi kendala yang mungkin muncul; dan 4) Evaluasi Dampak dan Pengembangan Lanjutan: a) melakukan evaluasi terhadap efisiensi dan manfaat yang diperoleh oleh kelompok tani setelah menggunakan teknologi ini, dan b) melakukan pengembangan lanjutan berdasarkan masukan dari pengguna dan hasil evaluasi untuk peningkatan keberlanjutan penggunaan teknologi.

Metode ini dirancang untuk memastikan pengembangan yang sistematis dan implementasi yang efektif dari teknologi *Portable Chopping Machine* pada *grandong*, serta untuk mendukung proses adaptasi dan penerimaan teknologi ini oleh Kelompok Tani Margo Rahayu 3 di Desa Andongsari, Ambulu, Jember.

## HASIL DAN PEMBAHASAN



**Gambar 1. Teknologi *Portable Chopping Machine* Pada *Grandong***

Sebelum Penggunaan *Portable Chopping Machine* pada *Grandong*: 1) Volume limbah pertanian, terutama sisa-sisa tanaman, jerami, pupuk hijau, dan tebon jagung, mencapai rata-rata 609 kg per minggu, 2) Proses pengolahan limbah dilakukan secara manual, membutuhkan waktu rata-rata 56 jam per minggu, dan 3) Kualitas hasil olahan limbah (misalnya, kompos) sebelumnya cenderung tidak konsisten dan kurang halus. Sesudah Penggunaan *Portable Chopping Machine* pada *Grandong*: 1) Volume limbah pertanian berhasil dikurangi menjadi rata-rata 226 kg per minggu, 2) Proses pengolahan limbah menjadi lebih efisien, membutuhkan waktu rata-rata 16,8 jam per minggu setelah adanya teknologi ini, dan 3) Kualitas hasil olahan limbah meningkat, dengan ukuran lebih seragam dan lebih halus.

Penggunaan *Portable Chopping Machine* pada *grandong* secara signifikan mengurangi volume limbah pertanian yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi ini mampu mengoptimalkan proses pencacahan limbah sehingga menghasilkan potongan yang lebih kecil, mengurangi volume limbah yang perlu dikelola.

Terjadi peningkatan yang nyata dalam efisiensi waktu dalam mengolah limbah pertanian setelah menggunakan *Portable Chopping Machine*. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pencacahan dan pengelolaan limbah berkurang secara signifikan, memungkinkan petani untuk mengalokasikan waktu lebih banyak pada kegiatan produktif lainnya.

Hasil olahan limbah, seperti kompos, menunjukkan perbaikan kualitas setelah penggunaan *Portable Chopping Machine*. Potongan yang lebih seragam dan halus meningkatkan kualitas akhir dari produk olahan limbah, memungkinkan penggunaan yang lebih baik dalam kegiatan pertanian.

Evaluasi terhadap efisiensi pengelolaan limbah pertanian sebelum dan sesudah penggunaan *Portable Chopping Machine* pada *grandong* menunjukkan perbaikan yang signifikan. Teknologi ini tidak hanya mengurangi volume limbah yang dihasilkan, tetapi juga meningkatkan efisiensi waktu serta kualitas hasil olahan limbah. Implementasi

teknologi ini memberikan dampak positif dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah pertanian di Kelompok Tani Margo Rahayu 3, Desa Andongsari, Ambulu, Jember. Hal ini menegaskan pentingnya penggunaan teknologi dalam mendukung pertanian yang berkelanjutan dan efisien dalam pengelolaan sumber daya.



Gambar 2. Pengelolaan Limbah Pertanian Menggunakan Teknologi *Portable Chopping Machine* Pada *Grandong*

### Implikasi dari Penelitian terhadap Praktik Pengelolaan Limbah Pertanian

Penelitian ini memiliki implikasi yang signifikan terhadap praktik pengelolaan limbah pertanian dalam konteks pertanian berkelanjutan dan efisiensi sumber daya. Beberapa implikasi yang relevan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Penerapan Teknologi sebagai Solusi Efisien  
Studi ini memberikan bukti kuat bahwa penggunaan *Portable Chopping Machine* pada *grandong* merupakan solusi efisien dalam mengelola limbah pertanian. Implikasi dari penelitian ini menegaskan bahwa teknologi dapat menjadi kunci dalam mengatasi tantangan pengelolaan limbah pertanian dengan lebih efektif.
2. Peningkatan Produktivitas dan Efisiensi Sumber Daya  
Implementasi teknologi ini membawa kontribusi signifikan dalam meningkatkan produktivitas petani

dengan menghemat waktu dalam pengolahan limbah. Hal ini juga memberikan implikasi pada efisiensi sumber daya, di mana penggunaan mesin pencacah dapat mengurangi limbah sambil menghasilkan produk olahan yang lebih baik.

3. Peningkatan Kualitas Lingkungan dan Kesehatan Petani

Dampak dari pengelolaan limbah yang lebih efisien tidak hanya mempengaruhi produktivitas tetapi juga mengurangi dampak negatif pada lingkungan. Dengan menggunakan teknologi ini, limbah pertanian dapat dikelola dengan lebih baik, mengurangi potensi pencemaran lingkungan dan meningkatkan kesehatan petani.

4. Arah Pengembangan dan Penelitian Lanjutan

Implikasi dari penelitian ini juga membuka jalan untuk pengembangan teknologi lebih lanjut atau penelitian yang lebih mendalam terkait optimalisasi proses pengelolaan limbah pertanian. Hal ini menjadi penting dalam konteks pertanian modern yang terus berkembang.

Dengan implikasi positifnya terhadap praktik pengelolaan limbah pertanian, penelitian ini memperlihatkan bahwa penggunaan teknologi *Portable Chopping Machine* pada *grandong* dapat menjadi langkah penting dalam mewujudkan pertanian yang lebih berkelanjutan dan efisien dalam mengelola sumber daya alam. Implikasi ini memberikan arah bagi penelitian dan praktik pertanian ke depan untuk terus meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pengelolaan limbah pertanian.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Kesimpulan dari Implementasi Teknologi *Portable Chopping Machine* pada *Grandong* adalah sebagai berikut: 1) Pengurangan Volume Limbah: a) Penggunaan teknologi *Portable Chopping Machine* berhasil mengurangi volume limbah pertanian, khususnya sisa-sisa tanaman, jerami, pupuk hijau, dan tebon jagung, secara signifikan; dan b) Potongan yang dihasilkan lebih kecil dan

seragam, mengurangi jumlah limbah yang perlu dikelola; 2) Peningkatan Efisiensi Pengolahan: a) Proses pencacahan limbah pertanian menjadi lebih efisien setelah penggunaan teknologi ini, dan b) Waktu yang dibutuhkan untuk proses pengolahan limbah menjadi lebih singkat, memungkinkan petani untuk mengalokasikan waktu lebih banyak pada kegiatan produktif lainnya; 3) Kualitas Produk Olahan Limbah yang Meningkatkan: a) Hasil olahan limbah, seperti kompos, menunjukkan peningkatan kualitas setelah penggunaan *Portable Chopping Machine*; dan b) Potongan yang lebih halus dan seragam meningkatkan kualitas akhir dari produk olahan limbah; 4) Dampak Positif pada Lingkungan dan Kesehatan: a) Implementasi teknologi ini memberikan dampak positif pada lingkungan dengan mengurangi volume limbah yang dihasilkan serta mengoptimalkan penggunaan hasil olahan limbah, dan b) Potensi dampak negatif pada kesehatan petani akibat pengelolaan limbah yang kurang efisien dapat dikurangi; 5) Peningkatan Efisiensi Pertanian Keseluruhan: a) Adopsi teknologi ini membawa kontribusi positif dalam meningkatkan efisiensi praktik pertanian secara keseluruhan, dan b) Efisiensi dalam pengelolaan limbah pertanian mempengaruhi produktivitas dan kesejahteraan petani secara menyeluruh; dan 6) Landasan untuk Pengembangan Lanjutan: Temuan dari implementasi teknologi ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan teknologi serupa atau perbaikan lebih lanjut dalam upaya meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah pertanian di masa mendatang.

Implementasi teknologi *Portable Chopping Machine* pada *grandong* secara konsisten memberikan hasil yang positif dalam efisiensi pengelolaan limbah pertanian. Temuan ini memberikan landasan yang kuat untuk mengembangkan strategi pengelolaan limbah pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan di masa depan.

### Saran

Untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah pertanian di masa mendatang dengan teknologi serupa, berikut adalah beberapa rekomendasi yang dapat dipertimbangkan: 1) Inovasi dan Pengembangan Teknologi: a) Riset Lanjutan: Lakukan penelitian lebih lanjut untuk

mengembangkan teknologi pencacah limbah pertanian yang lebih canggih dan efisien, dan b) Integrasi Sensor dan Automasi: Kembangkan teknologi yang terhubung dengan sensor untuk pemantauan otomatis dan pengaturan proses pencacahan; 2) Penyesuaian dengan Kondisi Lokal: a) Adaptasi Desain: Sesuaikan desain teknologi dengan kebutuhan dan kondisi spesifik di setiap wilayah atau jenis limbah pertanian yang berbeda, dan b) Pelatihan dan Edukasi: Sosialisasikan penggunaan teknologi baru kepada petani melalui pelatihan dan pendidikan yang menyeluruh; 3) Kolaborasi dan Dukungan: a) Kerjasama dengan Industri: Bangun kemitraan dengan industri teknologi untuk mengembangkan solusi yang lebih baik dan lebih terjangkau, dan b) Dukungan Pemerintah: Mendorong dukungan pemerintah untuk penyediaan akses dan insentif bagi petani untuk mengadopsi teknologi baru ini; 4) Pengelolaan Limbah Berbasis Komunitas: a) Pengorganisasian Kelompok Tani: Dorong pembentukan kelompok tani atau kooperatif untuk berbagi teknologi dan memperkuat pengelolaan limbah secara kolektif, dan b) Pengalaman dan Pengetahuan: Fasilitasi pertukaran informasi antar petani dan komunitas dalam penggunaan teknologi tersebut; 5) Monitoring dan Evaluasi Berkala: a) Pemantauan Kinerja: Tetapkan sistem pemantauan dan evaluasi untuk terus mengukur kinerja teknologi dalam pengelolaan limbah, dan b) Perbaikan Berkelanjutan: Gunakan data dari pemantauan untuk terus melakukan perbaikan dan pengembangan teknologi; dan 6) Pendidikan Lingkungan: Kampanye dan Pendidikan Masyarakat: Tingkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah pertanian yang efisien melalui kampanye dan program pendidikan.

Rekomendasi ini akan membantu dalam memperbaiki dan mengembangkan teknologi pencacah limbah pertanian serta meningkatkan adopsi teknologi oleh petani di berbagai wilayah. Dengan kolaborasi yang kuat antara sektor publik, swasta, dan masyarakat petani, efisiensi pengelolaan limbah pertanian dapat ditingkatkan secara signifikan di masa mendatang.

### DAFTAR RUJUKAN

- H. Hengsdijk and W. J. de Boer, "Post-harvest management and post-harvest losses of cereals in Ethiopia," *Food Secur.*, vol. 9, no. 5, 2017, doi: 10.1007/s12571-017-0714-y.
- M. Kasso and A. Bekele, "Post-harvest loss and quality deterioration of horticultural crops in Dire Dawa Region, Ethiopia," *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*, vol. 17, no. 1, 2018, doi: 10.1016/j.jssas.2016.01.005.
- "Strategies to Reduce Post-Harvest Losses for Fruits and Vegetables," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, Mar. 2019, doi: 10.7176/jstr/5-3-04.
- T. Li *et al.*, "Surface nano-engineered wheat straw for portable and adjustable water purification," *Sci. Total Environ.*, vol. 655, pp. 1028–1036, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.206.
- C. C. Kung and N. Zhang, "Renewable energy from pyrolysis using crops and agricultural residuals: An economic and environmental evaluation," *Energy*, vol. 90, pp. 1532–1544, 2015, doi: 10.1016/j.energy.2015.06.114.
- M. GUAN *et al.*, "Biomass Straw Based Activated Porous Carbon Materials for High-Performance Supercapacitors," *Res. Appl. Mater. Sci.*, vol. 1, no. 2, Apr. 2020, doi: 10.33142/msra.v1i2.1665.
- R. Syofiani and S. D. Putri, "Pengembangan Potensi Gulma Kirinyuh Dan Limbah Pertanian Sebagai Pupuk Organik Alternatif Di Nagari Paluar Kecamatan Koto Vii Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat," *J. Agrium*, vol. 16, no. 1, 2019, doi: 10.29103/agrium.v16i1.1338.
- U. s. E. I. E I A Administration, "Biomass-Explained," *Independent Statistics and Analysis*, p. 2, 2018.
- A. S. Hande, "Methodology For Design & Fabrication of Portable Organic Waste Chopping Machine To Obtain Compost-A Review," *IJIRST-International J. Innov. Res. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 7, 2014.
- A. S. Hande and V. Padole, "Design & fabrication of portable organic waste chopping machine to obtain compost," ... *J. Innov. Res. Sci. ...*, vol. 2, no. 03, 2015.
- E. K. Mindarta, A. A. Wibowo, and A. B. N. R. Putra, "Designing portable chopping plastic waste machine utilizing electric motor," in *MATEC Web of Conferences*, Sep. 2018, vol. 204, doi: 10.1051/mateconf/201820404005.
- I. A. Hendaryanto, "Pembuatan Mesin Pencacah Sampah Organik Untuk Swadaya Pupuk di Desa Tancep Kecamatan Ngawen Kabupaten Gunungkidul," *J. Pengabd. dan Pengemb. Masy.*, vol. 1, no. 1, 2018, doi: 10.22146/jp2m.40998.
- Sunaryo and Sufrianto, "Break-even analysis of Clay Transport as Raw Materials in Small Bricks Industry using *Grandong* based Appropriate Technology in Rural Areas," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 11, 2020, doi: 10.17605/OSF.IO/KPQ5B.
- Sunaryo, A. Bahrin, Magribi, and E. Sukotjo, "Productivity Analysis and Efficiency of Transportation Clay Raw Materials in Small Brick Industries using *Grandong* Based on Appropriate Technology," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 10, no. 8, pp. 550–559, 2019, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/341281944\\_Productivity\\_Analysis\\_and\\_Efficiency\\_of\\_Transportation\\_Clay\\_Raw\\_Materials\\_in\\_Small\\_Brick\\_Industries\\_using\\_Grandong\\_Based\\_on\\_Appropriate\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/341281944_Productivity_Analysis_and_Efficiency_of_Transportation_Clay_Raw_Materials_in_Small_Brick_Industries_using_Grandong_Based_on_Appropriate_Technology).
- R. Putra, "Analisis Peningkatan Produksi Padi Dengan Sistem Pengolahan Tanah Dengan Menggunakan Protein Dnt Di Desa Blang Punteut Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe," pp. 215–221.
- R. A. Rana *et al.*, "Prospects of nanotechnology in improving the productivity and quality of horticultural crops," *Horticulturae*, vol. 7, no. 10. MDPI, Oct. 01, 2021, doi: 10.3390/horticulturae7100332.

