

SKRIPSI

PENERAPAN DAN KINERJA FERTIGASI BERPORI
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT (*Solanum
lycopersicum* L.)

APPLICATION AND PERFORMANCE OF POROUS
FERTIGATION ON TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) PLANT
GROWTH



Ayu Wandira
05021282126032

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025

SKRIPSI

**PENERAPAN DAN KINERJA FERTIGASI BERPORI
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT (*Solanum
lycopersicum* L.)**

***APPLICATION AND PERFORMANCE OF POROUS
FERTIGATION ON TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) PLANT
GROWTH***



**Ayu Wandira
05021282126032**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

SUMMARY

AYU WANDIRA *Application and Performance of Porous Fertigation on Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Plant Growth (Supervised by **Dr. Arjuna Neni Triana, S.TP., M.Si.**).*

*The research discussed the application of a porous fertigation system as an irrigation method in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivation. The system is designed to deliver water and nutrients evenly to the root zone using porous emitters. The research was conducted at the Plant House of Sriwijaya University from November 2024 to February 2025. The study applied watering durations of 2 and 3 minutes, nutrient concentrations of 500-2300 ppm and 700-2500 ppm, and two types of growing media including ultisol soil with husk charcoal and ultisol soil with cocopeat. Parameters observed included air temperature and humidity, conductivity of the emitter material, discharge and flow uniformity, solution temperature and pH, soil temperature and pH, plant growth, water productivity, and nutrient consumption. Results show that the porous fertigation system has high flow uniformity of up to 99.35% and is able to maintain ideal soil temperature and pH. The best sample was obtained at 2 minutes watering with 700-2500 ppm nutrients and ultisol cocopeat soil mix planting media, which resulted in a plant height of 81.1 cm, 198 leaves, 11 fruits, total fruit weight of 310.67 g, and water productivity of 16.53 kg/m³. Total nutrient consumption during the growth period was recorded at 1247.4 ml.*

Keywords: Porous Fertigation, Discharge, Discharge Uniformity, Water Productivity, Solution Concentration

RINGKASAN

AYU WANDIRA Penerapan dan Kinerja Fertigasi Berpori Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum L.*) (Dibimbing oleh **Dr. Arjuna Neni Triana, S.TP., M.Si.**)

Penelitian membahas penerapan sistem fertigasi berpori sebagai metode irigasi dalam budidaya tomat (*Solanum lycopersicum L.*). Sistem dirancang untuk menyalurkan air dan nutrisi secara merata ke zona akar menggunakan emitter berpori. Penelitian dilaksanakan di Rumah Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, selama November 2024 hingga Februari 2025. Penelitian mengaplikasikan durasi penyiraman 2 dan 3 menit, konsentrasi larutan nutrisi 500–2300 ppm dan 700–2500 ppm, dan dua jenis media tanam meliputi tanah ultisol dengan arang sekam dan tanah ultisol dengan cocopeat. Parameter yang diamati meliputi suhu dan kelembaban udara, konduktivitas bahan emitter, debit dan keseragaman aliran, suhu dan pH larutan, suhu dan pH tanah, pertumbuhan tanaman, produktivitas air, dan konsumsi nutrisi. Hasil menunjukkan bahwa sistem fertigasi berpori memiliki keseragaman aliran tinggi hingga 99,35% dan mampu menjaga suhu serta pH tanah ideal. Sampel terbaik diperoleh pada penyiraman 2 menit dengan nutrisi 700–2500 ppm dan media tanam campuran tanah ultisol cocopeat, yang menghasilkan tinggi tanaman 81,1 cm, jumlah daun 198 helai, jumlah buah 11 buah, total bobot buah 310,67 g, dan produktivitas air 16,53 kg/ m³. Total konsumsi nutrisi selama masa pertumbuhan tercatat sebesar 1247,4 ml.

Kata Kunci: Fertigasi berpori, Debit, Keseragaman Debit, Produktivitas Air, Konsentrasi Larutan

SKRIPSI

PENERAPAN DAN KINERJA FERTIGASI BERPORI TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum L.*)

APPLICATION AND PERFORMANCE OF POROUS FERTIGATION ON TOMATO (*Solanum lycopersicum L.*) PLANT GROWTH

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi
Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Ayu Wandira
05021282126032

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN DAN KINERJA FERTIGASI BERPORI TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.)

SKRIPSI

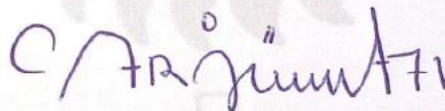
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh :

Ayu Wandira
05021282126032

Indralaya, Mei 2025

Menyetujui,
Pembimbing



Dr. Arjuna Neni Triana, S.TP., M.Si.
NIP. 197108012008012008

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan judul “Penerapan dan Kinerja Fertigasi Berpori Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)” oleh Ayu Wandira telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukkan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Dr. Arjuna Neni Triana, S.TP., M.Si.
NIP. 197108012008012008

Pembimbing (.....*Arjuna Neni Triana*.....)

2. Dr. Puspitahati, S.TP., M.P.
NIP. 197908152002122001

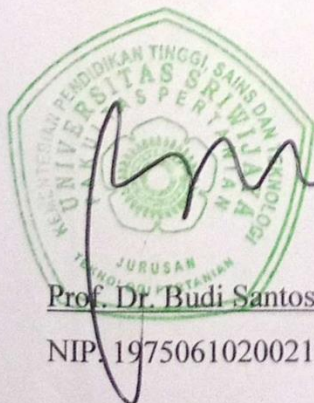
Penguji (.....*Puspitahati*.....)

Indralaya, Mei 2025

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian



Prof. Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si.
NIP. 197506102002121002

07 MAY 2025

Dr. Puspitahati, S.TP., M.P.
NIP. 197908152002122001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ayu Wandira

NIM : 05021282126032

Judul : Penerapan dan Kinerja Fertigasi Berpori Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.).

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil pengamatan saya sendiri di bawah supervisi pembimbing kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila di kemudian hari adanya unsur plagiarasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapatkan paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Mei 2025



Ayu Wandira

RIWAYAT HIDUP

Nama lengkap penulis adalah **Ayu Wandira**. Penulis dilahirkan di Kota Lahat pada tanggal 15 September 2003. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari Orang tua yang bernama Bapak Hendra Irmawansyah dan Ibu Harmawati.

Penulis menempuh pendidikan formal pertama pada Taman Kanak-Kanak di TK Muhammadiyah pada tahun 2008-2009, dan melanjutkan Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Lahat pada tahun 2009-2015. Kemudian melanjutkan pendidikan pada jenjang Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Lahat pada tahun 2015-2018 hingga kemudian masuk ke pendidikan pada jenjang Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Lahat pada tahun 2018-2021.

Sejak tahun 2021, penulis tercatat sebagai Mahasiswi di Universitas Sriwijaya Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian dengan Program Studi Teknik Pertanian melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Nasional (SBMTN). Penulis telah menyelesaikan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Harapan Jaya, Kecamatan Rambang, Muara Enim selama 40 hari pada tanggal 5 Desember 2023 sampai 12 Januari 2024. Penulis juga telah menyelesaikan magang pada bulan Juni-Juli 2024 di Blasta Hidroponik, Padang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang mana berkat rahmat dan ridho serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Penerapan dan Kinerja Fertigasi Berpori Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L)”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana sesuai dengan kurikulum yang ditetapkan oleh Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Skripsi ini disusun berdasarkan orientasi dan studi pustaka. Terima kasih kepada Ibu Dr. Arjuna Neni Triana S.TP., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik sekaligus pembimbing peneliti yang telah memberikan pengarahan, saran, masukan, dan motivasi dalam penulisan skripsi ini. Kepada orang tua dan keluarga yang telah membiayai hidup selama pendidikan. Kepada dosen pengajar yang telah membagi ilmu dan teman-teman yang selalu memberi semangat serta seluruh pihak terkait yang membantu penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari terdapat banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini baik dalam penyusunan maupun ide-ide. Oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar penyusunan skripsi ini menjadi lebih baik. Penulis juga semoga skripsi ini bermanfaat bagi orang banyak.

Indralaya, Mei 2025



Ayu Wandira

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala. Karena berkat dan Rahmat dari-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan ucapan banyak terima kasih kepada:

1. Yth, Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Yth, Bapak Prof. Dr. A. Muslim, M.Agr., selaku Dekan Fakultas Pertanian.
3. Yth, Bapak Prof. Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian, saya berterima kasih atas waktu, bimbingan, dan arahan yang sangat berarti dalam perjalanan studi saya.
4. Yth, Ibu Dr. Hilda Agustina, S.TP., M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian, atas segala bimbingan dan waktu yang telah diberikan selama masa studi saya.
5. Yth, Ibu Dr. Puspitahati, S.TP., M.P., Koordinator Program Studi Teknik Pertanian sekaligus dosen penguji, yang telah memberikan pengarahan, saran, masukan, dan motivasi dalam penulisan dan perbaikan skripsi ini.
6. Yth, Kepada Ibu Dr. Arjuna Neni Triana, S.TP., M.Si., selaku dosen pembimbing akademik dan skripsi sekaligus sosok yang penuh perhatian selama saya kuliah, yang telah dengan sabar membimbing, mengarahkan, dan mendukung saya selama proses penulisan skripsi ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, perhatian, dan ketulusan yang Ibu berikan. Semoga segala kebaikan Ibu dibalas dengan keberkahan dan kebahagiaan yang melimpah.
7. Kepada seluruh dosen Jurusan Teknologi Pertanian atas ilmu yang telah diberikan. Secara khusus kepada Bapak Farry Apriliano Haskari, S.TP., M.Si., yang telah membimbing saya sejak awal perkuliahan hingga kegiatan magang.
8. Kepada staf administrasi Jurusan Teknologi Pertanian, Kak Jhon, Mba Nike, dan Mba Siska, atas bantuan serta informasi yang sangat membantu selama masa studi saya.
9. Kedua orang tua penulis yaitu Ayah Hendra Irmawansyah dan Ibu Harmawati, saya mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya. Terima kasih atas

segala doa, kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang tiada henti sejak awal hingga akhir perjalanan studi ini. Tanpa restu, semangat, dan keikhlasan yang Ayah dan Ibu berikan, saya tidak akan mampu mencapai titik ini. Setiap langkah yang saya tempuh adalah hasil dari bimbingan dan cinta kalian yang tak ternilai. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan kepada Ayah dan Ibu. Skripsi ini saya persembahkan sebagai wujud cinta dan rasa terima kasih saya yang tak terhingga.

10. Saudara penulis, Kak Yohana Mutiara Dewi dan Kak Andra Agus Satria terima kasih telah menjadi penyemangat di kala lelah, tempat berbagi cerita, dan sumber kekuatan selama perjalanan studi ini. Semoga kebersamaan dan kasih sayang keluarga kita selalu terjaga.
11. Sahabat dan teman seperjuangan penulis, Hardiansyah, Bella Sapira, Dewi Mella Wati, Jaya Mega Kartika, Heni Purnama Sari, Farah Aprillia Andini, Fitri Bella Mawarni, dan Kharnesya Rahma Salaysha. Terima kasih atas semangat, dukungan, tawa, dan kebersamaan yang begitu berarti. Terima kasih telah menjadi teman diskusi, rekan belajar, tempat curhat, dan keluarga kedua selama masa kuliah.
12. Teman sekelas dan teman angkatan, terima kasih atas kebersamaan, semangat, dan pengalaman berharga yang telah kita lewati bersama.
13. Seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu. Dengan segala kerendahan hati penulis mempersembahkan skripsi ini dengan harapan dapat bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Mei 2025



Ayu Wandira

DAFTAR ISI

RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Irigasi Mikro	4
2.2. Irigasi Berpori	4
2.3. Fertigasi.....	5
2.4. Penyiraman.....	6
2.5. Emiter.....	7
2.6. Pupuk AB Mix	8
2.6.1. TDS	8
2.6.2. PH Larutan	9
2.7. Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	9
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	11
3.1. Waktu dan Tempat	11
3.2. Alat dan Bahan.....	11
3.3. Metode Penelitian.....	11
3.4. Cara Kerja	12
3.4.1. Instalasi Sistem Fertigasi Berpori	12
3.4.2. Penyemaian Benih Tomat (<i>Solanum Lycopersicum</i> L.).....	12
3.4.3. Penanaman Benih Tomat	13
3.4.4. Volume Air	13
3.4.5. Nutrisi AB mix.....	14

3.5. Parameter Pengamatan	14
3.5.1. Suhu dan Kelembaban Udara	14
3.5.2. Konduktivitas Hidrolik Material Emiter	14
3.5.3. Debit Emiter	15
3.5.4. Keseragaman Debit Emiter dan Standar Deviasi	15
3.5.6. Suhu dan pH Larutan	16
3.5.7. Suhu dan pH Tanah.....	16
3.5.8. Hasil Produksi	16
3.5.9. Produktivitas Air	16
3.5.10. Konsumsi Nutrisi	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Suhu dan Kelembaban Udara.....	18
4.1.1. Suhu Udara.....	18
4.1.2. Kelembaban Udara.....	19
4.2. Konduktivitas Hidrolik Material Emiter	20
4.3. Debit Emiter	22
4.4. <i>Emission Uniform</i> dan Standar Deviasi	23
4.5. Suhu Larutan Nutrisi	24
4.6. Potensial Hidrogen (pH) Larutan Nutrisi.....	25
4.7. Suhu Tanah	26
4.8. pH Tanah.....	28
4.9. Pertumbuhan Tanaman Tomat	29
4.9.1. Tinggi Tanaman Tomat.....	29
4.9.2. Jumlah Daun Tanaman Tomat	31
4.9.3. Jumlah Buah Tanaman Tomat dan Bobot Buah Tanaman Tomat	32
4.9.3.1. Jumlah Buah Tanaman Tomat	32
4.9.3.2. Bobot Buah Tanaman Tomat	33
4.10. Produktivitas Air Tanaman Tomat.....	35
4.11. Konsumsi Nutrisi AB Mix Tanaman Tomat.....	36
BAB 5 PENUTUP.....	37
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran.....	37

DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Rerata Suhu Udara <i>Indoor</i> dan <i>Outdoor</i> Rumah Tanaman Tomat Selama 10 MST (°C).....	18
Gambar 4.2. Rerata Kelembaban Udara Tanaman Tomat Selama 10 MST (%)..	20
Gambar 4.3. Rerata Debit Emiter (ml/m).....	22
Gambar 4.4. Suhu Larutan Nutrisi Tanaman Tomat (°C).....	24
Gambar 4.5. pH Larutan Nutrisi Tanaman Tomat.....	25
Gambar 4.6. Suhu Tanah Tanaman Tomat Sebelum dan Setelah Penyiraman (°C).....	26
Gambar 4.7. pH Tanah Tanaman Tomat Sebelum dan Setelah Penyiraman.....	28
Gambar 4.8. Rerata Tinggi Tanaman Tomat (cm).....	29
Gambar 4.9. Rerata Jumlah Daun Tanaman Tomat.....	31
Gambar 4.10. Rerata Jumlah Buah Tanaman Tomat.....	32
Gambar 4.11. Total Bobot Buah Tanaman Tomat (g).....	33
Gambar 4.12. Rerata Bobot Buah 1x Panen.....	33
Gambar 4.13. Produktivitas Air Tanaman Tomat (kg/m ³).....	35
Gambar 4.14. Konsumsi Nutrisi AB Mix Tanaman Tomat (ml).....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Konduktivitas Hidrolik Material Emiter.....	21
Tabel 4.2. <i>Emission Uniform</i> (EU)/Keseragaman Emiter.....	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Diagram Alir Penelitian.....	46
Lampiran 2.	Diagram Alir Proses dan Pelaksanaan Penelitian.....	47
Lampiran 3.	Instalasi Fertigasi Berpori.....	48
Lampiran 4.	Data Suhu Udara dan Kelembaban Udara Selama 70 HST.....	49
Lampiran 5.	Hasil Pengukuran Debit Emiter, Keseragaman Debit Emiter, dan Standar Deviasi Fertigasi Berpori.....	52
Lampiran 6.	Suhu Larutan Nutrisi Tanaman Tomat (°C).....	54
Lampiran 7.	pH Larutan Nutrisi Tanaman Tomat.....	55
Lampiran 8.	Suhu Tanah Tanaman Tomat menggunakan Fertigasi Berpori (°C).....	56
Lampiran 9.	pH Tanah Tanaman Tomat menggunakan Fertigasi Berpori.....	57
Lampiran 10.	Pertumbuhan Tanaman Tomat menggunakan Fertigasi Berpori....	58
Lampiran 11.	Produktivitas Air Tanaman Tomat menggunakan Fertigasi Berpori (kg/m ³).....	60
Lampiran 12.	Konsumsi Nutrisi Tanaman Tomat menggunakan Fertigasi Berpori (ml).....	61
Lampiran 13.	Dokumentasi Penelitian.....	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi fertigasi memiliki keunggulan dalam pengaturan hara dan air, sehingga kebutuhan hara dan air pada tanaman selalu tercukupi. Fertigasi merupakan teknik pemberian nutrisi dan air secara simultan melalui sistem irigasi, di mana pupuk dialirkan melalui emiter yang ditempatkan di dekat akar tanaman (Jabbar dan Purnaningsih, 2022). Sistem fertigasi memungkinkan pengelolaan air dan nutrisi secara lebih tepat, mengurangi risiko erosi tanah serta penyakit pada akar, sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mengurangi pemborosan (Fajar *et al.*, 2018).

Pengelolaan air yang tepat dibutuhkan untuk mencapai hasil dan efisiensi yang optimal dalam pertanian, termasuk pada tanaman hortikultura (Zinkernagel *et al.*, 2020). Sistem fertigasi berpotensi meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman. Penggunaan fertigasi memberi manfaat bagi tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dengan meningkatnya kandungan bahan kering serta kualitas buah. Namun, fertigasi juga memiliki kelemahan, seperti potensi pengendapan larutan pupuk pada sistem irigasi serta risiko kerusakan tanaman akibat ketidakseimbangan nutrisi jika tidak dikelola dengan baik (Kalsumy dan Nihayati, 2018).

Ketersediaan air yang cukup sangat penting, karena tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) memiliki sistem perakaran yang memerlukan kelembapan stabil guna mencegah stres akibat kekurangan air (Sulistyowati *et al.*, 2021). Pengelolaan air yang tepat secara langsung berpengaruh terhadap ukuran serta kandungan total padatan terlarut dalam tomat (*Solanum lycopersicum* L.), yang berperan dalam menentukan kualitasnya. Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) memerlukan pasokan air yang memadai, khususnya pada tahap pertumbuhan vegetatif dan pembentukan buah, guna memperoleh hasil yang optimal. Meningkatnya kebutuhan air akan mempengaruhi pertumbuhan buah seperti ukuran, jumlah dan warna. Volume kebutuhan air tanaman dengan memakai material berpori ialah 7,8 liter hingga 14,8 liter untuk 60 tanaman, lebih efisien dibandingkan dengan sistem

penanaman konvensional. Pada minggu pertama hingga ketiga setelah tanam, kebutuhan air mencapai sekitar 200 ml per hari. Volume tersebut meningkat menjadi 300 ml pada minggu keempat, lalu bertambah lagi menjadi sekitar 400 ml pada minggu ketujuh hingga kesepuluh. Namun, setelah memasuki minggu ke-11 hingga ke-14, kebutuhan air menurun kembali menjadi sekitar 300 ml (Triana *et al.*, 2023). Kekurangan atau kelebihan air dapat menghambat pertumbuhan dan hasil tanaman, sehingga penting untuk mengatur pemberian air secara tepat (Zhang *et al.*, 2025). Irigasi berpori merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tomat (*Solanum lycopersicum L.*) dengan efisien, serta memungkinkan distribusi air dan nutrisi secara merata ke seluruh media tanam.

Sistem irigasi berpori merupakan metode irigasi bawah permukaan yang menggunakan emitter berpori, dirancang untuk mengalirkan air langsung ke zona akar tanaman. Sistem irigasi berpori berbeda dengan irigasi konvensional karena menghindari perkolasi, memanfaatkan bentuk dan material khusus pada emitternya untuk mengurangi kehilangan air secara signifikan. Emitter berpori menghasilkan aliran air yang cukup untuk menjaga kelembaban tanah di sekitar zona akar tetap stabil. Dengan aliran terbatas, potensi penguapan dan infiltrasi berlebihan ke lapisan bawah dapat diminimalkan, mencegah perkolasi berlebih yang dapat merusak keseimbangan kelembaban sekitar akar. Sistem irigasi berpori terbukti sangat efisien dalam penggunaan air, dengan distribusi air yang merata mencapai 91,33% pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum L.*). Selain meningkatkan efisiensi penggunaan air, sistem irigasi berpori juga berperan positif dalam mengurangi cekaman air di tanah, yang berkontribusi pada peningkatan salinitas. Hal tersebut karena bahan tekstil yang digunakan sebagai emitter dalam sistem irigasi berpori memiliki tingkat permeabilitas tertentu, yang memungkinkan pengaturan rembesan air secara konstan dan menjaga kelembaban tanah pada level yang optimal (Triana *et al.*, 2023).

Pemberian nutrisi melalui sistem irigasi berpori perlu diperhatikan unsur hara, di mana tanaman tomat (*Solanum lycopersicum L.*) memerlukan unsur hara makro dan mikro. Kedua jenis unsur hara tersebut terkandung dalam nutrisi AB Mix, sehingga pemanfaatan AB Mix sebagai sumber nutrisi untuk tanaman tomat

(*Solanum lycopersicum* L.) sangat efektif (Mas'ud dan Widhiant, 2021). Pupuk atau nutrisi yang masih padat harus dilarutkan terlebih dahulu agar unsur hara dapat diserap oleh akar tanaman. Menurut (Urfan dan Wahyuni, 2025) tanaman tomat *cherry* (*Lycopersicum cerasiformae* Mill) tumbuh dengan baik ketika menggunakan nutrisi cair berupa AB Mix.

Penggunaan nutrisi dengan konsentrasi yang tepat merupakan faktor kunci keberhasilan dalam produksi tanaman. Penting untuk memperhatikan konsentrasi larutan nutrisi yang diaplikasikan pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.), disebabkan tanaman membutuhkan konsentrasi yang berbeda pada tiap fase tumbuhnya. Menurut Mas'ud dan Widhiant, (2021) penggunaan media tanam *cocopeat* dengan konsentrasi nutrisi AB Mix antara 700-3500 ppm terbukti efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat, yang memberi pengaruh signifikan terhadap tinggi, luas daun, dan bobot buah per tanaman.

Fertigasi berpori berpotensi untuk memaksimalkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi, terutama dalam menghadapi tantangan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan di pertanian modern. Mengingat pentingnya menjaga keseimbangan nutrisi dan kelembaban yang optimal untuk tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.), penelitian tentang penerapan dan kinerja sistem fertigasi berpori pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas sistem tersebut dalam mendukung pertumbuhan tomat (*Solanum lycopersicum* L.).

1.2. Tujuan

Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem irigasi berpori dengan cara fertigasi berdasarkan debit dan konsentrasi larutan pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Tjoneng, A., dan Saida, S. (2022). *Effect Of Raw Water Type And Dosage Of Ab Mix Solution On Growth And Production Of Kailan (Brassica oleraceae) With Hydroponics System Deep Flow Technique*. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 3(1), 54–61. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v3i1.201>
- Adhiguna, R. T., dan Rejo, A. (2018). Teknologi Irigasi Tetes dalam Mengoptimalkan Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2018*, 1(1), 107–116.
- Ahyamaqvira, R., Mayani, N., dan Syamsuddin. (2023). Efektivitas Rizobakteri Isolat Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Koloni Patogen *Fusarium oxysporum* Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.) Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 47–54.
- Alpandi, M. A., dan Hanova, Y. (2023). Pengembangan Sistem Irigasi Tetes Di Lahan Pertanian Tidak Beririgasi. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 125–130. <https://doi.org/10.30743/jtsip.v2i1.7670>
- Amaliah, W., Syukur, M., dan Suhardiyanto, H. (2018). Pengaruh Pendinginan Daerah Perakaran terhadap Produksi Cabai (*Capsicum annum* L.) di dalam Rumah Tanaman Kawasan Tropika. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(2), 139–147. <https://doi.org/10.29244/jhi.9.2.139-147>
- Amin, C., N.P, S. D., dan Amaru, K. (2023). *Kajian Respons Kualitas Dissolved Oxygen Pada Sistem Smart Watering Dan Autopot Akibat Pengaruh Perubahan Suhu Lingkungan* (pp. 175–185).
- Angelika, A. S., Santoso, B. B., dan Nufus, N. H. (2022). Pengaruh Media Tanam dan Interval Penyiraman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*). *Jurnal Agrista*, 13(3), 113–118.
- Ansharullah, A., Tamrin, T., Wahyuni, S., La Rianda, L. R., Madiki, A., Bahrin, A., Iswandi, M., Nafiu, L. O., La Aba, L. A., dan Salam, N. (2023). Pengeringan Biji Kakao Menggunakan Plastik Ultraviolet Dan Penentuan Mutu Sesuai Standar Sni. *Jurnal Abdi Insani*, 10(4), 2335–2343. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v10i4.937>
- Ariandi, L. M., Mahardhian Dwi Putra, G., dan Abdullah, S. H. (2018). Analisis Komposisi Serbuk Gergaji Terhadap Konduktivitas Hidrolik Pipa Mortari

- Irigasi Tetes Bawah Permukaan Tanah. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 6(1), 39–52. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v6i1.70>
- Arsyad, M. (2017). Modul perhitungan hidrologi pelatihan perencanaan bendungan tingkat dasar 2017. *Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi*, 148.
- Azhari, A. P., Jufri, A., Nurrachman, Jihadi, A., dan Nufus, N. H. (2023). Uji Kinerja Teknis Irigasi Tetes pada Budidaya Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Lahan Kering Desa Slengen Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Agrotek UMMAT*, 10(4), 326–337.
- Dewi, V. A. K., Putra, R. P., dan Afrianto, W. F. (2021). Kajian Potensi Vinase Sebagai Bahan Fertigasi di Perkebunan Tebu (*Saccharum Officinarum* L.), 8(1), 465–475.
- Dyka, T. M. P. (2018). Pengendalian pH dan Ec pada Larutan Nutrisi Hidroponik Tomat Ceri. 1–92.
- Eliakim, P. (2022). Pengaruh Waktu Pemberian EM-4 Pada Berbagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculantum* Mill). *Juripol (Jurnal Institusi Politeknik Ganesha Medan)*, 5(1), 100–115. <https://doi.org/10.33395/juripol.v5i1.11314>
- Eriawati. (2020). Pemanfaatan Jenis Tumbuhan Dari *Famili Solanaceae* Sebagai Media Pembelajaran Biologi Pada Sub Konsep Klasifikasi Tumbuhan Di Smp Negeri 1 Simpang Tiga Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar National Biotik*, 5(9), 418–430.
- Ezperanza, P., Suryadi, E., dan Amaru, K. (2023). Penggunaan Komposisi Media Tanam Arang Sekam, *Cocopeat* Dan Zeolit Pada Sistem Irigasi Tetes Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Melon. *Journal of Integrated Agricultural Socio-Economics and Entrepreneurial Research (JIASEE)*, 1(2), 19. <https://doi.org/10.26714/jiasee.1.2.2023.19-24>
- Fadhlillah, R. H., Dwiratna, S., dan Amaru, K. (2019). *Performance of Floating Raft Fertigation System on Water Spinach Plants (Ipomea reptans Poir.) Cultivation*. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(2), 165–179.
- Fajar, A., Abdullah, S. H., dan Priyati, A. (2018). Rancang Bangun dan Uji Kinerja Sistem Kontrol Fertigasi Dengan Irigasi Ttes. In *Jurnal AGROTEK* (Vol. 5, Issue 1).

- Furqon, H. Z., Bafdal, N., dan Suryadi, E. (2020). Kajian Kualitas Air Hujan yang Diberi Nutrisi AB Mix dan Kebutuhan Air Tanaman pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tomat Beef (*Solanum lycopersicum* L. var Validum) Menggunakan Media Tanam Campuran A. *Prosiding Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-44 UNS Tahun 2020*, 4(1), 231–237. <https://jurnal.fp.uns.ac.id/index.php/semnas/article/view/1668>
- Gulton, R. (2018). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair (POC) Limbah Tahu Pada Berbagai Media Tanam Secara Fertigasi.
- Halimatus, E., Putri, S. A., Wahyuni, A. D., Amelia, D., Putra, F. S., dan Hapsari, R. (2024). Manfaat Tomat (*Solanum Lycopersicum* L.) sebagai Likopen dan Sumber Antioksidan Alami Literature. *Karimah Tauhid*, 3(12), 13949–13960.
- Herianto, Hamrul, H., dan Musyrifah. (2023). Rancang Sistem Alat Penyiraman Tanaman Bunga Otomatis Berbasis *Internet Of Things*. *Journal of Computer and Information System (J-CIS)*, 6(2), 19–26.
- Hilmi, R. Z., Hurriyati, R., dan Lisnawati. (2018). Kajian Thermal Unit Pada Empat Variates Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) yang Dibudidayakan Dengan Sistem Hidroponik *Nutrient Film Technique* dan Substrat (Vol. 3, Issue 2).
- Jabbar, F. A., dan Purnaningsih, N. (2022). *Dissemination of Fertigation Installation (Drip Irrigation) to Save Water Use for Agriculture in Beji Village*. In *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat Oktober* (Vol. 4, Issue 2).
- Kalsumy, U., dan Nihayati, E. (2018). Pengaruh Interval Fertigasi dan Perbedaan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat Cherry (*Lycopersicum cerasiformae* Mill.) Dengan Sistem Hidroponik. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(11), 2903–2909.
- Kase, S. J. M., Louk, A. C., dan Bukit, M. (2023). Saboakpeat : Media Tanam Berbahan Dasar Sabut Buah Lontar. *Jurnal Fisika*, 8(2).
- Lestari, N. M. I., Abdullah, S. H., dan Priyati, A. (2019). Analisis Uji Kinerja Emitter Cincin (*Ring Irrigation*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L). *Jurnal Universitas Mataram*, 03, 345–351.
- Manaqib, M. (2017). Pemodelan Matematika Infiltrasi Air Pada Saluran Irigasi Alur. *Jurnal Matematika (MANTIK)*, 03(01), 23–29.
- Marisa, M., Carudin, C., dan 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>
- Mas'ud, H., dan Widhiant, L. (2021). *Growth And Results Of Tomato (Lycopersicon Esculentum Mill) In Various Media Of Growth And Nutrition Hydroponic*. In *Agrotekbis* (Vol. 9, Issue 2).
- Nafila, A., Prijatna, D., Herwanto, T., Handarto, dan Alumnus. (2018). *Structural and Functional Analysis of Greenhouse (Case Study at Experimental Field and Greenhouses Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran)*. *Jurnal Teknotan*, 12(1), 36–49.
- Narafidya, A., Sumarsono, J., Abdullah, S. H., dan Side, G. N. De. (2024). Aplikasi Sistem Irigasi Tetes Bawah Permukaan Untuk Tanaman Selesri (*Apium graveolens* L.) Menggunakan Selang Benang Pada Tanah Lempung Berpasir. *Ayan*, 15(1), 37–48.
- Nazara, R. V., Hanum, C., Hasanah, Y., Hidayat Telaumbanua, P., Telaumbanua, B. V., dan Laoli, D. (2023). *Analysis of Physiological Characteristics of AB Mix Concentration in Cherry Tomato Plant*. *Journal of Agricultural Sciences*, 21(1), 2023.
- Nazari, D., Prihatini, A., Rusdiansyah, R., Siregar, M., Puja, A., dan Rahmi, A. (2020). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* MILL.) Pada Pemberian Pupuk ZN dan Jarak Tanam yang Berbeda. *Ziraa 'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 45(3), 241.
- Nugrahani, L. (2018). Kajian Perubahan Suhu Lingkungan terhadap EC dan pH Larutan Nutrisi dalam autopot pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Cherry (*Solanum Lycopersicum* Var.Cerasiforme). *Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran*.
- Oktarian, A. R., Tasmi, Antony, F., dan Verano, D. A. (2023). Rancang Sistem Monitoring Kualitas Dan Ketinggian Air Berbasis *Internet of Things* (Iot). *Journal of Intelligent Networks and IoT Global*, 1(2), 75–83.
- Permatasari, L., Muliatiningsih, M., dan Muanah, M. (2021). *Study Of The Effectiveness Of Drip Irrigation Techniques On The Use Of Diferent Mulse In Dry Land Tomato Cultivation*. *Protech Biosystems Journal*, 1(2), 1.
- Pohan, S. A., dan Oktoyournal, O. (2019). Pengaruh Konsentrasi Nutrisi A-B Mix Terhadap Pertumbuhan Caisim Secara Hidroponik (*Drip system*). *Lumbung*, 18(1), 20–32. <https://doi.org/10.32530/lumbung.v18i1.179>

- Pratiwi, D. A., Triyono, S., Rahmawati, W., dan Haryanto, A. (2023). *The Effect of Hydroponic System Type and Nutrient Jar Size on the Yield of Cherry Tomatoes (Lycopersicum escelentum M.)*. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(3), 373–382.
- Purba, D. W., dan Maulana, J. (2021). Respon Pemberian Pupuk AB-Mix dan Berbagai Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Terung Ungu (*Solanum melongena L.*) Secara Hidroponik dengan Sistem Wick. *Jurnal Agrotek Ummat*, 8(2), 54. <https://doi.org/10.31764/jau.v8i2.5195>
- Putra, G. R. R. A., Susilawati, dan Adam, R. I. (2021). Sistem Monitoring dan Otomatis Pengontrolan Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara dan Suhu Udara pada Tanaman Tomat Berbasis Web. *Indonesian Journal of Applied Ainformatics (IJAI)*, 05(02), 136–145.
- Putri, R. E., Khainur, A., dan Andasuryani, A. (2023). Pengembangan Sistem Otomatisasi pH Larutan Nutrisi pada Hidroponik Sistem DFT (*Deep Flow Technique*) Berbasis IOT. *AgriTECH*, 43(3), 259.
- Rahman, K., Novitasari, E., Jamaluddin, dan Ilham. (2024). Evaluasi Kinerja Sistem Irigasi Tetes Berbasis Gravitasi dengan Menggunakan Limbah Plastik. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 10(2), 175–184.
- Renadevisari, C., Sukma, M., Mardiyah, A. T., dan Nur, F. (2024). *The Influence Of Different Growing Media On The Growth Of Water Spinach (Ipomea Reaptains Poir) Using Aquaponic Technology*. *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan (BioLink)*, 11(1), 90–103.
- Reskiana, Setiawan, B. I., Saptomo, S. K., dan Mustatiningsih, P. R. D. (2015). Uji Kinerja Emiter Cincin. *Jurnal Irigasi*, 9(1), 63.
- Sa'adah, N., dan Widyaningsih, S. (2018). Pengaruh Pemberian CO₂ terhadap pH Air pada Pertumbuhan *Caulerpa racemosa* var. *uvifera*. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(1), 17. <https://doi.org/10.14710/jkt.v21i1.2460>
- Sadiyoko, A., Perdana, K. A., dan Naa, C. F. (2023). *Improving the Concentration Accuracy of Fertilizer Application in Hydroponic System Using PLC*. *Teknik*, 44(2), 149–157. <https://doi.org/10.14710/teknik.v44i2.53301>
- Saidah, H., Wayan, Y. I., dan Ernita, H. (2015). Keseragaman Tetesan Pada Irigasi Tetes Sistem Gravitasi. *Spektrum Sipil*, 1(2), 133–139.
- Shabira, S. P., Hereri, A. I., dan Kesumawati, E. (2020). Identifikasi Karakteristik

- Morfologi dan Hasil Beberapa Jenis Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*) di Dataran Rendah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(2), 51–60. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i2.11042>
- Siloinyanan, D. M., Supeno, dan Siallagan, J. (2024). Campuran Gambut Sabut Kelapa (Cocopeat) dan Tanah Sebagai Media Tumbuh Yang Berdaya Tampung Air Tinggi Bagi Tanaman Tomat. *Avogadro, Jurnal Kimia*, 8, 13–25.
- Sulistyowati, L., dan Nurhasanah. (2021). Analisa Dosis Ab Mix Terhadap Nilai Tds Dan Pertumbuhan Pakcoy Secara Hidroponik. *Jambura, Agribusiness Journal*, 3(1), 28–36.
- Sulistyowati, Nurchayati, Y., dan Setiari, N. (2021). Pertumbuhan dan Produksi Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Varietas Servo pada Frekuensi Penyiraman yang Berbeda. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 6(1), 26–34. <https://doi.org/10.14710/baf.6.1.2021.26-34>
- Suminar, E., Mubarak, S., Nuraini, A., Ezura, H., dan Fitriatin, F. W. (2021). Kandungan Prolin, Klorofil, dan Hasil Tanaman Tomat Mutan IAA9 Pada Kondisi Cekaman Suhu Tinggi. *Agrikultura*, 31(3), 280. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v31i3.30924>
- Suranata, I. W. A., dan Prathama, I. G. H. (2021). Arsitektur *Moisture Meter* dengan *Capacitive Sensing* dan *Serverless IoT* Untuk Hidroponik Fertigasi. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 292–300. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2993>
- Triana, A. N., Setiawan, B. I., Imanudin, M. S., dan Hersamsi. (2023). Perancangan dan Kinerja Irigasi Bawah Permukaan Menggunakan Emitter Porus untuk Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*, L.). *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology (IJASEIT)*, 13(4), 4.
- Umam, M. S., Telaumbanua, N., dan Siahaan, E. (2024). Mendeteksi Potensi Sumber Daya Air sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air melalui Pembelajaran Project Penguatan Profil Pelajar Pancasila. *Jurnal Ikatan Keluarga Alumni Undiksha*, 22(1), 25–35.
- Urfan, M., dan Wahyuni, E. S. (2025). Pengaruh Konsentrasi Nutrisi AB Mix terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tiga Varietas Tomat Cherry (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) Hidroponik Sistem NFT. *Jurnal Agrolant*, 8(1), 12–25.

- Virलयani, A., Kuba, M. S. S., Irfan, A., dan Hasanuddin, N. (2024). Korelasi antara Debit Aliran dan Analisis Sedimen di Sungai Bila Kabupaten Sidrap. *AJST (Arus Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 2(1), 178–184.
- Wahyurini, E., dan Lagiman. (2020). Teknik Budidaya dan Pemuliaan Tanaman Tomat. *Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Waluyo, T. (2020). Analisis Finansial Aplikasi Dosis dan Jenis Pupuk Organik Cair Terhadap Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Jurnal Ilmu Dan Budaya*, 41(70), 8357–8372.
- Wonda, E., dan Bothmir, J. (2018). Analisa debit pada luas tangkapan kawasan pemukiman. *Portal Sipil*, 7(1), 53–62.
- Wulansari, N. K. L., Windriyati, R. D. H., dan Kurniawati, A. (2022). Pengaruh Varietas dan Media Tanam pada Sistem Hidroponik Tetes Tomat Ceri di Dataran Rendah. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 5(3), 477–484. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i3.975>
- Yahaya, S., Aibu, S., Usman, A., dan Lado, A. (2018). *Productivity of Tomato (Solanum lycopersicon L.) as affected by Cultivar and Organic amendment in Kano. Journal of Organic Agriculture and Environment*, 11(1), 17–24.
- Yos, S., dan Trubus, S. (2018). 100 KIAM SUKSES HIDROPONIK: HIDROPONIK.
- Zamriyetti, dan Siregar, M. (2018). Respon Pemberian Pupuk Bioboost dan Beberapa Jenis Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Pada Sistem Tanam Hidroponik Sumbu. *Journal of Animal Science and Agronomy Panca Budi*, 3(1), 55–59.
- Zhang, H., Sun, X., dan Song, W. (2023). *Physiological and Growth Characteristics of Tomato Seedlings in Response to Low Root-zone Temperature. HortScience*, 58(4), 442–448.
- Zhang, M. ., Liu, S. P., Zhang, S. W., dan Li, Y. (2025). *Soil Stoichiometric Characteristics of Greenhouse Tomato Regulated By Irrigation System. Applied Ecology and Environmental Research*, 23(1), 387–411.
- Zinkernagel, J., Maestre-Valero, J. F., Seresti, S. Y., dan Intrigliolo, D. S. (2020). *New technologies and practical approaches to improve irrigation management of open field vegetable crops. Agricultural Water Management*, 242, 106404. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106404>