

**PENERAPAN TEKNOLOGI SMART FARMING HABIBIE GARDEN BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT) DALAM SISTEM IRIGASI OTOMATIS PADA
USAHATANI TOMAT BEEF DI AGROTANI DESA CIBODAS KECAMATAN
LEMBANG KABUPATEN BANDUNG BARAT**

**ALIGN APPLICATION OF HABIBIE GARDEN SMART FARMING TECHNOLOGY
BASED ON THE INTERNET OF THINGS (IOT) IN AN AUTOMATIC IRRIGATION
SYSTEM IN TOMATO BEEF FARMING IN AGROTANI CIBODAS VILLAGE,
LEMBANG DISTRICT, WEST BANDUNG REGENCY**

Zaki Muhammad¹⁾, Rahmat Kurniawan^{1*)}

¹⁾Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Palembang

Jalan Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang

E-mail korespondensi : gogonerahmat.kurniawan1@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to comprehensively describe the application of Internet of Things (IoT) technology in an automatic irrigation system for beef tomato farming at Agrotani, Cibodas Village, Lembang District, West Bandung Regency. The study was conducted in Cibodas Village, Lembang District, West Bandung Regency. The research method used was a mixed method. The sampling method used was purposive sampling (intentional). The data collection method used was a combination of in-depth interviews, observation, and documentation. The data processing method was data editing, coding, and tabulation. And the data analysis method used was descriptive analysis with a qualitative approach and descriptive analysis with a quantitative approach. The results of this study indicate (a) The application of Internet of Things (IoT)-based smart farming in the automatic irrigation system for beef tomato farming improves the precision of water management, operational efficiency, and supports digital monitoring, although there are still technical obstacles in nutrient distribution so that its application is not optimal. (b) The application of IoT technology in beef tomato farming affects the cost structure by increasing technology investment, but is able to reduce labor costs and generate an average income of IDR 31,330,653 per planting season.

Keyword: Smart farming, Internet of Things (IoT), automatic irrigation, beef tomato farming, farm income. .

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan secara komprehensif penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem irigasi otomatis pada usahatani tomat beef di Agrotani Desa Cibodas, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Cibodas Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat. Metode penelitian yang digunakan adalah metode campuran (*mix methods*). Metode penarikan contoh yang digunakan *Purposive Sampling* (secara sengaja). Metode pengumpulan data yang digunakan adalah dengan menggunakan gabungan dari wawancara mendalam, observasi, dan dokumentasi. Metode pengolahan data yaitu pengeditan data (*editing*), pengkodean (*coding*) dan tabulasi (*tabulating*). Dan metode analisis data yang digunakan adalah analisa deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Hasil penelitian ini menunjukkan (a) Penerapan smart farming berbasis Internet of Things (IoT) pada sistem irigasi otomatis usahatani tomat beef meningkatkan presisi pengelolaan air, efisiensi operasional, dan mendukung monitoring digital, meskipun masih terdapat kendala teknis pada distribusi nutrisi sehingga penerapannya belum optimal. (b) Penerapan teknologi IoT dalam usahatani tomat beef memengaruhi struktur biaya melalui peningkatan investasi teknologi,

namun mampu menekan biaya tenaga kerja serta menghasilkan rata-rata pendapatan sebesar Rp31.330.653 per musim tanam.

Kata kunci: *Smart farming*, *Internet of Things* (IoT), irigasi otomatis, usahatani tomat beef, pendapatan usahatani.

PENDAHULUAN

Penerapan *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) semakin berkembang sebagai salah satu bentuk transformasi digital di sektor pertanian. Teknologi ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, khususnya air, melalui sistem irigasi otomatis berbasis sensor yang mengatur jumlah dan waktu pemberian air sesuai dengan kebutuhan tanaman. Selain itu, pengendalian kondisi lingkungan tumbuh menjadi lebih optimal melalui sistem monitoring berbasis IoT sehingga produktivitas dan kualitas hasil pertanian dapat ditingkatkan. Pemanfaatan teknologi IoT juga memungkinkan proses pemantauan kondisi tanah dan lingkungan dilakukan secara *real-time*, sehingga petani dapat mengambil keputusan budidaya secara lebih cepat dan tepat (Irfan & Yulkifli, 2025). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT berpotensi mendukung efisiensi produksi sekaligus meningkatkan keberlanjutan agribisnis hortikultura.

Salah satu komoditas hortikultura yang memerlukan pengelolaan irigasi secara presisi adalah tomat beef. Tanaman ini memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan suhu dan kelembapan tanah sehingga kelebihan maupun kekurangan air dapat menurunkan kualitas serta kuantitas hasil panen. Oleh karena itu, penerapan *smart farming* berbasis IoT melalui sistem irigasi otomatis menjadi alternatif yang relevan dalam mendukung pengelolaan budidaya tomat beef. Salah satu bentuk penerapan teknologi tersebut adalah penggunaan sistem irigasi otomatis berbasis sensor kelembapan tanah yang terintegrasi dengan aplikasi digital. Teknologi ini telah dikembangkan oleh startup lokal, yaitu Habibi Garden, sebagai solusi pengelolaan lahan secara digital.

Implementasi teknologi *smart farming* berbasis IoT telah diterapkan oleh koperasi pertanian Agrotani di Desa Cibodas, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat. Wilayah ini merupakan salah satu sentra produksi hortikultura dataran tinggi, termasuk komoditas tomat beef, yang memiliki karakteristik geografis bergelombang serta

kondisi iklim yang relatif dinamis. Kondisi tersebut menuntut tersedianya sistem irigasi yang lebih andal, adaptif, dan efisien. Di sisi lain, penerapan teknologi IoT tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis budidaya, tetapi juga dipengaruhi oleh kemampuan petani dalam mengadopsi inovasi, kesiapan manajerial, serta kemampuan ekonomi dalam menyediakan investasi teknologi.

Berbagai penelitian sebelumnya umumnya menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mendukung proses monitoring budidaya secara *real-time* (Irfan & Yulkifli, 2025). Namun demikian, kajian yang mengintegrasikan aspek teknis penerapan teknologi dengan implikasi ekonominya, khususnya terhadap struktur biaya, penerimaan, dan pendapatan usahatani tomat beef, masih relatif terbatas. Padahal, penerapan sistem irigasi otomatis berbasis IoT memerlukan investasi awal berupa perangkat sensor, instalasi sistem irigasi, dan platform monitoring sehingga diperlukan informasi empiris mengenai manfaat ekonomi yang diperoleh dari penerapan teknologi tersebut.

Dalam praktiknya, penerapan *smart farming* berbasis IoT di Agrotani Desa Cibodas juga menuntut proses adaptasi petani dari sistem pengelolaan konvensional menuju sistem pengelolaan berbasis data. Perubahan tersebut berimplikasi pada pola kerja, pengambilan keputusan budidaya, serta pengelolaan input produksi. Di sisi lain, penggunaan teknologi IoT diharapkan mampu meningkatkan konsistensi penyiraman, menjaga stabilitas kelembapan tanah, mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual, serta meminimalkan risiko kesalahan pengairan yang dapat memengaruhi kualitas dan kuantitas produksi tomat beef. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang mampu memberikan gambaran empiris mengenai penerapan teknologi tersebut tidak hanya dari sisi teknis, tetapi juga dari aspek manajerial dan ekonomi usahatani.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan teknologi *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam sistem irigasi otomatis pada usahatani tomat beef di Agrotani Desa

Cibodas, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat, serta menganalisis struktur biaya, penerimaan, dan pendapatan usahatani yang menerapkan teknologi tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi empiris mengenai implikasi penerapan IoT terhadap efisiensi pengelolaan usahatani sekaligus menjadi bahan pertimbangan dalam pengembangan pertanian hortikultura yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Cibodas, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat selama tiga bulan, yaitu pada bulan Desember 2025 hingga Februari 2026. Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan pertimbangan bahwa koperasi pertanian Agrotani merupakan salah satu pelaku usahatani yang telah menerapkan teknologi *smart farming* berbasis Internet of Things (IoT) pada usahatani tomat beef.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode campuran (*mixed methods*), yaitu mengombinasikan pendekatan kualitatif deskriptif dan kuantitatif. Penggunaan metode ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif melalui integrasi data kualitatif dan kuantitatif, sehingga tidak hanya mampu mendeskripsikan fenomena yang terjadi di lapangan, tetapi juga memberikan gambaran yang lebih objektif mengenai aspek ekonomi usahatani. Pendekatan ini sejalan dengan pendapat Creswell (2014) yang menyatakan bahwa *mixed methods* digunakan untuk memperoleh pemahaman yang lebih lengkap terhadap suatu permasalahan penelitian melalui penggabungan kekuatan pendekatan kualitatif dan kuantitatif dalam satu studi.

Penentuan responden dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian. *Purposive sampling* merupakan teknik nonprobabilitas, di mana sampel dipilih dari individu yang memiliki pengetahuan atau pengalaman sesuai dengan topik penelitian (Sugiyono, 2017). Responden dalam penelitian ini adalah pemilik usahatani tomat beef berbasis Internet of Things (IoT) yang tergabung dalam Agrotani Lembang.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi. Data yang diperoleh selanjutnya diolah melalui

tahapan *editing*, *coding*, dan *tabulating*. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan pendekatan kualitatif untuk mendeskripsikan dan menjelaskan fenomena yang terjadi di lapangan. Pendekatan kualitatif digunakan karena mampu memberikan pemahaman terhadap realitas dan tindakan yang terjadi dalam praktik usahatani (Bungin, 2001).

Untuk menjawab tujuan penelitian mengenai struktur biaya, penerimaan, dan pendapatan usahatani tomat beef, digunakan analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Analisis usahatani dilakukan dengan mengidentifikasi dan menghitung komponen biaya produksi, penerimaan, dan pendapatan berdasarkan konsep analisis usahatani menurut Soekartawi (2002). Perhitungan tersebut tidak dimaksudkan untuk melakukan pengujian statistik, melainkan digunakan sebagai informasi pendukung dalam menggambarkan kondisi ekonomi usahatani secara komprehensif.

Pendapatan usahatani dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} TC &= FC + VC \\ TR &= P \times Q \\ Pd &= TR - TC \end{aligned}$$

Keterangan :

TC = Total Biaya (Rp)

FC = Biaya Tetap (Rp)

VC = Biaya Variabel (Rp)

TR = Total Penerimaan (Rp)

P = Harga (Rp)

Q = Jumlah Produksi Tomat Beef (Kg)

Pd (*Profit*) = Pendapatan (Rp)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Smart Farming Berbasis IoT Pada Sistem Irigasi Otomatis pada Usahatani Tomat Beef

Berdasarkan hasil penelitian, usahatani tomat beef di Agrotani Desa Cibodas telah menerapkan teknologi *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dikembangkan oleh Habibie Garden dalam sistem irigasi otomatis sebagai upaya meningkatkan efisiensi penggunaan input serta optimalisasi pertumbuhan tanaman. Penerapan teknologi ini dilakukan pada greenhouse dengan skala yang berbeda pada masing-masing responden. Perbedaan skala usahatani tersebut berimplikasi pada variasi besaran investasi awal sistem irigasi otomatis yang digunakan. Secara rinci, luas greenhouse dan biaya

investasi masing-masing responden disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Luas *Greenhouse* dan Biaya Investasi Teknologi *Smart Farming* Berbasis *Internet of Things* Habibie Garden Usahatani Tomat Beef

No.	Luas Greenhouse (m ²)	Biaya Investasi (Rp)
1.	700,00	15.000.000
2.	500,00	50.000.000
3.	700,00	150.000.000
Jumlah	1.900,00	215.000.000
Rata-rata	633,33	71.666.667

Sumber: Hasil Olahan Data Primer, 2026

Berdasarkan Tabel tersebut, terlihat bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan dalam besaran investasi antar responden. Responden 1 memiliki biaya investasi yang jauh lebih rendah dibandingkan responden lainnya karena memperoleh bantuan perangkat melalui program sayembara desa digital, sehingga hanya menanggung biaya instalasi sebesar Rp15.000.000. Sementara itu, responden 2 dan responden 3 melakukan investasi secara mandiri dengan biaya masing-masing sebesar Rp50.000.000 dan Rp150.000.000, yang disesuaikan dengan kebutuhan kapasitas *greenhouse* dan sistem irigasi yang digunakan. Meskipun terdapat perbedaan dalam skala dan besaran investasi, sistem teknologi yang diterapkan oleh seluruh responden tetap sama, yaitu sistem irigasi otomatis berbasis sensor dengan pengendalian terpusat melalui *dashboard monitoring*. Hal ini menunjukkan bahwa variasi biaya investasi lebih dipengaruhi oleh kapasitas dan kondisi awal pengadaan perangkat, bukan oleh perbedaan jenis teknologi yang digunakan.

Adapun bentuk penerapan teknologi *smart farming* berbasis IoT dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut: (a). Penyiraman (irigasi otomatis). (b). Pemberian nutrisi. (c). Monitoring. (d). Kontrol. Secara keseluruhan, penerapan teknologi *smart farming* berbasis IoT pada sistem irigasi otomatis di Agrotani Desa Cibodas memberikan kemudahan dalam pengelolaan usahatani melalui otomatisasi dan monitoring yang lebih akurat. Namun demikian, masih terdapat kendala teknis, khususnya dalam sistem distribusi nutrisi melalui drip, yang menjadi pertimbangan bagi sebagian responden untuk belum mengadopsi sistem tersebut secara penuh.

Komponen Teknologi IoT yang Digunakan

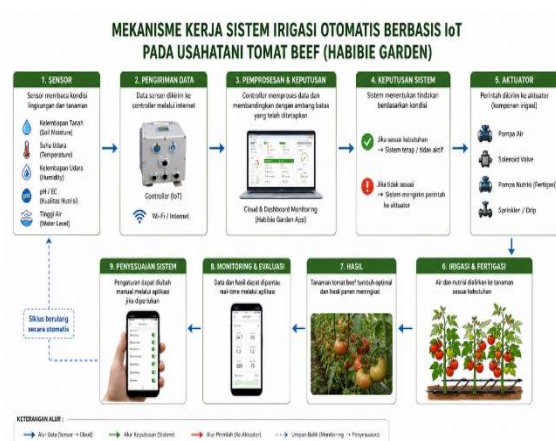
Komponen utama teknologi *smart farming* yang digunakan dalam sistem irigasi otomatis pada usahatani tomat beef meliputi beberapa bagian yang saling terintegrasi, yaitu sensor, *controller*, sistem fertigasi, dan *dashboard monitoring*. Keempat komponen ini bekerja secara terpadu untuk mendukung proses penyiraman dan pemberian nutrisi secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Komponen utama teknologi *smart farming* yang digunakan dalam sistem irigasi otomatis: (1). Sensor kelembapan tanah. (2). komponen yang berfungsi menerima data dari sensor dan mengatur waktu serta durasi penyiraman. (3). *System fertigation* (sistem fertigasi). (4). *Dashboar monitoring* berbasis aplikasi.

Selain aspek teknis dari masing-masing komponen, penting untuk menjelaskan sumber dan ketersediaan teknologi yang digunakan. Berdasarkan hasil penelitian, seluruh komponen teknologi IoT yang digunakan oleh ketiga responden diperoleh dari penyedia yang sama, yaitu Habibie Garden. Teknologi tersebut tidak diperoleh secara terpisah, melainkan dalam bentuk paket sistem terintegrasi yang telah disesuaikan dengan kebutuhan budidaya tomat beef di *greenhouse*. Paket ini umumnya mencakup seluruh komponen utama, mulai dari sensor, *controller*, sistem fertigation, hingga *dashboard monitoring*, sehingga integrasi sistem telah dirancang sejak awal oleh penyedia.

Mekanisme Kerja Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT

Mekanisme kerja sistem irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) pada usahatani tomat beef pada ketiga responden 1, 2, dan 3 secara umum menunjukkan alur yang sama, dimulai dari proses pengaturan awal sistem hingga distribusi air dan nutrisi ke tanaman. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi lapangan, seluruh responden menggunakan sistem dari Habibie Garden yang dilengkapi dengan sensor untuk membaca kondisi lingkungan dan media tanam secara real-time, seperti kelembapan tanah, suhu udara, serta parameter pendukung lainnya.



Gambar 1. Mekanisme Kerja Sistem Irigasi Otomatis Berbasis *Internet of Things* Habibie Garden pada Usahatani Tomat Beef

Mekanisme kerja sistem irigasi otomatis berbasis IoT pada usahatani tomat beef dimulai ketika sistem diaktifkan dan sensor membaca kondisi lingkungan serta media tanam secara real-time, seperti kelembapan tanah, suhu, kelembapan udara, dan kualitas nutrisi. Data tersebut kemudian dikirim ke controller melalui jaringan internet untuk diproses dan dibandingkan dengan ambang batas yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil analisis tersebut, sistem secara otomatis mengirim perintah ke aktuator seperti pompa air, valve, sprinkler, dan pompa nutrisi untuk melakukan penyiraman, pendinginan, atau fertigasi sesuai kebutuhan tanaman. Selain itu, petani juga dapat memantau dan mengontrol sistem melalui aplikasi, baik dalam mode otomatis maupun manual, sehingga distribusi air dan nutrisi menjadi lebih efisien, tepat, dan mendukung peningkatan pertumbuhan serta hasil panen tomat beef.

Peran Sistem Irigasi Otomatis Berbasis *Internet of Things* Pada Usahatani Tomat Beef

Penerapan teknologi *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam sistem irigasi otomatis pada usahatani tomat beef di Agrotani Desa Cibodas memberikan perubahan yang cukup signifikan dalam berbagai aspek pengelolaan usahatani. Perubahan tersebut tidak hanya terlihat dari sisi teknis dalam pengelolaan air dan nutrisi, tetapi juga memengaruhi pola manajemen usaha serta struktur biaya yang dikeluarkan oleh petani. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi terhadap tiga responden, peran dan dampak teknologi ini dapat dikaji melalui tiga

aspek utama, yaitu aspek teknis, manajerial, dan ekonomi.

Tabel 2. Peran Penerapan Sistem Irigasi Otomatis Berbasis Internet of Thing Pada Usahatani Tomat Beef di Agrotani Lembang

Aspek	Peran	Hasil
Teknis	Mengotomatisasi penyiraman dan pengaturan nutrisi berbasis sensor.	Stabilitas kelembapan lebih terjaga di angka 60%-80%, pemberian nutrisi secara presisi sesuai dengan kebutuhan tanaman.
Manajerial	Menyediakan sistem monitoring berbasis aplikasi dan data real-time.	Mengurangi intensitas pengawasan langsung dari setiap hari menjadi 2-3 kali dalam satu minggu dan mendukung pengambilan keputusan terhadap tanaman.
Ekonomi	Mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja dan mengoptimalkan input.	Menurunkan biaya untuk biaya tenaga kerja rata-rata Rp.4.666.667 untuk satu musim tanam.

Sumber: Hasil Olahan Data Primer, 2026

Peran dan Dampak Teknologi Smart Farming Berbasis *Internet of Things* dalam Sistem Irigasi Otomatis Pada Usahatani Tomat Beef

Berdasarkan hasil penelitian diatas berikut pembahasan mengenai peran teknologi *internet of things* (IoT) pada usahatani tomat beef di agrotani lembang, sebagai berikut.

Penerapan teknologi *smart farming* berbasis Internet of Things (IoT) dalam sistem irigasi otomatis pada usahatani tomat beef di Agrotani Desa Cibodas menunjukkan bahwa teknologi ini tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu operasional, tetapi juga sebagai faktor yang memengaruhi kinerja usahatani secara menyeluruh. Berdasarkan hasil penelitian, peran teknologi *smart farming* berbasis *internet of things* (IoT) dapat dianalisis melalui aspek teknis, manajerial, dan ekonomi yang saling berkaitan.

Dari aspek teknis, penggunaan sistem berbasis sensor terbukti mampu menjaga stabilitas kelembapan tanaman serta ketepatan

dalam pemberian air dan nutrisi. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu mengurangi ketergantungan pada estimasi manual dan menggantinya dengan sistem yang lebih terukur. Yang menghasilkan *output* berupa Stabilitas kelembapan lebih terjaga di angka 60%-80%, pemberian nutrisi secara presisi sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Dari aspek manajerial, penerapan IoT mendorong terjadinya perubahan pola pengelolaan usahatani dari berbasis pengamatan langsung menjadi berbasis data (*data-driven management*). Akses terhadap informasi secara real-time memungkinkan petani melakukan pengambilan keputusan yang lebih tepat, khususnya dalam pengelolaan nutrisi tanaman. Selain itu, efisiensi pengawasan secara langsung juga meningkat karena kebutuhan untuk melakukan kontrol langsung di lapangan menjadi berkurang. Hal ini Mengurangi intensitas pengawasan langsung dari setiap hari menjadi 2-3 kali dalam satu minggu dan mendukung pengambilan keputusan perlakuan terhadap tanaman..

Dari aspek ekonomi, penerapan IoT memberikan dampak nyata dalam bentuk penurunan biaya tenaga kerja. Pengurangan frekuensi penyiraman manual berdampak pada penurunan biaya tenaga kerja menurunkan biaya operasional untuk biaya tenaga kerja rata-rata Rp.4.666.667 untuk satu musim tanam.. Meskipun terdapat biaya investasi awal yang relatif besar, manfaat yang diperoleh dalam jangka panjang dapat mempermudah para pemilik usahatani untuk mengontrol kondisi tanaman dan lingkungan di dalam *greenhouse* usahatani. Dengan adanya penurunan biaya tenaga kerja dalam 1 musim tanam juga berpengaruh pada peningkatan pendapatan pada usahatani dengan rata-rata pendapatan usahatani sebesar Rp.31.330.653/musim tanam.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya mengenai penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem irigasi pertanian. Penelitian oleh Wahyudi dkk. (2023) menunjukkan bahwa sistem irigasi otomatis berbasis sensor kelembapan tanah mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air serta memungkinkan pemantauan kondisi tanaman secara real-time. Selain itu, penelitian oleh Nurhaliza (2024) menunjukkan bahwa penerapan sistem irigasi berbasis IoT mampu menurunkan penggunaan air hingga 28,6% serta meningkatkan produktivitas tanaman sebesar 12%.

Sedangkan dalam penelitian ini, penerapan teknologi *smart farming* berbasis Internet of Things (IoT) pada usahatani tomat beef tidak hanya menunjukkan penggunaan air yang presisi dan stabilitas kondisi tumbuh seperti pada penelitian sebelumnya, tetapi juga memberikan dampak yang lebih pada aspek manajerial dan ekonomi usahatani. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan biaya tenaga kerja, perubahan pola pengelolaan menjadi berbasis data, serta kualitas hasil produksi yang didominasi oleh grade AB.

Struktur Biaya, Penerimaan, dan Pendapatan Usahatani Tomat Beef Berbasis *Internet of Things*

a. Analisis Struktur Biaya Usahatani Tomat Beef Berbasis *Internet of Things*

Struktur biaya dalam penelitian ini menunjukkan bahwa komponen biaya tetap terdiri dari penyusutan *greenhouse* dan penyusutan alat IoT, sedangkan biaya variabel didominasi oleh benih dan tenaga kerja. Responden dengan skala usaha lebih besar memiliki total biaya tetap dan biaya variabel yang lebih tinggi, yang sejalan dengan luas *greenhouse* dan kapasitas produksi.

Investasi IoT meningkatkan proporsi biaya tetap melalui komponen penyusutan alat. Namun, pada saat yang sama, teknologi tersebut berkontribusi terhadap penurunan biaya variabel, khususnya tenaga kerja. Kondisi ini menunjukkan adanya kecenderungan perubahan penggunaan input produksi, di mana sebagian pekerjaan manual mulai digantikan oleh penggunaan teknologi dalam proses produksi.

Dengan demikian, struktur biaya usahatani yang menerapkan sistem irigasi otomatis berbasis internet of things (IoT) cenderung memiliki karakteristik biaya tetap yang lebih tinggi, namun diimbangi dengan efisiensi pada beberapa komponen biaya operasional. Pada penelitian oleh Hidayat et al. (2022) mengenai irigasi otomatis berbasis internet of things (IoT), ditemukan bahwa penerapan teknologi meningkatkan proporsi biaya tetap namun mampu menekan biaya tenaga kerja secara signifikan, sedangkan dalam penelitian ini kecenderungan tersebut juga terjadi, meskipun penurunan biaya masih terbatas pada komponen tertentu dan belum merata pada seluruh struktur biaya.

b. Analisis Penerimaan Usahatani Tomat Beef Berbasis *Internet of Things*

Penerimaan usahatani dipengaruhi oleh volume produksi dan komposisi kualitas hasil panen. Berdasarkan hasil olah data, produksi pada ketiga responden didominasi oleh grade AB, yang memiliki harga jual tertinggi sebesar Rp17.000 per kilogram. Meskipun selisih harga antara grade AB dan grade C relatif kecil, yaitu sekitar Rp2.000 per kilogram, perbedaan harga antara grade C dengan grade D dan CN (reject) jauh lebih signifikan. Oleh karena itu, tingginya proporsi grade AB serta relatif rendahnya proporsi grade D dan CN memberikan kontribusi positif terhadap total penerimaan usahatani.

Kualitas hasil produksi yang demikian menunjukkan bahwa mutu hasil panen menjadi faktor penting dalam menentukan besarnya penerimaan usahatani. Dalam konteks ini, pengelolaan teknis budidaya, termasuk pengaturan pemberian air yang presisi, berkontribusi terhadap stabilitas kualitas hasil, meskipun dalam penelitian ini tidak dilakukan perbandingan langsung antara kondisi sebelum dan sesudah penerapan teknologi.

Stabilitas kualitas hasil produksi menjadi faktor penting dalam menjaga konsistensi penerimaan, terutama pada komoditas hortikultura yang sensitif terhadap faktor teknis budidaya seperti pengelolaan air. Pada penelitian oleh Sari dan Nugroho (2020), ditemukan bahwa penerapan sistem IoT dalam budidaya hortikultura mampu menjaga kestabilan produksi dan kualitas hasil panen, sedangkan dalam penelitian ini kualitas produksi yang baik juga tercermin dari dominasi grade tinggi, namun kontribusi teknologi terhadap peningkatan kualitas tidak dapat diukur secara langsung karena keterbatasan data pembanding.

c. Analisis Pendapatan Usahatani Tomat Beef Berbasis *Internet of Things*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh responden memperoleh pendapatan positif dalam satu musim tanam, dalam penelitian ini didapatkan bahwa rata-rata pendapatan usahatani tomat beef dengan sistem irigasi otomatis berbasis *internet of thing* pada sistem irigasi otomatis di Agrotani Lembang adalah sebesar Rp.31.330.653. Meskipun Responden 3 memiliki skala usaha terbesar dan menanggung biaya produksi yang lebih tinggi, hal ini menunjukkan bahwa skala usaha tidak selalu menjadi faktor penentu utama dalam besarnya pendapatan.

Pendapatan juga dipengaruhi oleh komposisi kualitas hasil produksi, khususnya proporsi grade premium yang dihasilkan dalam satu musim tanam. Dalam penelitian ini, Responden 3 memiliki proporsi grade premium tertinggi, sehingga berkontribusi terhadap besarnya pendapatan yang diperoleh dibandingkan responden lainnya.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa besarnya investasi IoT tidak secara langsung menentukan tingkat pendapatan. Responden 3 memiliki investasi IoT terbesar yaitu Rp150.000.000, diikuti oleh Responden 2 sebesar Rp50.000.000, dan Responden 1 sebesar Rp15.000.000.

Rendahnya biaya investasi pada Responden 1 disebabkan oleh keberhasilannya dalam memenangkan program sayembara desa digital, sehingga memperoleh bantuan berupa satu paket alat sistem irigasi otomatis dari Habibbie Garden dan hanya menanggung biaya instalasi. Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi biaya serta kemampuan menghasilkan produk dengan kualitas tinggi menjadi faktor yang lebih berpengaruh terhadap pendapatan usahatani. Dengan demikian, peran teknologi lebih terlihat sebagai pendukung efisiensi operasional, bukan sebagai faktor tunggal yang menentukan keuntungan usaha.

Secara keseluruhan, penerapan teknologi smart farming berbasis internet of things (IoT) dalam usahatani tomat beef menunjukkan bahwa teknologi ini berperan dalam meningkatkan efisiensi operasional, membentuk struktur biaya yang lebih modern, serta memberikan pendapatan yang tetap positif dalam satu musim tanam. Pada penelitian oleh Pratama et al. (2021), ditemukan bahwa penerapan IoT berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi dan pendapatan usahatani secara keseluruhan, sedangkan dalam penelitian ini peningkatan pendapatan tidak hanya dipengaruhi oleh penggunaan teknologi, tetapi juga oleh faktor kualitas hasil produksi dan pengelolaan yang dilakukan oleh masing-masing petani.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi smart farming berbasis Internet of Things (IoT) dalam sistem irigasi otomatis pada usahatani

tomat beef di Desa Cibodas berperan dalam meningkatkan presisi pengelolaan air dan mendukung efisiensi operasional. Sistem berbasis sensor memungkinkan penyiraman dilakukan secara lebih terukur sehingga membantu menjaga stabilitas kondisi tanaman. Selain itu, IoT juga mendorong perubahan pola pengelolaan usahatani menjadi berbasis monitoring digital, meskipun dalam praktiknya peran manajerial petani tetap dominan dalam pengambilan keputusan. Namun demikian, penerapan teknologi ini masih menghadapi kendala teknis, khususnya pada distribusi nutrisi melalui saluran drip, sehingga penggunaannya belum sepenuhnya optimal.

2. Berdasarkan analisis struktur biaya, penerimaan, dan pendapatan usahatani tomat beef di Agrotani Lembang, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi smart farming berbasis Internet of Things (IoT) dalam sistem irigasi otomatis berimplikasi pada perubahan struktur biaya, penerimaan, dan pendapatan usahatani. Struktur biaya menunjukkan peningkatan pada komponen biaya tetap akibat investasi teknologi, namun diimbangi dengan efisiensi pada biaya tenaga kerja. Dengan begitu maka didapatkan pendapatan usahatani tomat beef dengan teknologi *smart farming* berbasis *internet of things* dalam sistem irigasi otomatis dengan rata-ratanya adalah sebesar Rp.31.330.653 dalam 1 musim tanam.

DAFTAR PUSTAKA

- Bungin, B. 2001. Metode Penelitian Kualitatif. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Hidayat, T., Santoso, H., & Putra, R. (2022). Rancang bangun sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk efisiensi penggunaan air dan tenaga kerja.
- Irfan, M., & Yulkifli, Y. (2025). *Smart farming sistem monitoring dan anita kualitas tanah berbasis IoT untuk meningkatkan produktivitas pertanian*. Jurnal Pendidikan Tambusai, 9(1), 8291–8299. <https://doi.org/10.31004/jptam.v9i1.25875>
- Nurhaliza. (2024). Perancangan Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT untuk Optimalisasi Penggunaan Air pada Lahan Pertanian Kering. *Jurnal Teknik Indonesia*.
- Prabowo, A., et al. 2021. "Water Management in Agriculture Using IoT Technology." *Journal of Water Resource and Protection*.
- Pratama, R. A., Wibowo, S. A., & Setiawan, I. (2021). Implementasi smart farming berbasis Internet of Things (IoT) pada sistem irigasi otomatis. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(6), 2540–2547.
- Sari, D. P., & Nugroho, A. (2020). Penerapan Internet of Things (IoT) pada sistem irigasi tanaman hortikultura. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(2), 87–93.
- Soekartawi. (1995). Teori Ekonomi Produksi dengan Pokok Bahasan Analisis Fungsi Cobb-Douglas. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- _____. 2002. *Analisis usahatani*. Jakarta: UI Press.
- _____. 2016. *Analisis usahatani*. Universitas Indonesia (UI-Press).
- Wahyudi, W., Pradana, A. I., & Permatasari, H. (2023). Implementasi Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT untuk Pertanian Greenhouse. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*.
- Sugiyono, P. D. 2019. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D (M. Dr. Ir. Sutopo. S. Pd. ALFABETA, Cv.