

**PENGUNAAN POC DAUN GAMAL (*Gliricidia sepium* Jacq.)
TEKNOLOGI NANO DENGAN SENSOR pH DAN TDS
UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN
PAKCOY (*Brassica rapa* L.) PADA SISTEM
HIDROPONIK DFT**



**OLEH :
ANNISA MARDANIYAH
NIM. 22032007/2022**

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

**PENGUNAAN POC DAUN GAMAL (*Gliricidia sepium* Jacq.)
TEKNOLOGI NANO DENGAN SENSOR pH DAN TDS
UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN
PAKCOY (*Brassica rapa* L.) PADA SISTEM
HIDROPONIK DFT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains



**OLEH :
ANNISA MARDANIYAH
NIM. 22032007/2022**

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

2026

PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENGUNAAN POC DAUN GAMAL (*Gliricidia sepium* Jacq.)
TEKNOLOGI NANO DENGAN SENSOR pH DAN TDS
UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN
PAKCOY (*Brassica rapa* L.) PADA SISTEM
HIDROPONIK DFT**

Nama : Annisa Mardaniyah
Nim : 22032007
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. Resli Fevria, S.TP., MP
NIP.197407202006042003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Annisa Mardaniyah
NIM : 22032007
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**PENGUNAAN POC DAUN GAMAL (*Gliricidia sepium* Jacq.)
TEKNOLOGI NANO DENGAN SENSOR pH DAN TDS
UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN
PAKCOY (*Brassica rapa* L.) PADA SISTEM
HIDROPONIK DFT**

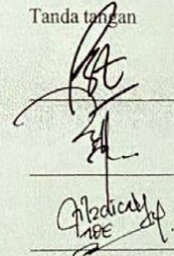
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 28 Januari 2026

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Dr. Resti Fevria, S.TP., MP
Anggota	: Reki Kardiman, Ph.D
Anggota	: Dr. Filza Yulina Ade, S.Si., M.Si

Tanda tangan



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

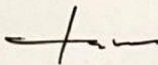
Nama : Annisa Mardaniyah
NIM/TM : 22032007/2022
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul "Penggunaan POC daun Gamal (*Gliricidia sepium* Jacq.) Teknologi Nano dengan Sensor pH dan TDS untuk Meningkatkan Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Pada Sistem Hidroponik DFT" 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, 28 Januari 2026

Mengetahui:
Kepala Departemen Biologi



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

Saya yang menyatakan,



Annisa Mardaniyah
NIM. 22032007

Penggunaan POC daun Gamal (*Gliricidia sepium* Jacq.) Teknologi Nano dengan Sensor pH dan TDS untuk Meningkatkan Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Sistem Hidroponik DFT

Annisa Mardaniyah

ABSTRAK

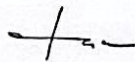
Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) adalah salah satu sayuran yang bisa ditanam dengan mudah, praktis, dan digemari oleh berbagai kalangan di Indonesia karena kandungan gizinya yang baik, seperti vitamin C, serat, dan antioksidan yang bermanfaat untuk kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan penggunaan POC teknologi nano dengan sensor pH dan TDS berbasis IoT untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman Pakcoy pada sistem hidroponik.

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Padang dan Laboratorium Penelitian Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang dari Juli hingga Desember 2025, dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan masing-masing 2 perlakuan dan 9 ulangan. Data dianalisis menggunakan uji-t indenpenden pada perangkat lunak SPSS dengan taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor pH dan TDS secara signifikan meningkatkan rata-rata antara lain tinggi tanaman 25,12 cm, jumlah daun 17,33 helai, luas daun 514,64 cm², berat basah 236,28 gram dan berat kering 30,70 gram, dibandingkan tanpa menggunakan sensor pH dan TDS dengan rata-rata antara lain tinggi tanaman 20,911 cm, jumlah daun 16 helai, luas daun 429,041 cm², berat basah 200,495 gram dan berat kering 26,086 gram. Penggunaan alat sensor pH dan TDS berbasis IoT terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas sistem hidroponik dengan memberikan nutrisi secara real-time sesuai dengan kebutuhan tanaman.

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

Mengetahui,
Kepala Departemen Biologi



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

Padang, 12 Januari 2026
Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing



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

Penggunaan POC daun Gamal (*Gliricidia sepium* Jacq.) Teknologi Nano dengan Sensor pH dan TDS untuk Meningkatkan Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Sistem Hidroponik DFT

Annisa Mardaniyah

ABSTRAK

Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) adalah salah satu sayuran yang bisa ditanam dengan mudah, praktis, dan digemari oleh berbagai kalangan di Indonesia karena kandungan gizinya yang baik, seperti vitamin C, serat, dan antioksidan yang bermanfaat untuk kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan penggunaan POC teknologi nano dengan sensor pH dan TDS berbasis IoT untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman Pakcoy pada sistem hidroponik.

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Padang dan Laboratorium Penelitian Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang dari Juli hingga Desember 2025, dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan masing-masing 2 perlakuan dan 9 ulangan. Data dianalisis menggunakan uji-t indenpendent pada perangkat lunak SPSS dengan taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor pH dan TDS secara signifikan meningkatkan rata-rata antara lain tinggi tanaman 25,12 cm, jumlah daun 17,33 helai, luas daun 514,64 cm², berat basah 236,28 gram dan berat kering 30,70 gram, dibandingkan tanpa menggunakan sensor pH dan TDS dengan rata-rata antara lain tinggi tanaman 20,911 cm, jumlah daun 16 helai, luas daun 429,041cm², berat basah 200,495 gram dan berat kering 26,086 gram. Penggunaan alat sensor pH dan TDS berbasis IoT terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas sistem hidroponik dengan memberikan nutrisi secara real-time sesuai dengan kebutuhan tanaman.

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

Application of Gamal Leaf (*Gliricidia sepium* Jacq.) POC Nano Technology with pH and TDS Sensors to Optimize the Growth of Pakcoy (*Brassica rapa* L.) in a DFT Hydroponic Systems

Annisa Mardaniyah

ABSTRACT

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) is a vegetable that is easy to grow and practical, and is popular among various groups in Indonesia due to its high nutritional content, such as vitamin C, fiber, and antioxidants, which are beneficial for health. This study aims to compare the use of POC nanotechnology with IoT-based pH and TDS sensors to optimize pak choy plant growth in a hydroponic system.

This research was conducted at SMK Pertanian Pembangunan Negeri Padang and the Biology Research Laboratory of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Padang State University from July to December 2025, using a Completely Randomized Design (CRD) with 2 treatments and 9 replications each. Data were analyzed using an independent t-test in SPSS software with a 5% significance level.

The results showed that the use of pH and TDS sensors significantly increased the average plant height of 25.12 cm, the number of leaves of 17.33 pieces, the leaf area of 514.64 cm², the wet weight of 236.28 grams and the dry weight of 30.70 grams, compared to without using pH and TDS sensors with an average plant height of 20.911 cm, the number of leaves of 16 pieces, the leaf area of 429.041 cm², the wet weight of 200.495 grams and the dry weight of 26.086 grams. The use of IoT-based pH and TDS sensors has proven effective in increasing the efficiency and productivity of hydroponic systems by providing nutrients in real-time according to plant needs.

Keywords: Pakcoy, Hydroponics, IoT, pH and TDS Sensors

KATA PENGANTAR



Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan skripsi tentang “Penggunaan POC Daun Gamal (*Gliricidia sepium* Jacq.) Teknologi Nano dengan Sensor pH dan TDS untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Sistem Hidroponik DFT”. Shalawat beserta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S1) pada Program Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Resti Fevria, S.TP, MP selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan penulis dengan sangat sabar dalam memberikan arahan dalam penyelesaian skripsi.
2. Bapak Reki Kardiman Ph.D, Dr. Hj. Vauzia, M.Si. dan Dr. Filza Yulina Ade S.Si., M.Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan, saran dan kritikan untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini.
3. Vivi Veronica, S.TP., S.Pd.I selaku Pembimbing penelitian di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Padang yang telah membantu dalam kelancaran pelaksanaan penelitian.

4. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri S.Si., M. Biomed, selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
5. Prof. Azwir Anhar, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dari awal perkuliahan sampai saat ini, serta memberikan arahan dalam menyelesaikan syarat-syarat skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Staf Jurusan Biologi yang telah membantu kelancaran penulisan skripsi.
7. Cinta pertama dan panutanku, Ayahanda Yurman. Sumber kekuatan dan keteguhan hati yang diam-diam memikul banyak beban demi kebahagiaan anakmu. Setiap peluh yang kau teteskan, terselip doa dan harapan agar anakmu bisa melangkah lebih tinggi. Terima kasih atas segala kerja keras yang tak pernah kau keluhkan.
8. Pintu surgaku, Ibunda Agus Timar, pelita hati dalam setiap langkah, yang doanya menjadi naungan ketika dunia terasa berat, dalam diam ibu selalu ada kekuatan yang menyelimuti, Terima kasih atas pelukan yang menjadi tempat berpulang dari segala lelah atas kasih sayang yang tak pernah berkurang.
9. Keempat kakakku tercinta, Usman, Zarkani, Yuria Gusti dan Nofri Agus Sintia yang selalu memberikan semangat dan mendoakan adik bungsunya sehingga skripsi ini bisa selesai tepat waktu.
10. Sahabat saya Quratul Aini, Zulfadilah, Gusti Dinia Putri, Annisa Fitri Humaira dan Mayanda Norman yang banyak mendukung, berbagi cerita,

selalu memberikan semangat, berbagi ilmu, bekerja sama dan sama-sama berjuang menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu.

11. Rekan penelitian saya, Quratul Aini Gusti Dinia Putri, Amelia Dwi Putri dan Lastri Pertiwi yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta membantu setiap kesulitan penulis sehingga skripsi ini bisa selesai tepat waktu.

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 mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini.

Padang, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Hipotesis Penelitian	8
E. Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.)	10
B. Hidroponik	12
C. <i>Internet of Things</i> (IoT)	13
D. Sensor pH dan TDS	14
E. Pupuk Organik Cair (POC) Daun Gamal	17
F. Teknologi Nano	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Jenis Penelitian	22
B. Waktu dan Penelitian	22
C. Alat dan Bahan	23
D. Rancangan Penelitian	24
E. Prosedur Penelitian	25
F. Analisis Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
A. Hasil Penelitian	28
B. Pembahasan	32

BAB V PENUTUP.....	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pakcoy (Dokumentasi Pribadi: 2025)	11
2. Alat sensor pH dan TDS (Dokumentasi Pribadi: 2025).....	17
3. Gamal (<i>Gliricidia sepium</i>). (Dokumentasi Pribadi: 2025).....	17
4. SMK PP Negeri Padang Lubuk Minturun (sumber google earth 2025).....	22

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rata-rata tinggi tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	28
2. Rata-rata jumlah daun tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.)	29
3. Rata-rata luas daun tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	30
4. Rata-rata berat basah tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	31
5. Rata-rata berat kering tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data pengukuran Pakcoy	58
2. Perhitungan SPSS data pengukuran tanaman Pakcoy.....	63
3. Hidroponik sistem DFT	67
4. Perbedaan hasil pertumbuhan Pakcoy.....	68
5. Dokumentasi kegiatan.....	69

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) adalah salah satu sayuran yang bisa ditanam dengan mudah, praktis, dan digemari oleh berbagai kalangan di Indonesia karena kandungan gizinya yang baik, seperti vitamin C, serat, dan antioksidan yang bermanfaat untuk kesehatan. Selain itu, tanaman ini tumbuh cepat yaitu dalam waktu 30 hingga 40 hari atau bisa lebih dari itu, sehingga cocok untuk budidaya intensif di lahan yang terbatas (Tayanan *et al.*, 2023). Tanaman Pakcoy dipilih dalam penelitian ini karena popularitasnya sebagai sayuran hijau yang mudah ditanam, responsif terhadap nutrisi, serta memiliki potensi besar untuk dikembangkan secara hidroponik, terutama di wilayah perkotaan yang memiliki lahan terbatas. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2024), produksi Pakcoy di Indonesia pada tahun 2021, 2022, dan 2023 masing-masing adalah 727.467 ton, 760.608 ton, dan 686.867 ton. Dari angka tersebut terlihat adanya peningkatan pada tahun 2022, tetapi menurun pada tahun 2023. Hal ini berarti dalam tahun ketahun produksi tanaman Pakcoy tidak stabil.

Ketidakstabilan produksi tanaman Pakcoy dipengaruhi oleh berbagai faktor patogen, seperti serangan hama dan penyakit tanaman, misalnya busuk akar dan infeksi jamur, yang dapat menurunkan kualitas serta kuantitas hasil panen. Di sisi lain, kebutuhan pangan masyarakat, khususnya terhadap sayuran dan buah-buahan, terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi. Kondisi tersebut tidak diimbangi dengan ketersediaan lahan pertanian yang memadai, karena luas lahan

pertanian cenderung semakin menyempit, terutama di wilayah perkotaan akibat alih fungsi lahan. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif yang dapat mengatasi keterbatasan lahan sekaligus menjaga produktivitas tanaman, salah satunya melalui penerapan sistem hidroponik (Roidah, 2014).

Sistem hidroponik adalah suatu metode budidaya tanaman di mana tanaman ditanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam, melainkan dengan menggunakan larutan nutrisi dan air yang diberikan secara terkontrol pada akar tanaman (Iqbal *et al.*, 2024). Hidroponik bukan hanya sekadar budidaya tanaman tanpa tanah, tetapi merupakan suatu teknologi pertanian modern yang memungkinkan tanaman tumbuh optimal meskipun berada pada lahan yang terbatas, karena nutrisi yang diperlukan tanaman disediakan melalui larutan nutrisi yang terkontrol sehingga akar dapat menyerap unsur hara secara langsung dan efisien dalam air atau media lain yang tidak berupa (Saputro *et al.*, 2020). Hal ini menjadikan berbagai metode hidroponik dikembangkan untuk menyesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan kondisi lingkungan setempat, termasuk teknik yang memaksimalkan aliran nutrisi terhadap akar tanaman secara terus-menerus sehingga pertumbuhan dapat lebih stabil dan produktif (Saputro *et al.*, 2020).

Metode yang dipakai dalam hidroponik salah satunya adalah metode *Deep Flow Technique* (DFT). Metode ini 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 memiliki keunggulan berupa pasokan

nutrisi yang stabil sehingga mendukung pertumbuhan akar dan efisiensi fotosintesis meskipun terjadi pemadaman listrik. Namun, metode ini membutuhkan nutrisi lebih banyak dan perawatan intensif karena berisiko menurunkan kualitas larutan nutrisi serta meningkatkan potensi penyakit akar apabila tidak dikelola dengan baik. Keberhasilan penerapan metode DFT tidak hanya ditentukan oleh sistem aliran dan kedalaman larutan nutrisi, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas nutrisi yang diberikan kepada tanaman (Harsono, 2020).

Nutrisi hidaponik yang umum digunakan untuk tanaman Pakcoy adalah nutrisi AB mix. Nutrisi AB mix terdiri dari dua larutan terpisah, yaitu larutan A dan larutan B, yang tidak boleh dicampur dalam kondisi pekat karena dapat bereaksi dan mengendap. Larutan A mengandung Kalsium (Ca), Nitrogen (N), Besi (Fe), dan larutan B mengandung fosfor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg), Sulfur (S) serta unsur mikro seperti Mn, Zn, Cu, B, Mo (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 pencemaran lingkungan. Dengan demikian, diperlukan alternatif nutrisi untuk mengurangi penggunaan larutan AB mix, salah satunya melalui pemanfaatan pupuk organik cair (POC) sebagai nutrisi tambahan (Masluki *et al.*, 2015).

Berdasarkan penelitian Fevria *et al.*, (2023) menyatakan bahwa pupuk organik cair berbasis teknologi nano dapat meningkatkan efektivitas penyerapan unsur hara tanaman hingga 65–70%, karena ukuran partikel nano memungkinkan pergerakan nutrisi yang lebih optimal dan terkontrol di dalam media tanam. Menurut Razak,

(2021) penggunaan teknologi nano mampu memperkecil partikel hingga skala nanometer. Gambaran untuk skala nanometer tersebut dimana 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.

Penggunaan pupuk organik cair (POC) dengan teknologi nano sebagai alternatif nutrisi dalam sistem hidroponik telah banyak dilakukan pada berbagai bahan dasar tanaman. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu oleh Afrilisia *et al.* (2025) menggunakan POC dari tanaman rumput laut (*Sargassum* sp.) dengan teknologi nanobubble pada tanaman Pakcoy. Hasilnya menunjukkan bahwa pada perlakuan kombinasi 75% AB mix + 25 % POC nano memberikan pertumbuhan terbaik. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun POC rumput laut mampu meningkatkan efisiensi penyerapan hara serta kadar oksigen terlarut dalam larutan nutrisi, kandungan unsur haranya belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan tanaman secara optimal. Oleh karena itu, larutan AB mix masih berperan sebagai sumber nutrisi utama dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

Penelitian terdahulu oleh Alqaramah *et al.*, (2025) menggunakan POC dari daun paitan (*Tithonia diversifolia*) dengan teknologi nanonubble terhadap tanaman Pakcoy. Hasil terbaik pertumbuhan Pakcoy pada kombinasi 75% AB mix + 25% POC nano. Temuan ini mengindikasikan bahwa kandungan nutrisi dalam POC belum mampu sepenuhnya menggantikan peran AB mix. Hal ini menegaskan bahwa sinergi antara nutrisi anorganik dan organik masih diperlukan untuk mendukung pertumbuhan Pakcoy secara maksimal.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Tazri *et al.*, (2025) menggunakan POC dari daun Gamal (*Gliricidia sepium*) dengan teknologi nanobubble terhadap tanaman Pakcoy, didapatkan hasil terbaik untuk pertumbuhan Pakcoy yaitu pada kombinasi 50% AB mix + 50% POC nano. Kombinasi ini dinilai mampu menciptakan keseimbangan antara pemenuhan unsur hara anorganik dan organik, sehingga kebutuhan nutrisi tanaman dapat terpenuhi secara optimal tanpa mengurangi efisiensi pertumbuhan.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa POC daun Gamal memiliki potensi paling besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi utama dalam sistem hidroponik dibandingkan POC berbahan daun paitan maupun rumput laut. Pada perlakuan POC Gamal, kombinasi 50% AB mix dan 50% POC nano mampu menunjukkan keseimbangan nutrisi yang optimal, menandakan bahwa kandungan unsur hara organik dari daun Gamal dapat menggantikan sebagian besar peran pupuk anorganik. Temuan ini berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya, di mana penggunaan POC dari bahan lain masih memerlukan proporsi AB mix yang lebih tinggi untuk mencapai pertumbuhan tanaman yang optimal. Dengan demikian, POC daun Gamal berpotensi menjadi alternatif nutrisi yang lebih efisien dan berkelanjutan dalam budidaya hidroponik.

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 penyusain 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 yang 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 diperlukan penelitian mengenai penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk mengoptimalkan pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT. Penelitian ini bertujuan untuk pengoptimalan pertumbuhan dan hasil produksi pada sistem 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 dapat mengoptimalkan hasil pertanian dan pengurangan biaya produksi, terkhusus bagi petani hidroponik.

B. Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan tinggi tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT ?
2. Apakah terdapat pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan jumlah daun tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT ?
3. Apakah terdapat pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan luas daun tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT ?
4. Apakah terdapat pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan berat basah tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT ?
5. Apakah terdapat pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan berat kering tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT ?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan tinggi tanaman tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT.

2. Mengetahui pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan jumlah daun tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan luas daun tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem Hidroponik DFT.
4. Mengetahui pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan berat basah tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem Hidroponik DFT.
5. Mengetahui pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan berat kering tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT.

D. Hipotesis Penelitian

1. Terdapat pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan tinggi tanaman tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT.
2. Terdapat pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan jumlah daun tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT.
3. Terdapat pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan luas daun tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT.

4. Terdapat pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan berat basah tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT.
5. Terdapat pengaruh penggunaan POC daun Gamal teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan berat kering tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT.

E. Manfaat Penelitian

1. Menambah ilmu pengetahuan bagi pembaca dan pelaku hidroponik.
2. Memberikan informasi tentang penggunaan POC daun Gamal (*Gliricidia sepium* Jacq.) teknologi nano dengan sensor pH dan TDS untuk meningkatkan pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik DFT.
3. Sebagai acuan dan informasi bagi peneliti selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

1. Pemberian POC daun Gamal teknologi nano menggunakan alat sensor pH dan TDS berpengaruh terhadap tinggi tanaman Pakcoy dengan rata-rata 25,122 cm, dibandingkan tanpa menggunakan alat sensor pH dan TDS dengan rata-rata 20,911 cm.
2. Pemberian POC daun Gamal teknologi nano menggunakan alat sensor pH dan TDS sedikit berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman Pakcoy didapatkan rata-rata 17,33 helai, dibandingkan tanpa menggunakan alat sensor pH dan TDS dengan rata-rata 16 helai.
3. Pemberian POC daun Gamal teknologi nano menggunakan alat sensor pH dan TDS berpengaruh terhadap luas daun tanaman Pakcoy didapatkan rata-rata 514,646 cm², dibandingkan tanpa menggunakan alat sensor pH dan TDS dengan rata-rata 429,041 cm².
4. Pemberian POC daun Gamal teknologi nano menggunakan alat sensor pH dan TDS berpengaruh terhadap berat basah tanaman Pakcoy didapatkan rata-rata 236,285 g, dibandingkan tanpa menggunakan alat sensor pH dan TDS dengan rata-rata 200,495 g.
5. Pemberian POC daun Gamal teknologi nano menggunakan alat sensor pH dan TDS berpengaruh terhadap berat kering tanaman Pakcoy didapatkan rata-rata

30,701 g, dibandingkan tanpa menggunakan alat sensor pH dan TDS dengan rata-rata 26,086 g.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka disarankan perlu dilakukan penelitian tentang kandungan klorofil serta vitamin dari tanaman Pakcoy yang dibudidayakan secara hidroponik. Selain itu, perlu dilakukan pengamatan terhadap parameter lingkungan, seperti intensitas cahaya dan kelembapan udara untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif dan mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan tanaman Pakcoy dalam sistem hidroponik DFT.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, A., & Violita, V. (2022). Utilization of liquid organic fertilizer coffee (*Coffea arabica* L.) as a hydroponic nutrition in Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Bioscience*, 6(1), 25-32.
- 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.
- Agustina, N., Rachmat, H. H., & Syahputra, R. (2021). Sistem Monitoring dan Kontrol IoT Berbasis Android untuk Budidaya Tanaman Hidroponik Menggunakan Metode NFT. *Jurnal Inovtek Polbeng - Seri Informatika*, 6(2), 78–86.
- 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.
- 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.
- Badan Pusat Statistik. 2024. *Produksi Tanaman Sayuran Sawi*. Bidang Pertanian Hortikultura. Jakarta: BPS Statistics Indonesia. Badan Pusat Statistik. bps.go.id
- Banjardana, A., Andriani, T., & Putra, R. (2021). Prototipe sistem monitoring dan kontrol pH serta nutrisi hidroponik berbasis IoT. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, 6(3), 215–223.
- Boe, J. C. (2022). Pembuatan Pupuk dari Tanaman Gamal dan Pengaruhnya terhadap Tanaman Kangkung Darat. *Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(3), 150-155.

- Chairunnisak, C., Yefriwati, Y., & Darmansyah, D. (2024). Pemanfaatan berbagai bahan organik sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair (POC). *Jurnal Ilmiah Management Agribisnis (Jimanggis)*, 5(2), 69–76.
- Chuzaini, F., & Dzulkiflih, D. (2022). IoT monitoring kualitas air dengan menggunakan sensor suhu, pH, dan total dissolved solids (TDS). *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 11(3), 46-56.
- Dahlianah, I., Emilia, I., & Utpalasri, R. L. (2021). Respon Pertumbuhan Tanaman Sawi Pagoda (*Brassica narinosa* L.) Dengan Substitusi Poc Sampah Rumah Tangga Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(2), 337-344.
- Dungga, N. E., Kasim, N., & Nuranisa, L. (2024). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Organik dan Perlakuan Jarak Tanam. *Jurnal Agrivigor*, 60-76.
- 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).
- Elevitch, C. R., & Francis, J. K. (2006). *Gliricidia sepium (gliricidia)*, Fabaceae (*Legume Family*). Species Profiles For Pacific Island Agroforestry
- 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.
- Fajar, A. R., & Dewita, M. (2020). Dampak Pertumbuhan Penduduk Terhadap Infrastruktur di Kota Padang. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 1(3), 67-75.
- 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.
- Fevria, R., Farma,S.A., Edwin,E., & Purnamasari, D. (2021) . Comparison of Nutritional Content of Spinach (*Amaranthus gangeticus* L.) Cultivated Hydroponically and Non - Hidroponically. *Eksakta: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*. 22(1), 46-53.
- Fevria, R., Abdul Razak, Heldi, Nurhasan Syah, Eni Kamal, & Edwin. (2025). The application of nanotechnology-based liquid organic fertilizer for improving

- the quality of hydroponically grown vegetables. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 9(3), 346–358.
- Fevria, R., Vauzia, V., Farma, S. A., & Edwin, E. (2023). Effect of ecoenzyme addition on vitamin C levels of spinach (*Amaranthus* sp.) cultivated hydroponically. *In IcoBioSE 2021*, 224–230.
- 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.). *Science and Education (IcoBioSE 2021)*, 297–303.
- 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.
- Hadi, S., Sari, N. K., & Lestari, D. P. (2021). Aplikasi teknologi nano dalam bidang pertanian dan lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 9(1), 23–30.
- Hamidah, M. N., Safitri, N. I., Akbar, D. W., Uly, O. S., & Kurnianto, D. (2023). Prototype Sistem Monitoring Nutrisi dan Tingkat pH Air pada Budidaya Hidroponik Sayur Pakcoy Menggunakan Teknologi *Internet of Things* (IoT). *Jurnal Ilmiah Elektro*, 15(1), 13–20.
- Hariyanti, K., Khairani, L., & Susilawati, I. (2024). The effect of different doses of banana peel liquid organic fertilizer on the growth and productivity of dendekek (*Corchorus aestuans*). *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 24(2), 212–219
- Harsono, B. (2020). Sistem Hidroponik Berbasis Internet Of Things. *Dielektrika*, 7(2), 82.
- 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.
- Hidayat, R., & Lestari, D. (2021). Pengaruh teknologi nano terhadap efisiensi penyerapan nutrisi tanaman pada sistem hidroponik. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 145–152.
- 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.

- Iqbal, M., Kahar, K., & Kamaludin, A. (2024). Menanam dengan metode hidroponik untuk memperkuat ketahanan pangan di Kelurahan Sukarama. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Kesehatan Indonesia*, 3(2).
- Irwan, A. W., & Wicaksono, F. Y. (2017). Perbandingan pengukuran luas daun kedelai dengan metode gravimetric, regresi dan scanner. *Jurnal kultivasi*, 16(3).
- 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).
- Kasturi, I., Anugrahwati, D. R., & Santoso, B. B. (2022). Pertumbuhan dan hasil tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada berbagai kombinasi nutrisi tanaman sistem hidroponik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(2), 113–121.
- Kurniawan, M. H. P., & Hartono, R. (2023). Alat kendali pH dan nutrisi pada tanaman sayuran hidroponik berbasis Arduino. *Jurnal Teknologika*, 13(2), 85–93.
- Masluki., Naim, M., & Mutmainnah. 2015. Pemanfaatan pupuk organik cair (POC) pada lahan sawah melalui sistem mina padi. *Prosiding Seminar Nasional*. 2(1): 866-896.
- Maulana, H., Fachriza, A. Y., Azam, M. F., Maylinda, W. D., Pratama, I. R., & Moekti, N. S. G. P. (2023). Implementasi hidroponik sebagai bentuk pertanian modern guna meningkatkan ketahanan pangan di Desa Musir Lor. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia (JPMI)*, 2(2), 62–71.
- Megsari, R., & Asmuliani, R. (2020). Uji Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rappa* L.) Dengan Pemberian Nutrisi Ab-Mix Dan Pupuk Organik Cair Pada System Hidroponik. *Musamus journal of agrotechnology research*, 2(2), 45–51.
- Mufida, E., Anwar, R. S., Khodir, R. A., & Rosmawati, I. P. (2020). Perancangan alat pengontrol pH air untuk tanaman hidroponik berbasis Arduino Uno. *INSANtek – Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro*, 1(1), 1–6.
- Murti, F. A., & Nur'aini, H. (2023). Pengaruh Teknik Penyimpanan Terhadap Mutu Pakcoy (*Brassica rapa* L) Serta Konsentrasi Pakcoy Terhadap Sifat Fisik Dan Sensoris Jus Panas (Pakcoy Nanas). *Jurnal Multidisiplin Dehasen (MUDE)*, 2(2), 277-286.

- Muslimah, Y., Harahap, E. J., Lizmah, S. F., Siregar, M. P. A., Martunis, & Yuszikri. (2024). Nutrients and growing media effect on growth and physiological traits of pak choi plants (*Brassica rapa* L.). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 56(2), 652–659.
- Nazara, R. V., Telaumbanua, P. H., Harefa, K. S. E., Daeli, D. E. J., & Sole, R. A. (2024). Efektivitas Lama Pemberian Nutrisi terhadap Produktivitas Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Media Tumbuh Organik Secara Hidroponik Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*). *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 27(2), 201-212.
- Nopsagiarti, T., Indrawanis, E., Marlina, G., & Sari, G. (2023, December). Perubahan Nilai Ec, *Total Dissolved Solid* (TDS) dan Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa*) Aquaponik Sistem DFT (*Deep Flow Technique*) dengan Berbagai Media Tanam. In *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat* (Vol. 1, No. 1, pp. 38-43).
- Novriani, N., Nurshanti, D. F., Asroh, A., & Al'asri, A. (2019). Pemanfaatan daun gamal sebagai pupuk organik cair untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Klorofil: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian*, 14(2), 87–94.
- Nugraha, H. F. (2017). *TA: Pengaturan Air dan Nutrisi Secara Otomatis pada Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino* (Doctoral dissertation, Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya).
- Nur Hamidah, M., Dinnullah, R. N. I., & Nurdin, S. (2023). Prototype sistem monitoring nutrisi dan tingkat pH air pada budidaya hidroponik Pakcoy menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 15(1), 13–20.
- Oviyanti, F., Syarifah, S., & Hidayah, N. (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), 61–67.
- Paulus, J. M., Najoan, J., Supit, P. C., & Tiwow, D. S. (2020). Aplikasi POC (Pupuk Organik Cair) Daun Gamal Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis Berbasis Organik. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, 17(31), 38-45.
- 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.

- Priyambodo, B., & Hariyono, K. K. (2024). Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair Berbahan Daun Gamal (*Gliricidia sepium*) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 26(1).
- Priyatman, H., Supriono, S., & Irwanto, A. (2022). Aplikasi Teknologi IoT pada WTP Sistem Pendingin Air pada Mesin Pembangkit guna Menjaga Nilai pH dan TDS untuk Kualitas Air. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 24(3), 106–113.
- Putra, I. K. T. A., Wirawan, I. P. S., & Madrini, I. A. G. B. (2022). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Pengendali Suhu dan Nutrisi Berbasis IoT Pada Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa Chinensis*). *JURNAL BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 10(1), 157–167.
- Rahman, A., Putri, D. R., & Saputra, H. (2020). Aplikasi pupuk organik cair berbasis nano terhadap pertumbuhan tanaman sayuran. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 11(3), 210–218.
- Rahmawati, L., Salfina, & Agustina, E. (2017). Pengaruh Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa*). *Seminar Nasional Biotik*, 5(1), 296–301.
- Ramsari, N., & Hidayat, T. (2023). Teknologi *Internet of Things* (IoT) pada Tanaman Selada dan Pakcoy Hidroponik dengan Menggunakan Perhitungan MAPE. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 7(1), 41–47.
- Razak, A. (2021). *Ekonanobioteknologi: Konsep pendekatan pengembangan bidang kajian zoologi dan ekologi hewan*. Padang: Universitas Negeri Padang Repository.
- Rembet, F. F., Paat, F. J., & Najoran, J. (2021). Test the potential growth and yield of plants pak choi (*Brassica rapa* Subsp. chinensis) through hydroponics system- Nutrient Film Technique at the level of the concentration of nutrients AB Mix. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 2(2), 62-69.
- Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*, 1(2), 43-49.
- Rusly, M., & Rahman, D. Y. (2023). *Perkembangan penerapan nanoteknologi pada bidang pertanian*. *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (Jupiter)*, 10(1).
- Rusanti, Mahardhian Dwi Putra, G., & Widhiantari, I. A. (2025). Respon pertumbuhan tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) terhadap suhu dingin pada

- daerah perakaran dengan sistem hidroponik vertikal. *Journal of Agricultural Engineering and Technology*, 3(3), 224–238.
- Sari, N., & Nugroho, A. (2021). Peran pH larutan nutrisi terhadap serapan unsur hara tanaman hidroponik. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 49(1), 72–79.
- Saputro, J. S., Latifa, U., & Ramelan, A. (2020). Design of Nutrition Automation on *Lactuca sativa* NFT Hydroponic Systems. *Journal of Electrical, Electronic, Information, and Communication Technology*, 2(1), 14–17.
- Sartin, S., Tayan, B., Latue, S., Salam, M., Batuwa, T. A., Sanabuky, K., Fahira HJ. T., Pesireron, N. D., Laka, E., Besan, Y., Aulele, P., Dfinubun, M., Latumanusaite, R., Khadijah, S., Rahaded, R. M., Rada, M. U., Renngur, I. N., & Ritiau, S. P. (2023). Pelatihan penggunaan nutrisi AB mix pada tanaman sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) bagi kelompok hidroponik di Dusun Airlouw. *Pattimura Mengabdikan (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 1(1), 17.
- 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.
- Sholihah, A. N., Tohir, T., & Al Tahtawi, A. R. (2021). Kendali TDS nutrisi hidroponik *deep flow technique* berbasis IoT menggunakan fuzzy logic. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, 1(2), 89–98.
- Simanjuntak, M. N., Andromeda, T., & Alvin, Y. A. A. S. (2020). Perancangan sistem monitoring dan kendali derajat keasaman pada tanaman hidroponik sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) menggunakan metode kontrol PID. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro (TRANSIENT)*, 9(4), 556–563.
- 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.
- 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*.
- Songgo, A. D., Soebroto, S. P., & Setyawati, E. R. (2025). Penggunaan pupuk organik cair daun gamal (*Gliricidia sepium*) untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman selada. *AGROFORETECH*, 10(1), 1–8.

- Soverda, N., Swari, E., Neliyati, N., Putri, D., & Wahyuni, D. (2024). Growth response of pak choi (*Brassica rapa* L.) on different concentrations and intervals of eco-enzyme applications. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 52(1), 82-91.
- Sulaiman, H. S., & Yusof, Y. A. M. N. M. K. (2025). Automated Hydroponic Nutrient Dosing System: A Scoping Review of pH and Electrical Conductivity Dosing Frameworks. *AgriEngineering*, 7(2), 43.
- Sutedjo, A., Prasetyo, E., & Lestari, R. (2024). Pengaruh larutan nutrisi hidroponik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(2), 85–93.
- Tajuk, T. T. N., Zulkifli, Z., & Ramadhan, R. (2023). Aplikasi pupuk organik teknologi nano dan komposisi media tanam terhadap pertumbuhan tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(3), 120–129.
- Tanjung, S. B. F., Widyaningsih, S., & Adisti, H. Y. (2025). Analisis pertumbuhan dan biomassa tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) menggunakan teknik hidroponik sistem wick. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 4(2), 801–809.
- Tayanan, B., Late, S., Salam, M., Batuwael, T. A., Sanabuky, K., Tim, N. F. H., ... & Ritiau, 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.
- 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.
- 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), 155-160.
- 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.
- Wahyuni, F., Rosa, E., Fitri, S., Savitri, S., Khumaira, K., Puspita, D. E., & Al Fharabi, A. F. (2024). Sosialisasi budidaya tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan sistem hidroponik di Desa Lam Glumpang, Kecamatan Kuta Baro, Kabupaten Aceh Besar. *BAKTIMAS: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 6(2).

- Warintan, S. E., Purwaningsih, P., & Tethool, A. (2021). Pupuk organik cair berbahan dasar limbah ternak untuk tanaman sayuran. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(6), 1465-1471.
- 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.
- Wibowo, S., Nurhidayah, L., & Prasetyo, A. (2020). Pengaruh model hidroponik DFT terhadap pertumbuhan tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 8(2), 123–130.
- Witjaksono, G. S. B., Fachrani, D. K., Samodro, I. F., Hariyono, S. P., Arfi, Z. N. P., & Admanegara, R. C. (2023). Penggunaan Teknologi Tepat Guna Sistem Hidroponik dengan Memanfaatkan Lahan Kosong Di Kelurahan Rembang. *Jurnal Sosiologi Pertanian dan Agribisnis*, 5(2), 43-57.
- 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).