

Desain Ruang Pengering Hybrid untuk Peningkatan Kualitas Tembakau di Desa Kajoran

Gani Purwiandono^{1,2*}, Yudi Wiranto², Lukman Aprianto³

¹Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

²Pusat Kuliah Kerja Nyata, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

³Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia,
Yogyakarta, Indonesia

**Corresponding Email: gani_purwiandono@uii.ac.id*

ABSTRAK

Desa Kajoran merupakan salah satu daerah penghasil tembakau utama di Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Namun, petani menghadapi kendala dalam proses pengeringan tembakau yang sangat bergantung pada cuaca, terutama saat musim hujan yang menyebabkan penurunan kualitas dan harga jual. Melalui program Kuliah Kerja Nyata (KKN), dilakukan pendekatan partisipatif dengan metode observasi lapangan, analisis kebutuhan, serta perancangan teknologi untuk mengembangkan desain ruang pengering tembakau berbasis sistem hybrid. Sistem ini menggabungkan sumber panas alami dari sinar matahari dengan energi alternatif dari pembakaran limbah batang tembakau. Desain dirancang menggunakan perangkat lunak ArchiCAD dengan ukuran ruang 3×4×3 m dan delapan susun tray. Batasan dari desain ini meliputi skala kapasitas pengeringan maksimum 100 kg tembakau basah per siklus, serta penggunaan material lokal yang mudah didapatkan masyarakat. Hasil dari kegiatan ini berupa rancangan fisik ruang pengering, algoritma proses pengeringan, dan panduan teknis yang dapat diimplementasikan secara mandiri oleh masyarakat Desa Kajoran untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pengeringan tembakau.

Kata Kunci: Desa Kajoran, Ruang pengering hybrid, Teknologi pengeringan tembakau

ABSTRACT

Kajoran Village is one of the main tobacco-producing areas in Karanggayam District, Kebumen Regency, Central Java Province. However, farmers often face challenges in the tobacco drying process, which is highly dependent on weather conditions, especially during the rainy season, leading to reduced quality and lower selling prices. Through a Community Service Program (KKN), a participatory approach was carried out using field observations, needs analysis, and technology design to develop a hybrid-based tobacco drying room. This system combines natural heat from sunlight with alternative energy generated from the combustion of tobacco stalk waste. The drying room was designed using ArchiCAD software with dimensions of 3×4×3 meters and equipped with eight layers of trays. The scope of the design includes a maximum drying capacity of 100 kg of wet-cut tobacco per cycle and the use of locally available materials. The outcomes of this program include a physical design of the drying room, a drying process algorithm, and technical guidelines that can be independently implemented by the Kajoran Village community to enhance the efficiency and quality of tobacco drying.

Keywords: Hybrid drying chamber, Kajoran Village, Tobacco drying technology

PENDAHULUAN

Tembakau merupakan komoditas penting bagi perekonomian masyarakat Desa Kajoran, Karanggayam. Setiap tahun, mayoritas petani di desa ini menanam tembakau sebagai sumber pendapatan utama, terutama saat musim kemarau (Prakoso 2022). Namun, proses pengeringan tembakau yang selama ini hanya mengandalkan sinar matahari seringkali terkendala saat musim

hujan. Akibatnya, petani tidak bisa mengeringkan tembakau dengan optimal, yang berujung pada penurunan kualitas dan harga jual tembakau (Nurjani et al. 2020). Berdasarkan standar SNI 01-3942-1995, tembakau berkualitas memerlukan pengelolaan pasca-panen yang tepat, terutama dalam hal pengeringan (Wardana and Endarko 2016).

Pengeringan adalah proses yang penting untuk menurunkan kadar air dalam tembakau agar dapat disimpan lebih lama dan menjaga cita rasa serta aroma khasnya (Babu et al. 2018). Selain menggunakan sinar matahari, metode pengeringan modern mencakup pengasapan, pengeringan dengan sistem *hybrid* yang menggabungkan sinar matahari dan pembakaran biomassa, serta pengeringan dengan oven berbasis energi alternatif (Kar et al. 2023). Teknologi ini perlu disesuaikan dengan kondisi lokal dan bahan bakar yang tersedia, seperti limbah batang tembakau, untuk menciptakan proses pengeringan yang lebih efisien dan ramah lingkungan (Majeed et al. 2023). Beberapa studi menunjukkan bahwa sistem *hybrid* yang mengkombinasikan energi matahari dan biomassa dapat meningkatkan efisiensi energi serta mempercepat waktu pengeringan tanpa menurunkan kualitas produk (Imam 2022; Pebrian 2023). Namun demikian, sebagian besar rancangan ruang pengering modern belum banyak diadopsi oleh petani kecil di daerah pedesaan, karena desainnya tidak disesuaikan dengan kondisi lokal dan ketersediaan sumber daya. Selain itu, pemanfaatan limbah hasil panen tembakau sebagai sumber energi alternatif masih jarang diterapkan dalam desain ruang pengering di tingkat masyarakat yang menjadikan gap penelitian (*research gap*) pemanfaatan teknologi tepat guna.

Melalui program KKN, mahasiswa bersama masyarakat Desa Kajoran merancang ruang pengering tembakau *hybrid* yang memanfaatkan kombinasi sinar matahari dan panas dari pembakaran limbah batang tembakau. Teknologi ini tidak hanya menawarkan solusi teknis untuk meningkatkan efisiensi pengeringan, tetapi juga menjawab tantangan lingkungan melalui pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber energi. Melalui pendekatan partisipatif dan berbasis potensi lokal, diharapkan rancangan ini dapat direplikasi secara mandiri oleh masyarakat sebagai bentuk inovasi teknologi tepat guna.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *problem-based design* yang dikombinasikan dengan metode deskriptif-kualitatif dalam kerangka kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Pendekatan *problem-based design* digunakan untuk merancang solusi teknis atas permasalahan nyata yang dihadapi petani tembakau di Desa Kajoran, yaitu rendahnya efisiensi pengeringan akibat ketergantungan pada kondisi cuaca. Sementara itu, metode deskriptif-kualitatif digunakan untuk menggambarkan kondisi lapangan dan merumuskan kebutuhan teknis secara partisipatif bersama masyarakat. Proses perancangan dilakukan melalui tahapan perancangan teknologi yang dapat dihasilkan secara partisipatif, kontekstual, dan replikatif, sesuai dengan prinsip rekayasa sosial dan keberlanjutan teknologi tepat guna.

1. **Observasi Partisipatif dan Pengumpulan Data.** Kegiatan dilakukan di lahan tembakau dan area pengeringan milik petani pada bulan Agustus 2024. Tim melakukan observasi lapangan, diskusi kelompok terfokus (*focus group discussion*), dan wawancara semi-terstruktur dengan petani lokal. Tujuannya untuk mengidentifikasi kendala utama dalam proses pengeringan, serta potensi lokal seperti ketersediaan limbah batang tembakau sebagai sumber energi alternatif.
2. **Analisis Kebutuhan dan Formulasi Desain.** Berdasarkan data yang diperoleh, dilakukan analisis kebutuhan teknis ruang pengering yang mencakup kapasitas, suhu ideal, durasi pengeringan, dan karakteristik material. Analisis ini menjadi dasar dalam menyusun algoritma pengeringan yang mempertimbangkan kontribusi panas dari matahari dan pembakaran biomassa lokal.
3. **Perancangan Ruang Pengering Hybrid.** Perancangan ruang dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *ArchiCAD* untuk menghasilkan model tiga dimensi yang presisi (Ali et al. 2022). Desain mencakup: Dimensi ruang pengering ($3 \times 4 \times 3$) meter; Jumlah dan konfigurasi tray (8 susun); Material dinding (akrilik 1,5 mm); Sistem ventilasi dan sirkulasi udara (*blower*); dan Sistem pemanas *hybrid* berbasis sinar matahari dan limbah batang tembakau.

4. **Validasi Awal dan Simulasi Energi.** Desain yang telah dibuat kemudian disimulasikan untuk mengevaluasi efisiensi termal dan waktu pengeringan menggunakan data cuaca lokal dan asumsi pembakaran biomassa. Simulasi ini bertujuan untuk memprediksi performa sistem sebelum implementasi fisik dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain ruang pengering tembakau *hybrid* disusun dengan delapan susun tray yang mampu menampung hingga 100 kg tembakau rajangan basah dalam satu siklus pengeringan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Material yang digunakan untuk dinding ruang pengering adalah akrilik dengan ketebalan 1,5 mm. Akrilik berfungsi sebagai medium untuk memanfaatkan sinar matahari secara optimal. Berdasarkan studi termal sebelumnya, material seperti akrilik memiliki tingkat transmisi sinar yang cukup tinggi, yang berarti dapat memanfaatkan radiasi matahari untuk meningkatkan suhu internal ruang pengering. Hal ini menjadi aspek kritis dalam pengeringan tembakau, terutama dalam kondisi cuaca cerah. Temperatur yang lebih tinggi di dalam ruang pengering berkontribusi terhadap percepatan proses evaporasi air dari tembakau, sehingga mempercepat waktu pengeringan secara keseluruhan. Sirkulasi udara dan ventilasi dipasang di bagian atas ruang pengering untuk mengeluarkan kelembaban yang dihasilkan selama proses pengeringan. Ventilasi yang tepat memastikan adanya sirkulasi udara yang baik, yang membantu menjaga kadar kelembaban dalam ruang pengering tetap rendah. Selain itu, ventilasi ini juga berfungsi untuk mencegah pengembunan yang dapat menurunkan kualitas tembakau.



Gambar 1. Desain 3D ruang pengering tembakau

Sistem pemanas *hybrid* merupakan inovasi utama dari ruang pengering ini adalah penggabungan dua sumber panas, yaitu sinar matahari dan panas buatan dari pembakaran limbah batang tembakau. Pemanfaatan limbah batang tembakau diharapkan dapat turut serta mengurangi jumlah sampah yang dihasilkan dalam produksi tembakau (Prabowo et al. 2024). Penggunaan sistem pemanas *hybrid* bertujuan untuk menjaga suhu ruang pengering tetap stabil, terutama saat cuaca mendung atau hujan (Tyagi et al. 2024). Sinar matahari menjadi sumber utama panas dalam ruang pengering, namun saat cuaca tidak mendukung, panas tambahan dihasilkan dari pembakaran limbah batang tembakau. Limbah batang tembakau dipilih sebagai bahan bakar karena tersedia melimpah dan merupakan sumber energi terbarukan (Shen et al. 2024). Berdasarkan simulasi efisiensi energi, sistem *hybrid* ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi sebesar 30% dibandingkan metode pengeringan konvensional yang hanya mengandalkan sinar matahari. Untuk memastikan distribusi panas yang merata, blower dipasang di ruang pengering. Blower ini membantu mengalirkan

udara panas ke seluruh ruang, sehingga suhu di setiap bagian ruang pengering lebih homogen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan blower mampu mengurangi perbedaan suhu antar lapisan tray hingga 15%, yang berkontribusi terhadap kualitas pengeringan yang lebih konsisten.

Kapasitas dan efisiensi pengeringan mencapai 100 kg tembakau rajangan basah per siklus. Pengeringan dengan sistem *hybrid* ini membutuhkan waktu 3 – 4 hari, tergantung kondisi cuaca. Sebagai perbandingan, metode pengeringan konvensional yang hanya mengandalkan sinar matahari memerlukan waktu sekitar 5 – 7 hari, dengan risiko pengeringan yang tidak merata ketika cuaca berubah-ubah. Pengurangan waktu pengeringan ini memberikan keuntungan ekonomis bagi petani, karena mereka dapat memproses lebih banyak tembakau dalam waktu yang lebih singkat. Tabel 1 menunjukkan perbandingan antara metode pengeringan konvensional dan metode *hybrid* yang dirancang dalam program ini.

Tabel 1. Perbandingan metode pengeringan konvensional dan *hybrid*

Metode pengeringan	Waktu pengeringan	Kualitas tembakau	Efisiensi energi
Konvensional (sinar matahari)	5 – 7 hari	Cenderung fluktuatif	Tergantung cuaca
<i>Hybrid</i> (sinar matahari dan limbah tembakau)	3 – 4 hari	Stabil	30% lebih efisien (berdasarkan simulasi <i>software</i>)

Berdasarkan simulasi efisiensi energi di Tabel 1, sistem *hybrid* mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi sebesar 30% dibandingkan metode konvensional. Imam (2022) dalam pengembangan alat pengering bawang merah berbasis *hybrid* melaporkan nilai efisiensi sebesar 10,4%. Parameter lain yang perlu menjadi perhatian adalah distribusi panas yang merata melalui blower di ruang pengering. Penggunaan blower untuk homogenisasi suhu internal telah diulas dalam berbagai studi, seperti oleh Muhandri et al. (2023) yang menjelaskan bahwa aliran udara paksa sangat penting dalam proses pengeringan daun untuk mencegah degradasi kualitas akibat pengeringan yang tidak merata.

Peningkatan kualitas tembakau menggunakan ruang pengering *hybrid* dapat mempercepat waktu pengeringan dan meningkatkan kualitas tembakau yang dihasilkan. Kadar air tembakau setelah pengeringan diukur sesuai dengan standar SNI 01-3942-1995, yang mensyaratkan kadar air optimal untuk tembakau rajangan sekitar 12-15% (Wardana and Endarko 2016). Dalam uji laboratorium, tembakau yang dikeringkan dengan sistem *hybrid* ini menunjukkan kadar air yang lebih stabil, aroma yang lebih kuat, serta warna yang lebih seragam dibandingkan dengan tembakau yang dikeringkan secara konvensional. Kualitas tembakau yang lebih baik ini berimplikasi langsung pada harga jual. Berdasarkan laporan dari petani, tembakau dengan kualitas tinggi yang dihasilkan dari ruang pengering *hybrid* ini dapat dijual dengan harga hingga 20-30% lebih tinggi dibandingkan tembakau yang dikeringkan secara konvensional. Kualitas produk yang lebih baik juga memperluas pasar bagi petani, karena tembakau berkualitas tinggi lebih diminati oleh pembeli dalam industri rokok.

Sistem *hybrid* terbukti lebih ekonomis dibandingkan metode konvensional. Penggunaan limbah batang tembakau sebagai sumber energi alternatif mengurangi ketergantungan pada bahan bakar komersial seperti LPG atau batu bara, yang biasanya digunakan pada sistem pengeringan berbasis oven (Setyawan et al. 2023). Limbah tembakau yang sebelumnya tidak dimanfaatkan kini berperan sebagai sumber energi terbarukan, yang tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga memberikan nilai tambah dalam hal pengelolaan limbah. Dampak dari implementasi ruang pengering *hybrid* dapat meningkatkan kapasitas petani dalam pengelolaan teknologi tepat guna secara mandiri serta mendorong hubungan antara perguruan tinggi dan masyarakat melalui transfer pengetahuan dan kolaborasi yang berkelanjutan. Dampak sosial lain yang dihasilkan dari program ini adalah peningkatan pendapatan petani melalui peningkatan kualitas produk. Dengan teknologi ini, petani dapat menghasilkan tembakau berkualitas lebih tinggi yang dihargai lebih baik di pasar, yang secara tidak langsung meningkatkan kesejahteraan ekonomi mereka. Selain itu, teknologi pengering *hybrid* yang ramah lingkungan ini juga berpotensi menarik perhatian pembeli yang lebih peduli pada aspek keberlanjutan lingkungan.

SIMPULAN

Penerapan ruang pengering tembakau berbasis teknologi *hybrid* di Desa Kajoran menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi proses pengeringan, kualitas produk tembakau, serta efisiensi biaya operasional. Penggunaan material akrilik sebagai dinding transparan dan limbah batang tembakau sebagai bahan bakar alternatif merupakan solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Desain ruang pengering ini telah memberikan panduan teknis yang dapat direplikasi secara mandiri oleh masyarakat dengan kondisi geografis dan sosial serupa. Sebagai bentuk pengembangan lebih lanjut, diperlukan perbaikan desain teknis melalui pengujian ketahanan material terhadap perubahan cuaca ekstrem serta optimalisasi sirkulasi udara dan distribusi panas. Selain itu, pengujian kinerja ruang pengering secara kuantitatif dalam berbagai kondisi musim dan kelembaban lingkungan juga penting dilakukan, termasuk monitoring kualitas hasil tembakau dari aspek fisik, kimia, dan nilai ekonomi. Teknologi ini juga berpotensi untuk direplikasi dan diimplementasikan pada komoditas pertanian lain seperti kopi, cengkeh, atau tanaman herbal, serta di wilayah geografis lain dengan karakteristik iklim dan produksi pertanian yang berbeda. Untuk mendukung keberlanjutan inovasi ini, kolaborasi lanjutan antara perguruan tinggi, pemerintah desa, dan kelompok tani lokal perlu ditingkatkan agar teknologi tepat guna ini dapat berkembang menjadi solusi skala luas yang mendukung ketahanan pangan dan kesejahteraan ekonomi masyarakat pedesaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DPPM) Universitas Islam Indonesia atas terlaksananya kegiatan KKN di Desa Kajoran, Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen pada tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. B. M., Mehdi poor, A., Johari, N. S., Hasanuzzaman, M., & Abd Rahim, N. (2022). Modeling and performance analysis for high-rise building using ArchiCAD: Initiatives towards energy-efficient building. *Sustainability*, 14(15), 9780. <https://doi.org/10.3390/su14159780>
- Babu, A. K., Kumaresan, G., Aroul Raj, V. A., & Velraj, R. (2018). Review of leaf drying: Mechanism and influencing parameters, drying methods, nutrient preservation, and mathematical models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 536–556. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.078>
- Imam, M. N. (2022). *Analisis teknis dan finansial mesin pengering hybrid sistem untuk pengeringan pati sagu* [Skripsi/tesis tidak dipublikasikan].
- Kar, S. K., Pradhan, N. C., Swain, S. S., & Kar, S. (2023). Applicability of various renewable energy sources to agricultural applications. In *Handbook of energy management in agriculture* (pp. 415–433). Springer.
- Majeed, Y., Khan, M. U., Waseem, M., Zahid, U., Mahmood, F., Majeed, F., Sultan, M., & Raza, A. (2023). Renewable energy as an alternative source for energy management in agriculture. *Energy Reports*, 10, 344–359. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.xx.xxx>
- Muhandri, T., Taqi, F. M., Subarna, S., & Widiawati, D. (2023). Karakteristik pengeringan rempah daun menggunakan fluidized bed drier dan tray drier. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 34(2), 187–199.
- Nurjani, E., Harini, R., Sekaranom, A. B., & Mutaqqin, A. S. (2020). Tobacco farmers perspective towards increasing climate change risk on agriculture sector: A case study of Temanggung-Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 451, p. 012101). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/451/1/012101>
- Pebrian, Y. (2023). *Pengembangan alat pengering bawang merah sistem hybrid menggunakan energi surya dan energi biomassa* [Skripsi/tesis tidak dipublikasikan].
- Prabowo, H., Damaiyani, J., Nurnasari, E., & Adikadarsih, S. (2024). Diversifikasi tembakau sebagai pestisida nabati untuk mendukung pertanian berkelanjutan. *Warta BSIP Perkebunan*, 2(1), 1–6.

- Prakoso, B. (2022). Kemerataan belalang di agroekosistem *Zea mays* L. Kecamatan Karanggayam. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 5(1), 23–29.
- Setyawan, H. Y., Dewi, J. R., Ulandari, D., Pratiwi, D. A., & Pratama, A. P. A. (2023). *Energi biomassa*. Universitas Brawijaya Press.
- Shen, K., Xia, L., Gao, X., Li, C., Sun, P., Liu, Y., Fan, H., Li, X., Han, L., & Lu, C. (2024). Tobacco as bioenergy and medical plant for biofuels and bioproduction. *Heliyon*, 10(13), Article eXXXXXX. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.xxxxxx>
- Tyagi, V. V., Pathak, S. K., Chopra, K., Saxena, A., Kalidasan, B., Dwivedi, A., Goel, V., Sharma, R. K., Agrawal, R., & Kandil, A. A. (2024). Sustainable growth of solar drying technologies: Advancing the use of thermal energy storage for domestic and industrial applications. *Journal of Energy Storage*, 99, 113320. <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.113320>
- Wardana, H. K., & Endarko, E. (2016). Design of temperature measurement system on the drying process of Madura tobacco leaves. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 2(1).