

Effect of Sensor and Based NPK on the Growth of Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Cultivation Hydroponic

Hani Sania¹, Resti Fevria^{1,2*}, Vauzia¹, Abdul Razak¹

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 : February 03th, 2025

Revised : February 09th, 2025

Accepted : March 02th, 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: In hydroponic cultivation, the effectiveness of nutrient distribution is crucial in ensuring optimal plant growth. This research aims to compare the efficiency of nutrient solution delivery using an Internet of Things (IoT)-based NPK sensor with the conventional manual method on the growth of pakcoy (*Brassica rapa* L.). The study was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with two treatment groups: one utilizing IoT-based NPK sensors and the other without sensors. Each treatment was repeated twice, with nine plant samples per repetition. The observed growth parameters included plant height, number of leaves, leaf area, fresh weight, and dry weight at six weeks after planting. The findings revealed that the implementation of IoT-based NPK sensors significantly enhanced the growth of pakcoy plants compared to the manual method. This was evidenced by a notable increase in plant height, leaf area, and fresh weight ($p < 0.05$). In conclusion, the application of IoT technology improves the efficiency and effectiveness of nutrient distribution in hydroponic systems, positively impacting plant growth. The scientific significance of this research suggests that integrating IoT-based technology into hydroponic farming can serve as an innovative approach to enhancing plant productivity in a precise and sustainable manner.

Keywords: Hydroponic, IoT, NPK sensor, pakcoy.

Pendahuluan

Pakcoy atau bok choy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) merupakan sayuran yang termasuk dalam keluarga Brassicaceae, yang umumnya dikonsumsi sebagai lalapan, campuran berbagai masakan, maupun asinan. Sayuran ini memiliki kandungan gizi yang tinggi, sehingga baik untuk dikonsumsi dalam rangka menunjang gaya hidup sehat (Jayanti, 2020).

Salah satu cara yang dilakukan untuk membudidayakan sayuran yaitu dengan budidaya sayuran secara hidroponik (Fiandi *et al.*, 2022). Hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman inovatif yang tidak memerlukan tanah, melainkan menggunakan media tanam lainnya. Keunggulan metode ini adalah tidak membutuhkan lahan yang luas,

sehingga cocok untuk berbagai skala budidaya. Salah satu metode hidroponik yang populer adalah NFT (Nutrient Film Technique), di mana sistem ini memungkinkan akar tanaman terendam dalam lapisan air tipis yang terus-menerus mengalir, membawa nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Sistem NFT dapat diatur agar aliran air berlangsung secara terus-menerus atau berkala (Agustin *et al.*, 2024).

Cara untuk meningkatkan efisiensi dalam budidaya hidroponik, teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi dalam budidaya hidroponik modern, di mana IoT memungkinkan berbagai objek mengirimkan data melalui jaringan tanpa interaksi manusia langsung. Teknologi ini bisa menjadi remote control bagi berbagai peralatan elektronik yang tersambung dengan internet, serta

memungkinkan pemantauan jarak jauh (Prasetyo et al., 2022).

Berdasarkan potensi teknologi IoT tersebut, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan efektivitas dan efisiensi metode pemberian larutan nutrisi secara otomatis dan manual terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman hidroponik. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini berfungsi untuk memantau dan mengontrol pemberian nutrisi, sehingga konsentrasi larutan nutrisi selalu sesuai dengan takaran yang telah ditentukan. Dengan sistem otomatisasi ini, larutan nutrisi akan dialirkan secara otomatis apabila konsentrasi nutrisi dalam larutan tidak sesuai dengan titik pengaturan yang telah ditetapkan. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam budidaya hidroponik serta memelihara tanaman memperoleh nutrisi yang optimal untuk mendukung pertumbuhannya.

Material dan Metodologi

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli hingga Oktober 2024 di KT Andalas Hidroponik Farm dan Laboratorium Penelitian Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Jenis penelitian

Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua perlakuan, yaitu budidaya pakcoy dengan dan tanpa pemanfaatan sensor NPK berbasis IoT. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak dua kali ulangan, dengan masing-masing ulangan terdiri dari sembilan sampel tanaman pakcoy.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sistem NFT (Nutrient Film Technique), net pot, lidi, baki, TDS meter, pH meter, penggaris, oven, gunting, kamera, alat tulis, kertas label, timbangan digital, kertas HVS, serta kertas koran. Sementara itu, bahan yang digunakan mencakup nutrisi hidroponik AB mix, larutan POC dari daun gamal, benih pakcoy, rockwool, dan air.

Parameter pengamatan

Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman ditentukan dengan

memulai dari bagian bawah batang dan terus keatas hingga daun tertinggi. Tinggi tanaman diukur saat akhir penelitian atau 6 mst (minggu setelah tanam).

Jumlah daun (helai)

Perhitungan jumlah daun dilakukan saat tanaman mencapai usia enam minggu setelah tanam. Daun yang dihitung adalah daun yang telah tumbuh dan berkembang dengan sempurna.

Luas daun (cm²)

Pengukuran luas daun dilakukan saat tanaman berumur enam minggu setelah tanam dengan metode penimbangan serta perhitungan menggunakan rumus yang telah ditetapkan. Seluruh daun dihitung, kecuali dua daun pertama yang muncul selama proses perkecambahan. Metode gravimetri dapat digunakan dalam perhitungan luas daun sesuai dengan rumus pada persamaan 1.

$$\text{Luas daun} = \frac{\text{berat daun} \times \text{luas kertas}}{\text{berat kertas}} \quad (1)$$

Berat basah (g)

Penimbangan berat basah tanaman dilakukan dengan mengukur seluruh bagian tanaman, termasuk akar, batang, dan daun. Pengukuran ini dilaksanakan saat tanaman berumur enam minggu setelah tanam (mst).

Berat kering (g)

Pengukuran berat kering dilakukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman, termasuk akar, batang, dan daun. Proses ini dilakukan saat tanaman berusia enam minggu setelah tanam (mst) dengan mengeringkannya dalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam hingga beratnya stabil.

Teknik analisis data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan uji-t tidak berpasangan (*Independent t-test*) melalui aplikasi SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) dengan tingkat signifikansi 5%.

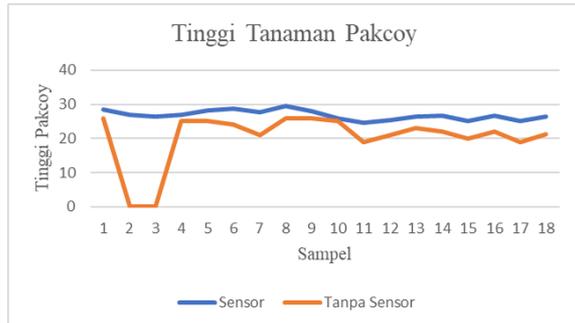
Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian yang dilakukan melalui budidaya hidroponik tanaman pakcoy (*Brassica*

rapa L.) dengan metode manual serta menggunakan sensor NPK berbasis IoT adalah sebagai berikut :

Tinggi tanaman (cm)

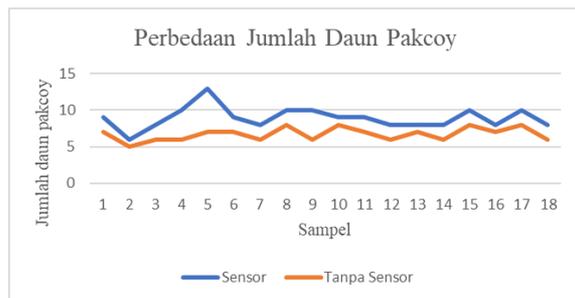
Data hasil pengamatan mengenai tinggi tanaman pakcoy dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk grafik garis. Grafik yang menunjukkan tinggi tanaman pakcoy dapat dilihat pada Grafik 1.



Grafik 1. Perbedaan tinggi pakcoy

Jumlah daun (helai)

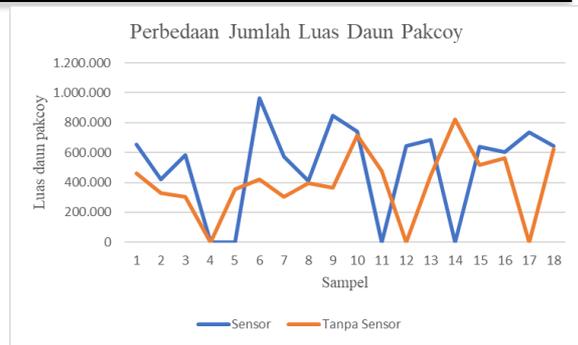
Hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk grafik garis. Grafik jumlah daun pakcoy dapat dilihat pada grafik 2.



Grafik 2. Perbedaan jumlah daun pakcoy

Luas daun (cm²)

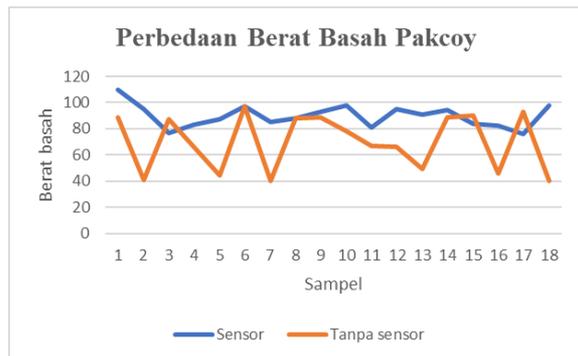
Data hasil pengamatan luas daun (cm²) pakcoy. Pada penelitian ini disajikan dalam bentuk grafik garis. Grafik luas daun pakcoy dapat dilihat pada grafik 3.



Grafik 3. Perbedaan luas daun pakcoy

Berat basah (g)

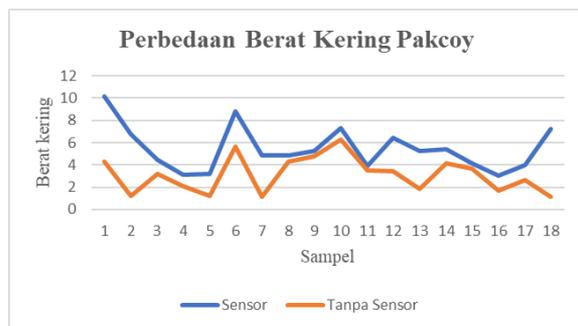
Hasil pengamatan berat basah (g) pakcoy. Hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk grafik garis. Grafik berat basah pakcoy dapat dilihat pada grafik 4.



Grafik 4. Perbedaan berat basah pakcoy

Berat kering (g)

Data hasil pengamatan berat kering (g) pakcoy. Pada penelitian ini disajikan dalam bentuk grafik garis. Grafik berat kering pakcoy dapat dilihat pada grafik 5.



Grafik 5. Perbedaan berat kering pakcoy

Pembahasan

Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman adalah salah satu indikator

penting yang menunjukkan kemampuan tumbuhan dalam menyerap unsur hara secara optimal. Indikator ini juga mencerminkan bahwa ketersediaan unsur hara cukup untuk mendukung proses pertumbuhan tanaman (Mukhtar *et al.*, 2018). Pertumbuhan tinggi tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara makro, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Unsur hara tersebut berperan penting dalam mendukung proses fisiologis dan metabolisme tanaman, yang secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman (Anjani *et al.*, 2022).

Data hasil pengamatan mengenai tinggi tanaman pakcoy dianalisis dengan menggunakan uji-T tidak berpasangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai $T_{hitung} (5,776) > T_{tabel} (2,032)$, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Oleh karena itu, dilakukan uji lanjut menggunakan SPSS, yang menghasilkan nilai ($p = 0,001 < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa penggunaan alat memberikan dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pakcoy. Selain itu, keberadaan alat juga dapat meningkatkan efisiensi dalam distribusi serta pengaturan kelarutan nutrisi yang mendukung pertumbuhan tanaman secara lebih optimal. Penggunaan alat dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman melalui peningkatan ketersediaan air dan nutrisi yang lebih baik (Arifin dan Hadi, 2017).

Jumlah daun (helai)

Jumlah daun salah satu parameter agronomi yang menjadi bagian dari organ tumbuhan yang berkembang dari ranting. Secara umum, daun berwarna hijau dan berperan dalam menyerap energi cahaya matahari untuk mendukung proses fotosintesis (Wiguna *et al.*, 2017). Ketersediaan unsur nitrogen (N) sangat berperan dalam mempermudah tanaman dalam proses pembentukan daun secara fisiologis.

Analisis data hasil pengamatan jumlah daun pada tanaman pakcoy dilakukan menggunakan uji-T tidak berpasangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai $T_{hitung} (5,467)$ lebih tinggi daripada $T_{tabel} (2,032)$, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Selanjutnya, uji lanjutan dengan SPSS menghasilkan nilai $p = 0,001 < 0,05$, yang mengindikasikan adanya perbedaan signifikan

dalam jumlah daun tanaman pakcoy. Peningkatan jumlah daun tersebut disebabkan oleh peningkatan efisiensi penyerapan air dan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan sel dan pembentukan jaringan daun.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Violita (2017), jumlah daun yang banyak mengindikasikan bahwa tanaman memperoleh unsur hara makro dan mikro yang memadai, seperti kalsium, magnesium, sulfur, dan besi, memiliki peran krusial dalam mendukung perkembangan daun. Selain itu, kandungan nitrogen yang tinggi juga memberikan kontribusi besar dalam pembentukan klorofil, yang merupakan komponen utama dalam proses fotosintesis.

Luas daun (cm^2)

Daun adalah organ utama pada tanaman yang berperan penting dalam proses fotosintesis karena mengandung klorofil. Klorofil berperan langsung dalam fotosintesis dengan mengubah senyawa anorganik menjadi senyawa organik sebagai asimilat, dengan bantuan energi dari cahaya matahari (Vauzia *et al.*, 2019).

Proses fotosintesis sangat dipengaruhi oleh total luas daun yang berkaitan dengan jumlah daun yang terbentuk. Semakin besar total luas daun, semakin optimal penerimaan cahaya matahari pada permukaan daun. Luas daun berperan penting dalam menentukan kuantitas penyerapan cahaya, di mana semakin maksimal cahaya yang ditangkap oleh daun, maka proses fotosintesis dapat berjalan lebih lancar (Lewar & Hasan, 2022).

Fotosintesis sendiri merupakan proses krusial dalam menjaga pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kandungan klorofil yang tinggi akan mendukung reaksi fotosintesis berlangsung secara maksimal. Sebaliknya, jika kandungan klorofil rendah atau tidak mencukupi, maka reaksi fotosintesis berpotensi tidak berjalan secara optimal, yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman secara keseluruhan (Fevria *et al.*, 2023).

Analisis data hasil pengamatan luas daun tanaman pakcoy dilakukan menggunakan uji-T tidak berpasangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai $T_{hitung} (3,734)$ lebih tinggi daripada $T_{tabel} (2,032)$, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Uji lanjutan dengan SPSS menghasilkan nilai ($p =$

0,001 < 0,05), yang menunjukkan bahwa penggunaan alat berkontribusi positif terhadap peningkatan luas daun. Semakin luas daun tanaman pakcoy, semakin besar kemampuannya dalam menyerap cahaya matahari untuk mendukung proses fotosintesis.

Berat basah (g)

Berat basah tanaman menggambarkan jumlah kandungan air yang terdapat dalam jaringan tanaman. Parameter ini mencerminkan akumulasi hasil fotosintesis dalam bentuk biomassa tanaman serta kandungan air yang terdapat pada daun. Berat basah tanaman memiliki hubungan yang erat dengan akumulasi fotosintat berupa lipid, protein, dan karbohidrat. Semakin besar berat basah tanaman, semakin baik pula proses metabolisme yang terjadi di dalamnya. Sebaliknya, rendahnya berat basah mengindikasikan adanya gangguan dalam proses metabolisme tanaman (Anzila & Asngad, 2022).

Analisis data hasil pengamatan berat basah tanaman pakcoy dilakukan menggunakan uji-T tidak berpasangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai T_{hitung} (3,444) lebih tinggi daripada T_{tabel} (2,032), sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Selanjutnya, uji lanjutan dengan SPSS menghasilkan nilai $p = 0,001 < 0,05$ yang menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh signifikan terhadap berat basah tanaman pakcoy. Temuan ini sejalan dengan penelitian Hasanah *et al.*, (2020), yang mengungkapkan bahwa perlakuan yang memastikan ketersediaan unsur hara, air, serta kondisi lingkungan yang optimal dapat meningkatkan berat basah tanaman.

Berat kering (g)

Berat kering tanaman merupakan parameter penting yang mencerminkan kemampuan tanaman dalam menyerap dan memanfaatkan air serta unsur hara secara optimal. Selain itu, berat kering juga mencerminkan kapasitas tanaman dalam mengakumulasi nutrisi menjadi cadangan energi dalam bentuk biomassa kering. Berat kering merupakan berat sebenarnya dari tanaman setelah kandungan airnya hilang, yang mencerminkan hasil akhir dari proses metabolisme tanaman (Wahyuningsih *et al.*, 2016).

Analisis data hasil pengamatan berat kering tanaman pakcoy dilakukan menggunakan uji-T tidak berpasangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai T_{hitung} (2,698) lebih kecil dari T_{tabel} (2,032), sehingga hipotesis nol (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_1) ditolak. Selanjutnya, uji lanjutan dengan SPSS menghasilkan nilai $p = 0,001 < 0,05$. Hasil ini mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh signifikan terhadap berat kering tanaman pakcoy.

Cara untuk meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara, penggunaan sensor NPK menjadi salah satu solusi praktis yang dapat diterapkan. Sensor NPK berfungsi untuk mendeteksi ketersediaan unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) di media tanam dengan cara mengukur konsentrasi ion-ion hara dalam tanah secara real-time. Teknologi ini membantu menentukan dosis pemupukan yang tepat, sehingga tanaman mendapatkan nutrisi dalam jumlah yang optimal (Rahman *et al.*, 2021). Studi yang dilakukan oleh Yunita *et al.* (2020) mengungkapkan bahwa penggunaan teknologi sensor NPK mampu meningkatkan biomassa tanaman, termasuk berat keringnya, dengan memastikan ketersediaan unsur hara sesuai dengan kebutuhan fisiologis tanaman.

Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa pemanfaatan sensor NPK berbasis IoT secara signifikan mendukung peningkatan pertumbuhan serta produktivitas tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam sistem hidroponik. Penggunaan sensor tersebut memberikan dampak positif terhadap berbagai indikator pertumbuhan, meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, dan berat kering. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa otomatisasi dengan sensor IoT mampu meningkatkan efisiensi pemupukan dengan memastikan keberadaan unsur hara makro, termasuk nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), sesuai dengan kebutuhan tanaman. Selain itu, teknologi ini memudahkan pemantauan serta pengelolaan nutrisi secara real-time, sehingga tanaman dapat memperoleh nutrisi dalam jumlah yang optimal. Dengan demikian, penerapan teknologi IoT dalam hidroponik menjadi solusi inovatif yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman secara

berkelanjutan serta mengoptimalkan efektivitas dan efisiensi budidaya hidroponik dibandingkan dengan metode manual.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Ibu Dr. Resti Fevria, S.TP., M.P., atas bimbingan dan arahan yang diberikan selama penelitian serta dalam proses penyusunan skripsi ini. Selain itu, penulis juga berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini.

Referensi

- Anjani, BPT, & Santoso, BB (2022). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Sistem Tanam Dalam Wadah Pada Berbagai Dosis Pupuk Kascing. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1 (1), 1-9.
- Anzila, S. M., & Asngad, A. (2022). Efektivitas kombinasi poc bonggol pisang dan daun kelor terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan metode hidroponik. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 168-178. <https://doi.org/10.31849/bl.v9i2.10754>
- Arifin, Z., & Hadi, S. (2017). Pengaruh alat pertanian terhadap pertumbuhan tanaman sayuran. *Jurnal Ilmu Tanaman*, 7(4), 101-110. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i1.1091>
- Bagus, H., & Atiq, M. (2023). Monitoring Suhu Dan Kelembaban Berbasis Internet Of Things (Iot) Dalam Kandang Ayam: Monitoring Suhu Dan Kelembaban Berbasis *Internet Of Things* (Iot) Dalam Kandang Ayam. *Jurnal Pendidikan Elektro dan Informatika (PENDIDIKAN ELEKTROMATIK)*, 4 (01), 6-12.
- Bobby, S., Hasibuan, F. C., & Perdana, D. (2024). Pengembangan Sistem Sensor Pengukuran Unsur Hara pada Tanah. *eProceedings of Engineering*, 11(3).
- Fevria, R., Farma, A.F., Vauzia., Edwin., & Purnamasari, D. 2021. Comparison of Nutritional Content of Spinach (*Amaranthus gangeticus* L.) Cultivated Hydroponically and Non-Hidroponically. *Eksakta*. 22(1): 46-53. DOI:<https://doi.org/10.24036/eksakta/vol21-iss2/243>
- Fevria, R., Vauzia, V., Farma, S. A., & Edwin, E. (2023, May). The Effect of Eco-Enzyme Spraying on Chlorophyll Content of Hydroponic Spinach (*Amaranthus* sp.). In *3rd International Conference on Biology, Science and Education (IcoBioSE 2021)* (pp. 127-132). Atlantis Press. DOI: 10.2991/978-94-6463-166-1_19
- Hasanah, N., Supriatna, J., & Haryono, B. (2020). Efek pupuk organik cair terhadap berat basah dan kering tanaman sawi hijau. *Jurnal Agroekoteknologi*, 10(3), 142-150.
- Jayanti, K. D. (2020). Pengaruh berbagai media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* subsp. *Chinensis*). *Jurnal Bioindustri (Journal of Bioindustry)*, 3(1), 580-588. <https://doi.org/10.31326/jbio.v3i1.828.g436>
- Lewar, Y., & Hasan, A. (2022). Luas Daun Total, Laju Asimilasi Bersih, dan Klorofil Daun Varietas Kacang Merah Inerie Akibat Aplikasi Pupuk Hayati. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian* (Vol.5, No.1).
- Mukhtar, M., Djunu, S. S., & Widiantera, I. W. G. A. (2018). Pemberian Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan, Produksi Biomasa Pada Beberapa Varietas Jagung Hibrida (*Zea Mays*). *Jambura Journal of Animal Science*, 1(1), 18-23. <https://doi.org/10.35900/jjas.v1i1.2601>
- Rahman, M. A., Amin, S., & Hossain, M. I. (2021). Real-time monitoring of soil nutrients using NPK sensor technology for precision farming. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(2), 115-123.
- Ramadhan, R. F., Fajri, M. F. N., Fachruddin, M. F., & Handoko, D. (2022, October). Edukasi Penanaman Dan Perawatan Tanaman Hidroponik Di Smp Al-Barkah. In *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ* (Vol. 1, No. 1).
- Rosanti, D., Novianti, D., Givaty, R., & Nurrahma, S. (2019). Pelatihan Teknologi Hidroponik dengan Sistem NFT Bagi Siswa SMA Negeri 2 Kabupaten Rejang

- Lebong Bengkulu. *Journal of Innovation in Community Empowerment*, 1(1), 34-40.
- Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. *Jurnal Bonorowo*, 1(2), 43-49.
<https://doi.org/10.36563/bonorowo.v1i2.14>
- Setiawan, Y., Tanudjaja, H., & Octaviani, S. (2018). Penggunaan internet of things (iot) untuk pemantauan dan pengendalian sistem hidroponik. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 20(2), 175-182.
DOI: <https://doi.org/10.24912/tesla.v20i2.2994>
- Violita. (2017). Efisiensi Penggunaan Nitrogen (Nue) Dan Resorpsi Nitrogen Pada Hutan Taman Nasional Bukit Duabelas Dan Perkebunan Kelapa Sawit Di Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. *Bioscience*, 1(1), 8–17.
- Wahyuningsih, A., Fajriani, S., & Aini, N. (2016). The Nutrition and Growth Media Composition on the Growth and Yield of Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Using Hydroponics System. *Journal of Produksi Tanaman*, 4(8), 595-601.
- Wiguna, I. K. W., Wijaya, I. M. A. S., & Nada, I. M. (2017). Pertumbuhan tanaman krisan (*Chrysanthemum*) dengan berbagai penambahan warna cahaya lampu LED selama 30 hari pada fase vegetatif. *BETA (Biosistem dan Tek. Pertanian)*, 3(2), 1-11.
- Yuniarti, A., Suriadikusumah, A., & Gultom, J. U. (2018). Pengaruh pupuk anorganik dan pupuk organik cair terhadap pH, N-total, C-organik, dan hasil pakcoy pada inceptisols. *Prosiding Semnastan*, 213-219.
- Yunita, F. A., Santoso, D., & Mahendra, R. (2020). Efektivitas teknologi sensor NPK dalam meningkatkan produktivitas biomassa tanaman hortikultura. *Jurnal Teknologi Pertanian Terapan*, 18(1), 67-75.
- Vauzia, V., Fevria, R., & Wijaya, Y. T. (2019). Chlorophyll Content of Jabon Leaves (*Anthocephalus cadamba* [Roxb] Miq.) in the Sungai Nyalo, Pesisir Selatan and Lubuk Alung, Padang Pariaman. *Bioscience*, 3(2), 155.
<https://doi.org/10.24036/0201932106049-0-00>