



Optimasi Desain Tower Aeroponik dan Jenis Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir)

Optimization of Aeroponic Tower Design and Growing Media Types on the Growth of Water Spinach (*Ipomoea reptans* Poir)

Ringga Anugrah¹, Dea Pauziah Nandini Putri¹, Resti Fajarfika¹, Ai Yanti Rismayanti¹, Ardli Swardana¹, Novrizza Sativa^{*,1}

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Garut, Garut, Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: nasativa@gmail.com



Abstrak. Kemajuan teknologi dan pertumbuhan aktivitas ekonomi di wilayah perkotaan mendorong ekspansi kawasan kota yang menyebabkan peningkatan kebutuhan dan nilai lahan sehingga ketersediaan ruang untuk kegiatan budidaya tanaman menjadi semakin terbatas. Sistem hidroponik dengan tipe tower aeroponik merupakan solusi budidaya modern yang fleksibel dan dapat diterapkan di berbagai lokasi, termasuk lahan luas, wilayah perkotaan, pedesaan, hingga bangunan bertingkat, namun masih menghadapi tantangan utama berupa kebutuhan investasi awal yang relatif tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dua desain tower aeroponik yaitu pipa PVC dan ember, dengan variasi media tanam terhadap pertumbuhan tanaman kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.) untuk memperoleh alternatif instalasi dan media tanam yang efisien, ramah lingkungan, ekonomis, dan berkelanjutan dalam produksi sayuran. Percobaan ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Petak Terbagi (split plot) dengan faktor 2×4 , di mana desain sistem aeroponik sebagai petak utama terdiri atas instalasi berbahan pipa (P1) dan ember (P2), sedangkan jenis media tanam sebagai anak petak meliputi rockwool (M1), dakron (M2), spons (M3), dan kain flanel (M4), setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%. Hasil menunjukkan interaksi antara jenis instalasi dan media tanam terhadap pertumbuhan kangkung pada umur 14 HST, ditunjukkan oleh parameter tinggi tanaman dan jumlah daun. Perlakuan terbaik untuk tinggi tanaman diperoleh pada kombinasi instalasi pipa (P1) dan media dakron a(M2), sedangkan jumlah daun tertinggi terdapat pada kombinasi instalasi ember (P2) dan media rockwool (M1).

Kata kunci: efisiensi air, media hidroponik alternatif, sistem hidroponik, urban farming.

Abstract. Advanced technology and the growth of economic activity in urban areas have driven urban expansion, leading to increased land demand and value, thereby limiting the availability of space for crop cultivation. Hydroponic systems represent a flexible modern cultivation solution that can be applied in various settings, including large-scale land and urban areas, as well as tall buildings; however, they still face major challenges, particularly the relatively high initial investment cost. This study aimed to analyze the effects of two aeroponic tower designs, namely PVC pipe and bucket systems, combined with different growing media on the growth of water spinach (*Ipomoea reptans* Poir.) to identify efficient, environmentally friendly, economical, and sustainable alternatives for vegetable production. The experiment employed an experimental

method using a split-plot design with a 2×4 factorial arrangement. The aeroponic system design served as the main plot, consisting of pipe-based installation (P1) and bucket-based installation (P2), while the growing media as subplots included rockwool (M1), dacron (M2), sponge (M3), and flannel cloth (M4). Each treatment was replicated four times. The collected data were analyzed using the Least Significant Difference (LSD) test at a 5% significance level. The results revealed an interaction between installation type and growing media on water spinach growth at 14 days after planting (DAP), as indicated by plant height and leaf number parameters. The best treatment for plant height was observed in the combination of pipe installation (P1) and dacron media (M2), whereas the highest leaf number was obtained from the combination of bucket installation (P2) and rockwool media (M1).

Keywords: *alternative growing media, hydroponic system, urban agriculture, water use efficiency.*

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi serta pertumbuhan aktivitas ekonomi di wilayah perkotaan mendorong meningkatnya kebutuhan lahan untuk berbagai fungsi seperti perkantoran, sarana publik, dan permukiman. Kondisi tersebut menyebabkan nilai lahan mengalami kenaikan yang signifikan. Konsekuensinya, ruang yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat menjadi semakin terbatas, khususnya untuk kegiatan budidaya tanaman (Lestari *et al.*, 2020). Sistem hidroponik merupakan solusi budidaya modern yang dapat mengatasi masalah tersebut (Reftyawati *et al.*, 2024). Hidroponik dapat diterapkan di berbagai tempat, baik di lahan luas, daerah perkotaan, pedesaan, maupun di atas gedung bertingkat (Radinka *et al.*, 2023). Selain itu, kebersihan tanaman lebih terjaga karena tidak bersentuhan dengan tanah, menggunakan media tanam steril, serta didukung penggunaan air dan pupuk yang efisien (Andriansyah *et al.*, 2021). Keunggulan tersebut menjadikan hidroponik semakin relevan dalam pengembangan pertanian berkelanjutan, terutama di wilayah urban (Ninasari *et al.*, 2024). Kamilah *et al.* (2021) menambahkan bahwa penerapan teknologi hidroponik berperan penting dalam mendukung aktivitas bercocok tanam pada skala rumah tangga.

Salah satu sistem hidroponik yang sedang berkembang adalah tower aeroponik. Sistem tower aeroponik adalah sistem budidaya tanaman dengan akar menggantung di udara atau lingkungan lembap tanpa adanya tanah atau media agregat lainnya. Sistem irigasinya hanya akar dan udara yang membentuk butiran air di udara dengan menyemprotkan larutan nutrisi ke akar tanaman secara berkala. Akar yang menggantung di udara akan menerima suplai air serta nutrisi, sehingga memungkinkan efisiensi penggunaan air, nutrisi, dan ruang tanam. Sistem aeroponik menjadi sangat penting karena kedepannya masyarakat membutuhkan hasil produk yang stabil, alami dan aman untuk dikonsumsi. Populasi manusia diprediksi akan menjadi 10 triliun, dengan tantangan lahan digunakan untuk urban sehingga dalam memproduksi hasil pertanian memerlukan cara budidaya yang menghasilkan produksi lebih tinggi (Henry, 2023; Gurley, 2020). Kelebihan dari penggunaan sistem tower aeroponik ini dapat memproduksi sayuran di kawasan perkotaan

yang memiliki keterbatasan lahan, seperti di area pemukiman dengan area lahan terbatas (Sativa *et al.*, 2024).

Sistem hidroponik merupakan metode yang efektif untuk mendukung pertumbuhan berbagai jenis tanaman hortikultura (Leonard *et al.*, 2021). Hidroponik dengan tipe tower aeroponik memiliki keunggulan metode yang lebih efisien untuk menumbuhkan sayuran hijau. Biasanya tanaman yang ditanam dengan cara konvensional dapat terkontaminasi bakteri dan patogen dari tanah sehingga penggunaan hidroponik dan aeroponik meminimalisir kekurangan ini. Terutama budidaya tanaman sayur yang memiliki potensi ekonomi tinggi seperti selada, bayam, mentimun, tomat, kale, okra, strawberry, kangkung, dan lainnya (Gurley, 2020; Hamawi *et al.*, 2024).

Sayuran seperti Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) dapat ditanam menggunakan sistem hidroponik. Hortikultura ini merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak diminati oleh masyarakat di Indonesia (Iswari *et al.*, 2024). Tanaman ini mempunyai pertumbuhan yang cepat serta mampu dipanen dalam kurun waktu sekitar 25–30 hari setelah penanaman (Syarifudin *et al.*, 2022). Karakter pertumbuhannya yang cepat menjadikan kangkung sebagai komoditas pendukung ketersediaan pangan lokal (Wardhani, 2018).

Salah satu cara untuk memenuhi ketahanan pangan adalah dengan menanam sayuran secara hidroponik, tetapi tantangan utama dalam penerapan sistem hidroponik adalah kebutuhan investasi awal yang relatif tinggi (Rumambi *et al.*, 2023). Harga satu paket instalasi hidroponik tower (tower aeroponik) dipasaran relatif tinggi, berada pada kisaran Rp438.000,00 – Rp866.000,00 tergantung ukuran pipa dan jumlah lubang tanam. Sehingga menjadi hambatan bagi pengguna pemula dan masyarakat yang memiliki daya beli terbatas. Kondisi ini mendorong perlunya inovasi berupa desain sistem hidroponik yang tidak hanya efisien secara teknis, tetapi juga ekonomis (Dodiya *et al.*, 2025).

Selain desain sistem, media tanam juga memiliki peran penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman (Febriani *et al.*, 2021). Rockwool sering digunakan karena mempunyai daya tampung udara dan air yang besar sehingga menjadi media tanam yang umum untuk digunakan (Marnando *et al.*, 2022). Namun mengingat rockwool adalah barang impor yang relatif cukup mahal maka diperlukan alternatif pengganti media tanam yang lain (Lubis *et al.*, 2023). Media tanam yang dapat berpotensi sebagai pengganti rockwool diantaranya dakron, spons, dan kain flanel. Ketiga media tersebut memiliki kemampuan menyalurkan nutrisi secara stabil, menyediakan sirkulasi udara yang baik di area perakaran, serta menyerap dan mempertahankan air dalam waktu yang cukup lama (Anastasya, 2022; Vanesaputri *et al.*, 2022). Pemilihan media tanam dalam sistem budidaya tanpa tanah sangat penting karena berfungsi sebagai penyangga akar, penyimpan cadangan air, serta penyedia ruang udara yang mendukung penyerapan nutrisi

secara optimal. [Rasdanelwati et al. \(2025\)](#) menyatakan bahwa perbedaan karakteristik fisik dan kimia antar media tanam berpengaruh signifikan terhadap parameter pertumbuhan kangkung seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang.

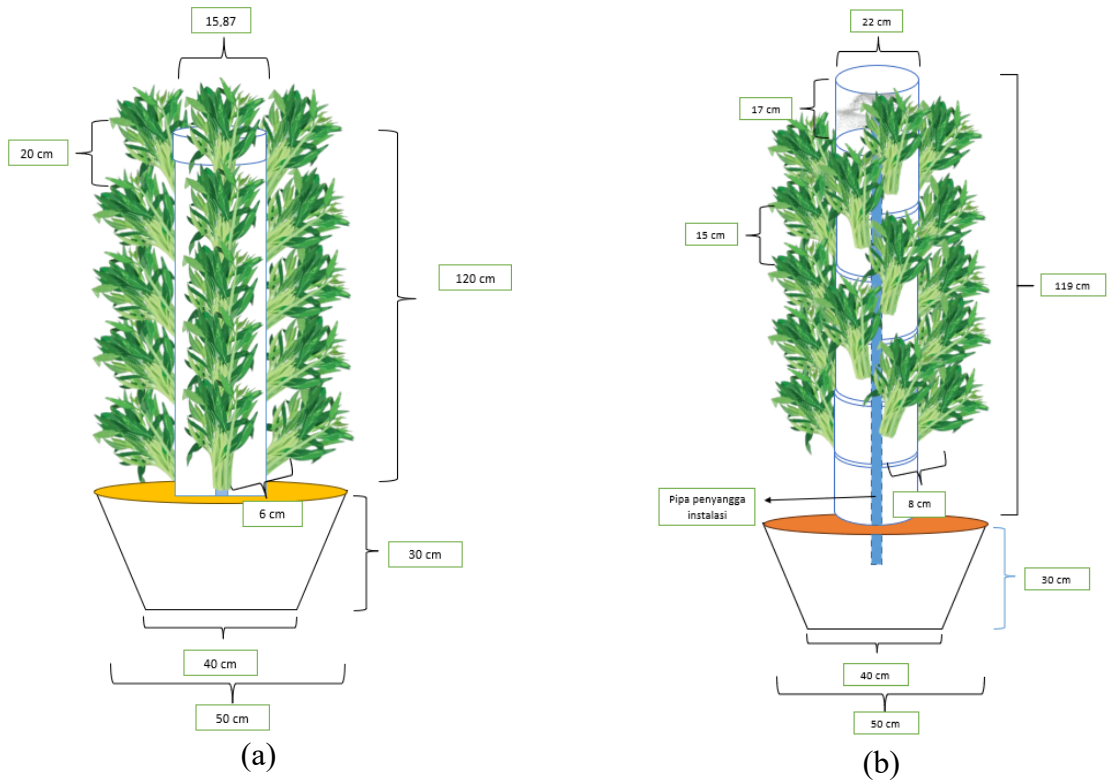
Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa desain sistem hidroponik dan media tanam memberikan pengaruh mandiri pada tanaman. [Hafijah et al. \(2019\)](#) menjelaskan desain sistem hidroponik berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sawi. Perlakuan variasi media tanam memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau ([Gafar et al., 2023](#)). Menurut [Supiana et al. \(2022\)](#) pertumbuhan tanaman yang optimal dalam sistem tower aeroponik dipengaruhi oleh kesesuaian desain alat tower aeroponik yang digunakan, karena berkaitan dengan efisiensi suplai air dan nutrisi. Media tanam pada hidroponik substrat juga memiliki peran strategis sebagai sarana penyalur larutan nutrisi yang mendukung proses pertumbuhan tanaman. Media yang digunakan berupa rockwool, dakron, spons, dan kain flannel yang didesain langsung bisa digunakan untuk menanam tanpa substrat lain.

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dua desain tower aeroponik, yaitu desain Pipa PVC dan dari ember, dengan variasi media tanam terhadap pertumbuhan tanaman kangkung (*Ipomoea reptans* Poir). Hasil penelitian diharapkan dapat menemukan alternatif instalasi tower aeroponik dan media tanam yang efisien, ramah lingkungan, ekonomis, serta berkelanjutan untuk produksi tanaman sayuran.

2. Bahan dan Metode

Percobaan dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan bulan April 2025 berlokasi di Pataruman, Kecamatan Tarogong Kidul, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC) berdiameter 15,87 cm, ember berdiameter 22 cm, ember penampung air kapasitas air 45 L, meteran, penggaris, netpot, kain flanel, mistar, wadah semai, teko ukur, label, pH meter, dan TDS meter. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) varietas Tornadi (benih pertiwi), media tanam (kain flanel, spons, dakron, rockwool), larutan nutrisi AB Mix merek Paramudita.

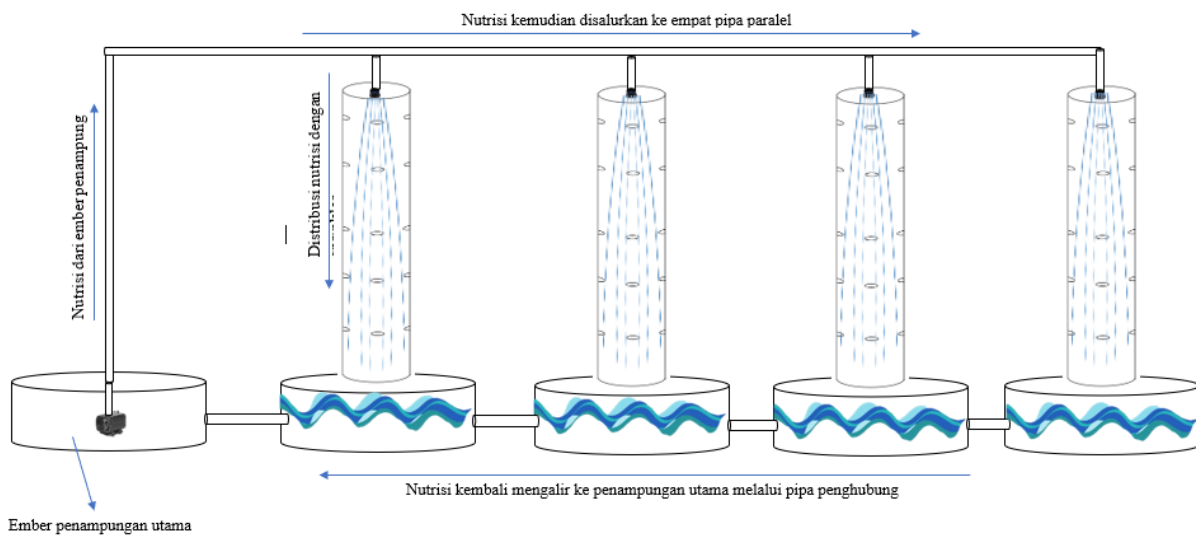
Instalasi yang digunakan dalam penelitian terdiri atas dua tipe dengan karakteristik rancangan yang berbeda ([Gambar 1](#)). Tipe I dibuat menggunakan bahan pipa PVC berfungsi sebagai jalur vertikal untuk aliran larutan nutrisi dari sprinkler di bagian atas menuju reservoir di bagian bawah melalui ruang kosong di dalam pipa. Tipe II menggunakan bahan dasar ember plastik daur ulang yang disusun secara vertikal menyerupai menara ([Gambar 2](#)). Setiap ember pada tipe II memiliki sekat horizontal yang membentuk ruang genangan tipis untuk mempertahankan kelembapan di sekitar akar tanaman. Struktur tumpukan ember diperkuat dengan pipa penyangga di bagian tengah agar instalasi tetap stabil dan tegak selama proses penelitian berlangsung.



Sumber: Desain pribadi
 Gambar 1. Desain aeroponik tower (a) desain instalasi hidroponik Tipe I, (b) desain instalasi tipe II.



Sumber: Dokumentasi pribadi
 Gambar 2. Ember yang digunakan pada tipe instalasi II.



Sumber: Desain pribadi
 Gambar 3. Susunan dan cara kerja instalasi tower aeroponik.

Mekanisme kerja instalasi pada percobaan yang dilakukan dimulai dari larutan nutrisi di ember penampungan utama, lalu dipompa naik melalui pipa vertikal dan didistribusikan ke empat pipa paralel di bagian atas. Nutrisi kemudian mengalir ke bawah pada setiap tower untuk membasahi akar tanaman, setelah itu larutan kembali ke penampungan utama melalui pipa penghubung sehingga membentuk sirkulasi tertutup yang berulang dan efisien ([Gambar 3](#)).

Media tanam yang digunakan terdiri atas empat perlakuan rockwool (M1), dakron (M2), spons (M3), kain flanel (M4). Tahap persiapan media tanam dilakukan dengan menyesuaikan ukuran dan bentuk setiap bahan agar siap digunakan pada sistem budidaya. Rockwool dan spons dipotong berbentuk kubus berukuran 3 cm × 3 cm × 3 cm sehingga benih memiliki ruang tumbuh yang seragam dan mudah ditempatkan ke dalam netpot, pada media spons setiap sudut dan bagian tengah disayat agar tanaman dapat tersimpan dengan baik ([Gambar 4](#)). Media dacron dibentuk mengikuti kontur netpot untuk memastikan posisi tanaman tetap stabil serta tidak menghambat aliran larutan nutrisi. Kain flanel dipotong dengan lebar 2 cm dan panjang 60 cm, lalu bagian tengahnya digunakan sebagai titik penempatan bibit sebelum kain digulung perlahan sebagai penyangga untuk tanaman ([Gambar 5](#)).



Sumber: Dokumentasi pribadi
Gambar 4. Media tanam spons.



Sumber: Dokumentasi pribadi
Gambar 5. Media tanam flanel.

Percobaan dilakukan secara eksperimental dengan Rancangan Petak Terbagi (*Splitplot*) dengan faktor 2 x 4, sehingga total plot adalah 8. Faktor pertama sebagai petak utama adalah desain sistem aeroponik, yaitu Instalasi berbahan pipa (P1), Instalasi berbahan ember (P2). Faktor kedua sebagai anak petak adalah jenis media tanam yang terdiri atas empat perlakuan rockwool (M1), dakron (M2), spons (M3), dan kain flanel (M4). Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak

empat kali dengan 20 tanaman per plot percobaan, sehingga total terdapat 160 netpot tanaman. Pada setiap netpot berisi 5 benih tanaman kangkung, sehingga total tanaman adalah 800 tanaman. Data kemudian dianalisis menggunakan uji ANOVA kemudian di uji lanjut dengan Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Pengamatan dilakukan mulai dari tanaman berumur 7 hari setelah tanam (HST) sampai dengan berumur 28 HST. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, panjang daun, luas daun, diameter batang, dan panjang akar. Berikut cara yang dilakukan untuk mengukur setiap parameter:

- 1) Tinggi tanaman, dilakukan pengukuran dimulai dari pangkal batang hingga ke ujung daun tertinggi pada semua tanaman di plot percobaan. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada saat tanaman berumur 7, 14, 21, dan 28 Hari Setelah Tanam (HST).
- 2) Jumlah daun, dari semua tanaman di plot percobaan dihitung, mulai dari daun muda yang telah terbuka sempurna hingga daun yang paling tua. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman berumur berumur 7, 14, 21, dan 28 HST.
- 3) Panjang daun, dilakukan pengukuran dimulai dari pangkal daun hingga ke ujung daun. Pengukuran panjang daun dilakukan pada saat tanaman berumur 7, 14, 21, dan 28 HST.
- 4) Lebar daun, dilakukan pengukuran dengan cara melipat pangkal dan ujung daun daun menjadi setengah bagian kemudian dihihug lebar daun tersebut. Pengukuran panjang daun dilakukan pada saat tanaman berumur 7, 14, 21, dan 28 HST.
- 5) Luas daun, seluruh luas dari daun dewasa diamati pada saat panen berumur 28 HST dengan menggunakan rumus $LD = P \times L \times K$, Keterangan:
 P: Panjang daun
 L: Lebar daun
 K: Konstanta (0,636) (Susilo, 2015).
- 6) Diameter batang, jangka sorong (mm) digunakan untuk mengukur diameter batang, diukur dari bagian bawahnya (5 cm dari permukaan media tanam). Pengamatan dilakukan pada 28 HST saat panen.
- 7) Panjang akar, pengamatan parameter panjang akar dilakukan pada saat panen berumur 28 HST, dilakukan dengan menggunakan alat ukur penggaris untuk melakukan pengukuran panjang dari pangkal akar hingga ujung akar tanaman.

Percobaan dilakukan bertahap melalui lima proses mencakup pembibitan, penanaman, penyulaman, pemeliharaan, hingga tahap pemanenan. **1) Pembibitan:** Benih terlebih dahulu melalui tahap seleksi mutu dengan metode perendaman, di mana benih berkualitas baik ditandai dengan tenggelam ke dasar air, sedangkan benih yang mengapung dinyatakan tidak layak

digunakan. Benih kangkung direndam selama 12 jam sebelum ditanam sebagai upaya mempercepat perkecambahan. Bibit disiram setiap hari sebanyak 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari. Setelah berumur 3 hari bibit mulai disiram dengan AB mix dengan konsentrasi 200 parts per million (ppm). Proses pembibitan dilakukan sampai bibit memperlihatkan perkembangan empat daun sejati, yang umumnya dicapai dalam rentang waktu satu minggu. **2) Penanaman:** penanaman dilakukan pada dua jenis instalasi yang berbeda, masing-masing menggunakan jenis media tanam yang berbeda. Jumlah instalasi yang digunakan sebanyak delapan unit, dengan setiap unit terdiri atas dua puluh netpot. Pada setiap netpot ditanam lima benih tanaman kangkung ukuran seragam sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan. Konsentrasi nutrisi AB mix yang digunakan pada saat awal penanaman sebesar 600 ppm. **3) Penyulaman:** setelah dilakukan penanaman pemeliharaan yang dilakukan adalah memastikan tanaman tumbuh serempak dan tidak ada yang mati, bila terdapat tanaman yang mati maka dilakukan penyulaman dengan tanaman yang sudah disediakan. **4) Pemeliharaan:** pemeliharaan dimulai dengan pengecekan konsentrasi AB mix setiap hari guna memastikan kecukupan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Penambahan nutrisi AB mix dilakukan setiap 7 hari sekali dengan meningkatkan konsentrasi sebanyak 100 ppm sampai tanaman berumur 28 HST, air dan nutrisi hanya ditambahkan saja tidak diganti total. Hasil Analisis TDS pemberian tidak akan selalu pas sesuai 600 ppm, tetapi ada kelebihan max di 50 ppm sehingga kisaran yang diberikan pertama kali max di 600-650 ppm Analisis pH dilakukan setiap hari dengan kisaran pH di 5,5 – 6,5, jika kondisi air kurang atau lebih diberikan larutan pH khusus untuk menyeimbangkan sesuai kebutuhan tanaman. Selain pemeliharaan tanaman dilakukan pemeliharaan instalasi untuk memastikan agar setiap komponen yang digunakan berfungsi dengan baik mulai dari pompa, saluran air pada pipa, splinkler, ember penampung air. **5) Pemanenan:** proses panen dilakukan dengan pengumpulan data akhir berupa tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, luas daun, diameter batang, dan panjang akar untuk mengevaluasi hasil akhir dari percobaan yang dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan instalasi pipa (P1) dan media tanam tidak terjadi interaksi, tetapi memberikan pengaruh secara mandiri pada 7, 21, dan 28 HST terhadap tinggi tanaman ([Tabel 1](#)), dan menunjukkan Interaksi pada umur 14 HST ([Tabel 2](#) dan [Tabel 3](#)).

Hasil percobaan menunjukkan bahwa desain instalasi aeroponik pipa (P1) memberikan respons pertumbuhan tinggi tanaman paling optimal pada pengamatan 7, 21, dan 28 HST berturut turut adalah 24,55cm, 58,42cm dan 83,25cm, yang mengindikasikan peran instalasi dalam meningkatkan efisiensi pertumbuhan melalui ketersediaan unsur hara yang lebih optimal di zona

perakaran sehingga mendorong perkembangan vegetatif tanaman. Media rockwool (M1) pada 7 HST memberikan pengaruh mandiri dengan nilai 24, 84 cm pada awal minggu pertumbuhan. Adapun parameter pengamatan jumlah daun tipe instalasi tidak menunjukkan perbedaan signifikan, tetapi media memberikan respons terbaik dengan rockwool di usia 28 HST jumlah 38,80 helai.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman dan jumlah daun yang dipengaruhi oleh perlakuan instalasi dan media tanam (HST).

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			Jumlah daun (Helai)		
	7 HST	21 HST	28 HST	7 HST	21 HST	28 HST
P1	24,55b	58,42b	83,25b	7,97a	23,67a	36,40a
P2	22,47a	46,30a	67,23a	7,97a	22,02a	32,50a
M1	24,84b	52,53a	71,63a	8,45a	24,87a	38,80b
M2	23,65a	49,91a	72,31a	7,95a	21,05a	30,05a
M3	22,96a	52,08a	78,34a	7,83a	22,62a	34,85a
M4	22,58a	54,92a	78,67a	8,00a	22,85a	34,10a

Keterangan: Kesamaan huruf pada nilai rata-rata dalam kolom yang sama menunjukkan bahwa perlakuan tersebut tidak berbeda secara statistik menurut uji BNT pada tingkat 5%. HST (Hari Setelah Tanam). P1 (Instalasi Pipa), P2 (Ember Kue), M1 (Rockwool), M2 (Dakron), M3 (Spons), M4 (Kain Flanel).

Tinggi tanaman sangat dipengaruhi oleh tipe instalasi, tetapi jumlah daun tidak terpengaruh oleh tipe instalasi. Sedangkan jumlah daun sangat dipengaruhi oleh media tanam. Hal ini menunjukkan hasil yang didukung oleh penelitian sebelumnya bahwa faktor tersebut pada sistem aeroponik sangat dipengaruhi oleh berbagai kondisi, terutama oleh kecukupan unsur hara yang terkandung dalam larutan nutrisi yang diberikan kepada tanaman ([Hairul et al., 2020](#)).

Perbedaan jenis media tanam memengaruhi tinggi tanaman terutama pada fase awal pertumbuhan, yang ditunjukkan oleh keunggulan rockwool pada umur 7 HST, namun pengaruh tersebut menjadi tidak signifikan pada usia 28 HST untuk tinggi tanaman, sehingga menunjukkan bahwa variasi kemampuan media dalam menjaga kelembapan dan aerasi akar hanya berperan dominan pada tahap awal pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian [Istenič et al. \(2024\)](#) menjelaskan hal tersebut terjadi karena rockwool mempunyai retensi air dan udara dalam jumlah yang besar sehingga mendukung penyerapan air dan nutrisi pada awal pertumbuhan.

Perlakuan dengan perbedaan media tanam dakron, spons, dan flanel tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap parameter tinggi tanaman pada umur 21 dan 28 HST. Hasil ini menandakan kesetaraan fungsi media lainnya setara dengan rockwool. Penelitian sebelumnya menunjukkan hal yang sama di mana perlakuan media setara dengan kontrol, [Nurifah and Fajarfika \(2020\)](#) menjelaskan hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi AB Mix dan kondisi aerasi yang mendukung pertumbuhan optimal sebagaimana pada perlakuan kontrol.

Perlakuan media tanam dakron, spons, dan flanel pada pengamatan jumlah daun umur 7 dan 21 HST tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kondisi tersebut menegaskan bahwa

ketiga media tanam tersebut memiliki kemampuan yang sebanding dengan media rockwool dalam mendukung pembentukan jumlah daun. Temuan ini makin menunjukkan bahwa dakron, spons, dan flanel berpotensi digunakan sebagai pilihan media tanam alternatif yang lebih efisien untuk menunjang pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung.

Pengaruh berbeda nyata terlihat pada perlakuan rockwool 28 HST namun tidak memberikan pengaruh berbeda nyata pada perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa efek media tanam terhadap pembentukan daun baru mulai terlihat pada fase pertumbuhan vegetatif aktif, ketika akar telah berkembang optimal dan mulai berperan aktif dalam penyerapan air serta unsur hara. Dari hasil penelitian [Pirhat \(2025\)](#) menjelaskan bahwa fase vegetatif awal perakaran belum maksimal dalam penyerapan unsur hara khususnya N, P, dan K. Nitrogen yang tersedia pada fase ini sebagian besar digunakan untuk pembentukan klorofil dan sintesis protein, yang menjadi dasar pertumbuhan daun muda, sedangkan fosfor memiliki peran sebagai perangsang pertumbuhan akar untuk meningkatkan serapan hara. Pada fase vegetatif aktif nitrogen berfungsi memberikan percepatan pembentukan daun dan batang, sedangkan fosfor mempercepat pembelahan sel dan aliran *Adenosin trifosfat* (ATP) untuk pertumbuhan jaringan.

Berdasarkan hasil penelitian terjadi interaksi antara desain instalasi dan jenis media yang digunakan pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun pada usia 14 HST ([Tabel 2](#) dan [Tabel 3](#)).

Tabel 2. Rata-rata interaksi instalasi dan media tanam pada variabel pengamatan tinggi tanaman 14 HST.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm) pada umur HST			
	Rockwool (M1)	Dakron (M2)	Spons (M3)	Flanel (M4)
Instalasi Pipa (P1)	41,70 ^b B	42,78^b C	40,80 ^b A	40,64 ^b A
Instalasi Ember (P2)	32,98 ^a C	27,93 ^a A	30,01 ^a B	33,95 ^a D

Keterangan: Nilai yang memiliki kesamaan huruf kapital pada arah horizontal serta huruf kecil pada arah vertikal menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Hari Setelah Tanam (HST).

Kombinasi perlakuan instalasi pipa dan media tanam dakron (P1M2) menunjukkan perlakuan terbaik ditunjukkan dengan rata-rata tinggi tanaman yang lebih tinggi dibanding perlakuan yang lain. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kinerja media tanam sangat dipengaruhi oleh tipe instalasi yang digunakan pada hari ke 14 HST. Interaksi menandakan bahwa pengaruh media tanam terhadap pertumbuhan tanaman bergantung pada sistem instalasi dan media yang digunakan. Interaksi dapat terjadi karena terjadi kesinambungan antar dua faktor yang saling memengaruhi ([Andrian et al., 2022](#)).

Instalasi pipa memperlihatkan hasil pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan ember, diduga karena pipa memiliki aliran nutrisi yang lebih baik sehingga dapat menyediakan

nutrisi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman kangkung. Instalasi pipa tidak terdapat sekat yang menahan air turun ke bawah lebih cepat, meskipun tertahan di setiap ember pada instalasi 2, tetapi tidak menjamin nutrisi, oksigen dan aliran air yang sama pada setiap sudutnya. Hal ini menjadi catatan temuan pada penelitian ini jika akan menggunakan ember, lubang sekat tidak boleh sedikit. Selain itu, penggunaan instalasi ember rentan condong ke sisi tertentu, hal ini sangat berpengaruh pada penyebaran air dan nutrisi pada akar tanaman. Sehingga penggunaan instalasi ember kedepannya harus diperbaiki dari sisi kekokohan tower agar tetap lurus.

Temuan ini didukung oleh [Supiana et al. \(2022\)](#) menuturkan bahwa perlakuan desain instalasi mampu meningkatkan kinerja akar dalam menyerap unsur hara yang diberikan secara lebih optimal. Instalasi ember memperlihatkan hasil pertumbuhan yang lebih rendah, kemungkinan disebabkan oleh kurang optimalnya distribusi nutrisi di dalam sistem tersebut. Tingkat distribusi nutrisi yang kurang baik menyebabkan lambatnya pertumbuhan tanaman ([Taulabi et al., 2024](#)).

Perlakuan dakron pada instalasi pipa mampu menciptakan kondisi pertumbuhan yang paling optimal. Kondisi ini disebabkan karena dakron mampu menopang pertumbuhan akar serta menyerap larutan nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Hal ini didukung dengan pendapat [Abror and Arrohman \(2019\)](#) dakron berperan dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman dengan cara mempertahankan kondisi kelembaban di zona perakaran, serta menyediakan tingkat porositas dan aerasi yang optimal sehingga proses penyerapan unsur hara berlangsung secara efektif.

Tabel 3. Rata-rata interaksi instalasi dan media tanam pada variabel pengamatan jumlah daun pada umur 14 HST.

Perlakuan	Jumlah daun (Helai)			
	Rockwool (M1)	Dakron (M2)	Spons (M3)	Flanel (M4)
Instalasi Pipa (P1)	14,65a C	13,90b B	14,05a B	12,80a A
Instalasi Ember (P2)	16,50b C	13,05a A	14,05a B	16,35b C

Keterangan: Nilai yang memiliki kesamaan huruf kapital pada arah horizontal serta huruf kecil pada arah vertikal menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Hari Setelah Tanam (HST).

Perlakuan kain flanel pada instalasi ember menunjukkan rata-rata interaksi tertinggi dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Kondisi ini diduga karena kain flanel mempunyai kemampuan menyerap nutrisi secara stabil dan cepat sehingga tanaman dapat memperoleh nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan tanaman. Temuan ini didukung oleh pendapat [Mulianda et al. \(2024\)](#) karakteristik kain flanel ditandai oleh kapasitas serap yang tinggi, disertai proses masuknya cairan yang berlangsung secara cepat dan optimal. Menurut [Setiawan \(2022\)](#) perbedaan ukuran lebar kain flanel memengaruhi karakteristik kapilaritas, di mana ukuran yang lebih kecil meningkatkan aliran nutrisi menuju akar tanaman, sementara ukuran yang lebih besar cenderung

membatasi proses penyerapan nutrisi oleh sistem perakaran. Pada percobaan yang dilakukan kain lebar flanel berukuran 2 cm mampu menunjukkan nilai rata-rata interaksi tertinggi, hal ini menunjukkan bahwa ukuran tersebut sudah ideal untuk mendukung pertumbuhan tanaman kangkung.

Percobaan menunjukkan pengaruh perlakuan instalasi dan media tanam terhadap jumlah daun 14 HST menunjukkan interaksi dengan kombinasi perlakuan dengan rata-rata tertinggi ditandai dengan notasi b dan C dengan nilai P2M1 yaitu 16,50 helai dan P2M4 sebesar 16,35 helai (Tabel 3). Artinya, kombinasi pada perlakuan instalasi ember (P2) dan media tanam rockwool (M1) mempunyai kemampuan yang sama dengan perlakuan media tanam kain flanel (M4). Hal ini diduga karena kain flanel mempunyai kemampuan distribusi nutrisi yang baik sehingga mampu menciptakan kondisi pertumbuhan tanaman yang optimal. [Vanesaputri et al. \(2022\)](#) menyatakan bahwa flanel memiliki serat yang kuat sehingga mampu menyalurkan larutan nutrisi secara teratur. Kemampuan media tersebut dalam menyediakan air dan unsur hara berperan penting dalam mendukung pertumbuhan serta meningkatkan hasil tanaman.

Hasil analisis data menunjukkan rata-rata interaksi jumlah daun pada instalasi ember lebih tinggi, hal ini diduga disebabkan karena instalasi ember dilengkapi dengan pembatas di setiap barisan ember yang berfungsi menciptakan genangan pada bagian dasar sehingga suplai nutrisi dapat terjaga. Genangan tersebut mampu menjaga kelembaban akar ketika sistem sirkulasi berhenti sehingga dapat meminimalisir akar yang kekeringan. Suplai nutrisi AB mix yang baik dapat berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun ([Taulabi et al., 2024](#)). Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [Patel et al. \(2025\)](#) yang mengemukakan bahwa sistem hidroponik dengan desain struktur modular mampu mendistribusikan larutan nutrisi secara merata pada setiap unit tanam terbukti meningkatkan kondisi perakaran tanaman, terutama dalam menjaga kelembaban akar saat terjadi jeda aliran nutrisi, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap pertumbuhan organ vegetatif seperti jumlah daun.

Perlakuan instalasi pipa menunjukkan nilai tertinggi pada kombinasi (P1M1), sedangkan media tanam flanel (P1M4) menunjukkan nilai terendah. Hal ini diduga karena kain flanel cenderung lebih bagus jika digunakan pada instalasi yang memiliki genangan air di dalamnya seperti pada instalasi P2 yang memiliki sekat. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [Lestari et al. \(2023\)](#) menuturkan bahwa flanel pada sistem wick atau sistem genangan dinilai lebih efektif dibandingkan pada sistem *Nutrient Film Technique* (NFT), karena flanel memiliki daya kapilaritas yang tinggi sehingga mampu menyerap dan menyalurkan larutan nutrisi secara kontinu ke zona perakaran. Sifat kapilaritas tersebut memungkinkan akar tanaman tetap memperoleh suplai air dan nutrisi meskipun terjadi jeda aliran, sehingga kondisi kelembaban akar

lebih stabil dibandingkan pada sistem NFT yang sangat bergantung pada aliran nutrisi secara terus-menerus.

Tabel 4. Rata-rata lebar daun, panjang daun, luas daun, diameter batang, dan panjang akar yang dipengaruhi oleh perlakuan instalasi dan media tanam pada umur 28 HST.

Perlakuan	Lebar daun (cm)	Panjang daun (cm)	Luas daun (cm ²)	Diameter batang (mm)	Panjang akar (cm)
Instalasi Pipa (P1)	3,00a	14,38a	20,81b	7,08b	52,82b
Instalasi Ember (P2)	2,13a	11,86a	17,10a	6,31a	22,95a
Rockwool (M1)	2,71a	11,79a	19,35a	6,91a	39,96a
Dakron (M2)	2,35a	12,48a	17,77a	6,36a	38,96a
Spons (M3)	2,75a	14,90a	20,41a	6,72a	35,88a
Flanel (M4)	2,47a	13,29a	18,29a	6,77a	37,16a

Keterangan: Kesamaan huruf pada nilai rata-rata dalam kolom yang sama menunjukkan bahwa perlakuan tersebut tidak berbeda secara statistik menurut uji BNT pada tingkat 5%. Hari Setelah Tanam (HST).

Hasil analisis untuk parameter lebar daun, panjang daun, luas daun, diameter batang dan panjang akar menunjukkan tidak terjadinya interaksi, tetapi memberikan pengaruh signifikan pengaruh seperti pada data [Tabel 4](#).

[Tabel 4](#) menunjukkan bahwa perbedaan jenis instalasi dan media tanam tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap lebar dan panjang daun. Sedangkan instalasi pipa mampu memberikan data signifikan pada luas daun sebesar 20,81 cm, diameter batang 7,08 mm dan panjang akar mencapai 52,82 cm. Pertumbuhan tanaman akan meningkat apabila unsur hara, khususnya nitrogen, tersedia dalam jumlah cukup dan dapat diserap secara efektif. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan [Jamilah et al. \(2022\)](#) yang menyatakan panjang dan lebar daun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan karena ketersediaan unsur hara yang diberikan belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan tanaman. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian tanaman mengalami ketidakseimbangan unsur hara, baik dalam bentuk kekurangan maupun kelebihan. Laju pertumbuhan tanaman akan meningkat apabila unsur hara tersedia dalam jumlah yang cukup dan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tanaman, terutama nitrogen yang berperan penting dalam proses pertumbuhan.

Parameter luas daun, panjang akar, dan diameter batang pada pipa menunjukkan Rata-rata nilai lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan ember. Perbedaan ini menandakan bahwa sistem instalasi pipa mampu menyediakan kondisi pertumbuhan yang lebih optimal dibandingkan dengan instalasi ember. Parameter tersebut menjadi indikator produktivitas dan efektivitas sistem budidaya yang diterapkan ([Umam et al., 2023](#)). Perlakuan pipa yang lebih efisien diduga berkaitan dengan kemampuan sistem tersebut dalam menjaga sirkulasi oksigen dan distribusi nutrisi pada zona perakaran tanaman. Debit aliran nutrisi yang konstan pada sistem pipa memungkinkan akar memperoleh suplai hara dan oksigen secara merata sehingga mendukung peningkatan aktivitas fotosintetik yang berimplikasi pada pembentukan daun yang lebih besar. Hal ini sejalan dengan

temuan [Candra et al. \(2020\)](#) yang menyatakan debit aliran nutrisi memiliki pengaruh signifikan terhadap kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara. Debit aliran nutrisi yang tepat mampu meningkatkan efisiensi penyerapan karena menjaga kondisi kelembapan, porositas, serta aerasi di area perakaran tetap stabil dan ideal bagi pertumbuhan tanaman.

Perlakuan media tanam memberikan pengaruh tidak berbeda nyata pada semua parameter, hal ini diduga bahwa keempat media tersebut memiliki kemampuan yang seimbang dalam menyediakan aerasi, daya simpan air, serta dukungan fisik bagi perakaran tanaman. Karakteristik tersebut memungkinkan akar berkembang secara optimal dan menyerap unsur hara dengan efektif, sebagaimana yang terjadi pada media rockwool. Selain itu, dakron, spons, dan flanel lebih mudah diperoleh serta berpotensi menekan biaya produksi, sehingga penggunaannya menjadi pilihan yang efisien tanpa menurunkan kualitas pertumbuhan tanaman. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan [Febrianto et al. \(2023\)](#) yang menuturkan bahwa media tanam dakron, spons, dan kain flanel dapat dijadikan alternatif pengganti rockwool dalam budidaya tanaman caisim dan kangkung pada instalasi NFT karena dapat menunjukkan nilai rata-rata yang hampir sama pada parameter yang diamati.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian memberikan implikasi praktis dalam penggunaan instalasi tower aeroponik yang lebih efisien, serta penggunaan media tanam alternatif selain rockwool. Terdapat interaksi antara jenis instalasi dan media tanam terhadap pertumbuhan kangkung pada umur 14 HST, ditunjukkan oleh parameter tinggi tanaman dan jumlah daun. Perlakuan terbaik untuk tinggi tanaman diperoleh pada kombinasi instalasi pipa dan dakron (P1M2), sedangkan jumlah daun tertinggi terdapat pada kombinasi instalasi ember dan rockwool (P2M1) dan instalasi ember dan media flanel (P2M4). Media lokal dakron (M2), spons (M3), dan kain flanel (M4) dapat berpotensi sebagai alternatif pengganti rockwool berdasarkan beberapa parameter panjang daun, lebar daun, luas daun, panjang akar, dan diameter batang menunjukkan tidak berbeda nyata dengan media rockwool (M1) sehingga biaya produksi lebih rendah. Berdasarkan hasil yang diperoleh, bahan lokal berpotensi digunakan sebagai media tanam yang terjangkau dan mudah tersedia, tanpa memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman, sehingga dapat diterapkan secara lebih luas, terutama dalam kegiatan budidaya di perkotaan atau skala rumah tangga untuk ketahanan pangan.

Singkatan yang Digunakan

HST	Hari Setelah Tanam
UMKM	Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah
P2MW	Program Pembinaan Mahasiswa Wirausaha

NFT	<i>Nutrient Film Technique</i>
BNT	Beda Nyata Terkecil
PVC	<i>Polyvinyl Chloride</i>
TDS	<i>Total Dissolved Solids</i>
pH	<i>Potential of Hydrogen</i>
ATP	<i>Adenosin trifosfat</i>

Pernyataan Ketersediaan Data

Data tersedia jika diperlukan.

Kontribusi Para Penulis

Ringga Anugrah: Analisis data, pelaksanaan lapangan, penulisan artikel. **Dea Pauziah Nandini Putri:** kurasi data, persiapan, sumber daya. **Resti Fajarfika:** pengawasan, konseptualisasi. **Ai Yanti Rismayanti:** Editor, evaluasi data. **Ardli Swardana:** Evaluasi data, konseptualisasi. **Novriza Sativa:** ketua project, pengawasan, konseptualisasi, dan metodologi.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis yang terlibat dalam penyusunan naskah artikel tidak mempunyai konflik atau kepentingan pribadi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada UMKM Aerohorti dan program P2MW atas dukungan di lapangan berupa penyediaan sumber daya serta lokasi penelitian.

Daftar Pustaka

- Abror, M., & Arrohman, J. M. (2019). Perlakuan Macam Media Tanam dan Jarak Tanam yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakchoi (*Brassica rapa* L) dengan Metode Hidroponik Sistem Wick. *Nabatia*, 7(1), 37–43. <https://doi.org/10.21070/nabatia.v7i1.453>
<https://nabatia.umsida.ac.id/index.php/nabatia/article/download/453/495>
- Anastasya, A. (2022, 18 Februari). *15 Jenis Media Tanam Hidroponik*. <https://kebunpintar.id/blog/15-jenis-media-tanam-hidroponik/>
- Andrian, R., Agustiansyah, Junaidi, A., & Lestari, D. I. (2022). Aplikasi Pengukuran Luas Daun Tanaman Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Android. *Jurnal Agrotropika*, 21(2), 115–123. <https://doi.org/10.23960/ja.v21i2.6096>
- Andriansyah, I., Suhadirman, A., Maulana, M., Yuliantini, A. & Oktafiani, H. (2021). Pemanfaatan hidroponik untuk tanaman herbal yang berkhasiat meningkatkan imunitas tubuh dalam mencegah covid-19. *Jurnal Abdimas Kartika Wijayakusuma*, 2(1), 19–24. <https://doi.org/10.26874/jakw.v2i1.85>
- Candra, C. L., Yamika, W. S. D., & Soelistyono, R. (2020). Pengaruh Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. acephala) pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). *Jurnal Produksi Tanaman*, 8(1), 8–15. <https://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/1314/1331>
- Dodiya, B. A., Vahoniya, D. R., Rajwadi, A., & Bagda, B. (2025). Hydroponics: A Sustainable Way of Farming. *Journal of Scientific Research and Reports*, 31(7), 312–321. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2025/v31i73249>
- Febriani, L., Gunawan, & Gafur, A. (2021). Pengaruh Jenis Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Bioeksperimen*, 7(2), 93–104.

- <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v7i2.10902>
- Febrianto, A., Wahyuni, E. S., & Furoidah, N. (2023). Uji Berbagai Media Tanam Hidroponik Sistem NFT terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Caisim (*Brassica chinensis* var. *parachinensis*) dan Kangkung (*Ipomoea aquatica* F.). *Jurnal Bioshell*, 12(2), 141–152. <https://doi.org/10.56013/bio.v12i2.2445>
- Gafar, A., Rusmana, Sodik, A. H., & Rohmawati, I. (2023). Pengaruh Media Tanam Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Beberapa Varietas Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) Secara Hidroponik Nft. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(4), 3701–3709. <http://dx.doi.org/10.37159/jpa.v25i4.3505>
- Gurley, T. W. (2020). *Aeroponics*. CRC Press. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780367810078/aeroponics-thomas-gurley>
- Hafijah, N., Nugrahini, T., & Zainudin. (2019). Pengaruh Sistem Hidroponik dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica rapa* L.). *Agrifarm*, 8(1), 32–38. <https://doi.org/10.24903/ajip.v8i1.529>
- Hairul, M., Dahlan, & Aimanah, U. (2020). Efektivitas Penggunaan Bahan Organik Sebagai Nutrisi Pada Pertumbuhan Dan Produksi Bawang Daun (*Allium fistulosum* L.) Sistem Aeroponik. *Jurnal Agrisistem: Seri Sosek Dan Penyuluhan*, 16(1), 6–10. <https://doi.org/10.52625/j-agr-sosekpenyuluhan.v16i1.100>
- Hamawi, M., Akhriana, E., & Marwatun, S. (2024). Pengaruh Pupuk Organik Cair (POC) Bekatul Terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa* L.) yang dibudidayakan Secara Hidroponik. *Agroteknika*, 7(2), 275–286. <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v7i2.200>
- Henry. (2023, 1 Oktober). *Aeroponic Tower*. <https://agrotonomy.com/aeroponic-towers/>
- Istenič, D., Prosenč, F., Zupanc, N., Turel, M., Holobar, A., Milačič, R., ..., & Milačič, R. (2024). Composting of recovered rock wool from hydroponics for the production of soil amendment. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(20), 29280–29293. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33041-2>
- Iswari, Z., & Astuti, R. (2024). Potensi Eco Enzyme Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir). *Agroteknika*, 7(3), 403–410. <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v7i3.262>
- Jamilah, Karnilawati, & Junaidar. (2022). Uji Efektivitas Pupuk Organik Cair Dan Jenis Media Tanam Secara Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rappa* L.). *Jurnal Real Riset*, 4(2), 156–163. <https://doi.org/10.47647/jrr.v4i2.643>
- Kamilah, N., Primasari, D., & Hermawan, E. (2021). Sistem Informasi Hidroponik Berbasis Website (Hydroponic Awakening Revolution [Har]). *Infotech Journal*, 7(1), 69–75. <https://doi.org/10.31949/infotech.v7i1.1093>
- Leonard, B. P., Wagiono, Azzizah, E., & Sugiartini, E. (2021). Uji Efektivitas Budidaya Sistem Hidroponik dan Akuaponik pada Tiga Varietas Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *J Hort Indonesia*, 12(3), 204–210. <http://dx.doi.org/10.29244/jhi.12.3.204-210>
- Lestari, A. P., Riduan, A., Elliyanti, & Martino, D. (2020). Pengembangan Sistem Pertanian Hidroponik pada Lahan Sempit Komplek Perumahan. *Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 6(2), 136–142. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v6i2.259>
- Lubis, N., Insan, M. Y., Ramdahan, A., & Hidayat, M. W. (2023). Uji Efektivitas Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Media Tanam Pada Budidaya Sistem Hidroponik. *Jurnal Ilmiah Magesyer Agribisnis*, 5(2), 63–71. <https://doi.org/10.31289/agrisains.v5i2.2368>
- Marnando, U., Widayanti, W., Septilia, S., Hasanah, U., & Sinensis, A. R. (2022). Utilization of Home Yard for Lettuce Cultivation with a Hydroponic. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1), 40–45. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3196>
- Mulianda, P., P. I. W., Sriwulantari, V., & S, S. A. (2024). Pengaruh Variasi Sumbu Pada Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Atech-I*, 2(1), 56–70. <https://doi.org/10.55043/atech-i.v2i1.31> <https://atech->

[i.id/index.php/atechi/article/view/31](https://doi.org/10.30605/agroteknika.v9i2.459-476)

- Ninasari, A., Suwarno, K., & Suleyman, P. (2024). Inovasi Teknologi Pertanian: Pengaruh Sistem Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Sayuran. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(4), 17090–17094. <https://id.scribd.com/document/940386776/Mrizal1-34>
- Nurifah, G., & Fajarfika, R. (2020). Pengaruh Media Tanam pada Hidroponik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kailan (*Brassica oleracea L.*). *Jagros*, 4(2), 281–291. <https://doi.org/10.52434/jagros.v4i2.925>
- Patel, K., Chauhan, D., Mishra, P., Rath, J. J., Saxena, K. K., Prasad, K. S. R., & Bandhu, D. (2025). Design and development of a modular hydroponic tower with topology optimization. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 19(1), 4243–4252. <https://doi.org/10.1007/s12008-024-02052-1>
- Pirhat, N. (2025). Analisis Respon Agronomis Jagung (*Zea mays L.*) terhadap Variasi Dosis Pupuk NPK pada Sistem Tumpangsari untuk Optimalisasi Pertumbuhan dan Produktivitas. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 7(02), 708–719. <https://doi.org/10.53863/kst.v7i02.1839>
- Radinka, S., Zuhair, N., Nauli, G., Aulia, N., Mundi, C., & Yeninta, D. (2023). Peran Mahasiswa dalam Menjaga dan Membudidayakan Tanaman Hidroponik di Jurusan PKK. *Indonesian Journal of Conservation*, 12(1), 24–32. <https://doi.org/10.15294/jsi.v12i1.40810>
<https://journal.unnes.ac.id/nju/ijc/article/view/40810>
- Rasdanelwati, Mutia, Y. D., & Sofya, H. (2025). Pengaruh Berbagai Jenis Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kangkung (*Ipomea reptans Poir*) Secara Hidroponik. *Jurnal Embrio*, 17(1), 46-51. <https://ojs.unitas-pdg.ac.id/index.php/embrio/article/view/1152>
- Reftyawati, D., Rahman, M. A., & Alisha, A. D. (2024). Hidroponik Sebagai Alternatif Tanaman Unggulan Dalam Meningkatkan Produktivitas Pertanian. *Jurnal Pengabdian Sosial*, 1(4), 234–240. <https://doi.org/10.59837/91m9b349>
- Rumambi, D. P., Ludong, D. P. M., Saiya, A. M., & Paat, F. J. (2023). Aplikasi Panel Surya Sebagai Sumber Listrik Irigasi Sistem Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi Terapan*, 4(1), 122–129. <https://doi.org/10.35791/jat.v4i1.46703>
- Sativa, N., Nafi'ah, H. H., Hakiki, N., Siswnto, R. D., Hayqal, E. P., Sofyan, R. A., & Herawati, E. (2024). Pendampingan PKK Pataruman dalam Pengenalan Aqua-Aeroponic dengan Lele dan Tower-Aeroponic Untuk Menunjang Pertanian di Perkotaan. *Abdimas Galuh*, 6(1), 92–100. <http://dx.doi.org/10.25157/ag.v6i1.12424>
- Setiawan, A. (2022). Pengaruh Dosis Pupuk Cair Dan Ukuran Kain Flanel Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L*) Secara Hidroponik. *Agrinula: Jurnal Agroteknologi Dan Perkebunan*, 5(2), 9–20. <https://doi.org/10.36490/agri.v4i1.110>
<https://journal.utnd.ac.id/index.php/agri/article/download/410/263/>
- Supiana, R., Herman, S., & Isnaini, M. (2022). Pengaruh Diameter Pipa Dan Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa L.*) Pada Sistem Hidroponik Vertikal. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(1), 66–75. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i1.1214>
- Susilo, D. E. H. (2015). Identifikasi Nilai Konstanta Bentuk Daun Untuk Pengukuran Luas Daun Metode Panjang Kali Lebar Pada Tanaman Hortikultura Di Tanah Gambut. *Anterior*, 14(2), 139–146. <https://doi.org/10.33084/anterior.v14i2.178323221>
<https://journal.umpr.ac.id/index.php/anterior/article/view/178>
- Syarifudin, A. A., Hutahaean, A. D. E., Widiawira, B. Y., Rahmania, M. M., Panjaitan, M. A., Priyankha, M. A., & Taufikurrahman. (2022). Pelatihan Budidaya Kangkung Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik Di Desa Banjarsari. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 65–69. https://jurnal.fkip.samawa-university.ac.id/KARYA_JPM/article/view/82
- Taulabi, D., Himawati, S., Nurhangga, E., Bidara, I. S., Aprianti, R., Devy, L., & Pitono, J. (2024). Pengaruh Ketinggian AB Mix Terhadap Pertumbuhan Caisim Menggunakan Modifikasi

- Hidroponik Sistem Wick. *J. Hort. Indonesia*, 15(1), 16–22. <http://doi.org/10.29244/jhi.15.1.16-22>
- Umam, C., Putri, S. A., Milyani, J., Aurelita, S. K., Suryawati, S., & Purwaningsih, Y. (2023). Perhitungan Luas Daun Berbasis Pemrosesan Citra Digital. *Teknotan*, 17(2), 115–122. <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n2.5>
- Vanesaputri, A., Setiyono, & Arum, A. P. (2022). Pengaruh Jenis Media Tanam dan Jenis Sumbu terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam Merah secara Hidroponik. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(1), 20–26. <http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v24i1.58892>
- Wardhani, R. M. (2018). *Agroindustri Kangkung Menjanjikan*. In Standar Kompetensi Lulusan. [https://unmermadiun.ac.id/repository_jurnal_penelitian/Ratna Mustika Wardhani/Buku Ajar/Berkas Buku Pedoman.pdf](https://unmermadiun.ac.id/repository_jurnal_penelitian/Ratna_Mustika_Wardhani/Buku_Ajar/Berkas_Buku_Pedoman.pdf)