

Pelatihan Teknologi Drone untuk Pemetaan Pertanian Berkelanjutan Kelompok Tani Kemiri Santoso Desa Kalibaru Manis

M. Habibullah Arief¹, Akbar Pandu Segara², Erik Yohan Kartiko³, Achmad Maududie⁴, Yudha Alif Auliya⁵, Nova El Maidah⁶, Dwiretno Istiyadi Swasono⁷

¹ Universitas Jember, Indonesia; m.habibullaharief@unej.ac.id

² Universitas Jember, Indonesia; akbarpandu@unej.ac.id

³ Universitas Jember, Indonesia; erikyohan@unej.ac.id

⁴ Universitas Jember, Indonesia; maududie@unej.ac.id

⁵ Universitas Jember, Indonesia; yudha.alif@unej.ac.id

⁶ Universitas Jember, Indonesia; nova.pssi@unej.ac.id

⁷ Universitas Jember, Indonesia; istiyadi@unej.ac.id

ARTICLE INFO

Keywords:

Drone;
Land Mapping;
Coffee Plantation;
Sustainable Agriculture;
Geographic Information System (GIS)

Article history:

Received 2024-09-25

Revised 2024-10-23

Accepted 2024-12-08

ABSTRACT

This community service program aims to overcome the low efficiency of agricultural land management in Kalibaru Manis Village, Banyuwangi, by focusing on increasing farmers' knowledge in utilizing drone technology for mapping. This training provides theory and practice of drone operation and processing aerial image data using Geographic Information System (GIS) software. The implementation method includes preparation, training, and evaluation stages. Participants were trained to operate drones, retrieve image data, and analyze it to produce land maps. A collaborative approach between lecturers, students, and practitioners was applied to ensure the success of the program. As a result, participants are able to use drones independently and utilize the data for more effective land management. This program increases agricultural productivity and supports environmental sustainability through the application of modern technology.

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



Corresponding Author:

M. Habibullah Arief

Universitas Jember, Indonesia; m.habibullaharief@unej.ac.id

1. PENDAHULUAN

Kopi Kalibaru Banyuwangi telah menjadi salah satu komoditas unggulan Indonesia, dikenal karena kualitasnya yang tinggi. Kecamatan Kalibaru yang terletak di Kabupaten Banyuwangi memiliki kondisi geografis yang ideal untuk budidaya kopi, dengan tanah subur dan ketinggian yang bervariasi. Sejak masa kolonial Belanda, kopi telah menjadi bagian penting dari perekonomian dan budaya masyarakat setempat. Hingga kini Kalibaru dijuluki "*Land of Coffee*" berkat keberagaman jenis kopi berkualitas yang dihasilkannya. Kopi tidak hanya berkontribusi pada penciptaan lapangan kerja, tetapi juga meningkatkan pendapatan masyarakat serta memperkuat identitas budaya melalui tradisi dan

cerita yang diwariskan secara turun-temurun. Banyuwangi menempati posisi ketiga sebagai daerah penghasil kopi terbesar di Jawa Timur dengan memanen 13.104 ton (Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi, 2024) dengan luas areal tanaman perkebunan kopi mencapai 18.343 (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, 2024). Data ini semakin mengukuhkan pentingnya kopi sebagai penggerak utama ekonomi daerah di Kabupaten Banyuwangi.

Di Desa Kalibaru Manis, Kelompok Tani Kemiri Santoso menjadi salah satu pelaku utama dalam pengelolaan kopi lokal. Kelompok ini memproduksi tiga varian kopi unggulan, yaitu Robusta, Arabika, dan Liberika, serta terus melakukan inovasi dengan mencoba varian baru yang memiliki nilai jual tinggi. Kelompok Tani Kemiri Santoso memiliki nilai sosial sebagai wadah produktif bagi pemuda setempat untuk berkumpul dan berkreasi, menggantikan aktivitas kurang produktif. Namun proses pengembangan ini sering menghadapi tantangan, terutama terkait kesesuaian geografis dengan kebutuhan pertumbuhan kopi.

Meski memiliki potensi besar, dari hasil observasi pendahuluan yang dilakukan didapatkan Kelompok Tani Kemiri Santoso menghadapi sejumlah kendala yang menghambat produktivitasnya. Dengan total luas lahan mencapai 18 hektar dan hanya memiliki enam anggota kelompok, setiap anggota harus mengelola sekitar tiga hektar lahan. Hal tersebut dapat menyulitkan proses perawatan dan pemantauan. Uji coba jenis kopi baru pun sering dilakukan tanpa analisis ilmiah yang memadai terkait kondisi tanah dan lingkungan, sehingga hasilnya kurang optimal. Prediksi produksi, pemetaan varian kopi, hingga pemantauan area layak panen masih dilakukan secara manual, yang tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan. Penentuan lokasi tanam berdasarkan kebutuhan ketinggian untuk varian kopi tertentu, seperti Robusta yang ideal di ketinggian 600–800 meter di atas permukaan laut (mdpl), Arabika di atas 1.500 mdpl, dan Liberika mulai dari 1 mdpl juga menjadi tantangan tersendiri.

Dalam era teknologi modern pemanfaatan drone telah menjadi solusi inovatif untuk menghadapi tantangan dalam sektor pertanian (Izzwah Nauroh, 2022; Rachmawati, 2021; Pangestika et al., 2020) termasuk pada komoditas kopi (Abbas et al., 2023; Bento et al., 2023; G. Sylvester, 2018). Drone berfungsi sebagai alat yang efektif untuk mengumpulkan data spasial dengan presisi tinggi melalui pengambilan citra udara, yang kemudian dapat dianalisis menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Sakti et al., 2023). Teknologi ini menawarkan manfaat besar dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan produktivitas di berbagai tahap pengelolaan pertanian.

Pemikiran spasial (*spatial thinking*) menjadi kunci dalam pemanfaatan SIG dan drone (Arief et al., 2021). Pemikiran ini memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap hubungan antara elemen-elemen di ruang tertentu, seperti ketinggian lahan, distribusi tanaman, dan pola lingkungan sekitar (Longley et al., 2015). Dalam konteks pertanian kopi kemampuan ini dapat digunakan untuk memetakan kondisi ideal bagi masing-masing varian kopi berdasarkan karakteristik lingkungan (Hameed et al., 2020; Silva et al., 2024). Sebagai contoh di Desa Kalibaru Manis, varian kopi Robusta tumbuh optimal di ketinggian 600–800 meter di atas permukaan laut (mdpl), varian Arabika pada ketinggian di atas 1.500 mdpl, dan varian Liberika pada ketinggian rendah mulai dari 1 mdpl.

Drone telah muncul sebagai alat yang efektif dalam pertanian presisi, memberikan peningkatan signifikan dalam pemantauan tanaman, pengendalian hama, dan prediksi hasil panen. Penelitian menunjukkan bahwa drone dapat meningkatkan efisiensi hingga 60 kali lipat dalam penyemprotan herbisida dibandingkan metode tradisional (Mesaragandla et al., 2024). Teknologi ini memungkinkan deteksi dini penyakit tanaman pada area yang luas, sehingga dapat mencegah kerugian besar akibat kegagalan panen (Abbas et al., 2023). Dalam produksi tanaman sayuran, drone berkontribusi pada pengurangan penggunaan input seperti herbisida, pupuk, dan air, sekaligus memungkinkan diagnosis stres tanaman secara dini (Canicatti & Vallone, 2024). Untuk pengelolaan hama, drone secara efisien dapat memantau aktivitas hama dan kerusakan tanaman melalui analisis kesehatan vegetasi dan biomassa menggunakan citra resolusi tinggi (Keshet et al., 2022). Integrasi *machine learning* dan artificial intelligence dengan teknologi drone lebih lanjut meningkatkan kemampuan pengolahan dan analisis data (Canicatti & Vallone, 2024). Meskipun masih menghadapi tantangan drone memiliki potensi besar untuk meningkatkan keberlanjutan dan produktivitas di sektor pertanian. Perlu diperhatikan juga

terkait uncertainty yang menyertai data spasial, karena tidak mungkin dapat merepresentasikan bumi 100% sama (Arief & Ramdani, 2022; Longley et al., 2015).

Analisis spasial menggunakan SIG dan teknik pemodelan lainnya dapat membantu petani mengevaluasi kesesuaian lahan untuk budidaya kopi serta mengantisipasi dampak perubahan iklim. Studi di Amerika Tengah, Ekuador, Tiongkok, dan Indonesia menunjukkan bahwa perubahan iklim berpotensi mengurangi area yang cocok untuk produksi kopi di banyak wilayah pada tahun 2050 (Lara-Estrada et al., 2021; Montero et al., 2024). Faktor utama yang memengaruhi kesesuaian lahan untuk kopi meliputi suhu, curah hujan, sifat tanah, dan topografi (Maroeto et al., 2022; Zhang et al., 2021). Mengimplementasikan metode algoritma distribusi spesies dalam SIG terbukti efektif dalam mengevaluasi kesesuaian lahan dan memproyeksikan skenario masa depan untuk budidaya kopi (Maroeto et al., 2022; Zhang et al., 2021). Alat-alat ini dapat membantu mengidentifikasi potensi pergeseran area yang sesuai, seperti migrasi ke ketinggian yang lebih tinggi di wilayah Yunnan, Tiongkok. Integrasi model iklim, data tanah, dan pengetahuan ahli melalui analisis SIG memungkinkan petani dan pembuat kebijakan mengembangkan strategi adaptasi yang tepat waktu untuk sektor kopi (Montero et al., 2024). Dengan menggunakan citra drone, kelompok tani dapat memantau tingkat kematangan buah kopi berdasarkan karakteristik warna, misalnya merah untuk kopi matang, atau kuning untuk varietas tertentu dengan lebih cepat dan akurat dibandingkan metode manual.

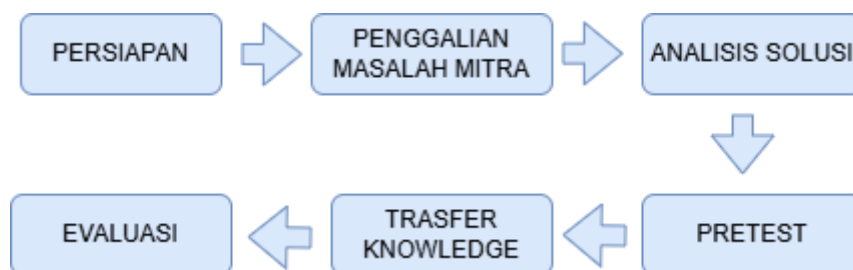
Program pengabdian kepada masyarakat bertema pelatihan ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan berharga kepada Kelompok Tani Kemiri Santoso tentang perkembangan pemanfaatan drone dalam bidang pertanian dan dapat memanfaatkan teknologi drone untuk mengoptimalkan pengelolaan lahan serta meningkatkan produktivitas. Dampak sosial yang diharapkan mencakup peningkatan kolaborasi antaranggota kelompok, efisiensi manajemen lahan, serta penguatan daya saing kopi Kalibaru di pasar nasional maupun internasional. Dengan demikian kegiatan ini menjadi langkah strategis untuk mewujudkan pertanian berkelanjutan berbasis teknologi di Banyuwangi.

2. METODE

Metode pelaksanaan kegiatan pelatihan teknologi drone ini terdiri dari tiga tahapan utama: persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Tahap persiapan dimulai dengan survei lokasi di Desa Kalibaru Manis untuk memastikan kesiapan tempat dan berkoordinasi dengan kelompok tani setempat. Tim pelaksana menyusun materi pelatihan yang mencakup presentasi pengenalan drone, modul pengoperasian, dan penggunaan perangkat lunak SIG. Selain itu, dilakukan pengadaan peralatan seperti drone, laptop, dan perangkat lunak untuk mendukung kegiatan. Sebagai bagian dari persiapan, tim dosen dan mahasiswa juga mengadakan simulasi internal untuk mempelajari dan menyempurnakan penyampaian materi.

Pelaksanaan pelatihan berlangsung selama dua hari. Kegiatan dimulai dengan sesi pembukaan yang melibatkan sambutan dari dosen pendamping dan perwakilan kelompok tani. Peserta kemudian mengikuti sesi teori yang menjelaskan dasar-dasar teknologi drone, manfaatnya dalam pemetaan, serta spesifikasi teknisnya. Setelah pemaparan teori, dilakukan demonstrasi pengoperasian drone di lapangan, diikuti oleh sesi praktik mandiri di mana peserta mencoba menerbangkan drone di bawah bimbingan instruktur. Kegiatan ini diakhiri dengan studi kasus dan diskusi kelompok untuk membahas bagaimana hasil pemetaan dapat dimanfaatkan dalam pengelolaan lahan pertanian secara optimal.

Tahap evaluasi dilakukan dengan cara mengukur pengetahuan dan keterampilan peserta melalui *pre-test* sebelum pelatihan dan *post-test* setelah pelatihan. Pengumpulan umpan balik dari peserta juga dilakukan untuk menilai efektivitas dan efisiensi pelatihan. Laporan akhir disusun sebagai dokumentasi hasil kegiatan, yang mencakup evaluasi, tantangan yang dihadapi, serta rekomendasi untuk perbaikan di masa mendatang.



Gambar 1. Diagram Pelaksanaan Kegiatan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses pengabdian, menghasilkan adanya peningkatan pengetahuan yang dimiliki oleh masyarakat desa kalibaru terutama yang tergabung dalam komunitas.

Observasi dan Penggalan Permasalahan Mitra

Observasi dan penggalan permasalahan mitra dilakukan untuk mengidentifikasi secara mendalam kendala yang dihadapi oleh mitra, seperti Kelompok Tani Kemiri Santoso Desa Kalibaru Manis, dalam memanfaatkan potensi sumber daya yang ada. Melalui pendekatan partisipatif, kegiatan ini melibatkan survei lapangan, wawancara, dan diskusi untuk mengungkap tantangan utama, seperti rendahnya efisiensi pengelolaan lahan dan kurangnya akses terhadap teknologi modern seperti drone untuk pemetaan pertanian. Hasil dari observasi ini menjadi dasar perencanaan program pelatihan yang tepat sasaran, seperti pengoperasian drone dan pemanfaatan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG), guna mendukung pengelolaan lahan yang lebih efisien dan keberlanjutan pertanian.



Gambar 1. Observasi dan Penggalan masalah mitra

Diskusi Analisis Solusi

Diskusi dan analisis solusi dilakukan untuk merumuskan langkah strategis yang dapat mengatasi permasalahan yang dihadapi mitra berdasarkan data yang diperoleh dari observasi. Tahap ini melibatkan kolaborasi antara tim pelaksana, mitra, dan ahli terkait untuk mengidentifikasi penyebab utama permasalahan, mengevaluasi alternatif solusi, dan memilih strategi yang paling efektif. Sebagai contoh, untuk Kelompok Tani Kemiri Santoso, diskusi berfokus pada optimalisasi pengelolaan lahan dengan pemanfaatan teknologi drone dan perangkat lunak SIG untuk pemetaan yang akurat. Analisis melibatkan pengkajian kebutuhan pelatihan, kesiapan infrastruktur, serta potensi dampak sosial dan ekonomi. Hasil dari proses ini adalah rencana implementasi yang rinci, meliputi jadwal pelatihan, distribusi tugas, dan target pencapaian yang jelas guna mendukung keberhasilan program secara

menyeluruh.

Penggalian Kemampuan Dasar Mitra

Dalam tahap awal dalam program pelatihan yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana anggota kelompok tani mengetahui proses penggunaan drone hingga ke pemetaan. Proses ini dilakukan dengan wawancara singkat dengan beberapa pertanyaan mendasar, seperti konsep dasar penggunaan drone, teknologi pemetaan, dan pengoperasian perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Pertanyaan wawancara terdiri dari 15 butir pertanyaan yang disusun berdasarkan 5 indikator yang telah ditentukan. Hasil dari wawancara ini membantu tim pelaksana mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan yang dimiliki oleh mitra dan menentukan pendekatan pelatihan yang paling efektif.

Tabel 1. Susunan Pertanyaan Wawancara

No	Indikator	Pertanyaan
1	Pengetahuan Umum tentang Teknologi Drone	Apakah Anda sudah pernah mendengar tentang teknologi drone sebelumnya?
		Menurut Anda, apa saja manfaat drone dalam bidang pertanian?
		Apakah Anda tahu bahwa drone dapat digunakan untuk pemetaan lahan?
2	Pengalaman Menggunakan Drone	Apakah Anda atau anggota kelompok tani lain pernah menggunakan drone?
		Jika ya, untuk keperluan apa Anda menggunakan drone tersebut?
		Apakah Anda sudah pernah mengikuti pelatihan penggunaan drone sebelumnya?
3	Kemampuan Mengoperasikan Teknologi	Apakah Anda terbiasa menggunakan perangkat teknologi seperti smartphone atau tablet?
		Apakah Anda merasa percaya diri untuk belajar mengoperasikan drone?
		Seberapa sering Anda menggunakan aplikasi berbasis teknologi untuk keperluan pertanian?
4	Kebutuhan dan Harapan	Apa kendala utama yang Anda hadapi dalam memetakan lahan pertanian?
		Bagaimana cara Anda saat ini memantau atau mengelola lahan pertanian?
		Apa yang Anda harapkan dari pelatihan tentang penggunaan drone untuk pemetaan?
5	Infrastruktur dan Kesiapan	Apakah kelompok tani Anda memiliki akses ke perangkat teknologi seperti laptop, smartphone, atau jaringan internet?
		Jika diberikan drone, apakah Anda memiliki tempat yang aman untuk menyimpan dan merawatnya?
		Apakah Anda pernah bekerja dalam tim untuk mengelola teknologi baru?

Berdasarkan data pertanyaan yang terdapat pada tabel 1 dan sesi wawancara yang dilaksanakan pada kegiatan tersebut, didapatkan bahwa kelompok tani kemiri santoso belum pernah melakukan pemetaan mandiri dengan menggunakan drone. Pemetaan yang pernah dilakukan adalah pembuatan HKI tentang lokasi jenis kopi yang dimiliki. Kebutuhan kelompok tani tersebut dalam penggunaan

drone sangat beragam, seperti pemetaan lahan perorangan, analisis lokasi siap panen, hingga pemetaan lokasi yang dapat digunakan untuk tanaman lain. Harapan dari anggota kelompok tani kemiri santoso, setelah adanya pelatihan ini adalah setiap anggota dapat melakukan pemetaan secara mandiri sesuai dengan kebutuhannya dengan menggunakan drone.

Pelatihan Drone kepada Mitra

Tujuan dari tahapan ini untuk meningkatkan kemampuan mitra dalam memanfaatkan teknologi drone untuk pengelolaan lahan pertanian yang lebih efisien dan presisi. Pelatihan ini mencakup dua aspek utama: teori dan praktik. Pada sesi teori, mitra diperkenalkan pada dasar-dasar teknologi drone, manfaatnya dalam pemetaan lahan, dan penggunaan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk analisis data citra udara. Sesi praktik dilakukan di lapangan, di mana mitra dilatih langsung untuk mengoperasikan drone, mulai dari proses lepas landas, pengambilan gambar udara, hingga pendaratan. Selain itu, peserta diajarkan cara mengolah data hasil citra udara untuk membuat peta lahan yang dapat digunakan dalam pengelolaan tanaman, pemantauan area, dan penentuan lokasi tanam. Pelatihan ini diharapkan mampu meningkatkan keterampilan teknis mitra dan membuka peluang adopsi teknologi dalam mendukung pertanian berkelanjutan.



Gambar 3. Pelatihan Penggunaan Drone pada Kelompok Tani

Evaluasi Dampak Pelatihan Drone pada Mitra

Pada tahapan ini dilakukan untuk menilai efektivitas pelatihan dan sejauh mana tujuan yang telah direncanakan berhasil dicapai. Evaluasi mencakup pengukuran pengetahuan dan keterampilan peserta setelah pelatihan melalui post-test, serta observasi langsung terhadap kemampuan mitra dalam mengoperasikan drone dan mengolah data citra udara menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Selain itu, dilakukan wawancara dan pengumpulan umpan balik dari peserta untuk mengetahui manfaat pelatihan dalam aplikasi sehari-hari, seperti efisiensi pemetaan lahan, pemantauan tanaman, dan peningkatan produktivitas.



Gambar 4. Foto Hasil Produk Kelompok Tani Kemiri Santoso

Dampak sosial juga dianalisis, termasuk perubahan pola kerja mitra yang menjadi lebih berbasis teknologi dan kolaboratif. Hasil evaluasi ini digunakan untuk menyusun rekomendasi dan perbaikan program di masa depan, memastikan keberlanjutan manfaat pelatihan dalam mendukung pengelolaan lahan yang modern dan berkelanjutan. Untuk presentasi hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 1. Persentase Hasil Evaluasi

No	Pertanyaan	Persentase Pemilih skala linkert 1-5 dengan keterangan nilai kecil = negatif (Sangat Tidak Sesuai/Sangat Tidak Membantu/Sangat Tidak Relevan/dll), nilai besar positif (Sangat Sesuai/Sangat Membantu/Sangat Relevan/dll)				
		1	2	3	4	5
1	Apakah materi yang disampaikan relevan dengan tema "Penggunaan Drone untuk Pemetaan dan Pengolahan Data"?	0%	0%	0%	42.9%	45.1%
2	Apakah Tim Pengabdian yang dihadirkan memiliki kompetensi yang sesuai dalam menyampaikan materi?	0%	0%	0%	28.6%	71.4%
3	Seberapa mudah Anda memahami materi yang disampaikan Tim Pengabdian?	0%	0%	28.6%	42.9%	28.6%
4	Apakah metode penyampaian materi (teori dan praktik) sudah efektif?	0%	0%	14.3%	71.4%	14.3%
5	Apakah praktik operasional drone di lapangan membantu Anda memahami teknik pemetaan dengan baik?	0%	0%	0%	28.6%	71.4%
6	Seberapa relevan studi kasus yang diberikan dengan kebutuhan di	0%	0%	0%	42.9%	57.1%

bidang Sistem Informasi Geografis?						
7	Apakah diskusi yang dilakukan selama kegiatan cukup interaktif dan bermanfaat?	0%	0%	0%	28.6%	71.4%
8	Apakah kegiatan ini membantu meningkatkan pemahaman Anda tentang pengolahan data citra udara?	0%	0%	14.3%	28.6%	57.1%
9	Seberapa besar kegiatan ini membantu Anda mengembangkan keterampilan operasional drone?	0%	0%	0%	42.9%	57.1%
10	Apakah hasil pelatihan ini relevan untuk kebutuhan pekerjaan Anda dibidang pertanian?	0%	0%	14.3%	14.3%	71.4%

Diskusi

Hasil kegiatan pelatihan penggunaan drone dalam pertanian menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan lahan di Kelompok Tani Kemiri Santoso. Pelatihan ini dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan mitra yakni Kelompok Tani Kemiri Santoso dan mahasiswa tentang pentingnya pemetaan lahan khususnya tanaman kopi menggunakan alat bantu drone untuk menunjang pertanian industrial. Dari beberapa indikator pertanyaan yang diajukan terlihat berkembangnya pengetahuan mitra dan mahasiswa mengenai mengoperasikan drone dan mengolah data citra udara menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG).

Dalam beberapa tahun kedepan hal yang bisa diimplementasikan Kelompok Tani Kemiri Santoso adalah analisis tanah, strategi penanaman, penyemprotan pestisida, pemantauan tanaman, pemantauan kesehatan tanaman dan perancangan irigasi. Pengimplementasian tersebut dapat membantu mitra dalam mengintegrasikan kondisi real di lapangan dengan perkembangan teknologi dan penelitian akademis. Sebagai contoh penelitian terkini menunjukkan meningkatnya penggunaan drone dalam sektor pertanian, terutama untuk budidaya kopi. Drone menawarkan berbagai aplikasi, termasuk analisis tanah, strategi penanaman, penyemprotan pestisida, pemantauan tanaman, dan perancangan irigasi (Haerudin et al., 2020). Sebuah prototipe drone quadcopter untuk penyemprotan tanaman telah dikembangkan dengan kemampuan mengangkat beban 0,8 kg dan menyemprot area seluas 1,68 m² pada ketinggian 100 cm (Sutisna et al., 2019). Drone yang dilengkapi dengan kamera RGB dan sensor Near-Infrared (NIR) memungkinkan penginderaan jauh yang efektif untuk pemantauan kesehatan tanaman, meskipun observasi langsung masih diperlukan dalam beberapa kasus (Sakti et al., 2023). Dalam budidaya padi, penggunaan drone untuk penyemprotan pupuk cair terbukti meningkatkan efisiensi secara signifikan dibandingkan metode konvensional. Misalnya, penyemprotan dengan drone hanya memerlukan waktu 0,25 jam untuk satu hektar dengan penggunaan pupuk sebanyak 40 liter, dibandingkan dengan 160 liter per jam dalam aplikasi manual (Hariyanto et al., 2023). Inovasi ini menunjukkan potensi besar teknologi drone dalam merevolusi praktik pertanian, termasuk di bidang budidaya kopi. Hasil pemetaan juga dapat digunakan untuk menganalisis aksesibilitas (Arief et al., 2023; Fatimatzahra & Somantri, 2023) dan rantai pasok (Changmai et al., 2023; Han et al., 2021; Korpinen et al., 2023) termasuk tanaman kopi, seperti pemetaan jalur distribusi, identifikasi titik pengumpulan hasil panen, dan optimalisasi logistik untuk meningkatkan efisiensi transportasi dan distribusi.

Berdasarkan tabel hasil evaluasi, mayoritas responden setuju bahwa materi yang disampaikan relevan dengan tema, dan tim pengabdian memiliki kompetensi tinggi untuk menjelaskan topik tersebut. Namun masih ada tantangan dalam pemahaman materi, dengan sebagian peserta merasa kurang mudah memahami penjelasan. Ini menunjukkan perlunya pendekatan penyampaian yang

lebih sederhana atau interaktif. Praktik lapangan dianggap sangat membantu dalam memahami teknik pemetaan, sehingga memperkuat pentingnya metode pembelajaran berbasis praktik nyata. Selain itu studi kasus dinilai relevan untuk Sistem Informasi Geografis, menunjukkan bahwa drone dapat diintegrasikan dengan kebutuhan teknologi modern di bidang pertanian. Kendala seperti infrastruktur, kepercayaan diri dalam menggunakan teknologi, dan pengalaman dalam tim teknologi baru juga penting untuk dibahas. Pelatihan lanjutan yang mencakup praktik operasional dan pengelolaan drone, serta pengolahan data citra udara dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keterampilan dan kepercayaan diri peserta. Pelatihan ini dapat menghasilkan strategi pengajaran dan pelatihan yang lebih relevan dan efektif, sesuai dengan kebutuhan pertanian berbasis teknologi modern. Tujuan utama dari kegiatan pengabdian ini secara garis besar telah tercapai, mulai dari peningkatan pengetahuan mitra terkait pemanfaatan drone dan yang utama adalah menginspirasi Kelompok Tani Kemiri Santoso agar terus berinovasi dengan menggunakan teknologi berdasarkan nilai-nilai akademis.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pelatihan teknologi drone untuk pemetaan pertanian yang dilaksanakan bersama Kelompok Tani Kemiri Santoso di Desa Kalibaru Manis telah berjalan dengan baik dan mencapai tujuan utama, yaitu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam memanfaatkan teknologi modern. Pelatihan ini dirancang untuk mengatasi kendala pengelolaan lahan secara manual yang sering tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan. Dengan melibatkan pendekatan teori dan praktik, peserta diperkenalkan pada dasar-dasar teknologi drone, pengoperasian drone, serta pengolahan data citra udara menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Peserta berhasil memahami konsep dasar dan dapat mengoperasikan drone secara mandiri untuk pengambilan data pemetaan lahan. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan pengetahuan signifikan, dengan mayoritas peserta menyatakan bahwa materi pelatihan relevan dan berguna untuk kebutuhan mereka. Teknologi drone dinilai mampu mendukung efisiensi pengelolaan lahan pertanian, termasuk pemetaan lahan, analisis lokasi panen, dan pemantauan kesehatan tanaman.

Namun beberapa tantangan ditemukan, seperti keterbatasan infrastruktur dan kesulitan peserta dalam memahami teori teknis. Oleh karena itu disarankan adanya pelatihan lanjutan yang fokus pada pengolahan data dan penguatan keterampilan operasional. Selain itu penyediaan perangkat pendukung seperti laptop dan koneksi internet akan meningkatkan keberlanjutan program ini. Secara keseluruhan, pelatihan ini memberikan dampak positif bagi kelompok tani, baik dalam aspek teknis maupun sosial. Kegiatan ini memperkuat kolaborasi antaranggota kelompok tani dan membuka peluang penerapan teknologi modern untuk mendukung pertanian berkelanjutan, khususnya dalam meningkatkan daya saing kopi Kalibaru di pasar nasional maupun internasional.

Ucapan Terima Kasih: Kami mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Tani Kemiri Santoso, Desa Kalibaru Manis Banyuwangi atas kepercayaan dan partisipasinya dalam pelaksanaan pelatihan teknologi drone untuk pemetaan pertanian. Antusiasme dan kerja sama yang diberikan telah menjadi kunci keberhasilan kegiatan ini. Penghargaan juga kami sampaikan kepada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember atas dukungan penuh dalam menyediakan fasilitas dan sumber daya yang diperlukan. Kami juga berterima kasih kepada tim pengabdian yang terdiri dari dosen dan mahasiswa, yang telah berdedikasi dalam merancang dan melaksanakan kegiatan ini dengan baik.

Tak lupa, terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, yang telah berkontribusi dalam menyukseskan program ini. Semoga kolaborasi ini terus berlanjut dan memberikan manfaat yang lebih besar bagi pengembangan pertanian berkelanjutan berbasis teknologi di masa mendatang. Kami berharap pelatihan ini menjadi awal dari transformasi pengelolaan pertanian yang lebih modern dan efisien di Desa Kalibaru Manis. Semoga hasil dari kegiatan ini dapat menginspirasi inovasi serupa di komunitas lainnya.

REFERENSI

- Abbas, A., Zhang, Z., Zheng, H., Alami, M. M., Alrefaei, A. F., Abbas, Q., ... Zhou, L. (2023). Drones in Plant Disease Assessment, Efficient Monitoring, and Detection: A Way Forward to Smart Agriculture. *Agronomy*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/agronomy13061524>
- Arief, M. H., Afandi, K., Kustin, Arifin, I. F., & Laily, N. F. (2023). Analisis Spasial Aksesibilitas Fasilitas Kesehatan di Kabupaten Jember. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(September), 1764–1771. <https://doi.org/https://doi.org/10.33395/jmp.v12i2.12984>
- Arief, M. H., & Ramdani, F. (2022). Uncertainty analysis in spatial planning application based on geographical information system (GIS) in Malang City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1064(1), 1–11. Kuala Lumpur, Malaysia: OP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1064/1/012041>
- Arief, M. H., Ramdani, F., & Bachtiar, F. A. (2021). A Conceptual Framework for Uncertainty Analysis in Map-Based Urban Spatial Planning. *ACM International Conference Proceeding Series*, 197–202. Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3479645.3479683>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi. (2024). Kabupaten Banyuwangi dalam Angka 2024. In *Analytical Biochemistry* (Vol. 17). Banyuwangi. Retrieved from <https://bit.ly/BanyuwangidalamAngka2024>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2024). *Provinsi Jawa Timur Dalam Angka 2024*. Surabaya.
- Bento, N. L., Ferraz, G. A. e. S., Santana, L. S., & Silva, M. de L. O. e. (2023). Coffee Growing with Remotely Piloted Aircraft System: Bibliometric Review. *AgriEngineering*, 5(4), 2458–2477. <https://doi.org/10.3390/agriengineering5040151>
- Canicatti, M., & Vallone, M. (2024). Drones in vegetable crops: A systematic literature review. *Smart Agricultural Technology*, 7(January), 100396. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100396>
- Changmai, S., Saran, S., & Gupta, P. K. (2023). Geospatial Application for Dairy Supply Chain Management. *Journal of Geomatics*, 17(2), 174–183. <https://doi.org/10.58825/jog.2023.17.2.63>
- Fatimatuzahra, D. T., & Somantri. (2023). Perancangan Web Geographic Information System (WebGIS) Kehutanan Pada Wilayah Sukabumi. *Jurnal Tekno Kompak*, 17(1), 184–195. <https://doi.org/https://doi.org/10.33365/jtk.v17i1.2433>
- Haerudin, N., Wibowo, R. C., & Endaryanto, T. (2020). Pemetaan Pertanian Dengan Drone Di Pekon Dadapan Kecamatan Sumberejo Kabupaten Tanggamus Lampung. *Sakai Sambayan Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(November).
- Hameed, A., Hussain, S. A., & Suleria, H. A. R. (2020). “Coffee Bean-Related” Agroecological Factors Affecting the Coffee. In *Phytochemistry* (Vol. 1, pp. 641–705). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96397-6_21
- Han, Y., Goetz, S. J., & Schmidt, C. (2021). Visualizing spatial economic supply chains to enhance sustainability and resilience. *Sustainability (Switzerland)*, 13(3), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su13031512>
- Hariyanto, K., Poerwanto, E., & Nur Santoso, P. (2023). Analisis Efektifitas Drone Pada Proses Pemupukan Cair Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pertanian Padi Organik. *Vortex*, 4(2). <https://doi.org/10.28989/vortex.v4i2.1658>
- Izzwah Nauroh, I. F. (2022). Teknologi Industri Pertanian: Analisa Kualitatif Menghadapi Tantangan Global Menuju Pertanian Berkelanjutan Di Indonesia. *Change Think Journal*, 1(Perdagangan Internasional Booster Dalam Pertumbuhan Ekonomi), 151–157.
- Keshet, D., Brook, A., Malkinson, D., Izhaki, I., & Charter, M. (2022). The Use of Drones to Determine Rodent Location and Damage in Agricultural Crops. *Drones*, 6(12), 1–12. <https://doi.org/10.3390/drones6120396>
- Korpinen, O. J., Aalto, M., KC, R., Tokola, T., & Ranta, T. (2023). Utilisation of Spatial Data in Energy Biomass Supply Chain Research—A Review. *Energies*, 16(2). <https://doi.org/10.3390/en16020893>
- Lara-Estrada, L., Rasche, L., & Schneider, U. A. (2021). Land in Central America will become less suitable for coffee cultivation under climate change. *Regional Environmental Change*, 21(3).

- <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01803-0>
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic Information Sciences and Systems. In R. Flahive & J. Fiorillo (Eds.), *Wiley* (Fourth Edi). London: Wiley. https://doi.org/10.1007/springerreference_62122
- Maroeto, Fauzi, A., Santoso, W., Siswanto, Idhom, M., & Priyadharsini, R. (2022). Assessment of Land Suitability Evaluation for Plantation Crops Using AHP-GIS Integration in the Wonosalam Forest Area, East Java. *Universal Journal of Agricultural Research*, 10(5), 569–586. <https://doi.org/10.13189/ujar.2022.100512>
- Meesaragandla, S., Jagtap, M. P., Khatri, N., Madan, H., & Vadduri, A. A. (2024). Herbicide spraying and weed identification using drone technology in modern farms: A comprehensive review. *Results in Engineering*, 21(January), 101870. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101870>
- Montero, M. O. V., Ariza, A. A., Barreno, N. M., Figueroa-Saavedra, H. F., Porras, A. F., Aguilar, Y., & Moya, W. (2024). Land Suitability of Coffee Cultivation Under Climate Change Influence in the Ecuadorian Amazon. *Geography, Environment, Sustainability*, 17(2), 49–62. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2024-2969>
- Pangestika, M., Hohary, M., Suprihati, Agus, Y. H., Widyawati, N., Herawat, M. M., ... Maria. (2020). *Smart Farming: Pertanian di Era Revolusi Industri 4.0* (1st ed.; R. I. Utami, ed.). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Rachmawati, R. R. (2021). Smart Farming 4.0 Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, Dan Modern. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 38(2), 137. <https://doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020.137-154>
- Sakti, A. N. E., A, M. M. K., Aprilia, D. N., Sudarti, & Trapsilo. (2023). Efektifitas Drone Sebagai Media Penginderaan Jauh Untuk Pemantauan Kesehatan Tanaman. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 11(2), 50–55. <https://doi.org/10.30869/jtech.v11i2.1186>
- Silva, H. R., Pozza, E. A., Freitas, A. S. de, Freitas, M. L. de O., Alves, M. de C., & Junior, M. P. B. (2024). Spatial distribution of Phoma leaf spot of coffee and relationship with environmental and host variables. *Revista de Agricultura Neotropical*, 11(3). <https://doi.org/10.32404/rean.v11i3.8565>
- Sutisna, S. P., Ahmad, A. R., & Wicaksono, A. (2019). Rancang Bangun Prototipe Quadcopter Drone Penyemprot Tanaman. *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol Dan Otomasi (SNIKO)*. Bandung: Pusat Teknologi Instrumentasi dan Otomasi ITB Bandung. <https://doi.org/DOI:10.5614/sniko.2018.50>
- Sylvester, G. (2018). E-agriculture in action: Drones for agriculture. In Gerard Sylvester (Ed.), *Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Telecommunication UnionInternational Telecommunication Union* (1st ed.). Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Telecommunication UnionInternational Telecommunication Union. Retrieved from <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i8494en>
- Zhang, S., Liu, X., Li, R., Wang, X., Cheng, J., Yang, Q., & Kong, H. (2021). AHP-GIS and MaxEnt for delineation of potential distribution of Arabica coffee plantation under future climate in Yunnan, China. *Ecological Indicators*, 132, 108339. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108339>

