

Rancang Bangun dan Implementasi Solar Dryer Portable Berbasis IoT untuk Efisiensi Pengeringan Kopi

Aisyah Fatma Salsabila¹, Afifa Husna², Elfi Anis saati³

Kata Kunci:

Solar dryer,
Internet of Things (IoT),
Pengeringan kopi,
Kadar air,
Teknologi tepat guna.

Keywords :

Solar dryer;
Internet of Things (IoT),
Coffee drying,
Moisture content,
Appropriate Technology Device.

Correspondensi Author

¹Department Teknologi Pangan
Universitas Muhammadiyah Malang
Email:
sabilasya@webmail.um.ac.id

Article History

Received: 07-05-2025;
Reviewed: 23-11-2025;
Accepted: 18-01-2026;
Available Online: 20-02-2026;
Published: 25-04-2026.

Abstrak. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu pengeringan serta menjaga mutu biji kopi pada Kelompok Tani Raharja di Desa Harjokuncaran melalui penerapan teknologi tepat guna berupa solar dryer portable berbasis Internet of Things (IoT). Metode pelaksanaan meliputi observasi kualitatif terhadap proses pengeringan yang dilakukan mitra, perancangan alat solar dryer, implementasi teknologi di lapangan, serta evaluasi kinerja alat bersama mitra. Solar dryer yang dikembangkan dilengkapi dengan sensor suhu dan sensor kadar air yang terintegrasi dengan aplikasi mobile untuk memantau kondisi pengeringan secara real-time, dengan pengendalian suhu ruang pengering agar tidak melebihi $\leq 50^{\circ}\text{C}$. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penggunaan solar dryer portable berbasis IoT mampu menurunkan kadar air biji kopi dari sekitar 60% menjadi 8,8% dalam waktu tujuh hari, lebih efisien dibandingkan metode pengeringan tradisional yang memerlukan waktu 7–14 hari. Kadar air yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu biji kopi sesuai SNI 01-2907-2008. Dengan demikian, penerapan solar dryer portable berbasis IoT terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi pengeringan, menjaga kualitas dan kebersihan biji kopi, serta dapat diterapkan secara berkelanjutan oleh kelompok tani sebagai solusi teknologi tepat guna

Abstract. This community service program aimed to improve drying efficiency and maintain the quality of coffee beans at Raharja Farmer Group in Harjokuncaran Village through the application of an appropriate technology in the form of a portable Internet of Things (IoT)-based solar dryer. The implementation method consisted of qualitative observation of the partners' existing drying practices, solar dryer design, field implementation, and performance evaluation conducted collaboratively with the farmers. The developed solar dryer was equipped with temperature and moisture sensors integrated into a mobile application to enable real-time monitoring, with the drying chamber temperature controlled not to exceed $\leq 50^{\circ}\text{C}$. The results demonstrated that the IoT-based portable solar dryer

successfully reduced the moisture content of coffee beans from approximately 60% to 8.8% within seven days, which was more efficient than the traditional sun-drying method that typically requires 7–14 days. The final moisture content met the quality requirements of the Indonesian National Standard for coffee beans (SNI 01-2907-2008). In conclusion, the implementation of the IoT-based portable solar dryer proved effective in improving drying efficiency, maintaining coffee bean quality and hygiene, and offering a practical and sustainable appropriate technology solution for farmer groups.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution
4.0 International License @2025 by Author



PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, trend kopi di Indonesia semakin meningkat. Kopi bukan hanya sekedar minuman melainkan bagian dari gaya hidup. Peningkatan konsumsi kopi ini tak lepas dari manfaat kopi yang dapat membantu untuk tetap dapat fokus melainkan juga karena banyaknya jenis minuman kopi yang lebih kekinian. Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan yang berperan dalam perkembangan perekonomian di Indonesia (Mawardi dan Abidin 2020). Selain dipasarkan di dalam negeri, sebagian besar kopi juga diekspor ke mancanegara. Demikian komoditas kopi merupakan komoditas yang sangat berpeluang untuk lebih dikembangkan kembali.

Luas areal perkebunan kopi di Indonesia pada tahun 2023 menurut Data Statistik Kopi Indonesia sebesar 1.266,85 ribu Ha dengan sebagian besar berasal dari Perkebunan Rakyat atau sekitar 99,56 persen, kemudian lahan dari PBN 0,36 persen dan lahan PBS sebesar 0,07 persen. Luas lahan tersebut mengalami peningkatan sebesar 918 Ha atau sebesar 0,05 persen dari tahun sebelumnya. Menurut Kementerian Pertanian untuk tahun 2022, kopi termasuk ke dalam komoditas unggulan non migas di sektor pertanian bersama dengan sawit, karet dan kakao serta Indonesia adalah produsen kopi terbesar keempat di dunia setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia (Romdhoningsih dkk. 2022). Di Indonesia sendiri 5 provinsi penghasil kopi terbanyak dengan luas perkebunan dan produksi yaitu,

Sumatera Selatan 267.383 ribu Ha (207.320 ton), Lampung 152.614 ribu Ha (105.807), Aceh 113.968 ribu Ha (71.084), Sumatera Utara 98.592 ribu Ha (89.610), dan Jawa Timur 91.309 ribu Ha (47.577) (Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura 2024).

Sebagai salah satu provinsi penghasil kopi robusta terbanyak di Indonesia dengan produksi mencapai 8.952 ton atau sekitar 42,47%, Jawa Timur lebih tepatnya di Kabupaten Malang memiliki daerah-daerah penghasil kopi yang potensial, salah satunya terletak di Desa Harjokuncaran, Kecamatan Sumbermanjing Wetan (Windasari 2024). Berdasarkan data Rencana Definitif Kebutuhan Kelompok tani (RDKK) 2021/2022, Desa Harjokuncaran memiliki lahan perkebunan kopi seluas 100 Ha yang didominasi oleh jenis kopi robusta.

Kopi Robusta (*Coffea canefora*) merupakan salah satu tanaman kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia terutama pada dataran rendah ketinggian 400–800m DPL dan dengan temperatur rata-rata tahunan 24 –30° C (Herlinawati 2020); (Budi dkk. 2020). Kualitas fisik dan cita rasa kopi dipengaruhi oleh varietas, teknik budidaya, panen, pengolahan, serta penyimpanan, di mana panen ideal dilakukan saat buah mencapai tingkat kematangan optimal setelah berumur 10–11 bulan, ditandai dengan warna buah menjadi merah (Alam, Warkoyo, dan Siskawardani 2023).

Kelompok Tani Raharja Desa Harjokuncaran sendiri memiliki tiga jenis

produk yang dihasilkan, yaitu *green bean*, *roasted bean*, dan kopi bubuk. Namun dalam proses penjualan, mayoritas Kelompok Tani Raharja lebih sering menjual kopi jenis *green bean*. Hal tersebut dikarenakan proses pengeringan sudah memakan waktu yang lama, sedangkan petani membutuhkan modal kembali dengan segera. Proses pengeringan yang dilakukan oleh petani sendiri membutuhkan waktu yang terlampaui lama, selama 7-14 hari karena masih dilakukan secara tradisional memanfaatkan sinar matahari. Tingkat kematangan buah kopi memberikan pengaruh terhadap kualitas *green bean*. Buah dengan tingkat kematangan optimal menghasilkan biji dengan ukuran seragam, kadar air ideal, dan tingkat cacat yang rendah, serta mengalami susut hasil paling kecil selama proses pascapanen (Hidayat, Prasetyo, dan Fahrurrozi 2021).

Penggunaan energi matahari sebagai sumber utama proses pengeringan memiliki banyak kelemahan diantaranya panas matahari yang tidak selalu ada sepanjang hari terlebih jika sudah memasuki musim penghujan, selain itu higienitas produk juga menjadi kendala karena proses pengeringan dilakukan di tempat terbuka tanpa ada penutup dan bahkan tidak jarang ditemukan pengeringan dilakukan tanpa menggunakan alas sehingga kopi terpapar langsung dengan kotoran seperti tanah, kerikil, serangga ataupun binatang (Nurdin *et al.* 2022); (Hale *et al.* 2022); (Sary 2017). Terlebih lagi pengeringan secara tradisional memerlukan lahan yang luas untuk menjemur kopi. Proses pengeringan memainkan peran penting dalam menjaga kualitas biji kopi, proses pengeringan yang tepat akan mempengaruhi karakteristik serta cita rasa dari biji kopi (Santoso dan Egra 2018). Proses pengeringan yang terlampaui lama akan memudahkan jamur untuk tumbuh dan akan mempengaruhi kualitas dari kopi itu sendiri. Berdasarkan SNI 01-2907-2008 persentase kadar air dari biji kopi yang baik maksimal 12,5% dan tanpa ada bau biji berbau busuk atau kapang (Badan Standar Nasional 2008).

Terbatasnya teknologi yang digunakan oleh kelompok tani raharja dalam proses pengeringan kopi menjadi kendala dalam peningkatan produktivitas kopi. Oleh karena itu, Tim PPK Ormawa HMPS Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah

membantu merancang sebuah alat pengering kopi tenaga surya berbasis *Internet of Things* (IoT) guna memaksimalkan proses pengeringan kopi.

METODE

Metode pengabdian yang digunakan dalam kegiatan ini adalah pendekatan partisipatif yang menggabungkan Observasi Kualitatif, Perancangan Teknologi Tepat Guna (TTG), implementasi langsung, dan evaluasi bersama mitra. Observasi kualitatif dilakukan untuk memahami secara mendalam kondisi nyata mitra petani dalam proses pengeringan biji kopi, sesuai dengan prinsip partisipasi aktif masyarakat dalam pengabdian kepada masyarakat seperti yang dijelaskan dalam literatur (Surahman dkk. 2021).

Perancangan Teknologi Tepat Guna telah diidentifikasi sebagai strategi efektif dalam pembangunan masyarakat yang berkelanjutan dengan melibatkan aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial secara terintegrasi (Sonjaya, Noch, and Sutisna 2024). Selain itu, metodologi partisipatif serupa dengan pendekatan yang dikembangkan dalam studi pertanian yang memberdayakan petani secara langsung melalui interaksi dan evaluasi bersama (Novianti *et al.* 2024) serta konsep partisipatif yang mendorong adopsi inovasi pertanian di tingkat petani (Ringo, Kessy, and Malisa 2024).

Tahap awal kegiatan dilakukan melalui observasi kualitatif dengan cara mengamati secara langsung proses pengeringan biji kopi yang dilakukan oleh mitra. Tim pelaksana mengikuti seluruh tahapan pengeringan untuk memperoleh data terkait kebiasaan, metode, dan instrumen yang digunakan. Hasil observasi menunjukkan bahwa mitra masih menerapkan metode pengeringan tradisional selama 7–14 hari di halaman rumah tanpa alas, sehingga berpotensi menurunkan kualitas biji kopi akibat kontaminasi langsung dengan tanah dan kotoran.

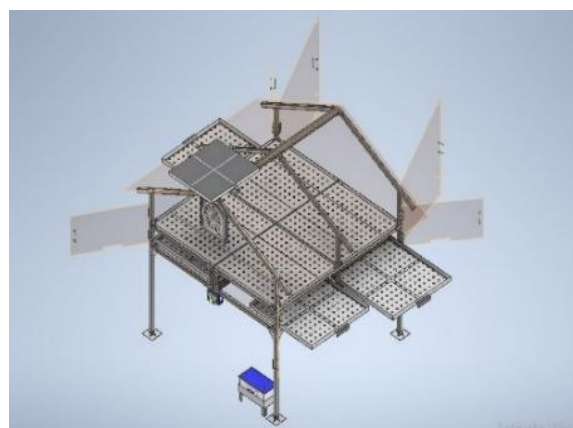
Berdasarkan hasil observasi tersebut, tahap selanjutnya adalah perancangan alat solar dryer portable sebagai teknologi tepat guna yang disesuaikan dengan kebutuhan mitra. Perancangan alat meliputi penyusunan konsep desain, spesifikasi teknis, komponen utama, serta mekanisme kerja alat. Desain

solar dryer dirancang dengan model bertingkat untuk memaksimalkan kapasitas pengeringan tanpa memerlukan lahan yang luas serta bersifat portable agar mudah dipasang dan dipindahkan. Selain itu, sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) diintegrasikan pada alat dengan menggunakan sensor Max6675 K-type untuk memantau suhu ruang pengering yang dikendalikan pada suhu $\leq 50^{\circ}\text{C}$ serta sensor DHT22 untuk memantau kadar air biji kopi. Data hasil pengukuran kemudian diproses oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada aplikasi mobile sebagai sarana pemantauan kondisi pengeringan secara real-time.

Tahap implementasi dilakukan melalui penerapan langsung alat solar dryer oleh Kelompok Tani Raharja dengan pendampingan dari tim pelaksana. Selanjutnya dilakukan evaluasi untuk menilai efektivitas alat dan keberhasilan program berdasarkan peningkatan efisiensi waktu pengeringan serta kualitas biji kopi yang dihasilkan. Pendekatan partisipatif diterapkan selama kegiatan berlangsung agar mitra terlibat aktif dan mampu mengoperasikan serta memelihara teknologi secara mandiri.

Tabel 1. Rancangan Struktural Alat Pengering

No.	Bagian Alat Pengering	Dimensi dan Bahan
1.	Rangka	Besi Hollow 10x10 cm, Besi Hollow 4x4 cm, Besi siku
2.	Dinding Pengering	Polycarbonate 6 mm
3.	Ruang Pengering	Wire Mesh 12 ss 316/mesh
4.	Sistem Ventilasi	Kipas Exhaust 12 inc
5.	Sumber Energi	Solar Panel (Mono Crystalline 120 W), Inverter 1000 W DC-AC, Conventer Aki 100 ah



Gambar 2. Rancangan alat solar dryer portable berbasis IoT

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pengeringan

Proses pengeringan biji kopi merupakan hal penting dalam produksi kopi. Proses pengeringan memiliki peran penting dalam menentukan kualitas produk kopi, yang pada akhirnya memengaruhi segmen pasar dan preferensi konsumen. Proses pengeringan penting dikarenakan dalam prosesnya dapat mempengaruhi kadar air biji untuk mencapai 12,5% sebagaimana yang tertera dalam Permentan No. 52 tahun 2012 dan SNI 01-2907-2008 yang bertujuan untuk mencegah kerusakan cita rasa kopi akibat pertumbuhan jamur serta bakteri (Sirappa, Heryanto, dan Silitonga 2024). proses pengeringan dapat dilakukan dengan cara tradisional, hybrid dan mekanis. Pada dasarnya proses pengeringan kopi sendiri memiliki suhu optimal yang perlu diperhatikan pula. Pengeringan kopi secara tradisional memiliki kekurangan lainnya yaitu suhu pengeringan yang tidak teratur. Suhu optimal untuk pengeringan kopi sebesar 50°C sehingga dapat menghasilkan kopi dengan kualitas yang lebih unggul baik dari segi fisik maupun kimia (Nafisah et al. 2023).

Proses pengeringan secara hybrid dan mekanis sendiri sudah banyak dilakukan penelitian. Berdasarkan penelitian Suherman et al (2020) pengeringan yang dilakukan menggunakan hybrid solar dryer dengan tambahan panas dari gas LPG menggunakan suhu 50°C dapat mengeringkan kopi hingga mencapai $<12\%$ dalam waktu 10 jam. Dussán et al (2022) melakukan penelitian

menggunakan pengering sistem konveksi paksa dengan suhu 50°C membutuhkan waktu 23 jam untuk mengeringkan kopi hingga mencapai kadar air <12%. berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Esteban *et al* (2023) dijelaskan bahwa proses pengeringan yang terlampaui lama akan mengurangi kandungan senyawa kimia yang ada dalam kopi. Pada penelitiannya dilakukan proses pengeringan menggunakan pengering mekanis dengan konveksi udara panas selama 18 jam. Hasil dari penelitian tersebut menjelaskan bahwa konsentrasi sukrosa meningkat sebesar $14,55 \pm 0,20$ mg/g db, sementara asam lemak palmitat dan linoleat menurun sebesar $0,372 \pm 0,013$ mg/g basis kering (db). Untuk pengeringan matahari selama 94, 120, dan 218 jam, konsentrasi sukrosa awal berkurang masing-masing sebesar $24,81 \pm 0,23$, $29,28 \pm 0,27$, dan $47,10 \pm 0,21$ mg/g db, demikian pula asam lemak palmitat dan linoleat berkurang masing-masing sebesar $0,442 \pm 0,010$, $0,680 \pm 0,012$, dan $1,088 \pm 0,014$ mg/g db. Hasil ini menunjukkan bahwa waktu pengeringan yang singkat menghasilkan konsentrasi senyawa kimia yang lebih tinggi dalam biji kopi yang dianalisis. Demikian berdasarkan literatur-literatur yang ada menjelaskan bahwa proses pengeringan kopi menggunakan hybrid solar drying maupun pengering mekanis lebih disarankan daripada pengeringan secara tradisional.

Solar Dryer Portable Berbasis IoT

Solar dryer merupakan alat pengering yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber utama dalam proses pengeringan. Portable sendiri berarti mudah dibawa atau dapat diangkut. Demikian *solar dryer portable* merupakan sebuah alat pengering bertenaga matahari yang dirancang dengan sistem portable sehingga dapat memudahkan dalam perpindahan lokasi pemasangan alat. Pengeringan tenaga matahari diidentifikasi sebagai sistem pengawetan pangan yang diterima secara luas dan berpotensi berkelanjutan (Goel *et al.* 2024). Pengeringan menggunakan tenaga matahari merupakan metode yang ekonomis juga dapat mengurangi 34% emisi CO₂ ke atmosfer (Kamarulzaman, Hasanuzzaman, and Rahim 2021).

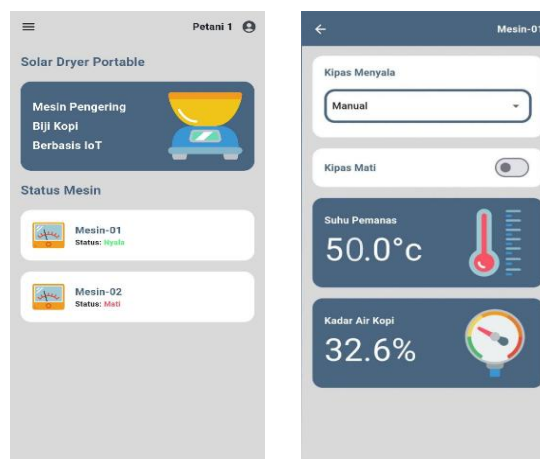


Gambar 3. Alat solar dryer portable berbasis IoT

Pembuatan *solar dryer portable* berbasis *Internet of Things* (IoT) oleh tim pengabdian masyarakat dilakukan dengan menggunakan material berkualitas tinggi, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3. Alat ini dirancang dengan dimensi 2,1 m (panjang) × 1,3 m (lebar) × 2,3 m (tinggi) dan memiliki kapasitas pengeringan sebesar 80 hingga 100 kilogram. Struktur rangka utama menggunakan besi hollow dengan ketebalan 4 mm, yang telah dilapisi antirarat guna meningkatkan ketahanan terhadap kondisi lingkungan luar. Bagian atap dan dinding dibuat dari panel transparan berbahan *polycarbonate* dengan ketebalan 6 mm. Pemilihan material ini didasarkan pada kemampuannya dalam memberikan isolasi termal yang optimal, sehingga dapat menjaga kestabilan suhu di dalam ruang pengering. Pada bagian ruang pengering terdiri atas dua rak yang menggunakan bahan material berupa *wiremesh*. Penggunaan material tersebut ditujukan agar aliran udara dapat secara merata ke seluruh permukaan bahan yang dikeringkan. Untuk memantau kondisi internal selama proses pengeringan berlangsung, sistem ini dilengkapi dengan sensor suhu (MAX6675 tipe K) dan sensor kelembapan (DHT22). Sistem ventilasi menggunakan kipas exhaust yang berfungsi untuk mengatur sirkulasi udara di dalam ruang pengering agar proses pengeringan berjalan optimal. Seluruh sistem, termasuk komponen IoT dan ventilasi, mendapat pasokan energi dari panel surya yang terpasang di bagian atas alat. Panel surya yang digunakan sendiri menggunakan panel surya jenis monokristalin.

Penggunaan panel surya monokristalin memberikan keunggulan dalam daya serap cahaya, berkat struktur kristalnya yang homogen, sehingga efisiensi penyerapan dan konversi energi menjadi lebih optimal. Sebagai cadangan energi, sistem ini juga dilengkapi dengan baterai penyimpanan jenis aki kering berkapasitas 100 Ah. Keberadaan baterai ini memungkinkan alat tetap beroperasi meskipun intensitas sinar matahari sedang rendah atau tidak tersedia. Adanya penggunaan solar panel yang dilengkapi baterai penyimpanan membuat alat ini tidak membutuhkan energi listrik dalam proses pengeringan dan penggunaan sensor yang ada.

Solar dryer portable berbasis IoT ini memanfaatkan energi matahari yang dikonversi oleh panel surya menjadi listrik, yang kemudian disimpan dalam baterai aki kering berkapasitas 100 Ah untuk mendukung operasi sistem, terutama saat sinar matahari tidak optimal. Seluruh sistem didukung oleh sensor-sensor di dalam ruang pengering, termasuk sensor suhu (MAX6675 tipe K) dan sensor kadar air (DHT22), yang secara berkala mengukur kondisi lingkungan pengering dan mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler IoT. Kemudian, mikrokontroler akan menganalisis data tersebut yang nantinya akan secara otomatis mengoperasikan kipas exhaust dengan cara menyalakannya ketika suhu melebihi batas atas yang ditetapkan yaitu 50°C, dan mematikannya saat suhu turun ke bawah ambang yang diinginkan. Hal ini dilakukan untuk menjaga kondisi di dalam ruang pengeringan agar tetap ideal. Data yang diperoleh juga akan dikirim ke aplikasi mobile (gambar 4) yang memungkinkan petani memantau proses pengeringan dan mendapatkan peringatan jika terjadi penyimpangan atau ketika kadar air telah mencapai batas yang telah ditetapkan.



Gambar 4. Tampilan aplikasi

Luaran Kegiatan

Alat *solar dryer portable* yang telah terbentuk kemudian akan diberikan kepada mitra, untuk kemudian dilanjutkan dengan memberi arahan kepada mitra terkait perakitan alat dan pengoperasian alat. Pemberian alat kepada mitra masih dalam bentuk komponen terpisah (belum terpasang sempurna) sehingga perlu dilakukan proses perakitan kembali. Demikian pula, mitra terkait akan mendapatkan pengajaran sekaligus dalam hal pemasangan alat seperti dalam gambar 5. Hal ini sejalan pula dengan salah satu keunggulan dari alat ini yaitu “*portable*” sehingga dapat memudahkan dalam pemasangan dan pemindahan alat. Penerapan sistem *portable* pada alat ini ditujukan agar penggunaan alat *solar dryer portable* berbasis IoT ini dapat dengan mudah ditempatkan dimana saja tanpa memerlukan akses jalan yang luas. Mitra pengabdian dilibatkan secara langsung dalam proses pemasangan alat yang juga dipandu oleh tim pelaksana. Dalam proses pemasangan alat, tim pelaksana juga sekaligus memberi arahan pada mitra terkait bagian-bagian alat yang berisikan sensor suhu dan kadar air serta bagian yang berisikan kabel penyalur energi agar terpasang secara baik. Selama proses pemasangan alat juga tim pelaksana memberikan penjelasan terkait cara pengoperasionalan alat agar dapat digunakan dalam proses pengeringan kopi. Penjelasan terkait penggunaan aplikasi juga diajarkan secara langsung kepada mitra. Aplikasi mobile yang tim pelaksana kembangkan juga merupakan aplikasi yang dirancang agar mudah dioperasikan, bahkan oleh pengguna berusia lanjut yang minim pengalaman dengan

perangkat mobile.

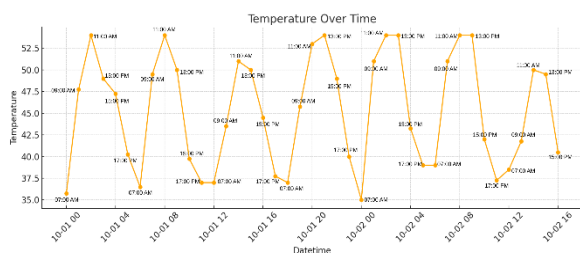


Gambar 5. Pemasangan alat



Gambar 6. Pendampingan pengoperasian alat

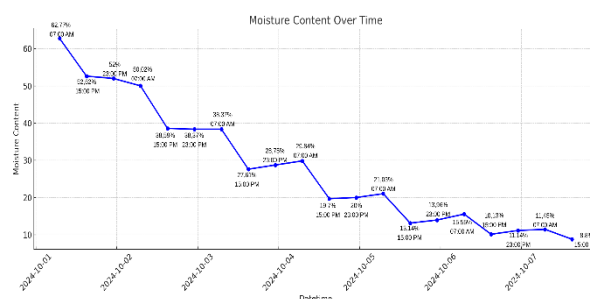
Hasil dari proses pengeringan yang berlangsung selama 7 hari, dimulai setelah proses pendampingan pada mitra (gambar 6) dapat dilihat pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Grafik capaian suhu pengeringan

Gambar 7. menunjukkan capaian suhu yang bersifat fluktuasi selama beberapa hari pengamatan yang tertera dalam aplikasi mobile. Pada grafik terlihat pola suhu menunjukkan kenaikan pada siang hari dan penurunan di malam atau dini hari dengan rentang suhu puncak antara 50°C hingga 54°C dan suhu terendah sekitar 35°C hingga 38°C. Dengan demikian menunjukkan bahwa suhu dipengaruhi secara signifikan oleh perubahan intensitas sinar matahari sepanjang hari. Pengaturan suhu maksimum pada solar dryer

terlihat cukup berhasil meskipun sedikit terjadi deviasi dari target maksimum ($\leq 50^{\circ}\text{C}$). Hal itu dapat disebabkan oleh keterlambatan tanggapan dari kipas exhaust atau kondisi intensitas sinar matahari yang sangat tinggi. Secara keseluruhan, pola kestabilan harian menunjukkan bahwa sistem pengering berbasis IoT mampu merespons perubahan suhu dengan dinamisnya. Data ini juga menunjukkan bahwa prosedur pengeringan berlangsung pada kisaran suhu yang mendekati ideal yaitu antara 40°C hingga 50°C yang mendukung prosedur penurunan kadar air tanpa merusak senyawa penting pada biji kopi.



Gambar 8. Grafik capaian kadar air

Gambar 8 menyajikan data capaian kadar air harian selama tujuh hari berturut-turut dalam proses pengeringan. Pada hari pertama data menunjukkan nilai kadar air yang tinggi dan pada hari berikutnya kadar air kopi mulai menurun. Kadar air mengalami penurunan drastis mulai dari hari ke 1 (24 jam). Kemudian kadar air mulai mengalami penurunan bertahap mulai hari ke 2 hingga ke 7. Pada hari ke 6 dan 7 kadar air pada kopi sudah berada dibawah 12%. Hasil akhir capaian kadar air pada hari ke 7 mencapai 8.8%, dimana persentase kadar air tersebut telah sesuai dengan kadar air kopi SNI 01-2907-2008 yang mensyaratkan kadar air maksimum 12,5%.

Tabel 2. Indikator Keberhasilan Program

Indikator	Ketercapaian	
	Sebelum Program	Setelah Program
Ketersediaan solar dryer portable berbasis IoT	Tidak ada alat pengering	Tersedia alat pengering solar dryer portable berbasis IoT
Kemampuan	-	Dapat

pengoperasian alat		mengoperasikan alat
Efisiensi waktu pengeringan	7-14 hari	6-7 hari
Kontrol suhu	Tidak terkontrol; bergantung penuh pada cuaca	Dilengkapi sensor dan kipas; suhu dikendalikan maksimal $\leq 50^{\circ}\text{C}$
Kebersihan produk	Terpapar langsung ke tanah, debu, dan kontaminan	Ruang tertutup; higienis dan bebas kontaminasi
Efisiensi ruang	Butuh lahan luas untuk penjemuran	Dirancang bertingkat dan portable; hemat ruang
Pemantauan suhu dan kadar air	Manual	Otomatis; via aplikasi mobile
Potensi kerusakan	Tinggi, paparan langsung dan suhu ekstrem	Lebih rendah, ada batas suhu maksimal

Berdasarkan tabel 2. adanya program ini menunjukkan peningkatan signifikan. Sebelum program dilaksanakan, mitra tidak memiliki alat pengering dan setelah program, tersedia alat *solar dryer portable* berbasis IoT. Diketahui pula dari tabel 2. perbandingan antara metode pengeringan tradisional dan *solar dryer portable* berbasis IoT menunjukkan meskipun keduanya masih bergantung pada cuaca, penggunaan *solar dryer* memberikan keunggulan signifikan dalam hal pengendalian suhu maksimum, kebersihan produk, efisiensi ruang, pemantauan proses, dan potensi kerusakan. Penggunaan sensor suhu dan kadar air yang terintegrasi dengan aplikasi mobile memungkinkan pemantauan yang lebih akurat dan konsisten. Selain itu, desain tertutup pada solar dryer menjaga higienitas biji kopi serta meningkatkan efisiensi waktu pengeringan. Oleh karena itu, solar dryer berbasis IoT dapat menjadi solusi yang lebih baik untuk meningkatkan mutu dan produktivitas pengeringan kopi.

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian yang dilakukan di Desa Harjokuncara bersama mitra Kelompok Tani Kopi Raharja berhasil merancang dan mengimplementasikan alat pengering *solar dryer portable* berbasis IoT untuk mendukung proses pengeringan kopi di Desa Harjokuncaran. Adanya inovasi alat pengering ini mampu membantu petani kopi Desa Harjokuncaran dalam proses pengeringan dengan kualitas mutu terjaga. Alat ini dapat menurunkan kadar air kopi hingga 8,8% dalam 7 hari. Penggunaan sistem monitoring berbasis aplikasi mobile juga terbukti efektif dalam memberikan kemudahan pemantauan, terutama bagi pengguna awam dan berusia lanjut. Dengan demikian, alat ini mampu meningkatkan efisiensi waktu, menjaga kualitas, dan memberikan solusi teknologi tepat guna bagi petani kopi lokal. Selain itu, penggunaan solar panel dan baterai penyimpanan membuat alat ini menjadi lebih ekonomis karena tidak memerlukan energi listrik.

Untuk pengembangan ke depan, disarankan agar diadakan pelatihan lanjutan secara berkala kepada mitra perlu dilakukan untuk meningkatkan keterampilan operasional dan pemeliharaan alat secara mandiri. Pengembangan fitur notifikasi dalam aplikasi juga direkomendasikan guna mempermudah

DAFTAR RUJUKAN

- Alam, Indra, Warkoyo Warkoyo, and Devi Dwi Siskawardani. 2023. "Karakteristik Tingkat Kematangan Buah Kopi Robusta (*Coffea Canephora* A. Froehner) Dan Buah Kopi Arabika (*Coffea Arabica* Linnaeus) Terhadap Mutu Dan Cita Rasa Seduhan Kopi." *Food Technology and Halal Science Journal* 5(2):169–85. doi: 10.22219/fths.v5i2.21925.
- Badan Standar Nasional. 2008. "Standar Nasional Indonesia Biji Kopi." *SNI 01-2907-2008* 4.
- Budi, Dionesius, Wahyu Mushollaeni, Yusianto Yusianto, and Atina Rahmawati. 2020. "KARAKTERISASI KOPI BUBUK ROBUSTA (*Coffea Canephora*) TULUNGREJO

- TERFERMENTASI DENGAN RAGI *Saccharomyces Cerevisiae*.” *Jurnal Agroindustri* 10(2):129–38. doi: 10.31186/j.agroindustri.10.2.129-138.
- Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan. 2024. *Statistik Kopi Indonesia*. Vol. 8.
- Dussán, E. D., Andrés Villada Dussán, Hynek Roubík, and Jan Banout. 2022. “Modelling of Forced and Natural Convection Drying Process of a Coffee Seed.” *Journal of the ASABE* 65(24):16–39.
- Esteban, Largo Avila, Carlos H. Suárez-Rodríguez, Juan C. Maya, Héctor J. Ciro-Velásquez, and Chejne Janna Farid. 2023. “Changes in Fatty Acids Profile and Sucrose Concentration of Coffee Beans during Drying Process.” *Journal of Food Process Engineering* 46(11).
- Goel, Varun, Ankur Dwivedi, Kuber Singh Mehra, Sudhir Kumar Pathak, V. .. Tyagi, Suvanjan Bhattacharyya, and A. .. Pandey. 2024. “Solar Drying Systems for Domestic/Industrial Purposes: A State-of-Art Review on Topical Progress and Feasibility Assessments.” *Solar Energy* 267:112–210.
- Hale, Amanda R., Paul M. Ruegger, Philippe Rolshausen, James Borneman, and Jiue in Yang. 2022. “Fungi Associated with the Potato Taste Defect in Coffee Beans from Rwanda.” *Botanical Studies* 63(1). doi: 10.1186/s40529-022-00346-9.
- Herlinawati, Lina. 2020. “Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Dan Polivinil Piroolidon (PVP) Terhadap Karakteristik Sifat Fisik Tablet Effervescent Kopi Robusta (*Coffea Robusta* Lindl).” *AGRITEKH (Jurnal Agribisnis Dan Teknologi Pangan)* 1(01):1–25. doi: 10.32627/agritekh.v1i01.17.
- Hidayat, Taufik, Prasetyo Prasetyo, and Fahrurrozi Fahrurrozi. 2021. “Pengaruh Tingkat Kematangan Buah Terhadap Kehilangan Hasil Dan Mutu Green Bean Kopi Robusta.” *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar* 8(2):67. doi: 10.21082/jtidp.v8n2.2021.p67-78.
- Kamarulzaman, Azwin, M. Hasanuzzaman, and N. A. Rahim. 2021. “Global Advancement of Solar Drying Technologies and Its Future Prospects: A Review.” *Solar Energy* 221:559–82.
- Mawardi, Indra, and Zainal Abidin. 2020. “Inovasi Rak Pengereng Sistem Knockdown Dalam Upaya Penguatan Kualitas Kopi Gayo Sebagai Produk Unggulan Daerah.” *CARADDE J. Pengabdian Kpd. Masy* 3:204–11.
- Nafisah, Nihayatun, Ika Noer Syamsiana, Wijaya Kusuma, Ratna Ika Putri, and Arwin Datumaya Wahyudi Sumari. 2023. “Analisa Perbandingan Pengaturan Suhu Berbasis Logika Fuzzy Interferensi Sugeno Dan Mamdani Pada Alat Pengereng Biji Kopi.” *Agroteknika* 6(2):272–88. doi: 10.55043/agroteknika.v6i2.240.
- Novianti, Fitri Adila, Irfan Nursetiawan, Muhammad Sobari, Riris Risnawati, and Ujang Irman Saputra. 2024. “Manfaat : Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Indonesia Pemberdayaan Kelompok Tani Dalam Pemanfaatan Teknologi Tepat Guna Untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian Di Desa Sukajadi Kecamatan Sadananya Empowering Farmer Groups in Using Appropriate Technolog.” *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Indonesia* (3).
- Nurdin, Irwin Syahri Cebro, Azhar, and Hendrawati. 2022. “Design of Natural Convection Solar Dryer for Coffee Beans with Monitoring System Based on Internet of Things.” *Jurnal Polimesin* 20(1):49–54.
- Ringo, Nickson J., John F. Kessy, and Emmanuel T. Malisa. 2024. “The Effectiveness of RIPAT Approach in Influencing Smallholder Farmers ’ Agroecological Transition in Ruangwa District , Tanzania.” *Discover Agriculture*. doi: 10.1007/s44279-024-00140-0.
- Romdhoningsih, Diana, Irma Nurmala Dewi, Mahpudoh Mahpudoh, Fahmi Nuralamsyah, Claryssa Maylan Sanjaya, Jenti Sartika Sinaga, and Fitri Rahmah. 2022. “Produksi Pengolahan Kopi Dadaman Secara Tradisional (Cita Rasa Kopi Robusta Dari Desa Citaman Kecamatan Ciomas Kabupaten Serang).” *Jurnal Pengabdian Meambo* 1(2):106–12. doi: 10.56742/jpm.v1i2.17.

- Santoso, Dwi, and Saat Egra. 2018. "Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Karakteristik Dan Sifat Organoleptik Biji Kopi Arabika (*Coffeae Arabica*) Dan Biji Kopi Robusta (*Coffeae Cannephora*).” *Rona Teknik Pertanian* 11(2):50–56. doi: 10.17969/rtp.v11i2.11726.
- Sary, Ratna. 2017. "Kaji Eksperimental Pengeringan Biji Kopi Dengan Menggunakan Sistem Konveksi Paksa.” *Jurnal POLIMESIN* 14(2):13. doi: 10.30811/jpl.v14i2.337.
- Sirappa, Marthen P., Religius Heryanto, and Yesika R. Silitonga. 2024. "Standardisasi Pengolahan Biji Kopi Berkualitas.” *Warta BSIP Perkebunan* 2(1):18–25.
- Sonjaya, Yaya, Muhammad Yamin Noch, and Entis Sutisna. 2024. "The Role of Appropriate Technology in Sustainable Development Design.” *Advances in Community Services Research* 2(1):24–36.
- Suherman, Suherman, Hasri Widuri, Shelyn Patricia, Evan Eduard Susanto, and Raafi Jaya Sutrisna. 2020. "Energy Analysis of a Hybrid Solar Dryer for Drying Coffee Beans.” *International Journal of Renewable Energy Development* 9(1):131–39. doi: 10.14710/ijred.9.1.131-139.
- Surahman, Sudirman Ali, Irwansyah, Arief Adhiksana, Yuan Regiyana, and Nuria Hayati. 2021. "Implementasi Program Teknologi Tepat Guna Di Desa Tanjung Batu, Kutai Kartanegara Guna Mewujudkan Desa Mandiri Berwawasan Lingkungan.” *COMMUNITY EMPOWERMENT* 6(9):1648–53.
- Windasari, Adita. 2024. "Efisiensi Pemasaran Kopi Robusta Di Desa Harjokuncaran Kecamatan Sumbermajing Wetan Kabupaten Malang Marketing Efficiency Of Robusta Coffee In Harjokuncaran Village Sumbermanjing Wetan Sub District Malang Regency.” *Jurnal Ilmiah Magister Agribisnis* 6(2):73–80. doi: 10.31289/agrisains.v6i2.4975.