

Geoti: Greenhouse Terintegrasi Iot Sebagai Media Pengering Kopi yang Mampu Meningkatkan Profit Produsen Kopi Fermentasi Ayah Senaru

M. Khairul Tsani¹, Affansyah Arrahman², Alfian Satria Pratama³,
Ziadatul Fitri⁴, Alva Riani Ulfa⁵

^{1,3,4,5}Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
University Mataram

²Program Akademik Teknik Elektro, Universitas Mataram

Email Koresponden: alfiansatriapratama@gmail.com

Abstract. Coffee is a plantation crop that has long been planted and cultivated in Lombok. Senaru Village, Bayan District, North Lombok Regency is the largest robusta coffee producing area in Lombok with 225 hectares of coffee land. One of the coffee processing places in Senaru Village is the producer of Ayah Senaru Fermented Coffee which still uses the dry sun method with a tool called a widik. This drying method has many disadvantages because it takes a long time, is very dependent on the weather and is unhygienic. The process of drying coffee is the main factor that can determine the quality of coffee, which is why there is a need for technology as a coffee drying medium that is capable of producing quality coffee. Handling after harvest can be improved by applying modern coffee drying technology, namely greenhouses. The aim of this activity is to increase partner profits through an IoT integrated coffee drying greenhouse (GEEOTI) which is able to streamline coffee drying time and produce hygienic coffee skin waste. The method applied is the creation of GEEOTI, socialization of its use and analysis of the impact on increasing partner profits. The results of the research are that greenhouses can have a positive effect in speeding up, flattening the drying process and improving the quality of coffee compared to conventional methods. The waste from the coffee skins produced also becomes more hygienic coffee waste so it can be used as cascara tea. This activity can certainly increase partner profits by up to 100%. The partner's income, which was initially only IDR 5,100,000, was able to become IDR 13,950,000 per month because with the use of GEEOTI there was an increase in the price of coffee and the addition of a by-product in the form of cascara tea from coffee skin waste.

Keywords: Greenhouse, IoT, Coffee Quality

Abstrak. Kopi adalah tanaman perkebunan yang telah lama ditanam dan dibudidayakan di Lombok. Desa Senaru, Kecamatan Bayan, Kabupaten Lombok Utara merupakan daerah penghasil kopi robusta terbesar di Lombok dengan lahan kopi seluas 225 hektar. Salah satu tempat pengolahan kopi yang ada di Desa Senaru adalah produsen Kopi Fermentasi Ayah Senaru yang masih menggunakan metode dry sun dengan alat bernama widik. Metode pengeringan ini memiliki banyak kekurangan karena membutuhkan waktu yang lama, sangat bergantung pada cuaca dan tidak higienis. Proses pengeringan kopi merupakan faktor utama yang dapat menentukan kualitas kopi, oleh karena itulah perlu adanya teknologi sebagai media pengering kopi yang mampu menghasilkan kopi yang berkualitas. Penanganan setelah panen bisa ditingkatkan dengan menerapkan teknologi pengeringan kopi yang modern yaitu dengan greenhouse. Tujuan dari kegiatan ini adalah meningkatkan profit mitra melalui greenhouse pengering kopi terintegrasi IoT (GEEOTI) yang mampu mengefisiensi waktu pengeringan kopi dan menghasilkan limbah kulit kopi yang higienis. Metode yang diterapkan yaitu pembuatan GEEOTI, sosialisasi penggunaan dan analisis dampak terhadap kenaikan profit mitra. Hasil penelitian ialah greenhouse bisa memberikan efek positif dalam mempercepat, meratakan proses pengeringan dan meningkatkan kualitas kopi dibandingkan metode konvensional. Limbah dari kulit kopi yang dihasilkan juga menjadi limbah kopi yang di hasilkan lebih higienis sehingga dapat dijadikan sebagai teh cascara. Kegiatan ini dapat dipastikan mampu meningkatkan profit mitra hingga 100%. Pendapatan mitra yang awalnya hanya Rp 5.100.000 mampu menjadi Rp13.950.000 perbulan karena dengan penggunaan GEEOTI terjadi kenaikan harga kopi dan ditambah dengan adanya produk sampingan berupa teh cascara dari limbah kulit kopi.

Kata Kunci: Greenhouse, IoT, Kualitas Kopi

PENDAHULUAN

Secara geografis, Desa Senaru berada di ketinggian sekitar 780 mpl. Desa ini terletak di dataran tinggi yang subur, dikelilingi oleh bukit dan gunung, serta dialiri oleh sungai. Selain

itu, Desa Senaru memiliki iklim yang sejuk dengan suhu udara rata-rata berkisar antara 22 °Celsius hingga 27 °Celsius. Berdasarkan Data Monografi Desa Senaru, tingkat curah hujan berada di sekitar 2.000-3.000 mm per tahun. Sebagian besar wilayah Desa Senaru terdiri dari tanah basah, sawah, dan rawa. Masyarakat setempat memanfaatkan lahan ini untuk pertanian, perkebunan, dan peternakan. Produk utama dari perkebunan mereka adalah kopi. Tanaman kopi berkembang dengan baik di daerah sekitar gunung Rinjani. Masyarakat sekitar mengangkat kopi sebagai produk utama mereka. Salah satu produk kopi khas dari Desa Senaru adalah Kopi Fermentasi Ayah Senaru. Kopi ini adalah varietas Robusta yang bisa tumbuh pada ketinggian antara 100 hingga 600 meter di atas permukaan laut, dengan curah hujan berkisar 1.250 hingga 2.500 mm per tahun, serta suhu rata-rata harian antara 21 hingga 24 derajat Celsius. Kondisi geografis dan iklim Desa Senaru sangat mendukung penggunaan greenhouse sebagai media pengering kopi.

Pengeringan kopi yang dilakukan oleh Produsen Kopi Fermentasi Ayah Senaru masih secara konvensional (Dry sun) yaitu penjemuran di bawah cahaya matahari langsung dan dalam keadaan terbuka. Proses pengeringan kopi merupakan faktor utama yang dapat menentukan kualitas kopi [2]. Produk kopi yang sesuai dengan standar SNI yaitu memiliki biji kopi dengan kadar air 12,5% [3]. Selain untuk mengatur kadar air pada kopi, pengeringan juga bertujuan untuk mencegah berkembangnya mikroorganisme yang dapat merusak kopi. Oleh karena itulah proses pengeringan merupakan tahapan yang sangat penting untuk diperhatikan. Pengeringan kopi dengan metode konvensional membutuhkan waktu sekitar 10-14 hari dengan tingkat higienitas yang sangat rendah [4] karena dilakukan di area terbuka, hal ini membuatnya rentan terpapar kotoran, debu, serangga, tanah, kerikil, dan sejenisnya.. Terutama saat hujan, proses penjemuran menjadi lebih lama dan kurang efisien karena harus dipindahkan ke tempat yang terlindungi atau dilindungi dengan plastik. Akibatnya, risiko penjamuran atau pembusukan pada kulit kopi meningkat. Proses penjemuran ini juga memerlukan lahan yang cukup luas karena sulit dilakukan secara bertahap. Semua faktor ini dapat mempengaruhi produksi dan kualitas kopi, yang pada akhirnya berdampak pada pendapatan para petani.



Gambar 1. Media Pengering Biji Kopi Fermentasi Ayah Senaru

Setelah menganalisis situasi, diperlukan penerapan teknologi pascapanen berupa penggunaan greenhouse kopi oleh Produsen Kopi Fermentasi Ayah Senaru. Teknologi ini bertujuan untuk menjemur kopi dengan memanfaatkan energi sinar matahari. Tujuan utamanya adalah untuk mempercepat pengeringan kopi dan meningkatkan kualitasnya, sehingga dapat meningkatkan pendapatan. Kami menciptakan karya inovasi berupa Greenhouse Pengering Kopi Terintegrasi IoT (GEEOTI) yaitu teknologi pengering yang berfungsi untuk mengurangi kadarair, mencegah pembusukan dan kelebihan dari GEEOTI ini yaitu adanya sistem IoT yang dapat dipelihara pada suhu optimal untuk pengeringan selama 24 jam, sehingga proses pengeringan menjadi lebih efektif dan efisien. Suhu optimal untuk pengeringan kopi adalah di antara 40 hingga 50 derajat Celsius dengan kelembaban sekitar 70% [6]. Penelitian menunjukkan bahwa proses pengeringan biji kopi robusta di dalam greenhouse memerlukan waktu 7–10 hari untuk mencapai kadar air 13%. Di sisi lain, pengeringan biji kopi robusta secara konvensional memerlukan waktu 10-15 hari untuk mencapai kadar air 14%[7].

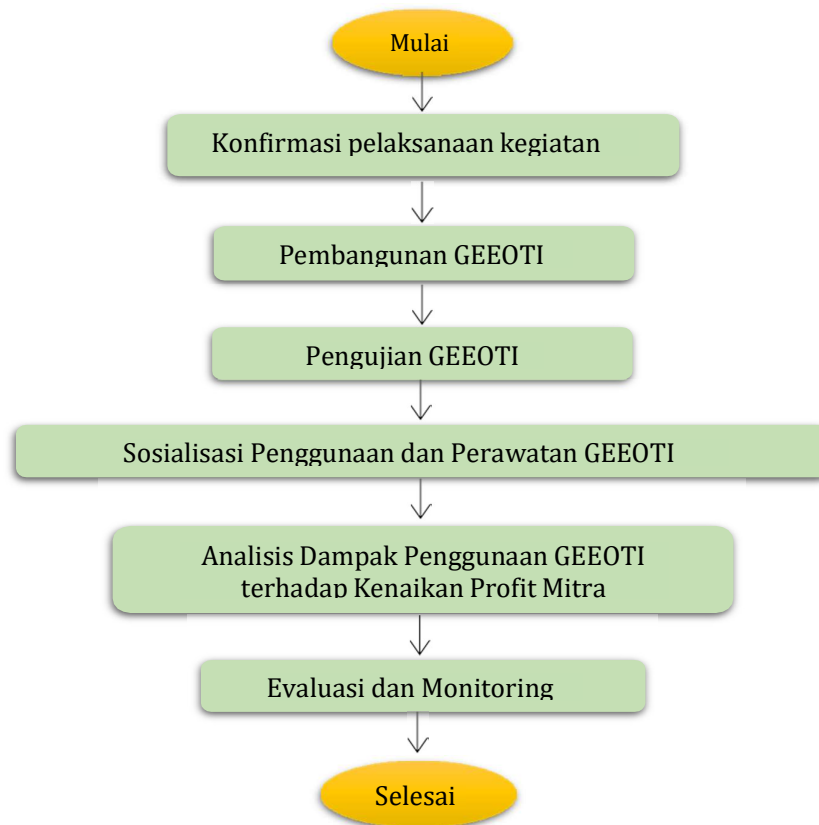
METODE PENELITIAN

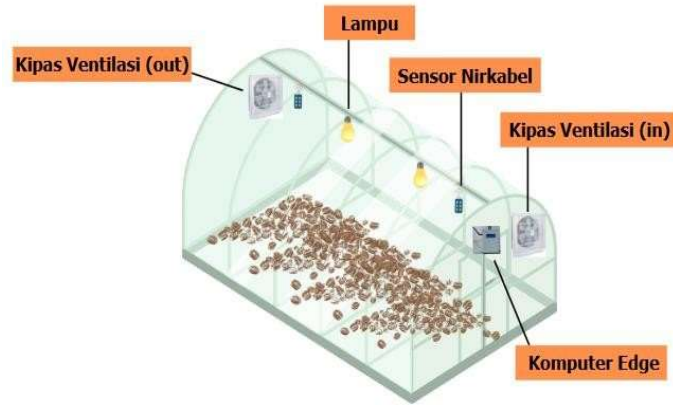
Metode yang digunakan dalam pengabdian ini yaitu pengabdian kepada masyarakat berbasis kemitraan. Metode ini melibatkan kerjasama antara perguruan tinggi dan masyarakat dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi masyarakat. Berikut adalah tabel yang menjelaskan aspek-aspek, prioritas masalah, dan teknologi yang diterapkan pada mitra berdasarkan hasil observasi langsung.

Tabel 1. Deskripsi Aspek, Permasalahan, dan Teknologi yang Diterapkan

No.	Aspek	Permasalahan	IPTEK yang diterapkan
1	Proses Penjemuran	Dry sun yaitu penjemuran secara langsung di lahan terbuka	GEEOTI: Greenhouse Pengering Kopi Terinegrasi IoT
2	Waktu	Relatife lama karena sangat bergantung pada cuaca	GEEOTI mampu mempercepat proses pengeringan karena suhu greenhouse yang stabil
3	Tempat	Membutuhkan area yang luas dan tidak efisien karena harus dipindah jika hujan	GEEOTI mengikuti luas area lahan milik mitra
4	Kualitas Kopi	Kurang higienis karena dapat terpapar debu dan kotoran	GEEOTI mampu melindungi kopi dari debu dan kotoran karena tertutup plastic UV

Berikut merupakan tahapan metode pelaksanaan pengabdian yang telah dilakukan:





Gambar 2. Skema Greenhouse Terintegrasi IoT

Pemograman sistem IoT mengacu pada penelitian Asyiva, dkk, 2021.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Greenhouse Pengering Kopi Terintegrasi IoT

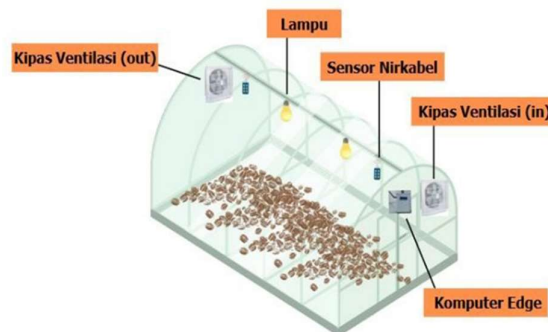
Pengeringan kopi adalah salah satu tahap kritis dalam proses pengolahan kopi, yang mempengaruhi kualitas dan rasa akhir dari biji kopi. Proses ini biasanya memerlukan pengendalian kondisi lingkungan yang baik untuk memastikan hasil pengeringan yang optimal. Salah satu solusi inovatif yang semakin populer adalah penggunaan greenhouse pengering kopi yang terintegrasi dengan Internet of Things (IoT). Greenhouse pengering kopi adalah sebuah struktur tertutup yang dirancang untuk mengeringkan biji kopi dengan memanfaatkan efek rumah kaca untuk menjaga suhu dan kelembaban. Integrasi teknologi IoT dalam greenhouse ini memungkinkan pengendalian dan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time melalui sensor dan perangkat terhubung lainnya. Greenhouse telah dibangun dengan dimensi 5 meter panjang, 2,8 meter lebar, dan 2,3 meter tinggi, serta memiliki kapasitas rak untuk 50 kg. Kopi hasil pengeringan menggunakan greenhouse memiliki kualitas yang lebih bagus karena menghasilkan aroma yang lebih harum setelah diroasting. Efisiensi waktu pengeringan mampu meningkatkan jumlah produksi kopi Ayah Senaru hingga 100-120% perbulan.



Gambar 3. GEEOTI

Greenhouse Pengering Kopi Terintegrasi IoT memiliki manfaat yang signifikan. Pertama, kontrol lingkungan yang lebih baik: dengan menggunakan sensor IoT, suhu, kelembaban, dan aliran udara di dalam greenhouse dapat dikontrol dan disesuaikan secara otomatis. Hal ini memastikan kondisi optimal untuk pengeringan kopi, mengurangi risiko pertumbuhan jamur dan fermentasi yang tidak diinginkan. Kedua, efisiensi energi: sistem otomatis yang terintegrasi dengan IoT dapat mengoptimalkan penggunaan energi, misalnya dengan mengatur ventilasi dan pemanas hanya ketika diperlukan, sehingga mengurangi biaya operasional secara signifikan. Ketiga, pemantauan real-time: petani atau operator dapat memantau kondisi pengeringan dari jarak jauh melalui aplikasi atau platform online. Notifikasi atau peringatan dapat dikirim jika ada penyimpangan dari kondisi yang diinginkan, memungkinkan tindakan korektif segera. Keempat, pengumpulan data dan analisis: data yang dikumpulkan dari sensor dapat dianalisis untuk meningkatkan proses pengeringan di masa mendatang. Informasi historis tentang kondisi pengeringan dan hasil akhir dapat digunakan untuk membuat keputusan yang lebih baik dan meningkatkan kualitas produk. Kelima, pengurangan kerugian: dengan pengendalian yang lebih baik, risiko kerugian akibat kondisi pengeringan yang tidak tepat dapat dikurangi, sehingga lebih sedikit biji kopi yang rusak atau berkualitas rendah.

Greenhouse pengering kopi terintegrasi IoT menawarkan solusi yang efisien dan efektif untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi pengeringan kopi. Dengan pengendalian lingkungan yang lebih baik, pemantauan real-time, dan analisis data yang mendalam, petani kopi dapat mengoptimalkan proses pengeringan dan meningkatkan nilai tambah produk mereka. Meskipun ada tantangan dalam implementasi, manfaat jangka panjangnya dapat memberikan keuntungan yang signifikan bagi industri kopi.

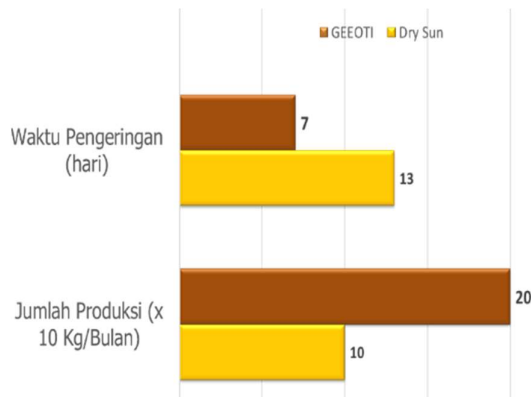


Gambar 4. Skema Greenhouse Terintegrasi IoT

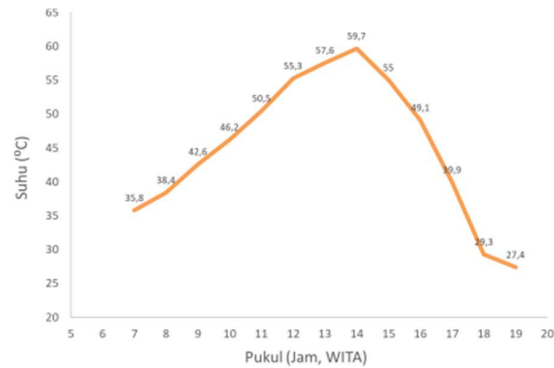
Untuk skema IoT pada greenhouse di atas yang mengintegrasikan kipas ventilasi, lampu, sensor, dan mikrokontroler ESP32, kita perlu memahami bagaimana masing-masing komponen terhubung dan berinteraksi satu sama lain. Berikut adalah penjelasan dan skema

dasar dari sistem tersebut: Komponen yang dibutuhkan meliputi ESP32, yang berfungsi sebagai mikrokontroler dengan kemampuan Wi-Fi untuk mengendalikan dan memantau sistem; Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT22/SHT31) untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalam greenhouse; Kipas Ventilasi untuk mengatur sirkulasi udara dan mengurangi panas ketika suhu tinggi; Lampu Pijar/Pemanas untuk memberikan panas tambahan ketika suhu turun, terutama di malam hari; Relay Module untuk mengendalikan kipas dan lampu yang membutuhkan arus listrik lebih tinggi daripada yang bisa disediakan langsung oleh ESP32; serta Breadboard dan Kabel Jumper untuk menghubungkan semua komponen.

Skema dan pemrograman sistem IoT untuk greenhouse pengering kopi yang menggunakan ESP32, kipas ventilasi, lampu, dan sensor memungkinkan pengendalian otomatis serta pemantauan real-time dari kondisi lingkungan di dalam greenhouse. Dengan cara ini, suhu dan kelembaban dapat dijaga dalam rentang optimal untuk pengeringan biji kopi, menghasilkan kualitas produk yang lebih baik dan efisiensi operasional yang lebih tinggi.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Efisiensi Waktu dan Jumlah Kopi Hasil Pengeringan.



Gambar 6. Grafik Suhu Greenhouse Sebelum Terintegrasi IoT

Berdasarkan hasil monitoring, greenhouse sudah berfungsi dengan baik. Apabila suhu dalam greenhouse terlalu panas maka blower akan secara otomatis beroperasi untuk mengeluarkan panas dalam ruangan greenhouse agar didapatkan biji kopi dengan kadar air 12-13% sesuai standar SNI. Sedangkan pada malam hari, greenhouse menggunakan lampu pijar sebagai sumber panas. Grafik di atas merupakan data hasil pengukuran suhu greenhouse sebelum terintegrasi IoT. Grafik tersebut menunjukkan suhu Greenhouse yang tidak stabil

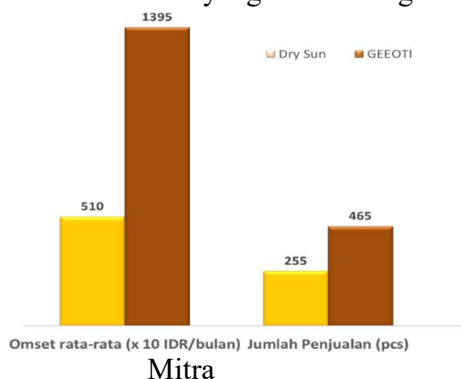
sehingga perlu adanya kontrol suhu dan kelembaban udara.

malam hari, greenhouse menggunakan lampu pijar sebagai sumber panas. Grafik di atas merupakan data hasil pengukuran suhu greenhouse sebelum terintegrasi IoT. Grafik tersebut menunjukkan suhu Greenhouse yang tidak stabil sehingga perlu adanya kontrol suhu dan kelembaban udara.

Peningkatan Profit Mitra

Jumlah kopi yang mampu di pasarkan oleh mitra meningkat sehingga pendapatan mitra perbulan juga meningkat. Sebelum penggunaan greenhouse, harga satu pack kopi isi 200 gr dijual dengan harga 20 ribu rupiah sedangkan setelah penggunaan greenhouse dijual dengan harga 30 ribu rupiah karena biji kopi yang dihasilkan lebih berkualitas. Adanya produk sampingan berupa the cascara. The cascara ini sudah kami coba pasarkan pada acara Dies Natalis Fakultas MIPA Universitas Mataram tanggal 24 Agustus 2023. Dalam acara tersebut kami berhasil menjual sekitar 50 cup es teh cascara dalam waktu 3 jam.

Gambar 7. Grafik Kenaikan Jumlah Produksi yang diikuti dengan Kenaikan Pendapatan



Jadi dapat dipastikan bahwa penggunaan GEEOTI sebagai media pengering kopi mampu meningkatkan profit Produsen Kopi Fermentasi Ayah Senaru.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan GEEOTI pada mitra yakni Produsen Kopi Fermentasi Ayah Senaru ini dapat memberikan dampak positif dengan mempercepat dan meratakan proses pengeringan, serta meningkatkan kualitas kopi yang dihasilkan. Limbah kulit kopi yang dihasilkan menjadi lebih bersih sehingga dapat dimanfaatkan sebagai teh cascara. Kegiatan ini dapat dipastikan mampu meningkatkan profit mitra hingga 100%. Pendapatan mitra yang awalnya hanya Rp 5.100.000 meningkat hingga Rp 13.950.000 perbulan, karena dengan penggunaan GEEOTI terjadi kenaikan harga kopi dan ditambah dengan adanya produk sampingan berupa teh cascara dari

limbah kulit kopi. Greenhouse pengering kopi terintegrasi IoT juga menawarkan berbagai manfaat yang signifikan.

Pertama, kontrol lingkungan yang lebih baik: dengan menggunakan sensor IoT, suhu, kelembaban, dan aliran udara di dalam greenhouse dapat dikontrol dan disesuaikan secara otomatis. Hal ini memastikan kondisi optimal untuk pengeringan kopi, mengurangi risiko pertumbuhan jamur dan fermentasi yang tidak diinginkan. Kedua, efisiensi energi: sistem otomatis yang terintegrasi dengan IoT dapat mengoptimalkan penggunaan energi, misalnya dengan mengatur ventilasi dan pemanas hanya ketika diperlukan, sehingga mengurangi biaya operasional secara signifikan. Ketiga, pemantauan real-time: petani atau operator dapat memantau kondisi pengeringan dari jarak jauh melalui aplikasi atau platform online. Notifikasi atau peringatan dapat dikirim jika ada penyimpangan dari kondisi yang diinginkan, memungkinkan tindakan korektif segera. Keempat, pengumpulan data dan analisis: data yang dikumpulkan dari sensor dapat dianalisis untuk meningkatkan proses pengeringan di masa mendatang. Informasi historis tentang kondisi pengeringan dan hasil akhir dapat digunakan untuk membuat keputusan yang lebih baik dan meningkatkan kualitas produk. Kelima, pengurangan kerugian: dengan pengendalian yang lebih baik, risiko kerugian akibat kondisi pengeringan yang tidak tepat dapat dikurangi, sehingga lebih sedikit biji kopi yang rusak atau berkualitas rendah.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Setiyono, S, dkk. 2023. Pelatihan Pengolahan Limbah Kopi Sebagai Teh Cascara dan Produk Kerajinan. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 7(1), 607-620.
- [2] Ilmi, B., & Widiatoro, H. 2021. Rancang Ulang Mesin Pengupas dan Pengering Biji Kopi Semi Otomatis Kapasitas 25 kg/jam. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, (12), 223-228.
- [3] Standar Nasional Indonesia, “Biji Kopi SNI 2907:2008,” 2008.
- [4] Fauzi, Z. N., & Widiatoro, H. 2021. Perancangan Mesin Pengering Biji Kopi Semi Otomatis Kapasitas 25 kg. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, (12), 182-187.
- [5] Solikhin, S., & Wicaksono, P. A. (2022). Peningkatan Kualitas Kopi Pinangghil melalui Penerapan Teknologi Pascapanen Green House. *Jurnal Pasopati: Pengabdian Masyarakat dan Inovasi Pengembangan Teknologi*, 4(3).
- [6] Kulapichitr, F., Borompichaichartkul, C., Suppavorasatit, I., Cadwallader, K, R. (2019). Impact of Drying Process on Chemical Composition and Key Aroma Components of Arabica Coffee. *Food Chemistry*. 291: 49–58.
- [7] Wijayanti, F., & Hariani, S. (2019). Pengaruh Pengeringan Biji Kopi dengan Metode

- Rumah Kaca dan Penyinaran inar matahari terhadap kadar air biji kopi Robusta (*Coffea Robusta*). In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 2).
- [8] Setiawan, H., Utami, S., & Yanto, A. (2020). Pemantauan Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things pada Rumah Kaca. *Jurnal Teknologi Pertanian*.
- [9] Ahmad Fauzi, Budi Santoso, dan Wulandari (2019). Implementasi IoT untuk Pengontrolan Suhu dan Kelembaban pada Rumah Kaca dengan Metode Smart Greenhouse. Dipublikasikan dalam *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*.
- [10] Kurniawati, R., Prihantoro, T., & Kurniawan, A. (2021). Teknologi IoT untuk Optimalisasi Proses Pengeringan Kopi di Rumah Kaca. *Jurnal Penelitian Teknologi Pertanian*.
- [11] Santoso, B., Fauzi, A., & Wulandari. (2019). Implementasi IoT untuk Pengontrolan Suhu dan Kelembaban pada Rumah Kaca dengan Metode Smart Greenhouse. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*.
- [12] Prihantoro, T., Kurniawan, A., & Kurniawati, R. (2021). Teknologi IoT untuk Optimalisasi Proses Pengeringan Kopi di Rumah Kaca. *Jurnal Penelitian Teknologi Pertanian*