

PKM Smart Farming Berbasis Box Dryer Hybrid Solar dan Edukasi Pascapanen sebagai Solusi Ketidakstabilan Cuaca dan Mutu Biji Kakao

¹⁾Kaharuddin Arafah*, ²⁾Muh. Saleh, ³⁾Dirgha Kaso Sanusi, ⁴⁾Sri Agustini, ⁵⁾Sukmawati Said

^{1,2,3,4,5)}Fisika, Universitas Negeri Makassar, Kota Makassar, Indonesia

Email Corresponding Author: kahar.arafah@unm.ac.id*

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: Box Dryer Hybrid Solar Kakao Pascapanen Smart Farming Teknologi Tepat Guna	Kualitas pascapanen kakao masih menjadi permasalahan utama yang dihadapi petani kakao di Indonesia, khususnya pada proses pengeringan yang masih bergantung pada kondisi cuaca. Permasalahan tersebut juga dialami oleh Kelompok Tani Lagenrang di Desa Watu Toa, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng, yang masih menerapkan metode penjemuran terbuka sehingga menyebabkan mutu biji kakao kurang konsisten, risiko pertumbuhan jamur meningkat, dan harga jual produk relatif rendah. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan teknologi Box Dryer Hybrid Solar serta meningkatkan kapasitas petani dalam pengelolaan pascapanen kakao. Metode pelaksanaan meliputi identifikasi kebutuhan, koordinasi dengan mitra, pembuatan dan implementasi teknologi, pelatihan, pendampingan, monitoring, serta evaluasi program. Sasaran kegiatan adalah 14 anggota Kelompok Tani Lagenrang. Evaluasi dilakukan melalui observasi, kuesioner, wawancara, dan dokumentasi dengan analisis deskriptif kuantitatif menggunakan persentase. Hasil kegiatan menunjukkan tingkat partisipasi peserta mencapai 100%, keterampilan penggunaan dan perawatan alat sebesar 88,64%, kemandirian mitra dalam pemanfaatan teknologi sebesar 85,24%, mutu fisik biji kakao sebesar 90,76%, dan tingkat kepuasan peserta sebesar 98,57%. Teknologi Box Dryer Hybrid Solar berfungsi dengan baik dan dimanfaatkan secara mandiri oleh mitra untuk mendukung proses pengeringan kakao yang lebih terkendali.
	ABSTRACT
Keywords: Box Dryer Hybrid Solar Cocoa Post-Harvest Management Smart Farming Appropriate Technology	Post-harvest quality remains a major challenge for cocoa farmers, particularly in the drying process, which is highly dependent on weather conditions. This issue was experienced by the Lagenrang Farmer Group in Watu Toa Village, Marioriwawo District, Soppeng Regency, South Sulawesi, where cocoa beans were traditionally dried through open-sun drying. As a result, drying time became uncertain, product quality was inconsistent, the risk of fungal contamination increased, and the market value of cocoa beans remained low. This community service program aimed to implement a Box Dryer Hybrid Solar technology and strengthen farmers' capacity in cocoa post-harvest management. The program employed a participatory approach consisting of needs assessment, stakeholder coordination, technology fabrication and installation, training, mentoring, monitoring, and evaluation. The target participants were 14 members of the Lagenrang Farmer Group. Data were collected through observation, questionnaires, interviews, and documentation and analyzed using descriptive quantitative statistics and percentage analysis. The results demonstrated that participant attendance reached 100%, farmers' operational and maintenance skills reached 88.64%, technological self-reliance reached 85.24%, cocoa bean physical quality reached 90.76%, and participant satisfaction reached 98.57%. The implementation of the Box Dryer Hybrid Solar produced cocoa beans with more uniform color, no fungal contamination, and improved physical quality compared with conventional drying methods. The program contributed to enhancing farmers' technical competence, improving cocoa quality, and increasing the adoption of appropriate technology. Therefore, integrating solar-based drying technology with post-harvest education proved effective in improving cocoa post-harvest management and supporting sustainable agricultural development at the community level.
	This is an open access article under the CC-BY-SA license. 

I. PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis yang berkontribusi terhadap perekonomian nasional dan menjadi sumber pendapatan utama bagi jutaan petani di Indonesia (Direktorat Jenderal Pertanian, 2025). Indonesia merupakan salah satu produsen kakao utama dunia dan komoditas ini memiliki peran penting dalam mendukung perekonomian masyarakat pedesaan serta perdagangan komoditas perkebunan global (FAO, 2023; ICCO, 2025) Sulawesi Selatan termasuk salah satu sentra produksi kakao nasional, dengan Kabupaten Soppeng sebagai salah satu wilayah yang memiliki potensi pengembangan perkebunan kakao yang cukup besar. Kondisi agroklimat wilayah ini mendukung pertumbuhan tanaman kakao melalui ketersediaan curah hujan dan suhu yang sesuai untuk budidaya tanaman (Badan Pusat Statistik, 2024).

Meskipun memiliki potensi produksi yang besar, kualitas hasil pascapanen kakao masih menjadi tantangan utama yang dihadapi petani. Salah satu faktor yang menentukan mutu kakao adalah proses pengeringan biji setelah fermentasi. Pengeringan yang tidak optimal dapat menyebabkan kadar air biji tetap tinggi, meningkatkan risiko pertumbuhan jamur, menurunkan kualitas fisik biji, serta mengurangi nilai jual produk di pasar (Mougang et al., 2024). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi pengeringan yang tepat mampu meningkatkan efisiensi proses pengeringan sekaligus menjaga mutu kakao secara lebih konsisten (Sinuhaji et al., 2024). Oleh karena itu, perbaikan teknologi pengeringan menjadi salah satu strategi penting untuk meningkatkan kualitas dan daya saing kakao Indonesia di pasar nasional maupun internasional (FAO, 2023; ICCO, 2025).

Permasalahan tersebut masih dialami oleh Kelompok Tani Lagenrang di Desa Watu Toa, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng. Berdasarkan hasil observasi lapangan, proses pengeringan biji kakao masih dilakukan secara konvensional melalui penjemuran terbuka yang sangat bergantung pada kondisi cuaca. Pada saat hujan atau mendung berkepanjangan, proses pengeringan sering terhenti sehingga waktu pengeringan menjadi lebih lama dan kualitas biji kakao sulit dikendalikan. Kondisi tersebut menyebabkan kadar air biji kakao sering kali tidak memenuhi standar pasar, warna biji kurang seragam, dan risiko kerusakan produk meningkat. Akibatnya, sebagian besar hasil panen hanya dipasarkan kepada pengepul lokal dengan harga yang relatif rendah karena mutu produk yang belum konsisten.

Tabel 1. Kondisi Awal Mitra Sebelum Program

Indikator	Kondisi Awal
Metode pengeringan	Penjemuran terbuka
Ketergantungan cuaca	Sangat tinggi
Lama pengeringan	3–5 hari
Teknologi pengering	Tidak tersedia
Standar mutu pascapanen	Belum diterapkan secara konsisten
Pengendalian kadar air	Belum dilakukan
Sistem perawatan pascapanen	Belum terstandar

Kondisi serupa juga terjadi di wilayah lain, dimana proses pengeringan yang masih mengandalkan penjemuran terbuka sering menghasilkan mutu biji yang tidak seragam akibat fluktuasi suhu, kelembapan, dan ketergantungan terhadap kondisi cuaca. Selain memperpanjang waktu pengeringan, kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko pertumbuhan jamur, mempertahankan kadar air yang tinggi, serta menurunkan kualitas fisik dan kimia biji kakao (Dzelagha et al., 2020; Mougang et al., 2024). Variasi metode, suhu, dan durasi pengeringan diketahui berpengaruh langsung terhadap kadar air, pH, warna biji, kandungan lemak, dan karakteristik mutu kakao yang dihasilkan (Dzelagha et al., 2020; Mougang et al., 2024). Oleh karena itu, pengeringan merupakan salah satu tahapan pascapanen yang paling menentukan kualitas akhir biji kakao sebelum dipasarkan atau diolah lebih lanjut.

Selain keterbatasan teknologi pengeringan, rendahnya kapasitas petani dalam menerapkan praktik pascapanen yang baik juga menjadi faktor yang memengaruhi mutu kakao. Banyak petani masih melakukan proses pengeringan berdasarkan pengalaman tanpa pengukuran kadar air dan pengendalian suhu yang memadai. Kondisi ini menyebabkan mutu produk yang dihasilkan tidak konsisten dan sering kali belum memenuhi standar pasar. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas petani melalui edukasi, pelatihan, dan pendampingan menjadi aspek penting dalam mendukung keberhasilan penerapan teknologi pascapanen.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa teknologi pengering berbasis energi surya mampu meningkatkan efisiensi proses pengeringan dibandingkan metode penjemuran terbuka. Penggunaan *solar dryer* memungkinkan suhu dan sirkulasi udara lebih terkontrol sehingga proses pengeringan berlangsung lebih cepat dan menghasilkan mutu produk yang lebih konsisten (Dzelagha et al., 2020). Kajian literatur terbaru juga menunjukkan bahwa pengembangan sistem *hybrid solar drying* menjadi salah satu arah teknologi yang paling prospektif untuk mengurangi kehilangan hasil pascapanen dan meningkatkan kualitas kakao pada tingkat petani karena mampu mengombinasikan efisiensi energi dengan kestabilan proses pengeringan (Sinuhaji et al., 2024).

Berdasarkan kajian literatur, beberapa penelitian mengenai teknologi pengeringan kakao masih berfokus pada aspek teknis alat, seperti efisiensi energi, karakteristik perpindahan panas dan massa, laju pengeringan, serta pengaruh proses pengeringan terhadap mutu biji kakao (Dzelagha et al., 2020). Penelitian lainnya lebih banyak menitikberatkan pada optimasi suhu, waktu pengeringan, dan kualitas produk yang dihasilkan (Mougang et al., 2024). Sementara itu, kajian sistematis terbaru menunjukkan bahwa penelitian mengenai *hybrid solar drying* masih didominasi oleh aspek rekayasa dan performa alat, sedangkan kajian mengenai adopsi teknologi oleh petani dan keberlanjutan penggunaannya masih relatif terbatas (Sinuhaji et al., 2024).

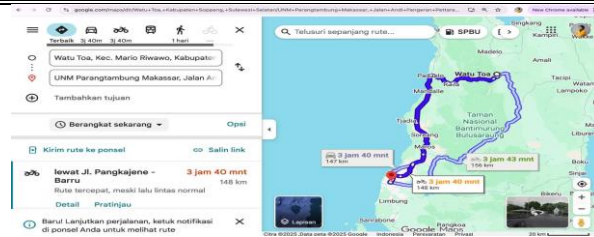
Di sisi lain, peningkatan mutu kakao tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh kemampuan petani dalam mengoperasikan, memelihara, dan memanfaatkan teknologi tersebut secara berkelanjutan. Oleh karena itu, masih diperlukan model pemberdayaan yang mengintegrasikan penerapan teknologi pengeringan dengan peningkatan kapasitas petani agar manfaat teknologi dapat dirasakan secara optimal dan berkelanjutan.

Kebaruan program ini terletak pada penerapan model pemberdayaan petani kakao berbasis teknologi Box Dryer Hybrid Solar yang mengintegrasikan inovasi teknologi pascapanen dengan peningkatan kapasitas dan kemandirian petani dalam satu pendekatan yang terpadu. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya berfokus pada aspek teknis alat pengering, seperti efisiensi energi, laju pengeringan, dan kualitas produk yang dihasilkan (Dzelagha et al., 2020; Mougang et al., 2024; Sinuhaji et al., 2024), program ini menempatkan petani sebagai aktor utama dalam proses adopsi teknologi melalui pelatihan, praktik operasional, pendampingan, dan evaluasi berkelanjutan. Kebaruan lainnya adalah penggunaan indikator keberhasilan yang tidak hanya mengukur peningkatan mutu biji kakao melalui penurunan kadar air sesuai standar, tetapi juga peningkatan keterampilan, kemandirian, dan keberlanjutan pemanfaatan teknologi oleh kelompok tani. Dengan demikian, program ini menghasilkan model pemberdayaan yang menghubungkan aspek teknologi, kapasitas pengguna, dan keberlanjutan pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan mutu kakao dan daya saing produk secara berkelanjutan.

II. ANALISIS SITUASI DAN PERMASALAHAN MITRA

Mitra dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah Kelompok Tani Lagenrang yang berlokasi di Desa Watu Toa, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan. Kelompok tani ini beranggotakan 14 orang petani yang bergerak pada sektor pertanian dan perkebunan, dengan komoditas utama berupa padi, jagung, dan kakao. Di antara ketiga komoditas tersebut, kakao memiliki nilai ekonomi paling tinggi dan menjadi salah satu sumber pendapatan penting bagi anggota kelompok. Sebagian besar anggota kelompok mengelola kebun kakao rakyat dengan skala usaha kecil hingga menengah, di mana hasil panen umumnya dipasarkan dalam bentuk biji kakao kering kepada pengepul lokal.

Kabupaten Soppeng merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi pengembangan komoditas kakao karena didukung oleh kondisi agroklimat yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman kakao. Ketersediaan lahan perkebunan, pengalaman petani dalam budidaya kakao, serta tingginya permintaan pasar terhadap komoditas kakao menjadi modal penting dalam pengembangan usaha perkebunan di wilayah tersebut. Potensi tersebut menjadi peluang strategis untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil kakao melalui pemanfaatan teknologi tepat guna yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat.



Gambar 1. Tangkapan Layar Google Maps yang Menggambarkan Jarak Perguruan Tinggi Ke Lokasi Mitra Kelompok Tani Lagenrang

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan pengurus dan anggota kelompok tani, serta diskusi kebutuhan (*need assessment*) yang dilakukan sebelum penyusunan program, diperoleh informasi bahwa permasalahan utama yang dihadapi mitra terletak pada aspek pascapanen, khususnya proses pengeringan biji kakao. Saat ini proses pengeringan masih dilakukan secara konvensional melalui penjemuran terbuka dengan memanfaatkan panas matahari secara langsung. Pengeringan dilakukan di halaman rumah, lahan terbuka, maupun di tepi jalan yang memiliki paparan sinar matahari cukup. Sistem pengeringan tersebut sangat bergantung pada kondisi cuaca sehingga proses pengeringan sering mengalami hambatan ketika terjadi hujan atau mendung berkepanjangan.



Gambar 2. Proses pengeringan biji kakao secara konvensional menggunakan penjemuran terbuka sebelum pelaksanaan program

Kondisi eksisting tersebut menyebabkan waktu pengeringan menjadi tidak menentu dan sulit dikendalikan. Berdasarkan hasil wawancara dengan mitra, pada kondisi cuaca normal untuk proses pengeringan dapat berlangsung selama 3–5 hari, namun pada musim hujan waktu pengeringan dapat menjadi lebih lama sehingga meningkatkan risiko kerusakan produk. Selain itu, pengeringan terbuka menyebabkan biji kakao rentan terkontaminasi debu, kotoran, maupun mikroorganisme yang dapat menurunkan mutu produk. Keterbatasan sarana pengeringan juga menyebabkan petani tidak memiliki alternatif teknologi yang dapat digunakan ketika kondisi cuaca tidak mendukung proses pascapanen.

Hasil identifikasi kebutuhan menunjukkan bahwa permasalahan pertama yang menjadi prioritas adalah ketergantungan proses pengeringan terhadap kondisi cuaca. Akar penyebab permasalahan ini adalah belum tersedianya teknologi pengeringan yang mampu beroperasi secara efektif pada berbagai kondisi cuaca, sehingga seluruh proses pengeringan masih mengandalkan penjemuran tradisional. Dampak yang ditimbulkan antara lain terhambatnya proses pengeringan, meningkatnya risiko pembusukan biji kakao, berkurangnya efisiensi kerja petani, serta ketidakpastian waktu pemasaran hasil panen. Kondisi tersebut secara langsung memengaruhi produktivitas dan keberlanjutan usaha tani kakao yang dijalankan oleh anggota kelompok.

Permasalahan kedua yang ditemukan adalah rendahnya mutu biji kakao pascapanen. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, kualitas biji kakao yang dihasilkan masih bervariasi karena proses pengeringan yang tidak merata serta belum adanya pengendalian suhu dan kelembapan selama proses pengeringan. Selain faktor teknologi, permasalahan ini juga dipengaruhi oleh masih terbatasnya pengetahuan petani mengenai standar mutu kakao, teknik pengeringan yang benar, pengendalian kadar air, dan praktik pascapanen yang sesuai dengan kebutuhan pasar. Akibatnya, biji kakao yang dihasilkan sering memiliki kadar air tinggi, warna yang tidak seragam, serta berisiko mengalami pertumbuhan jamur.

Dampak dari rendahnya mutu biji kakao tidak hanya berpengaruh terhadap kualitas produk, tetapi juga terhadap aspek ekonomi petani. Biji kakao yang belum memenuhi standar mutu pasar umumnya hanya dapat dijual kepada pengepul lokal dengan harga yang relatif rendah. Kondisi ini menyebabkan posisi tawar petani menjadi lemah dan peluang untuk menjangkau pasar dengan standar mutu yang lebih tinggi menjadi terbatas.

Dalam jangka panjang, rendahnya mutu produk berdampak pada rendahnya pendapatan petani dan belum optimalnya pemanfaatan potensi ekonomi komoditas kakao yang dimiliki oleh kelompok tani. Hasil identifikasi kebutuhan menunjukkan bahwa terdapat beberapa permasalahan yang perlu mendapatkan prioritas penanganan.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, ketergantungan proses pengeringan terhadap cuaca dan rendahnya mutu biji kakao pascapanen ditetapkan sebagai prioritas utama dalam kegiatan pengabdian. Penetapan ini didasarkan pada hasil need assessment yang menunjukkan bahwa kedua permasalahan memiliki dampak paling signifikan terhadap keberlanjutan usaha tani kakao serta dapat ditangani melalui penerapan teknologi pengering berbasis energi surya yang disertai pelatihan dan pendampingan pengelolaan pascapanen.



Gambar 3. Rantai Masalah Pascapanen Kakao

Berdasarkan Gambar 3 terlihat hubungan sebab-akibat yang kuat dan memberikan dampak langsung terhadap keberlanjutan usaha tani kakao. Ketergantungan terhadap cuaca menyebabkan proses pengeringan tidak optimal, sedangkan proses pengeringan yang tidak optimal berkontribusi terhadap rendahnya mutu biji kakao yang dihasilkan. Oleh karena itu, penyelesaian kedua permasalahan tersebut harus dilakukan secara terintegrasi melalui penerapan teknologi pengeringan yang lebih efektif sekaligus capaian indikator kapasitas petani dalam pengelolaan pascapanen.

Program pengabdian ini menawarkan solusi berupa penerapan Smart Farming berbasis Box Dryer Hybrid Solar yang memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi utama dalam proses pengeringan, dipadukan dengan sistem sirkulasi udara paksa dan ruang pengering tertutup. Teknologi tersebut diharapkan mampu mengurangi ketergantungan terhadap kondisi cuaca, mempercepat proses pengeringan, meningkatkan mutu biji kakao, serta memperkuat kapasitas petani dalam pengelolaan pascapanen. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya menyelesaikan permasalahan teknis yang dihadapi mitra, tetapi juga berkontribusi terhadap capaian nilai jual produk, pendapatan petani, serta penguatan ekonomi lokal berbasis komoditas kakao.

III. METODE PELAKSANAAN

1. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Kelompok Tani Lagenrang, Desa Watu Toa, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan. Lokasi ini dipilih karena merupakan salah satu sentra perkebunan kakao rakyat yang masih menghadapi kendala pada aspek pascapanen, khususnya proses pengeringan biji kakao yang sangat bergantung pada kondisi cuaca. Wilayah ini memiliki potensi pemanfaatan energi surya yang cukup besar sehingga mendukung penerapan teknologi Box Dryer Hybrid Solar sebagai solusi pengeringan kakao yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Kegiatan dilaksanakan selama periode program pengabdian pada bulan Mei hingga Juli 2026 yang meliputi tahap persiapan, pelaksanaan, pendampingan, monitoring, dan evaluasi. Seluruh rangkaian kegiatan dirancang secara partisipatif dengan melibatkan mitra sejak tahap identifikasi kebutuhan hingga evaluasi hasil program.

2. Sasaran atau Mitra Pengabdian

Sasaran kegiatan adalah anggota Kelompok Tani Lagenrang yang berjumlah 14 orang petani kakao. Peserta memiliki karakteristik sebagai petani aktif yang terlibat dalam proses budidaya dan pascapanen kakao serta mengalami permasalahan dalam pengeringan hasil panen.

Kriteria pemilihan sasaran meliputi:

- a. Merupakan anggota aktif Kelompok Tani Lagenrang.
- b. Memiliki usaha perkebunan kakao yang masih menggunakan metode pengeringan konvensional.
- c. Bersedia mengikuti seluruh rangkaian kegiatan pelatihan, pendampingan, dan evaluasi.
- d. Memiliki komitmen untuk mengoperasikan dan memelihara teknologi yang diterapkan setelah program selesai.

Pemilihan kelompok tani ini didasarkan pada hasil observasi awal yang menunjukkan adanya kebutuhan mendesak terhadap teknologi pengeringan dan pengukuran kapasitas petani dalam pengelolaan pascapanen kakao.

3. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

- a. Identifikasi Kebutuhan (Need Assessment)
Tahap awal dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, dan diskusi kelompok terarah (*Focus Group Discussion/FGD*) bersama pengurus dan anggota kelompok tani untuk mengidentifikasi kondisi eksisting, permasalahan, serta kebutuhan teknologi dan pelatihan yang diperlukan.
 - b. Koordinasi dengan Mitra
Tim pengabdian melakukan koordinasi dengan ketua kelompok tani dan pemerintah desa untuk menyepakati jadwal kegiatan, pembagian tugas, lokasi pemasangan alat, serta mekanisme pelaksanaan program.
 - c. Pembuatan Box Dryer Hybrid Solar
Tim melakukan pembuatan alat *Box Dryer Hybrid Solar* sebagai teknologi yang akan diterapkan kepada mitra. Selain itu, tim juga menyusun materi edukasi pascapanen kakao serta mengembangkan instrumen evaluasi yang digunakan untuk mengukur efektivitas pelaksanaan kegiatan dan capaian program.
 - d. Implementasi Program
Tahap implementasi meliputi:
 - 1) Sosialisasi program dan pengenalan teknologi *Box Dryer Hybrid Solar*.
 - 2) Pelatihan pengoperasian dan perawatan alat.
 - 3) Edukasi standar mutu kakao dan manajemen pascapanen.
 - 4) Demonstrasi penggunaan alat pengering.
 - 5) Praktik langsung pengeringan biji kakao menggunakan *Box Dryer Hybrid Solar*.
 - e. Monitoring dan Pendampingan
Tim melakukan monitoring berkala terhadap penggunaan alat, proses pengeringan, kendala operasional, serta tingkat partisipasi petani. Pendampingan dilakukan secara langsung selama masa implementasi teknologi.
 - f. Evaluasi
Evaluasi dilakukan pada akhir kegiatan setelah pelatihan dan pendampingan selesai dilaksanakan. Pengukuran dilakukan melalui post-test untuk mengetahui keterampilan peserta dalam menggunakan teknologi *Box Dryer Hybrid Solar*. Selain itu, dilakukan pengukuran mutu hasil pengeringan biji kakao dan survei kepuasan peserta terhadap program. Seluruh instrumen evaluasi diberikan kepada 14 peserta yang mengikuti seluruh rangkaian kegiatan.
 - g. Refleksi dan Penyusunan Rekomendasi
Tahap akhir dilakukan melalui diskusi reflektif bersama mitra untuk mengevaluasi hasil kegiatan, mengidentifikasi keberhasilan dan kendala, serta menyusun rekomendasi pengembangan program di masa mendatang.
- ### 4. Materi, Media, dan Teknologi yang Digunakan
- Materi pelatihan meliputi:
- a. Teknik penanganan pascapanen kakao.
 - b. Standar mutu biji kakao.
 - c. Operasional dan perawatan *Box Dryer Hybrid Solar*.
 - d. Pemanfaatan energi surya dalam sektor pertanian.



Gambar 4. Rancangan Box Dryer Hybrid Solar

Media dan peralatan yang digunakan meliputi:

- Box Dryer Hybrid Solar*.
- Panel surya (PV).
- Sistem *blower*/sirkulasi udara.
- Termometer dan higrometer.

5. Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Data kegiatan dikumpulkan menggunakan beberapa instrumen yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen	Data yang Dikumpulkan	Teknik
Lembar observasi	Keterampilan mitra dalam menggunakan alat	Observasi
Kuisisioner kemandirian	Kemandirian mitra dalam menggunakan alat	Kuisisioner
Kuesisioner kepuasan	Kepuasan peserta terhadap program	Survei
Lembar cek mutu fisik biji kakao	Cek mutu fisik biji kakao	Observasi
Wawancara	Tanggapan dan pengalaman peserta	Wawancara
Dokumentasi	Bukti pelaksanaan kegiatan	Dokumentasi

6. Spesifikasi Instrumen

a. Instrumen Keterampilan

Instrumen keterampilan digunakan untuk mengukur kemampuan peserta dalam mengoperasikan dan merawat *Box Dryer Hybrid Solar* setelah pelatihan. Instrumen terdiri atas 20 butir pernyataan yang terbagi menjadi dua aspek, yaitu keterampilan mengoperasikan alat (10 butir) dan keterampilan perawatan alat (10 butir). Instrumen Kemandirian

Instrumen kemandirian terdiri atas 15 butir pernyataan menggunakan skala Likert 1–4 yang digunakan untuk mengukur kemampuan peserta dalam mengoperasikan, memelihara, dan memanfaatkan teknologi secara mandiri setelah kegiatan pelatihan dan pendampingan.

b. Instrumen Kepuasan

Instrumen kepuasan terdiri atas 25 butir pernyataan menggunakan skala Likert 1–4 yang mencakup lima aspek penilaian, yaitu kesesuaian program dengan kebutuhan mitra, kualitas pelaksanaan kegiatan, kepuasan terhadap teknologi *Box Dryer Hybrid Solar*, peningkatan pengetahuan dan keterampilan, serta manfaat dan dampak program yang dirasakan peserta.

c. Instrumen kemandirian

Instrumen kemandirian mitra berupa kuesioner yang terdiri atas 15 butir pernyataan dengan skala Likert 1–4, yaitu: (1) Sangat Tidak Setuju, (2) Tidak Setuju, (3) Setuju, dan (4) Sangat Setuju. Instrumen ini digunakan untuk mengukur kemampuan peserta dalam mengoperasikan, merawat, dan memanfaatkan *Box Dryer Hybrid Solar* secara mandiri.

d. Instrumen Mutu Fisik Kakao

Instrumen mutu fisik kakao digunakan untuk menilai kualitas biji kakao hasil pengeringan menggunakan *Box Dryer Hybrid Solar*. Instrumen terdiri atas 15 butir pernyataan yang mencakup tiga aspek, yaitu warna biji kakao (5 butir), kebersihan dan keberadaan jamur (5 butir), serta penampilan fisik biji kakao (5 butir). Aspek warna meliputi keseragaman warna dan tingkat kematangan pengeringan. Aspek kebersihan meliputi keberadaan kotoran, benda asing, dan jamur pada biji kakao. Aspek penampilan fisik meliputi tingkat kekeringan, keutuhan biji, serta keseragaman ukuran dan bentuk biji.

7. Indikator Keberhasilan

Keberhasilan program diukur melalui indikator yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Indikator Keberhasilan Program

Aspek	Indikator Keberhasilan
Keterampilan	≥80% peserta mampu mengoperasikan alat secara mandiri
Implementasi Teknologi	<i>Box Dryer Hybrid Solar</i> berfungsi dan digunakan oleh mitra
Mutu Produk	Mutu fisika biji kakao meningkat ≥85%
Partisipasi	Kehadiran peserta ≥85%
Kepuasan	Tingkat kepuasan peserta ≥80%
Keberlanjutan	Tersusun mekanisme pengelolaan dan pemeliharaan alat

8. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari lembar observasi, kuesioner, wawancara, dan dokumentasi dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dan analisis persentase. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan keterampilan mitra dalam mengoperasikan alat, implementasi teknologi, mutu hasil pengeringan kakao, tingkat partisipasi, kepuasan peserta, serta keberlanjutan program. Setiap indikator dinilai menggunakan skala Likert 1–4 dengan kriteria: (1) sangat kurang, (2) kurang, (3) baik, dan (4) sangat baik. Skor yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi persentase menggunakan persamaan:

$$P = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase capaian (%)

Skor yang diperoleh = jumlah seluruh skor hasil pengisian instrumen

Skor maksimum = jumlah skor tertinggi yang mungkin diperoleh pada instrumen

Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan uraian deskriptif untuk menilai ketercapaian indikator keberhasilan program. Data hasil wawancara dan dokumentasi dianalisis secara deskriptif untuk memberikan gambaran mengenai tanggapan peserta, kendala pelaksanaan, serta potensi keberlanjutan pemanfaatan *Box Dryer Hybrid Solar* oleh mitra.

9. Evaluasi dan Keberlanjutan Program

Evaluasi kegiatan dilakukan dalam tiga tahap, yaitu evaluasi awal, evaluasi proses, dan evaluasi akhir. Evaluasi awal bertujuan mengidentifikasi kondisi dan kebutuhan mitra sebelum program dilaksanakan. Evaluasi proses dilakukan selama pelatihan, pendampingan, dan implementasi teknologi untuk memantau keterlibatan peserta serta kendala yang dihadapi. Evaluasi akhir dilakukan untuk mengukur ketercapaian indikator program, meliputi kemampuan mitra mengoperasikan alat, keberfungsian *Box Dryer Hybrid Solar*, mutu hasil pengeringan kakao, tingkat kepuasan peserta, dan keberlanjutan pemanfaatan teknologi.

Keberlanjutan program dilakukan dengan serah terima alat kepada Kelompok Tani Lagenrang melalui Berita Acara Serah Terima Aset Nomor 3576/DST/U36.12/TU/2026. Tim pengabdian juga melakukan monitoring dan pendampingan berkala untuk memastikan alat digunakan secara optimal. Selain itu, mitra didorong membentuk kelompok pengelola alat yang bertanggung jawab terhadap penggunaan dan perawatan teknologi. Dengan demikian, teknologi yang diterapkan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan untuk meningkatkan mutu dan nilai jual kakao serta mendukung kemandirian petani dalam pengelolaan pascapanen.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada Kelompok Tani Lagenrang di Desa Watu Toa, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng. Pelaksanaan kegiatan diawali dengan koordinasi bersama mitra dan identifikasi kebutuhan untuk memperoleh gambaran kondisi pascapanen kakao yang selama ini dilakukan secara konvensional. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa proses pengeringan masih sangat bergantung pada cuaca sehingga sering menghasilkan biji kakao dengan kualitas yang tidak seragam dan berpotensi mengalami penurunan mutu.

Tahap berikutnya adalah pemasangan dan uji operasional *Box Dryer Hybrid Solar* sebagai teknologi tepat guna untuk mendukung proses pengeringan kakao. Setelah alat terpasang, tim melaksanakan pelatihan mengenai pengoperasian alat, perawatan alat, serta edukasi pascapanen kakao yang meliputi standar mutu dan

teknik pengeringan yang baik. Selanjutnya dilakukan pendampingan penggunaan alat secara langsung hingga peserta mampu mengoperasikan dan merawat alat secara mandiri. Pada akhir kegiatan dilakukan evaluasi keterampilan, kemandirian, mutu produk, dan kepuasan mitra terhadap program yang telah dilaksanakan.



Gambar 5. Sosialisasi dan koordinasi kegiatan bersama Kelompok Tani Lagenrang



Gambar 6. Proses pemasangan Box Dryer Hybrid Solar



Gambar 7. Pelatihan pengoperasian dan perawatan alat



Gambar 8. Pendampingan penggunaan alat oleh tim pengabdian



Gambar 9. Demonstrasi pengeringan kakao menggunakan Box Dryer Hybrid Solar

2. Hasil Kegiatan

a. Partisipasi Mitra

Kegiatan pengabdian diikuti oleh seluruh anggota Kelompok Tani Lagenrang yang berjumlah 14 orang. Tingkat partisipasi peserta mencapai 100%, yang menunjukkan tingginya antusiasme dan komitmen mitra dalam mengikuti seluruh rangkaian kegiatan mulai dari sosialisasi hingga evaluasi program.

b. Keterampilan Mitra dalam Mengoperasikan dan Merawat Alat

Hasil observasi menunjukkan bahwa tingkat keterampilan mitra dalam mengoperasikan dan merawat Box Dryer Hybrid Solar mencapai 88,64%. Nilai tersebut diperoleh dari perbandingan antara total skor observasi yang diperoleh dari 14 peserta pada 20 butir pernyataan mengenai keterampilan dengan skor maksimum yang dapat dicapai. Berdasarkan aspek penilaian, keterampilan mengoperasikan alat memperoleh persentase sebesar 90,00%, sedangkan keterampilan perawatan alat memperoleh persentase sebesar 87,29% sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Keterampilan Mitra

No.	Aspek Keterampilan	Persentase (%)
1	Keterampilan mengoperasikan alat	90,00
2	Keterampilan perawatan alat	87,29
Rata-rata		88,64

Hasil ini menunjukkan bahwa peserta telah mampu melakukan pengoperasian alat, mengatur proses pengeringan, melakukan pemeriksaan komponen, serta melaksanakan perawatan dasar alat secara mandiri.

c. Kemandirian Mitra

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa tingkat kemandirian mitra dalam menggunakan dan merawat Box Dryer Hybrid Solar mencapai 85,24%. Nilai tersebut diperoleh dari hasil pengisian kuesioner oleh 14 peserta yang mengikuti seluruh rangkaian kegiatan. Kuesioner terdiri atas 15 butir pernyataan yang mencakup pemahaman fungsi alat, kemampuan mengoperasikan alat secara mandiri, kemampuan melakukan perawatan rutin, kemampuan mengenali kerusakan ringan, serta kesiapan memanfaatkan teknologi secara berkelanjutan. Setiap butir dinilai menggunakan skala Likert 1–4. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memberikan respons pada kategori setuju dan sangat setuju, sehingga diperoleh tingkat kemandirian sebesar 85,24%. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa peserta telah memiliki kemampuan yang baik dalam mengoperasikan, merawat, dan memanfaatkan teknologi secara mandiri.

d. Mutu Fisik Biji Kakao

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa mutu fisik biji kakao hasil pengeringan menggunakan Box Dryer Hybrid Solar mencapai 90,76%. Penilaian dilakukan berdasarkan aspek warna biji kakao, kebersihan dan keberadaan jamur, serta penampilan fisik biji kakao. Nilai tersebut menunjukkan bahwa mutu fisik biji kakao hasil pengeringan berada pada kategori sangat baik berdasarkan indikator yang digunakan dalam kegiatan ini.

Tabel 5. Hasil Evaluasi Mutu Fisik Biji Kakao

No.	Aspek Mutu	Persentase (%)
1	Warna	90,86
2	Kebersihan dan jamur	91,14
3	Penampilan fisik	90,29
Rata-rata		90,76

Capaian indikator mutu ditunjukkan berdasarkan hasil observasi terhadap sampel kakao yang dikeringkan menggunakan *Box Dryer Hybrid Solar* pada gambar berikut.



Gambar 10. Biji Kakao Kering

Gambar 10 menunjukkan contoh biji kakao hasil pengeringan menggunakan *Box Dryer Hybrid Solar* pada kegiatan pengabdian. Secara visual, biji kakao tampak memiliki warna yang relatif seragam, kondisi yang bersih, dan tidak menunjukkan adanya pertumbuhan jamur pada permukaan biji. Karakteristik tersebut sesuai dengan indikator mutu fisik yang diamati dalam kegiatan ini. Namun, penilaian mutu fisik tidak hanya didasarkan pada dokumentasi visual, melainkan juga pada hasil observasi menggunakan lembar penilaian mutu fisik kakao yang telah disusun sebelumnya.

e. Kepuasan Mitra terhadap Program

Hasil kuesioner kepuasan menunjukkan bahwa tingkat kepuasan mitra terhadap program mencapai 98,57%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa program dinilai sangat sesuai dengan kebutuhan kelompok tani dan memberikan manfaat nyata dalam mendukung proses pascapanen kakao.

Tabel 6. Tingkat Kepuasan Mitra Berdasarkan Aspek Penilaian

No.	Aspek Kepuasan	Persentase (%)
1	Kesesuaian program dengan kebutuhan mitra	97,14
2	Kualitas pelaksanaan kegiatan	98,29
3	Kepuasan terhadap teknologi	98,86
4	Capaian pengetahuan dan keterampilan	99,14
5	Manfaat dan dampak program	99,43
Rata-rata		98,57

3. Luaran Pengabdian

Luaran yang dihasilkan dari kegiatan pengabdian ini meliputi:

- Satu unit *Box Dryer Hybrid Solar* yang digunakan oleh Kelompok Tani Lagenrang.
- Panduan operasional dan perawatan alat.
- Capaian keterampilan dan kemandirian petani dalam pengelolaan pascapanen kakao.
- Capaian mutu fisik biji kakao hasil pengeringan.
- Dokumentasi dan video kegiatan pengabdian.
- Artikel ilmiah pengabdian kepada masyarakat untuk publikasi pada jurnal nasional.



Gambar 11. Box Dryer Hybrid Solar

4. Pembahasan

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan *Box Dryer Hybrid Solar* yang dipadukan dengan edukasi pascapanen kakao mendukung penguatan kapasitas petani dalam mengelola hasil panen secara lebih efektif. Tingkat partisipasi peserta yang mencapai 100% menunjukkan bahwa program yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan dan permasalahan yang dihadapi mitra. Tingginya keterlibatan peserta sejak tahap identifikasi kebutuhan, pelatihan, hingga implementasi teknologi menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif yang digunakan mampu mendorong rasa memiliki (*sense of ownership*) terhadap program. Keterlibatan aktif masyarakat dalam setiap tahapan kegiatan merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan transfer teknologi dan keberlanjutan program pemberdayaan masyarakat (Ife, 2016; Rogers, 2003). Selain itu, pendekatan berbasis kebutuhan masyarakat (*need-based approach*) diyakini dapat mendukung penerimaan inovasi yang lebih baik karena program dirancang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan mitra (Davis, 1989; Rogers, 2003).

Pengukuran keterampilan mitra yang mencapai 88,64% menunjukkan bahwa metode pelatihan berbasis praktik langsung dan pendampingan lapangan efektif dalam meningkatkan kemampuan peserta mengoperasikan dan merawat alat pengering. Capaian ini mengindikasikan bahwa peserta tidak hanya memahami konsep kerja teknologi, tetapi juga mampu menerapkannya dalam aktivitas pascapanen sehari-hari. Menurut teori andragogi, proses pembelajaran orang dewasa akan lebih efektif apabila dikaitkan dengan pengalaman nyata dan kebutuhan praktis yang mereka hadapi (Knowles et al., 2020). Dalam konteks pengabdian masyarakat, metode demonstrasi dan praktik langsung memungkinkan peserta memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan metode ceramah konvensional. Temuan ini sejalan dengan prinsip pembelajaran orang dewasa yang menekankan pentingnya pengalaman langsung dalam meningkatkan kompetensi dan keterampilan peserta (Knowles et al., 2020). Hasil serupa juga menunjukkan bahwa kombinasi pelatihan dan pendampingan merupakan strategi yang efektif dalam meningkatkan kapasitas petani untuk mengadopsi inovasi teknologi pertanian (Rogers, 2003).

Tingkat kemandirian mitra sebesar 85,24% menunjukkan bahwa peserta memiliki kemampuan yang baik dalam menggunakan, mengelola, dan merawat teknologi secara mandiri setelah mengikuti kegiatan pelatihan dan pendampingan. Kemandirian merupakan salah satu indikator penting dalam keberhasilan program pengabdian karena menunjukkan kesiapan peserta untuk memanfaatkan teknologi dalam kegiatan pascapanen kakao. Menurut Rogers (2003), adopsi inovasi diawali oleh proses pengenalan dan pemahaman terhadap suatu teknologi sebelum teknologi tersebut digunakan dalam praktik. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa peserta memahami fungsi alat, mampu mengoperasikan dan merawat alat, serta memiliki kesiapan untuk memanfaatkan teknologi dalam kegiatan pascapanen. Temuan ini mengindikasikan bahwa teknologi yang diterapkan dapat diterima dengan baik oleh peserta dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Selain itu, tingkat kemandirian yang relatif tinggi menunjukkan bahwa teknologi yang diperkenalkan memiliki karakteristik yang mudah dipahami dan digunakan oleh mitra (Davis, 1989; Rogers, 2003).

Dari aspek mutu produk, capaian mutu fisik kakao sebesar 90,76% menunjukkan bahwa penggunaan *Box Dryer Hybrid Solar* mampu menghasilkan proses pengeringan yang lebih baik dibandingkan metode konvensional. Warna biji kakao yang lebih seragam, tidak ditemukannya jamur, dan kondisi fisik biji yang lebih baik menunjukkan bahwa sistem pengeringan tertutup mampu melindungi produk dari pengaruh lingkungan sekaligus meningkatkan kualitas hasil pengeringan. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Fudholi et al., 2010) yang menyatakan bahwa teknologi pengering berbasis energi surya dapat meningkatkan efisiensi pengeringan serta menjaga kualitas produk pertanian. Hasil serupa juga dilaporkan dalam kajian pengeringan kakao yang menunjukkan bahwa sistem pengering tertutup menghasilkan kualitas biji yang lebih baik dibandingkan metode penjemuran terbuka (Dzelagha et al., 2020; Sinuhaji et al., 2024).

Capaian mutu fisik kakao sebesar 90,76% menunjukkan bahwa teknologi *Box Dryer Hybrid Solar* mampu menciptakan lingkungan pengeringan yang lebih terkontrol dibandingkan penjemuran terbuka. Penggunaan ruang pengering tertutup dan sistem sirkulasi udara paksa membantu menjaga keseragaman proses pengeringan serta mengurangi risiko kontaminasi debu dan mikroorganisme. Temuan ini mendukung laporan International Cocoa Organization (ICCO, 2025) yang menyatakan bahwa pengendalian kadar air dan kebersihan selama proses pascapanen merupakan faktor penting dalam menjaga mutu dan daya saing kakao di pasar. Selain itu, pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi utama menunjukkan bahwa teknologi tepat guna berbasis energi terbarukan dapat menjadi alternatif yang ekonomis dan berkelanjutan bagi petani skala kecil (Dzelagha et al., 2020; FAO, 2023). Dengan demikian, penerapan teknologi ini tidak hanya berkontribusi

terhadap peningkatan mutu fisik kakao, tetapi juga mendukung praktik pertanian yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Keunggulan Box Dryer Hybrid Solar juga terlihat dari kemampuannya mengurangi ketergantungan terhadap kondisi cuaca. Sebelum program dilaksanakan, petani sangat bergantung pada intensitas sinar matahari sehingga proses pengeringan sering terhambat saat musim hujan. Setelah teknologi diterapkan, proses pengeringan dapat berlangsung lebih stabil karena memanfaatkan kombinasi energi surya dan sistem sirkulasi udara paksa. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Fudholi et al., 2010) yang menyatakan bahwa teknologi solar dryer mampu mempercepat proses pengeringan, meningkatkan efisiensi energi, serta menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan pengeringan tradisional. Kajian pengeringan kakao juga menunjukkan bahwa penggunaan pengering surya tertutup mampu menghasilkan keseragaman kadar air dan warna biji yang lebih baik dibandingkan metode penjemuran langsung (Dzelagha et al., 2020; Sinuhaji et al., 2024). Temuan serupa dilaporkan oleh Bala & Mondol (2001) yang menunjukkan bahwa sistem pengering berbasis energi surya mampu menurunkan risiko kontaminasi debu, serangga, dan mikroorganisme selama proses pengeringan hasil pertanian.

Tingkat kepuasan mitra sebesar 98,57% menunjukkan bahwa peserta memberikan penilaian yang sangat positif terhadap pelaksanaan program. Nilai tertinggi terdapat pada aspek manfaat program (99,43%), yang menunjukkan bahwa peserta merasakan manfaat dari kegiatan pelatihan, pendampingan, dan penerapan Box Dryer Hybrid Solar dalam kegiatan pascapanen kakao. Menurut Technology Acceptance Model (TAM), persepsi terhadap kemanfaatan dan kemudahan penggunaan merupakan faktor yang memengaruhi penerimaan teknologi oleh pengguna (Davis, 1989). Dalam kegiatan ini, tingginya tingkat kepuasan mengindikasikan bahwa peserta menilai teknologi dan pendampingan yang diberikan sesuai dengan kebutuhan mereka serta mudah untuk dipahami dan digunakan. Selain itu, tingkat kepuasan yang tinggi dapat menjadi indikator penerimaan peserta terhadap program dan teknologi yang diperkenalkan, yang berpotensi mendukung keberlanjutan pemanfaatannya di tingkat kelompok tani (Venkatesh et al., 2016).

Selain memberikan manfaat dalam aspek pengelolaan pascapanen, program ini juga menunjukkan potensi kontribusi terhadap penguatan kapasitas kelompok tani dalam memanfaatkan teknologi tepat guna. Capaian mutu fisik biji kakao sebesar 90,76% menunjukkan bahwa hasil pengeringan memiliki karakteristik yang baik berdasarkan indikator mutu yang digunakan dalam kegiatan ini. Menurut International Cocoa Organization (ICCO, 2025), mutu kakao merupakan salah satu faktor yang diperhatikan dalam penentuan kualitas dan daya saing produk kakao di pasar. Oleh karena itu, mutu fisik biji kakao yang baik berpotensi mendukung peningkatan daya saing produk yang dihasilkan oleh petani. Selain itu, capaian keterampilan dan kemandirian mitra dalam mengoperasikan teknologi menunjukkan kesiapan kelompok tani untuk memanfaatkan teknologi pascapanen secara mandiri. Kondisi ini menjadi modal penting dalam mendukung pengelolaan usaha tani yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa integrasi teknologi tepat guna, energi terbarukan, edukasi pascapanen, dan pendampingan partisipatif merupakan pendekatan yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan pengeringan kakao yang dihadapi mitra. Keberhasilan program tidak hanya ditunjukkan oleh tingginya capaian indikator keterampilan, kemandirian, mutu produk, dan kepuasan peserta, tetapi juga oleh meningkatnya kemampuan petani dalam mengelola teknologi secara mandiri. Temuan ini memperkuat berbagai penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa keberhasilan adopsi inovasi pertanian tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi yang diterapkan, tetapi juga oleh kualitas proses pemberdayaan, pendampingan, dan penguatan kapasitas masyarakat yang menyertainya (Davis, 1989; Ife, 2016; Rogers, 2003).

5. Evaluasi Keberhasilan Program

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh indikator keberhasilan program telah mencapai atau melampaui target yang ditetapkan pada tahap perencanaan. Tingkat partisipasi peserta mencapai 100%, keterampilan mitra mencapai 88,64%, kemandirian mitra mencapai 85,24%, mutu fisik biji kakao mencapai 90,76%, dan kepuasan peserta mencapai 98,57%. Selain itu, *Box Dryer Hybrid Solar* dapat dioperasikan oleh mitra dan telah disusun mekanisme pengelolaan serta pemeliharaan alat yang mencakup penunjukan penanggung jawab, jadwal penggunaan, dan prosedur perawatan alat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa target program pada aspek keterampilan, implementasi teknologi, mutu produk, partisipasi, kepuasan, dan keberlanjutan telah tercapai.

Tabel 7. Hasil Evaluasi Keberhasilan Program

Indikator	Target	Capaian	Status
Partisipasi peserta	≥85%	100%	Tercapai
Keterampilan mitra	≥80%	88,64%	Tercapai
Kemandirian mitra	≥80%	85,24%	Tercapai
Mutu fisik kakao	≥85%	90,76%	Tercapai
Kepuasan mitra	≥80%	98,57%	Tercapai
Implementasi teknologi	Alat berfungsi dan dapat digunakan	Tercapai	Tercapai

6. Faktor Pendukung dan Kendala

Faktor yang mendukung keberhasilan program antara lain tingginya antusiasme anggota kelompok tani, dukungan pengurus kelompok, kesesuaian teknologi dengan kebutuhan mitra, serta metode pelatihan berbasis praktik yang memudahkan peserta memahami penggunaan alat. Kendala yang dihadapi selama pelaksanaan kegiatan adalah keterbatasan waktu pendampingan dan perlunya adaptasi awal peserta terhadap teknologi baru. Kendala tersebut diatasi melalui praktik langsung, diskusi, dan pendampingan intensif selama kegiatan berlangsung.

7. Dampak Kegiatan

Program memberikan dampak positif terhadap capaian indikator kapasitas petani dalam pengelolaan pascapanen kakao. Mitra menjadi lebih terampil dan mandiri dalam mengoperasikan teknologi pengeringan, serta mampu menghasilkan biji kakao dengan mutu fisik yang lebih baik. Selain itu, penggunaan Box Dryer Hybrid Solar mengurangi ketergantungan terhadap kondisi cuaca sehingga proses pengeringan menjadi lebih terkendali. Dalam jangka panjang, capaian mutu kakao berpotensi meningkatkan daya saing produk dan nilai jual hasil panen petani.

8. Keberlanjutan Program

Keberlanjutan program dilakukan melalui serah terima Box Dryer Hybrid Solar kepada Kelompok Tani Lagenrang beserta panduan operasional dan perawatan alat. Kelompok tani juga membentuk pengelola alat yang bertanggung jawab terhadap penggunaan dan pemeliharaan teknologi.

Tim pengabdian akan melakukan monitoring dan komunikasi berkala dengan mitra untuk memastikan alat tetap dimanfaatkan secara optimal. Selain itu, anggota kelompok tani didorong untuk berbagi pengalaman penggunaan teknologi kepada petani lain sehingga manfaat program dapat terus berkembang secara berkelanjutan.

9. Keterbatasan Program

Kegiatan ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, pengukuran kadar air biji kakao belum dilakukan secara periodik menggunakan alat ukur digital sehingga hasil evaluasi mutu masih didasarkan pada pengamatan karakteristik fisik biji kakao. Kedua, kegiatan ini belum didukung oleh data komparatif kuantitatif sebelum dan sesudah penerapan teknologi, sehingga hasil yang diperoleh lebih menggambarkan capaian kondisi akhir peserta dan mutu hasil pengeringan setelah program dilaksanakan. Ketiga, evaluasi keberlanjutan pemanfaatan teknologi dalam jangka panjang belum dapat dilakukan karena periode pelaksanaan kegiatan yang relatif terbatas. Oleh karena itu, kegiatan lanjutan perlu diarahkan pada pengukuran performa teknologi secara lebih komprehensif, termasuk efisiensi energi, waktu pengeringan, kadar air akhir, tingkat adopsi teknologi dalam jangka panjang, serta dampak ekonomi terhadap produktivitas dan pendapatan petani.

V. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan Box Dryer Hybrid Solar dan edukasi pascapanen kakao pada Kelompok Tani Lagenrang, Desa Watu Toa, berhasil memberikan solusi terhadap permasalahan pengeringan kakao yang selama ini bergantung pada kondisi cuaca. Penerapan teknologi yang disertai pelatihan dan pendampingan menunjukkan capaian keterampilan mitra dalam pengoperasian alat sebesar 88,64%, tingkat kemandirian dalam penggunaan dan perawatan alat sebesar 85,24%, serta tingkat partisipasi peserta sebesar 100%. Selain itu, mutu fisik biji kakao hasil pengeringan memperoleh capaian sebesar 90,76%, yang ditandai oleh warna biji yang lebih seragam, kondisi biji yang lebih bersih, dan tidak ditemukannya jamur pada sampel kakao yang diamati. Tingkat kepuasan peserta sebesar 98,57% menunjukkan bahwa teknologi dan metode pendampingan yang diterapkan diterima dengan baik serta sesuai dengan kebutuhan mitra. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa penerapan teknologi Box Dryer Hybrid Solar berpotensi mendukung pengelolaan pascapanen kakao yang lebih efektif dan mendorong kemampuan petani

dalam mengoperasikan teknologi tepat guna secara mandiri. Untuk mendukung keberlanjutan program, diperlukan monitoring dan pendampingan lanjutan sebagai rekomendasi pengembangan kegiatan pada masa mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM), Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah mendanai pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melalui Program Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2026 pada platform Basis Informasi Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (BIMA). Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Negeri Makassar (UNM) atas dukungan institusional yang diberikan selama pelaksanaan kegiatan. Penghargaan yang setinggi-tingginya diberikan kepada Kelompok Tani Lagenrang, Desa Watu Toa, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng, yang telah menjadi mitra aktif dalam seluruh rangkaian kegiatan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh anggota tim pelaksana, mahasiswa yang terlibat, serta berbagai pihak yang telah berkontribusi sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik dan memberikan manfaat bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, P. S. S. (2024). *Provinsi Sulawesi Selatan Dalam Angka 2024*. Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan. <https://sulsel.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/a104de42ebf8eb522608257e/provinsi-sulawesi-selatan-dalam-angka-2024.html>
- Bala, B. K., & Mondol, M. R. A. (2001). *Drying Technology : An Experimental Investigation on Solar Drying of Fish*. October 2014, 37–41. <https://doi.org/10.1081/DRT-100102915>
- Davis, F. D. (1989). *Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology*. 13(3), 319–340.
- Direktorat, J. P. (n.d.). *Statistik Perkebunan 2024-2026*. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/?publikasi=buku-statistik-perkebunan-2024-2026-jilid-i>
- Dzelagha, B. F., Ngwa, N. M., & Bup, D. N. (2020). *Review Article A Review of Cocoa Drying Technologies and the Effect on Bean Quality Parameters*. 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8830127>
- FAO. (2023). *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023*. <https://doi.org/10.4060/cc8166en>
- Fudholi, A., Sopian, K., Ruslan, M. H., Alghoul, M. A., & Sulaiman, M. Y. (2010). *Review of solar dryers for agricultural and marine products*. January, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.032>
- ICCO. (2025). *Annual Report 2024/2025*. International Cocoa Organization. <https://www.icco.org/wp-content/uploads/ICCO-Annual-Report-2024-2025-EN.pdf>
- Ife, J. (2016). *Community Development in an Uncertain World: Vision, Analysis and Practice*. Cambridge University Press.
- Knowles, M. S., Holton, E. F., Swanson, R. A., & Robinson, P. A. (2020). *The Adult Learner: The Definitive Classic in Adult Education and Human Resource Development* (9th ed.). Routledge. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780429299612> Pages
- Mougang, N. D., Tene, S. T., Zokou, R., Kohole, H. A. F., Solefack, E. N., Mboukap, A. N., Abaoabo, A. A. F., & Womeni, M. (2024). Influence of fermentation time , drying time and temperature on cocoa pods (Theobroma cacao L .) marketability. *Applied Food Research*, 4(2), 100460. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100460>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press, A Division of Simon & Schuster, Inc.
- Sinuhaji, T. R. F., Suherman, S., & Hadiyanto, H. (2024). *A systematic literature review of the drying of cocoa in 2003*. 3(December), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100347>
- Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., Statistics, B., Xu, X., & Acceptance, T. (2016). *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: A Synthesis and the Road Ahead*. 17(5), 328–376. <https://doi.org/10.2307/41410412>