

Sistem Kontrol pH Air pada Budidaya Hidroponik Pakcoy (*Brassica rapa L.*) Berbasis Teknologi *Smart Farming*

Novta Dany'el Irawan^{1*}, Shafiq Nurdin², Riski Nur Istiqomah Dinnullah³

^{1,2}Politeknik Unisma Malang, Jl. MT. Haryono No. 193, Malang, Indonesia

³Universitas PGRI Kanjuruhan Malang, Jl. S. Supriadi No.48, Malang, Indonesia

Email : novta@polisma.ac.id, shafiq.poltekunisma@gmail.com, ky2_zahra@unikama.ac.id

* Corresponding Author

Received: 20 Januari 2025; Accepted: 17 Maret 2025; Published: 31 Maret 2025

Abstrak. Pengendalian pH air merupakan faktor krusial dalam budidaya hidroponik untuk memastikan pertumbuhan optimal tanaman, termasuk pakcoy (*Brassica rapa L.*). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kontrol pH air berbasis teknologi smart farming guna meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam budidaya pakcoy secara hidroponik. Sistem ini dirancang menggunakan sensor pH yang terintegrasi dengan mikrokontroler, yang secara otomatis memantau dan menyesuaikan tingkat pH air sesuai dengan kebutuhan optimal tanaman. Data real-time dikirim ke perangkat lunak berbasis Internet of Things (IoT) untuk pemantauan jarak jauh dan analisis kinerja. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga pH air dalam rentang ideal (6,0 – 7,0) dengan tingkat akurasi tinggi dan respons cepat terhadap perubahan kondisi. Implementasi sistem ini juga mengurangi penggunaan larutan penyeimbang pH secara berlebihan, sehingga lebih ramah lingkungan dan hemat biaya. Dengan pendekatan teknologi smart farming, sistem ini tidak hanya meningkatkan kualitas hasil panen tetapi juga mendukung keberlanjutan dalam pertanian modern. Penelitian ini diharapkan menjadi langkah awal dalam pengembangan teknologi pertanian presisi untuk komoditas lain di masa depan.

Kata Kunci: *pH air, pakcoy, hidroponik, smart farming, Internet of Things, sistem kontrol*

Copyright © 2025 Jurnal Terapan Sains dan Teknologi

How to cite: Irawan, N.D, Nurdin, S., & Dinnullah, R.N.I. (2025). Sistem Kontrol pH Air pada Budidaya Hidroponik Pakcoy (*Brassica rapa L.*) Berbasis Teknologi Smart Farming. *Jurnal Terapan Sains dan Teknologi*, 7 (1), 77-85. <https://doi.org/10.21067/jtst.v7i1.11508>

Pendahuluan

Budidaya hidroponik merupakan salah satu metode pertanian modern yang semakin populer di kalangan petani dan masyarakat urban. Hidroponik menawarkan solusi praktis untuk mengatasi keterbatasan lahan pertanian sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi. Salah satu komoditas yang banyak dibudidayakan secara hidroponik adalah pakcoy (*Brassica rapa L.*), sayuran hijau yang kaya nutrisi dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun, keberhasilan budidaya hidroponik sangat dipengaruhi oleh kemampuan petani untuk menjaga kondisi lingkungan tumbuh yang optimal, termasuk pH air sebagai salah satu parameter kunci (Mutryarny et al., 2018).

pH air memiliki peran penting dalam sistem hidroponik karena berpengaruh langsung terhadap ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Jika pH air terlalu rendah (asam) atau terlalu tinggi (basa), penyerapan unsur hara oleh akar tanaman dapat terganggu, sehingga menghambat pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Oleh karena itu, pengendalian pH air yang tepat menjadi

salah satu aspek krusial dalam manajemen sistem hidroponik(Wibowo et al., 2013). Dalam praktik tradisional, pengontrolan pH sering dilakukan secara manual, yang tidak hanya memakan waktu tetapi juga rentan terhadap kesalahan manusia(Dewi et al., 2021).

Seiring dengan perkembangan teknologi, konsep *smart farming* mulai diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam budidaya pertanian, termasuk hidroponik. Teknologi *smart farming* mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan perangkat lunak untuk mengotomasi berbagai proses pertanian(Irawan et al., 2022). Dalam konteks sistem hidroponik, teknologi ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian parameter lingkungan secara real-time, termasuk pH air. Penggunaan sistem kontrol pH berbasis teknologi ini dapat membantu petani dalam menjaga stabilitas pH air, sehingga menghasilkan kondisi tumbuh yang optimal bagi tanaman(Izza et al., 2023).

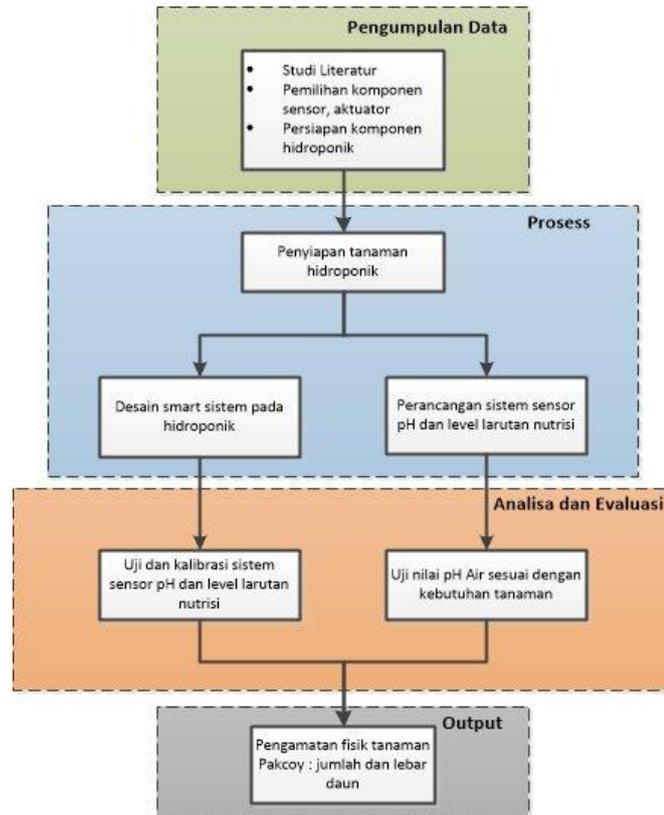
Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol pH air pada budidaya hidroponik pakcoy berbasis teknologi *smart farming*. Sistem ini memanfaatkan sensor pH untuk mendeteksi tingkat keasaman air secara real-time dan mikrokontroler untuk mengatur pompa penambahan larutan penyeimbang pH secara otomatis(Irawan et al., 2023). Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efisien dan akurat dibandingkan metode manual. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengkaji efektivitas sistem yang dirancang dalam menjaga stabilitas pH air serta dampaknya terhadap pertumbuhan dan hasil panen pakcoy. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan teknologi hidroponik di Indonesia, khususnya dalam mendukung keberlanjutan sektor pertanian modern(Firdhausi et al., 2018).

Penggunaan sistem kontrol pH berbasis teknologi *smart farming* juga selaras dengan upaya global untuk meningkatkan efisiensi pertanian dan mengurangi dampak lingkungan(Firdhausi et al., 2018). Dengan teknologi ini, pemakaian bahan kimia seperti larutan asam dan basa dapat dioptimalkan sehingga lebih ramah lingkungan. Selain itu, sistem ini dapat diintegrasikan dengan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memudahkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh, memberikan kemudahan bagi petani dalam mengelola usaha tani mereka (Prasetyo et al., 2018).

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini diharapkan dapat menjadi langkah awal dalam penerapan teknologi cerdas untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi budidaya hidroponik pakcoy. Lebih jauh lagi, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan inovasi teknologi serupa di bidang pertanian modern lainnya.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan percobaan instalasi hidroponik menggunakan sistem kontrol pH air berbasis *smart farming*. Metode ini digunakan untuk menghasilkan suatu alat kontrol pH air, sedangkan untuk uji produk dilakukan setelah proses penelitian selesai. Tahap penelitian mengacu pada empat tahapan proses penelitian yaitu: (1) Pengumpulan data, (2) Proses, (3) Analisa dan Evaluasi, dan (4) *Output* (Luaran Penelitian).

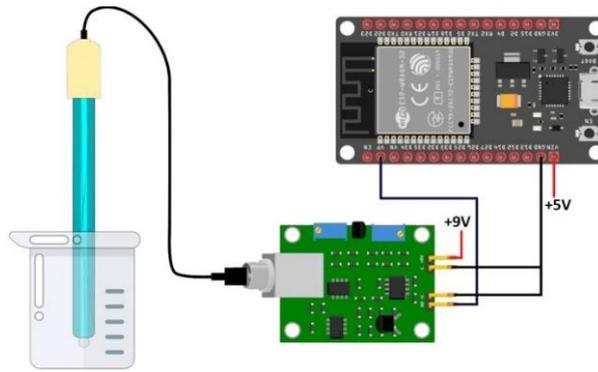


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini ada salah satu skema penelitian dari kemendikbud yaitu skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) pada tahun 2024. Penelitian ini berlokasi pada laboratorium perangkat lunak komputer untuk instalasi dan pengujian rangkaian elektrik kontrol *smart farming*, sedangkan tempat untuk uji kelayakan dan pengambilan data pada tanaman pakcoy ditanam secara hidroponik dilakukan pada petani hidroponik daerah Pakis – Kab. Malang. Kebutuhan alat dan bahan dalam penelitian ini adalah (1) Rangkaian *system smart farming* (2) Komponen hidroponik (DFT), (3) pH meter dan TDS meter, (4) penggaris, (6) solenoid, (7) pompa, dan (8) ATK. Untuk bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah (1) Benih atau bibit pakcoy (*Brassica rapa L*), (2) Nutrisi AB Mix, (3) larutan pH Up dan Down, (4) Air.

Rangkaian sistem kontrol pH air

Rangkaian sistem kontrol ini menggunakan mikrokontroler Arduino Esp32 yang terhubung dengan sensor pH air (pH-E4502C), dengan sensor ini nilai dari pH air dapat diketahui dengan tepat, selanjutnya dengan jika nilai pH air sudah didapatkan maka mikrokontroler akan dapat mengambil keputusan untuk mengaktifkan pompa, jika nilai pH diatas batas nilai yang ditentukan maka pompa yg terhubung dengan tandon larutan pH down yang akan diaktifkan, tapi sebaliknya jika nilai pH air dibawah batas nilai maka pompa yang terhubung dengan tandon larutan pH up yang akan diaktifkan, dan jika nilai pH air masih dalam batas nilai maka pompa pada tandon air netral yang di aktifkan.

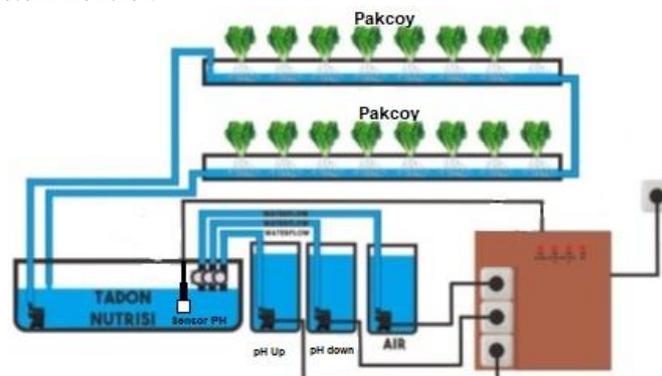


Gambar 2. Skema rangkaian mikrokontroler dengan sensor pH air

Rancangan bangun hidroponik dan sistem kontrol

Dalam penelitian ini, sistem hidroponik yang digunakan adalah Deep Flow Technique (DFT). Metode ini merupakan suatu pendekatan pertanian hidroponik yang menempatkan akar tanaman dalam lapisan air yang dalam secara terus-menerus selama 24 jam.(Supriadi, 2021). Metode ini cocok digunakan untuk menanam tanaman berdaun dan buah. Pada sistem hidroponik DFT, nutrisi dialirkan dalam pipa PVC berdiameter 10 cm hingga kedalaman 2 sampai 3 cm, dan tanaman ditempatkan dalam pot plastik (netpot) agar tanaman mendapatkan nutrisi saat dialirkan.

Dalam rancang bangun hidroponik ini menggunakan 4 tandon, pada setiap memiliki fungsi sebagai berikut : (1) Tandon berisi air netral berfungsi sebagai suplay air untuk tanaman; (2) Tandon berisi cair pH down berfungsi sebagai suplay cairan pH down jika nilai pH air lebih dari batas ketentuan atau pH air naik; (3) Tandon berisi cairan pH Up berfungsi sebagai suplay cairan pH Up jika nilai pH air kurang dari batas ketentuan atau pH air turun; (4) dan Tandon berisi nutrisi AB mix yang sudah tercampur dengan air dari tandon nomor 1, dalam tandon ke 4 ini juga terdapat sensor pH air (pH-E4502C) yang berfungsi untuk mendeteksi nilai pH air yang sudah terhubung dengan sistem kontrol.



Gambar 3. Rancang bangun hidroponik dan sistem kontrol

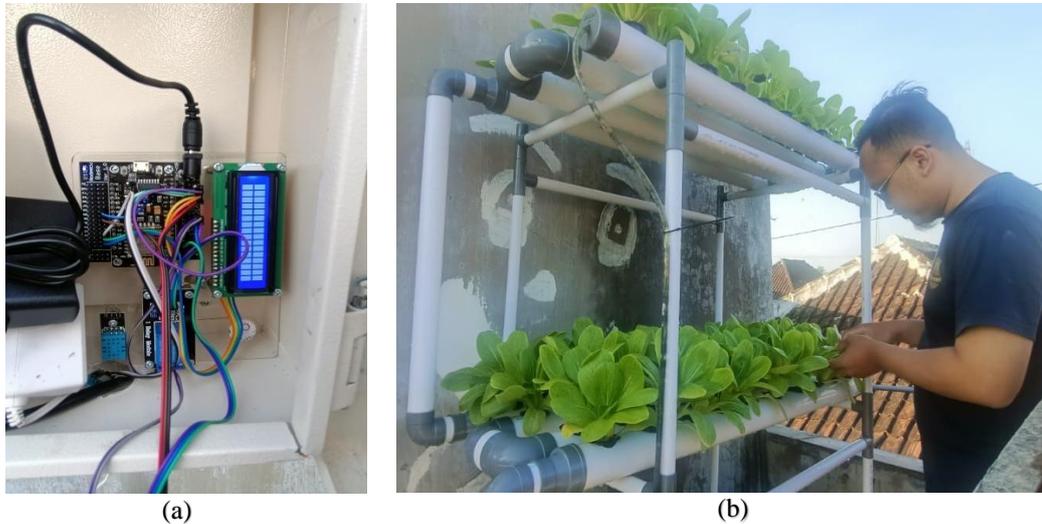
Hasil dan Pembahasan

Upaya untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas hasil tanaman pakcoy adalah dengan penerapan teknik budidaya yang baik serta optimal dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Teknik budidaya yang tidak tepat menyebabkan tanaman tidak mendapatkan nutrisi dan faktor tumbuh lainnya secara optimal sehingga pertumbuhan dan hasil produksinya menurun (Huda et al., 2023).

Implementasi *smart farming* dan pengambilan data

Teknologi *smart farming* memberikan kemudahan bagi petani, tidak hanya dalam memantau pH air, tetapi juga dalam mengumpulkan data yang berguna untuk pengembangan dan perawatan tanaman. Data pH tersebut dapat diakses dan dimonitor secara jarak jauh melalui perangkat mobile menggunakan aplikasi *Blink*. Dengan aplikasi ini, seluruh data dapat dipantau

secara *real-time*. Selain melalui perangkat mobile, informasi tersebut juga dapat dilihat langsung pada layar LCD yang terpasang pada alat *smart farming*.



Gambar 4. (a) hardware *smart farming*, (b) Pengukuran lebar dan jumlah daun

Dari hasil penerapan sistem *smart farming* untuk kontrol pH air pada budidaya pakcoy dibandingkan dengan kontrol pH air secara manual sudah dapat diketahui hasil dan perbedaan tanaman pada usia tanam 2 minggu. Perbandingan ini dilakukan secara manual dengan cara mengukur tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun. Data dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan tanaman umur 2 minggu dari masa tanam

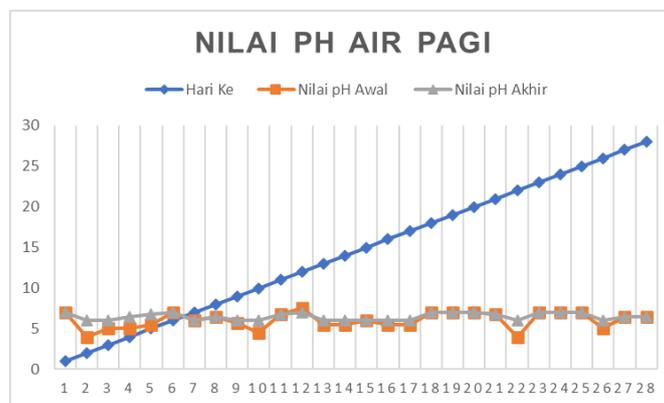
Data di atas adalah data mentah yang nantinya dapat diproses lebih lanjut dengan penambahan dan penyesuaian parameter sesuai dengan lingkungan hidroponik. Pada penelitian ini focus data yang diproses adalah data pH air pada tanaman pakcoy hidroponik. Data ini disajikan secara tabel *spreadsheet*, diharapkan dengan menggunakan *Spreadseet* data dapat diakses secara online dan jarak jauh. Untuk mempermudah pembacaan data juga sudah disajikan secara grafik.

Pengukuran pH air dilakukan secara berkala yaitu pada pagi hari (Jam 06.00-07.00), siang hari (Jam 12.00-13.00) dan malam hari (Jam 18.00-19.00) selama 28 hari (masa tanam pakcoy hidroponik). Waktu tersebut adalah waktu seringnya pH air berubah signifikan dikarenakan lingkungan, cuaca dan suhu udara. Pada implementasi pengukuran jika terjadi pH diatas atau dibawah rentang ideal pH air untuk tanaman pakcoy yaitu rentang 6,0 – 7,0 maka alat *smart farming* menghidupkan pompa yang terhubung dengan larutan pH Up atau Down, dan pompa akan berhenti jika pH air sudah masuk rentang ideal.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Nilai pH sebelum dan sesudah menggunakan sistem *Smart farming*

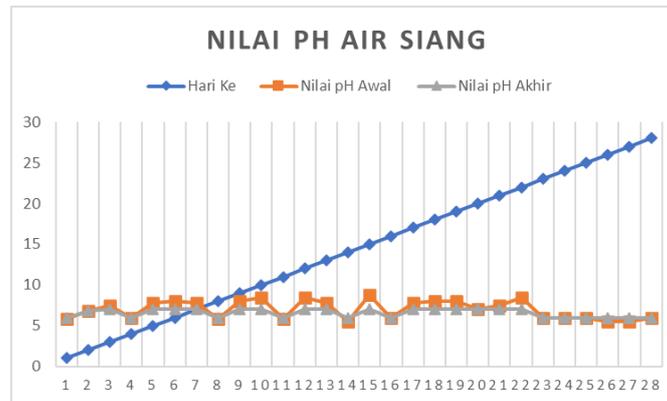
Hari ke	Pagi (06.00-07.00)		Siang (12.00-13.00)		Malam (18.00-19.00)	
	Nilai pH Awal	Nilai pH akhir	Nilai pH Awal	Nilai pH akhir	Nilai pH Awal	Nilai pH akhir
1	7,0	7,0	5,8	6,0	6,0	6,0
2	4,0	6,0	6,8	6,8	6,0	6,0
3	5,0	6,0	7,5	7,0	5,0	6,0
4	5,0	6,5	6,0	6,0	5,5	6,0
5	5,5	6,8	7,8	7,0	5,0	6,0
6	7,0	7,0	8,0	7,0	5,0	6,0
7	6,0	6,0	7,8	7,0	7,0	7,0
8	6,5	6,5	5,8	6,0	5,0	6,0
9	5,7	6,0	8,0	7,0	5,5	6,0
10	4,5	6,0	8,5	7,0	5,8	6,0
11	6,8	6,8	5,8	6,0	6,0	6,0
12	7,5	7,0	8,5	7,0	5,5	6,0
13	5,5	6,0	7,8	7,0	7,0	7,0
14	5,5	6,0	5,5	6,0	5,5	6,0
15	6,0	6,0	8,8	7,0	6,0	6,0
16	5,5	6,0	6,0	6,0	7,5	7,0
17	5,5	6,0	7,8	7,0	5,0	6,0
18	7,0	7,0	8,0	7,0	6,0	6,0
19	7,0	7,0	8,0	7,0	6,8	6,8
20	7,0	7,0	7,0	7,0	6,8	6,8
21	6,8	6,8	7,5	7,0	6,5	6,5
22	4,0	6,0	8,5	7,0	5,5	6,0
23	7,0	7,0	6,0	6,0	5,5	6,0
24	7,0	7,0	6,0	6,0	7,0	7,0
25	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0	6,0
26	5,0	6,0	5,5	6,0	6,0	6,0
27	6,5	6,5	5,5	6,0	5,0	6,0
28	6,5	6,5	6,0	6,0	6,0	6,0

Dari data pH yang terdapat pada tabel diatas dapat diketahui perubahan signifikan pH air terjadi pada masa siang hal ini bisa disebabkan oleh lingkungan sekitar hidroponik, tapi sistem telah bekerja untuk mengembalikan nilai pH dalam rentang ideal dari tanaman pakcoy yaitu 6,0 – 7,0. Sedangkan untuk dapat dipahami data dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



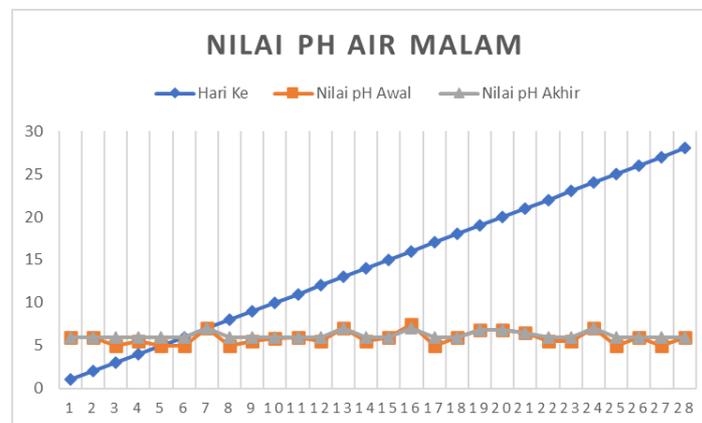
Gambar 6. Grafik nilai pH air pagi sebelum dan sesudah dikontrol dengan sistem otomatis

Dari grafik diatas warna biru adalah masa pengambilan data yaitu 28 hari sesuai dengan masa tanam pakcoy, warna orange adalah nilai pH yang dihitung secara manual, dan warna abu – abu adalah nilai pH air yang dinilai dengan sistem otomatis dan sudah disesuaikan dengan range nilai pH ideal pada tanaman pakcoy, dari grafik ini juga dapat diketahui bahwa kecenderungan pH air saat pagi adalah dibawah nilai ideal pH air untuk tanaman pakcoy, hal ini disebabkan karena cuaca dipagi hari masih sejuk, sinar matahari masih belum terik.



Gambar 7. Grafik nilai pH air siang sebelum dan sesudah dikontrol dengan sistem otomatis

Untuk nilai pH di siang hari berdasar nilai diatas, pH air disiang hari lebih tinggi dari nilai ideal pH air untuk tanaman pakcoy, sama seperti pagi hari hal tersebut dipengaruhi oleh lingkungan yang panas pada siang hari, tapi ada beberapa moment nilai diatas nilai ideal hal tersebut disebabkan cuaca pada saat itu hujan deras dan cenderung cuaca sejuk.



Gambar 8. Grafik nilai pH air malam sebelum dan sesudah dikontrol dengan sistem otomatis

Pada malam hari nilai pH air relatif stabil dan beberapa moment berada dibawah nilai ideal, hal tersebut karena pada hari itu terjadi hujan dimulai dari siang hari sampai dengan malam hari.

Penutup

Sistem kontrol pH air pada budidaya hidroponik ini berpengaruh terhadap pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa L.*), pengaruh dari sistem ini dapat mendeteksi pH air dibawah atau diatas nilai ideal untuk tanaman pakcoy, dan juga dapat dilihat perbandingan tanaman yang berumur 2 minggu, perbandingan yang dilakukan pada tinggi tanaman, jumlah daun dan lebar daun sehingga dapat meningkatkan bobot tanaman berkisar 10 gram/tanaman pada akhir masa panen.

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol pH air pada budidaya hidroponik Pakcoy (*Brassica rapa L.*) berbasis teknologi *smart farming*. Sistem ini mampu memonitor dan mengontrol pH air secara otomatis, sehingga memberikan lingkungan tumbuh yang optimal bagi tanaman. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi *smart farming* dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan budidaya hidroponik, baik dari segi pemantauan kondisi lingkungan maupun pengendalian parameter kritis seperti pH air.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan produktivitas pertanian modern, khususnya pada budidaya hidroponik. Namun, penelitian ini juga memiliki keterbatasan, seperti keterbatasan dalam pengujian jangka panjang dan penerapan dalam skala besar. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk mengoptimalkan performa sistem, mengevaluasi aspek keberlanjutan, serta mengintegrasikan parameter lain seperti suhu dan kelembaban.

Implementasi teknologi *smart farming* dalam budidaya hidroponik merupakan langkah nyata menuju pertanian presisi yang mendukung keberlanjutan dan efisiensi sumber daya. Diharapkan, inovasi ini dapat terus dikembangkan untuk memberikan dampak positif yang lebih luas dalam sektor pertanian.

Daftar Pustaka

- Dewi, I. Z. T., Ulinuha, M. F., Mustofa, W. A., Kurniawan, A., & Rakhmadi, F. A. (2021). Smart Farming: Sistem Tanaman Hidroponik Terintegrasi IoT MQTT Panel Berbasis Android. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 9(1), 71–78.
- Firdhausi, A. R., Budiyanto, A., & Nurcahyani, I. (2018). *Rancang Bangun Smart Greenhouse untuk Budidaya Tanaman Cabai (Capsicum Annum L .) dengan OSAndroid*. 2018(November), 16–22.
- Huda, M. S., Suheri, H., & Nufus, N. H. (2023). Pengaruh Perbedaan pH Larutan Hara Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy Dalam Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT): *Agroteksos*, 33(1), 108.
- Irawan, N. D., Nurdin, S., Kusumawardhani, A., & Izza, S. (2023). Smart Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Efektifitas Pertumbuhan Tanaman Bayam Hijau (*Amaranthus Tricolor*). *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 5(2), 2023.
- Irawan, N. D., Nurdin, S., Muhammad Athoillah, & Riski Nur Istiqomah Dinnullah. (2022). Desain Alat Smart Farming Penyiram Bawang Merah Menggunakan Arduino Uno Berbasis Android. *Infotekmesin*, 13(2), 272–277.
- Mutryarny, E., & Lidar, S. (2018). Respon Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L*) Akibat Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Hormonik. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 14(2), 29–34.
- Prasetyo, A., Nurhasan, U., & Lazuardi, G. (2018). Implementasi Iot Pada Sistem Monitoring Dan Pengendali Sirkulasi Air Tanaman Hidroponik. *Jurnal Informatika Polinema*, 5(1), 31.
- Supriadi, D., & Toha. (2021). Rancang Bangun Alat Pengatur Nutrisi Hydroponic Deep Flow Technique (DFT) Berbasis Internet Of Things (IoT). *Tedc*, 15(2), 180–188.
- Syarifatul Izza, Gillang Al Azhar, Arianti Kusumawardhani, & Novta Dany'el Irawan. (2023). Optimalisasi Pertumbuhan Tanaman Sawo melalui Pemantauan Kelembapan Tanah berbasis IoT dengan Pengendali Fuzzy Logic. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 10(3), 426–433.

Wibowo, S., & Asriyanti, A. (2013). Aplikasi Hidroponik NFT pada Budidaya Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 13(3), 159–167.