

Application of pH and TDS Sensors to Optimize the Growth of Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Plants in Hydroponic Systems

Annisa Mardaniyah¹, Resti Fevria^{1,2*}, Vauzia¹, Reki Kardiman¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia;

²Program Studi Agroteknologi Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia;

Article History

Received : November 20th, 2025

Revised : December 03th, 2025

Accepted : December 11th, 2025

*Corresponding Author: **Resti Fevria** Program Studi Biologi dan Agroteknologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia ;
Email:

restifevria@fmipa.unp.ac.id

Abstract: Pakcoy (*Brassica rapa* L.) is a widely cultivated leafy vegetable with high economic value. Limited agricultural land and the need for more efficient cultivation systems encourage the use of hydroponic technology, particularly through the use of pH and TDS sensors to optimize nutrient management. This study aims to compare the growth of pakcoy plants using the *Deep Flow Technique* (DFT) hydroponic system with pH and TDS sensors and without sensors. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with two treatments: 50% AB mix + 50% POC with sensors, and 50% AB mix + 50% POC without sensors, with nine replications. The parameters observed included plant height, number of leaves, leaf area, fresh weight, and dry weight. Data were analyzed using an unpaired t-test at a significance level of 5%. The results showed that the use of pH and TDS sensors significantly affected all growth parameters. The treatment with sensors resulted in higher average values, namely plant height of 25.1 cm, number of leaves of 17.3, leaf area of 514.6 cm², fresh weight of 236.28 g, and dry weight of 30.7 g compared to the treatment without sensors. Automatic nutrient monitoring creates stable solution conditions, thereby increasing nutrient absorption efficiency and plant biomass accumulation. This study concluded that the use of pH and TDS sensors is effective in optimizing and increasing the productivity of bok choy plants in hydroponic systems. It is recommended that IoT-based monitoring technology be applied more widely to improve cultivation efficiency, reduce costs, and support sustainable agriculture.

Keywords: Hydroponics, IoT, pH-TDS Sensor, Pakcoy.

Pendahuluan

Tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan salah satu sayuran yang mudah di tanam dan praktis serta merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak diminati oleh semua kalangan termasuk di Indonesia (Tayanan *et al.*, 2023). Produksi tanaman pakcoy di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik (2024) pada tahun 2021 jumlah produksi tanaman pakcoy hingga tahun 2023 secara berurutan adalah 727.467 ton, 760.608 ton, dan 686.867 ton. Data tersebut menunjukkan bahwa produksi pakcoy

mengalami peningkatan pada tahun 2022 namun mengalami penurunan pada tahun 2023.

Penurunan produksi tersebut disebabkan oleh faktor patogen seperti serangan hama dan penyakit (misalnya busuk akar atau infeksi jamur), bukan hanya pertumbuhan penduduk, meskipun kebutuhan pangan masyarakat terhadap sayuran dan buah-buahan meningkat seiring pertumbuhan populasi. Hal ini tidak diiringi dengan pertumbuhan lahan pertanian yang justru semakin sempit, terutama di daerah perkotaan. Oleh karena itu, solusi yang dapat diimplementasikan adalah penggunaan sistem

hidroponik sebagai teknik pertanian modern yang menggunakan air sebagai medium pengganti tanah (Roidah, 2014). Sayuran yang dibudidayakan secara hidroponik dapat mendukung ketahanan pangan masyarakat, karena banyak kegiatan budidaya memanfaatkan lahan kosong (Fevria *et al.*, 2023). Budidaya hidroponik dicirikan oleh penggunaan ruang yang terbatas, pendekatan teknik pertanian modern atau intensif, akses terhadap informasi pasar, serta optimalisasi produktivitas produksi, lahan, dan ruang dengan bantuan teknologi (Fevria *et al.*, 2023).

Sistem hidroponik memiliki berbagai metode, salah satunya adalah Deep Flow Technique (DFT) yang telah dikembangkan dan diuji dalam budidaya hidroponik (Wibowo, 2020). DFT adalah metode di mana akar tanaman ditempatkan dalam larutan nutrisi dengan kedalaman sekitar 4- 6 cm, dan larutan tersebut terus bergerak, sehingga akar selalu terendam dan mendapatkan nutrisi, oksigen, serta air secara stabil (Yuniarti *et al.*, 2023). DFT dipilih karena keunggulannya, yaitu pasokan air nutrisi yang tetap, sehingga tanaman tidak mengalami kekurangan meski terjadi pemadaman listrik. Berbeda dengan *Nutrient Film Technique* (NFT) yang hanya mengalirkan lapisan tipis nutrisi (sekitar 1–2 mm) di permukaan akar tanpa genangan, sehingga lebih rentan terhadap perubahan dan membutuhkan pompa yang lebih tepat untuk mencegah akar mengering. Namun, kelemahan DFT adalah penggunaan nutrisi yang lebih banyak serta risiko menjadi tempat berkembang biak nyamuk jika tidak dibersihkan secara rutin (Harsono, 2020).

Nutrisi dalam hidroponik dibagi menjadi 2 yaitu nutrisi yang mengandung unsur makro dan yang mengandung unsur mikro. Nutrisi makro adalah nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah banyak, nutrisi tersebut seperti N, P, K, S, Ca, dan Mg. Nutrisi mikro adalah nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit, nutrisi mikro tersebut seperti Mn, Cu, Zn, Cl, Cu, Na dan Fe. Nutrisi yang umum digunakan untuk tanaman pakcoy adalah nutrisi AB mix (Hidayanti & Kartika, 2019). Walaupun nutrisi AB mix bagus untuk pertumbuhan tanaman pakcoy, nutrisi ini juga memiliki kekurangan yaitu harganya relatif mahal, serta ada kandungan kimia dalam pupuk ini yang di

khawatirkan akan berdampak negatif bagi kesehatan. Selain menggunakan nutrisi AB mix juga terdapat nutrisi organik yaitu pupuk organik cair (POC). POC dibuat dari hasil fermentasi bahan-bahan alami seperti kompos, limbah organik, dan air, yang menghasilkan cairan kaya nutrisi yang mampu memenuhi kebutuhan hara tanaman secara alami (Masluki *et al.*, 2015).

Dalam penelitian ini juga menggunakan Pupuk Organik Cair (POC) dari daun gamal (*Gliricidia sepium*). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Tazri *et al.*, 2025). Penggunaan POC dari daun gamal lebih baik dikarenakan daun gamal mengandung nitrogen dan unsur hara lain yang tinggi dan esensial bagi pertumbuhan tanaman. Kandungan unsur yang terdapat pada daun gamal untuk pertumbuhan tanaman seperti kalsium (Ca) 2,06%, Magnesium (Mg) 0,29. Kalium (K) 2,65%, Fosfor (P) 0,22%, dan Nitrogen (N) 3,15% (Efendi, 2022).

Efektivitas penggunaan POC ini dapat ditingkatkan secara optimal dengan penggunaan teknologi gelembung nano. Teknologi gelembung nano adalah teknologi untuk pengendalian zat, material, dan sistem pada skala nanometer. Penggunaan teknologi nano mampu memperkecil partikel hingga skala nanometer. Gambaran untuk skala nanometer tersebut. ukuran 1 nanometer sama dengan 1×10^{-9} meter, ini berarti lebih kecil dari diameter sehelai rambut manusia yaitu sekitar 50.000 kali lebih kecil dari diameter sehelai rambut manusia (Razak, 2021).

Pemberian nutrisi dalam hidroponik dilakukan secara manual dengan menggunakan alat *Total Dissolved Solids* (TDS), selain itu penggunaan pH meter juga dilakukan untuk pengontrolan kadar asam dan basa pada nutrisi hidroponik. Pengecekan konsentrasi nutrisi sering memerlukan penyesuaian berulang-ulang sampai konsentrasinya sesuai dan optimal. Proses manual ini kurang efektif digunakan karena membutuhkan waktu yang sedikit lama dan tenaga serta kedisiplinan yang tinggi (Adridana *et al.*, 2019). Untuk mengatasi masalah tersebut, dalam penelitian ini menggunakan alat sensor pH dan TDS, ini merupakan inovasi dalam bentuk otomatisasi berbasis *Internet of Things* (IoT).

Penggunaan alat sensor pH dan TDS

yang mampu memantau kondisi larutan secara terus-menerus. Hal ini membantu meminimalisir kesalahan dalam pengecekan dan meningkatkan efisiensi sistem hidroponik (Sneineh *et al.*, 2023). Pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) berupa sensor pH dan TDS dalam sistem hidroponik telah merevolusi cara petani memantau dan mengelola tanamannya. Petani dapat mengakses data secara real - time dari jarak jauh dengan bantuan sensor yang terhubung ke platform berbasis web atau aplikasi, seperti Blynk. Penerapan IoT dapat meningkatkan akurasi pemantauan, efisiensi penggunaan air dan nutrisi, serta mengurangi intervensi manual, menjadikannya solusi ideal untuk pertanian, khususnya dalam skala rumah tangga atau komersial kecil (Faisal *et al.*, 2025).

Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk membandingkan penggunaan POC teknologi nano dengan sensor pH dan TDS lalu dibandingkan dengan tanpa penggunaan alat sensor pH dan TDS untuk mengoptimalkan tanaman pakcoy pada sistem hidroponik. Penelitian ini diharapkan dapat menunjukkan peningkatan efisiensi dan produktivitas budidaya hidroponik, terkhusus pada pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, dan berat kering tanaman. Selain itu penggunaan POC teknologi nano dengan alat sensor ini diharapkan terjadi peningkatan yang lebih baik pada hasil pertanian dan pengurangan biaya produksi, terkhusus bagi petani hidroponik.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli hingga Desember 2025 di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Padang dan Laboratorium Penelitian Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan dan 9 ulangan tanaman pakcoy, yaitu :

P1: Dengan sensor, 50 % AB Mix + 50 % POC

P2: Tanpa sensor, 50 % AB Mix + 50 % POC

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem DFT (*Deep Flow Technique*), net pot, lidi, baki, sensor pH dan TDS, penggaris, oven, gunting, kamera, alat tulis, kertas label, timbangan digital, kertas HVS, kertas koran. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah nutrisi hidroponik AB mix, larutan POC daun gamal, benih tanaman pakcoy, rockwool, dan air.

Parameter Penelitian

Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dengan menggunakan penggaris dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi. Tinggi tanaman diukur satu kali dalam seminggu sampai 5 mst (minggu setelah tanam).

Jumlah daun (helai)

Jumlah daun dihitung satu kali dalam seminggu sampai 5 minggu setelah tanam (mst). Daun yang dihitung adalah daun yang sempurna.

Luas daun (cm²)

Pengukuran luas daun dilakukan pada 5 mst menggunakan metode penimbangan dengan rumus pada semua daun, kecuali 2 daun pertama yang tumbuh saat berkecambah. Perhitungan luas daun dapat dilakukan dengan metode gravimetri dengan rumus perhitungan :

$$\text{Luas daun} = \frac{\text{berat daun} \times \text{luas kertas}}{\text{berat kertas}}$$

Berat basah (g)

Pengamatan berat basah tanaman dilakukan dengan cara menimbang semua bagian tanaman meliputi akar, batang, dan daun. Dilakukan pada 5 minggu setelah tanam (mst).

Berat kering (g)

Pengamatan berat kering dilakukan dengan cara menimbang semua bagian tanaman meliputi akar, batang, dan daun. Dilakukan pada 5 mst dengan oven pada suhu 60°C selama 48 jam hingga didapat berat yang konstan.

Teknik analisis data

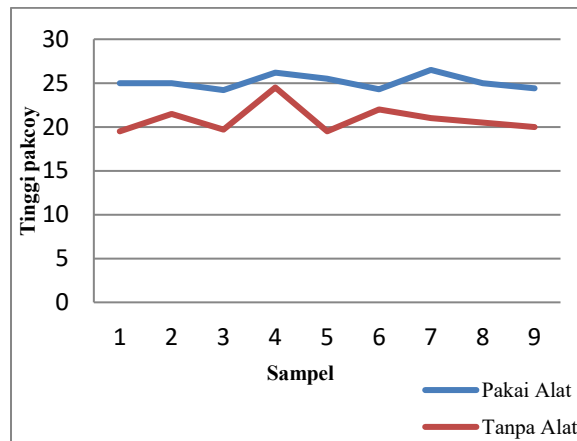
Data hasil pengamatan didapatkan melalui analisis uji-t tidak berpasangan (*Independent t-test*) dengan bantuan aplikasi SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) pada tingkat signifikansi 5%.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian terkait dengan budidaya tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) secara hidroponik menggunakan alat sensor pH dan TDS dan tanpa menggunakan alat sensor pH dan TDS atau secara manual (konvensional) :

Tinggi tanaman (cm)

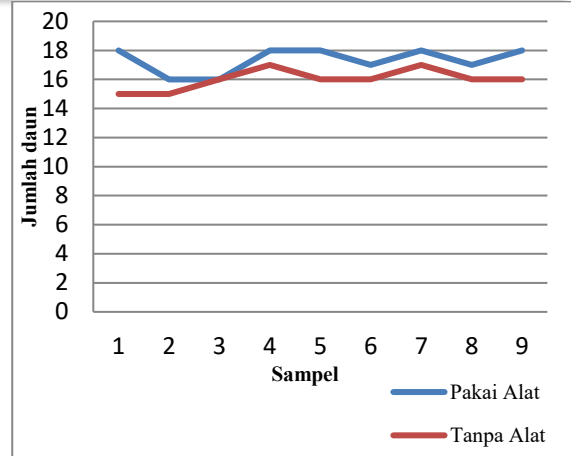
Perbedaan rata-rata tinggi tanaman pakcoy yang dibudidayakan dari kedua perlakuan bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Perbedaan tinggi pakcoy

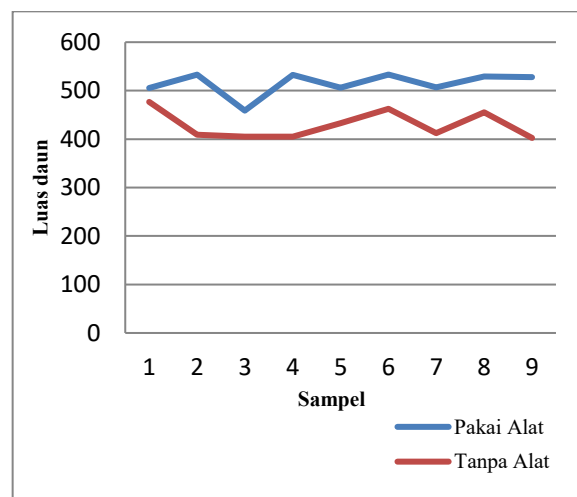
Jumlah daun (helai)

Perbedaan rata-rata jumlah daun tanaman pakcoy yang dibudidayakan dari kedua perlakuan bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Perbedaan jumlah daun pakcoy
Luas daun (cm²)

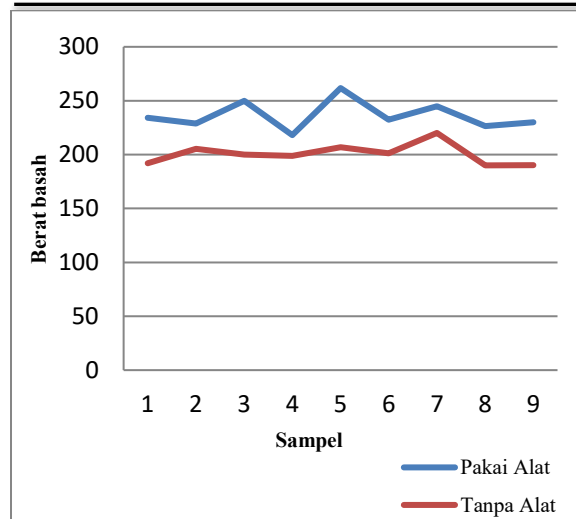
Perbedaan rata-rata luas daun tanaman pakcoy yang dibudidayakan dari kedua perlakuan bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Perbedaan luas daun pakcoy

Berat basah (g)

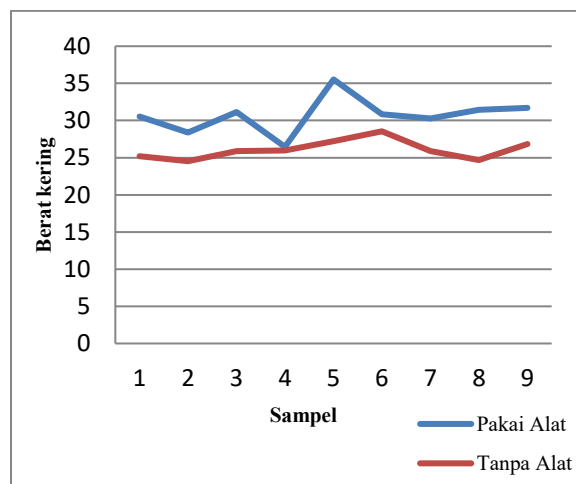
Perbedaan rata-rata basah tanaman pakcoy yang dibudidayakan dari kedua perlakuan bisa dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Perbedaan berat basah pakcoy

Berat kering (g)

Perbedaan rata-rata berat kering tanaman pakcoy yang dibudidayakan dari kedua perlakuan bisa dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Perbedaan berat kering pakcoy

Pembahasan

Tinggi tanaman

Hasil uji t menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tinggi tanaman pakcoy yang signifikan antara perlakuan pakai alat sensor pH dan TDS (50% AB mix + 50 % POC) dan tanpa alat sensor pH dan TDS (50% AB mix + 50 % POC). Hasil pengamatan tinggi tanaman pakcoy yang dianalisis dengan uji-t tidak berpasangan dan memiliki T_{hitung} (6.986) > T_{tabel} (2.120) maka H_0 ditolak dengan H_1 diterima lalu dilakukan uji lanjut SPSS, didapatkan $p=0,000 < 0,05$. Hal

tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pakcoy.

Rata-rata tinggi tanaman pakcoy menggunakan alat sensor pH dan TDS adalah 25.122 cm, lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan alat sensor pH dan TDS yaitu 20.911 cm. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alat sensor pH dan TDS untuk menambahkan nutrisi dan mengontrol pH secara otomatis dalam perlakuan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy dibandingkan tanpa alat sensor pH dan TDS.

Pemberian nutrisi secara otomatis pada tanaman hidroponik ini akan mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Nutrisi yang diberikan sesuai akan mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal dimana menyebabkan proses pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel berlangsung cepat yang mengakibatkan beberapa organ tanaman tumbuh dengan cepat. Sayuran organik yang ramah lingkungan karena menggunakan nutrisi atau pupuk organik dan sumber daya alam (Fevria *et al.*, 2021).

Didalam penelitian Yuniarti *et al.*, (2023) menyebutkan bahwa perubahan sistem budidaya dan optimalisasi kondisi pertumbuhan mampu meningkatkan parameter pertumbuhan tanaman termasuk tinggi tanaman, karena adanya peningkatan proses fisiologis dan efisiensi metabolik pada jaringan tanaman.

Jumlah daun

Hasil penghitungan jumlah daun tanaman pakcoy yang dianalisis dengan uji-t tidak berpasangan dan memiliki T_{hitung} (3.578) > T_{tabel} (2.120) maka H_0 ditolak dengan H_1 . Hasil uji t menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah daun tanaman pakcoy yang signifikan antara perlakuan pakai alat sensor pH dan TDS (50% AB mix + 50 % POC) dan tanpa alat sensor pH dan TDS (50% AB mix + 50 % POC). Uji lanjut SPSS, didapatkan $p=0,003 < 0,05$. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pakcoy.

Rata-rata jumlah daun tanaman yang menggunakan alat sensor Ph dan TDS lebih tinggi yaitu 17,33 helai daun dibandingkan tanpa menggunakan alat sensor pH dan TDS yaitu 16,00 helai daun. Hal menunjukkan bahwa penggunaan sensor memberikan efek positif

terhadap pembentukan daun.

Berdasarkan penelitian Rizal, S., (2017) pertumbuhan daun dipengaruhi oleh unsur N dan unsur P yang diberikan pada tanaman. Unsur N dapat membantu mengubah karbohidrat yang dihasilkan dalam proses fotosintesis menjadi protein sehingga akan menambah lebar, panjang dan jumlah daun. Hal tersebut pada proses pembentukan daun, unsur N yang terkandung dalam nutrisi AB mix 50% + POC 50% daun gamal lebih banyak diserap.

Selain itu, pada penelitian ini dalam peningkatan jumlah daun pada tanaman pakcoy yang diberi perlakuan menggunakan alat sensor pH dan TDS juga menunjukkan bahwa kondisi larutan nutrisi berada pada kisaran optimal selama fase pertumbuhan. Pemantauan pH dan TDS secara otomatis memungkinkan penyerapan hara berlangsung lebih efisien karena tanaman menerima nutrisi dalam bentuk dan konsentrasi yang sesuai dengan kebutuhan metaboliknya. Ketepatan kondisi nutrisi tersebut mendorong aktivitas fotosintesis yang lebih stabil sehingga tanaman mampu memproduksi lebih banyak asimilat untuk mendukung pembentukan organ vegetatif, termasuk daun.

Luas daun

Hasil uji t menunjukkan bahwa terdapat perbedaan luas daun tanaman pakcoy yang signifikan antara perlakuan pakai alat sensor pH dan TDS (50% AB mix + 50 % POC) dan tanpa alat sensor pH dan TDS (50% AB mix + 50 % POC). Hasil pengamatan tinggi tanaman pakcoy yang dianalisis dengan uji-t tidak berpasangan dan memiliki $T_{hitung} (6.822) > T_{tabel} (2.120)$ maka H_0 ditolak dengan H_1 diterima lalu dilakukan uji lanjut SPSS, didapatkan $p=0,000 < 0,05$. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun tanaman pakcoy.

Rata-rata luas daun tanaman pakcoy menggunakan alat sensor pH dan TDS adalah 514.6463 cm^2 , lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan alat sensor pH dan TDS yaitu 429.0414 cm^2 . Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alat sensor pH dan TDS dalam perlakuan mampu meningkatkan pertumbuhan luas daun tanaman pakcoy dibandingkan tanpa alat sensor pH dan TDS.

Berdasarkan hasil penelitian Pratiwi *et*

al., (2021) yang menyatakan bahwa ketersediaan nitrogen yang cukup dan seimbang dapat meningkatkan pembentukan daun, kandungan klorofil, dan luas permukaan daun pada tanaman sawi maupun pakcoy. Nitrogen berfungsi untuk merangsang pertumbuhan vegetatif melalui pembentukan sel-sel baru pada jaringan daun sehingga daun menjadi lebih lebar dan lebih hijau. Peningkatan luas daun menyebabkan meningkatnya kemampuan tanaman dalam menangkap cahaya dan melakukan fotosintesis, sehingga akumulasi fotosintat menjadi lebih tinggi. Kondisi nutrisi yang stabil akibat pemantauan pH dan TDS secara otomatis tanaman menyerap nitrogen secara optimal, sehingga peningkatan luas daun pada perlakuan sensor menjadi sangat logis secara fisiologis.

Peningkatan luas daun juga didukung oleh hasil penelitian Hidayati *et al.*, (2021), dimana pemberian pupuk nitrogen dan pupuk organik secara tepat dapat meningkatkan jumlah daun, luas daun, dan pertumbuhan vegetatif tanaman sawi. Mereka menemukan bahwa ketersediaan nitrogen yang terus-menerus akan memicu aktivitas metabolisme, pembentukan klorofil, dan perkembangan jaringan daun sehingga ukuran daun menjadi lebih besar. Selain itu, penelitian Siswadi *et al.*, (2014) menunjukkan bahwa konsentrasi nutrisi yang tepat pada sistem hidroponik berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan luas daun pakcoy. Konsentrasi nutrisi yang stabil akan memaksimalkan penyerapan unsur hara oleh akar, termasuk nitrogen, sehingga tanaman mampu menghasilkan daun yang lebih luas sebagai bagian dari respons pertumbuhan vegetatif yang optimal.

Dengan demikian, hasil penelitian ini konsisten dengan temuan tiga penelitian tersebut yaitu kestabilan pH dan TDS yang dibantu oleh alat sensor membuat nutrisi terutama nitrogen tersedia secara optimal, sehingga meningkatkan luas daun dan mendukung proses fotosintesis serta pembentukan biomassa vegetatif tanaman pakcoy.

Berat basah

Data pengamatan berat basah tanaman pakcoy dianalisis dengan uji- t tidak berpasangan dan memiliki $T_{hitung} (6.486) > T_{tabel} (2.120)$ maka H_0 ditolak dengan H_1 sehingga

dilakukan uji lanjut SPSS, didapatkan $p = 0,000 < 0,05$. Hasil uji t menunjukkan bahwa terdapat perbedaan berat basah tanaman pakcoy yang signifikan antara perlakuan pakai alat sensor pH dan TDS (50% AB mix + 50 % POC) dengan tanpa alat sensor pH dan TDS (50% AB mix + 50 % POC).

Rata-rata tinggi tanaman pakcoy menggunakan alat sensor pH dan TDS adalah 236.2859 gram, lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa menggunakan alat sensor pH dan TDS yaitu 200.4959 gram. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alat sensor pH dan TDS dalam perlakuan mampu meningkatkan pertumbuhan berat basah tanaman pakcoy dibandingkan tanpa alat sensor pH dan TDS.

Berdasarkan penelitian Setyawati *et al.*, (2020) berat basah memiliki keterkaitan dengan luas daun dan panjang akar. Berkurangnya luas daun akan mempengaruhi fotosintesis sedangkan panjang akar akan mempengaruhi penyerapan air dan hara. Dari analisis tersebut didapatkan pemberian nutrisi organik mampu memberikan unsur hara yang seimbang untuk pertumbuhan tanaman pakcoy yang optimal.

Pakcoy hidroponik yang memakai alat sensor pH dan TDS menunjukkan bahwa tanaman yang mendapatkan nutrisi dengan pH dan konsentrasi yang stabil menghasilkan bobot segar yang lebih tinggi, karena kondisi larutan yang terkontrol mencegah stres fisiologis dan memastikan penyerapan nutrisi berlangsung efisien. Hal ini mendukung bahwa penggunaan alat sensor pH dan TDS pada penelitian ini membantu menjaga kestabilan nutrisi sehingga tanaman dapat mempertahankan luas daun yang lebih besar, sistem perakaran yang lebih aktif, dan akumulasi air yang lebih baik, yang semuanya berkontribusi pada meningkatnya berat basah tanaman pakcoy.

Berat kering

Data pengamatan berat basah tanaman pakcoy dianalisis dengan uji-t tidak berpasangan dan memiliki $T_{hitung} (4.972) > T_{tabel} (2.120)$ maka H_0 ditolak dengan H_1 sehingga dilakukan uji lanjut SPSS, didapatkan $p = 0,000 < 0,05$. Hasil uji-t menunjukkan bahwa terdapat perbedaan berat kering tanaman pakcoy yang signifikan antara perlakuan pakai alat sensor pH dan TDS (50% AB mix + 50 % POC) dan tanpa alat

sensor pH dan TDS (50% AB mix + 50 % POC).

Rata-rata tinggi tanaman pakcoy menggunakan alat sensor pH dan TDS adalah 30.7011 gram, lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan alat sensor pH dan TDS yaitu 26.0867 gram. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa pemantauan pH dan TDS menggunakan alat sensor secara otomatis mampu menjaga ketersediaan nutrisi dalam larutan tetap stabil, sehingga proses penyerapan unsur hara oleh akar berlangsung lebih optimal.

Perlakuan menggunakan alat sensor pH dan TDS menghasilkan berat kering pakcoy yang lebih tinggi dibandingkan tanpa sensor, yang menandakan bahwa kestabilan pH dan konsentrasi nutrisi berperan penting dalam mendukung penyerapan unsur hara secara optimal. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Febrianna *et al.*, (2018) yang menemukan bahwa ketersediaan nutrisi yang stabil, khususnya nitrogen dari pupuk organik cair, mampu meningkatkan serapan hara, aktivitas metabolik, dan pembentukan biomassa tanaman. Mereka menjelaskan bahwa peningkatan serapan nitrogen berkorelasi langsung dengan peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman, yang juga tercermin pada akumulasi biomassa kering.

Penelitian ini juga diperkuat oleh Joni *et al.*, (2020) yang melaporkan bahwa konsentrasi larutan nutrisi yang terkontrol secara tepat berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan berat kering tanaman sawi yang dibudidayakan secara hidroponik. Berat kering merupakan indikator akumulasi bahan organik hasil fotosintesis, sehingga nutrisi yang stabil dan sesuai kebutuhan tanaman akan meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara dan proses pembentukan biomassa.

Dengan demikian, pemantauan pH dan TDS menggunakan alat sensor pH dan TDS pada penelitian ini didapatkan tanaman pakcoy memperoleh kondisi nutrisi yang lebih konsisten, sehingga menghasilkan biomassa kering yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa alat sensor pH dan TDS.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan alat sensor pH dan TDS berbasis

IoT terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap seluruh parameter pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.), termasuk tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat kering. Alat sensor pH dan TDS secara otomatis mampu menjaga stabilitas larutan nutrisi, sehingga penyerapan unsur hara berlangsung lebih optimal. Selain itu dengan penggunaan alat sensor ini dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja yang manual. Tanaman pakcoy yang diberi perlakuan menggunakan sensor pH dan TDS menunjukkan peningkatan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dibandingkan perlakuan tanpa menggunakan sensor pH dan TDS, ditunjukkan oleh nilai rata-rata pertumbuhan yang lebih tinggi dan hasil uji statistik yang signifikan. Dengan demikian, penggunaan sensor pH dan TDS efektif dalam mengoptimalkan pertumbuhan pakcoy pada sistem hidroponik dengan kombinasi 50% AB mix dan 50% POC. Selain dari itu, dari hasil penelitian ini menunjukkan potensi besar IoT untuk meningkatkan produktivitas dan berkelanjutan pertanian modern, terutama dalam sistem hidroponik yang berorientasi pada efisiensi dan produktivitas.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmatnya sehingga penelitian dan artikel ini dapat diselesaikan, ungkapan terimakasih kepada dosen pembimbing Dr. Resti Fevria, ST.P., MP. atas arahan dan dukungan akademik.

Referensi

- Badan Pusat Statistik. 2024. *Produksi Tanaman Sayuran Sawi. Bidang Pertanian Hortikultura*. Jakarta: BPS - Statistics Indonesia. Badan Pusat Statistik.bps.go.id
- Efendi, D. S. (2022). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Daun Gamal Dan Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.). *Jurnal ilmiah mahasiswa pertanian [JIMTANI]*, 2(3). <http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimtani>
- Faisal, M., Bachtiar, A. N., & Darwis, M. (2025). IoT implementation for hydroponic water monitoring using web-based pH and TDS sensors with Node-Red. *JISA (Jurnal Informatika dan Sains)*, 8(1), 81–91. <https://doi.org/10.31326/jisa.v8i1.2209>
- Febrianna, M., Prijono, S., & Kusumarini, N. (2018). Pemanfaatan pupuk organik cair untuk meningkatkan serapan nitrogen serta pertumbuhan dan produksi sawi (*Brassica juncea* L.) pada tanah berpasir. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2), 1009-1018. <http://orcid.org/0000-0002-3955-1278>
- Fevria, R., & Aliciafarma, S. (2021, June). Comparison of Nutritional Content of Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) Cultivated Hydroponically and Non-Hydroponically. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1940, No. 1, p. 012049). IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1940/1/012049>
- Fevria, R., Razak, A., Heldi, Syah, N., Kamal, E., & Edwin. (2023). Application of nanotechnology liquid organic fertilizer in sustainable hydroponic cultivation for urban food security. *Science & Technology Asia*, 28(4), 295–304. <https://ph02.tcithaijo.org/index.php/SciTechAsia/article/view/250787>
- Fevria, R., Vauzia, V., Farma, S. A., Kardiman, R., & Edwin, E. (2023). The Effect of Eco-Enzyme Spraying on Chlorophyll Content of Hydroponic Lettuce (*Lactuca sativa* L.). In M. Fadilah et al. (Eds.), *IcoBioSE 2021*, ABSR 32 (pp. 297–303). http://dx.doi.org/10.2991/978-94-6463-166-1_39
- Harsono, B. (2020). Sistem Hidroponik Berbasis Internet Of Things. *Dielektrika*, 7(2), 82. <https://doi.org/10.29303/dielektrika.v7i2.240>
- Hidayanti, L., & Kartika, T. (2019). Pengaruh nutrisi AB Mix terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) secara hidroponik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16(2), 166-175.

- <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v16i2.3214>
- Hidayati, S., Nurlina, N., & Purwanti, S. (2021). Uji pertumbuhan dan hasil tanaman sawi dengan pemberian macam pupuk organik dan pupuk nitrogen. *Jurnal Pertanian Cemara*, 18(2), 81–89. <https://doi.org/10.24929/fp.v18i2.1638>
- Joni, P., Santoso, E., & Hariyanti, A. (2020). Pengaruh konsentrasi larutan nutrisi terhadap pertumbuhan dan hasil sawi secara hidroponik sumbu. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 11(2). <https://doi.org/10.26418/jspe.v11i2.51760>
- Masluki., Naim, M., & Mutmainnah. 2015. Pemanfaatan pupuk organik cair (POC) pada lahan sawah melalui sistem mina padi. *Prosiding Seminar Nasional*. 2(1): 866-896.
- Pratiwi, P., Marwanto, M., Widodo, W., & Handajaningsih, M. (2021). Kandungan nitrat daun, pertumbuhan, dan hasil biomassa sawi dan pakcoy pada pemberian pupuk nitrogen anorganik dan kompos Azolla secara berimbang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1), 1–8. <https://doi.org/10.31186/jipi.23.1.1-8>
- Razak, A. (2021). *Ekonanobioteknologi: Konsep pendekatan pengembangan bidang kajian zoologi dan ekologi hewan*. Padang: Universitas Negeri Padang Repository.
- Rizal, S. (2017). Pengaruh nutrisi yang diberikan terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) Yang ditanam secara hidroponik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 14(1), 38-44. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v14i1.1112>
- Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. *Jurnal Bonorowo*, 1(2), 43-49. <https://doi.org/10.36563/bonorowo.v1i2.14>
- Setyawati, L., Marmaini, M., & Putri, Y. P. (2020). Respon Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica chinensis* L.) Terhadap Pemberian Air Kelapa tua (*Cocos nucifera*). *Indobiosains*, 1-6. <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v2i1.3984>
- Siswadi, Riyo Samekto, & Romana A. (2014). Pengaruh konsentrasi nutrisi dan media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil sawi pakcoy (*Brassica parachinensis*) sistem hidroponik vertikultur. *Innofarm: Jurnal Inovasi Pertanian*, 13(2), 151–155. <https://doi.org/10.33061/innofarm.v13i2.981>
- Sneineh, A. A., Altahan, M. F., & Alzubi, O. (2023). Design of a smart hydroponics monitoring system using pH, TDS and EC sensors. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102401>
- Tayanani, B., Late, S., Salam, M., Batuwaal, T. A., Sanabuky, K., Tim, N. F. H., ... & Ritiauw, S. P. (2023). Pelatihan penggunaan nutrisi ab mix pada tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) bagi kelompok hidroponik di dusun airlouw. *Pattimura Mengabdi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 17-24. <https://doi.org/10.30598/pattimura-mengabdi.1.1.17-24>
- Tazri, MI, Fevria, R., Vauzia, V., & Razak, A. (2025). Pengaruh Teknologi Nanobubble POC Daun Gamal Terhadap Mutu Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dalam Hidroponik. *Jurnal Biologi Tropis*, 25 (2), 1446-1451. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8829>
- Wibowo, S. (2020). Pengaruh aplikasi tiga model hidroponik DFT terhadap tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 8(3), 245-252. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.03.06>
- Yuniarti, E., Wahyuni, E. T., & Kusuma, L. (2023). Analisis Konsep IPA pada Sistem Hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*): IPA Concept Analysis on DFT (*Deep Flow Technique*) Hydroponic Systems. *Jurnal Sintesis: Penelitian Sains, Terapan dan Analisisnya*, 4(1). <https://doi.org/10.56399/jst.v4i1.92>