

Implementasi Teknologi Kecerdasan Artifisial dalam Upaya Peningkatan Proses Pasca Panen Kopi Robusta untuk Mendukung Green Economy dan Sustainability di UPPKS Sejahtera Desa Ngareanak, Singorojo, Kabupaten Kendal

Fandy Indra Pratama^{1*}, Hairudin Farid Sunanda¹, Abiluzzihda¹, Gilar Pandu Annanto², Stivenef Arinal Haq², Ahmad Abdul Jalil², Ayu Shabrina³, Ismahani Batrisyia Nurjeha³, Salma Putri Rosyida³

¹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Wahid Hasyim,

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Wahid Hasyim,

³Program Studi Farmasi, Universitas Wahid Hasyim,

*Email: fandy@unwahas.ac.id

Abstrak

History Artikel
Received:
September-2025;
Reviewed:
September-2025;
Accepted:
September-2025;
Published:
November-2025

Kecamatan Singorojo, Kabupaten Kendal, merupakan salah satu sentra penghasil kopi robusta di Jawa Tengah dengan produksi mencapai 242,85 ton pada tahun 2019. Namun, tantangan pada proses pasca panen, khususnya dalam sortasi cherry kopi, masih berdampak pada kualitas dan daya saing produk kopi. Pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan nilai tambah kopi robusta melalui optimalisasi proses pasca panen dengan pemanfaatan teknologi kecerdasan artifisial (AI) untuk sistem sortasi cherry kopi. Sistem sortir menggunakan algoritma YOLO v8 dikembangkan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan cherry kopi unggulan dan non-unggulan berdasarkan warna dan kondisi visual serta memprediksi kadar kafein secara real-time. Pengujian kadar kafein dan gula sebagai label dataset dilakukan untuk melatih dan mengkalibrasi sistem agar dapat memberikan estimasi komposisi kimiawi kopi secara akurat. Proses fermentasi yang dikontrol juga diaplikasikan untuk menurunkan kadar kafein dan meningkatkan mutu kopi, dan integrasinya dengan sistem sortasi AI menghasilkan produk kopi yang lebih konsisten dan bernilai ekonomi tinggi. Sosialisasi dan pelatihan penggunaan alat dilakukan secara intensif kepada mitra di UPPKS Sejahtera. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa teknologi sortir berbasis AI mampu meningkatkan efisiensi, konsistensi mutu, dan memberikan nilai tambah pada hasil panen kopi robusta di Desa Ngareanak. Inovasi ini diharapkan memberikan dampak positif bagi keberlanjutan industri kopi lokal dan kesejahteraan petani..

Kata kunci: Sortasi Cherry Kopi; Kecerdasan Artifisial, Green Economy, Fermentasi Kopi

PENDAHULUAN

Kecamatan Singorojo, yang terletak di Kabupaten Kendal, Jawa Tengah, memiliki luas 119,31 km², dengan 35,52% wilayahnya berupa perkebunan di dataran tinggi 100–378 MDPL. Kondisi geografis ini menjadikannya penghasil berbagai komoditas, termasuk biji kopi, yang merupakan komoditas utama setelah tembakau dalam periode 2021–2023. Pada tahun 2019, produksi kopi Singorojo mencapai 242,85 ton dari lahan seluas 547,9 ha, menunjukkan potensi pertanian kopi yang signifikan di wilayah ini(1)(2).

Salah satu desa yang menopang produksi kopi di Singorojo adalah Desa Ngareanak, yang masuk dalam 12 desa penghasil kopi terbesar di wilayah tersebut. Sebanyak 87% penduduk usia produktif bekerja sebagai petani kopi, dengan 72% lahan pertanian ditanami kopi robusta, menghasilkan 200 ton kopi per tahun. Untuk meningkatkan pengelolaan komoditas ini, Desa Ngareanak membentuk Unit Peningkatan Pendapatan Keluarga Sejahtera (UPPKS) "Sejahtera" (2)(3).

Meskipun memiliki potensi besar dalam industri kopi, UPPKS Sejahtera masih menghadapi sejumlah tantangan dalam pengolahan pasca panen, yang berpengaruh pada kualitas dan daya saing kopi yang diproduksi. Selain itu dalam sortasi cherry kopi hanya bisa dilakukan oleh orang yang berpengalaman sehingga dalam sortasi kopi memiliki ketergantungan kepada seseorang tertentu.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa dalam proses panen, terdapat kemungkinan sekitar 17% - 20% buah cherry kopi yang dipetik masih dalam kondisi mentah. UPPKS masih mencampur semua hasil panen karena kurangnya wawasan mengenai pemilahan berdasarkan warna dan metode pengolahan buah mentah, sehingga kualitas biji kopi menjadi tidak konsisten(4)(5). Cherry kopi unggulan dan non unggulan dapat dilihat pada Gambar 1.

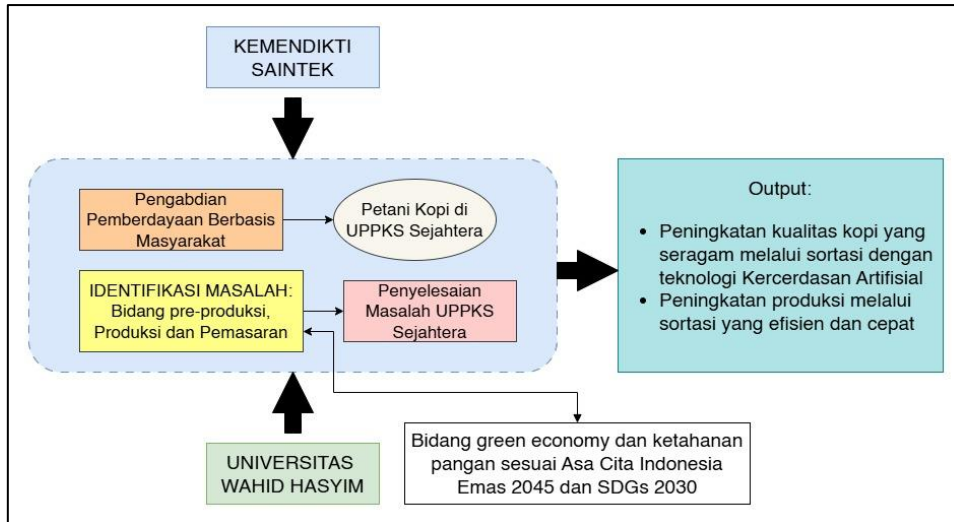


Gambar 1. Klasifikasi kematangan buah ceri kopi berdasarkan warna (a dan b= unggulan; c dan d= non-unggulan) (14)

Pada kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produksi dan daya saing kopi robusta yang dihasilkan oleh mitra melalui optimalisasi proses pasca panen, peningkatan pemahaman dan sortasi cherry kopi yang memanfaatkan teknologi kecerdasan artifisial yang dapat membantu proses sortasi cherry kopi yang unggulan dan non unggulan serta memprediksi kafein berdasarkan warna cherry kopi (6). Dengan adanya invensi ini, diharapkan industri kopi yang dikelola oleh UPPKS Sejahtera dapat lebih berkelanjutan, memberikan nilai tambah bagi petani, serta meningkatkan daya tarik produk kopi di pasar yang lebih luas.

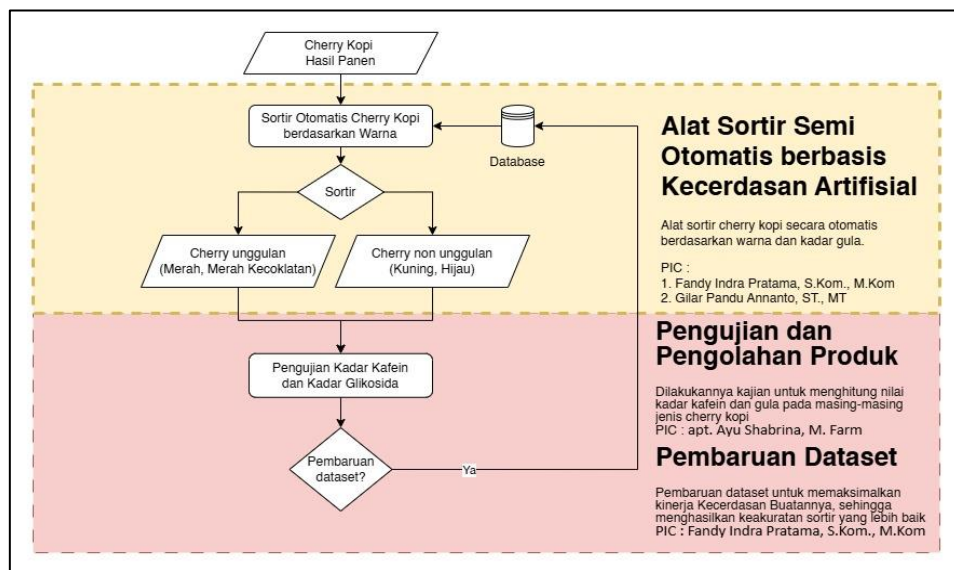
METODE PELAKSANAAN

Kerjasama kegiatan antara Universitas Wahid Hasyim dan UPPKS Sejahtera sebagai mitra dilaksanakan pada April hingga November 2025. Kegiatan penyelesaian masalah dari UPPKS Sejahtera dilakukan secara bertahap dari analisis kebutuhan; pembuatan sistem, pengambilan sampel dan training dataset, implementasi sistem sortasi cherry kopi. Skema program untuk petani kopi yang tergabung dalam UPPKS Sejahtera dapat dilihat pada bagan yang terlihat pada Gambar 2. Penerima manfaat pada kegiatan ini adalah petani kopi di UPPKS Sejahtera. Alat yang diberikan berupa mesin pengupas cherry kopi dan alat sortir cherry kopi berbasis kecerdasan buatan (A.I).



Gambar 2. Skema program untuk petani kopi yang tergabung dalam UPPKS Sejahtera

Dari tujuan output pada gambar 2 menunjukkan hasil dari sistem sortasi berdasarkan kecerdasan artifisial mampu untuk meningkatkan kualitas sortasi cherry kopi, sehingga untuk tahapan pembuatan sistem sortasi cherry kopi dengan teknologi kecerdasan artifisial sesuai gambar 3.



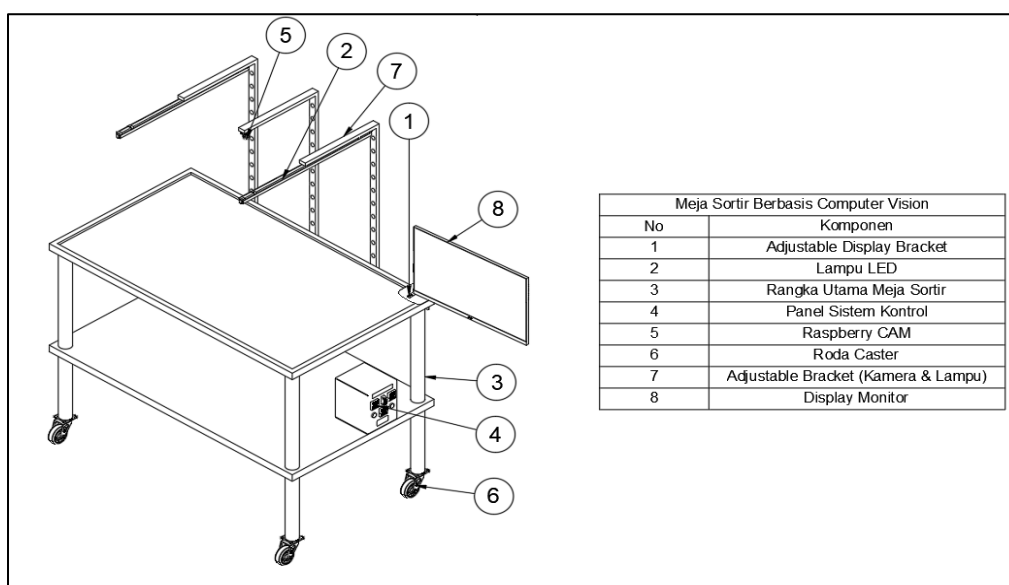
Gambar 3. Tahapan pengabdian di UPPKS Sejahtera

Berdasarkan dari Gambar 3 diatas, uraian tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Cherry kopi hasil panen dari kebun dikumpulkan untuk selanjutnya disortir oleh mesin sortir berbasis kecerdasan buatan. Pengambilan data diselesaikan dalam waktu 1 hari.
2. Mesin sortir berbasis kecerdasan tersebut diberikan pembelajaran yang dapat mengidentifikasi cherry unggulan dan cherry non unggulan berdasarkan model algoritma YOLO v8. Pembuatan sistem dan *preprocessing dataset* diselesaikan dalam waktu 1 bulan.
3. Cherry kopi yang sudah terkelupas dilakukan pengujian farmasi untuk menghitung nilai kadar kafein dan gula pada masing-masing cherry. Pengujian semua dataset cherry kopi diselesaikan dalam waktu 1 minggu.

4. Hasil pengujian kadar kafein dan gula tersebut digunakan untuk pelabelan cherry kopi hasil panen ke database mesin sortir berbasis kecerdasan buatan. Pembaharuan dataset diselesaikan dalam waktu 1 hari
5. Sehingga ketika petani kopi melakukan sortasi sudah dapat melihat langsung perkiraan kadar kafein dan gula pada masing-masing cherry
6. Selanjutnya setelah mesin sortir sudah siap digunakan, maka dilaksanakan sosialisasi dan pelatihan penggunaan alat kepada pengguna alat tersebut serta dilakukan evaluasi berkala untuk menghasilkan tingkat keefektifan yang optimal

Berdasarkan sistem sortasi cherry kopi tersebut kemudian diimplementasikan pada meja sortasi sehingga petani dalam proses sortasi kopi bisa langsung menggunakan alat tersebut tanpa merancang alat dan bahan. Detail rancangan meja sortasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain meja sortir berbasis computer vision

Meja memiliki dimensi 120 cm (tinggi), 165 cm (panjang), dan 100 cm (lebar), serta dilengkapi dengan display monitor adjustable yang memungkinkan pengguna mengamati hasil sortir secara real-time. Pencahayaan LED digunakan untuk memastikan kondisi pencahayaan yang seragam, sehingga proses identifikasi warna tetap akurat tanpa dipengaruhi faktor lingkungan. Selain itu, sistem ini dirancang dengan mobilitas tinggi, dilengkapi dengan roda agar dapat dipindahkan dengan mudah sesuai kebutuhan operasional(7).

Sistem ini juga memungkinkan pembaruan data secara fleksibel, sehingga pengguna dapat menyesuaikan standar kualitas berdasarkan warna ciri kopi sesuai kebutuhan. Dengan teknologi ini, mitra diharapkan dapat meningkatkan kualitas hasil panen, mempercepat proses sortir, serta menghasilkan biji kopi yang lebih seragam dan bernilai tinggi di pasar(8).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan ini meliputi analisis kebutuhan pengguna serta pengumpulan data berupa cherry kopi yang akan dilakukan foto dan pengujian kafein untuk diterapkan pada sistem sortasi cherry kopi. Dari kegiatan tersebut dihasilkan sistem sortasi berbasis kecerdasan artifisial yang mampu memilih cherry kopi unggulan dan non unggulan. Berikut hasil kegiatan-kegiatan untuk pembuatan dan sosialisasi sistem sortasi cherry kopi.

1. Sosialisasi Kegiatan dan Pengambilan Data

Sosialisasi kegiatan merupakan tahapan awal yang sangat penting dalam pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat, khususnya dalam rangka memperkenalkan dan mempersiapkan mitra, yaitu UPPKS Sejahtera di Desa Ngareanak, dalam penggunaan teknologi baru berbasis kecerdasan artifisial untuk sortasi cherry kopi. Pada tahap ini, dilakukan penyuluhan yang menyampaikan gambaran umum mengenai tujuan, manfaat, dan tata cara pelaksanaan program, sehingga para petani paham akan pentingnya pemanfaatan teknologi dalam proses sortasi untuk meningkatkan kualitas hasil panen kopi robusta yang mereka hasilkan (9).

Selanjutnya, tahap pengambilan data dilakukan dengan pengumpulan sampel cherry kopi segar dari hasil panen petani. Proses pengambilan data ini harus dilakukan secara teliti dan representatif agar menghasilkan dataset yang akurat dan valid untuk pelatihan sistem kecerdasan artifisial. Dalam satu hari dilakukan pengambilan foto cherry kopi dengan berbagai tingkat kematangan dan kondisi buah yang berbeda, didukung dengan pencahayaan yang seragam guna memastikan data visual berkualitas. Data ini kemudian diolah sebagai dataset awal yang akan digunakan oleh algoritma YOLO v8 untuk pembelajaran dan pengenalan pola warna serta kualitas cherry kopi(8). Kegiatan sosialisasi dan pengambilan data ini membangun fondasi yang kuat dalam mendukung keberhasilan implementasi teknologi serta membekali petani dengan pemahaman dasar proses kerja alat sehingga diharapkan dapat meminimalkan resistensi terhadap inovasi seperti yang terdapat pada gambar 5.



Gambar 5. Sosialisasi pada mitra terkait pengolahan cherry kopi menggunakan Artificial Intelligence (AI)

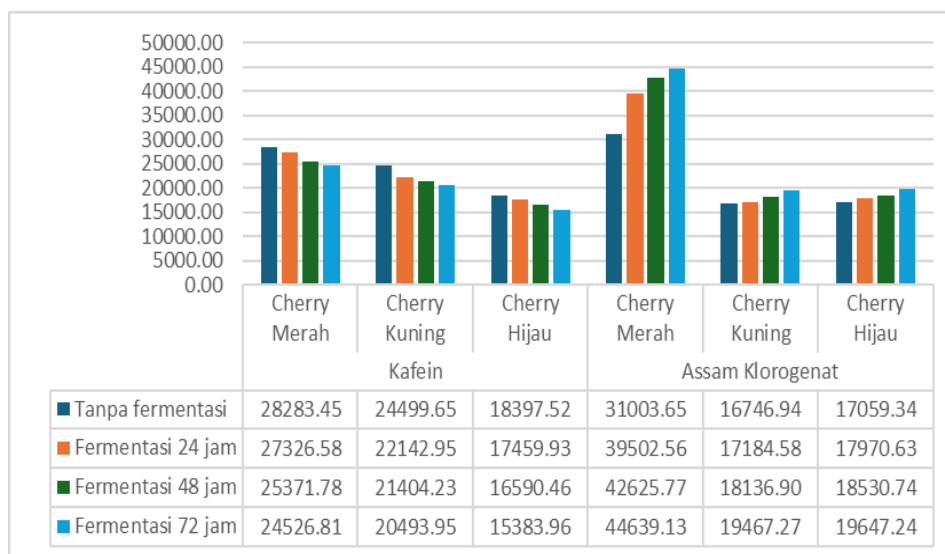
2. Pengujian Kafein

Pengujian kadar kafein pada cherry kopi merupakan aspek penting untuk menghubungkan antara hasil sortasi visual oleh sistem kecerdasan artifisial dengan kualitas kimiawi kopi yang dihasilkan. Pada tahap ini, cherry kopi dari sampel yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis secara farmasi untuk menentukan kadar kafein serta kandungan gula pada masing-masing buah. Pengujian tersebut tidak hanya memberikan data kuantitatif terkait kandungan zat aktif tetapi juga berfungsi sebagai label untuk melabeli dataset yang digunakan mesin sortir berbasis kecerdasan artifisial (9).

Hasil pengujian ini berguna untuk melakukan kalibrasi dan validasi model kecerdasan artificial agar mampu memprediksi kadar kafein berdasarkan warna dan kondisi visual cherry kopi secara akurat. Selain itu, data kreatif ini memungkinkan menentukan standardisasi mutu cherry kopi unggulan dan non-unggulan yang tidak hanya didasarkan pada tampilan visual tetapi juga kandungan kimia, sehingga menghasilkan biji kopi dengan kualitas yang konsisten dan nilai jual yang lebih tinggi. Keterpaduan pengujian kimia dan metode sortasi AI ini memberikan keunggulan kompetitif bagi petani dan juga mendorong penerapan teknologi canggih dalam agribisnis kopi yang lebih modern dan efisien.

Penerapan proses fermentasi yang terkontrol pada produksi kopi robusta di Desa Ngareanak diharapkan dapat memberikan nilai tambah berupa kopi dengan kadar kafein yang sesuai preferensi konsumen sekaligus meningkatkan kualitas hasil panen secara menyeluruh. Integrasi antara proses fermentasi dengan sistem sortasi berbasis kecerdasan artificial akan menghasilkan produk kopi unggulan yang konsisten dalam aspek visual dan kimiawi (10).

Faktor yang mempengaruhi efektifitas penurunan kafein selama fermentasi mencakup jenis mikroorganisme, suhu, kelembapan, waktu fermentasi, dan kondisi lingkungan fermentasi. Fermentasi dengan bantuan bakteri asam laktat, misalnya *Lactobacillus*, mampu menurunkan kadar kafein melalui proses esterifikasi yang mengubah kafein menjadi asam klorogenat yang lebih mudah dilepaskan dari biji kopi. Dengan demikian, fermentasi tidak hanya menurunkan kadar kafein tetapi juga dapat meningkatkan kualitas rasa dan aroma kopi.

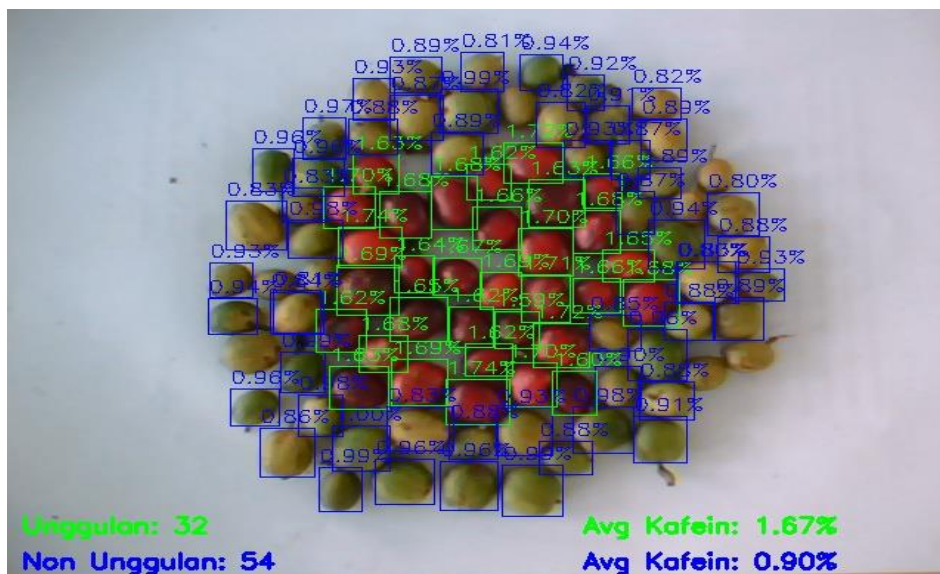


Gambar 6. Grafik hasil pengujian cherry kopi dengan dan tanpa fermentasi

Pada gambar 6 dapat dilihat grafik hasil pengujian cherry kopi.

3. Implementasi Sistem Kecerdasan Artificial Cherry Kopi

Pembuatan sistem sortasi dengan memanfaatkan algoritma dari YOLO v8 yang ada pada bahasa pemrograman python. Sistem ini diterapkan pada alat yang mendukung sistem sortasi ini. Implementasi alat sortasi berbasis A.I dan alat pengupas cherry kopi dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Sortasi dengan memanfaatkan algoritma dari YOLO v8

Dari gambar 7 tersebut kemudian dilanjutkan untuk diterapkan di meja sortasi yang selanjutnya dapat digunakan untuk sortasi cherry kopi. Implementasi sistem berbasis kecerdasan artifisial, khususnya menggunakan algoritma YOLO v8, menjadi inti dari kegiatan pengabdian ini. (11) Sistem tersebut dirancang untuk mengidentifikasi cherry kopi unggulan dan non-unggulan secara otomatis berdasarkan warna dan kondisi visual yang terekam dalam foto cherry kopi. Data visual yang telah dikumpulkan dan data kadar kafein sebagai label kemudian dijadikan dataset training, yang kemudian digunakan untuk melatih model deteksi objek pada YOLO v8 agar dapat mengenali perbedaan pada cherry kopi dengan tingkat akurasi yang tinggi(13,14).



Gambar 8. Implementasi alat pengupas cherry kopi dan alat sortasi cherry kopi berbasis A.I pada petani kopi di UPPKS Sejahtera

Setelah proses pelatihan selesai, sistem diintegrasikan ke dalam perangkat meja sortasi yang dilengkapi dengan layar monitor, pencahayaan LED, dan mobilitas tinggi untuk memudahkan penggunaan di lapangan. Sistem ini dapat memberikan hasil sortir real-time sehingga petani dapat langsung melihat klasifikasi cherry kopi serta perkiraan kandungan kafein dan gula berdasarkan input visual (11,12). Implementasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi sortasi kopi, mengurangi ketergantungan pada keahlian individu dalam sortasi manual, tetapi juga meningkatkan konsistensi dan kualitas hasil panen yang dihasilkan. Penerapan teknologi ini

merupakan upaya nyata untuk mendukung modernisasi industri kopi lokal sekaligus meningkatkan kesejahteraan petani kopi di Desa Ngareanak(15,16) dan melakukan serah terima alat seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Serah terima alat kepada UPPKS Sejahtera Dusun Patukan Ngareanak

KESIMPULAN

Penggunaan sistem sortasi cherry kopi berbasis kecerdasan artifisial terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas dan konsistensi hasil panen kopi robusta di Desa Ngareanak. Integrasi dengan pengujian kadar kafein dan penerapan fermentasi memperkuat mutu produk yang berdaya saing tinggi. Implementasi teknologi ini mendukung modernisasi proses pasca panen dan meningkatkan kesejahteraan petani kopi secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia (Kemendikti Saintek) yang telah memberikan hibah Pengabdian kepada Masyarakat skema PKM Batch I tahun 2025 dengan nomor kontrak 123/C3/DT.05.00/PM/2025, 020/LL6/PM/AL.04/2025, 01/LP2M-UWH/PKM/V/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Ngareanak P. Profil Desa Ngareanak, Kecamatan Singorojo, Kendal. 2023.
- [2.] Kendal B. Profil Dusun Patukan Ngareanak. 2023. p. 21–2.
- [3.] Sulistyaningsih I. Potret Wilayah Kabupaten Kendal 2022. *J Sains dan Seni ITS* [Internet]. 2017;6(1):51–66.
- [4.] Raysyah SR, Veri Arinal, Dadang Iskandar Mulyana. Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Deteksi Warna Menggunakan Metode Knn Dan Pca. *JSiI (Jurnal Sist Informasi)*. 2021;8(2):88–95.
- [5.] Osorio Pérez V, Matallana Pérez LG, Fernandez-Alduenda MR, Alvarez Barreto CI, Gallego Agudelo CP, Montoya Restrepo EC. Chemical Composition and Sensory Quality of Coffee Fruits at Different Stages of Maturity. *Agronomy*. 2023;13(2):341
- [6.] Hakim S, Irwansyah I, Widayat R, Baihaqi B. Analisis Kimia Kopi Cherry Arabika (*Coffea arabica*) dengan Kajian Kadar Alkohol, Kadar Kafein, Total Padatan Terlarut dan Total Asam Pada Limbah Hasil Fermentasi Anaerobik. *J Ilmu Membangun Desa dan Pertanian*. 2024;9(2):172–

- 9.
- [7.] Cagadas D O, Putra D S, Dunque K M P, Azmi M. Classifying four maturity categories of coffee cherry using CNN-VGG19. *Teknomekanik*. 2024;7(2):176–84. DOI:10.24036/teknomekanik.v7i2.31072.
- [8.] Nugroho E D. Development of YOLO-Based Mobile Application for Detection of Defect Types in Robusta Coffee Beans. *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*. 2025;9(1):153–60.
- [9.] Ahmad U, Sa'Diyah K, Sathivel S. Analysis and technical optimization of processing condition for better quality of robusta coffee production. *Coffee Science*. 2023;18:e182080. DOI:10.25186/.v18i.2080.
- [10.] Yulia M, Analianasari A, Widodo S, Kusumiyati K, Naito H, Suhandy D. The Authentication of Gayo Arabica Green Coffee Beans with Different Cherry Processing Methods Using Portable LED-Based Fluorescence Spectroscopy and Chemometrics Analysis. *Foods*. 2023;12(23):4302. DOI:10.3390/foods12234302.
- [11.] Ayesha I, Harahap G, Cahya D L. Effect of Farmer Group Empowerment and Agribusiness Training Program on Productivity and Income of Coffee Farmers in West Java. *West Science Interdisciplinary Studies*. 2024;2(09):1823–32. DOI:10.58812/wsis.v2i09.1302.
- [12.] Syukran, Zulkifli, Marzuki, Murtadhahadi. Pemberdayaan pemuda desa melalui pelatihan wirausaha bidang pengelasan di Gampong Beunot Kecamatan Syamtalira Bayu Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Vokasi*. 2023 Jul;7(2):149-153.
- [13.] Ferdiansyah R, Imantaka F, Wibowo L A, Octavia D A, Deswara A B, Habbi M D, Ayuninda P T. Enhancing Coffee Farmers' Productivity through the Implementation of Huller Technology in Srigading Village. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 2025;6(1):38–47. DOI:10.32815/jpm.v6i1.2316.
- [14.] Nasution A, Risnafitri H, Andriani D. Empowering Communities of Coffee Farmers via Risk Management and Coffee Berry Borer Control. *SPEKTA (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat: Teknologi dan Aplikasi)*. 2023;5(2):—. DOI:10.12928/spekta.v5i2.1158
- [15.] Irmeilyana, Hanum L, Affandi AK, Ngudiantoro, Windusari Y. Penyuluhan pengolahan pasca panen cabe Kelompok Tani Perintis di Kota Pagar Alam. *Jurnal Vokasi*. 2021 Okt;5(2):79-84.
- [16.] Darmayanti Y, Syandri H, Azrita, Suryadimal, Yuliviona R, Amelia R, et al. Penguatan ekonomi masyarakat melalui program pembinaan UMKM berbasis kemitraan dalam budi daya ikan lele kolam terpal, teknologi pengasapan, dan pemasaran inovatif. *Jurnal Vokasi*. 2024 Jul;8(2):246-252.