

Evaluasi Implementasi Otomatisasi Sistem Instalasi Pipa Penyiraman Untuk Pendinginan Greenhouse Terhadap Hasil Panen Pada Kelompok Usaha Mikro Cahaya Farm Di Carang Pulang Bogor

Abeth Novria Sonjaya¹, Wike Handini², Nur Witdi Yanto², Sri Wiji Lestari², Herliati³,
Yeti Widyawati^{3*}, Nurdina⁴, Sari Sekar Ningrum⁵

¹) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya, Indonesia

²) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya, Indonesia

³) Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya, Indonesia

⁴) Politeknik Negeri Jakarta, Teknik Elektro, Depok Indonesia

⁵) Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia

*) Corresponding author: widya.w21@gmail.com

(Submit pada : 25 November 2025 | Terbit pada : 31 Desember 2025)

Abstract

The hydroponic cultivation process in the Cahaya Farm Micro Business Group greenhouse is confronted with the challenge of elevated temperatures, particularly during daylight hours in the dry season, which can reach up to 37°C. These conditions have a detrimental effect on the quality of lettuce plants, resulting in a decline in crop yields and consequent impact on business income. The objective of this study is to evaluate the effectiveness of an automated irrigation pipe system as a greenhouse cooling system in improving the production and quality of hydroponic plants. A harvest satisfaction survey was conducted using Google Forms with a Likert scale of 1–4 to assess the quality, brand equity, reliability, responsiveness, empathy, and tangibility of the system implemented. The results demonstrated a substantial increase in the harvest yield per table, which escalated from 13–15 kg to 18–22 kg. Additionally, the weight per planting hole augmented from 90–130 g to 110–150 g. The quality of the leaves was enhanced, and the harvest time was expedited from 28–35 HST to 25–29 HST. The implementation of the cooling system in the Campus Community Service Programme was overall adjudged to achieve an average score of 3.55 on a 4.00-point scale, which corresponds to 88.75%. Notably, the product quality received an average rating of 3.66 (91.50%), while productivity during harvest time was rated at 3.60 (90.00%).

Abstrak

Proses budidaya hidroponik di greenhouse Kelompok Usaha Mikro Cahaya Farm menghadapi tantangan suhu tinggi, terutama saat siang hari di musim kemarau, yang mencapai hingga 37°C. Kondisi ini berdampak negatif terhadap kualitas tanaman selada, menyebabkan penurunan hasil panen dan berimbas pada pendapatan usaha. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas sistem otomatisasi instalasi pipa penyiraman sebagai pendingin greenhouse dalam meningkatkan produksi dan kualitas tanaman hidroponik. Survei kepuasan terhadap hasil panen dilakukan menggunakan Google Form dengan skala Likert 1–4 untuk menilai aspek kualitas, *brand equity*, *reliability*, *responsiveness*, *empathy*, dan *tangible* dari sistem yang diterapkan. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan yaitu panen per meja naik dari 13–15 kg menjadi 18–22 kg, bobot per lubang tanam dari 90–130 g menjadi 110–150 g, kualitas daun membaik, dan waktu panen lebih cepat dari 28–35 HST menjadi 25–29 HST. Penilaian keseluruhan terhadap penerapan sistem pendingin dalam program PkM Kampus mencapai 3,55 dari skala 4,00 atau 88,75%, khususnya untuk kualitas produk (*quality*) 3,66 (91,50%) dan produktivitas pada waktu panen 3,60 (90,00%).

Keywords: *hydroponic plant cultivation temperature, cooling installation, Likert survey research, assessment score*

PENDAHULUAN

Di Kampung Carang Pulang, terdapat beberapa pemuda produktif yang membentuk kelompok usaha pada tahun 2021 dengan nama Cahaya Farm. Cahaya Farm dibangun dengan komitmen 50% dari keuntungan akan diserahkan kepada Rumah Cahaya yang merupakan rumah bagi anak dan remaja yatim piatu serta duafa yang ingin melanjutkan sekolah. Cahaya Farm membangun *greenhouse* yang berisikan 1.728 lubang dengan tanaman yang di tanam adalah selada, situasi di dalam *greenhouse*. Hasil panen tanaman selada dari *greenhouse* hidroponik ini merupakan sumber pendapatan bagi kelompok Cahaya Farm. Saat ini proses budidaya tanaman di *greenhouse* mengalami kendala dikarenakan suhu di dalam *greenhouse* terutama pada siang hari mengalami kenaikan hingga 37°C. Keadaan ini semakin parah pada saat musim kemarau berlangsung. Suhu yang tinggi membuat kondisi selada memburuk sehingga menurunkan kualitas hasil panen selada, yang pada akhirnya membuat pendapatan kelompok Cahaya Farm juga ikut menurun.

Produk daun hortikultura menunjukkan kualitas fisik yang sesuai standar, ditinjau dari ukuran panjang, lebar, dan luas daun yang memadai untuk kebutuhan pasar. Warna daun yang hijau dan cerah mencerminkan kondisi tanaman yang sehat, dengan variasi warna antar sampel yang masih dapat diterima dan tidak menunjukkan gejala stres atau penyakit. Tekstur daun dinilai segar dan kenyal secara konsisten, tanpa indikasi kelembekan atau kelebihan air yang menurunkan mutu. Tingkat cacat fisik maupun biologis sangat rendah, dengan proporsi daun utuh yang tinggi dan minim gangguan hama atau penyakit. Panen dilakukan tepat waktu sesuai HST dan praktik terbaik, menghasilkan bobot segar dan kadar air yang sesuai standar, serta daya simpan yang baik dengan risiko kontaminasi yang sangat rendah [1]–[5].

Salah satu bentuk nyata upaya pemberdayaan masyarakat usia produktif dapat ditemukan di wilayah pertanian di Desa Cikarawang, yang memiliki potensi namun masih menghadapi berbagai tantangan ekonomi dan keterbatasan teknologi dari pengelolaan hasil pertanian. Untuk mengatasi kendala tersebut, berbagai pelatihan budidaya dan teknologi pascapanen telah diselenggarakan oleh pemerintah desa bekerja sama dengan penyuluh pertanian setempat. Dengan dukungan teknologi digital dan pendampingan kewirausahaan, para petani di Desa Cikarawang kini dapat mengakses ke pasar yang lebih luas dan berpeluang mendapatkan nilai tambah lebih tinggi atas produk pertanian mereka.

Komoditas tanaman yang ditanam oleh Kelompok Usaha Mikro Cahaya Farm di Carang Pulang Bogor adalah selada (*Lactuca sativa*) [6]. Pengelolaan hidroponik memiliki empat hal yang harus selalu diperhatikan yaitu air sebagai pengganti tanah agar dapat menghasilkan panen maksimal, cahaya matahari, suhu, dan kebutuhan nutrisi. Penelitian terkait teknologi *greenhouse* ini sudah banyak dilakukan oleh tim pengabdian masyarakat [6]–[13], implementasi teknologi dari keberhasilan penelitian sebelumnya sangat memungkinkan diterapkan. Untuk mendapatkan sayuran selada air yang sesuai dengan preferensi atribut kualitas di atas dapat dilakukan dengan beberapa teknik budidaya: (1) daun berwarna hijau muda diperoleh ketika panen dilakukan saat tanaman masih muda, dan (2) jumlah daun banyak, ukuran batang medium, kekerasan daun lunak serta rasa agak manis didapat ketika tanaman [5].

Berdasarkan analisis situasi yang telah dilakukan terhadap proses produksi selada di Cahaya Farm, terdapat kendala produksi berupa menurunnya kualitas selada hidroponik akibat kenaikan suhu dalam *greenhouse* di siang hari terutama pada saat musim kemarau berlangsung. Rumusan masalah dalam kegiatan ini adalah bagaimana mengevaluasi program ini dalam mengimplementasikan sistem penyemprotan otomatis berbasis IoT untuk menurunkan suhu dalam *greenhouse* Cahaya Farm yang mengalami peningkatan suhu saat musim kemarau. Penelitian ini melakukan evaluasi dengan metode penelitian survei terhadap hasil kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini terkait penerapan otomatisasi sistem instalasi pipa penyiraman untuk pendinginan *greenhouse* terhadap hasil panen pada Kelompok Usaha Mikro Cahaya Farm di Carang Pulang Bogor berupa hasil panen per area, kualitas daun (ukuran, warna,

tekstur, tingkat cacat), waktu panen normal (hari setelah tanam), kadar air dan bobot segar, tingkat kerusakan / kelayuan selama penyimpanan singkat, dan potensi kontaminasi (jamur, penyakit).

METODE

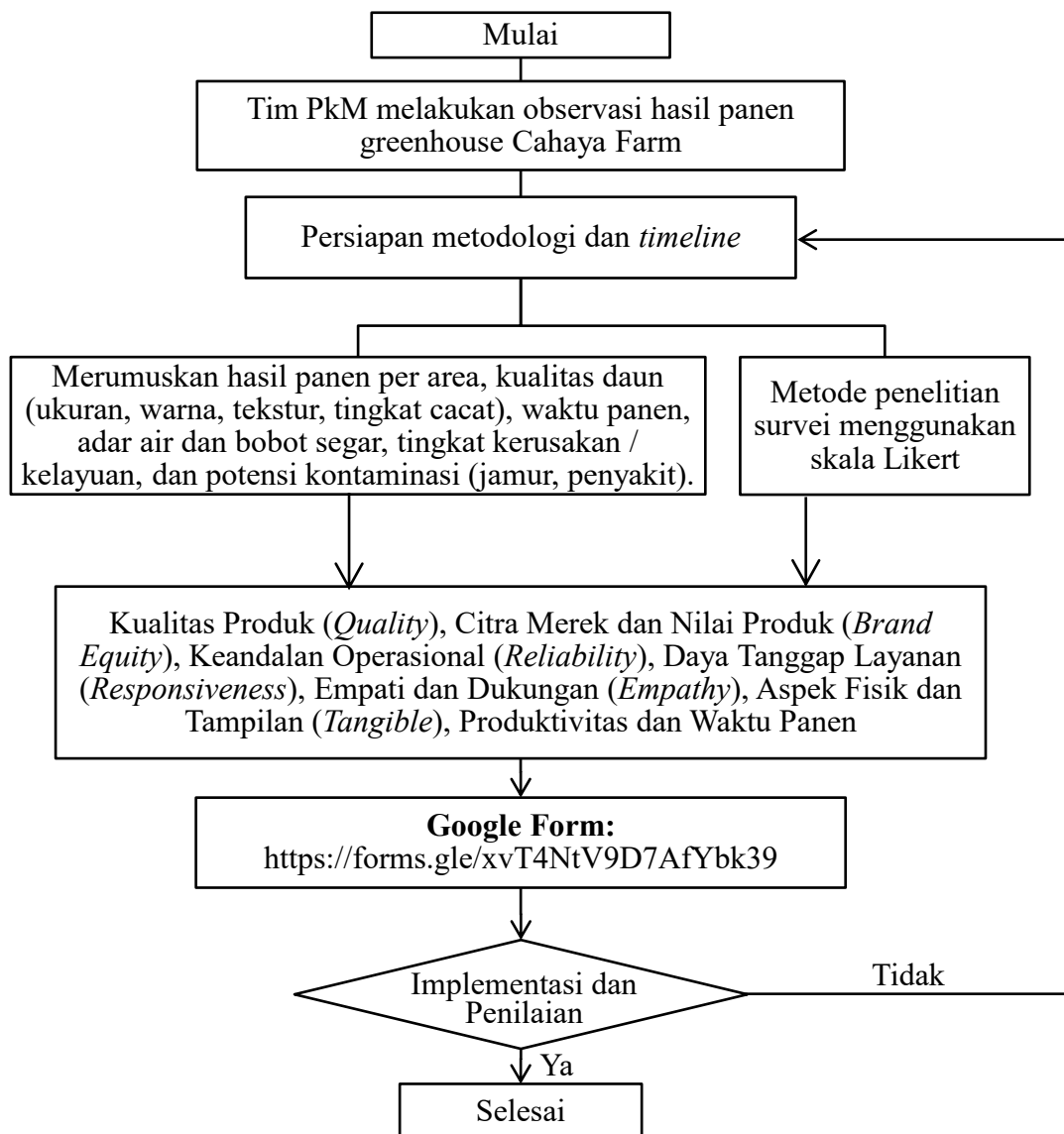
Penelitian dengan menggunakan survei tidak melihat seluruh individu dalam populasi, namun hasil yang diharapkan harus mampu menggambarkan karakteristik populasi tersebut. Oleh karena itu, metode pengambilan sampel memegang peranan yang sangat penting dalam survei. Survei memiliki banyak kegunaan dan tersedia dalam berbagai bentuk, seperti wawancara telepon, jejak pendapat, dan berbagai kuesioner [9]–[11], [14], [15].

Kuesioner survei kepuasan sistem pendingin greenhouse menggunakan skala Likert *cross sectional* dimana isi setiap pernyataan dengan memilih satu angka saat itu juga yaitu 1 = Sangat Tidak Setuju; 2 = Tidak Setuju; 3 = Setuju; 4 = Sangat Setuju. Skala Likert 1-4 sering digunakan untuk mendapatkan jawaban yang lebih tegas dari responden, dengan menghilangkan opsi netral yang mungkin mengarah pada jawaban yang tidak jelas. Alasan menggunakan skala 1-4 adalah untuk menentukan pilihan antara setuju atau tidak setuju, sehingga mengurangi kemungkinan jawaban yang netral atau ambigu, sederhana agar mudah dimengerti dan digunakan oleh responden, dan fleksibel digunakan dalam berbagai penelitian dan konteks. Interpretasi skor total dari jawaban responden dapat digunakan untuk menganalisis kecenderungan pendapat atau sikap kelompok responden secara keseluruhan.

Adapun pertanyaan-pertanyaan yang menjadi parameter hasil produksi yang ingin dikaitkan berupa hasil panen per area, kualitas daun (ukuran, warna, tekstur, tingkat cacat), waktu panen normal (hari setelah tanam), kadar air dan bobot segar, tingkat kerusakan atau kelayuan selama penyimpanan singkat, dan potensi kontaminasi (jamur, penyakit) serta diagram alir penelitian survei (lihat Gambar 1) dapat diuraikan sebagai berikut;

- A. Kualitas produk (*quality*)
 1. Hasil panen per meja meningkat setelah penerapan sistem pendingin.
 2. Kualitas daun (warna, kesegaran) menjadi lebih baik setelah penggunaan sistem.
 3. Tekstur daun terasa lebih renyah (*crunchy*) setelah penggunaan sistem.
 4. Ukuran daun (lebih lebar) meningkat setelah penggunaan sistem.
 5. Kadar air daun lebih sesuai sehingga bobot per lubang tanam meningkat.
- B. Citra merek dan nilai produk (*brand equity*)
 6. Keberadaan sistem pendingin meningkatkan citra usaha tani di mata konsumen.
 7. Produk dari kelompok usaha terasa lebih bernilai dibanding sebelum ada sistem.
 8. Konsumen/supplier lebih sering memilih produk setelah penerapan sistem pendingin.
- C. Keandalan operasional (*reliability*)
 9. Sistem pendingin bekerja konsisten selama periode operasi.
 10. Frekuensi gangguan atau kerusakan pada sistem pendingin rendah.
 11. Hasil panen tetap stabil meskipun terjadi kondisi panas ekstrim.
- D. Daya tanggap layanan (*responsiveness*)
 12. Respon tim teknis terhadap masalah sistem pendingin cepat dan tepat.
 13. Perbaikan dan pemeliharaan sistem dilakukan dengan waktu yang memadai.
- E. Empati dan dukungan (*empathy*)
 14. Penyuluhan dan pelatihan terkait penggunaan sistem disampaikan dengan jelas dan membantu.
- F. Aspek fisik dan tampilan (*tangible*)
 15. Kondisi fisik instalasi pipa dan alat terlihat rapi dan profesional
 16. Peralatan pendukung (pompa, kontrol, *nozzle*) mudah dioperasikan dan terawat.
- G. Produktivitas dan waktu panen
 17. Waktu panen menjadi lebih cepat (penurunan HST) setelah penggunaan sistem.

18. Jumlah produksi per lubang tanam meningkat setelah penggunaan sistem.
19. Kemampuan menyesuaikan produksi dengan permintaan konsumen atau supplier menjadi lebih baik.
20. Penyimpanan dan daya tahan produk (ketahanan terhadap layu) meningkat setelah penggunaan sistem.



Gambar 1. Diagram alir penelitian survei untuk mengevaluasi terhadap mengimplementasikan sistem penyemprotan otomatis berbasis IoT

Kebutuhan akan alat survei yang efisien, mudah diakses, dan ekonomis semakin meningkat, terutama dalam konteks penelitian kuantitatif seperti survei kepuasan masyarakat atau pengguna. Google Form telah menjadi salah satu solusi utama yang banyak digunakan oleh peneliti, akademisi, institusi pendidikan, bisnis, hingga pemerintahan untuk mengumpulkan data secara daring. Popularitas Google Form tidak hanya didasarkan pada kemudahan penggunaannya, tetapi juga pada berbagai keunggulan ilmiah yang mendukung validitas dan reliabilitas data yang dikumpulkan [16]–[18]. Google Form menyediakan berbagai metode distribusi, seperti tautan (link), email, QRcode, hingga penyematan di

website atau blog. Google Form memungkinkan proses pembuatan, distribusi, pengisian, dan pengolahan data survei berlangsung secara cepat dan otomatis. Data yang masuk dapat langsung dianalisis tanpa perlu input manual, sehingga menghemat waktu peneliti dan responden [18], [19]. Perbandingan dengan platform lain seperti SurveyMonkey, Qualtrics, dan LimeSurvey menunjukkan bahwa Google Form unggul dalam aspek biaya, meskipun memiliki keterbatasan pada fitur lanjutan [20]. Untuk survei sederhana dan kebutuhan penelitian dasar, Google Form adalah pilihan yang sangat ekonomis. Google Form menyediakan berbagai tipe pertanyaan yang relevan untuk survei kuantitatif, seperti pilihan ganda, kotak centang, dropdown, skala linier (Likert), kisi pilihan ganda, logika lompat (*branching*), dan validasi respons.



Gambar 3. Peninjauan lahan Cahaya Farm Hidroponik

Tahap survei kepuasan dan serah terima alat. Pada tahap ini dilakukan survey kepuasan dan serah terima alat instalasi pipa dan sprayer untuk sistem pendinginan. Skala pengukuran yang digunakan untuk mengukur sikap atau persepsi peserta pelatihan terhadap suatu pernyataan atau pertanyaan menggunakan skala pengukuran Likert 1-4. Skala ini terdiri dari empat poin jawaban, yaitu: Sangat Tidak Setuju (1), Tidak Setuju (2), Setuju (3), dan Sangat Setuju (4).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam evaluasi produktivitas, hasil panen per area dinilai berdasarkan parameter kuantitatif seperti kg/m² atau ton/ha dan harus memenuhi target yang telah ditetapkan. Selain nilai rata-rata, konsistensi antar plot menjadi indikator penting; keseragaman hasil menunjukkan stabilitas praktik budidaya dan homogenitas kondisi lahan. Aspek administratif juga krusial: dokumentasi dan pencatatan panen harus akurat dan lengkap untuk memungkinkan analisis temporal dan perbandingan lintas unit produksi.

Penilaian mutu daun mencakup dimensi fisik dan visual yang terukur. Ukuran daun panjang dan lebar rata-rata—serta luas daun (jumlah dan bentuk) dievaluasi terhadap standar pasar atau produk untuk memastikan kecukupan biomassa. Warna daun digunakan sebagai indikator fisiologis; warna hijau cerah mengindikasikan kondisi tanaman sehat, sedangkan variasi warna dalam satu batch masih dapat diterima selama tidak menunjukkan pola perubahan yang mengindikasikan stres atau patologi.

Kualitas tekstural daun menjadi parameter organoleptik dan teknis yang menentukan mutu pasca-panen. Tekstur yang segar dan kenyal, konsisten antar sampel dalam satu batch, menandakan penanganan dan waktu panen yang tepat; sebaliknya tekstur lembek atau berair menurunkan nilai komersial. Selain itu, tingkat cacat diukur melalui proporsi daun tanpa robekan, lubang, atau bercak; proporsi tinggi tanpa cacat dan rendahnya kejadian akibat hama/penyakit mencerminkan efektivitas pengendalian organisme pengganggu dan praktik sanitasi lapangan.

Kesesuaian waktu panen dan parameter pasca-panen mempengaruhi mutu akhir produk. Waktu panen dinilai berdasarkan Hari Setelah Tanam (HST) yang ideal dan jam panen sesuai praktik terbaik untuk mempertahankan kualitas; kepatuhan terhadap jadwal panen menunjukkan disiplin operasional. Kadar air dan bobot segar setelah panen harus sesuai standar mutu pasar, dengan variasi antar sampel yang masih dapat diterima, sehingga produk mempertahankan penampilan segar selama jendela penyimpanan yang diharapkan.

Aspek kerusakan selama penyimpanan singkat dan risiko kontaminasi menjadi fokus penilaian keamanan dan daya simpan. Tingkat kelayuan pada 0–24 jam penyimpanan sebaiknya minimal dan kehilangan bobot berada pada tingkat yang dapat diterima untuk menjaga nilai jual. Potensi kontaminasi mikroba atau jamur harus sangat rendah; tanda infeksi seperti bercak atau layu yang rendah serta prosedur kebersihan panen dan penyimpanan yang efektif menunjukkan mitigasi risiko biologis yang memadai.

Intervensi teknis seperti pendinginan pasca-panen memberikan dampak terukur pada mutu. Sistem pendinginan yang efektif meningkatkan kualitas visual daun (warna dan tekstur), mengurangi laju kelayuan selama periode penyimpanan singkat, dan menurunkan kejadian kontaminasi jamur atau penyakit. Implementasi sistem tersebut harus dievaluasi secara kuantitatif untuk menilai kontribusinya terhadap perpanjangan masa simpan dan pengurangan kerugian pasca-panen.

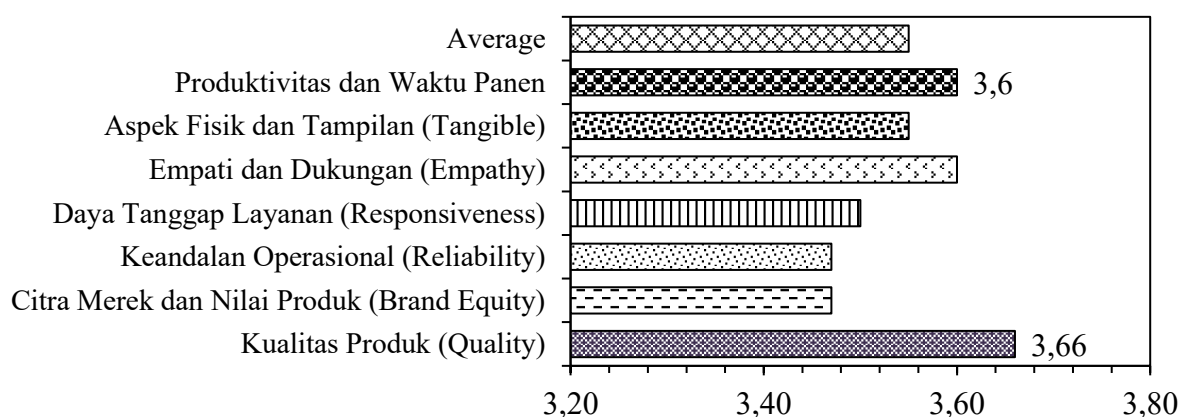


Gambar 2. Hasil panen slada

Hasil panen per area meningkat setelah menggunakan sistem pendingin, yang tadinya per meja instalasi bisa 13-15kg setelah menggunakan alat pendingin menjadi 18-22kg/meja instalasi dengan komoditas selada maupun pakcoy. Kualitas daun menjadi berbeda, lebih hijau

dan fresh serta tekstur lebih cruchy dan daun lebih lebar. Waktu panen juga lebih sedikit cepat yang tadinya biasa 28-35 hst sekarang sekitar 25-29 hst (hari setelah tanam), jadi waktu produksi juga lebih cepat dan mudah untuk menyesuaikan kebutuhan konsumen/supplayer. Untuk kadar air lebih sedikit dan bobot menjadi bertambah, yang biasanya perlubang tanam bisa 90-130gr, sekarang bisa 110-150gr/lubang tanam dengan komoditas tanaman pakcoy dan selada. Dengan adanya sistem pendingin atau kabut tingkat layu pun berkurang saat terjadi panas yang ekstrim dan untuk penyimpanan lebih kuat lama karna tidak mudah layu. Untuk penyakit seperti jamur, bakteri dan virus pun udh berkurang atau hilang, dulu kita sering terkena penyakit jamur mata kodok pada tanamanan komoditas selda dan thrips pada pakcoy, semua jenis penyakit dan jamur sudah hilang, dan proses pengontrolan tanaman pun menjadi lebih mudah dengan berkurangnya hal tersebut.

Ada 10 responden yang merupakan pengelola Kelompok Usaha Mikro Cahaya Farm di Carang Pulang Bogor. Tahap survei kepuasan hasil panen dari penerapan otomatisasi sistem instalasi pipa penyiraman untuk pendinginan greenhouse pada Kelompok Usaha Mikro Cahaya Farm di Carang Pulang Bogor untuk mengukur *quality*, *brand equity*, *reliability*, *responsiveness*, *empathy*, *tangible*, produktivitas dan waktu panen dengan menggunakan aplikasi Google form dengan link <https://forms.gle/xvT4NtV9D7AfYbk39>. Pengukuran hasil survei dapat langsung diperoleh berupa angka skala Likert 1-4.



Gambar 3. Hasil kuisisioner untuk penerapan otomatisasi sistem instalasi pipa penyiraman untuk pendinginan greenhouse terhadap hasil panen pada Kelompok Usaha Mikro Cahaya Farm di Carang Pulang Bogor

Pada Gambar 3 terlihat nilai rata-rata dari hasil survei adalah kualitas produk (*quality*) 3,66 (91,50%), citra merek dan nilai produk (*brand equity*) 3,47 (86,75%), keandalan operasional (*reliability*) 3,47 (86,75%), daya tanggap layanan (*responsiveness*) 3,5 (87,50%), empati dan dukungan (*empathy*) 3,60 (90,00%), aspek fisik dan tampilan (*tangible*) 3,55 (88,75%), produktivitas dan waktu panen 3,60 (90,00%). Keseluruhan penilaian penerapan otomatisasi sistem instalasi pipa penyiraman untuk pendinginan *greenhouse* terhadap hasil panen pada Kelompok Usaha Mikro Cahaya Farm Di Carang Pulang Bogor adalah 3,55 (88,75%).

Hasil survei menunjukkan penilaian keseluruhan moderat-positif dengan rata-rata 3,55 pada skala 1–4; beberapa aspek seperti kualitas produk (3,66) dan produktivitas (3,6) relatif lebih kuat, sedangkan citra merek dan keandalan operasional (masing-masing 3,47) perlu perhatian lebih. Nilai Kualitas Produk (3,66) adalah skor tertinggi yang menunjukkan perbaikan nyata pada mutu daun (warna, kesegaran, tekstur, ukuran, bobot). Hasil ini mendukung hipotesis bahwa pendinginan pasca-panen meningkatkan atribut fisik produk. Nilai produktivitas dan waktu panen (3,6) dan empati dan dukungan (3,6) dimana kedua aspek

ini juga relatif kuat, mengindikasikan peningkatan output per lubang tanam dan bahwa pelatihan/penyuluhan dinilai membantu implementasi sistem. Nilai dari aspek fisik dan tampilan (3,55) dan responsiveness (3,5) menunjukkan bahwa instalasi dan dukungan teknis umumnya memadai, namun masih ada ruang untuk peningkatan ergonomi peralatan dan kecepatan layanan. Nilai citra merek dan nilai produk (3,47) dan keandalan operasional (3,47) adalah titik lemah relatif dimana persepsi pasar dan konsistensi operasional belum sepenuhnya meningkat sesuai harapan. Risiko teknis atau persepsi konsumen yang belum berubah perlu ditangani untuk mengubah nilai tambah menjadi preferensi pembeli.

Untuk implikasi praktis yaitu perlu melakukan perbaikan prioritas pada keandalan sistem (*preventive maintenance* dan *monitoring real-time*) dan strategi pemasaran untuk memperkuat citra merek (labeling, uji mutu, demo ke pembeli). Dalam operasionalnya meningkatkan SOP pemeliharaan, catat *downtime* dan akar penyebab, serta optimalkan jadwal panen berdasarkan data HST dan kondisi iklim mikro. Bidang pelatihan dan komunikasi perlu dilanjutkan penyuluhan yang sudah dinilai membantu, tetapi tambahkan modul pemasaran dan *quality assurance* untuk petani agar manfaat sistem dapat dikomunikasikan ke konsumen.

KESIMPULAN

Penerapan sistem pendingin meningkatkan hasil panen per meja dari 13–15 kg menjadi 18–22 kg dan berat per lubang tanam dari 90–130 g menjadi 110–150 g, disertai perbaikan kualitas daun (warna lebih hijau, tekstur lebih renyah, ukuran lebih lebar) serta percepatan waktu panen dari 28–35 HST menjadi 25–29 HST. Selain itu, sistem mengurangi tingkat layu pada kondisi panas ekstrim, memperpanjang daya simpan produk, dan menurunkan insiden penyakit serta hama sehingga pengendalian tanaman menjadi lebih mudah dan operasional lebih andal.

Dilakukan survei kepuasan menggunakan Google Form untuk mengukur *quality*, *brand equity*, *reliability*, *responsiveness*, *empathy*, dan *tangible* terkait penerapan otomatisasi sistem instalasi pipa penyiraman untuk pendinginan *greenhouse* terhadap hasil panen pada Kelompok Usaha Mikro Cahaya Farm di Carang Pulang Bogor, dengan skala Likert 1–4. Keseluruhan penilaian peserta pelatihan terhadap program PkM Kampus sangat berhasil dengan nilai rerata 3,55 dari skala 4,00 atau 88,75%. Khususnya untuk kualitas produk (*quality*) 3,66 (91,50%) dan produktivitas pada waktu panen 3,60 (90,00%).

Peningkatan keandalan sistem melalui *preventive maintenance* dan pemantauan *real-time*, disertai strategi pemasaran berbasis penandaan produk, uji mutu, dan pameran produk, merupakan langkah penting untuk memperkuat citra merek. Dari sisi operasional, pembaruan SOP pemeliharaan, pencatatan *downtime*, serta optimalisasi jadwal panen berbasis Hari Setelah Tanam (HST) dan kondisi iklim mikro diperlukan guna menjaga efisiensi produksi. Selain itu, pelatihan dan komunikasi perlu diperluas dengan modul pemasaran dan *quality assurance* agar manfaat sistem pendingin tersampaikan secara efektif. Secara analitis, tindak lanjut mencakup uji statistik (standar deviasi dan perbedaan rata-rata), analisis korelasi antar dimensi utama, serta pengumpulan data kualitatif untuk mengidentifikasi hambatan adopsi pasar secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian masyarakat mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya dan Kelompok Usaha Mikro Cahaya Farm yang telah mendukung dan memfasilitasi kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Nila Novianti, Heru Santoso Hadi Subagyo, “Pengendalian Kualitas Produk Selada Romaine Pada Sistem Tanam Hidroponik (Studi Kasus Di Umkm Kebun Sayur, Kota Surabaya, Jawa Timur),” *AGRISOCIONOMICS. J. Sos. Ekon. dan Kebijakan. Pertan.*, vol. 3, no. 2, pp. 131–150, 2019.
- [2] A. Habibi Ariefinsyah, Mohamad Harisudin, “Aplikasi Fishbone Analysis Dalam Meningkatkan Kualitas Selada Pada Cv. Tani Organik Merapi Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta,” *AGRISTA*, vol. 7, no. 4, pp. 53–62, 2019.
- [3] T. K. B. M. Mila Mil’atu Rohmah, Paul Benyamin Timotiwu and Y. C. Ginting, “Effect Intensity of Solar Radiation on The Growth and Quality Of Red Lettuce (*Lactuca sativa* L.),” *J. Agrotek Trop.*, vol. 9, no. 1, pp. 153–159, 2021.
- [4] M. Rahman and A. Pambudi, “Identifikasi Citra Daun Selada Dalam Menentukan Kualitas Tanaman Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network,” *JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter.)*, vol. 11, no. 3, pp. 851–858, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3%20s1.3438.
- [5] K. Yurlisa and N. Aini, “Preferensi Konsumen terhadap Atribut Kualitas Tiga Jenis Sayuran Indigenous di Jawa Timur , Indonesia,” *J. Hort. Indones.*, vol. 9, no. 3, pp. 158–166, 2018, doi: 10.29244/jhi.9.3.158-166.
- [6] S. S. N. Wike Handini, Nurdina Nur Witdi Yanto Sri Wiji Lestari, Herliati, Yeti Widyawati, Abeth Novria Sonjaya, “Penerapan Otomatisasi Sistem Instalasi Pipa Penyiraman Untuk Pendinginan Greenhouse Pada Kelompok Usaha Mikro Cahaya Farm Di Carang Pulang Bogor,” *Dedik. J. Pengabd. Kpd. Masyarakat*, vol. 5, no. 2, pp. 68–82, 2025.
- [7] D. H. Asriani, Wa Embe, Fitria Napu, “Persepsi Masyarakat Terhadap Agribisnis Sayuran Metode Hidroponik Starterkit Wick Di Kota Kendari,” *J. Pemikir. Masy. Ilm. Berwawasan Agribisnis*, vol. 6, no. 1, pp. 11–18, 2020.
- [8] S. G. Kaunang, M. Y. Memah, and R. M. Kumaat, “Persepsi Masyarakat Terhadap Tanaman Hidroponik Di Desa Lotta, Kecamatan Pineleng, Kabupaten Minahasa,” *Agri-SosioEkonomi Unsrat*, vol. 12, no. 2A, pp. 283–302, 2016.
- [9] E. Kurniawati and S. R. Rindrayani, “Pendekatan Kuantitatif dengan Penelitian Survei: Studi Kasus dan Implikasinya,” *J. Ilm. Pendidik. IPS*, vol. 3, no. 65–69, 2025, doi: 10.62383/sosial.v3i1.596.
- [10] A. F. Muchlis, “Questionnaire and Survey for Crowding and Privacy in College Dorms: Research Methods,” *J. Lingkungan. BINAAN Indones.*, vol. 12, no. September, pp. 154–163, 2023, doi: 10.32315/jlbi.v12i3.252.
- [11] Staf Pengajar Prodi AGRIBISNIS Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Maluku Utara, “Analisis Usahatani Sayuran Hidroponik di PT. Kusuma Agrowisata,” *J. BIOSAINSTEK*, vol. 1, no. 1, pp. 16–21, 2019.
- [12] M. R. Sari Sekar Ningrum, Nurdina Widanti, Sri Wiji Lestari, Faisal Hadi, “Peningkatan Hasil Panen dengan Optimalisasi Greenhouse pada Kelompok Pendawa Tani di Cikarawang Bogor,” *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 30, pp. 102–105, 2024.
- [13] A. Minariyanto, “Perancangan Prototype Sistem Pengendali Otomatis Pada Greenhouse Untuk Tanaman Cabai Berbasis Arduino Dan Internet Of Things (IoT),” *J. Teknol.*, vol. 7, no. 2, pp. 120–134, 2020.
- [14] M. Abduh, T. Alawiyah, G. Apriansyah, R. Abdullah, and M. W. Afgani, “Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer Survey Design: Cross Sectional dalam Penelitian Kualitatif,” *J. Pendidik. Sains dan Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 31–39, 2023.
- [15] Robert M. Groves, *Survey Methodology. 2nd Edition*. John Wiley & Sons, Inc., 2010.
- [16] A. A. Manggaberani, A. M. Darlis, U. N. Yogyakarta, I. Syaikh, and A. Siddik, “The

- effectiveness of Google Forms in assessing and evaluating online learning outcomes: Meta-analysis study,” *Indones. J. Soc. Technol.*, vol. 5, no. 10, pp. 4561–4570, 2024.
- [17] M. N. Rahmah Zaqiyatul Munawaroh, Andi Prastowo, “Efektivitas Penilaian Pembelajaran Menggunakan Google Form pada Pembelajaran Daring,” *J. Ilmu Sos. dan Pendidik.*, vol. 5, no. 3, 2021, doi: 10.36312/jisip.v5i3.2152.
- [18] M. L. Estremera, M. Ann, and M. Sarmiento, “Content Validity and Reliability of Questionnaires: Trends , Prospects and Innovation in the Digital Research Epoch,” *ASEAN Innov. Transform. Educ. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2024.
- [19] Angela Bayu Pertama Sari, “Google Forms As An Efl Assessment Tool: Positive Features and Limitations,” *J. English Educ. Appl. Linguist.*, vol. 9, no. 2, pp. 231–250, 2020.
- [20] myspsshelp.com, “SurveyMonkey vs Qualtrics vs Google Forms: 2025 Comparison,” 2025. <https://myspsshelp.com/surveymonkey-vs-qualtrics-vs-google-forms>