

**PENGARUH PENGGUNAAN SENSOR pH DAN TDS DALAM
BUDIDAYA HIDROPONIK NFT UNTUK PERTUMBUHAN
TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)**



**LASTRI PERTIWI
NIM. 22032133/2022**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

**PENGARUH PENGGUNAAN SENSOR pH DAN TDS DALAM
BUDIDAYA HIDROPONIK NFT UNTUK PERTUMBUHAN
TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains*



**LASTRI PERTIWI
NIM. 22032133/2022**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH PENGGUNAAN SENSOR pH DAN TDS DALAM BUDIDAYA HIDROPONIK NFT UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)

Nama : Lastri Pertiwi

Nim : 22032133

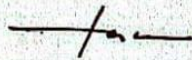
Program Studi : Biologi

Departemen : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 12 Januari 2026

Mengetahui
Ketua Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed
NIP.19508152006042001

Disetujui oleh
Pembimbing



Dr. Reski Fevria, S.TP., MP
NIP.197407202006042003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Lastri Pertiwi
NIM : 22032133
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGARUH PENGGUNAAN SENSOR pH DAN TDS DALAM BUDIDAYA HIDROPONIK NFT UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 26 Januari 2026

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Dr. Resti Fevria, S.TP., MP
Anggota	: Prof. Dr. Azwir Anhar, M.Si
Anggota	: Dr. Filza Yulina Ade, S.Si., M.Si

Tanda tangan



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lastri Pertiwi
NIM/TM : 22032133/2022
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul "Pengaruh Penggunaan Sensor pH dan TDS Dalam Budidaya Hidroponik NFT untuk Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)" adalah benar merupakan karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis dan diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota Masyarakat ilmiah.

Padang, 26 Januari 2026

Mengetahui:
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M. Biomed
NIP. 197508152006042001

Saya yang menyatakan,



Lastri Pertiwi
NIM. 22032133

**Pengaruh Penggunaan Sensor pH Dan TDS Dalam Budidaya
Hidroponik NFT Untuk Pertumbuhan Tanaman Pakcoy
(*Brassica rapa* L.)**

Lastri Pertiwi

ABSTRAK

Pakcoy merupakan jenis sayuran yang banyak digunakan sebagai bahan makanan pokok maupun sebagai lauk pelengkap namun, produksinya di Indonesia cenderung tidak stabil dikarenakan faktor iklim, ketebatasan lahan dan teknik budidaya yang kurang intensif. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy menggunakan sistem hidroponik NFT yang dilengkapi dengan sensor pH dan TDS berbasis IoT.

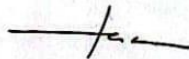
Penelitian dilaksanakan di Alfi Hidroponik Padang dan Laboratorium Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, dari bulan Juni 2025 hingga Januari 2026, dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 perlakuan dan masing-masing 9 ulangan. Data dianalisis menggunakan uji t independen pada perangkat lunak SPSS dengan taraf signifikansi 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor secara signifikan lebih efektif dibandingkan metode manual, dengan rata-rata tinggi tanaman sebesar 25,889 cm, luas daun 503,117 cm², berat basah 89,224 g, dan berat kering 48,474 g. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan sensor pH dan TDS berbasis IoT dapat meningkatkan kuantitas pertumbuhan tanaman pakcoy dalam sistem hidroponik.

Kata kunci: Hidroponik, IoT, Pakcoy, Sensor pH dan TDS.

Padang, 26 Januari 2026

Mengetahui
Ketua Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed
NIP.19508152006042001

Disetujui oleh
Dosen Pembimbing,



Dr. Resti Fevria, S.TP., M.P
NIP.197407202006042003

Pengaruh Penggunaan Sensor pH dan TDS Dalam Budidaya Hidroponik NFT untuk Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Lastri Pertiwi

ABSTRAK

Pakcoy merupakan jenis sayuran yang banyak digunakan sebagai bahan makanan pokok maupun sebagai lauk pelengkap namun, produksinya di Indonesia cenderung tidak stabil dikarenakan faktor iklim, ketebatasan lahan dan teknik budidaya yang kurang intensif. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy menggunakan sistem hidroponik NFT yang dilengkapi dengan sensor pH dan TDS berbasis IoT.

Penelitian dilaksanakan di Alfi Hidroponik Padang dan Laboratorium Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, dari bulan Juni 2025 hingga Januari 2026, dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 perlakuan dan masing-masing 9 ulangan. Data dianalisis menggunakan uji t independen pada perangkat lunak SPSS dengan taraf signifikansi 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor secara signifikan lebih efektif dibandingkan metode manual, dengan rata-rata tinggi tanaman sebesar 25,889 cm, luas daun 503,117 cm², berat basah 89,224 g, dan berat kering 48,474 g. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan sensor pH dan TDS berbasis IoT dapat meningkatkan kuantitas pertumbuhan tanaman pakcoy dalam sistem hidroponik.

Kata kunci: Hidroponik, IoT, Pakcoy, Sensor pH dan TDS.

The Effect of Using pH and TDS Sensors in NFT Hydroponic Cultivation on the Growth of Pakcoy Plants (*Brassica rapa* L.)

Lastri Pertiwi

ABSTRACT

Pakcoy is a type of vegetable that is widely used as a staple food and as a side dish, but its production in Indonesia tends to be unstable due to climatic factors, limited land, and less intensive cultivation techniques. This study aims to improve pakcoy plant growth using an NFT hydroponic system equipped with IoT-based pH and TDS sensors.

The research was conducted at Alfi Hidroponik Padang and the Biology Department Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Padang State University, from June 2025 to January 2026, using a completely randomized design (CRD) consisting of 2 treatments and 9 replicates each. Data were analyzed using an independent t-test in SPSS software with a significance level of 5%.

The results showed that the use of sensors was significantly more effective than the manual method, with an average plant height of 25.889 cm, leaf area of 503.117 cm², wet weight of 89.224 g, and dry weight of 48.474 g. These results indicate that the application of IoT-based pH and TDS sensors can increase the quantity of pakcoy plant growth in hydroponic systems.

Keyword: *Hydroponics, IoT, Pakcoy, pH and TDS sensors.*

KATA PENGANTAR



Penulis mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat melaksanakan serta menyelesaikan skripsi yang berjudul: “Pengaruh penggunaan Sensor pH dan TDS dalam budidaya Hidroponik NFT untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)” Skripsi ini disusun dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains (S1) pada Program Studi Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, serta dukungan selama proses penyusunan skripsi ini, antara lain kepada:

1. Ibu Dr. Resti Fevria, S.TP., M.P., selaku Dosen Pembimbing, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi kepada penulis dengan penuh kesabaran dan ketulusan selama proses penyusunan hingga penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Azwir Anhar, M.Si., Ibu Dr. Vauzia, S.Si., M.Si, dan Ibu Dr. Filza Yulina Ade, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan arahan, saran, serta masukan yang sangat berharga demi kesempurnaan penulisan dan penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Dwi Hilda, S.Si., M.Biomed., selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri

Padang, yang telah memberikan dukungan serta fasilitas dalam kelancaran pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

4. Bapak dan Ibu Dosen Staf Jurusan Biologi yang telah memberikan bantuan dan dukungan sehingga penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
5. Teruntuk cinta pertama dan panutan penulis, Almarhum Ayahanda Januardi tercinta. Ayah mungkin tak sempat mendampingi penulis menyelesaikan perjalanan ini, namun selama hidupnya, Ayah telah menjadi panutan, sumber semangat, dan inspirasi yang tak tergantikan. Semoga dari tempat terbaik di sisi Allah SWT, Ayah dapat tersenyum bangga melihat perjuangan kecil ini akhirnya terwujud.
6. Pintu surgaku, Ibunda Fatmawati, Terima kasih atas kasih sayang tanpa batas, pengorbanan tanpa henti, dan doa yang tak pernah putus. Di balik setiap langkah penulis, ada air mata dan perjuangan Ibu yang tak terlihat namun terasa begitu kuat. Dari Ibu, penulis belajar arti ketulusan, kesabaran, dan kekuatan hati seorang perempuan yang tak tergoyahkan. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan umur panjang untuk Ibu, agar dapat menyaksikan setiap keberhasilan ini sebagai buah dari doa-doa yang Ibu panjatkan setiap hari.
7. Teruntuk ketiga abang penulis tercinta, Fauzi Fajri, Yofandi, Burhannuddin yang dengan penuh kasih telah menggantikan peran Ayah sebagai pelindung dan penyemangat. Terima kasih telah menjadi tumpuan, tempat bersandar, dan sumber kekuatan di saat penulis hampir menyerah.

Dukungan, perhatian, dan semangat kalian yang selalu memberikan semangat dan mendoakan sehingga skripsi ini bisa selesai tepat waktu.

8. Kepada teman sekaligus rekan penelitian yang tidak pernah lelah menemani, berbagi cerita, berbagi ilmu, berkerja sama dan sama-sama berjuang sehingga skripsi ini bisa selesai tepat waktu.
9. Kepada teman, sahabat, Febrina Wulandari, yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta membantu setiap kesulitan penulis sehingga skripsi ini bisa selesai tepat waktu.
10. Kepada teman, sahabat, Puti Rachel Zulkarnaim, yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta membantu setiap kesulitan penulis sehingga skripsi ini bisa selesai tepat waktu.
11. Kepada seseorang yang tidak kalah penting kehadirannya, Ade Chandra. Terima kasih telah menjadi bagian dalam proses perjalanan penulis menyusun skripsi. Berkontribusi baik tenaga, waktu, menemani, mendukung, serta menghibur penulis dalam kesedihan, mendengarkan keluh kesah dan meyakinkan penulis untuk pantang menyerah hingga penyusunan skripsi ini terselesaikan.
12. Terima kasih untuk diriku sendiri. Terima kasih atas kesabaran yang tak terlihat, atas luka-luka yang disembuhkan secara diam-diam, dan atas semangat yang tetap menyala meski sering nyaris padam. Terima kasih telah terus melangkah meski ketakutan, kelelahan, dan keraguan selalu hadir di setiap langkah. Terima kasih karena tak menyerah saat menghadapi rintangan, karena tetap bangkit saat terjatuh, dan karena selalu berusaha walau hasil belum tentu terlihat. Perjalanan ini bukanlah

mudah, namun keberanian dan ketekunanmu telah membawamu sejauh ini, dan untuk itu, diriku, aku berterima kasih.

Semoga segala bantuan, bimbingan, dukungan, dan petunjuk yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal ibadah dan mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Semoga skripsi yang penulis selesaikan dapat bermanfaat bagi kita semua dengan mengharap kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini.

Padang, 12 Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Hipotesis Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II	8
TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L).	8
B. Hidroponik	10
C. Internet of Things (IoT)	12
D. Sensor pH.....	13
E. Sensor TDS	15
F. Pupuk Organik Cair (POC) Daun Gamal.....	16
G. Teknologi Nano	18
H. Kondisi Geografis	Error! Bookmark not defined.
BAB III.....	20
METODE PENELITIAN	20
A. Jenis Penelitian	20
B. Waktu dan Tempat Penelitian	20
C. Alat dan Bahan.....	20
D. Rancangan Penelitian.....	20
E. Prosedur Penelitian	21
F. Analisis Data	24
BAB IV	25

HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Hasil Pengamatan	25
1. Rata-rata Tinggi tanaman pakcoy	25
2. Rata-rata Luas daun tanaman pakcoy	25
3. Rata-rata berat basah tanaman pakcoy	26
4. Rata-rata berat kering tanaman pakcoy	26
B. Pembahasan.....	27
1. Tinggi tanaman pakcoy	27
2. Luas daun	29
3. Berat basah	31
4. Berat kering	33
BAB V	37
PENUTUP.....	37
A. Kesimpulan	37
B. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) (Dokumen Pribadi : 2025)	10
2. Daun Gamal (<i>Gliricidia sepium</i> jacq) (sumber pribadi 2025)	16
3. Lokasi Penelitian Alfi Hidroponik Padang (Sumber google earth, 2025)	19

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rata-rata tinggi tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L).....	25
2. Rata –rata luas daun tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L)	26
3. Rata-rata berat basah tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L)	26
4. Rata-rata berat kering tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L)	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data pengukuran tanaman pakcoy	45
2. Perhitungan SPSS tanaman pakcoy	48
3. Dokumentasi kegiatan.....	50

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan salah satu jenis sayuran yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Pakcoy termasuk ke dalam genus *Brassica* atau sawi-sawian dan tergolong ke dalam komoditas tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh petani, banyak terdapat jenis makanan yang menggunakan daun pakcoy sebagai bahan makanan utama maupun sebagai pelengkap (Vivonda and Yoseva, 2016). Menurut BPS (2024), produksi pakcoy di Indonesia berfluktuasi, yaitu 727,467 ton pada 2021, naik menjadi 760,608 ton pada 2022, lalu turun menjadi 686,876 ton pada 2023. Hal ini menunjukkan produksi pakcoy tidak stabil dari tahun ke tahun.

Ketidakstabilan produksi dan produktivitas tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya teknik budidaya yang kurang intensif, iklim yang kurang mendukung, kesuburan tanah yang rendah, serta menyusutnya luas lahan pertanian yang dikonversikan menjadi bangunan dan kegiatan ekonomi non pertanian. Oleh karena itu, dengan adanya perkembangan teknologi pertanian, metode budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah atau hidroponik dapat menjadi salah satu alternatif dalam membudidayakan pakcoy, terutama di wilayah perkotaan dengan keterbatasan lahan (Wibowo, 2020).

Hidroponik merupakan metode pertanian tanpa tanah dengan media alternatif seperti rockwool yang menyalurkan nutrisi langsung ke tanaman untuk mengoptimalkan pertumbuhan. Teknik ini efisien di lahan yang terbatas sehingga cocok diterapkan di wilayah dengan ruang terbatas (Roidah, 2014). Metode ini memiliki berbagai keunggulan, seperti tidak bergantung pada kondisi tanah,

efisiensi penggunaan air dan pupuk, serta hasil panen yang lebih bersih dan berkualitas tinggi (Fevria, 2021).

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). Salah satu teknik hidroponik yang sering digunakan adalah *Nutrient Film Technique* (NFT). Pada metode NFT, akar tanaman berada dalam lapisan tipis larutan nutrisi yang mengalir secara terus-menerus, sehingga kebutuhan tanaman akan nutrisi, air, dan oksigen terpenuhi secara optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Agustin, *et al.*, 2024).

Nutrisi hidroponik sangat berperan penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman, salah satunya melalui larutan AB mix yang umum digunakan. Namun, karena berbahan kimia sintetis, penggunaan AB mix secara terus-menerus berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan (Mansyur, *et al.*, 2021). Oleh sebab itu, perlu dilakukan upaya untuk mengurangi ketergantungan pada larutan AB mix dengan mengoptimalkan penggunaan pupuk organik cair (POC) sebagai pendamping nutrisi (Masluki, *et al.*, 2015). Pupuk organik cair berbasis nanoteknologi mampu meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman hingga mencapai 65–70%, karena partikel berukuran nano memiliki pergerakan yang lebih bebas dan terkendali dalam media tanam (Fevria *et al.*, 2023)

Penggunaan pupuk organik cair (POC) dengan teknologi nano sebagai alternatif nutrisi dalam sistem hidroponik telah banyak dilakukan pada berbagai bahan dasar tanaman. Hasil penelitian Alqaramah *et al.* (2025) menunjukkan

pengaruh POC dari daun *Tithonia diversifolia* (paitan) dengan teknologi nanobubble pada tanaman pakcoy. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi 75% AB mix + 25% POC nano (P2) memberikan pertumbuhan terbaik, sedangkan penggunaan POC murni (100%) justru menurunkan hasil tanaman.

Penelitian oleh Afrisia *et al.* (2025) menggunakan POC berbahan rumput laut (*Sargassum* sp.) juga memberikan hasil yang searah, di mana perlakuan terbaik terdapat pada kombinasi 75% AB mix + 25% POC nano. Artinya, meskipun POC *Sargassum* mampu meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan kadar oksigen terlarut, kontribusi nutrisi dari bahan tersebut masih rendah sehingga AB mix tetap menjadi nutrisi dominan.

Penelitian yang dilakukan oleh Tazri *et al.* (2025) menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik cair (POC) daun gamal dan pupuk anorganik ABmix dengan teknologi nanobubble (konsentrasi 50% ABmix + 50% POC nano) memberikan hasil terbaik. Perlakuan ini secara signifikan meningkatkan kuantitas pertumbuhan tanaman pakcoy, karena kombinasi nutrisi makro (nitrogen, fosfor, dan kalium) dari daun gamal dan ABmix menjadi seimbang. Teknologi nanobubble juga berperan penting dengan meningkatkan oksigenasi di sekitar akar, yang mengoptimalkan penyerapan nutrisi dan mendukung pertumbuhan akar lebih cepat.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa POC daun gamal memiliki potensi paling tinggi untuk digunakan sebagai sumber nutrisi utama pada sistem hidroponik dibandingkan POC berbahan *Tithonia* atau *Sargassum*. Kandungan yang terdapat di dalam daun Gamal seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang tinggi, dengan kadar nitrogen mencapai 3,09%, sehingga

sangat baik untuk mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tanaman pakcoy (Pu'u dan Mutiara, 2018).

Pemantauan pH dan TDS dalam sistem hidroponik, merupakan kunci utama untuk menjaga keseimbangan nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Salah satu kendala dalam sistem hidroponik adalah fluktuasi nilai pH dan TDS (*Total Dissolved Solids*) dalam larutan nutrisi. Nilai pH yang terlalu rendah (asam) atau terlalu tinggi (basa) dapat menghambat penyerapan unsur hara tertentu, sedangkan nilai TDS yang tidak stabil dapat menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi, defisiensi, bahkan toksisitas bagi tanaman (Zebua *et al.*, 2023). Selama ini, pemantauan dan pemberian nutrisi umumnya masih dilakukan secara manual, yang membutuhkan waktu, ketelitian, dan tenaga kerja tinggi (Adidrana *et al.*, 2019). Penerapan sistem otomatisasi berbasis *Internet of Things* (IoT) menjadi alternatif inovatif yang potensial untuk mengatasi permasalahan tersebut.

IoT merupakan seperangkat alat elektronika disertai sensor atau gabungan beberapa sensor, program komputer dan perangkat digital yang saling terhubung satu sama lain dengan menerapkan IoT, kita dapat membangun teknologi yang bekerja secara jarak jauh yang lebih praktis untuk dikontrol kapanpun (Rivana *et al.*, 2023). Penggunaan Sensor pH dan TDS yang terintegrasi dengan modul IoT berfungsi untuk memantau tingkat keasaman (pH) dan konsentrasi nutrisi terlarut (TDS) secara otomatis dalam larutan. Sistem ini tidak hanya mendeteksi perubahan kadar nutrisi dan pH secara *real-time*, tetapi juga mampu menambahkan nutrisi secara otomatis ketika kadar nutrisi menurun. Selain itu, pada pengaturan pH, apabila nilai pH terlalu tinggi maka sistem akan menambahkan larutan pH *down*, sedangkan jika pH terlalu rendah sistem akan

menambahkan larutan pH *up* (Zebua *et al.*, 2023). Seluruh proses ini dikendalikan oleh modul Wemos ESP32, dan data hasil pengukuran dikirimkan ke aplikasi IoT seperti Blynk, sehingga pengguna dapat memantau dan mengendalikan kondisi larutan nutrisi melalui smartphone atau komputer (Veda *et al.*, 2022).

Berdasarkan hal tersebut Penerapan POC (Pupuk Organik Cair) Daun Gamal (*Gliricidia sepium* Jacq.) Teknologi Nano Dengan Sensor pH dan TDS Dalam Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan peningkatan efektivitas dan hasil produksi pada sistem budidaya hidroponik, terutama dilihat dari parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, serta berat segar dan berat kering tanaman.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian ini rumusan masalahnya yaitu:

1. Apakah terdapat pengaruh sensor pH dan TDS terhadap tinggi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT?
2. Apakah terdapat pengaruh penggunaan sensor pH dan TDS terhadap luas daun tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT?
3. Apakah terdapat pengaruh penggunaan sensor pH dan TDS terhadap berat basah pakcoy tanaman (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT?
4. Apakah terdapat pengaruh penggunaan sensor pH dan TDS terhadap berat kering tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh penggunaan sensor pH dan TDS terhadap tinggi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan sensor pH dan TDS terhadap luas daun tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan sensor pH dan TDS terhadap berat basah tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT.
4. Mengetahui pengaruh penggunaan sensor pH dan TDS terhadap berat kering tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT.

D. Hipotesis Penelitian

1. Terdapat pengaruh penggunaan sensor pH dan TDS terhadap tinggi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT.
2. Terdapat pengaruh penggunaan sensor pH dan TDS terhadap luas daun tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT.
3. Terdapat pengaruh penggunaan sensor pH dan TDS terhadap berat basah tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT.
4. Terdapat pengaruh penggunaan sensor pH dan TDS terhadap berat kering tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam budidaya hidroponik NFT.

E. Manfaat Penelitian

1. Menambah ilmu pengetahuan bagi pembaca dan pelaku hidroponik.
2. Memberikan informasi tentang perbandingan pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) yang dibudidayakan secara hidroponik menggunakan dan tanpa menggunakan sensor pH dan TDS.
3. Sebagai acuan dan informasi bagi peneliti selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan

1. Penggunaan sensor pH dan TDS berbasis IoT memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman pakcoy, dengan rata-rata mencapai 25,88cm, lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa sensor pH dan TDS 18,55cm.
2. Penggunaan sensor pH dan TDS berbasis IoT memberikan pengaruh yang signifikan terhadap luas daun tanaman pakcoy, dengan rata-rata mencapai 503,11cm, lebih luas dibandingkan perlakuan tanpa sensor pH dan TDS 301,45cm.
3. Penggunaan sensor pH dan TDS berbasis IoT memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat basah tanaman pakcoy, dengan rata-rata mencapai 89,22g, lebih berat dibandingkan perlakuan tanpa sensor pH dan TDS 46,76g.
4. Penggunaan sensor pH dan TDS berbasis IoT memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat kering tanaman pakcoy, dengan rata-rata mencapai 48,47g, lebih berat dibandingkan perlakuan tanpa sensor pH dan TDS 26,54g.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan mengenai kandungan klorofil dan vitamin pada tanaman pakcoy. Selain itu, perlu dilakukan pengamatan terhadap parameter lingkungan, seperti intensitas cahaya, suhu larutan, serta kelembapan udara, untuk

memperoleh hasil yang lebih komprehensif dan mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan tanaman pakcoy dalam sistem hidroponik NFT.

DAFTAR PUSTAKA

- Adidrana, D., & Surantha, N. (2019). Hydroponic Nutrient Control System based on Internet of Things and K-Nearest Neighbors. In 2019 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA). 1(1):166-171).
- Afrilisia, L., Fevria, R., Vauzia, V., & Razak, A. (2025). Influence of Sargassum POC and Nano Bubble Technology on Hydroponic Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Quality. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(1), 257-262.
- Agustin, L. A., Priyati, A., & Setiawati, D. A.,(2024). Pengaruh Waktu Pengairan Nutrisi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dengan Sistem Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique). *J-AGENT (Journal of Agricultural Engineering and Technology)*, 2(2), 142-150.
- Alqaramah, R., Fevria, R., Vauzia, V., & Razak, A. (2025). Influence of Tithonia POC and Nano Bubble Technology on Hydroponic Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Quality. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 1384-1391
- Andrian, R., Agustiansyah, A., & Lestari, D. I. (2022). Aplikasi Pengukuran Luas Daun Tanaman Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Android. *Jurnal Agrotropika*. 21(2) : 115-123
- Anhar, A., Advinda, L., & Hariati, D. (2017). Peningkatan Hasil Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Dengan Penambahan Pupuk Organik Cair Tunica. *SEMIRATA 2017 Bidang Mipa*, 5(3), 2254–2560.
- Azevedo, A., Etchepare, R., Calgaroto, S., & Rubio, J. (2016). Aqueous Dispersions of Nanobubbles: Generation, Properties and Features. *Minerals Engineering*, 94(2),29-37.
- Badan Pusat Statistik. 2024. Jumlah Konsumsi dan Produksi Bayam. Bidang Pertanian Hortikultura. Jakarta: BPS – Statistics Indonesia. Badan Pusat Statistik. bps.go.id
- Bagus, H., & Atiq, M. (2023). Monitoring suhu dan kelembapan berbasis internet of things (iot)dalam kandang ayam : monitoring suhu dan kelembapan berbasis internet of things (IOT)dalam kandang ayam. *Jurnal Pendidikan Elektro dan Informatika (Pendidikan eletromatik)*, 4 (01), 6-12.
- Denih, A., Ismangil, A., & Kurnia, E. (2024). Pengembangan Alat Deteksi Kandungan Nutrisi Tanah dengan Sensor NPK dan Metode Hardware Programming. *Jurnal Tekno Info*, 18(2), 342-349.
- Dewa, W. S., & Somawirata, I. K. (2020). Perancangan Pengatur Kandungan TDS dan PH pada Larutan Nutrisi Hidroponik Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 1(1), 33-43.

- Duaja, M. D. (2012). Pengaruh Bahan Dan Dosis Kompos Cair Terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa* Sp.). *Jurnal Bioplantae*, 1(1), 19–25.
- Dzikri ramadhan A. L. I. F. I. A. N. (2023). Sistem kendali TDS dan pH pada akuaponik menggunakan metode logika fuzzy berbasis IoT (*Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*).
- Fevria, R., dkk. 2021. Comparison of Nutritional Content of Spinach (*Amaranthus gangeticus* L.) Cultivated Hydroponically and Non-Hidroponically. Eksakta: *Ilmiah Bidang MIPA*(E-ISSN: 2549-7464). 22(1), 46-53.
- Fevria, R., Aliciafarma, S., Vauzia, & Edwin. (2021). Comparison of Nutritional Content of Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) Cultivated Hydroponically and Non-Hydroponically. *Journal of Physics: Conference Series*, 1940(1), 012049. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1940/1/012049>
- 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
- Fevria, R., Razak, A., Heldi, N. S., 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. doi:10.14456/scitechasia.2023.89
- Fuadi, A., M. M. Sami, dan Usman. 2020. Teknologi tepat guna budidaya ikan lele dalam kolam terpal metode bioflok dilengkapi aerasi nanobuble oksigen. *Jurnal Vokasi*. 4(1): 39–45.
- Gustaman, D., & Riswan, R. (2022). Pengaruh nutrisi AB mix terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L) dalam sistem hidroponik. *Agrosasepa-Jurnal Fakultas Pertanian*, 1(1), 30-35.
- Hamidah, M. N., Safitri, N. I., Akbar, D. W., Uly, O. S. I., & Kurnianto, D. (2023). Prototype Sistem Monitoring Nutrisi dan Tingkat pH Air pada Budidaya Hidroponik Sayur Pakcoy Menggunakan Teknologi Internet of Things (IoT). *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 13-20.
- Hasibuan, I. L., & Ibnu sina, F. (2025). Respon tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) terhadap kombinasi pemberian pupuk organik cair bahan daun gamal dan 50% NPK di tanah organosol. *Agrivet: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian dan Peternakan (Journal of Agricultural Sciences and Veteriner)*, 13(1), 88-95.
- Hayati, N., Berlianti, N. A., Af'idah, N., & Wijayadi, A. W. (2020). Peluang bisnis dengan hidroponik..

- Kailashkumar B, Priyadharshini K, Logapriya M (2023) Hydroponic cultivation: factors affecting its success and efficacy. *Int J Environ Clim Change* 13(10):2403–2410.
- Karoba, F., & Nurjasmi, R. (2015). Pengaruh perbedaan pH terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) sistem hidroponik NFT (Nutrient Film Technique). *Jurnal Ilmiah Respati*, 6(2).
- Lakitan, B. (1993). *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada.
- Lambers, H., Chapin, F.S., & Pons, T.L. (2017). *Plant Physiological Ecology* (3rd ed.). Springer.
- Liferdi, L. dan Saparinto, C. 2016. *Verikultur Tanaman Sayuran*. Penebar Swadaya. Jakarta Timur.
- Lingga, P. 1999. *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murti Laksono, A. (2021). *Pupuk dan pemupukan*. Syiah Kuala University Press.
- Masluki., Naim, M., & Mutmainnah. 2015. Pemanfaatan pupuk organik cair (POC) pada lahan sawah melalui sistem mina padi. *Prosiding Seminar Nasional*. 2(1): 866-896.
- Muriyatmoko, D. (2023). Sistem Monitoring Jarak Jauh Kontrol pH Tanaman Selada Dengan Media Hidroponik. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 11(1), 95-102.
- Nabila, A. F., Ramadhan, D. R., Ocstavella, N., & Fevria, R. Aplikasi Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) pada Budidaya Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.).
- Nugroho, M. A., & Rivai, M. (2019). Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar Amonia untuk Budidaya Ikan yang Diimplementasi pada Raspberry Pi 3B. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2), A374-A379.
- Nugraha, H. F. (2017). *TA: Pengaturan Air dan Nutrisi Secara Otomatis pada Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino* (Doctoral dissertation, Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya).
- Novriani, Dora Fatma Nurshanti, Ardi Asroh, Al asri. 2019. Pemanfaatan Daun Gamal Sebagai Pupuk Organik Cair Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy(*Brassica rapa*L.). *Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Baturaja*.
- Omaranda, T., Setyono, S., & Adimihardja, S. A. (2016). Efektivitas pencampuran pupuk organik cair dalam nutrisi hidroponik pada

- pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Agronida*, 2(1).
- Oviyanti, F., Syarifah., & Hidayah Nurul. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Daun Gamal (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *jurnal Biota*. 2(1): 61-66.
- Oktavia, P., Fevria, R., Vauzia, A., Razak, A., & Yulkifli. (2025). Effect of Sensor and Based NPK on The Growth of Red Spinach (*Amaranthus tricolor* L.) Cultivated Hydroponic. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(1), 750–756.
- Oktaviani, M., Fevria, R., Vauzia, A., & Razak, A. (2025). The Effect of NPK Based Sensors on Hydroponic Growth of Caisim Plants (*Brassica Chinensis* var. *Parachinensis*). *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 1426–1432.
- Pamungkas, L., Rahardjo, P., & Agung, I. G. A. P. R. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Hidroponik Nft (Nurtient Film Tehcnique) Berbasis Iot. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 8(2).
- Pancawati, D., & Yulianto, A. (2016). Implementasi fuzzy logic controller untuk mengatur pH nutrisi pada sistem hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(2), 278-289.
- Purnomo, N., Aisyah, N., Selvin, A., Sahrul, M., & Saade, M. F. (2024). Kandungan Nutrisi Daun Gamal Sebagai Pakan Ternak Ruminansia pada Ketinggian Lokasi Berbeda. *Jurnal Agrisistem*. 20(2): 72–77.
- Putri, F. P., Fevria, R., Vauzia, V., & Razak, A. (2025). Effect of Sensor and based NPK on the Growth of Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) Cultivated Hydroponically. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(1), 11069–11076.
- Putri, M. (2022). Status Keberlanjutan Budidaya Sayuran Hidroponik di Kota Padang Sumatera Barat. *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*, 8(2), 866–884
- Rahmawati, L., Salfina, & Agustina, E. (2017). Pengaruh Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa*). *Seminar Nasional Biotik*, 5(1), 296–301.
- 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. *Palembang*. Vol. 14 (1) : 38-44

- Rivana, R. R., Made, M. R., & Jaenudin, J. (2023). Sistem Monitoring Nutrisi dan PH Air pada Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Elektronika Otomasi Industri*, 10(3).
- Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. *Jurnal Bonorowo*, 1(2), 43-49.
- Rosyidah, I., Anshory, I., Sulistiyowati, I., & Syahririni, S. (2024). Implementation of Image Processing On Hydroponic Pakcoy Plants To Detect AB MIX Nutrient Levels. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(2), 234-239.
- Sadiyoko, A., Perdana, K. A., & Naa, C. F. Improving the Concentration Accuracy of Fertilizer Application in Hydroponic System Using PLC. *TEKNIK*, 44(2), 149-157.
- Sania, H., Fevria, R., Vauzia, V., Razak, A., Yulkifli, Y., & Mutiar, S. (2025). Effect of Sensor and Based NPK on the Growth of Pakcoy (Brassica rapa L.) Cultivation Hydroponic. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(1), 807-813.
- Sanaba, U., Rokhana, R., & Setiawardhana, S. (2024). Level Kualitas Air Nutrisi pada Hidroponik Berdasarkan Sistem Klasifikasi Fuzzy. *Techno. Com*, 23(2), 420-432
- Saputra, A., Nasbey, H., & Subekti, M. (2024). Karakterisasi Sensor Tds Sen-0244 Dan Sensor Ph-4502C Dalam Implementasinya Pada Penanaman Hidroponik. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL)* (Vol. 12).
- Selay, A., Andigha, G. D., Alfarizi, A., Wahyudi, M. I. B., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2022). Internet Of Things. *Karimah Tauhid*, 1(6), 860-868.
- Setiawan, H. 2017. *Kiat Sukses Budidaya Cabai Hidroponik*. Yogyakarta: Bio Genesis.
- Susilowati, D., Rahmawati, N., & Lestari, A. (2021). Pupuk organik cair dan perannya dalam pertanian berkelanjutan. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sukasana, I. W., Karnata, I. N., & Irawan, B. U. D. I. (2019). Meningkatkan pertumbuhan dan hasil pakcoy (brassica juncea rapal.) dengan mengatur dosis nutrisi ab mix agrifarm dan umur bibit secara hidroponik sistem nft. *Jurnal Ganec Swara*, 13(2), 212-220.
- Sutiyoso, Y. (2003). *Meramu Pupuk Hidroponik*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Syafa'at M, Priyono, Ariyanto H. 2015. Pengaruh konsentrasi dan waktu aplikasi pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang (Figna sinensi L.). *J Inov Pert*. 15(2): 169- 181.

- Tazri, M. I., Fevria, R., Vauzia, V., & Razak, A. (2025). Effect of Nanobubble Technology Gamal Leaf POC on Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Quality in Hydroponic. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 1446-1451.
- 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.
- Veda, J., Rivai, M., & Suwito, S. (2022). Sistem Kontrol dan Monitoring Pemupukan NPK Tanaman dengan Mikrokontroler ESP32. *Jurnal Teknik ITS*, 11(3), A184-A189.
- Violita. (2017). Efisiensi Penggunaan Nitrogen (Nue) Dan Resorpsi Nitrogen Pada Hutan Taman Nasional Bukit Dua belas Dan Perkebunan Kelapa Sawit Di Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. *Bioscience*, 1(1), 8–17.
- Vivonda, T., & Yoseva, S. (2016). *Optimalisasi Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Pakcoy (Brassicca Rapal) Melalui Aplikasi Beberapa Dosis Pupuk Bokashi* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Wahyuni, S., Prasetyo, A., & Lestari, R. (2022). Pengelolaan nutrisi larutan terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 13(2), 89–98.
- 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.
- Yahya, H. I. (2021). *TA: Teknik budidaya pakcoy hijau (Brassica rapa L.) secara hidroponik menggunakan sistem NFT di sahabat hidroponik lampung* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Lampung).
- Zebua, M., Harahap, R., & Jabat, Y. Y. L. B. (2023). Pengaruh Konsentrasi Nutrisi Ab-Mix Dan Konsentrasi Pupuk Npk Mutiara 16-16-16 Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tomat Ceri (*Solanum Lycopersicum* Mill) Dengan Budidaya Hidroponik Sistem Sumbu (Wick Sistem). *Fruiset Sains: Jurnal Pertanian Agroteknologi*, 11(4), 259-268.
- Zulfikar, Hidayat, R., Saraswati, U., Munir, A. S., & Nurdiana, L. (2022). Pelatihan Perancangan Alat Pemupukan Jagung Semi Otomatis Bagi Masyarakat Desa Pulorejo, Jombang. *Jurnal Altifani Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(3), 227–235