

Pengaruh Sistem Aeroponik Berbasis *Internet of Things* (IoT) terhadap Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica Rapa L.*)

Mochammad Syafi' Irwanto^{1*}, Dyah Ayu Sri Hartanti¹, Yessita Pupaningrum²

¹Program Studi Rekayasa Pertanian dan Biosistem, Fakultas Pertanian, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

²Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

*Email: syafiirwanto@gmail.com

ABSTRAK

Pertanian konvensional masih menghadapi berbagai permasalahan seperti efisiensi penggunaan air yang rendah, ketergantungan terhadap cuaca, serta keterbatasan lahan produktif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sistem aeroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*). Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen kuasi dengan pendekatan kuantitatif. Sampel penelitian terdiri dari 18 tanaman pakcoy yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu 9 tanaman menggunakan sistem aeroponik berbasis IoT dan 9 tanaman menggunakan metode konvensional berbasis tanah dan dilakukan satu kali penanaman. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan berat basah tanaman pada usia 30 hari setelah tanam (HST). Analisis data menggunakan uji statistik *independent sample t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem aeroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan pakcoy dibandingkan metode konvensional ($P < 0,05$). Tanaman yang dibudidayakan menggunakan sistem aeroponik berbasis IoT memiliki tinggi tanaman rata-rata sebesar 24,5 cm, sedangkan pada metode konvensional hanya mencapai 16,2 cm. Jumlah daun juga meningkat dari 11 helai pada perlakuan konvensional menjadi 18 helai pada sistem aeroponik berbasis IoT. Selain itu, diameter batang pada sistem aeroponik berbasis IoT mencapai rata-rata 1,25 cm, lebih besar dibandingkan metode konvensional yang hanya 0,82 cm. Berat segar tanaman meningkat dari 7,8 gram menjadi 93,2 gram. Peningkatan pada seluruh parameter tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan nutrisi dan lingkungan yang dilakukan secara otomatis melalui teknologi IoT mampu menciptakan kondisi pertumbuhan yang lebih optimal sehingga menghasilkan pertumbuhan dan biomassa tanaman yang lebih tinggi secara signifikan.

Kata kunci: aeroponik, IoT, pakcoy, pertanian modern

PENDAHULUAN

Pakcoy (*Brassica rapa L.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi serta tingkat konsumsi yang terus meningkat di masyarakat. Tanaman ini banyak diminati karena memiliki siklus panen yang relatif singkat dan kandungan gizi yang baik bagi kesehatan, khususnya vitamin dan mineral. Namun demikian, sistem budidaya konvensional masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan lahan produktif, ketergantungan terhadap kondisi iklim, serta efisiensi penggunaan air yang masih rendah. Selain itu, metode konvensional sering menyebabkan terjadinya pencucian unsur hara akibat hujan berlebih sehingga nutrisi tidak terserap secara optimal oleh tanaman. Kondisi tersebut mendorong perlunya penerapan teknologi pertanian modern yang mampu meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan (Munthe *et al.*, 2018).

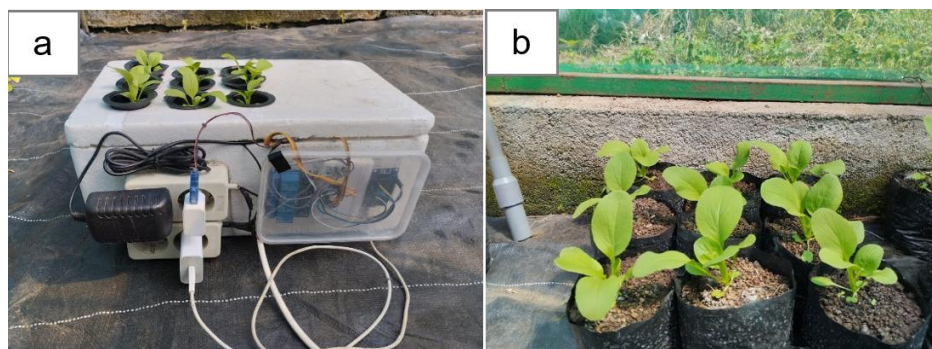
Sistem aeroponik merupakan salah satu teknologi budidaya tanpa tanah yang memanfaatkan udara sebagai media utama pertumbuhan akar tanaman. Pada sistem ini, akar digantung di ruang tertutup dan disemprot dengan larutan nutrisi dalam bentuk kabut halus. Kondisi tersebut memungkinkan akar memperoleh suplai oksigen secara maksimal sehingga proses respirasi berlangsung lebih optimal. Keunggulan aeroponik dibandingkan hidroponik terletak pada tingkat oksigenasi akar yang lebih tinggi serta efisiensi penggunaan air yang jauh lebih baik. Oleh karena itu, aeroponik dianggap sebagai teknologi yang sangat potensial untuk diterapkan pada budidaya sayuran daun seperti pakcoy (Macklin *et al.*, 2023).

Integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem aeroponik memungkinkan proses monitoring dan pengendalian dilakukan secara otomatis dan *real-time*. Sensor yang terpasang dapat membaca suhu,

kelembaban, dan kondisi nutrisi, kemudian mengirimkan data tersebut ke aplikasi berbasis smartphone. Dengan adanya sistem ini, petani tidak perlu melakukan pengecekan manual secara terus-menerus karena sistem dapat bekerja secara mandiri. Selain meningkatkan efisiensi tenaga kerja, IoT juga membantu menjaga kestabilan lingkungan tumbuh tanaman. Pada sistem aeroponik manual, proses penyemprotan nutrisi umumnya masih diatur menggunakan pompa, timer mekanis, atau pengoperasian secara manual tanpa dukungan teknologi *Internet of Things* (IoT). Pada penelitian terdahulu keberhasilan sistem aeroponik manual sangat bergantung pada ketepatan interval penyemprotan, konsentrasi nutrisi, serta pemantauan kondisi lingkungan oleh operator. Apabila penyemprotan terlambat atau konsentrasi nutrisi tidak sesuai, pertumbuhan tanaman dapat terganggu karena akar mengalami kekeringan atau kekurangan unsur hara. Meskipun demikian, sistem aeroponik manual tetap mampu meningkatkan aerasi akar dan efisiensi penggunaan air dibandingkan budidaya konvensional sehingga banyak digunakan sebagai dasar pengembangan sistem aeroponik otomatis berbasis IoT (Zobel *et al.*, 1976). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sistem aeroponik berbasis IoT terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy dibandingkan dengan metode konvensional (Widodo, 2025).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis eksperimen kuasi, di mana peneliti memberikan perlakuan tertentu terhadap kelompok eksperimen dan membandingkannya dengan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen menggunakan sistem aeroponik berbasis IoT, sedangkan kelompok kontrol menggunakan metode budidaya konvensional berbasis tanah (Gambar 1). Desain penelitian ini dipilih karena mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai perbedaan hasil pertumbuhan tanaman akibat perlakuan yang diberikan. Selain itu, metode eksperimen kuasi memungkinkan penelitian dilakukan dalam kondisi yang lebih realistis sesuai dengan lingkungan pertanian sebenarnya. Dengan desain ini, hasil penelitian diharapkan dapat menggambarkan kondisi yang mendekati praktik di lapangan (Berlianti *et al.*, 2024).



Gambar 1. Kelompok eksperimen dalam penelitian. (a) sistem aeroponik berbasis IoT, dan (b) sistem konvensional

Populasi penelitian adalah seluruh tanaman pakcoy yang ditanam dalam satu periode tanam, sedangkan sampel terdiri dari 18 tanaman yang dibagi menjadi dua kelompok perlakuan dan hanya dilakukan satu kali tanam tanpa pengulangan. Masing-masing kelompok terdiri dari 9 tanaman yang dipilih secara acak untuk menghindari bias hasil penelitian (Tabel 1). Pembagian kelompok ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap tanaman memiliki peluang yang sama untuk dijadikan sampel penelitian. Dengan jumlah sampel tersebut, data yang diperoleh dianggap cukup representatif untuk menggambarkan pengaruh perlakuan. Selain itu, penggunaan dua kelompok perlakuan memungkinkan dilakukan analisis perbandingan yang lebih objektif (Asrulla *et al.*, 2023).

Tabel 1. Jenis perlakuan tanaman pakcoy

Kelompok	Metode Budidaya	Jumlah Sampel
A	Aeroponik berbasis IoT	9 tanaman
B	Konvensional (tanah)	9 tanaman

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah sistem budidaya yang digunakan, yaitu aeroponik berbasis IoT dan metode konvensional. Variabel terikat meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan berat basah tanaman. Variabel kontrol meliputi jenis bibit, jenis nutrisi, serta waktu tanam yang diseragamkan pada kedua kelompok. Pengendalian variabel ini bertujuan untuk meminimalkan pengaruh faktor luar yang dapat memengaruhi hasil penelitian. Dengan demikian, perbedaan hasil yang diperoleh dapat lebih dipastikan berasal dari perlakuan yang diberikan (Susianti & Safriyati, 2024).

Pengukuran dilakukan setiap minggu hingga usia 30 hari setelah tanam (HST). Tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris, jumlah daun dihitung secara manual, diameter batang menggunakan jangka sorong, dan berat basah menggunakan timbangan digital (Hasanah, 2016). Data dianalisis menggunakan uji statistik *independent sample t-test* dengan taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tinggi Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman pakcoy yang dibudidayakan menggunakan sistem aeroponik berbasis IoT memiliki tinggi tanaman yang lebih besar dibandingkan dengan metode konvensional (Yazid *et al.*, 2021). Rata-rata tinggi tanaman pada sistem aeroponik mencapai 24,5 cm, sedangkan pada metode konvensional hanya mencapai 16,2 cm. Berdasarkan hasil uji statistik *independent sample t-test*, menunjukkan bahwa nilai signifikansi (P-value) < 0,05, yaitu sebesar 0,001 dengan nilai t hitung (4,12) lebih tinggi dari t tabel (2,12), menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara sistem aeroponik berbasis IoT dan metode konvensional pada semua parameter tinggi tanaman. Perbedaan ini menunjukkan bahwa sistem aeroponik mampu mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman. Hal tersebut disebabkan oleh tidak adanya hambatan mekanis pada akar serta ketersediaan oksigen yang lebih optimal. Dengan kondisi tersebut, proses metabolisme tanaman berlangsung lebih efisien sehingga pertumbuhan tinggi tanaman meningkat secara signifikan (Macklin *et al.*, 2023).

2. Jumlah Daun

Jumlah daun merupakan indikator penting dalam menilai tingkat pertumbuhan vegetatif tanaman. Tanaman pakcoy pada sistem aeroponik menghasilkan rata-rata 18 helai daun, sedangkan metode konvensional hanya menghasilkan 11 helai daun. Uji statistik *independent sample t-test* menunjukkan bahwa nilai signifikansi (P-value) < 0,05, yaitu sebesar 0,002 dengan nilai t hitung sebesar 3,85 lebih tinggi dari t tabel (2,12), menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara sistem aeroponik berbasis IoT dan metode konvensional pada parameter jumlah daun. Peningkatan jumlah daun ini berkaitan erat dengan ketersediaan nutrisi yang stabil dan terkontrol. Nutrisi nitrogen dalam larutan AB Mix berperan penting dalam pembentukan klorofil yang menunjang proses fotosintesis. Semakin tinggi intensitas fotosintesis, maka semakin besar pula pertumbuhan organ daun tanaman.

3. Diameter Batang

Diameter batang tanaman aeroponik menunjukkan ukuran yang lebih besar dibandingkan metode konvensional. Rata-rata diameter batang pada sistem aeroponik mencapai 1,25 cm, sedangkan metode konvensional hanya 0,82 cm. Uji statistik *independent sample t-test* menunjukkan bahwa nilai signifikansi (P-value) < 0,05, yaitu sebesar 0,004 dengan nilai t hitung sebesar 3,41 lebih tinggi dari t tabel (2,12), menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara sistem aeroponik berbasis IoT dan metode konvensional pada parameter diameter batang. Diameter batang yang lebih besar menandakan sistem transportasi air dan nutrisi berjalan dengan baik. Batang yang kokoh juga meningkatkan kemampuan tanaman dalam menopang daun dan mempertahankan posisi tegak. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem aeroponik mampu menciptakan lingkungan tumbuh yang lebih ideal bagi tanaman.

4. Berat Basah Tanaman

Berat basah tanaman merupakan indikator utama dalam menentukan produktivitas hasil panen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat basah tanaman pada sistem aeroponik mencapai rata-rata 93,2 gram, sedangkan metode konvensional hanya 78,0 gram. Untuk membuktikan signifikansi perbedaan pertumbuhan antara sistem aeroponik berbasis IoT dan metode konvensional, dilakukan uji statistik

independent sample t-test. Nilai Signifikansi (P-value) yang diperoleh adalah 0,000 ($P < 0,05$). Karena nilai $P < 0,05$, maka H_0 ditolak. Hal ini membuktikan secara statistik bahwa penerapan teknologi aeroponik berbasis IoT berpengaruh nyata dan signifikan terhadap peningkatan produktivitas (berat basah) tanaman pakcoy dibandingkan metode konvensional. Perbedaan ini menunjukkan bahwa sistem aeroponik mampu meningkatkan akumulasi biomassa tanaman. Tingginya berat basah berkaitan dengan tingkat penyerapan air dan nutrisi yang lebih optimal. Dengan demikian, sistem aeroponik berbasis IoT dapat meningkatkan kuantitas hasil panen secara signifikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem aeroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy dibandingkan dengan metode budidaya konvensional. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa seluruh parameter pertumbuhan yang diamati, meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan berat basah tanaman, mengalami peningkatan pada perlakuan menggunakan sistem aeroponik berbasis IoT. Hasil uji *Independent Sample t-test* juga menunjukkan nilai signifikansi ($P < 0,05$) pada seluruh parameter, sehingga dapat dinyatakan bahwa perbedaan pertumbuhan antara kedua metode budidaya tersebut signifikan secara statistik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrulla, Risnita, Jailani, M. S., & Jeka, F. 2023. Populasi dan Sampling (Kuantitatif), Serta Pemilihan Informan Kunci (Kualitatif) dalam Pendekatan Praktis. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 26320–26332.
- Berlianti, D. F., Abid, A. Al, & Ruby, A. C. 2024. Metode Penelitian Kuantitatif Pendekatan Ilmiah untuk Analisis Data. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(3), 1861–1864.
- Hasanah, H. 2016. Teknik-Teknik Observasi (Sebuah Alternatif Metode Pengumpulan Data Kualitatif Ilmu-Ilmu Sosial). *At-Taqqaddum*, 8(1), 21–46.
- Munthe, K., Pane, E., & Panggabean, E. L. 2018. Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Media Tanam yang Berbeda secara Vertikultur. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 2(2), 138–151.
- Prawiranegara, B. M. P., Sugandi, W. K., Akbar, R. J., & Situmorang, Y. L. A. 2023. Aeroponik rumah tanaman dengan sistem tanam benih langsung pada tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica* Forssk.). *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 11(3), 307–317.
- Susianti, O. M., & Safriyati. 2024. Perumusan Variabel dan Indikator dalam Penelitian Kuantitatif Kependidikan. *Jurnal Pendidikan Rokania*, 9(1), 18-30.
- Widodo, A. 2025. Prototipe Agretech berbasis Internet of Things (IoT) untuk Peningkatan Efisiensi dan Produktifitas Pertanian Modern. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, 8(3), 259–268.
- Yazid, I., Ingetenta, S. O., & Yusro, M. 2021. Prototipe Pengamatan Budidaya Aeroponik berbasis IoT (Internet of Things). *Autocracy: Jurnal Otomasi, Kendali, Dan Aplikasi Industri*, 7(1), 12–18.
- Zobel, R. W., Del Tredici, P., & Torrey, J. G. (1976). Method for Growing Plants Aeroponically. *Plant Physiology*, 57(3), 344–346.