

PEMANFAATAN MATA AIR DAN AIR HUJAN DALAM MENINGKATKAN KESUBURAN TANAH MELALUI PONDOK PENGONTROL SISTEM PENYALURAN NUTRISI PADA PERKEBUNAN DESA JRAKAH

Siti Nandiroh

Program Studi Industri

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Sn168@ums.ac.id

Iqbal Satrio

Program Studi Industri

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

d600220141@student.ums.ac.id

Sinta Eka Ratnawati

Program Studi Industri

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

d600210069@student.ums.ac.id

Shandika Nauva Abdila

Program Studi Industri

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

d600230201@student.ums.ac.id

Riwayat naskah:

Naskah dikirim 17 Agustus 2024

Naskah direvisi 5 Januari 2025

Naskah diterima 11 Juni 2025

ABSTRAK

Desa Jrakah merupakan sebuah desa perkebunan di Kecamatan Selo, Kabupaten Boyolali, memiliki potensi besar dalam produksi sayuran dan buah-buahan. Namun, berbagai kendala seperti topografi lahan yang miring, ketersediaan air yang masih minim khususnya pada musim kemarau, penggunaan pupuk bahan kimia pada lahan perkebunan dan keterbatasan pengetahuan petani menghambat peningkatan produktivitas perkebunan yang berdampak pada perekonomian Masyarakat Desa Jrakah. Pengabdian yang dilakukan di wilayah ini bertujuan untuk membantu upaya peningkatan produktivitas perkebunan di Desa Jrakah melalui penerapan sistem *smart farming*. Sistem ini dirancang untuk mengatasi permasalahan distribusi air dan nutrisi yang tidak merata akibat topografi lahan yang miring, serta meningkatkan efisiensi penggunaan air maupun pupuk. Metode yang digunakan meliputi sosialisasi teknologi *smart farming* kepada kelompok tani, masyarakat serta lembaga perkebunan, pembangunan pondok pengontrol sebagai pusat kendali sistem, dan pemantauan kondisi tanah secara berkala. Hasil yang diharapkan adalah penerapan sistem *smart farming* guna peningkatan produktivitas perkebunan dengan memaksimalkan sumber mata air yang telah ada, perbaikan kualitas tanah dengan memanfaatkan pupuk organik cair sebagai pengganti pupuk bahan kimia, dan penghematan penggunaan pupuk sesuai dengan kadar kebutuhan tanah. Dengan demikian, sistem *smart farming* ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan kesejahteraan petani di bidang perairan dan pemberian nutrisi kepada tumbuhan di Desa Jrakah serta mendukung pembangunan perkebunan berkelanjutan.

KATA KUNCI: *smart farming*, produktivitas, pengontrol sistem

PENDAHULUAN

Desa Jrakah adalah sebuah desa perkebunan di Kecamatan Selo, Kabupaten Boyolali, menghadapi sejumlah tantangan dalam meningkatkan produktivitas perkebunannya. Masalah utama yang dihadapi meliputi keterbatasan sumber air, kualitas tanah yang menurun akibat penggunaan pupuk sintetis berlebihan, dan kesulitan dalam mendistribusikan nutrisi pada lahan yang bertopografi miring. Kondisi ini mengakibatkan rendahnya hasil panen dan berdampak pada kesejahteraan masyarakat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, tim pengusul mengusulkan penerapan konsep *smart farming* dengan fokus pada pengembangan sistem pendistribusian air dan nutrisi secara otomatis (Rachma & Umam, 2020). Melalui pembangunan sumber mata air, penampungan air, dan pondok pengontrol sistem, diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan air, menjaga kualitas tanah, dan

meningkatkan produktivitas perkebunan (Sutrisno & Hamdani, 2020).

Penelitian sebelumnya menjadi dasar untuk menunjukkan bahwa penerapan teknologi *smart farming* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, kualitas hasil perkebunan, dan pendapatan petani (Halawa, 2024). Beberapa studi telah membuktikan efektivitas sistem irigasi otomatis, pemantauan kondisi tanah menggunakan sensor, dan penggunaan pupuk organik dalam meningkatkan produktivitas perkebunan (La Sira Ganti, dkk., 2023). Sistem irigasi otomatis, pemantauan kondisi tanah menggunakan sensor, dan penggunaan pupuk organik, seperti yang dilakukan Waqfin, dkk (2022), merupakan beberapa contoh penerapan teknologi *smart farming* yang telah terbukti efektif. Namun penerapan teknologi ini di tingkat petani khususnya di daerah pedesaan, masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan akses terhadap

teknologi, kurangnya pengetahuan, dan biaya yang tinggi (Idoje, Dagiuklas, & Iqbal, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, pengabdian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penerapan sistem *smart farming* dalam meningkatkan produktivitas perkebunan di Desa Jrakah. Melalui integrasi teknologi sensor, sistem irigasi otomatis, dan manajemen nutrisi yang terkontrol, diharapkan dapat menciptakan sistem perkebunan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan mampu meningkatkan pendapatan petani.

Tim pengabdian di Desa Jrakah berharap konsep *smart farming* merupakan solusi inovatif untuk mengatasi krisis air dan meningkatkan produktivitas perkebunan. Teknologi ini akan menjadi kunci untuk membuka gerbang menuju masa depan yang lebih cerah bagi desa ini. Konsep *smart farming* ini akan diimplementasikan dalam sebuah *pilot project* di lahan seluas 10,7 meter x 13,5 meter yang sebelumnya dikelola oleh Bapak Tumar, Kepala Desa Jrakah. Lahan ini dipilih dengan pertimbangan matang, mengingat jaraknya yang cukup jauh dari sumber mata air, yaitu sekitar 700 meter, dan kondisi medannya yang tidak beraturan.

Penerapan *smart farming* di lahan ini diharapkan dapat menjadi contoh nyata bagi para petani lain di Desa Jrakah. Dengan pengembangan sumber mata air dan pembangunan pondok kecil sebagai tempat operasional alat, penampungan air, dan pendistribusian nutrisi, sistem ini akan memastikan akses air yang merata dan terkontrol untuk lahan perkebunan. Teknologi pendeteksi pH tanah secara otomatis menjadi jantung dari sistem *smart farming* ini. Alat ini akan memantau kondisi tanah secara *real-time* dan memberikan informasi yang akurat kepada para petani tentang kebutuhan nutrisi tanaman. Dengan informasi ini, para petani dapat memberikan nutrisi yang tepat pada waktu yang tepat, sehingga pertumbuhan tanaman optimal dan menghasilkan panen yang melimpah.

Dampak positif dari penerapan *smart farming* ini diharapkan tidak hanya terbatas pada peningkatan volume tanaman, seperti lebar daun, tinggi tanaman, dan warna daun yang lebih segar, tetapi juga meningkatkan kualitas hasil panen secara keseluruhan. Penerapan *smart farming* di Desa Jrakah ini merupakan langkah awal yang penuh harapan untuk mewujudkan desa yang lebih mandiri, sejahtera, dan berkelanjutan. Dengan komitmen dan kerja sama dari semua pihak, Desa Jrakah dapat menjadi inspirasi bagi desa-desa lain di Indonesia untuk mengoptimalkan potensi perkebunannya dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

Para petani di Desa Jrakah tak hanya membutuhkan teknologi pendeteksi pH tanah, tetapi juga sistem distribusi nutrisi yang lebih baik melalui irigasi. Hal ini penting untuk memastikan bahwa tanaman mendapatkan asupan air dan nutrisi yang tepat secara merata dan tepat waktu. Kontrol sistem

yang dirancang khusus untuk mengoptimalkan distribusi air dan nutrisi menjadi kunci utama. Sistem ini akan mengatur aliran air dan nutrisi dengan cermat, sehingga setiap tanaman mendapatkan kebutuhannya secara tepat dan efisien. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas perkebunan secara signifikan dan mengurangi risiko gagal panen yang sering kali melanda desa ini. Dengan manajemen air yang lebih baik, Desa Jrakah dapat menghadapi tantangan musim kemarau dengan lebih tangguh. Tanaman akan tetap mendapatkan asupan air yang cukup meskipun curah hujan rendah, sehingga panen tetap terjaga dan kesejahteraan masyarakat desa pun meningkat.

Tim Pengusul tak hanya fokus pada teknologi, tetapi juga membangun relasi dengan berbagai pihak di Desa Jrakah, Kecamatan Selo, dan BPP Boyolali. Kerjasama yang erat dengan para tokoh desa, petani, dan dinas terkait menjadi landasan fundamental untuk merangkul kelompok petani agar lebih maju. Melalui sistem pengontrolan kesuburan dan kesehatan tanah, para petani dapat meningkatkan hasil perkebunan secara berkelanjutan. Hal ini pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat Desa Jrakah secara keseluruhan. Penerapan sistem *smart farming*, pengembangan sumber mata air, pembangunan infrastruktur, dan kerjasama antar pihak menjadi strategi komprehensif untuk memajukan Desa Jrakah. Dengan komitmen yang kuat dan kerja sama yang solid, Desa Jrakah dapat melangkah maju menuju masa depan yang lebih cerah. Krisis air yang selama ini menjadi momok menakutkan dapat diubah menjadi peluang untuk memajukan desa, meningkatkan taraf hidup masyarakat, dan mewujudkan ketahanan pangan di wilayah ini.

Tujuan utama pengabdian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas penerapan sistem *smart farming* dalam meningkatkan produktivitas perkebunan di Desa Jrakah. Secara spesifik, pengabdian ini bertujuan untuk: (1) meningkatkan ketersediaan air melalui pengembangan sumber mata air dan sistem penampungan; (2) memperbaiki kualitas tanah melalui sistem distribusi nutrisi yang terkontrol; (3) meningkatkan produktivitas perkebunan secara keseluruhan; dan (4) memberdayakan masyarakat melalui transfer pengetahuan dan keterampilan terkait teknologi *smart farming*.

METODE PENYELESAIAN MASALAH MITRA

Metode yang digunakan dalam pengabdian ini meliputi beberapa hal, agar teknologi yang diaplikasikan dalam pengabdian ini mudah diadaptasi oleh kelompok tani. Sosialisasi intensif dilakukan melalui pelatihan, demonstrasi lapangan, dan pertemuan kelompok tani. Untuk mendukung implementasi sistem, dibangun sebuah pondok pengontrol yang berfungsi sebagai pusat kendali dan pemantauan. Pondok ini dilengkapi dengan perangkat

sensor untuk mengumpulkan data kondisi tanah secara berkala, seperti kelembaban, suhu, dan pH. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk memberikan rekomendasi pengelolaan perkebunan yang lebih presisi. Dalam upaya memperluas cakupan dan dampak pengabdian, tim peneliti aktif menjalin kerjasama dengan berbagai pihak, termasuk pemerintah desa, kecamatan, lembaga swadaya masyarakat, dan perusahaan swasta. Kemitraan ini tidak hanya memperkuat sumber daya, tetapi juga mempercepat proses adopsi teknologi *smart farming* di tingkat petani. Untuk mengukur keberhasilan pengabdian, ditetapkan beberapa indikator kinerja utama, seperti peningkatan produktivitas perkebunan, efisiensi penggunaan sumber daya, dan kepuasan petani terhadap teknologi yang diterapkan. Luaran yang diharapkan dari pengabdian ini adalah pengembangan model implementasi teknologi *smart farming* yang dapat direplikasi di daerah lain, serta peningkatan kapasitas petani dalam mengadopsi inovasi perkebunan. Evaluasi secara berkala dilakukan untuk memantau kemajuan kegiatan, mengidentifikasi kendala yang dihadapi, dan melakukan penyesuaian program sesuai dengan kebutuhan. Dengan melibatkan aktif masyarakat desa dalam setiap tahap pengabdian, diharapkan dapat meningkatkan keberlanjutan penerapan teknologi *smart farming* dan memberikan dampak positif terhadap peningkatan produktivitas perkebunan serta kesejahteraan Masyarakat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan teknologi *smart farming* di Desa Jrakah yang diinisiasi oleh tim PPKO KMTI UMS dengan dukungan penuh dari pemerintah desa dan kecamatan, telah membawa transformasi signifikan dalam sektor perkebunan. Melalui sosialisasi intensif dan pendampingan berkelanjutan, petani berhasil mengadopsi praktik perkebunan *modern* yang lebih efisien dan berkelanjutan. Masyarakat secara langsung terlibat dalam penyediaan data primer melalui wawancara mendalam, kelompok tani memberikan data terkait praktik pertanian lokal, sementara Karang Taruna berperan aktif dalam sosialisasi program. Perangkat desa dan kecamatan turut memberikan dukungan administratif dan kebijakan, sedangkan lembaga BPP berkontribusi dengan data sekunder terkait kondisi pertanian secara umum.

Kolaborasi multi-stakeholder ini tidak hanya memperkaya data yang diperoleh, tetapi juga menjamin relevansi program dengan kebutuhan masyarakat. Dengan melibatkan petani sebagai subjek utama, program ini lebih responsif terhadap tantangan yang dihadapi di lapangan. Dukungan dari perangkat desa dan kecamatan mempermudah pelaksanaan program di tingkat lokal, sementara data dari BPP memberikan perspektif yang lebih luas terkait kebijakan pertanian.

Analisis data yang dilakukan terhadap proyek implementasi sistem *smart farming* di Desa Jrakah bertujuan untuk mengukur efektivitas sistem dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilannya. Dengan menggabungkan data kuantitatif, seperti peningkatan hasil panen dan efisiensi penggunaan sumber daya, dengan data kualitatif dari wawancara dan observasi lapangan, tim dapat memperoleh gambaran yang holistik mengenai dampak sistem ini.

Hasilnya, program ini tidak hanya berhasil mengumpulkan data yang komprehensif, tetapi juga membangun rasa memiliki dan tanggung jawab bersama dalam upaya meningkatkan produktivitas pertanian di Desa Jrakah. Dengan antusiasme yang tinggi, program ini telah mendapatkan dukungan penuh dari seluruh lapisan masyarakat Desa Jrakah. Masyarakat, perangkat desa, kelompok tani, Karang Taruna, dan lembaga BPP secara aktif terlibat dalam perencanaan dan pelaksanaan program. Dukungan yang komprehensif ini menunjukkan komitmen bersama untuk mewujudkan peningkatan kesejahteraan petani dan keberlanjutan lingkungan. Selain itu, hasil pengabdian ini menunjukkan bahwa teknologi *smart farming*, jika diimplementasikan secara terpadu dan berkelanjutan, memiliki potensi besar untuk meningkatkan produktivitas, pendapatan petani, ketahanan pangan di daerah pedesaan, serta berkontribusi pada pelestarian lingkungan.

Selain itu sebagai fondasi dalam merancang intervensi yang tepat sasaran, tim peneliti telah melakukan wawancara mendalam dengan beragam pemangku kepentingan di Desa Jrakah. Mulai dari petani sebagai aktor utama hingga perangkat desa, lembaga pendamping, dan organisasi masyarakat, setiap perspektif menjadi kunci dalam memahami kompleksitas sistem pertanian lokal. Melalui dialog terbuka dan empatik, tim berhasil menggali informasi kualitatif yang kaya, mencakup kebutuhan, aspirasi, kendala, serta praktik-praktik pertanian yang telah berjalan. Data ini kemudian diintegrasikan dengan data kuantitatif untuk membentuk pemahaman holistik tentang kondisi pertanian di Desa Jrakah. Proses ini tidak hanya menghasilkan profil komprehensif desa, tetapi juga membangun kepercayaan dan kemitraan antara peneliti dan masyarakat. Dengan demikian, intervensi yang dirancang dapat lebih relevan, efektif, dan berkelanjutan, karena telah mempertimbangkan secara menyeluruh konteks sosial, ekonomi, dan lingkungan setempat.

Melalui pengamatan intensif dan berkelanjutan, tim PPK Ormawa KMTI FT UMS mampu menggali pemahaman yang mendalam tentang kondisi spesifik agroklimat, karakteristik tanah, serta pola tanam yang telah dipraktikkan oleh masyarakat setempat. Data empiris yang diperoleh dari observasi ini menjadi landasan penting dalam merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi sistem

smart farming yang sesuai dengan kebutuhan dan aspirasi petani.

Lebih dari sekadar pengumpulan data, observasi lapangan berperan sebagai jembatan komunikasi antara peneliti dan petani. Dengan terlibat langsung dalam aktivitas pertanian sehari-hari, tim mampu memahami tantangan, kendala, dan harapan petani secara langsung. Hal ini memungkinkan tim untuk merancang solusi teknologi yang tidak hanya efektif, tetapi juga dapat diterima dan diadopsi oleh masyarakat. Selain itu, observasi lapangan juga menjadi sarana untuk membangun kepercayaan antara peneliti dan petani, menciptakan iklim kolaboratif yang penting untuk keberhasilan program.

Melalui pengamatan yang cermat, tim mampu mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang mempengaruhi produktivitas pertanian, seperti kualitas air, serangan hama penyakit, dan penggunaan pupuk. Data-data ini kemudian digunakan untuk mengembangkan model prediksi yang akurat, sehingga petani dapat mengambil keputusan yang tepat waktu terkait pengelolaan lahan dan tanaman. Selain itu, observasi lapangan juga memungkinkan tim untuk memantau kinerja sistem *smart farming* secara *real-time*, melakukan evaluasi berkala, dan melakukan penyesuaian yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem.

Desa Jrakah dengan segala potensi dan tantangannya, tengah memasuki era baru dalam perkebunan. Kolaborasi antara tim PPKO KMTI FT UMS, masyarakat, dan kelompok tani telah melahirkan inisiatif inovatif untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil perkebunan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah pengembangan sistem *smart farming* berbasis sumber mata air yang ada di desa. Desa Jrakah, dengan anugerah sumber mata air yang melimpah, memiliki potensi besar untuk menjadi pusat perkebunan yang produktif. Selama ini, sumber mata air ini belum dimanfaatkan secara optimal. Namun, dengan adanya inisiatif *smart farming*, potensi tersebut mulai tergarap. Melalui penerapan teknologi sensor dan sistem irigasi semi otomatis, aliran air dari mata air dapat diatur secara presisi. Setiap tanaman akan menerima pasokan air yang tepat sesuai dengan kebutuhannya, tanpa ada kelebihan atau kekurangan.

Kualitas air adalah faktor penting dalam pertumbuhan tanaman. Untuk memastikan bahwa tanaman menerima air dengan kualitas terbaik, sistem *smart farming* di Desa Jrakah dilengkapi dengan sensor yang memantau kualitas air secara *real-time*. Sensor-sensor ini akan mengukur berbagai parameter seperti pH, kadar mineral, dan suhu air. Dengan data yang diperoleh dari sensor, petani dapat melakukan penyesuaian jika diperlukan, misalnya dengan menambahkan pupuk organik atau melakukan aerasi pada air. Sistem irigasi otomatis yang diterapkan dalam *smart farming* memungkinkan petani untuk mengontrol jadwal dan durasi irigasi secara lebih

efisien. Dengan memanfaatkan data cuaca, kelembaban tanah, dan tingkat evapotranspirasi, sistem ini dapat menentukan kapan dan berapa banyak air yang dibutuhkan oleh tanaman. Hal ini tidak hanya menghemat penggunaan air, tetapi juga mencegah terjadinya genangan air yang dapat menyebabkan penyakit tanaman.

Untuk mengoptimalkan pengelolaan sistem irigasi dan pemupukan, dibangunlah pondok pengontrol sistem di lahan sampel. Pondok ini berfungsi sebagai pusat kendali yang dilengkapi dengan berbagai peralatan, seperti panel kontrol, sensor, dan komputer. Melalui pondok pengontrol sistem, petani dapat memantau kondisi tanaman secara real-time, mengatur jadwal irigasi, dan memberikan nutrisi yang tepat sesuai dengan kebutuhan tanaman. Salah satu kunci keberhasilan sistem *smart farming* adalah pemberian nutrisi yang tepat. Dengan memanfaatkan data yang diperoleh dari sensor, petani dapat menentukan jenis dan jumlah pupuk yang dibutuhkan oleh tanaman. Pemberian nutrisi dilakukan secara presisi, sehingga dapat meminimalkan pemborosan pupuk dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, petani juga dapat melakukan analisis tanah secara berkala untuk mengetahui kandungan unsur hara dalam tanah dan menyesuaikan pemberian pupuk sesuai dengan kebutuhan.

Pembangunan pondok pengontrol sebagai pusat kendali sistem, serta pemantauan kondisi tanah secara berkala menggunakan sensor-sensor *modern* dengan dibantu oleh *software* Arduino Uno telah memungkinkan petani untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam, khususnya air. Dengan mengintegrasikan sistem irigasi otomatis dengan pemantauan kualitas air dari sumber mata air setempat, petani berhasil mengurangi konsumsi air tanpa mengorbankan produktivitas. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga berkontribusi pada pelestarian sumber daya air, terutama di musim kemarau. Lebih lanjut, analisis kualitas tanah menunjukkan peningkatan kadar bahan organik yang mendapatkan dampak dari penggunaan pupuk organik cair bukan pupuk bahan kimia dan penurunan tingkat erosi dengan mengindikasikan perbaikan struktur tanah yang berdampak positif pada kesuburan jangka panjang. Pembentukan kelompok tani yang solid juga berperan penting dalam memfasilitasi transfer pengetahuan, berbagi pengalaman, serta meningkatkan semangat gotong royong di kalangan petani.

Tidak jauh berbeda dengan hal tersebut, peningkatan nutrisi tanah di Desa Jrakah merupakan hasil dari kolaborasi yang sukses antara kelompok tani, tim PPKO KMTI FT UMS, dan masyarakat. Dengan menerapkan sistem penyaluran nutrisi menggunakan pondok pengontrol, kondisi tanah yang sebelumnya mungkin kurang subur dapat secara bertahap diperbaiki. Melalui pemberian nutrisi yang tepat dan seimbang, struktur tanah menjadi lebih gembur,

kapasitas menahan air meningkat, dan aktivitas mikroorganisme tanah yang bermanfaat semakin optimal. Hal ini tidak hanya meningkatkan produktivitas tanaman, tetapi juga menjaga kelestarian lingkungan. Selain itu Desa Jrakah dengan segala potensi dan tantangannya, telah menjadi contoh nyata bagaimana kolaborasi yang kuat antara berbagai pihak dapat mendorong transformasi perkebunan menuju praktik yang lebih berkelanjutan. Kerja sama antara tim PPKO KMTI FT UMS, kelompok tani, dan masyarakat Desa Jrakah dalam menerapkan *smart farming* telah membuka cakrawala baru bagi perkebunan di desa ini. Penerapan *smart farming* di Desa Jrakah bukan sekadar penerapan teknologi, melainkan sebuah pendekatan holistik yang mengintegrasikan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Sistem ini yang dirancang secara cermat untuk memenuhi kebutuhan spesifik tanaman di Desa Jrakah, telah memberikan dampak positif yang multidimensional.

Salah satu dampak paling nyata adalah peningkatan kesuburan tanah secara berkelanjutan. Dengan sistem ini, pemberian nutrisi dapat dilakukan secara presisi dan efisien. Sensor-sensor yang terpasang pada tanaman atau tanah secara terus-menerus memantau kebutuhan nutrisi tanaman. Data yang diperoleh kemudian diolah oleh sistem komputer, dan berdasarkan hasil analisis, nutrisi yang diperlukan akan disalurkan secara otomatis. Hal ini memastikan bahwa tanaman selalu mendapatkan nutrisi yang tepat dalam jumlah yang cukup, sehingga kesehatan tanah terjaga dengan baik. Selain itu, sistem ini juga mengurangi penggunaan pupuk kimia secara berlebihan. Penggunaan pupuk kimia yang tidak terkendali dapat menyebabkan degradasi tanah, pencemaran lingkungan, dan munculnya hama dan penyakit. Dengan sistem penyaluran nutrisi yang presisi, penggunaan pupuk kimia dapat dioptimalkan, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Pemanfaatan teknologi sensor, sistem irigasi otomatis, dan data analisis, petani di Desa Jrakah dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya, meningkatkan produktivitas, dan menjaga kelestarian lingkungan. Serta dengan tanah yang subur dan sehat, tanaman dapat tumbuh dengan optimal dan menghasilkan panen yang lebih berkualitas. Sistem penyaluran nutrisi yang presisi memungkinkan tanaman untuk menyerap nutrisi secara efisien, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih cepat dan seragam. Akibatnya, hasil panen yang diperoleh lebih tinggi dan kualitasnya lebih baik. Selain itu, sistem ini juga dapat membantu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Tanaman yang sehat dan kuat memiliki sistem kekebalan yang lebih baik, sehingga lebih mampu melawan serangan hama dan penyakit.

Keterlibatan kelompok tani dalam proyek ini sangat penting. Kelompok tani berperan sebagai ujung

tombak dalam implementasi sistem *smart farming* di lapangan. Melalui pelatihan dan pendampingan yang berkelanjutan, petani akan dibekali pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengoperasikan sistem *smart farming*. Selain itu, kelompok tani juga berperan dalam menjaga kelancaran operasional sistem dan memecahkan masalah yang mungkin timbul.

KESIMPULAN

Implementasi teknologi *smart farming* di Desa Jrakah telah menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan produktivitas perkebunan, efisiensi penggunaan sumber daya, dan keberlanjutan lingkungan. Pendekatan partisipatif yang melibatkan aktif masyarakat desa serta kemitraan yang kuat dengan berbagai pemangku kepentingan menjadi kunci keberhasilan dalam mengadopsi inovasi perkebunan ini. Salah satu inovasi penting dalam pengabdian ini adalah optimalisasi pemanfaatan sumber mata air melalui sistem irigasi cerdas, yang tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air, tetapi juga menjaga kualitas air sumber. Penggunaan pupuk organik cair sebagai alternatif pupuk kimia juga berkontribusi pada perbaikan kualitas tanah dan peningkatan kesehatan tanaman. Pembentukan kelompok tani yang solid telah memfasilitasi transfer pengetahuan, berbagi pengalaman, serta meningkatkan semangat gotong royong di kalangan petani. Hasil pengabdian ini menyoroti pentingnya investasi dalam teknologi perkebunan *modern* sebagai upaya untuk meningkatkan ketahanan pangan dan kesejahteraan petani di Indonesia.

Meskipun belum sepenuhnya otomatis teknologi *smart farming* ini memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan lebih lanjut. Dengan mengintegrasikan sistem ini dengan komponen-komponen lain seperti *solenoid valve* dan sensor curah hujan, dimungkinkan untuk menciptakan sistem irigasi otomatis yang dapat beroperasi secara mandiri. Namun, perlu diingat bahwa setiap jenis tanaman memiliki kebutuhan air yang berbeda, sehingga diperlukan kalibrasi dan penyesuaian yang cermat untuk setiap jenis tanaman. Secara keseluruhan, sistem *monitoring* pertanian ini merupakan langkah awal yang sangat baik dalam menuju pertanian yang lebih *modern* dan efisien. Sistem ini memberikan petani informasi yang dibutuhkan untuk mengambil keputusan yang lebih tepat dalam mengelola lahan pertaniannya. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat menjadi solusi yang sangat efektif untuk mengatasi tantangan dalam sektor pertanian, seperti kekurangan air dan perubahan iklim.

Sebagai pusat inovasi dan kendali yang strategis, pondok pengontrol sistem di Desa Jrakah berperan vital dalam transformasi pertanian menuju era digital. Melalui pemantauan *real-time* kondisi lahan, cuaca, dan pertumbuhan tanaman menggunakan sensor-sensor canggih, tim PPKO KMTI FT UMS dapat

memberikan rekomendasi yang spesifik dan tepat waktu kepada petani, seperti pemilihan varietas unggul, penjadwalan irigasi presisi, dan pengendalian hama penyakit secara terpadu.

Data yang terkumpul secara berkala dianalisa mendalam untuk mengidentifikasi pola-pola produksi yang optimal, mengantisipasi perubahan iklim, dan mengembangkan strategi adaptasi yang efektif. Selain sebagai pusat data dan analisis, pondok ini juga berfungsi sebagai pusat pelatihan yang membekali petani dengan keterampilan teknis *modern* dan *mindset* pertanian yang inovatif. Melalui program pelatihan yang berkelanjutan, petani tidak hanya mampu mengoperasikan teknologi pertanian presisi, tetapi juga dapat berpartisipasi aktif dalam pengembangan inovasi baru. Sebagai contoh, petani dapat terlibat dalam pembuatan pupuk organik cair.

Rekomendasi kebijakan yang dihasilkan dari pengabdian ini antara lain perluasan akses petani terhadap infrastruktur pendukung teknologi *smart farming*, pengembangan program pelatihan yang komprehensif, serta penyediaan insentif yang menarik bagi adopsi teknologi. Selain itu, pengabdian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi dampak sosial ekonomi jangka panjang dari penerapan teknologi *smart farming*, termasuk pengaruhnya terhadap distribusi pendapatan, struktur pasar, dan dinamika sosial di pedesaan. Dengan demikian, pengabdian ini memberikan kontribusi penting bagi pengembangan perkebunan berkelanjutan yang berbasis teknologi dan sumber daya lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas nama panitia dan seluruh peserta program kerja ini, kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam terselenggaranya kegiatan ini. Ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada Tim PPKO KMTI FT UMS yang telah memberikan dukungan penuh, Masyarakat Desa Jrakah yang telah menyambut kami dengan hangat, program studi dan ormawa yang telah memfasilitasi kegiatan ini, perangkat desa, kecamatan, serta seluruh lembaga terkait yang telah memberikan izin dan dukungan. Semoga kerjasama yang baik ini dapat terus terjalin dan memberikan manfaat bagi kita semua.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Adinda, P.R., 2022. Sistem Deteksi Menggunakan *Internet Of Things* Untuk Memonitoring Tanah Di Pertanian. *Jurnal Portal Data*, 2(9).
- [2] Afifah, N., Brata, N.T. and Luthfi, A., 2018. Folklor Tabu Pertanian Dalam Menanam Kacang Hijau Pada Masyarakat Dusun Pondok Kecamatan Dempet Kabupaten Demak.
- [3] Alwi, A.S., Pratama, R.A., Ikawanty, B.A., Budi, E.S. and Risdhayanti, A.D., 2023. Implementasi Sistem Pengusir Hama Burung Berbasis Arduino untuk Optimalisasi Pertanian: Kajian Monitoring Kelembaban Tanah dengan *Soil Moisture Sensor*.
- [4] Asnidar, A., Paletari, N.H., Hidayanti, W. and Bulaka, B., 2023, November. Rancang Bangun Alat Ukur Kelembaban Tanah Sayur Pertanian Berbasis Mikrokontroler Arduino Di Desa Kowioha Kecamatan Wundulako Kabupaten Kolaka. In Prosiding Seminar Nasional Pemanfaatan Sains dan Teknologi Informasi (Vol. 1, No. 1, pp. 559-566).
- [5] Cahyo, E.N., 2019. Strategi Pengembangan Wakaf Berkelanjutan dalam Sektor Pertanian: Studi Kasus di Yayasan Pemeliharaan dan Perluasan Wakaf Pondok Modern (YPPWPM) Gontor Ponorogo. *Falah*, 4(2), pp.144-158.
- [6] Halawa, D. N. 2024. Peran Teknologi Pertanian Cerdas (*Smart Farming*) untuk Generasi Pertanian Indonesia. *JURNAL KR/DATAMA SAINS DAN TEKNOLOGI*, 6(02), 502–512. <https://doi.org/10.53863/kst.v6i02.1226>
- [7] Idoje, G., Dagiuklas, T. and Iqbal, M., 2021. Survey for *smart farming technologies: Challenges and issues*. *Computers & Electrical Engineering*, 92, p.107104.
- [8] Kahar, M.F.S., Ibrahim, T.N.T., Rahim, A.A.M. and Fadzil, N.H.H.N., 2022. Pertanian Pintar menggunakan *IoT*. *Multidisciplinary Applied Research and Innovation*, 3(1), pp.422-428.
- [9] La Sira Ganti, N. N. W. S., Ginting, N. S., & Leomo, N. S. 2023. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Terhadap Sifat Kimia Tanah Masam dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Berkala Penelitian Agronomi*, 11(1). <https://doi.org/10.33772/bpa.v11i1.400>
- [10] Moysiadis, V., Sarigiannidis, P., Vitsas, V. and Khelifi, A., 2021. *Smart farming in Europe. Computer science review*, 39, p.100345.
- [11] Puspitasari, R.D., 2020. Pertanian berkelanjutan berbasis revolusi industri 4.0. *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*, 3(1), p.26.
- [12] Rachma, N. and Umam, A.S., 2020. Pertanian organik sebagai solusi pertanian berkelanjutan di Era New Normal. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 1(4), pp.328-338.
- [13] Sari, I.P., Novita, A., Al-Khowarizmi, A.K., Ramadhani, F. and Satria, A., 2024. Pemanfaatan Internet of Things (*IoT*) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(4), pp.337-343.
- [14] Siregar, F.A., 2023. Pengembangan Sistem Pertanian Berkelanjutan Untuk Mencapai Keberlanjutan Pangan.
- [15] Sutrisno, N., & Hamdani, A. 2020. Optimalisasi Pemanfaatan Sumber Daya Air untuk Meningkatkan Produksi Pertanian. *Jurnal Sumberdaya*

Lahan, 13(2),73. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v13n2.2019.73-88>

- [16] Waqfin, M.S.I., Rahmatullah, V., Imami, N.F. and Wahyudi, M.S., 2022. Pupuk cair pembuatan mol dan pupuk organik cair: pembuatan pupuk cair MOL. Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3(1), pp.25-28.