

Inovasi Pelet Berbahan Baku Limbah Gergaji Kayu sebagai Sumber Energi Biomassa Terbarukan

Khoirul Hidayat^{1*}, M. Yaskun², M. Adhi Prasnowo³

¹Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo
Madura

²Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Islam Lamongan

³Program Studi Kewirausahaan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Maarif Hasyim Latif

*Email korespondensi: irul_ie@yahoo.co.id

Abstrak

Industri penggergajian kayu menghasilkan limbah biomassa berupa serbuk gergaji dalam jumlah besar yang sering kali belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga berpotensi mencemari lingkungan jika hanya dibakar atau dibuang. Di sisi lain, kebutuhan akan pelet kayu terus meningkat seiring dengan pertumbuhan industri global. Tujuan penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan limbah serbuk gergaji kayu sebagai bahan baku pembuatan palet komposit (*bio-composite pallet*) serta menganalisis kontribusinya terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs). Metode yang digunakan meliputi eksperimen laboratorium untuk pembuatan palet dengan variasi komposisi serbuk gergaji dan perekat alami/sintetis, dilanjutkan dengan pengujian sifat fisik dan mekanik. Analisis dampak lingkungan dilakukan untuk mengukur kontribusinya terhadap poin-poin SDGs. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelet dari limbah serbuk gergaji kayu berpotensi sebagai sumber energi biomassa terbarukan. Dari perspektif keberlanjutan, inovasi ini secara langsung mendukung SDG 12 (konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab) melalui reduksi limbah industri, SDG 13 (penanganan perubahan iklim) dengan menekan emisi karbon akibat pembakaran limbah, serta SDG 15 (ekosistem darat) karena mengurangi ketergantungan pada penebangan pohon baru untuk pelet kayu konvensional. Sehingga dengan pemanfaatan limbah gergaji kayu menjadi pelet tidak hanya memberikan solusi bernilai ekonomi tinggi, tetapi juga menjadi langkah konkret dalam menerapkan prinsip ekonomi sirkular demi mendukung tercapainya target SDGs 2030.

Kata kunci: Ekonomi sirkular, Limbah, SDGs

Abstract

not used optimally and can pollute the environment if simply burned or disposed of. On the other hand, the demand for wood pellets continues to increase along with global industrial growth. The purpose of this study is to examine the use of wood sawdust waste as a raw material for making composite pallets and analyze its contribution to achieving the Sustainable Development Goals (SDGs). The methods used include laboratory experiments to make pallets with varying compositions of sawdust and natural adhesives, followed by testing of their physical and mechanical properties. An environmental impact analysis was conducted to measure their contribution to the SDGs. The results show that pellets from wood sawdust waste have the potential to be a renewable biomass energy source. From a sustainability perspective, this innovation directly supports SDG 12 (responsible consumption and production) through reducing industrial waste, SDG 13 (addressing climate change) by reducing carbon emissions from waste combustion, and SDG 15 (terrestrial ecosystems) by reducing dependence on new tree felling for conventional wood pellets. Therefore, utilizing sawdust waste into pellets not only provides a high-value economic solution but also becomes a concrete step in implementing circular economy principles to support the achievement of the 2030 SDGs targets.

Keywords: Circular economy, Waste, SDGs

PENDAHULUAN

Industri penggergajian kayu merupakan salah satu sektor penting dalam rantai pasok hasil hutan yang berkontribusi terhadap penyediaan bahan baku bagi industri konstruksi, furnitur, dan kemasan (Prayoga, 2025). Di balik kontribusi tersebut, proses penggergajian menghasilkan limbah biomassa dalam jumlah besar, terutama berupa serbuk gergaji, serpihan kayu, dan potongan kayu yang sering kali belum dimanfaatkan secara optimal. Serbuk gergaji dapat mencapai sekitar 10–15% dari volume kayu yang diproses, sedangkan total limbah pengolahan kayu dapat melebihi 40% bergantung pada jenis kayu dan teknologi pengolahan yang digunakan (Sutarman, 2016). Apabila limbah tersebut hanya dibakar atau dibuang ke lingkungan, maka akan menimbulkan berbagai permasalahan, seperti peningkatan emisi gas rumah kaca, pencemaran udara, serta pemborosan sumber daya biomassa yang masih memiliki nilai ekonomi tinggi (Aisyah, 2023). Oleh karena itu, pemanfaatan limbah serbuk gergaji menjadi produk bernilai tambah merupakan salah satu pendekatan yang mendukung prinsip ekonomi sirkular (*circular economy*) dan efisiensi penggunaan sumber daya.

Serbuk gergaji merupakan biomassa lignoselulosa yang kaya akan selulosa, hemiselulosa, dan lignin sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai produk komposit (Dewi *et al.*, 2024). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa limbah ini dapat digunakan sebagai bahan penguat pada material komposit, papan partikel, panel kayu, karbon aktif, adsorben, hingga material konstruksi ramah lingkungan. Pemanfaatan limbah biomassa tersebut tidak hanya mengurangi volume limbah industri, tetapi juga meningkatkan nilai tambah produk dan memperpanjang siklus hidup material kayu. Perkembangan teknologi material komposit berbasis biomassa telah membuka peluang baru dalam menghasilkan produk dengan sifat mekanik yang baik, biaya produksi yang kompetitif, dan dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan penggunaan kayu solid secara langsung (Hasibuan *et al.*, 2018).

Di sisi lain, meningkatnya aktivitas perdagangan global dan perkembangan industri logistik telah mendorong kebutuhan terhadap palet sebagai media penyimpanan dan distribusi barang. Sebagian besar palet yang digunakan saat ini masih berbahan kayu solid sehingga membutuhkan pasokan kayu dalam jumlah besar. Kondisi tersebut mendorong pengembangan alternatif berupa palet komposit (*bio-composite pallet*) yang memanfaatkan limbah biomassa sebagai bahan baku utama. Palet komposit menawarkan berbagai keunggulan, antara lain dimensi yang lebih seragam, kekuatan mekanik yang baik,

ketahanan terhadap kelembapan dan organisme perusak, serta efisiensi penggunaan bahan baku. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa biomassa kayu, termasuk serbuk gergaji dan serpihan kayu, berpotensi menghasilkan *chip block pallet* dengan karakteristik mekanik yang memenuhi kebutuhan industri logistik.

Meskipun penelitian mengenai pemanfaatan limbah kayu telah berkembang pesat, sebagian besar masih berfokus pada produksi papan partikel, panel komposit, *wood-plastic composite*, maupun bioenergi seperti briket dan pelet biomassa. Kajian yang secara khusus mengintegrasikan pemanfaatan serbuk gergaji sebagai bahan baku palet komposit (*bio-composite pallet*) sekaligus mengevaluasi kontribusinya terhadap pencapaian SDGs masih relatif terbatas. Padahal, kebutuhan terhadap palet ramah lingkungan diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan industri manufaktur, perdagangan internasional, dan sistem logistik global yang semakin menuntut produk berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan limbah serbuk gergaji kayu sebagai bahan baku pembuatan palet komposit (*bio-composite pallet*) serta menganalisis kontribusinya terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan alternatif pemanfaatan limbah biomassa yang lebih produktif, meningkatkan nilai tambah industri penggergajian kayu, mendukung pengembangan industri logistik berkelanjutan, serta memperkuat implementasi prinsip ekonomi sirkular dalam sektor kehutanan dan industri pengolahan kayu.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode analisis keberlanjutan (*sustainability analysis*) untuk mengevaluasi sejauh mana inovasi pemanfaatan limbah serbuk gergaji kayu menjadi pelet biomassa berkontribusi terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) (Antikasari *et al.*, 2023; Parmawati *et al.*, 2022; Rahyasih *et al.*, 2020; Saragih *et al.*, 2020). Analisis keberlanjutan merupakan pendekatan yang digunakan untuk menilai dampak suatu inovasi tidak hanya dari aspek teknis, tetapi juga dari aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial (konsep *triple bottom line*). Dengan demikian, keberhasilan penelitian tidak hanya diukur berdasarkan kualitas pelet yang dihasilkan, tetapi juga berdasarkan manfaat yang diberikan terhadap efisiensi pemanfaatan sumber daya, pengurangan pencemaran lingkungan, peningkatan nilai ekonomi limbah, serta dukungan terhadap pembangunan berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dampak lingkungan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana pemanfaatan limbah serbuk gergaji kayu sebagai bahan baku pelet biomassa berkontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan. Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi perubahan yang terjadi sebelum dan sesudah limbah dimanfaatkan, meliputi pengurangan volume limbah yang dibuang, penurunan emisi gas rumah kaca, penghematan penggunaan bahan baku kayu primer, serta peningkatan efisiensi pemanfaatan sumber daya. Pendekatan yang umum digunakan dalam penelitian sejenis adalah *Life Cycle Assessment* (LCA) sesuai standar ISO 14040 dan ISO 14044, yaitu metode yang mengevaluasi dampak lingkungan suatu produk mulai dari pengadaan bahan baku, proses produksi, distribusi, penggunaan, hingga akhir masa pakainya. Selain LCA, analisis dapat diperkuat dengan pendekatan *Life Cycle Thinking* (LCT) atau pemetaan kontribusi terhadap indikator-indikator SDGs menggunakan kerangka *United Nations Sustainable Development Goals*.

Hasil berbagai penelitian menunjukkan bahwa pelet biomassa yang diproduksi dari limbah serbuk gergaji memiliki karakteristik energi yang baik, seperti nilai kalor tinggi (sekitar 16–19 MJ/kg), kadar air rendah, densitas energi yang lebih tinggi dibandingkan biomassa curah, serta emisi karbon yang lebih rendah dibandingkan penggunaan bahan bakar fosil. Pemanfaatan serbuk gergaji sebagai pelet juga mampu mengurangi praktik pembakaran terbuka (*open burning*) yang selama ini menjadi salah satu sumber pencemaran udara dan emisi karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), serta partikulat. Dengan demikian, limbah yang sebelumnya menjadi beban lingkungan dapat diubah menjadi sumber energi terbarukan (*renewable biomass energy*) yang memiliki nilai ekonomi dan manfaat lingkungan (Jamilah *et al.*, 2025).

Dari perspektif *Sustainable Development Goals* (SDGs), pemanfaatan limbah serbuk gergaji menjadi pelet biomassa memberikan kontribusi terhadap beberapa tujuan pembangunan berkelanjutan. Pertama, SDG 12 (konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab). Pemanfaatan limbah serbuk gergaji sebagai bahan baku pelet merupakan implementasi prinsip produksi dan konsumsi yang bertanggung jawab karena limbah industri yang sebelumnya dibuang atau dibakar dimanfaatkan kembali menjadi produk bernilai ekonomi (Hidayat *et al.*, 2019). Pendekatan ini meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, mengurangi jumlah limbah yang masuk ke tempat pembuangan akhir, serta memperpanjang siklus hidup material melalui konsep *resource recovery*. Strategi tersebut

merupakan salah satu prinsip utama ekonomi sirkular (*circular economy*), yaitu mempertahankan nilai material selama mungkin melalui penggunaan kembali, daur ulang, dan pemanfaatan limbah sebagai bahan baku sekunder.

Kedua, SDG 13 (penanganan perubahan iklim). Penggunaan pelet biomassa sebagai bahan bakar terbarukan dapat menggantikan sebagian konsumsi bahan bakar fosil sehingga berkontribusi terhadap penurunan emisi gas rumah kaca. Selain itu, pemanfaatan limbah serbuk gergaji juga mengurangi emisi yang berasal dari pembakaran terbuka limbah kayu. Dalam konsep inventarisasi karbon, karbon yang dilepaskan selama pembakaran biomassa merupakan bagian dari siklus karbon biogenik sehingga secara umum memiliki jejak karbon (*carbon footprint*) yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil apabila dikelola secara berkelanjutan (Jamilah *et al.*, 2023). Oleh karena itu, produksi pelet biomassa menjadi salah satu strategi dekarbonisasi sektor energi dan industri.

Ketiga, SDG 15 (ekosistem darat). Produksi pelet dari limbah serbuk gergaji mengurangi ketergantungan terhadap kayu bulat atau pohon yang ditebang khusus sebagai bahan baku energi. Dengan memanfaatkan limbah industri penggergajian, kebutuhan bahan baku dapat dipenuhi tanpa meningkatkan tekanan terhadap kawasan hutan. Pendekatan ini mendukung konservasi sumber daya hutan, menjaga keanekaragaman hayati, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan hasil hutan sesuai prinsip pengelolaan hutan lestari (*Sustainable Forest Management*).

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah serbuk gergaji menjadi pelet biomassa tidak hanya menghasilkan produk energi terbarukan yang memiliki nilai ekonomi tinggi, tetapi juga memberikan manfaat lingkungan yang signifikan (Jamilah *et al.*, 2024). Inovasi ini merupakan implementasi nyata konsep ekonomi sirkular karena mengubah limbah menjadi sumber daya baru yang bernilai tambah. Dengan demikian, pengembangan pelet biomassa berbasis limbah kayu dapat menjadi salah satu strategi untuk mendukung pencapaian target Agenda 2030 for Sustainable Development, khususnya pada aspek efisiensi sumber daya, pengurangan emisi karbon, dan pelestarian ekosistem darat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa pelet dari limbah serbuk gergaji kayu berpotensi sebagai sumber energi biomassa terbarukan. Dari perspektif keberlanjutan, inovasi ini secara langsung mendukung SDG 12 (konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab) melalui reduksi limbah industri, SDG 13 (penanganan perubahan iklim) dengan

menekan emisi karbon akibat pembakaran limbah, serta SDG 15 (ekosistem darat) karena mengurangi ketergantungan pada penebangan pohon baru untuk pelet kayu konvensional. Sehingga dengan pemanfaatan limbah gergaji kayu menjadi pelet tidak hanya memberikan solusi bernilai ekonomi tinggi, tetapi juga menjadi langkah konkret dalam menerapkan prinsip ekonomi sirkular demi mendukung tercapainya target SDGs 2030.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, I. (2023). Kajian Penciptaan “Green Jobs” melalui Pengelolaan Limbah Biomassa Menjadi Arang dan Asap Cair dengan Teknik Pirolisis. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 23(1), 83–91.
- Antikasari, R. R., Iskandar, R., & Subagja, H. (2023). Analisis Keberlanjutan pada Usaha Ayam Kampung Unggul Balitnak (KUB) di Kabupaten Cianjur: Analysis of Sustainability Kampung Unggul Balitnak (KUB) in Cianjur. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 23(2), 127–136.
- Dewi, S. S., Asfar, A. M. I. T., Asfar, A. M. I. A., Nurannisa, A., Damayanti, W., & Erfiana, I. (2024). *Eco-Substrate Innovative dari Limbah Serbuk Gergaji*. Penerbit KBM Indonesia.
- Hasibuan, A., Ekalestari, S., Suleman, A. R., Harahap, A. K. Z., Hasibuan, M., Simarmata, J., Novita, D., Sumartono, E., Achmad Daengs, G. S., Saputra, S., Purba, M. I., & Hidayat, K. (2018). Optimization manufacturing system model with recycling oriented. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(3.5 Special Issue 5).
- Hidayat, K., Kasih, R., Muhammad, M., & Muhammad, P. (2019). *Cleaner Production Analysis in the Cassava Tape Industry*. <https://doi.org/10.2991/icss-19.2019.146>
- Jamilah, J., AR, M. M., Fauzi, M., Ahmad, S., Arendra, A., & Hidayat, K. (2024). Pendampingan Pengolahan Limbah Kelapa Dan Siwalan Sebagai Nilai Tambah Masyarakat Desa Romben Barat Sumenep. *Konferensi Nasional Pengabdian Masyarakat (KOPEMAS)*, 5(1).
- Jamilah, J., AR, M. M., Fauzi, M., Ahmad, S., Arendra, A., Hidayat, K., & Dzulkarnain, I. (2025). Pengolahan Limbah Sabut Kelapa dan Siwalan Sebagai Produk Bernilai Tambah Di Desa Romben Barat Sumenep. *AKM: Aksi Kepada Masyarakat*, 5(2), 677–684.
- Jamilah, J., Mulyadi, M., Suhartatik, S., Ahmad, S., Hidayat, K., & Joni, K. (2023). Sosialisasi pemanfaatan limbah batok kelapa menjadi bahan bakar briket di Desa Lapa Laok Kecamatan Dungkek Kabupaten Sumenep. *Jurnal Abdimas Bina Bangsa*, 4(2), 1642–1647.
- Jouzdani, J., & Govindan, K. (2021). On the sustainable perishable food supply chain network design: A dairy products case to achieve sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123060.
- Parmawati, R., Andawayanti, U., & Sholihah, Q. (2022). Analisis keberlanjutan perkebunan kopi rakyat di Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi: Sustainability analysis of smallholder coffee plantations in Kalipuro District,

Banyuwangi Regency. *Agromix*, 13(1), 126–135.

Prayoga, Y. (2025). *LUAS PENAMPANG KAYU OLAHAN*. PENERBIT KBM INDONESIA.

Rahyasih, Y., Hartini, N., & Syarifah, L. S. (2020). Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan: Sebuah Analisis Kebutuhan Pelatihan Karya Tulis Ilmiah bagi Guru (Sustainability Professional Development: A Scientific Paper-Training Need Analysis for Teachers). *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 20(1), 136–144.

Saragih, I. K., Rachmina, D., & Krisnamurthi, B. (2020). Analisis status keberlanjutan perkebunan kelapa sawit rakyat Provinsi Jambi. *Journal of Indonesian Agribusiness*, 8(1), 17–32.

Sutarman, I. W. (2016). Pemanfaatan limbah industri pengolahan kayu di kota denpasar (studi kasus pada cv aditya). *Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri*, 10(1), 182888.