

The Effect of NPK Based Sensors on Hydroponic Growth of Caisim Plants (*Brassica Chinensis* var. *Parachinensis*)

Mutia Oktaviani¹, 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 : March 06th, 2025

Revised : March 26th, 2025

Accepted : April 14th, 2025

*Corresponding Author: **Resti Fevria**, Program Studi Biologi dan Agroteknologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia;
Email: restifevria@fmipa.ac.id

Abstract: This study aims to make hydroponic plant cultivation the right alternative to overcome land limitations without the need for soil media. This study aims to determine the impact of using NPK-based sensors on the development of Caisim plants (*Brassica Chinensis* Var. *Parachinensis*) in a hydroponic system. The research design used a Completely Randomized Design (CRD) with two treatments, namely hydroponics with and without the help of IoT-based NPK sensors. Parameters include plant height, number and area of leaves, fresh weight, and dry weight. Data were analyzed using an unpaired T test at a significance level of 5%. The results show that the use of NPK sensors has a significant effect on most growth indicators, except for dry weight. The application of this sensor has been shown to increase the efficiency of nutrient absorption needed by plants. Therefore, this technology is worthy of being a modern solution in hydroponic cultivation to optimize production results efficiently.

Keywords: Hydroponic caisim, IoT sensors, NPK nutrients, soilless cultivation.

Pendahuluan

Caisim (*Brassica chinensis* var. *paracinensis*) merupakan salah satu sayuran daun yang sangat populer di Indonesia, dikenal karena kandungan nutrisinya yang kaya serta kemudahan dalam proses budidayanya. Tanaman ini memiliki potensi ekonomi yang signifikan dan cocok untuk dibudidayakan baik di skala rumah tangga maupun komersial. Salah satu varietas yang sering dibudidayakan adalah caisim toसान, yang terkenal karena kemampuannya beradaptasi dengan baik serta waktu panen yang relatif singkat (Setyoaji, 2021). Mengingat terbatasnya lahan produktif, terutama di kawasan perkotaan, metode hidroponik menjadi pilihan yang lebih efisien dan dapat disesuaikan.

Hidroponik sendiri merupakan teknik bertanam yang tidak melibatkan tanah, melainkan menggunakan larutan nutrisi sebagai

media untuk pertumbuhan tanaman, yang memungkinkan pengaturan unsur hara dengan lebih presisi dan dapat diterapkan di ruang terbatas (Roidah, 2014). Salah satu teknik hidroponik yang banyak diterapkan adalah Nutrient Film Technique (NFT). Teknik ini populer karena efisiensinya serta kemudahan dalam pengelolaannya. NFT bekerja dengan mengalirkan lapisan tipis udara yang kaya akan nutrisi secara terus-menerus di sekitar akar tanaman, sehingga dapat memenuhi kebutuhan nutrisinya secara optimal sekaligus menyediakan sirkulasi udara yang baik, yang esensial bagi pertumbuhan tanaman (Zulkifli *et al.*, 2023).

Petani umumnya mengandalkan pupuk kimia untuk menambah nutrisi pada tanaman mereka. Namun, penggunaan Pupuk Organik Cair (POC) dapat menjadi opsi alternatif guna mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia. POC memiliki berbagai manfaat, seperti memperbaiki kondisi tanah, mendukung proses

pembentukan klorofil, meningkatkan kekuatan tanaman, serta mendorong pertumbuhannya (Purwadi, 2017). Dalam sistem budidaya hidroponik, salah satu tantangan utama adalah penyimpanan nutrisi, di mana sering terjadi pengendapan. Masalah ini dapat diatasi dengan penerapan teknologi gelembung nano, yang mampu memperkecil ukuran gelembung gas dalam media tanam sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi. Membuahkan nano sendiri memiliki ukuran sekitar 1 nanometer atau setara dengan satu per satu miliar meter, yang berarti ukurannya 50.000 kali lebih kecil dibandingkan diameter rambut manusia, menjadikannya teknologi inovatif dalam bidang budidaya (Razak, 2021).

Banyak petani hidroponik dalam praktiknya yang masih mengandalkan alat seperti TDS meter untuk mengontrol kadar nutrisi secara manual. Metode ini memerlukan ketelitian tinggi, memakan waktu, dan berisiko menyebabkan kesalahan dalam pemberian nutrisi jika tidak dilakukan dengan cermat (Marisa *et al.*, 2021). Inovasi teknologi dalam hidroponik, seperti sistem pemberian nutrisi otomatis, bertujuan menyederhanakan perawatan, menghemat biaya tenaga kerja, dan meningkatkan efisiensi waktu. Ini dicapai dengan menambahkan sistem kontrol otomatis (Nugraha, 2017). Kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT) memainkan persistem memainkan peran penting dalam mendukung otomatis sistem hidroponik.

IoT memungkinkan berbagai perangkat untuk saling berkomunikasi dan berbagi data melalui jaringan internet, sehingga meningkatkan interaksi antara manusia dan perangkat berbasis IoT (Syarifuddin, 2018). Dalam bidang pertanian, teknologi ini membantu petani dalam memantau tingkat kesuburan tanah, mendeteksi keberadaan hama, serta menganalisis kondisi cuaca menggunakan sensor. Selain itu, IoT juga berkontribusi dalam otomatisasi sistem penyiraman, penyemprotan, dan pemupukan, yang semakin meningkatkan efisiensi pertanian modern, termasuk pada sistem hidroponik (Sari dan Batubara, 2020).

Sensor NPK Renke mengukur nitrogen, fosfor, dan kalium dalam tanah, serta kelembaban dan pH, menggunakan modul kecil yang mengirim data ke platform Blynk melalui Wi-Fi (Bobby *et al.*, 2024; Denih *et al.*, 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak penggunaan sensor berbasis NPK terhadap pertumbuhan tanaman caisim (*Brassica Chinensis* Var. *Paracinensis*) yang ditanam menggunakan sistem hidroponik. Penelitian ini fokus pada perbandingan efektivitas dan efisiensi pemberian larutan nutrisi secara otomatis dan manual dalam mendukung pertumbuhan serta hasil panen tanaman hidroponik.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

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

Jenis penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua perlakuan, yaitu budidaya Caisim secara hidroponik menggunakan sensor berbasis IoT dan tanpa sensor. Setiap perlakuan diulangi dua kali, dengan masing-masing ulangan.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sistem *Nutrient Film Technique* (NFT), net pot, lidi, baki, TDS meter, pH meter, termometer, hygrometer, luxmeter, penggaris, oven, gunting, kamera, alat tulis, kertas label, timbangan digital, kertas HVS, serta kertas koran. Sementara itu, bahan yang digunakan terdiri dari nutrisi hidroponik AB mix, benih tanaman caisim, media tanam rockwool, dan air.

Parameter pengukuran

Tinggi tanaman (cm)

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan menggunakan penggaris, dimulai dari pangkal batang hingga ujung daun tertinggi. Pengukuran ini dilakukan pada akhir penelitian atau pada usia 6 minggu setelah tanam (mst).

Jumlah daun (helai daun)

Jumlah daun dihitung pada usi 6 minggu setelah tanam (mst), dengan hanya menghitung daun yang telah berkembang sempurna.

Luas daun (cm²)

Luas daun diukur pada usi 6 mst menggunakan metode penimbangan dengan rumus tertentu, mencakup seluruh daun, kecuali dua daun pertama yang muncul saat perkecambahan. Perhitungan luas daun dilakukan dengan metode gravimetric dengan rumus perhitungan :

$$Luas\ daun = \frac{Berat\ Daun \times Luas\ Kertas}{Berat\ Kertas} \quad (1)$$

Berat basah (g)

Pengukuran berat basah tanaman dilakukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman termasuk akar, batang, dan daun. Pengukuran ini dilakukan pada usia 6 mst.

Berat kering (g)

Pengukuran berat kering tanaman dilakukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman, yaitu akar, batang, dan daun. Proses ini dilakukan pada usia 6 minggu setelah tanam (mst) dengan mengeringkan sampel dalam oven bersuhu 60°C selama 48 jam hingga mencapai berat yang stabil.

Analisi data

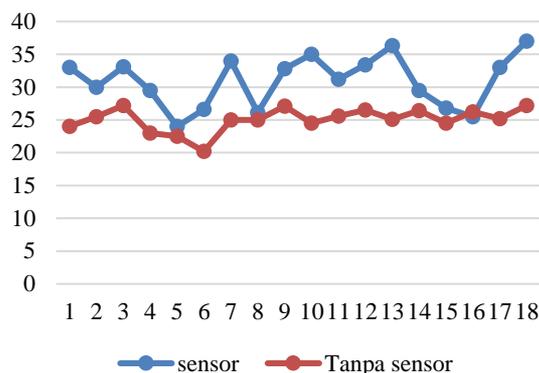
Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan uji-T tidak berpasangan (*Independent T-test*) melalui aplikasi SPSS (*Statistical Package for the Sosial Sciences*) dengan tingkat signifikan 5%.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian yang diperoleh dari budidaya hidroponik tanaman caisim (*Brassica chinensis* var. *paracinensis*), yang dilakukan menggunakan metode manual serta sistem berbasis sensor NPK dengan teknologi IoT, adalah sebagai berikut:

Tinggi tanaman (cm)

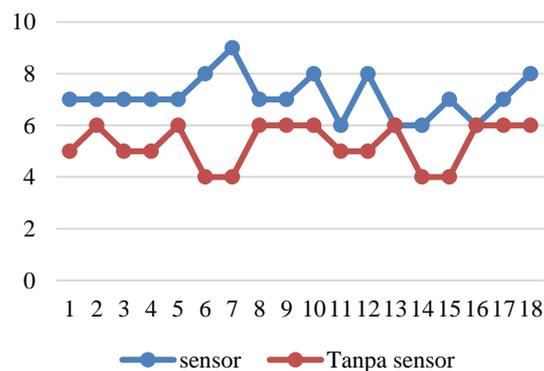
Data hasil pengamatan terkait pertumbuhan tinggi tanaman caisim yang disajikan dalam bentuk diagram garis pada gambar 1.



Gambar 1. Tinggi tanaman

Jumlah daun (helai)

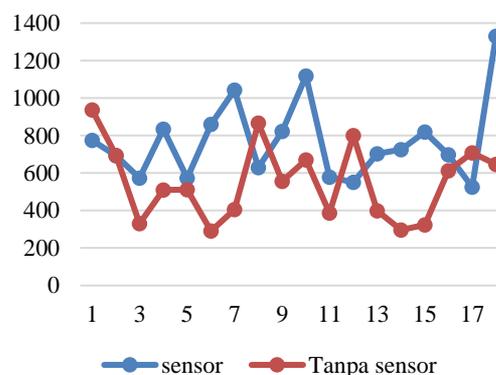
Hasil pengamatan pada jumlah daun tanaman caisim disajikan dalam bentuk diagram garis pada gambar 2.



Gambar 2. Jumlah daun tanaman

Luas daun (cm²)

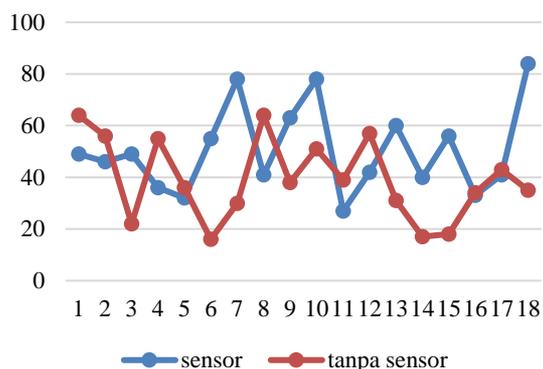
Hasil pengamatan pada luas daun tanaman caisim disajikan dalam bentuk diagram garis pada gambar 3.



Gambar 3. Luas daun tanaman

Berat basah (g)

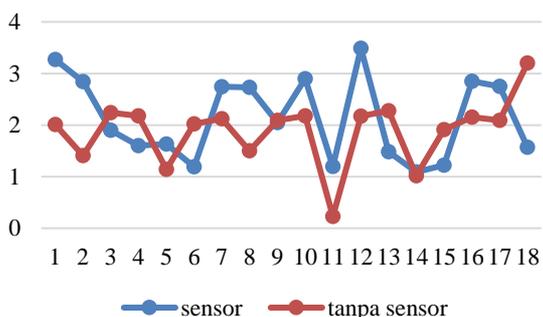
Hasil pengamatan pada berat basah tanaman caisim disajikan dalam bentuk diagram garis pada gambar 4.



Gambar 4. Berat basah tanaman

Berat kering (g)

Hasil pengamatan pada tanaman caisim disajikan dalam bentuk diagram garis pada gambar 5.



Gambar 5. Berat kering tanaman

Pembahasan

Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman merupakan salah satu parameter yang sering digunakan untuk mengetahui respon dari pertumbuhan tanaman (Malik, 2014). Tinggi tanaman merupakan salah satu perubahan yang dapat menunjukkan tingkat dari serapan hara oleh tanaman (Atmaja, 2017). Ketersediaan unsur hara seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) merupakan salah satu faktor eksternal yang berperan dalam mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman.

Data pengamatan tinggi tanaman caisim dianalisis dengan menggunakan uji-T tidak berpasangan. Hasil menunjukkan bahwa nilai

T_{hitung} (5,740) lebih besar jika dibandingkan dengan T_{tabel} (2,032), maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima sehingga dilakukan uji lanjut SPSS. Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SPSS, hasil menunjukkan bahwa $p=0,00 < 0,05$. Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan alat kontribusi positif terhadap tinggi tanaman. Perbedaan tinggi tanaman ditentukan oleh faktor penunjang pertumbuhan seperti kebutuhan akan hara, air dan cahaya yang akan digunakan dalam fotosintesis dengan hasil berupa fotosintat yang akan didistribusikan ke seluruh bagian tanaman (Safitri *et al.*, 2024).

Jumlah daun (helai)

Jumlah daun yang lebih banyak dapat meningkatkan fotosintesis, sehingga cadangan makanan bertambah dan dapat digunakan dalam respirasi untuk menghasilkan energi yang mendukung pertumbuhan serta perkembangan tanaman. Tinggi tanaman yang rendah dapat mempengaruhi jumlah helaian daun yang dihasilkan. Semakin tinggi suatu tanaman, umumnya jumlah daunnya juga akan bertambah. Hal ini terjadi karena pertumbuhan tanaman yang optimal memungkinkan pembentukan lebih banyak daun, yang berperan penting dalam proses fotosintesis dan perkembangan tanaman secara keseluruhan (Suleman *et al.*, 2019).

Data pengamatan jumlah daun tanaman caisim dianalisis dengan menggunakan uji-T tidak berpasangan. Hasil menunjukkan bahwa nilai T_{hitung} (6,631) lebih besar jika dibandingkan dengan T_{tabel} (2,032), maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima sehingga dilakukan uji lanjut SPSS. Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SPSS, hasil menunjukkan bahwa $p=0,00 < 0,05$. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor NPK berbasis IoT berkontribusi secara positif dalam mendukung pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan jumlah daun. Selain kandungan nutrisi, jumlah daun juga dapat dipengaruhi oleh faktor luar seperti cahaya matahari, suhu dan kelembapan udara (Sharfina dan Fevria, 2022). Daun memiliki peran dalam proses fotosintesis, semakin banyak jumlah daun semakin cepat proses fotosintesis dilakukan dan hasilnya optimal (Kustyorini *et al.*, 2020).

Luas daun (cm²)

Pertumbuhan luas daun dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara esensial yang diserap oleh tanaman. Dalam sistem budidaya hidroponik, tanaman memerlukan enam unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, S), serta tujuh unsur hara mikro (Fe, Cl, Mn, Cu, Zn, B, Mo) untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Aprilia *et al.*, 2022).

Data pengamatan luas daun tanaman caisim dianalisis menggunakan uji-T tidak berpasangan. Hasil menunjukkan bahwa nilai T_{hitung} (3,119) lebih besar jika dibandingkan dengan T_{tabel} (2,032) maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima sehingga dilakukan uji lanjut SPSS. Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SPSS, hasil menunjukkan bahwa $p = 0,04 < 0,05$. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor NPK berbasis IoT berkontribusi nyata dalam mendukung pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan luas daun. Ketersediaan air yang cukup dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk memperluas daun. Tidak diragukan lagi, khususnya nitrogen, berperan dalam menentukan panjang dan lebar daun. Jika kandungan hara mencukupi, luas daun akan bertambah karena sebagian besar hasil fotosintesis digunakan untuk pembentukan daun (Sukawati *et al.*, 2022).

Berat basah (g)

Berat basah tanaman merujuk pada massa total tanaman yang mencakup pada semua bagian seperti akar, batang, dan daun yang diukur setelah masa panen tanpa proses pengeringan. Pengujian berat basah dilakukan sebagai salah satu bentuk uji produktivitas tanaman yang dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik (Sembiring & Widyawati, 2023).

Data pengamatan pada berat basah tanaman caisim dianalisis menggunakan uji-T tidak berpasangan. Hasil menunjukkan bahwa nilai T_{hitung} (2,096) lebih besar jika dibandingkan dengan T_{tabel} (2,032), maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima sehingga dilakukan uji lanjut SPSS. Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SPSS, hasil menunjukkan bahwa $p = 0,04 < 0,05$. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor NPK berbasis IoT berkontribusi nyata dalam mendukung

pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan berat basah tanaman.

Berat kering (g)

Berat kering merupakan ukuran pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena berat kering mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil difiksasi oleh tanaman. Bobot kering tanaman menunjukkan status nutrisinya dan berperan sebagai indikator penting dalam menilai kualitas pertumbuhan serta perkembangan tanaman, yang sangat bergantung pada ketersediaan hara (Sirotus *et al.*, 2014).

Data pengamatan pada berat kering tanaman caisim yang dianalisis menggunakan uji-T tidak berpasangan. Hasil menunjukkan bahwa nilai T_{hitung} (1,051) lebih kecil jika dibandingkan dengan T_{tabel} (2,032), sehingga hipotesis nol (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_1) ditolak sehingga dilakukan uji lanjut SPSS. Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SPSS, hasil menunjukkan bahwa $p = 0,00 < 0,05$. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor NPK berbasis IoT berkontribusi nyata dalam mendukung pertumbuhan tanaman pada berat kering. Setelah penerapan sistem IoT ini para petani dapat memanfaatkan sensor yang terhubung ke jaringan untuk memantau berbagai aspek lingkungan pertumbuhan tanaman secara real-time. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Rediantama *et al* (2024), menyatakan bahwa pengujian sensor NPK menunjukkan hasil yang konsisten yang berdampak positif pada pertumbuhan tanaman.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dianalisis menggunakan uji-T tidak berpasangan, penggunaan sensor NPK berbasis IoT dalam budidaya hidroponik tanaman caisim memberikan pengaruh yang signifikan terhadap beberapa parameter pertumbuhan. Sensor ini terbukti meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, dan berat kering tanaman secara signifikan dibandingkan dengan metode tanpa sensor. Hasil analisis data menunjukkan bahwa semua parameter kecuali berat kering memiliki nilai T_{hitung} lebih besar dari T_{tabel} , yang berarti hipotesis alternatif (H_1) diterima. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan sensor NPK berbasis IoT

berkontribusi secara positif terhadap pertumbuhan tanaman caisim. Sensor ini memungkinkan pemantauan dan penyesuaian nutrisi secara otomatis, sehingga meningkatkan efisiensi serapan hara oleh tanaman. Dengan demikian, penggunaan teknologi sensor berbasis IoT dapat menjadi solusi inovatif dalam pertanian hidroponik untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen secara lebih optimal.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada ibuk Dr. Resti Fevria, S.TP.,M.P., yang telah membimbing serta mengarahkan penulis selama penelitian berlangsung serta dalam proses penyusunan skripsi ini. Selain itu, penulis juga berterimakasih kepada seluruh pihak yang telah terlibat selama penelitian ini.

Referensi

- Aprilia, D. S., Fevria, R., Vauzia., Advinda, L. (2022). The Effect Of Ecoenzyme Spraying On The Number Of Leaves Of Spinach (*Amaranthus hybridus* L.) Cultivated Hydroponically. *Serambi biologi*, 7(3) : 235-238.
- Atmaja, Ida. S.W., (2017). Pengaruh Uji Minus One Test Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Mentimun. *Jurnal Logika*, 14(1).
- Bobby, S., Hasibuan, F. C., & Perdana, D. (2024). Pengembangan Sistem Sensor Pengukuran Unsur Hara pada Tanah. *eProceedings of Engineering*, 11(3).
- Kustyorini, Tri. I. W., Krisnaningsih, A. T. N., Santitores, D. (2020). Frekuensi Penyiraman Larutan Urin Domba Terhadap Tinggi Tanaman, Jumlah Daun Dan Produksi Segar Hidroponik Fodderjagung (*Zea mays*). *Jurnal Sains Peternakan*, 8(1) : 57-65.
- Marisa, M., Carudin, C., & Ramdani, R. (2021). Otomatisasi sistem pengendalian dan pemantauan kadar nutrisi air menggunakan teknologi NodeMCU ESP8266 pada tanaman hidroponik. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 7(2):127-134. <https://doi.org/10.54914/jtt.v7i2.430>
- Malik, Nurhayu. (2014). Pertumbuhan Tinggi Tanaman Sambiloto (*Andrographis Paniculata*. Ness) Hasil Pemberian Pupuk Dan Intensitas Cahaya Matahari Yang Berbeda. *Jurnal Agroteknos*, 4(3) : 189-193.
- Nugraha, H. F. (2017). TA: *Pengaturan Air dan Nutrisi Secara Otomatis pada Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino*. Doctoral dissertation, Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
- Purwadi W. (2017). Pertumbuhan dan Kadar Protein Pada Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir.) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair (POC) Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Limbah Cair Tahu. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Razak, A. (2021). *Ekonanobioteknologi: konsep pendekatan pengembangan bidang kajian zoologi dan ekologi hewan*. Padang: Universitas Negeri Padang Repository.
- Roidah Ida Syamsu. (2014). Pemanfaatan Lahan dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*, 1(2): 43-49.
- Safitri, A., Daru, T. P., Anjani, F. M., Ardiansyah., Huko, F. A. P. (2024). Pertumbuhan Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Numbu, BMR Galur G5 dan G8 pada Dosis Pupuk Kandang yang Berbeda di Tanah Podsolik Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 22 (2): 110-115. <http://dx.doi.org/10.29244/jintp.22.2>.
- Sari., I.P, & Batubara., I.H. (2020). “Aplikasi Berbasis Teknologi Raspberry Pi Dalam Manajemen Kehadiran Siswa Berbasis Pengenalan Wajah”. *JMP DMT* 1 (4), 6. <https://doi.org/10.30596/jmp-dmt.v1i4.9377>
- Syarifuddin. A. (2018). Pengatur Suhu dan Kelembaban Otomatis Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internet of Things, *J. TeknoSAINS*, 1(1): 1–14.
- Sharfina, A. F. dan Fevria, R. (2022). Pengaruh Ecoenzyme Terhadap Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) yang Dibudidayakan Secara Hidroponik. *Serambi Biologi*, 7(3) : 211-215.

- Sirotus, Uli. K. P., Siagian, B., Rahmawati, N. (2014). Respons Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Terhadap Pemberian Abu Boiler Dan Pupuk Urea Pada Media Pembibitan. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(3) : 1021-1029.
- Suleman, R., Kandowanko, N. Y., Abdul, A. (2019). Karakterisasi Morfologi Dan Analisis Proksimat Jagung (*Zea Mays, L.*) Varietas Momala Gorontalo. *Jambura Edu Biosfer Journal*, 1(2) ; 72-81. <https://doi.org/10.34312/jebj.v1i2.2432>
- Sukawati, N., Fevria, R., Vauzia., Farma, S. A. (2022). The Effect Of Ecoenzyme Sprayingonplant Height Andleaf Areaof Pakcoy (*Brassicarapa L.*) Cultivated Hydroponically. *Serambi Biologi*, 7(3) : 251-256.
- Sembiring, Edy. P., & Widyawati, N. (2023). Pengaruh Hasil Larutan Fermentasi Daun Gamal Terhadap Pertumbuhan, Produktivitas Dan Kualitas Pada Tanaman Kale Curly (*Brassica oleracea var. sabellica*). *BIOEDUSAINS:Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 6(1). <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v6i1.5925>
- Setyoaji, T. G., & Andre, W. S. (2021). Pengaruh Umur Bibit Terhadap Pertumbuha Dan Hasil Sawi Caisim (*Brassica Juncea L.*) Pada Hidroponik Sistem Rakit Apung. *AGRITECH*, 23(1). <https://doi.org/10.30595/agritech.v23i1.9732>
- Rediantama, A.G., & Amiroh, K., (Daely, P. T. (2024). Sistem Pemantauan Dan Pengendalian Npk Tanah Berbasis Iot Menggunakan Wsn Pada Tanaman Anggur. *Jurnal Tugas Akhir Fakultas Informatika*.
- Zulkifli., Rosnina., Khaidir., Martina., & Riani. (2023). Budidaya Hidroponik Tanaman Kangkung Dengan Sistem Nft (Nutrient Film Technique) Bagi Masyarakat Desa Lancang Garam Kecamatan Banda Sakti Kota Lhokseumawe. *Jurnal Malikussaleh Mengabdi*, 2(1) : 177-187. <https://doi.org/10.29103/jmm.v2i1.9166>