Kopi Gayo Pascabencana: Pemberdayaan Perempuan Petani Melalui Teknologi Pengering Surya di Kabupaten Bener Meriah, Aceh

Vellayati Hajad*[1], Ikhsan[2], Hajar Ashwad[3]

[1,2] Prodi Ilmu Administrasi Negara, FISIP, Universitas Teuku Umar, Indonesia
[3] Prodi Ilmu Administrasi Negara, FISIP, Universitas Gajah Putih, Indonesia
*e-mail: vellayati.hajad@utu.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kapasitas perempuan petani Kopi Gayo dalam pengelolaan pascapanen melalui pelatihan dan penerapan pengering berbasis energi surya pada masa pemulihan pascabencana. Mitra kegiatan adalah Koperasi Kopi Wanita Gayo (Kokowagayo) di Kabupaten Bener Meriah, Aceh, yang proses pengeringannya masih bergantung pada cuaca. Kegiatan berlangsung pada 12 sampai 16 Juni 2026 dengan 25 peserta melalui pendekatan partisipatif yang mencakup identifikasi kebutuhan, sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan, evaluasi, dan penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP). Hasil evaluasi menunjukkan kemampuan peserta mengoperasikan alat meningkat dari 20% menjadi 80% dan kemampuan melakukan perawatan dasar meningkat dari 12% menjadi 76%. Pada uji pengeringan, waktu pengeringan menurun dari 12 hari pada metode tradisional menjadi 6 hari pada pengering surya. Lima peserta belum mampu mengoperasikan alat dan enam peserta belum mampu melakukan perawatan dasar sehingga pendampingan lanjutan masih diperlukan. Pengaruh teknologi terhadap pendapatan dan kerugian usaha belum diukur dalam kegiatan ini. Hasil ini menunjukkan bahwa pelatihan yang disertai teknologi tepat guna dapat memperkuat keterampilan pascapanen perempuan petani di wilayah terdampak bencana.

***Kata kunci**: Kopi Gayo, Pascabencana, Pascapanen, Pengering Surya, Perempuan Petani*

Abstract

This community engagement program aimed to strengthen the postharvest capacity of women Gayo coffee farmers through training and the use of solar dryer technology during post-disaster recovery. The program was conducted in collaboration with the Gayo Women Coffee Cooperative (Kokowagayo) in Bener Meriah Regency, Aceh, where coffee drying practices remain highly dependent on weather conditions. Implemented from 12 to 16 June 2026, the program involved 25 participants and adopted a participatory approach encompassing needs assessment, program orientation, training, technology implementation, mentoring, evaluation, and the development of standard operating procedures (SOPs). The proportion of participants capable of operating the solar dryer increased from 20% to 80%, while the proportion capable of performing basic maintenance increased from 12% to 76%. During the drying trial, the drying period was reduced from 12 days using traditional methods to 6 days using the solar dryer. However, five participants remained unable to operate the equipment, and six were unable to perform basic maintenance, highlighting the need for continued mentoring. The program did not assess the technology's impact on farmers' income or business losses. Overall, the findings suggest that integrating participatory training with appropriate technology can enhance the postharvest skills of women coffee farmers in disaster-affected areas.

***Keywords**: Gayo Coffee, Post-Disaster, Postharvest, Solar Dryer, Women Farmers*

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Bener Meriah merupakan salah satu sentra utama produksi kopi Arabika Gayo di Aceh. Komoditas kopi tidak hanya berperan sebagai produk unggulan daerah, tetapi juga menjadi sumber penghidupan penting bagi rumah tangga petani dan koperasi (Pineda et al., 2019). Dalam rantai nilai kopi Gayo, perempuan memiliki peran yang kuat terutama pada tahapan pascapanen, seperti sortasi, penjemuran, pengeringan, dan pengendalian mutu. Peran tersebut terlihat pada Koperasi Kopi Wanita Gayo (Kokowagayo), yang beranggotakan 363 perempuan petani dari tujuh desa sentra produksi di Kabupaten Bener Meriah dan mengelola kopi hingga pemasaran green bean bersertifikat organik dan fair trade ke berbagai negara tujuan ekspor (Hajad et al., 2025).

Meskipun memiliki kapasitas kelembagaan dan akses pasar yang relatif kuat, Kokowagayo masih menghadapi persoalan pada tahap pengeringan. Proses pengeringan masih banyak bergantung pada sinar matahari dengan menggunakan para-para dan terpal (Fairtrade NAPP, 2026). Pengolahan kopi di tingkat anggota melalui tahap basah, yaitu pengupasan buah, fermentasi, dan pencucian, lalu menghasilkan kopi gabah yang dijemur, kemudian dikupas dan dikeringkan kembali (Fairtrade NAPP, 2026). Dalam kondisi normal, proses penjemuran tersebut memerlukan waktu sekitar 10–14 hari, sedangkan pada musim hujan dapat meningkat menjadi 18–25 hari. Ketergantungan terhadap cuaca menyebabkan proses pengeringan menjadi tidak stabil dan meningkatkan risiko pertumbuhan jamur, cacat biji, serta penurunan mutu fisik dan sensorik kopi. Kondisi ini juga berimplikasi pada penurunan nilai jual produk dan ketidakstabilan pendapatan anggota koperasi (Abreu et al., 2025; Peñuela-Martínez et al., 2023).

Permasalahan tersebut menjadi semakin kompleks dalam konteks pascabencana dan cuaca ekstrem. Banjir bandang dan longsor pada 26 November 2025 melanda Kabupaten Bener Meriah. Laporan Pemerintah Kabupaten Bener Meriah yang dikutip Dandapala mencatat 46 jembatan putus, 26 titik akses jalan tidak dapat dilalui, 39 titik longsor, dan 27 lokasi banjir sehingga daerah ini terisolasi. Listrik padam sejak 25 November 2025 dan jaringan internet terputus akibat kabel serat optik tertimpa longsor (Usman, 2025). Pada sektor kopi, dampak paling besar dirasakan di dataran tinggi Gayo yang mencakup Aceh Tengah dan Bener Meriah, berupa kerusakan lahan, gangguan distribusi hasil panen, serta meningkatnya ancaman hama dan penyakit tanaman (CNN Indonesia, 2026). Pada tingkat koperasi, laporan dampak program Kokowagayo menyebut rencana pemberian bibit lanjutan bagi petani yang terdampak banjir dan longsor (Fairtrade NAPP, 2026). Rincian kerusakan yang dialami masing-masing anggota koperasi belum dikaji dalam kegiatan ini. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kinerja koperasi dan juga rumah tangga perempuan petani yang berperan penting dalam kegiatan pascapanen. Dengan demikian, pemulihan pascabencana pada komunitas petani kopi tidak cukup hanya melalui pemulihan sarana produksi, tetapi juga membutuhkan penguatan kapasitas adaptif dan teknologi pascapanen yang lebih sesuai dengan kondisi lingkungan.

Salah satu kebutuhan utama mitra adalah tersedianya teknologi pengering yang lebih adaptif terhadap perubahan cuaca, hemat energi, tidak bergantung pada pasokan listrik konvensional, serta mudah dioperasikan dan dirawat oleh perempuan petani. Teknologi pengering berbasis energi surya dipilih sebagai teknologi tepat guna karena dapat mendukung proses pengeringan yang lebih terkendali sekaligus mengurangi ketergantungan pada penjemuran terbuka. Teknologi ini dirancang dalam bentuk ruang pengering tertutup dengan sistem ventilasi dan dukungan energi surya sehingga lebih sesuai dengan kebutuhan pengelolaan pascapanen koperasi perempuan (Ziwa et al., 2025).

Alat yang diterapkan berkapasitas sekitar 50–100 kg kopi basah per siklus pengeringan. Kapasitas ini sangat kecil dibandingkan skala produksi koperasi. Fairtrade International (2026) melaporkan bahwa Kokowagayo beranggotakan lebih dari 674 petani di 15 desa dengan produksi sekitar 3.547.535 kg kopi arabika, tanpa merinci periode dan bentuk produknya. Artikel ini memakai jumlah 363 anggota dari sumber rujukan sebelumnya (Hajad et al., 2025), sehingga angka keanggotaan perlu dibaca sebagai angka pada periode yang berbeda. Berdasarkan perbandingan tersebut, alat dalam kegiatan ini lebih tepat dipahami sebagai unit percontohan dan sarana pembelajaran bagi operator terpilih, dan bukan sebagai solusi untuk seluruh volume produksi koperasi.

Penerapan teknologi dalam kegiatan pengabdian ini tidak ditempatkan semata-mata sebagai penyediaan alat, tetapi sebagai bagian dari proses pemberdayaan perempuan petani. Keterlibatan mitra dilakukan sejak identifikasi kebutuhan, pelatihan, praktik penggunaan teknologi, pengendalian mutu, perawatan alat, pendampingan, hingga penyusunan standar operasional prosedur. Pendekatan partisipatif tersebut menempatkan perempuan bukan hanya sebagai penerima manfaat, tetapi sebagai pelaku utama dalam pengelolaan teknologi dan keberlanjutan usaha koperasi. Pendekatan ini sejalan dengan berbagai studi yang menunjukkan bahwa pemberdayaan perempuan dalam pertanian berkaitan erat dengan akses terhadap pengetahuan dan sumber daya, partisipasi dalam organisasi, keterlibatan dalam pengambilan

keputusan, serta kemampuan untuk terlibat secara aktif dalam adopsi dan pengelolaan teknologi pertanian (Achandi et al., 2018; Aryal et al., 2020; Lecoutere, 2017).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi pengering berbasis energi surya dapat meningkatkan efisiensi proses pascapanen kopi melalui pengurangan waktu pengeringan serta pengendalian suhu dan kelembapan yang lebih baik (Duque-Dussán et al., 2023). Namun, kajian mengenai teknologi pengering kopi umumnya lebih menekankan aspek teknis dan kinerja proses pengeringan. Di sisi lain, studi mengenai perempuan petani kopi menegaskan bahwa pemberdayaan tidak hanya ditentukan oleh keterlibatan dalam produksi, tetapi juga oleh akses terhadap sumber daya, penguatan kapasitas, partisipasi dalam organisasi, dan kemampuan memengaruhi keputusan ekonomi (Pineda et al., 2019; Yoshioka Vargas et al., 2023). Dengan demikian, masih terdapat ruang untuk mengintegrasikan penerapan teknologi pascapanen berbasis energi terbarukan dengan proses pemberdayaan perempuan, khususnya dalam konteks pemulihan usaha kopi pascabencana. Integrasi tersebut penting agar teknologi tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga memperkuat kapasitas adaptif dan kemandirian perempuan dalam pengelolaan usaha kopi.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kapasitas perempuan petani kopi dalam pengelolaan pascapanen melalui penerapan teknologi pengering berbasis energi surya, meningkatkan efisiensi waktu dan keterkendalian proses pengeringan, serta mendukung keberlanjutan proses pascapanen Koperasi Kopi Wanita Gayo dalam konteks pemulihan pascabencana. Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan tidak hanya memberikan solusi teknis terhadap persoalan pengeringan, tetapi juga memperkuat kemampuan perempuan petani dalam mengelola teknologi secara mandiri dan berkelanjutan.

2. METODE

2.1. Lokasi dan Mitra Kegiatan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh, dengan mitra Koperasi Kopi Wanita Gayo (Kokowagayo). Koperasi ini beranggotakan 363 perempuan petani yang berasal dari tujuh desa sentra produksi kopi dan terlibat dalam pengelolaan kopi mulai dari produksi hingga pascapanen dan pemasaran green bean (Ecocert SAS, 2015; InterAmericanCoffee, 2015). Peserta kegiatan pengabdian merupakan anggota dan pengelola Kokowagayo yang terlibat langsung dalam kegiatan pascapanen, khususnya pengeringan kopi. Sebanyak 25 orang mengikuti rangkaian kegiatan yang dilaksanakan pada 12–16 Juni 2026. Pemilihan peserta mempertimbangkan keterlibatan mereka dalam kegiatan pascapanen, kesiapan menjadi operator teknologi, serta komitmen untuk melanjutkan penggunaan dan perawatan alat setelah program berakhir.

2.2. Pendekatan Pengabdian

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan partisipatif dan kolaboratif ((Chambers, 1994) dengan menempatkan perempuan petani anggota Koperasi Kopi Wanita Gayo (Kokowagayo) sebagai pelaku utama dalam proses penerapan teknologi. Pendekatan ini diarahkan untuk memastikan bahwa teknologi yang diperkenalkan sesuai dengan kebutuhan mitra, dapat dioperasikan secara mandiri, dan berpotensi diintegrasikan ke dalam kegiatan pengolahan kopi sehari-hari (Hidrobo et al., 2024). Keterlibatan mitra mencakup identifikasi permasalahan pascapanen, penentuan kebutuhan teknologi, pelatihan pengoperasian alat, praktik pengeringan, pengendalian mutu, evaluasi kegiatan, serta penyusunan prosedur penggunaan dan perawatan.

Pelaksanaan kegiatan mengintegrasikan transfer pengetahuan, praktik langsung, dan pendampingan teknis. Transfer pengetahuan dilakukan melalui penjelasan prinsip kerja teknologi pengering surya, faktor yang memengaruhi proses pengeringan, dan pengendalian mutu kopi. Praktik langsung dilaksanakan dengan melibatkan peserta dalam persiapan bahan, pengoperasian alat, pemantauan proses pengeringan, dan perawatan dasar. Sementara itu, pendampingan dilakukan untuk mengidentifikasi kendala operasional dan memperkuat

Vol. 6, No. 6, November 2026, Hal. 6461-6476
DOI: https://doi.org/10.54082/jamsi.3430

kemampuan mitra dalam menggunakan teknologi secara berkelanjutan. Pendekatan tersebut sejalan dengan prinsip pemberdayaan yang menekankan partisipasi aktif, pembelajaran berbasis pengalaman, dan peningkatan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan teknologi (Nouatin et al., 2025; Zakaria et al., 2020).

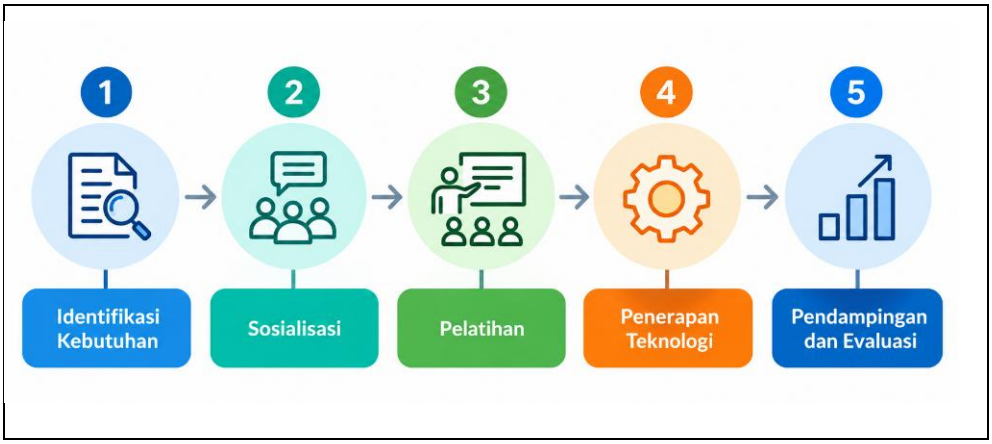
2.3. Tahapan Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada 12–16 Juni 2026 melalui lima tahapan utama, yaitu identifikasi kebutuhan, sosialisasi program, pelatihan, penerapan teknologi, serta pendampingan dan evaluasi (Maake & Antwi, 2022; Somanje et al., 2021). Kelima tahapan dirancang secara berurutan untuk memastikan bahwa penerapan teknologi tidak hanya berorientasi pada penyediaan alat, tetapi juga mencakup penguatan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan pengelolaan teknologi oleh mitra.

Tahap pertama berupa identifikasi kebutuhan melalui koordinasi dengan pengurus koperasi, observasi sarana pengeringan, dan diskusi dengan anggota untuk mengidentifikasi kendala pengolahan pascapanen. Identifikasi difokuskan pada ketergantungan terhadap cuaca, keterbatasan sarana pengeringan, kebutuhan pengendalian mutu, serta kesiapan mitra dalam mengoperasikan teknologi. Informasi yang diperoleh digunakan sebagai dasar penyesuaian penerapan teknologi dan penyusunan materi pelatihan. Tahap kedua berupa sosialisasi program yang mencakup penjelasan tujuan kegiatan, prinsip kerja pengering surya, manfaat dan keterbatasan teknologi, pembagian peran, serta rencana pemanfaatan alat setelah kegiatan. Tahap ketiga berupa pelatihan teknis yang meliputi pengenalan komponen pengering, pengoperasian sistem ventilasi, penataan bahan pada rak, pemantauan suhu dan kelembapan, pemeriksaan kadar air kopi, keselamatan kerja, serta pemeliharaan dasar.

Tahap keempat merupakan penerapan teknologi melalui instalasi, pemeriksaan kesiapan alat, dan praktik pengeringan kopi oleh peserta dengan pendampingan tim pengabdian. Pada tahap ini, peserta dilibatkan dalam persiapan bahan, pengaturan ketebalan hamparan, pengoperasian ventilasi, pembalikan bahan, serta pencatatan kondisi pengeringan. Tahap kelima mencakup pendampingan teknis dan evaluasi terhadap kemampuan peserta serta penggunaan alat. Evaluasi dilaksanakan melalui pengukuran pengetahuan sebelum dan sesudah pelatihan, observasi keterampilan praktik, serta pemantauan kinerja pengeringan. Penyusunan standar operasional prosedur (SOP) penggunaan dan perawatan dilakukan bersama mitra untuk mendukung keberlanjutan pemanfaatan alat.

Kegiatan tatap muka berlangsung pada 12–16 Juni 2026, sedangkan pengamatan pengeringan yang membutuhkan waktu lebih panjang perlu dibedakan dari jadwal pelatihan. Apabila satu siklus pengeringan berlangsung selama 6–12 hari, pemantauan dilanjutkan setelah kegiatan tatap muka hingga bahan mencapai kondisi akhir pengeringan. Tanggal mulai dan selesai setiap siklus, petugas pencatat, serta hasil pengamatan harus didokumentasikan dalam lembar monitoring untuk memastikan bahwa durasi pengeringan yang dilaporkan sesuai dengan hasil pengujian aktual (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Pengabdian, Sumber: Diolah oleh Penulis (2026)

2.4. Teknologi Pengering Surya

Teknologi yang diterapkan berupa pengering kopi berbasis energi surya dengan sistem ruang pengering tertutup (*Greenhouse Solar Dryer*). Teknologi ini memanfaatkan radiasi matahari yang masuk melalui penutup transparan untuk meningkatkan suhu ruang pengering. Sementara itu, sistem ventilasi dan kipas membantu sirkulasi udara serta pengeluaran udara lembap dari ruang pengering. Pengendalian suhu, kelembapan, dan aliran udara merupakan faktor penting dalam memperbaiki keterkendalian proses pengeringan kopi (Duque-Dussán et al., 2023; Kebede et al., 2023).

Pengering dilengkapi kipas bertenaga surya (*solar-powered exhaust fan*) dengan kapasitas rancangan sekitar 1000 kg biji kopi per siklus. Pengoperasian pengering diawali dengan pemeriksaan kebersihan ruang pengering, kondisi rak, panel surya, sambungan listrik, dan sistem ventilasi. Bahan kopi yang telah disortasi kemudian ditimbang untuk mengetahui berat awal sebelum ditempatkan secara merata pada lantai pengering. Dalam kegiatan ini, SOP menetapkan ketebalan hamparan sekitar 3–5 cm untuk mengurangi penumpukan bahan dan mendukung pemerataan proses pengeringan. Jenis bahan kopi yang digunakan dalam pengujian, kondisi pengolahan sebelum pengeringan, serta berat muatan aktual pada setiap siklus harus dicatat karena dapat memengaruhi waktu pengeringan dan perubahan kadar air.

Selama pengeringan, dilakukan pemantauan kondisi ruang pengering dan bahan kopi. Parameter yang diamati meliputi suhu, kelembapan relatif, waktu pengeringan, berat bahan, dan kadar air kopi apabila tersedia alat pengukuran yang sesuai. Pembalikan bahan dilakukan mengikuti SOP untuk membantu pemerataan pengeringan, dengan frekuensi aktual dicatat pada lembar pengamatan. Pengujian dilakukan hingga bahan mencapai kadar air akhir yang ditetapkan sesuai standar mutu produk dan metode pengukuran yang digunakan. Selain SOP pengoperasian, disusun SOP perawatan yang mencakup pembersihan ruang pengering, pemeriksaan rak, ventilasi, kipas, panel surya, sambungan kabel, rangka, dan penutup alat. Prosedur perawatan diarahkan untuk menjaga kebersihan, keamanan operasional, serta keberlanjutan fungsi teknologi setelah kegiatan pengabdian selesai (lihat Gambar 2).

Gambar 2. Teknologi Pengering Kopi Berbasis Energi Surya
Sumber: Dokumentasi Penulis (2026)

2.5. Monitoring dan Evaluasi Kegiatan

Evaluasi kegiatan diarahkan untuk menilai perubahan pengetahuan dan keterampilan peserta serta mendokumentasikan kinerja awal penerapan teknologi pengering surya. Evaluasi dilakukan melalui tiga aspek, yaitu pengetahuan peserta, keterampilan pengoperasian alat, dan

kinerja proses pengeringan. Setiap aspek memerlukan instrumen dan prosedur penilaian yang berbeda agar hasil evaluasi dapat dipertanggungjawabkan. Evaluasi pengetahuan menggunakan instrumen pretest dan posttest dengan materi yang mencakup prinsip pengeringan surya, pengoperasian alat, pengendalian mutu kopi, keselamatan kerja, dan perawatan teknologi. Kedua tes dilaksanakan sebelum dan sesudah sesi pelatihan dengan menggunakan instrumen yang setara. Skor dinyatakan dalam rentang 0–100, sedangkan perubahan pengetahuan dianalisis melalui selisih skor sebelum dan sesudah pelatihan. Tanggal pelaksanaan, jumlah peserta yang mengikuti kedua tes, dan pihak yang melakukan penilaian dicatat dalam dokumentasi evaluasi.

Evaluasi keterampilan dilakukan melalui observasi praktik menggunakan lembar penilaian terstruktur. Aspek yang dinilai mencakup kemampuan mempersiapkan alat, menata bahan, mengoperasikan ventilasi, memantau proses pengeringan, menjalankan prosedur keselamatan, dan melakukan perawatan dasar. Setiap aspek dinilai menggunakan rubrik yang sama oleh penilai yang ditugaskan, sehingga hasilnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi keterampilan yang telah dikuasai dan aspek yang masih memerlukan pendampingan. Evaluasi kinerja pengeringan dilakukan melalui pencatatan proses penggunaan alat pada setiap siklus pengujian. Data yang dikumpulkan meliputi jenis bahan kopi, berat muatan awal, kadar air awal dan akhir, kondisi suhu dan kelembapan, waktu mulai dan selesai pengeringan, serta kendala operasional. Durasi pengeringan dihitung dari waktu mulai pengujian hingga tercapainya kondisi akhir yang ditetapkan.

Tabel 1. Matriks Instrumen dan Prosedur Evaluasi

Aspek	Instrumen	Indikator	Penilai
Pengetahuan	Kuesioner *pretest–posttest*	Perubahan skor pengetahuan pengeringan, mutu, dan perawatan	Tim evaluasi
Keterampilan	Lembar observasi dan rubrik praktik	Kemampuan menjalankan SOP pengoperasian dan perawatan	Tim teknis
Kinerja pengering	Lembar monitoring pengujian	Berat bahan, waktu, suhu, kelembapan, dan kadar air	Tim teknis bersama operator mitra
Keberlanjutan	Daftar periksa SOP dan dokumentasi pendampingan	Ketersediaan SOP dan kesiapan operator	Tim pengabdian bersama pengurus koperasi

Sumber: Evaluasi Kegiatan Pengabdian (2026)

Data kuantitatif dari *pretest–posttest*, observasi keterampilan, dan monitoring pengeringan dianalisis secara deskriptif melalui nilai, persentase, selisih skor, serta ringkasan hasil pengamatan. Catatan kendala operasional dan masukan peserta digunakan sebagai bahan evaluasi kualitatif untuk memperbaiki prosedur penggunaan serta perawatan alat. Hasil evaluasi selanjutnya menjadi dasar rekomendasi pendampingan dan pengembangan penerapan teknologi pada tingkat koperasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Peningkatan Pemahaman Konseptual

3.1.1. Kondisi Pascapanen Perempuan Petani Kopi Sebelum Intervensi

Sebelum penerapan teknologi pengering berbasis energi surya, proses pascapanen kopi pada Koperasi Kopi Wanita Gayo (Kokowagayo) masih sangat bergantung pada penjemuran konvensional menggunakan sinar matahari langsung. Praktik pengeringan dilakukan di ruang terbuka dengan memanfaatkan halaman atau badan jalan sebagai area penjemuran, sehingga keberhasilan proses sangat ditentukan oleh kondisi cuaca. Dalam kondisi normal, pengeringan membutuhkan waktu sekitar 10–14 hari dan dapat meningkat menjadi 18–25 hari pada musim hujan. Ketergantungan yang tinggi terhadap cuaca menyebabkan waktu pengeringan sulit

diprediksi serta meningkatkan risiko kadar air yang tidak seragam, pertumbuhan jamur, perubahan warna biji, dan penurunan mutu kopi. Kondisi pengeringan konvensional tersebut terlihat pada Gambar 3, yang menunjukkan bahwa proses pengeringan masih dilakukan secara terbuka dan sangat rentan terhadap perubahan cuaca.

Gambar 3. Kondisi pengeringan kopi secara konvensional sebelum penerapan teknologi pengering surya, Sumber: Dokumentasi tim pengabdian (2026)

Kerentanan proses pascapanen semakin meningkat setelah bencana hidrometeorologi yang melanda Aceh, termasuk Kabupaten Bener Meriah, pada akhir 2025. Banjir dan tanah longsor menyebabkan gangguan terhadap akses jalan, jaringan listrik, dan aktivitas masyarakat di Bener Meriah (Usman, 2025). Dalam konteks usaha kopi, gangguan tersebut tidak hanya memengaruhi kegiatan di kebun, tetapi juga dapat mengganggu tahapan pascapanen dan distribusi hasil (CNN Indonesia, 2026). Curah hujan yang tinggi dapat menyulitkan penentuan waktu panen, meningkatkan kelembapan hasil panen, dan mengurangi jumlah hari efektif untuk penjemuran. Pada saat yang sama, gangguan akses transportasi dapat memperlambat distribusi dan penjualan kopi sehingga produk yang telah diproses tidak selalu dapat segera dipasarkan.

Bagi anggota Kokowagayo, kondisi tersebut dapat menciptakan tekanan berlapis pada proses produksi. Kopi yang telah dipanen harus segera ditangani untuk mencegah penurunan mutu, tetapi keterbatasan cuaca menyebabkan proses pengeringan menjadi lebih lambat dan tidak stabil. Ketika volume hasil panen tidak diimbangi dengan kapasitas pengeringan yang memadai, penumpukan hasil dapat terjadi dan meningkatkan risiko kerusakan produk. Situasi ini menjadi semakin penting bagi koperasi yang telah memiliki akses pasar yang lebih luas, karena kontinuitas pascapanen dan kemampuan menjaga mutu menjadi bagian penting dalam pemenuhan permintaan pasar.

Dampak tersebut juga dirasakan secara langsung oleh perempuan petani yang memiliki peran penting dalam kegiatan pascapanen. Pada metode penjemuran terbuka, perubahan cuaca menuntut kopi untuk berulang kali dipindahkan, ditutup, dibuka, atau dijemur kembali ketika kondisi memungkinkan. Aktivitas tersebut meningkatkan penggunaan tenaga dan waktu sekaligus menambah ketidakpastian dalam menjaga konsistensi mutu green bean. Kondisi serupa ditemukan pada kegiatan pengabdian di Desa Suanae, di mana pengeringan tradisional yang bergantung pada sinar matahari membutuhkan waktu relatif lama serta meningkatkan risiko kontaminasi dan penurunan mutu produk (Matoneng et al., 2025). Pengalaman pada petani kopi Arabika di Desa Sridadi, Kabupaten Brebes, juga menunjukkan bahwa penjemuran tradisional membutuhkan tenaga lebih besar, kurang praktis, dan sulit dilakukan pada musim hujan (Sutarmin et al., 2024).

Selain persoalan cuaca, kondisi awal mitra menunjukkan keterbatasan penguasaan teknologi pascapanen yang adaptif. Sebelum intervensi, proses pengeringan belum didukung oleh ruang pengering tertutup, sistem sirkulasi udara terkontrol, pemantauan suhu dan kelembapan, maupun prosedur operasional yang seragam. Keberhasilan pengeringan karena itu masih sangat bergantung pada pengalaman individual dan kondisi lingkungan. Padahal, pengaturan sirkulasi udara, ketebalan hamparan, pembalikan kopi, serta pemantauan suhu dan kelembapan merupakan bagian penting dalam menghasilkan proses pengeringan yang lebih konsisten. Unsur-unsur tersebut kemudian menjadi bagian dari SOP penggunaan teknologi yang dikembangkan dalam kegiatan pengabdian ini.

Kondisi awal juga menunjukkan belum tersedianya sistem pengelolaan dan perawatan teknologi yang terstandar di tingkat koperasi. Keberlanjutan penggunaan teknologi tidak hanya bergantung pada ketersediaan alat, tetapi juga pada kemampuan operator dalam mengoperasikan, memelihara, dan melindunginya pada kondisi cuaca ekstrem. Oleh karena itu, program pengabdian ini tidak hanya memperkenalkan teknologi pengering, tetapi juga menyusun SOP yang mencakup pembersihan ruang pengering, pemeriksaan rak, ventilasi dan exhaust fan, panel surya dan sambungan kabel, penutup UV atau polikarbonat, rangka alat, penanganan kerusakan ringan, serta perlindungan alat ketika terjadi hujan deras, angin kencang, atau cuaca ekstrem lainnya.

Kondisi sebelum intervensi menunjukkan bahwa persoalan pascapanen Kokowagayo tidak hanya berkaitan dengan keterbatasan alat pengering, tetapi juga ketergantungan terhadap cuaca, gangguan pascabencana, risiko penurunan mutu, serta hambatan distribusi dan pemasaran. Karena itu, intervensi diarahkan tidak hanya pada penyediaan teknologi, tetapi juga pada penguatan kapasitas perempuan petani dalam pengoperasian, perawatan, dan pengelolaan teknologi secara mandiri. Teknologi pengering berbasis energi surya kemudian ditempatkan sebagai bagian dari strategi pemulihan usaha pascabencana untuk menjaga kontinuitas pascapanen dan memperkuat kapasitas adaptif mitra.

Berdasarkan identifikasi awal, observasi lapangan, dan diskusi dengan mitra, kondisi pascapanen Kokowagayo sebelum intervensi dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Kondisi Awal Pascapanen Kokowagayo Sebelum Intervensi

Indikator	Kondisi Awal
Sistem pengeringan	Konvensional, bergantung pada sinar matahari
Waktu pengeringan	10–14 hari, hingga 18–25 hari saat musim hujan
Risiko mutu	Jamur, kadar air tidak seragam, dan penurunan mutu
Dampak cuaca/bencana	Panen, penjemuran, dan distribusi terganggu
Teknologi adaptif	Terbatas
SOP penggunaan dan perawatan	Belum tersedia

Sumber: Hasil observasi dan diskusi dengan mitra (2026)

Secara umum, kondisi tersebut menunjukkan bahwa kerentanan pascapanen bersumber dari kombinasi keterbatasan sarana, tingginya ketergantungan terhadap cuaca, gangguan distribusi pascabencana, dan belum terstandarnya pengelolaan teknologi.

3.1.2. Penerapan Teknologi Pengering Surya

Penerapan teknologi pengering berbasis energi surya dilakukan sebagai respons terhadap tingginya ketergantungan Kokowagayo pada penjemuran terbuka dan ketidakpastian cuaca. Teknologi diperkenalkan sebagai bagian dari perbaikan sistem pascapanen, bukan sekadar sebagai penggantian alat pengering. Proses implementasi diawali dengan penjelasan mengenai prinsip kerja, fungsi setiap komponen, prosedur pengoperasian, serta aspek keselamatan dan perawatan. Pendekatan ini penting agar perempuan petani memahami tidak hanya cara menggunakan alat, tetapi juga alasan teknis di balik pengaturan proses pengeringan.

Teknologi yang diterapkan menggunakan prinsip ruang pengering tertutup dengan pemanfaatan panas matahari dan sistem sirkulasi udara. Energi dari panel surya digunakan untuk mendukung kerja ventilasi atau exhaust fan, sehingga aliran udara di dalam ruang pengering dapat berlangsung lebih terkendali. Kopi yang telah disortasi ditempatkan pada lantai pengering dengan ketebalan hamparan yang relatif seragam, kemudian dibalik secara berkala untuk membantu pemerataan proses pengeringan. Penggunaan ruang tertutup juga mengurangi paparan terhadap hujan, debu, dan kontaminasi lingkungan. Prinsip serupa ditemukan dalam penerapan solar dryer pada kegiatan pengabdian lain yang menunjukkan bahwa sistem tertutup dapat membuat proses pengeringan lebih efisien, bersih, dan kurang bergantung pada kondisi cuaca.

Transfer teknologi dilakukan melalui penjelasan teknis, demonstrasi, dan praktik langsung. Perempuan petani diperkenalkan pada tahapan pemeriksaan awal alat, sistem ventilasi, pengaturan kopi pada rak, pemantauan proses pengeringan, hingga prosedur pembersihan dan perawatan. Metode berbasis praktik dipilih agar peserta tidak hanya menerima informasi secara teoritis, tetapi memperoleh pengalaman langsung dalam memahami prosedur penggunaan teknologi. Pendekatan learning by doing juga digunakan dalam penerapan Solar Dryer House pada kelompok petani lain dan dinilai penting untuk mempercepat transfer keterampilan serta adopsi teknologi.

Pelatihan juga dilengkapi dengan pengenalan SOP penggunaan dan perawatan sebagai pedoman operasional di tingkat koperasi. SOP membantu menyeragamkan proses kerja antaroperator, mulai dari pemeriksaan panel surya dan ventilasi, penataan kopi, pemantauan suhu dan kelembapan, hingga perawatan rutin. Dengan demikian, keberlanjutan teknologi tidak hanya bergantung pada kemampuan satu atau dua anggota, tetapi mulai diintegrasikan ke dalam sistem kerja koperasi. Hal ini penting karena pengalaman penerapan teknologi pengering kopi menunjukkan bahwa keberhasilan teknologi sangat dipengaruhi oleh peningkatan kapasitas pengguna dan pendampingan setelah alat diperkenalkan.

Penerapan teknologi dalam kegiatan ini karena itu menghasilkan dua bentuk perubahan awal. Pertama, mitra memperoleh alternatif sistem pengeringan yang lebih terlindungi dan terkontrol dibandingkan penjemuran terbuka. Kedua, perempuan petani mulai memperoleh pengetahuan dan keterampilan untuk mengoperasikan serta merawat teknologi secara lebih mandiri. Dalam konteks pemberdayaan, proses ini penting karena menempatkan perempuan tidak hanya sebagai pengguna akhir teknologi, tetapi sebagai aktor yang terlibat langsung dalam pengelolaan proses pascapanen di tingkat koperasi (lihat Gambar 4).

Gambar 4. Transfer teknologi pengering surya kepada perempuan petani Kokowagayo: (a) penjelasan teknis penggunaan dan perawatan alat, (b) keterlibatan perempuan petani dalam kegiatan pelatihan, Sumber: Dokumentasi tim pengabdian (2026)

3.1.3. Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Perempuan Petani

Peningkatan kapasitas perempuan petani menjadi salah satu hasil utama kegiatan pengabdian. Evaluasi dilakukan terhadap 25 peserta dengan membandingkan pemahaman dan

keterampilan sebelum dan sesudah pelatihan serta praktik langsung penggunaan teknologi pengering surya. Indikator yang dinilai meliputi pemahaman prinsip pengeringan, kemampuan mengoperasikan alat, pemahaman kontrol kadar air, dan kemampuan melakukan perawatan dasar. Hasil evaluasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perubahan Pengetahuan dan Keterampilan Perempuan Petani

Indikator	Sebelum	Sesudah
Memahami prinsip pengeringan	32% (8 orang)	88% (22 orang)
Mampu mengoperasikan alat	20% (5 orang)	80% (20 orang)
Memahami kontrol kadar air	24% (6 orang)	88% (22 orang)
Mampu melakukan perawatan	12% (3 orang)	76% (19 orang)

Sumber: Hasil evaluasi kegiatan pengabdian (2026)

Hasil evaluasi terhadap 25 peserta menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan setelah pelatihan dan praktik langsung. Pemahaman mengenai prinsip pengeringan meningkat dari 32% menjadi 88%, kemampuan mengoperasikan alat dari 20% menjadi 80%, pemahaman terhadap pengendalian kadar air dari 24% menjadi 88%, dan kemampuan melakukan perawatan dasar dari 12% menjadi 76%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa kegiatan tidak hanya memperkenalkan teknologi, tetapi juga memperkuat kemampuan perempuan petani dalam mengoperasikan, memantau, dan merawat teknologi pengering secara lebih mandiri.

Meski demikian, belum semua peserta mencapai kriteria yang ditetapkan. Setelah kegiatan, lima peserta (20%) belum mampu mengoperasikan alat dan enam peserta (24%) belum mampu melakukan perawatan dasar. Masing-masing tiga peserta (12%) juga belum memahami prinsip pengeringan dan pengendalian kadar air. Evaluasi hanya membandingkan kondisi sebelum dan sesudah pelatihan pada peserta yang sama tanpa kelompok pembanding, sehingga peningkatan tersebut dibaca sebagai indikasi peningkatan kapasitas dan bukan bukti dampak kausal pelatihan.

Proses tersebut diperkuat melalui praktik langsung yang membantu peserta memahami hubungan antara sirkulasi udara, ketebalan hamparan, pembalikan kopi, kadar air, dan mutu hasil pengeringan, sekaligus mengenalkan pemeriksaan panel surya, ventilasi, exhaust fan, kebersihan ruang pengering, dan perawatan rutin. Dalam konteks pemberdayaan, penguasaan teknologi ini dapat memperluas peran perempuan dari pelaksana kegiatan pascapanen menjadi pengguna teknologi. Dengan demikian, keberhasilan program tidak hanya ditunjukkan oleh tersedianya pengering surya, tetapi juga oleh meningkatnya keterampilan perempuan petani dalam pengelolaan pascapanen.

3.1.4. Efektivitas Teknologi terhadap Pengeringan Kopi

Efektivitas teknologi pengering surya dievaluasi dengan membandingkan proses pengeringan konvensional dan penggunaan pengering surya berdasarkan waktu pengeringan, kadar air akhir, ketergantungan terhadap cuaca, risiko kontaminasi, dan konsistensi hasil. Perbandingan ini digunakan untuk melihat kemampuan teknologi dalam menciptakan proses pengeringan yang lebih terkendali pada kondisi pascapanen yang sebelumnya sangat dipengaruhi oleh perubahan cuaca (lihat Tabel 4).

Tabel 4. Perbandingan Pengeringan Konvensional dan Pengering Surya

Indikator	Tradisional	Pengering Surya
Waktu pengeringan	12 hari	6 hari
Kadar air akhir	14,0%	11,8%
Ketergantungan terhadap cuaca	Tinggi	Lebih rendah
Risiko kontaminasi	Tinggi	Lebih rendah
Konsistensi hasil	Kurang seragam	Lebih seragam

Sumber: Hasil pengukuran kegiatan pengabdian (2026)

Catatan: waktu pengeringan dan kadar air akhir berupa angka hasil pengukuran, sedangkan tiga baris lainnya berupa penilaian deskriptif tanpa angka pengukuran.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penggunaan pengering surya memperpendek waktu pengeringan dari 12 hari menjadi 6 hari. Kadar air akhir pada pengeringan tradisional sekitar 14,0%, sedangkan pada pengering surya sekitar 11,8%. Kedua nilai tersebut tidak berakhir pada titik yang sama, sehingga selisih waktu belum dapat dibaca sebagai perbandingan yang setara. Syarat mutu umum biji kopi dalam SNI 01-2907-2008 menetapkan kadar air maksimal 12,5% (Suharto, Abidin & Pangestu, 2020). Dengan acuan tersebut, hasil pengeringan tradisional sebesar 14,0% berada di atas batas, sedangkan hasil pengering surya berada di bawahnya. Perbandingan ini bersifat indikatif dan perlu dibaca bersama keterbatasan bahwa titik akhir pengeringan kedua metode tidak sama.

Secara konseptual, ruang tertutup dan sirkulasi udara berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap kondisi cuaca serta paparan debu, hujan, dan kontaminan lingkungan (Duque-Dussán et al., 2023), tetapi manfaat ini tidak diukur langsung dalam kegiatan ini. Hasil pengeringan tampak lebih seragam berdasarkan pengamatan tim, yang diduga berkaitan dengan ketebalan hamparan dan pembalikan yang lebih terkontrol pada rak.

Hasil tersebut sejalan dengan penerapan Solar Dryer House di Desa Suanae yang mampu memperpendek waktu pengeringan kopi dari 7–10 hari menjadi 3–5 hari (Matoneng et al., 2025). Studi lain menunjukkan bahwa penggunaan greenhouse solar dryer dapat memperpendek waktu pengeringan dan memberikan proses yang lebih terkendali dibandingkan pengeringan terbuka, terutama ketika kondisi cuaca kurang mendukung (Meja et al., 2026). Dalam konteks Kokowagayo, temuan ini menunjukkan bahwa teknologi pengering surya berpotensi memperkuat kontinuitas proses pascapanen dengan mengurangi kerentanan pengeringan terhadap perubahan cuaca, terutama pada musim hujan dan kondisi pascabencana.

3.1.5. Penguatan Kapasitas Perempuan dan Implikasinya bagi Keberlanjutan Pascapanen Pascabencana

Penerapan teknologi pengering surya tidak hanya mengubah proses teknis pengeringan kopi, tetapi juga memperkuat kapasitas perempuan dalam pengelolaan pascapanen. Sebelum kegiatan, keterlibatan perempuan lebih banyak terfokus pada pekerjaan penjemuran, pembalikan, pemindahan, dan penanganan hasil. Melalui pelatihan dan praktik langsung, peran tersebut mulai berkembang menjadi pengguna teknologi. Perempuan petani dilatih untuk mengoperasikan alat, mengatur ketebalan hamparan kopi, melakukan pembalikan, memantau kondisi pengeringan, serta melakukan pembersihan dan perawatan dasar. Dengan keterampilan tersebut, perempuan memiliki pengetahuan untuk menjalankan proses pengeringan secara lebih terkontrol.

Penguatan kapasitas tersebut didukung dengan penyediaan SOP penggunaan dan perawatan sebagai pedoman operasional. SOP menjadi instrumen penting untuk membantu agar pengetahuan yang diperoleh selama pelatihan dapat diterapkan secara konsisten setelah kegiatan pengabdian selesai. Pembagian tanggung jawab juga mulai diarahkan pada pengelolaan bersama di tingkat koperasi, termasuk pemeriksaan alat, kebersihan ruang pengering, pemantauan ventilasi dan exhaust fan, serta pemeriksaan panel surya dan komponen pendukung lainnya. Dengan adanya pedoman dan pembagian tugas yang jelas, pengoperasian teknologi diarahkan agar tidak sepenuhnya bergantung pada tim pengabdian.

Dalam konteks pemberdayaan, peningkatan keterampilan mengoperasikan dan merawat alat merupakan modal awal bagi perempuan untuk berperan dalam pengelolaan teknologi pascapanen. Namun, kegiatan ini belum mengevaluasi perubahan peran perempuan dalam pengambilan keputusan, sehingga klaim pemberdayaan dibatasi pada peningkatan pengetahuan dan keterampilan teknis yang terukur pada Tabel 2.

Penguasaan teknologi ini relevan dengan kebutuhan pemulihan usaha setelah bencana. Curah hujan tinggi dan cuaca ekstrem membuat proses pengeringan sulit diprediksi dan berisiko mengganggu kontinuitas pascapanen. Pengering surya menyediakan alternatif pengeringan yang lebih terlindungi, sedangkan kemampuan operator memungkinkan alat tersebut dijalankan tanpa

selalu bergantung pada tim pengabdian. Kombinasi keduanya berpotensi mendukung keberlangsungan proses pascapanen ketika terjadi gangguan lingkungan, meskipun kontribusinya terhadap volume produksi koperasi masih terbatas karena kapasitas alat yang kecil.

Pada dimensi ekonomi, kegiatan ini belum mengukur perubahan pendapatan maupun kerugian usaha. Karena itu, kontribusi teknologi terhadap ketahanan ekonomi belum dapat disimpulkan dan perlu dikaji pada kegiatan lanjutan melalui pencatatan hasil, mutu, dan penjualan kopi. Sedangkan pada tingkat kelembagaan, ketersediaan teknologi, perempuan petani yang telah mendapatkan pelatihan, SOP penggunaan dan perawatan, serta pembagian tanggung jawab menjadi modal awal bagi koperasi untuk mengelola teknologi secara lebih terstandar. Teknologi tidak ditempatkan sebagai fasilitas bantuan yang berdiri sendiri, tetapi mulai diintegrasikan ke dalam pengelolaan pascapanen Kokowagayo.

Dengan demikian, teknologi pengering surya dalam program ini berfungsi lebih luas daripada sekadar mempercepat pengeringan. Teknologi menjadi bagian dari upaya pemulihan mata pencaharian (*Livelihood Recovery*) dan penguatan kapasitas adaptif perempuan petani pascabencana, dengan catatan bahwa capaian yang terukur masih terbatas pada keterampilan peserta dan kinerja pengeringan (lihat Gambar 5).

Gambar 5. Penyerahan SOP penggunaan dan perawatan teknologi pengering sebagai bagian dari penguatan kemandirian mitra
Sumber: Dokumentasi tim pengabdian (2026)

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian ini menerapkan pengering surya sebagai solusi pascapanen bagi perempuan petani kopi yang tergabung dalam Kokowagayo di Kabupaten Bener Meriah, disertai pelatihan, demonstrasi, praktik langsung, pendampingan, serta penyusunan SOP penggunaan dan perawatan. Evaluasi terhadap 25 peserta menunjukkan peningkatan kemampuan mengoperasikan alat dari 20% menjadi 80% dan kemampuan melakukan perawatan dasar dari 12% menjadi 76%. Pemahaman prinsip pengeringan meningkat dari 32% menjadi 88% dan pemahaman kontrol kadar air dari 24% menjadi 88%. Dari sisi kinerja alat, pengering surya mencapai kadar air akhir 11,8% dalam 6 hari, sedangkan pengeringan tradisional mencapai 14,0% dalam 12 hari. Perbandingan ini masih terbatas karena titik akhir pengeringan kedua metode tidak sama.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa penerapan teknologi tepat guna yang disertai pelatihan dapat meningkatkan keterampilan perempuan petani dalam mengoperasikan dan merawat teknologi pascapanen. Dalam konteks pascabencana, kombinasi teknologi adaptif dan peningkatan keterampilan operator berpotensi mendukung kontinuitas proses pascapanen.

Perubahan peran perempuan dalam pengambilan keputusan, pendapatan, dan kerugian usaha belum dievaluasi dan perlu dikaji pada kegiatan lanjutan.

Tindak lanjut diarahkan pertama-tama pada lima peserta yang belum mampu mengoperasikan alat dan enam peserta yang belum mampu melakukan perawatan dasar, misalnya melalui praktik ulang dengan pendampingan dan penggunaan lembar periksa berdasarkan SOP. Tindak lanjut berikutnya meliputi penerapan SOP secara konsisten, monitoring berkala terhadap kadar air dan mutu hasil pengeringan, serta perluasan penggunaan teknologi kepada lebih banyak anggota koperasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia (Kemdiktisaintek) atas dukungan pendanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui Skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat berdasarkan nomor kontrak: 049/UN59.L1/AL.04/PM/202. Apresiasi juga disampaikan kepada Koperasi Kopi Wanita Gayo (Kokowagayo) dan Universitas Teuku Umar yang telah mendukung pelaksanaan kegiatan pengabdian.

DAFTAR PUSTAKA

Abreu, D. J. M. de, Lorenço, M. S., Machado, G. G. L., Silva, Joana Moratto Azevedo, E. C. de, & Carvalho, E. E. N. (2025). Influence of Drying Methods on the Post-Harvest Quality of Coffee: Effects on Physicochemical, Sensory, and Microbiological Composition. *Foods*, *14*(9), 1463. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods14091463

Achandi, E. L., Mujawamariya, G., Agboh-Noameshie, A. R., Gebremariam, S., Rahalivavololona, N., & Rodenburg, J. (2018). Women's access to agricultural technologies in rice production and processing hubs: A comparative analysis of Ethiopia, Madagascar and Tanzania. *Journal of Rural Studies*, *60*, 188–198. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.03.011

Aryal, J. P., Farnworth, C. R., Khurana, R., Ray, S., Sapkota, T. B., & Rahut, D. B. (2020). Does women's participation in agricultural technology adoption decisions affect the adoption of climate-smart agriculture? Insights from Indo-Gangetic Plains of India. *Review of Development Economics*, *24*(3), 973–990. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/rode.12670

Chambers, R. (1994). Participatory rural appraisal (PRA): Challenges, potentials and paradigm. *World Development*, *22*(10), 1437–1454. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90030-2

CNN Indonesia. (2026). Mentan Siapkan Rp40 M Bangun Pembibitan Kopi Gayo Usai Bencana Aceh. *CNN Indonesia*. https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20260506143058-92-1355756/mentan-siapkan-rp40-m-bangun-pembibitan-kopi-gayo-usai-bencana-aceh

Duque-Dussán, E., Sanz-Uribe, J. R., & Banout, J. (2023). Design and evaluation of a hybrid solar dryer for postharvesting processing of parchment coffee. *Renewable Energy*, *215*, 118961. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.118961

Ecocert SAS. (2015). *Koperasi Kopi Wanita Gayo (Kokowagayo)*. Addenda to the Certificate. https://certificat.ecocert.com/company/30A3776E-95FD-4502-AADE-CD7C1903D843

Fairtrade NAPP. (2026). *Women Brewing Change in the Highlands of Gayo, Indonesia (atau The Fairtrade Premium Impact Story of Koperasi Kopi Wanita Gayo (KKWG))*. https://www.fairtrade.net/napp-en/Fairtrade_NAPP/impact/impact-stories-/Kokowagayo.html

Hajad, V., Ikhsan, & Ashwad, H. (2025). *Kopi dan keadilan : perempuan petani di tengah patriarki industri kopi*. DEEPUBLISH.

Hidrobo, M., Kosec, K., Gartaula, H. N., Van Campenhout, B., & Carrillo, L. (2024). Making complementary agricultural resources, technologies, and services more gender-responsive.

Global Food Security, *42*, 100778. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100778

InterAmericanCoffee. (2015). *Indonesia Sumatra Kokowagayo Fairtrade Organic*. Café Femenino. https://doi.org/https://interamericancoffee.com/indonesia-sumatra-kokowagayo-fairtrade-organic/

Kebede, A. Y., Tigabu, M. T., Admase, A. T., & Bezie, A. J. (2023). Performance evaluation of diminutive solar dryer for drying of green coffee beans: In Ethiopian highlands. *Case Studies in Thermal Engineering*, *65*, 105653. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.105653

Lecoutere, E. (2017). The impact of agricultural co-operatives on women's empowerment: Evidence from Uganda. *Journal of Co-Operative Organization and Management*, *5*(1), 14–27. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcom.2017.03.001

Maake, M. M. S., & Antwi, M. A. (2022). Farmer's perceptions of effectiveness of public agricultural extension services in South Africa: An exploratory analysis of associated factors. *Agriculture & Food Security*, *11*(34). https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40066-022-00372-7

Matoneng, O. W., Keraf, F. M. P., Gellu, L. P., Feka, G. P. W. V, Yuniti, I. G. A. D., Sukanteri, N. P., & Yuesti, A. (2025). Implementasi teknologi tepat guna solar dryer house dan peningkatan mutu dan nilai tambah kopi rakyat di Desa Suanae. *Mejuajua: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, *5*(2), 275–287. https://doi.org/https://doi.org/10.52622/mejuajuajabdimas.v5i2.289

Meja, E. M., Dubbe, S. K., Bekele, A., Adaramola, M. S., & Wolde, K. F. (2026). Techno-economic assessment of a greenhouse solar coffee dryer: A case of Coffea arabica L. in Ethiopia. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *28*(5), 133. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10098-026-03484-x

Nouatin, F. G., Gouroubera, M. W., & Moumouni-Moussa, I. (2025). Fostering farmers' innovativeness through training and extension approaches: A systematic literature review. *International Journal of Innovation Studies*, *9*(3), 284–300. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijis.2025.07.004

Peñuela-Martínez, A. E., Hower-García, I. P., Guerrero, A., Agudelo-Laverde, L. M Betancourt-Rodríguez, H., & Martínez-Giraldo, J. (2023). Physical, Sensorial, and Physicochemical Characteristics of Arabica Coffee Dried under Two Solar Brightness Conditions. *Processes*, *11*(10), 3016. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pr11103016

Pineda, J. A., Piniero, M., & Ramírez, A. (2019). Coffee production and women's empowerment in Colombia. *Human Organization*, *78*(1), 64–74. https://doi.org/https://doi.org/10.17730/0018-7259.78.1.64

Somanje, A. N., Mohan, G., & Saito, O. (2021). Evaluating farmers' perception toward the effectiveness of agricultural extension services in Ghana and Zambia. *Agriculture & Food Security*, *10*(53). https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40066-021-00325-6

Suharto, Abidin, Z., & Pangestu, A. (2020). Rancang bangun mesin wet hulling kopi dengan penggerak motor diesel 30 HP. *ELEMEN: Jurnal Teknik Mesin*, *7*(2), 108–114. https://doi.org/https://doi.org/10.34128/je.v7i2.152

Sutarmin, Umroh, S. B., Nur, I. A., Rastuti, U., Nurmeilinda, K., Saputra, S., & Anjani, M. (2024). Penerapan teknologi green house kopi arabika dalam upaya kemandirian ekonomi Desa Sridadi Kecamatan Sirampog. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, *6*(11), 405–413. https://doi.org/https://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jpkm/article/view/4257

Usman, F. (2025). Ketua PN Simpang Tiga Redelong, Aceh: Operasional Kantor Lumpuh Total! *Dandapala*. https://dandapala.com/article/detail/ketua-pn-simpang-tiga-redelong-aceh-operasional-kantor-lumpuh-total

Yoshioka Vargas, A. M., Finke, J., Victoria Morales, M. I., Girón Cruz, L. E., Alegría Castellanos, A., Gómez Florez, G. A., & Mejía Posada, L. (2023). Factors influencing the empowerment of

Vol. 6, No. 6, November 2026, Hal. 6461-6476
DOI: https://doi.org/10.54082/jamsi.3430

women coffee growers in southern Colombia. *Cogent Social Sciences*, *9*(1), 2204633. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2204633

Zakaria, A., Azumah, S. B., Appiah-Twumasi, M., & Dagunga, G. (2020). Adoption of climate-smart agricultural practices among farm households in Ghana: The role of farmer participation in training programmes. *Technology in Society*, *63*, 101338. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101338

Zziwa, A., Sempiira, J. E., Kizito, S. S., Kabenge, I., & Soddo, P. (2025). Accelerating coffee drying with innovation: Performance evaluation of a sensor-controlled hybrid solar-biomass powered dryer for coffee drying in Uganda. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *82*, 104507. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.seta.2025.104507

Vol. 6, No. 6, November 2026, Hal. 6461-6476
DOI: https://doi.org/10.54082/jamsi.3430

Halaman ini dikosongkan