

Received: April 2026	Accepted: Juni 2026	Published: Juli 2026
Article DOI: http://dx.doi.org/10.24903/jam.v10i02.3943		

Implementasi Alat Pengering Kopi Berbasis Mikrokontroler sebagai Solusi Kendala Mikroklimat pada BUMDesa Barokah, Desa Ngebel, Ponorogo

Anggara Wiyono Wit Saputra
Universitas Brawijaya, Malang
anggara.wws@ub.ac.id

Sugiarto
Universitas Brawijaya, Malang
Sugik_mlg@ub.ac.id

Denny Widhiyanuriyawan
Universitas Brawijaya, Malang
denny_w@ub.ac.id

Langgeng Setyono
Universitas Brawijaya, Malang
langsetyono@ub.ac.id

Arief Budi Nugroho
Universitas Brawijaya, Malang
cakarief@ub.ac.id

Abstrak

Desa Ngebel di lereng Gunung Wilis memiliki potensi kopi Robusta yang besar, namun terkendala oleh tingginya kelembapan udara dan anomali cuaca yang menyebabkan proses pengeringan konvensional memakan waktu hingga 14 hari dengan kadar air yang tidak stabil, sehingga menurunkan kualitas citarasa biji kopi. Pengabdian ini hadir sebagai solusi melalui intervensi teknologi yang terbukti mampu mereduksi waktu pengeringan secara signifikan menjadi hanya 3–4 hari sekaligus menjaga konsistensi kadar air akhir pada standar optimal 12%. Pengabdian ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi tepat guna berupa alat pengering kopi Smart Dryer Box berbasis mikrokontroler Arduino Uno sebagai solusi standarisasi proses pascapanen kopi. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) yang diterapkan secara nyata mulai dari tahap identifikasi kebutuhan bersama dan pemetaan kendala mikroklimat bersama pengurus BUMDesa, pengambilan keputusan partisipatif terkait spesifikasi desain kapasitas Smart Dryer Box, hingga proses instalasi perangkat serta pelatihan teknis operasional bagi operator di BUMDesa Barokah. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa Smart Dryer Box mampu menstabilkan suhu ruang pengering pada rentang 45°C hingga 50°C secara otomatis, yang secara signifikan mereduksi durasi pengeringan dari sekitar 2 minggu menjadi hanya 3-4 hari tanpa tergantung cuaca. Analisis data terhadap performa alat membuktikan bahwa perangkat ini dirancang efektif untuk mengejar target kadar air biji kopi pada standar 12% secara konsisten melalui simulasi durasi pengeringan yang terukur tanpa tergantung pada sinar matahari. Selain itu, berdasarkan evaluasi performa kerja melalui indikator praktik, mitra menunjukkan tingkat pemahaman sebesar 85% yang diukur dari keberhasilan pengoperasian mandiri sistem otomatisasi serta ketepatan dalam melakukan prosedur perawatan alat. Kesimpulannya, hilirisasi

teknologi otomatisasi ini berhasil meningkatkan efisiensi produksi dan menjamin mutu kopi Robusta Wilis yang berkelanjutan. Program ini memberikan dampak nyata pada penguatan daya saing ekonomi desa melalui modernisasi infrastruktur pertanian berbasis digital.

Kata Kunci: *alat pengering kopi, arduino uno, kopi wilis, mikrokontroler, smart dryer box.*

Pendahuluan

Pengeringan biji kopi merupakan tahapan krusial dalam rangkaian pengolahan kopi menjadi produk bubuk yang berkualitas (Santoso & Egra, 2018). Menurut BSN (BSN, 2008), proses pengeringan sangat menentukan mutu akhir biji kopi karena bertujuan untuk mereduksi kadar air hingga mencapai titik tertentu guna menjaga stabilitas kualitas produk serta mencegah kontaminasi mikroorganisme (Andini Putri Agustin et al., 2025). Secara tradisional, pengolahan dimulai dengan pemetikan buah kopi yang telah matang, yang kemudian dijemur di ruang terbuka dengan memanfaatkan radiasi matahari hingga kulit luarnya mengering (Deni Hidayat & Siti Nur Istiqomah, 2025). Namun, pada daerah dengan elevasi tinggi seperti Desa Ngebel di Kabupaten Ponorogo, karakteristik suhu yang cenderung rendah dan kelembapan udara yang tinggi membuat panas matahari tidak maksimal dalam menarik molekul air dari dalam biji kopi. Secara umum, proses pengeringan kopi konvensional yang bergantung pada radiasi matahari memerlukan waktu berkisar antara 5 hingga 7 hari untuk menurunkan kadar air ke tingkat 18–20% sebelum pengupasan kulit tanduk, yang kemudian dilanjutkan selama 8–10 jam hingga mencapai kadar air ideal 11–12,5% (Silaban et al., 2020). Namun, tantangan besar muncul saat memasuki musim penghujan di mana durasi pengeringan dapat membengkak hingga 1–2 minggu, yang sering kali memicu pertumbuhan jamur (mold) serta fermentasi yang tidak diinginkan pada biji kopi. Kondisi ini diperparah oleh karakteristik iklim spesifik Desa Ngebel di lereng Gunung Wilis yang didominasi oleh kelembapan udara tinggi dan seringnya terjadi tutupan kabut tebal yang berdampak terhadap waktu pengeringan tradisional di lokasi mitra yang menjadi sangat tidak efisien dan secara konstan tertahan pada durasi maksimal mencapai dua minggu (14 hari). Durasi yang lebih panjang di wilayah mitra ini jauh melampaui batas ideal pengeringan efektif, sehingga berimplikasi langsung pada penurunan mutu organoleptik serta peningkatan risiko kontaminasi mikroba (Hale et al., 2022; Lilia et al., 2021; Nafisah et al., 2023).

Dalam upaya meningkatkan efisiensi pascapanen tersebut, berbagai inovasi teknologi pengeringan telah banyak dikembangkan sebagai komparasi penyelesaian masalah. Metode pengasapan, misalnya, mampu mempersingkat durasi pengeringan secara signifikan hingga menjadi hanya 9 jam (Alhabsyi et al., 2021). Selain itu, sistem pengering hybrid yang menggabungkan energi biomassa dengan radiasi matahari dapat memangkas waktu pengeringan dari 7 hari menjadi 4 hari (Chan et al., 2020). Inovasi lainnya juga mencakup penggunaan oven pengering dengan pemanas ganda (Silaban et al., 2020), sistem konveksi paksa (Sary, 2017), hingga pemanfaatan energi buang kondensor (Andini Putri Agustin et al., 2025). Memasuki era digitalisasi, otomatisasi alat pengering kini mulai mengadopsi sistem berbasis mikrokontroler (Maulana et al., 2018) serta teknologi Internet of Things (IoT) untuk pemantauan parameter secara presisi (Deni Hidayat & Siti Nur Istiqomah, 2025; Putra et al., 2023). Meskipun opsi teknologi berskala industri besar atau berbasis IoT menawarkan otomatisasi tingkat tinggi, penerapannya di tingkat BUMDesa sering kali terkendala oleh tingginya biaya investasi awal, kompleksitas pemeliharaan komponen, serta ketergantungan pada stabilitas jaringan internet yang kerap tidak stabil di wilayah dataran tinggi. Oleh karena

itu, di antara berbagai opsi tersebut, teknologi pengering otomatis berbasis mikrokontroler mandiri (*offline*) dipilih sebagai solusi paling rasional untuk diterapkan di BUMDesa Barokah Barokah. Pilihan ini diambil karena sistem mikrokontroler mampu menawarkan keseimbangan optimal antara efisiensi biaya, kemudahan operasional bagi masyarakat awam, dan akurasi kendali suhu yang andal dalam menjaga stabilitas iklim mikro ruang pengering secara mandiri tanpa memerlukan intervensi jaringan internet di wilayah lereng gunung.

Implementasi teknologi pengeringan di Desa Ngebel menjadi sangat mendesak karena beberapa alasan strategis yang saling berkesinambungan. Pertama, intervensi teknologi diperlukan untuk optimalisasi waktu produksi; dengan adanya alat pengering sistem hybrid maupun berbasis mikrokontroler, kontinuitas produksi dapat terjamin tanpa terhambat oleh minimnya paparan sinar matahari, terutama pada musim penghujan. Kedua, teknologi ini berperan vital dalam peningkatan standar mutu guna menembus pasar kopi spesialti (*specialty coffee*) yang mensyaratkan konsistensi kadar air sebesar 8–12.5% sebagai syarat mutlak (ICC, 2002; Reh et al., 2006), yang mana nilai tersebut telah memenuhi standar mutu umum perdagangan nasional dengan batas kadar air maksimal sebesar 12.5% berdasarkan SNI 01-2907-2008 (BSN, 2008). Keterlambatan dalam mencapai kadar air standar akibat proses yang berkepanjangan selama dua minggu menciptakan lingkungan ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme patogen dan risiko fermentasi tidak terkendali yang menghasilkan aroma tidak diinginkan (*off-flavor*). Terakhir, langkah ini menjadi bagian dari modernisasi ekonomi lokal melalui digitalisasi proses pascapanen yang memberikan nilai tambah ekonomi signifikan sehingga komoditas kopi Wilis di Desa Ngebel memiliki daya saing yang lebih kuat di pasar nasional maupun internasional.

Dengan mempertimbangkan kesenjangan antara potensi alam dan kendala teknis yang ada, pengabdian masyarakat ini menawarkan solusi berupa implementasi alat pengering kopi otomatis berbasis mikrokontroler yang dirancang khusus untuk beradaptasi dengan iklim mikro ekstrem Desa Ngebel. Berbeda dari pengabdian atau studi implementasi alat pengering terdahulu yang umumnya berfokus pada efisiensi termal semata atau sistem berbasis internet (*Internet of Things*) yang rentan malfungsi di area blank spot, artikel ini menawarkan kebaruan pada integrasi sistem kendali mandiri (*offline architecture*) yang berbiaya rendah (*cost-effective*) dikombinasikan dengan pendekatan tata kelola partisipatif bersama BUMDesa guna menjamin keberlanjutan teknologi secara mandiri oleh masyarakat lokal. Melalui penerapan teknologi pengeringan—baik melalui sistem mekanis maupun berbasis otomatisasi mikrokontroler, diharapkan mampu memangkas waktu pengeringan secara signifikan dibandingkan metode konvensional. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mengimplementasikan alat pengering tersebut guna membantu petani menjamin stabilitas kualitas biji kopi sesuai standar nasional serta meminimalkan risiko kehilangan hasil (*post-harvest losses*). Kegiatan pengabdian ini bertujuan langsung untuk menyediakan solusi aplikatif dalam menjaga konsistensi kualitas mutu fisik biji kopi serta meningkatkan produktivitas pascapanen mitra. Melalui pencapaian target tersebut, program ini dalam jangka panjang berpotensi memberikan dampak yang lebih luas terhadap penguatan kesejahteraan ekonomi sekaligus mewujudkan kemandirian komunitas petani kopi Wilis di Desa Ngebel.

Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini difokuskan pada penguatan kapasitas BUMDesa Barokah di Desa Ngebel, Kabupaten Ponorogo, sebagai pengelola utama unit usaha

pascapanen kopi melalui penerapan metode *Participatory Rural Appraisal* (PRA). Pendekatan PRA ini diwujudkan secara nyata melalui pelibatan aktif pengurus BUMDesa dan tokoh petani sejak tahap pemetaan masalah rantai pasok kopi lokal, diskusi kelompok untuk menyepakati desain kapasitas alat pengering, hingga uji coba operasional mandiri guna memastikan transfer teknologi berjalan secara partisipatif. Pemilihan BUMDesa Barokah sebagai sasaran strategis bertujuan untuk menciptakan sistem pengolahan kopi khususnya kopi Wilis yang terpusat dan profesional di tingkat desa. Kegiatan dilaksanakan selama tujuh bulan dengan melibatkan tim PKM Doktor Mengabdi UB yang berperan sebagai fasilitator aplikasi teknologi dan pendamping manajemen operasional dalam pemasaran kopi Wilis.

Dalam pelaksanaannya, program pengabdian ini melibatkan total 18 orang peserta aktif yang terdiri dari 4 orang aparat Desa Ngebel termasuk kepala desa Ngebel selaku fasilitator kebijakan lokal, 3 orang pengurus inti BUMDesa Barokah, 4 orang yang dilatih secara intensif sebagai operator utama teknologi pengering, 5 orang perwakilan dari kelompok tani kopi Wilis yang bertindak sebagai pemasok bahan baku sekaligus mitra pelaksana pemetaan masalah pascapanen, serta 2 orang mitra pendamping pemasaran produk kopi. Tim bertanggung jawab penuh dalam perancangan sistem alat pengering, instalasi teknologi alat pengering, hingga pelatihan perawatan dan operasi alat untuk memastikan keberlanjutan alat pengering *smart dry box* yang dihibahkan.

Tahapan pelaksanaan pengabdian yang dilaksanakan selama 7 bulan mulai bulan Juni 2025 ini disusun secara sistematis melalui empat fase utama yang melibatkan kolaborasi aktif antara tim pengabdian Doktor Mengabdi (DM) Universitas Brawijaya, pengurus BUMDesa Barokah, dan kelompok tani lokal. Fase pertama adalah persiapan (Bulan ke-1 s.d. ke-2) yang diisi dengan kegiatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) berupa pemetaan kendala iklim mikro bersama tokoh petani, serta pelaksanaan diskusi bersama pengurus inti BUMDesa untuk menyepakati spesifikasi teknis alat. Luaran dari fase awal ini adalah desain kapasitas Smart Dryer Box yang sesuai kebutuhan lapangan. Fase kedua adalah implementasi (Bulan ke-3 s.d. ke-5), yang kegiatannya difokuskan pada perakitan sistem kendali otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno serta instalasi fisik perangkat pengering di BUMDesa Barokah. Proses instalasi ini dikerjakan oleh tim teknis pengabdian dibantu oleh mahasiswa, dengan luaran berupa satu unit alat pengering otomatis yang siap beroperasi mengatur suhu dan sirkulasi udara secara mandiri. Fase ketiga adalah pendampingan (Bulan ke-6), yang direalisasikan melalui kegiatan pelatihan intensif operasional alat dan *transfer of knowledge* mengenai prosedur pemeliharaan perangkat, serta edukasi penentuan ambang batas kadar air biji kopi (target konstan 12%). Pihak yang terlibat pada fase ini adalah tim pengabdian selaku fasilitator dan 4 orang operator terpilih dari BUMDesa Barokah, dengan luaran berupa dokumen panduan teknis (standard operating procedure/SOP). Akhirnya, fase keempat adalah evaluasi (Bulan ke-7) yang diisi dengan kegiatan penilaian unjuk kerja (performance assessment) untuk menguji kemandirian operator dalam mengoperasikan alat tanpa pendampingan. Evaluasi ini dilakukan bersama oleh tim pengabdian dan manajemen BUMDesa, dengan luaran berupa data peningkatan literasi teknologi mitra sebesar 85% serta dokumen Berita Acara Serah Terima (BAST) aset teknologi guna menjamin keberlanjutan unit usaha BUMDesa di Desa Ngebel. Dalam prosesnya, rancangan pengujian efektivitas alat dilakukan melalui metode eksperimen komparatif selama 4 hari operasional penuh dengan melibatkan tim pengabdian dan operator BUMDesa Barokah. Pengujian ini mengomparasikan performa pengeringan secara simultan antara metode konvensional (penjemuran matahari terbuka) dan metode intervensi menggunakan Smart Dryer

Box terhadap masing-masing 10 kg buah kopi hasil panen lokal. Parameter yang diuji meliputi kestabilan suhu ruang pengering otomatis (target 45°C–50°C) dan pencapaian tingkat kekeringan fisik biji kopi secara berkala. Luaran dari pengujian ini adalah data validasi performa alat yang membuktikan keberhasilan pemangkas waktu jemur dari dua minggu (14 hari) menjadi hanya 3–4 hari dengan kondisi pengeringan yang stabil dan terkontrol.

Sementara itu, secara manajerial, indikator kemandirian operator dan peningkatan literasi teknologi mitra dinilai melalui metode observasi unjuk kerja (performance assessment). Evaluasi ini dilakukan secara langsung oleh tim pengabdian untuk mengukur tingkat keberhasilan operator yang juga pengurus BUMDesa dalam mengoperasikan komponen sistem kontrol mikrokontroler secara mandiri tanpa pendampingan, ketepatan melakukan prosedur perawatan berkala, serta kemampuan manajerial mereka dalam menyusun jadwal produksi pengeringan kopi yang lebih terukur berdasarkan kapasitas alat. Melalui integrasi tahapan ini, program diharapkan tidak hanya memberikan solusi teknologi sesaat, tetapi juga menciptakan kemandirian teknologi serta mendorong BUMDesa untuk mampu bertransformasi menjadi unit usaha desa yang profesional dan memiliki daya saing tinggi.

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat di Desa Ngebel diawali dengan instalasi teknologi alat pengering kopi berbasis kendali secara otomatis menggunakan sistem mikrokontroler arduino uno pada unit produksi kopi BUMDesa Barokah. Tahap awal kegiatan dilakukan dengan pemasangan sistem kontrol berbasis Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembapan di dalam ruang pengering secara otomatis. Perangkat ini dirancang untuk mengatasi kendala pengeringan akibat cuaca pegunungan yang tidak menentu. Hasil observasi menunjukkan bahwa sebelum adanya intervensi teknologi, pihak BUMDesa dan petani setempat mengelola pascapanen kopi dengan ketergantungan penuh pada cuaca, yang mengakibatkan proses produksi terhenti sepenuhnya saat musim penghujan. Setelah implementasi alat, dilakukan pemantauan terhadap perubahan karakteristik operasional yang disajikan secara mendalam pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Karakteristik Operasional Pengeringan Sebelum dan Sesudah Implementasi Teknologi Berbasis Smart Dryer Box

Indikator Perbandingan	Metode Konvensional (Lantai Jemur)	Metode Intervensi (Smart Dryer Box)
Mekanisme Termal	Radiasi matahari tidak menentu	Heating element terkontrol sensor
Sistem Sirkulasi	Pasif (Bergantung angin alami)	Aktif (Exhaust fan otomatis)
Higienitas Produk	Risiko kontaminasi debu & hewan	Ruang tertutup stainless steel food grade
Durasi Pengeringan	7 hingga 14 hari	3-4 hari (Kontinu)
Kontrol Kadar Air	Manual (Berdasarkan estimasi)	Digital (Sensor DHT22 / Humidity)
Stabilitas Suhu	Mengikuti fluktuasi cuaca	Konstan pada rentang 45°C–50°C
Ketergantungan Cuaca	Sangat Tinggi; proses	Rendah; proses tetap

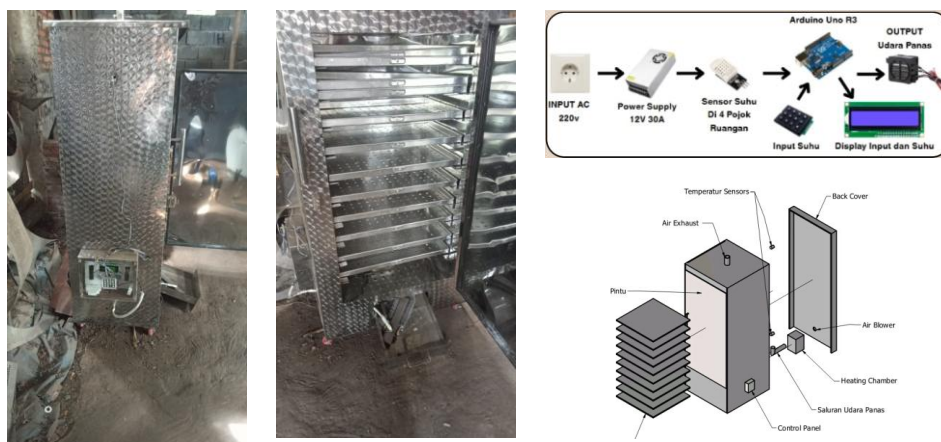
Pemantauan Parameter	pengeringan terhenti total saat terjadi hujan atau kabut tebal. Bersifat manual; hanya berdasarkan perkiraan visual dan sentuhan tangan pada biji kopi.	berjalan secara kontinu dengan bantuan sistem pemanas tambahan. Bersifat digital; data suhu dan kelembapan terpantau melalui lcd display
Risiko Kontaminasi	Tinggi; biji kopi rentan terpapar debu, polusi lingkungan, serta pertumbuhan jamur.	Rendah; pengeringan dilakukan dalam ruang tertutup dengan sirkulasi udara yang tersaring.
Estimasi Waktu	Tidak Menentu; durasi penjemuran sering kali tidak terprediksi dan mencapai 14 hari.	Terprediksi; durasi pengeringan menjadi stabil dan dapat diselesaikan dalam waktu 3-4 hari.

Berdasarkan perbandingan kolom per kolom pada Tabel 1, terlihat adanya transformasi signifikan pada manajemen pascapanen kopi di BUMDesa Barokah setelah implementasi teknologi. Bukti transformasi ini tecermin nyata pada efisiensi alur kerja operator, di mana tahapan pembalikan biji kopi secara manual di lahan terbuka yang menguras energi kini digantikan oleh sistem pemantauan terpusat pada panel kontrol Smart Dryer Box. Selain itu, ketergantungan pada fluktuasi cuaca yang semula membuat proses pengeringan tidak menentu (berkisar 7 hingga 14 hari) berhasil dieliminasi menjadi jadwal produksi yang pasti dan terukur, yakni stabil pada durasi 3–4 hari per siklus pengeringan.

Evaluasi terhadap aspek manajerial difokuskan pada pengukuran tingkat literasi teknologi dan kemandirian mitra dalam mengadopsi teknologi Smart Dryer Box. Mengingat karakteristik mitra di lapangan, evaluasi tidak menggunakan instrumen tes tertulis berupa pre-test dan post-test, melainkan dinilai melalui metode observasi unjuk kerja (*performance assessment*) yang terstruktur. Kegiatan pelatihan teknis dan manajemen operasional ini diikuti secara intensif oleh 4 (empat) orang operator utama yang merupakan pengurus dari unit usaha pascapanen BUMDesa Barokah. Keempat operator ini dipilih secara selektif karena memegang tanggung jawab langsung terhadap keberlanjutan operasional alat dan proses pengolahan pascapanen kopi pascaprogram pengabdian selesai. Tingkat literasi teknologi mitra diukur secara berkala berdasarkan 4 (empat) indikator kompetensi praktik utama. Indikator tersebut meliputi kemampuan mengidentifikasi fungsi komponen elektronik utama seperti sensor suhu, aktuatur/pemanas, dan mikrokontroler (I-1); kemampuan mengoperasikan sistem kendali otomatis yang mencakup proses menghidupkan alat, mengatur parameter suhu target, serta membaca tampilan layar LCD (I-2); kemampuan melakukan perawatan preventif berkala seperti membersihkan ruang pengering dan mendeteksi anomali fungsi sensor secara dini (I-3); serta kemampuan manajerial dalam menyusun jadwal sirkulasi dan kapasitas produksi pengeringan kopi harian (I-4). Hasil tabulasi data dari evaluasi praktik unjuk kerja ini menunjukkan adanya lompatan pemahaman yang sangat signifikan dari awal pelatihan hingga fase akhir pendampingan. Pada awal pelatihan, ketidakbiasaan mitra terhadap teknologi digital tecermin dari rendahnya capaian indikator, di mana pemahaman indikator I-1 (identifikasi komponen) hanya sebesar 10%, I-2 (operasional sistem kontrol) sebesar 10%, I-3 (perawatan

preventif) berada pada angka 10%, dan I-4 (manajemen jadwal produksi) sebesar 30%, yang menghasilkan rata-rata kesiapan awal mitra hanya sebesar 15%. Namun, setelah melalui serangkaian simulasi dan pendampingan intensif, pada akhir fase pendampingan terjadi peningkatan drastis dengan capaian I-1 melonjak menjadi 90%, I-2 mencapai 90%, I-3 meningkat ke angka 80%, dan I-4 berada pada tingkat 80%. Secara akumulatif, penggabungan seluruh indikator praktik ini menghasilkan rata-rata capaian akhir sebesar 85%, yang mengindikasikan bahwa transfer teknologi telah berhasil diserap dengan kategori sangat baik. Transformasi operasional dari hasil evaluasi unjuk kerja mitra tersebut sekaligus membuktikan tingkat penguasaan teknologi operasional dan perawatan alat secara mandiri yang mumpuni, menandai kesiapan penuh BUMDesa Barokah dalam mengelola unit usaha pascapanen kopi secara berkelanjutan.

Kesiapan kapasitas operator tersebut kemudian berdampak langsung pada efisiensi sistem tata kelola produksi pascapanen yang dijalankan. Karakteristik utama yang menonjol adalah peralihan dari sistem yang bersifat spekulatif menjadi sistem yang terukur dan otomatis. Penggunaan alat pengering ini memungkinkan BUMDesa Barokah melakukan perencanaan produksi secara lebih akurat karena durasi pengeringan tidak lagi bersifat fluktuatif yang bergantung kepada cuaca. Perubahan yang paling signifikan terletak pada efisiensi waktu dan kontrol kualitas yang kini sepenuhnya berada dalam kendali operator alat di BUMDesa, bukan lagi bergantung pada faktor alam yang tidak pasti. Untuk menjaga kualitas biji kopi yang akan di-roasting, alat pengering tetap bekerja stabil karena didukung oleh sistem pemanas tambahan yang menjaga suhu ruang simpan pada kisaran 45°C–50°C. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Siregar et al. (2025) yang menyatakan bahwa efisiensi dan konsistensi dalam sistem proses pengeringan adalah kunci untuk menjaga kontinuitas dan mutu produksi tanpa terpengaruh anomali cuaca. Selain itu, ulasan dari Fatkhurrozi dan Setiawan (2024) menguatkan bahwa otomatisasi kontrol lingkungan alat pengering berbasis digital sangat efektif untuk mengunci kualitas fisik biji kopi dan menekan risiko mikrobial seminimal mungkin. Stabilitas lingkungan pengeringan yang dihasilkan oleh alat pengering merupakan aspek krusial dari teknologi pengeringan sehingga meminimalisir risiko kegagalan mutu akibat anomali cuaca (Syamsiana et al., 2025).



Gambar 1. Unit Alat Pengering Kopi Berbasis Mikrokontroler yang Diimplementasikan di BUMDesa Barokah Desa Ngebel

Gambar 1 memperlihatkan unit pengering yang telah terintegrasi dengan sensor suhu dan kelembapan yang terhubung langsung ke unit pemroses mikrokontroler. Analisis terhadap performa alat menunjukkan bahwa kontrol lingkungan yang dilakukan secara otomatis mampu menghasilkan tingkat kekeringan yang merata pada seluruh tumpukan biji kopi, yang sulit dicapai pada metode penjemuran lantai. Sebagaimana dijelaskan oleh Abreu et al. (2025) dan Sa'diyah et al. (2025), percepatan laju penguapan air yang stabil melalui kontrol suhu mampu mengunci kualitas kimiawi dan fisik biji kopi, sehingga potensi tumbuhnya jamur dapat ditekan secara maksimal sejak awal proses pengolahan.



Gambar 2. Serah Terima Alat Pengering Kopi Kepada Mitra

Pembahasan lebih lanjut mengenai dampak pengabdian ini juga menyasar pada peningkatan efisiensi kerja operator BUMDesa. Sebelum adanya alat ini, pemantauan suhu dilakukan secara manual yang rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*). Namun, dengan sistem otomatis dengan mikrokontroler, alat mampu menyesuaikan diri secara smart terhadap kondisi lingkungan alat saat proses pengeringan. Hal ini menguatkan ulasan dari Suryadi et al. (2025) dan Sihombing et al. (2022) bahwa penerapan mikrokontroler dalam pascapanen memberikan jaminan mutu yang lebih konsisten bagi komoditas lokal. Secara keseluruhan, hibah alat pengering otomatis ini tidak hanya menyelesaikan kendala teknis akibat iklim Desa Ngebel, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi yang strategis bagi keberlanjutan unit usaha BUMDesa Barokah melalui standarisasi produk yang lebih profesional.

Simpulan dan rekomendasi

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Ngebel melalui hibah alat pengering kopi *smart dryer box* otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno kepada BUMDesa Barokah telah berhasil memberikan solusi aplikatif atas kendala pascapanen di wilayah tersebut yang secara geografis terletak di kawasan dataran tinggi. Secara general, implementasi teknologi ini mampu mentransformasi proses pengeringan tradisional yang bergantung kepada panas matahari dimana sebelumnya memakan waktu hingga 14 hari menjadi lebih efisien dengan durasi stabil antara 3 hingga 4 hari. Penggunaan sistem kendali otomatis terbukti efektif dalam menjaga stabilitas suhu ruang pengering pada rentang target 45°C-50°C dan kelembapan relatif (RH) ruang yang terkontrol. Efektivitas sistem ini tecermin dari penurunan kadar air akhir biji kopi yang mencapai angka kadar air sebesar 12% secara merata di setiap sudut rak pengering. Hasil ini menunjukkan adanya tingkat keseragaman mutu fisik yang tinggi sekaligus memastikan biji kopi telah mencapai ambang batas aman penyimpanan

untuk menghindari risiko kerusakan akibat anomali cuaca ataupun aktivitas mikroorganisme perusak tanpa bergantung pada kondisi atmosfer luar.

Pencapaian ini telah selaras dengan tujuan pengabdian, yakni meningkatkan kapasitas operasional BUMDesa Barokah desa Ngebel dalam mengelola komoditas kopi lokal secara profesional. Modernisasi melalui alat pengering ini tidak hanya memberikan jaminan mutu produk sesuai standar nasional, tetapi juga menciptakan kemandirian teknologi bagi pengurus BUMDesa dalam memantau parameter pengeringan secara presisi. Melalui optimalisasi efisiensi waktu pengeringan dan pencapaian mutu fisik biji kopi yang konsisten, program ini memproyeksikan dampak ekonomi jangka panjang yang positif bagi mitra melalui tata kelola BUMDesa Barokah. Kegiatan pengabdian saat ini baru sampai pada tahap implementasi alat, uji coba performa teknis, dan serah terima unit secara formal. Oleh karena itu, indikator peningkatan ekonomi seperti akumulasi volume produksi total, pembukuan pendapatan bersih, maupun perluasan akses pasar baru pada laporan ini masih bersifat potensi proyeksi jangka panjang yang logis, bukan berupa data riil di lapangan saat ini. Kendati demikian, ketersediaan alat pengering otomatis berkapasitas 10 kg per siklus ini secara teoritis memberikan landasan kuat untuk meningkatkan kepastian volume produksi bulanan tanpa terkendala musim hujan. Stabilitas pasokan dengan kadar air konstan 12% (sesuai standar SNI) tersebut diproyeksikan mampu menaikkan posisi tawar harga jual biji kopi di tingkat petani, sekaligus membuka peluang riil bagi BUMDesa untuk menembus akses pasar kopi spesialis yang lebih kompetitif di masa mendatang.

Untuk mengoptimalkan hasil yang telah dicapai dan memastikan ekosistem wirausaha kopi di Desa Ngebel berkembang secara mandiri, tim Pengmas Doktor Mengabdi (DM) merekomendasikan langkah-langkah strategis ke depan yang berfokus pada eskalasi kapasitas produksi dan sertifikasi melalui standarisasi mutu dan penguatan legalitas produk. Rekomendasi utama meliputi pelaksanaan pengujian laboratorium secara berkala terhadap hasil pengeringan Smart Dryer Box guna memperoleh profil cupping score yang konsisten sesuai standar nasional, serta pendampingan intensif bagi BUMDesa Barokah dalam pengajuan sertifikasi Halal dan standar mutu lainnya. Langkah ini sangat krusial untuk memperluas jangkauan pasar hingga ke jaringan retail modern dan supermarket, sehingga modernisasi teknologi berbasis mikrokontroler yang telah diimplementasikan dapat memberikan dampak ekonomi yang lebih luas, sistematis, dan berkelanjutan bagi masyarakat Desa Ngebel.

Ucapan Terima Kasih

Tim penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Universitas Brawijaya untuk dana hibah Doktor Mengabdi (DRPM-UB No. 00737.7/UN10.A0501/B/PT.01.03.2/2025) yang telah diberikan untuk terlaksananya kegiatan ini.

Daftar Pustaka

- Abreu, D. J. M. de, Lorenzo, M. S., Machado, G. G. L., Silva, J. M., 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/10.3390/foods14091463>
- Alhabsyi, M. F., Lengkey, L. C. C. E., & Ludong, M. M. (2021). Perbandingan Mutu Biji Kopi Robusta (coffea canephora) Hasil Pengeringan Secara Pengasapan dan Penjemuran Di Perkebunan Kopi Desa Purworejo Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *COCOS*, 13(3). <https://doi.org/10.35791/cocos.v4i4.34627>
- Andini Putri Agustin, D., Rian Wahyudi, P., & Amri, F. (2025). Analisis Kinerja Mesin Pengering Hasil Panen Memanfaatkan Energi Buang Kondensor Dengan Penambahan Heater. *JURNAL REKAYASA ENERGI*, 3(2), 93–100. <https://doi.org/10.31884/jre.v3i2.71>
- BSN. (2008). *SNI 01-2907-2008 : Biji Kopi*. Badan standardisasi Nasional.
- Chan, Y., Sugiyanto, D., & Uyun, A. S. (2020). Analisis Pengeringan Kopi Menggunakan Oven Pengering Hybrid (Solar Thermal Dan Biomassa) Di Desa Gununghalu. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 5(1), 4–8. <https://doi.org/10.52447/jktm.v5i1.2350>
- Deni Hidayat, & Siti Nur Istiqomah. (2025). Perancangan Mesin Pengering Kopi Otomatis dengan Arduino Uno. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 9(1), 091–101. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v9i1.2159>
- Fatkhurrozi, B., & Setiawan, H. T. (2024). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban Udara Ruangan Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 6(1), 50–59. <https://doi.org/10.20895/jtece.v6i1.1319>
- Hale, A. R., Ruegger, P. M., Rolshausen, P., Borneman, J., & Yang, J. (2022). Fungi associated with the potato taste defect in coffee beans from Rwanda. *Botanical Studies*, 63(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s40529-022-00346-9>
- ICC. (2002). *International Coffee Council Resolution No. 407/02* (p. 3). International Coffee Organization.
- Lilia, D., Damiri, N.-, Muhammad, Z., & Mulawarman, M. (2021). Short Communication: Drying methods and diversity of contaminant fungi on coffee beans in South Ogan Komering Ulu District, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(2). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220260>
- Maulana, R., Jamaluddin, J., & Finawan, A. (2018). Rancang Bangun Pengendalian Proses Pada Sistem Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal TEKTR0*, 2(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30811/tektro.v2i2.1632>
- Nafisah, N., Syamsiana, I. N., Kusuma, W., Putri, R. I., & Sumari, A. D. W. (2023). Analisa Perbandingan Pengaturan Suhu Berbasis Logika Fuzzy Interferensi Sugeno dan Mamdani pada Alat Pengering Biji Kopi. *Agroteknika*, 6(2), 272–288. <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v6i2.240>
- Putra, F. R., Sukardi, S., Myori, D. E., & Islami, S. (2023). Rancang Bangun Sistem Pengontrol Alat Pengering Kopi berbasis Internet Of Things (IOT). *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 190–201. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.389>
- Reh, C., Gerber, A., Prodolliet, J., & Vuataz, G. (2006). Water content determination in green coffee – Method comparison to study specificity and accuracy. *Food Chemistry*, 96(3),

- 423–430. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.055>
- Sa'diyah, H., Zahwa, D., Sudarti, S., & Mahmudi, K. (2025). Analisis Konsep Fisika Pada Proses Pengeringan Kopi Menggunakan Solar Dryer. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(12.B SE-Full Articles).
<https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/13491>
- Santoso, D., & Egra, S. (2018). Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Karakteristik dan Sifat Organoleptik Biji Kopi Arabika (*Coffeae Arabica*) Dan Biji Kopi Robusta (*Coffeae Canephora*). *Rona Teknik Pertanian*, 11(2), 50–56.
<https://doi.org/10.17969/rtp.v11i2.11726>
- Sary, R. (2017). Kaji eksperimental pengeringan biji kopi dengan menggunakan sistem konveksi paksa. *Jurnal POLIMESIN*, 14(2), 13. <https://doi.org/10.30811/jpl.v14i2.337>
- Sihombing, B. S., Sumarno, Ika Okta Kirana, Poningsih, & Irawan. (2022). Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(1), 8–15. <https://doi.org/10.55123/storage.v1i1.155>
- Silaban, R., Panjaitan, K., Pakpahan, B. M. T., & Siregar, B. (2020). Efektivitas Pengeringan Biji Kopi Menggunakan Oven Pengering Terkontrol. *Virtual Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM UNIMED “Kontribusi Perguruan Tinggi Dalam Pemberdayaan Masyarakat Di Masa Pandemi.”*
- Siregar, R. M., Mulyara, B., Dian, R., Maisarah, M., Pane, M. A. S., & Prayogi, A. (2025). Design Of Control System And Temperature In Coffee Dryer Arduino Based Automatic Using Fuzzy. *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer)*, 10(3), 634–642. <https://doi.org/10.33480/jitk.v10i3.6166>
- Suryadi, Ihfani, F., & Yazid, K. (2025). Development of an Automated Coffee Bean Dryer Using Arduino Uno for Efficient Moisture Control. *International Journal of Telecommunications, Electronics and Computer Science*, 1(2), 38–43.
- Syamsiana, I. N., Nafisah, N., Suma, A. D. W., Fiernaningsih, N., Amalia, R. N., & Nurwicaksana, W. A. (2025). Enhancing rotary dryer efficiency: Adjusting blower speed for optimal temperature stability in coffee bean drying. *MethodsX*, 15, 103477. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2025.103477>