

PENERAPAN SMART SOLAR DRYER DOME HYBRID SEBAGAI TEKNOLOGI PASCAPANEN CABAI DI DESA LUBUK CUIK

Rimbawati¹⁾, Khairul Umurani²⁾, Partaonan Harahap³⁾, Suswati⁴⁾

^{1,2,3)} Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

⁴⁾ Fakultas Pertanian Universitas Medan Area

rimbawati@umsu.ac.id

Abstract

Chili price fluctuations during peak harvest periods and limited postharvest technology are major challenges faced by chili farmers in Lubuk CuiK Village, Lima Puluh Pesisir District, Batu Bara Regency. The conventional open-sun drying method requires a relatively long drying time, is highly dependent on weather conditions, and does not optimally ensure product hygiene and quality. This community service program aimed to implement a Smart Solar Dryer Dome Hybrid as a postharvest technology to support chili drying. The program was conducted through five stages: technology dissemination, operational training, technology implementation, assistance and evaluation, and program sustainability. The implemented technology consists of an enclosed drying chamber with a designed capacity of 1.2 tons of fresh chili, integrating solar energy, battery energy storage, an auxiliary heater, air circulation using exhaust fans, and a monitoring and control system. The results showed that the Smart Solar Dryer Dome Hybrid was successfully constructed and utilized by the community partner for chili drying. The technology provides a drying facility that is better protected from environmental conditions than conventional open-sun drying and increases the postharvest processing capacity available to the partner. Its implementation has the potential to support dried chili processing and strengthen postharvest handling at the farmer-group level.

Keywords: chili, postharvest, solar dryer, Smart Solar Dryer Dome Hybrid, appropriate technology.

Abstrak

Fluktuasi harga cabai pada saat panen raya dan keterbatasan teknologi pascapanen menjadi permasalahan yang dihadapi petani cabai di Desa Lubuk CuiK, Kecamatan Lima Puluh Pesisir, Kabupaten Batu Bara. Pengeringan secara terbuka yang selama ini dilakukan membutuhkan waktu relatif lama, bergantung pada kondisi cuaca, dan belum mampu menjamin kebersihan serta mutu produk secara optimal. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan Smart Solar Dryer Dome Hybrid sebagai teknologi pascapanen untuk mendukung proses pengeringan cabai. Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui lima tahapan, yaitu sosialisasi teknologi, pelatihan penggunaan alat, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi, serta keberlanjutan program. Teknologi yang diterapkan berupa ruang pengering tertutup berkapasitas rancangan 1,2 ton cabai segar, yang mengintegrasikan pemanfaatan energi surya, penyimpanan energi baterai, pemanas tambahan, sistem sirkulasi udara menggunakan exhaust fan, serta sistem monitoring dan kontrol. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa Smart Solar Dryer Dome Hybrid berhasil direalisasikan dan digunakan oleh mitra untuk proses pengeringan cabai. Penerapan teknologi ini menyediakan fasilitas pengeringan yang lebih terlindung dari kondisi lingkungan dibandingkan pengeringan terbuka serta meningkatkan kapasitas fasilitas pascapanen yang tersedia bagi mitra. Teknologi ini berpotensi mendukung pengolahan cabai menjadi produk kering dan memperkuat penanganan pascapanen cabai di tingkat kelompok petani.

Keywords: cabai, pascapanen, pengering surya, Smart Solar Dryer Dome Hybrid, teknologi tepat guna.

PENDAHULUAN

Desa Lubuk Cuik merupakan salah satu desa di Kecamatan Lima Puluh Pesisir, Kabupaten Batu Bara, yang memiliki potensi besar pada sektor pertanian cabai. Desa ini memiliki luas wilayah 392,549 ha dengan jumlah penduduk 3.781 jiwa atau 1.118 kepala keluarga. Berdasarkan hasil pantauan lapangan, sekitar 55% penduduk merupakan petani cabai dengan luas lahan budidaya mencapai 86 ha. Pada saat panen raya, produksi cabai segar di Desa Lubuk Cuik dapat mencapai 12–18 ton per hari. Potensi tersebut turut diperkuat melalui Peraturan Desa Nomor 11 Tahun 2022 tentang penancangan Desa Lubuk Cuik sebagai “Desa Lumbung Cabai”, sehingga pengembangan teknologi yang mendukung penanganan pascapanen menjadi penting untuk menunjang keberlanjutan komoditas unggulan desa.

Besarnya produksi cabai pada saat panen raya belum sepenuhnya diimbangi dengan kemampuan penanganan pascapanen yang memadai. Mitra menghadapi fluktuasi harga cabai di pasar, terutama ketika produksi meningkat, sehingga Kelompok Wanita Tani (KWT) mulai mengembangkan produk turunan berupa cabai kering dan bubuk cabai sebagai alternatif pemanfaatan hasil panen. Namun, proses pengeringan yang dilakukan masih menggunakan penjemuran langsung yang membutuhkan waktu relatif lama dan kurang higienis, sedangkan penggunaan oven menghasilkan panas yang kurang merata sehingga warna dan kualitas cabai kering menjadi bervariasi. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya teknologi pengeringan yang mampu mendukung proses pascapanen cabai secara lebih terkendali serta mengurangi ketergantungan terhadap kondisi cuaca.

Penggunaan sistem pengering surya tertutup dapat menjadi alternatif terhadap penjemuran terbuka, terutama karena proses pengeringan berlangsung dalam lingkungan yang lebih terkendali dan dapat mendukung pemeliharaan mutu produk yang dikeringkan (Getahun et al., 2024). Kondisi awal proses pengolahan dan metode pengeringan cabai yang digunakan mitra sebelum penerapan teknologi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kondisi awal proses pengolahan dan pengeringan cabai yang dilakukan mitra

Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penerapan teknologi pengering tertutup yang memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi utama (Demissie et al., 2024). Pada kegiatan ini dikembangkan Smart Solar Dryer Dome Hybrid, yaitu ruang pengering berbentuk dome yang mengintegrasikan pemanfaatan energi matahari dengan sistem kelistrikan berbasis panel surya, penyimpanan energi baterai, pemanas tambahan, exhaust fan, serta sistem monitoring dan kontrol (Rimbawati, Zulkifli Siregar, Mohammad Yusri, 2021). Konsep hibrida memungkinkan proses pengeringan tidak hanya mengandalkan panas matahari secara langsung, sedangkan sistem monitoring digunakan untuk memantau kondisi ruang pengering selama proses berlangsung. Dengan sistem tersebut, proses pengeringan cabai diharapkan menjadi lebih terlindung, terkendali, dan tidak sepenuhnya bergantung pada kondisi cuaca.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian ini

bertujuan menerapkan Smart Solar Dryer Dome Hybrid sebagai teknologi pascapanen cabai di Desa Lubuk Cuik. Penerapan teknologi dilakukan melalui keterlibatan mitra mulai dari sosialisasi, pelatihan penggunaan, penerapan teknologi, hingga pendampingan dan evaluasi. Melalui kegiatan ini diharapkan tersedia fasilitas pengeringan cabai yang dapat dimanfaatkan oleh mitra untuk mendukung pengolahan hasil panen menjadi cabai kering serta memperkuat kemampuan kelompok dalam penanganan pascapanen cabai.

METODE

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di Desa Lubuk Cuik, Kecamatan Lima Puluh Pesisir, Kabupaten Batu Bara, dengan melibatkan kelompok masyarakat sebagai mitra, terutama Kelompok Tani, Kelompok Wanita Tani (KWT), dan pemerintah desa. Pendekatan yang digunakan adalah Participatory Rural Appraisal (PRA), yaitu pendekatan partisipatif yang melibatkan masyarakat dalam mengidentifikasi permasalahan, menentukan kebutuhan, serta berpartisipasi dalam penerapan teknologi. Pendekatan PRA menempatkan masyarakat sebagai pihak yang aktif dalam mengenali kondisi dan permasalahan serta menentukan tindakan yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat (Lilis Widaningsih, Elly Malihah, 2023). Melalui pendekatan ini, mitra tidak hanya berperan sebagai penerima teknologi, tetapi turut terlibat dalam proses pelaksanaan dan pemanfaatan Smart Solar Dryer Dome Hybrid.

Tahapan pelaksanaan kegiatan penerapan Smart Solar Dryer Dome Hybrid dilakukan sebagai berikut:

1. Sosialisasi teknologi

Sosialisasi dilakukan kepada mitra untuk memberikan pemahaman mengenai fungsi, prinsip kerja, serta pemanfaatan Smart Solar Dryer Dome Hybrid sebagai teknologi pascapanen cabai.

2. Pelatihan penggunaan teknologi

Mitra diberikan pelatihan mengenai pengoperasian alat, penempatan cabai pada rak pengering, penggunaan sistem monitoring dan kontrol, serta prosedur dasar pengoperasian dan pemeliharaan teknologi.

3. Penerapan teknologi

Tahap ini meliputi pembangunan dan instalasi Smart Solar Dryer Dome Hybrid, pemasangan sistem energi dan kontrol, pemeriksaan fungsi komponen, serta penerapan teknologi untuk proses pengeringan cabai bersama mitra.

4. Pendampingan dan evaluasi

Pendampingan dilakukan selama pemanfaatan teknologi untuk memastikan mitra mampu mengoperasikan sistem secara mandiri. Evaluasi difokuskan pada fungsi teknologi, proses penggunaannya, serta pemanfaatannya sebagai fasilitas pengeringan cabai.

5. Keberlanjutan program

Keberlanjutan dilakukan melalui penguatan kemampuan mitra dalam mengoperasikan dan merawat teknologi sehingga Smart Solar Dryer Dome Hybrid dapat terus dimanfaatkan sebagai fasilitas pascapanen cabai setelah kegiatan pengabdian berakhir.

Teknologi yang diterapkan berupa Smart Solar Dryer Dome Hybrid yang dirancang sebagai ruang pengering tertutup dengan kapasitas rancangan 1,2 ton cabai segar. Sistem dilengkapi rak

pengering sebagai tempat penempatan cabai, panel surya sebagai sumber energi listrik, baterai sebagai penyimpan energi, pemanas tambahan (heater), serta exhaust fan untuk membantu sirkulasi udara di dalam ruang pengering. Teknologi ini juga dilengkapi sistem monitoring dan kontrol untuk memantau kondisi ruang pengering serta mendukung pengoperasian komponen selama proses pengeringan berlangsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Smart Solar Dryer Dome Hybrid

Kegiatan pengabdian berhasil merealisasikan Smart Solar Dryer Dome Hybrid sebagai fasilitas pengeringan cabai bagi mitra di Desa Lubuk Cuik. Teknologi dibangun dalam bentuk ruang pengering tertutup dengan konstruksi berbentuk dome dan dilengkapi rak-rak pengering di bagian dalam. Sistem dirancang dengan kapasitas pengeringan hingga 1,2 ton cabai segar dalam satu proses pengeringan. Keberadaan ruang pengering tertutup memberikan perlindungan terhadap bahan yang dikeringkan dari paparan langsung lingkungan luar, seperti debu dan perubahan kondisi cuaca, yang sebelumnya menjadi kendala pada metode penjemuran terbuka.

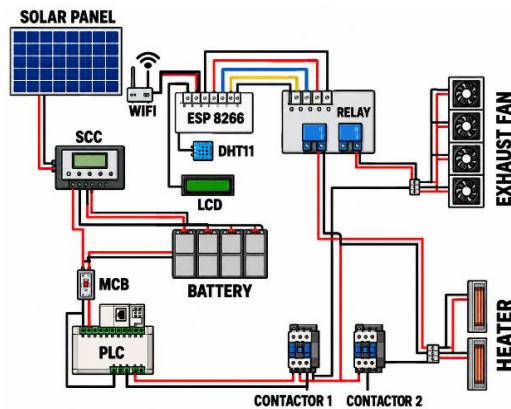


Gambar 2. Implementasi Smart Solar Dryer Dome Hybrid Terintegrasi dengan Panel Surya di Desa Lubuk Cuik

Sistem Energi dan Kontrol Smart Solar Dryer Dome Hybrid

Smart Solar Dryer Dome Hybrid mengintegrasikan sistem energi surya dengan sistem monitoring dan kontrol untuk mendukung proses pengeringan. Energi listrik diperoleh dari panel surya dan disimpan pada baterai melalui solar charge controller (SCC). Pemanfaatan energi surya melalui panel fotovoltaik memungkinkan energi listrik DC yang dihasilkan digunakan secara langsung maupun disimpan pada baterai untuk mendukung kebutuhan sistem (Harahap et al., 2023). Sistem pengering dilengkapi pemanas tambahan (heater) dan empat exhaust fan yang berfungsi membantu sirkulasi udara di dalam ruang pengering. Pada bagian monitoring digunakan sensor suhu dan kelembapan yang terhubung dengan sistem kontrol untuk memantau kondisi ruang pengering selama pengoperasian. Sistem juga dilengkapi perangkat

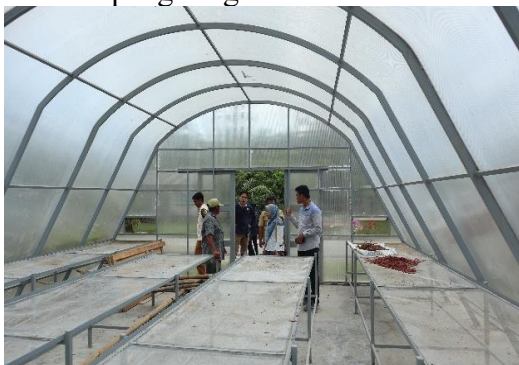
kontrol dan proteksi kelistrikan untuk mengatur pengoperasian komponen-komponen pengering.



Gambar 3. Skema sistem energi, monitoring, dan kontrol Smart Solar Dryer Dome Hybrid

Pemanfaatan Smart Solar Dryer Dome Hybrid untuk Pengeringan Cabai

Setelah proses instalasi dan pemeriksaan fungsi sistem selesai, Smart Solar Dryer Dome Hybrid digunakan oleh mitra untuk proses pengeringan cabai. Cabai segar ditempatkan dan diratakan pada rak-rak pengering yang tersedia di dalam ruang dome agar bahan memperoleh paparan panas dan sirkulasi udara selama proses pengeringan. Penggunaan rak juga menjaga cabai tidak bersentuhan langsung dengan permukaan tanah serta memberikan penataan bahan yang lebih baik dibandingkan metode penjemuran terbuka. Proses ini sekaligus menjadi bagian dari pelatihan dan pendampingan kepada mitra dalam mengoperasikan fasilitas pengering.



Gambar 4. Pemanfaatan Smart Solar Dryer Dome Hybrid untuk proses pengeringan cabai

Monitoring Kondisi Operasi

Pengoperasian Smart Solar Dryer Dome Hybrid disertai dengan pemantauan parameter lingkungan dan kondisi ruang pengering. Pada saat pengukuran lapangan, intensitas radiasi matahari tercatat mencapai 1.132 W/m^2 , yang menunjukkan tersedianya sumber energi surya pada saat pengujian sistem. Selain intensitas radiasi, suhu dan kelembapan juga dipantau sebagai parameter penting selama proses pengeringan. Sistem monitoring yang terintegrasi pada teknologi memungkinkan kondisi tersebut diamati selama pengoperasian sehingga mitra dapat mengetahui perubahan kondisi pengering tanpa hanya mengandalkan pengamatan visual terhadap cabai.



Gambar 5. Pengukuran intensitas radiasi matahari dan kondisi lingkungan pada saat pengoperasian Smart Solar Dryer Dome Hybrid

Dampak Penerapan Teknologi terhadap Mitra

Penerapan Smart Solar Dryer Dome Hybrid memberikan fasilitas pascapanen baru yang dapat digunakan mitra untuk mengolah cabai segar menjadi cabai kering. Mitra terlibat dalam pelaksanaan kegiatan, mulai dari pembangunan fasilitas secara gotong royong, pelatihan penggunaan, hingga pemanfaatan teknologi untuk proses pengeringan cabai. Keterlibatan tersebut

menjadi bagian penting dalam proses transfer teknologi karena mitra memperoleh pengalaman langsung dalam menggunakan fasilitas pengering yang sebelumnya belum tersedia. Keberadaan teknologi ini juga mendukung kegiatan Kelompok Wanita Tani (KWT) yang telah mengembangkan produk turunan cabai sebagai salah satu upaya pemanfaatan hasil panen.

Keberadaan teknologi ini juga mendukung kegiatan Kelompok Wanita Tani (KWT) dalam pengembangan produk turunan cabai. Cabai yang telah melalui proses pengeringan selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai cabai kering maupun diolah menjadi bubuk cabai, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 6. Cabai Kering dan Bubuk

Pembahasan Penerapan Teknologi

Penerapan Smart Solar Dryer Dome Hybrid memberikan perubahan pada sistem pengeringan yang digunakan mitra, dari pengeringan konvensional menuju proses pengeringan dalam ruang tertutup yang dilengkapi sistem energi, sirkulasi udara, serta monitoring dan kontrol. Pada pengeringan terbuka, cabai berhubungan langsung dengan lingkungan dan prosesnya sangat dipengaruhi kondisi cuaca. Sementara itu, penggunaan ruang dome memungkinkan cabai ditempatkan pada rak pengering dalam lingkungan yang lebih terlindung. Pengembangan hybrid solar dryer dengan sumber energi tambahan diketahui dapat mengurangi

keterbatasan pengering surya yang hanya bergantung pada ketersediaan radiasi matahari dan mendukung proses pengeringan yang lebih kontinu (Kong et al., 2024). Integrasi panel surya, baterai, heater, dan exhaust fan juga memberikan dukungan energi dan sirkulasi udara selama proses pengeringan. Sistem monitoring selanjutnya memberikan informasi mengenai kondisi ruang pengering sehingga proses tidak hanya bergantung pada pengamatan visual oleh mitra.

Smart Solar Dryer Dome Hybrid dirancang dengan kapasitas hingga 1,2 ton cabai segar, sehingga menyediakan ruang pengering yang lebih besar dibandingkan fasilitas pengeringan yang sebelumnya digunakan mitra. Penerapan sistem pengering surya hibrida pada komoditas cabai juga telah dilaporkan oleh (Koli et al., 2022). Penggunaan parabolic hybrid active greenhouse solar dryer yang dilengkapi pemanas udara surya pada pengeringan cabai hijau menunjukkan bahwa penambahan sumber panas dan sirkulasi aktif dapat mendukung proses pengeringan dibandingkan pengeringan matahari terbuka. Temuan tersebut memperkuat penerapan konsep hibrida pada Smart Solar Dryer Dome Hybrid, khususnya dalam mengurangi ketergantungan proses pengeringan terhadap kondisi lingkungan. Kapasitas tersebut merupakan kapasitas rancangan teknologi dan tidak dimaksudkan sebagai hasil pengujian kapasitas maksimum pada kegiatan ini. Setelah teknologi diterapkan, mitra memperoleh fasilitas yang dapat digunakan secara berkelanjutan untuk mendukung pengolahan cabai menjadi cabai kering maupun bahan baku bubuk cabai. Keberlanjutan pemanfaatannya didukung melalui pelatihan pengoperasian, pendampingan, serta keterlibatan mitra sejak proses

pembangunan hingga penggunaan teknologi.

SIMPULAN

Penerapan Smart Solar Dryer Dome Hybrid di Desa Lubuk Cuik berhasil menyediakan teknologi pascapanen yang dapat dimanfaatkan mitra untuk mendukung proses pengeringan cabai. Teknologi ini mengintegrasikan ruang pengering tertutup dengan panel surya, penyimpanan energi baterai, pemanas tambahan, sistem sirkulasi udara, serta monitoring dan kontrol. Melalui kegiatan sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, dan pendampingan, mitra terlibat langsung dalam pengoperasian serta pemanfaatan teknologi untuk menghasilkan cabai kering yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan baku produk olahan cabai. Keberadaan Smart Solar Dryer Dome Hybrid diharapkan dapat terus dimanfaatkan sebagai fasilitas pascapanen untuk mendukung pengembangan produk turunan cabai di Desa Lubuk Cuik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) atas dukungan pendanaan internal yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Lubuk Cuik serta seluruh mitra yang telah berpartisipasi dan mendukung pelaksanaan kegiatan hingga penerapan Smart Solar Dryer Dome Hybrid

DAFTAR PUSTAKA

- Demissie, Y. A., Abreham, R. E., Wassie, H. M., & Getie, M. Z. (2024). Advancements in solar greenhouse dryers for crop drying. *Energy Reports*, 11(January), 5046–5058. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.04.058>
- Getahun, E., Delele, M. A., Gabbiye, N., Workneh, S., & Vanierschot, M. (2024). Heliyon Influence of a double-stage solar tunnel dryer on the preservation of quality characteristics and the Modelling of colour variations in red chili peppers. *Heliyon*, 10(17), e36857. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36857>
- Harahap, P., Evalina, N., Irsan, F., Oktrialdi, B., Siregar, M. A., Sumatra, M. N., & Sumatra, M. N. (2023). Implementation of 3000-watt inverter as a source of electrical energy in solar power plants. *Polimesin*, 21(4), 403–407.
- Koli, C. S., Gaur, M. K., & Singh, P. (2022). Energy and exergy assessment of a novel parabolic hybrid active greenhouse solar dryer. *Solar Energy*, 245(May), 211–223. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2022.09.021>
- Kong, D., Wang, Y., Li, M., & Liang, J. (2024). A comprehensive review of hybrid solar dryers integrated with auxiliary energy and units for agricultural products. *Energy*, 293(February), 130640. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.130640>
- Lilis Widaningsih, Elly Malihah, V. A. (2023). Pendekatan participatory rural appraisal dalam

mengembangkan kemampuan literasi bagi masyarakat di Desa Cibeureum Wetan Sumedang. *Jurnal Abmas Media Informasi Pengabdian Kepada Masyarakat*, 23(2), 55–64.

Rimbawati, Zulkifli Siregar, Mohammad Yusri, M. A. Q. (2021). Penerapan Pembangkit Tenaga Surya Pada Objek Wisata Kampung Sawah Guna Mengurangi Biaya Pembelian Energi Listrik. *MARTABE : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4, 145–151.