

# Penerapan Teknologi Hidroponik Dalam Budidaya Pakcoy Untuk Meningkatkan Edukasi Pertanian Di Lingkungan Sekolah Thailand

<sup>1)</sup>Mochammad Yusuf Al Faruq, <sup>2)</sup>Wiharyanti Nur Lailiyah

<sup>1,2)</sup>Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik, Indonesia  
Email Corresponding: [myusufalfaruq78@gmail.com](mailto:myusufalfaruq78@gmail.com)

## INFORMASI ARTIKEL

## ABSTRAK

### Kata Kunci:

Hidroponik  
Pakcoy  
Edukasi Pertanian  
Experiential Learning  
Pembelajaran Berbasis Praktik

Pengabdian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan teknologi hidroponik dalam budidaya pakcoy sebagai media edukasi pertanian di lingkungan sekolah Thailand serta mengidentifikasi dampaknya terhadap keterlibatan dan pemahaman siswa. Metode Pengabdian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data berupa observasi, wawancara, dan dokumentasi. Pengabdian menunjukkan bahwa penerapan hidroponik mampu meningkatkan partisipasi aktif siswa, pemahaman konsep pertanian, serta kesadaran terhadap lingkungan. Tanaman pakcoy yang dibudidayakan menunjukkan pertumbuhan optimal dengan tinggi mencapai  $\pm 20$  cm, jumlah daun 9–10 helai, dan bobot  $\pm 200$  gram. Pengabdian mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis experiential learning melalui hidroponik efektif dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir ilmiah siswa. Pengabdian ini terletak pada integrasi teknologi hidroponik dengan pembelajaran berbasis praktik di lingkungan sekolah internasional. Pengabdian ditunjukkan melalui penerapan langsung sistem hidroponik sebagai media pembelajaran kontekstual yang melibatkan siswa secara aktif. Pengabdian menunjukkan bahwa hidroponik merupakan metode pembelajaran inovatif yang efektif dalam meningkatkan kualitas pendidikan pertanian, meskipun masih terdapat kendala teknis dan keterbatasan sarana.

## ABSTRACT

### Keywords:

Hydroponics  
Pakcoy  
Agricultural Education  
Experiential Learning  
Practice Based Learning

This study aims to analyze the application of hydroponic technology in pakcoy cultivation as a medium for agricultural education in Thai school environments and to identify its impact on student engagement and understanding. The research employed a descriptive qualitative approach with data collection techniques including observation, interviews, and documentation. The study shows that the implementation of hydroponics increases students' active participation, understanding of agricultural concepts, and environmental awareness. The cultivated pakcoy demonstrated optimal growth, reaching approximately  $\pm 20$  cm in height, producing 9–10 leaves, and weighing around  $\pm 200$  grams. The research reveals that experiential learning-based hydroponic practices are effective in improving students' scientific literacy and critical thinking skills. The novelty of this study lies in the integration of hydroponic technology with practice-based learning in an international school environment. The originality of this research is demonstrated through the direct application of hydroponic systems as a contextual learning medium that actively involves students. The study concludes that hydroponics is an innovative and effective learning method for improving the quality of agricultural education, although technical constraints and limited facilities remain challenges. This study is classified as a research article.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pertanian modern saat ini mendorong munculnya berbagai inovasi untuk mengatasi tantangan seperti keterbatasan lahan, penggunaan air yang harus lebih efisien, serta kebutuhan akan produksi pangan yang berkelanjutan (Anriyani et al., 2024). Salah satu inovasi yang berkembang dengan cepat adalah sistem hidroponik. Hidroponik merupakan metode menanam tanpa menggunakan tanah, di mana tanaman tumbuh dengan bantuan larutan nutrisi sebagai sumber makanannya (Reftyawati et al., 2024). Metode ini dianggap lebih efisien dalam penggunaan lahan dan sumber daya, sehingga sangat cocok diterapkan di daerah yang memiliki keterbatasan lahan (Pudji & Gunawan Budi, 2024). Teknologi hidroponik adalah metode bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, melainkan menggunakan larutan nutrisi sebagai media pertumbuhan tanaman, sehingga sangat efektif mengatasi keterbatasan lahan karena tidak memerlukan area tanam konvensional (Setyarini et al., 2023). Beberapa Pengabdian pengabdian masyarakat juga menunjukkan bahwa hidroponik sangat sesuai untuk lokasi dengan lahan terbatas, karena tanaman dapat ditanam di media vertikal atau sistem air yang berulang, sehingga efisiensi ruang dan penggunaan air meningkat (Yanfika et al., 2023).

Selain sebagai solusi dalam bidang pertanian, hidroponik juga memiliki potensi besar sebagai media pembelajaran di lingkungan pendidikan. Pembelajaran berbasis praktik hidroponik memungkinkan siswa untuk memahami konsep ilmiah secara langsung, seperti pertumbuhan tanaman, kebutuhan nutrisi, serta pengelolaan lingkungan tumbuh (Khasanah et al., 2023). Keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan hidroponik terbukti dapat meningkatkan pemahaman konsep sekaligus mengembangkan keterampilan sosial dan emosional mereka (Sumarni et al., 2020). Dalam konteks sekolah, program budidaya hidroponik telah diterapkan dengan metode partisipatif, di mana siswa dan guru sama-sama dilibatkan dalam pembangunan sistem hidroponik, sehingga pengalaman pembelajaran menjadi sangat praktis dan aplikatif (Pasambo & Allolinggi, 2025). Model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) sangat sesuai diterapkan bersama kegiatan hidroponik di sekolah, karena siswa dapat bekerja dalam proyek nyata seperti menghias botol bekas sebagai media tanam hidroponik, yang terbukti meningkatkan kreativitas siswa (Fauzianah et al., 2025). Selain itu, hidroponik juga dapat dipadukan dengan teknologi digital, misalnya melalui discovery learning berbasis aplikasi Canva untuk mengajarkan pertumbuhan tanaman, sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan modern (Dahliani, 2024).

Salah satu teori yang relevan dengan pembelajaran berbasis hidroponik adalah experiential learning, yaitu pembelajaran melalui pengalaman langsung. Pendekatan ini menekankan keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar, sehingga dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis (Anriyani et al., 2024). Pada siswa dengan kebutuhan khusus, seperti tunagrahita ringan, penerapan experiential learning dalam budidaya sayuran hidroponik terbukti meningkatkan keterampilan praktis dan rasa tanggung jawab (Jaelani & Budiyanto, 2024). Dalam konteks sekolah umum, pengalaman langsung menanam, merawat, dan memanen tanaman hidroponik memberikan siswa pemahaman mendalam tentang siklus hidup tanaman, nutrisi, dan manajemen sistem budidaya, sekaligus membangun rasa percaya diri dan kerja sama tim.

Salah satu komoditas yang banyak dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik adalah tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.), yang memiliki nilai ekonomis tinggi serta mudah tumbuh dalam berbagai kondisi lingkungan (Maulana & Tamala, 2023). Pakcoy atau sawi sendok (*Brassica rapa* var. *chinensis*) merupakan salah satu tanaman daun yang banyak dibudidayakan secara hidroponik karena pertumbuhannya relatif cepat dan responsif terhadap ketersediaan nutrisi (Hanafi et al., 2025). Tanaman ini memiliki siklus pertumbuhan yang relatif singkat sehingga cocok dijadikan media pembelajaran bagi siswa dalam memahami proses pertumbuhan tanaman secara langsung (Putri et al., 2022). Selain itu, budidaya pakcoy dengan hidroponik terbukti mampu menghasilkan tanaman dengan kualitas yang lebih baik karena faktor lingkungan dapat dikontrol secara optimal (Huda et al., 2025). Pemberian larutan nutrisi yang seimbang serta pengendalian parameter seperti pH melalui sistem kontrol juga terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan dan kualitas pakcoy (Dany et al., 2025). Karena ukuran tanamannya relatif kecil dan fase pertumbuhannya mudah diamati, pakcoy sangat ideal digunakan sebagai media pembelajaran di sekolah, di mana siswa dapat mengamati setiap tahapan

---

pertumbuhan, melakukan pengukuran sederhana, serta mempelajari pengaruh nutrisi terhadap perkembangan tanaman secara langsung (Maulana & Tamala, 2023).

Di sisi lain, penerapan hidroponik sebagai media edukasi di sekolah tidak terlepas dari berbagai tantangan. Tantangan pertama adalah keterbatasan pengetahuan teknis guru dalam merancang dan merawat sistem hidroponik, sehingga diperlukan pelatihan khusus agar mampu membimbing siswa secara efektif. Pendampingan teknis seperti pelatihan budidaya hidroponik dengan kontrol nutrisi menggunakan mikrokontroler terbukti dapat meningkatkan kapasitas guru dan siswa dalam mengoperasikan sistem hidroponik secara mandiri (Sofyan et al., 2025). Tantangan kedua adalah kebutuhan sarana dan prasarana, karena meskipun sistem sederhana dapat dibuat, aplikasi yang lebih optimal tetap memerlukan peralatan seperti pompa, pipa, dan larutan nutrisi. Program sosialisasi hidroponik wick untuk budidaya pakcoy menunjukkan bahwa dukungan peralatan tetap dibutuhkan agar program dapat berjalan dengan baik dan berkelanjutan (Gareta et al., 2025). Tantangan lainnya adalah keberlanjutan program, di mana banyak kegiatan hidroponik berhenti setelah tahap pelatihan awal akibat kurangnya pendampingan lanjutan dan keterlibatan guru secara konsisten. Keberlanjutan program hanya dapat tercapai apabila guru dan siswa terlibat aktif dalam setiap tahap mulai dari perencanaan, penanaman, perawatan, hingga panen melalui pendampingan yang dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan (Pasambo & Allolinggi, 2025).

Konteks penerapan teknologi hidroponik di lingkungan sekolah internasional, seperti di Thailand, memberikan peluang yang menarik dalam pengembangan model pembelajaran pertanian berbasis praktik. Melalui kegiatan ini, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga pengalaman langsung dalam budidaya tanaman, sehingga dapat meningkatkan literasi sains, kepedulian lingkungan, serta minat terhadap bidang pertanian modern. Berdasarkan uraian tersebut, Pengabdian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan teknologi hidroponik pakcoy sebagai media edukasi pertanian bagi siswa di sekolah Thailand, dengan fokus pada proses implementasi, respon siswa terhadap pembelajaran, serta faktor pendukung dan penghambat dalam pelaksanaan program. Hasil Pengabdian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan metode pembelajaran yang inovatif, aplikatif, dan berkelanjutan di bidang pertanian.

## II. MASALAH

Berdasarkan latar pendahuluan yang telah diuraikan, permasalahan yang ada meliputi keterbatasan lahan pertanian di lingkungan sekolah yang menghambat pelaksanaan pembelajaran praktik, serta belum optimalnya pemanfaatan teknologi pertanian modern seperti hidroponik sebagai media edukasi. Selain itu, tingkat keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran pertanian masih relatif rendah karena pembelajaran cenderung bersifat teoritis, sehingga berdampak pada terbatasnya pemahaman siswa terhadap konsep pertanian, khususnya terkait nutrisi tanaman dan proses pertumbuhan. Penerapan metode pembelajaran berbasis praktik (*experiential learning*) juga belum dilaksanakan secara maksimal dalam upaya meningkatkan literasi sains siswa. Di sisi lain, keterbatasan pengetahuan dan keterampilan teknis guru dalam mengelola sistem hidroponik, serta keterbatasan sarana dan prasarana pendukung, menjadi kendala dalam implementasi program. Permasalahan lainnya adalah kurangnya keberlanjutan program pembelajaran hidroponik yang disebabkan oleh minimnya pendampingan dan pengelolaan yang konsisten.



Gambar 1. Lokasi Lukmanulhakeem School

### III. METODE

Pengabdian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis Pengabdian deskriptif. Pendekatan ini dipilih karena Pengabdian berfokus untuk memahami pengalaman belajar siswa secara langsung ketika terlibat dalam kegiatan pertanian, khususnya penerapan hidroponik. Pendekatan kualitatif memungkinkan peneliti menangkap proses dan dinamika belajar yang terjadi di lapangan secara lebih mendalam, apa adanya, dan sesuai konteks (Adiningrat et al., 2025).

Pengabdian deskriptif digunakan untuk menggambarkan fakta, aktivitas, serta interaksi yang muncul selama kegiatan pembelajaran berlangsung, tanpa adanya perlakuan atau manipulasi variabel. Desain ini dianggap relevan karena Pengabdian tidak bertujuan menguji hipotesis, tetapi menjelaskan bagaimana proses pembelajaran hidroponik dapat membantu meningkatkan pengetahuan dasar pertanian dan kepedulian siswa terhadap lingkungan (Adiningrat et al., 2025).

Menurut (Raharjo et al., 2024), Pengabdian kualitatif mampu menggali makna dari pengalaman peserta didik melalui interpretasi terhadap data yang dikumpulkan dari berbagai sumber. Hal tersebut sejalan dengan tujuan Pengabdian ini yang ingin memahami bagaimana siswa merespons, belajar, dan terlibat dalam aktivitas seperti penyemaian, perawatan tanaman, hingga panen. Dengan demikian, pendekatan kualitatif menjadi metode yang paling sesuai untuk mengungkap fenomena pembelajaran secara holistik.

Selain mendeskripsikan proses, Pengabdian ini juga mengevaluasi perubahan pengetahuan dan sikap siswa setelah mengikuti kegiatan praktik pertanian. Berbagai teknik pengumpulan data digunakan, seperti observasi langsung, wawancara sederhana dengan siswa dan guru, serta dokumentasi foto dan catatan lapangan. Kombinasi teknik tersebut memudahkan peneliti menyusun gambaran yang komprehensif mengenai keberjalanan program (Nurfajriani et al., 2024).

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pembelajaran hidroponik pakcoy di Lukmanulhakeem School memberikan hasil yang baik dan sesuai dengan tujuan Pengabdian. Kegiatan diawali dengan pengenalan dasar pertanian kepada siswa melalui praktik penanaman menggunakan media tanah. Pada tahap ini siswa menunjukkan antusiasme tinggi saat melakukan aktivitas seperti memilih benih, menanam, menyiram, serta melakukan pengamatan pertumbuhan. Keterlibatan aktif tersebut menunjukkan bahwa metode praktik langsung mampu meningkatkan motivasi belajar siswa terhadap materi pertanian.



Gambar 2. Penanaman pada hidroponik



Gambar 3. Menyiram Tanaman

Selanjutnya, siswa diperkenalkan pada proses pemupukan baik menggunakan pupuk anorganik maupun pupuk organik cair yang dibuat dari limbah dapur. Mereka mendapatkan pemahaman bahwa nutrisi memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman serta mengetahui bahwa bahan di sekitar dapat dimanfaatkan sebagai pupuk alternatif. Selain menambah pengetahuan, kegiatan ini juga memberikan nilai edukatif terkait pemanfaatan limbah rumah tangga untuk mendukung keberlanjutan lingkungan.



Gambar 4. Pembuatan pupuk organik cair

Penerapan teknologi hidroponik pokcoy menjadi tahapan pembelajaran inti yang membuka wawasan baru bagi siswa. Mereka diperkenalkan konsep menanam tanpa tanah dengan memanfaatkan larutan nutrisi sebagai sumber kebutuhan tanaman. Instalasi hidroponik sederhana yang dibangun di sekolah menjadi media pembelajaran yang menarik bagi siswa, karena mereka dapat mengamati perbedaan pertumbuhan pokcoy yang terlihat lebih cepat dan lebih hijau dibandingkan tanaman di tanah. Pengalaman baru ini memperkuat pemahaman mereka bahwa teknologi pertanian modern dapat menjadi solusi di wilayah dengan lahan terbatas.

Dalam proses pembelajaran, siswa tidak hanya belajar aspek teori, tetapi juga diarahkan untuk melakukan pengamatan terstruktur dengan mencatat perubahan pertumbuhan tanaman setiap minggu. Melalui pengalaman ini, kemampuan mereka dalam melakukan observasi ilmiah turut berkembang. Antusiasme siswa terlihat dari banyaknya pertanyaan yang muncul terkait cara perawatan tanaman serta rasa ketertarikan mereka untuk terus merawat tanaman yang telah ditanam. Hal ini membuktikan bahwa kegiatan berbasis pengalaman (*experiential learning*) mampu mendorong rasa ingin tahu dan kemampuan berpikir kritis siswa dalam memahami proses ilmiah secara nyata.

Keberhasilan kegiatan ini tidak terlepas dari dukungan guru dan fasilitas yang tersedia. Namun demikian, terdapat pula hambatan yang ditemui selama pelaksanaan, seperti masih terbatasnya pemahaman teknis siswa dan guru mengenai sistem hidroponik, serta keterbatasan waktu yang membuat pertumbuhan tanaman belum dapat diamati hingga tahap panen. Meski demikian, kendala tersebut tidak mengurangi esensi pembelajaran, justru menjadi bahan evaluasi agar program edukasi hidroponik di sekolah dapat dikembangkan lebih baik dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, kegiatan ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi hidroponik pokcoy sangat efektif sebagai media pembelajaran pertanian modern. Siswa tidak hanya memahami proses budidaya tanaman, tetapi juga mampu mengintegrasikan pengetahuan tentang nutrisi, lingkungan, dan teknologi secara bersamaan. Pembelajaran hidroponik berhasil meningkatkan literasi sains, kreativitas, serta kepedulian siswa terhadap teknologi pertanian berkelanjutan. Hasil ini memperlihatkan bahwa program serupa sangat layak untuk diterapkan secara lebih luas sebagai bagian dari inovasi pembelajaran di sekolah.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan pembelajaran hidroponik pokcoy di Lukmanulhakeem School, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi hidroponik sebagai media edukasi pertanian memberikan dampak positif terhadap proses dan hasil pembelajaran siswa. Melalui pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman, siswa tidak hanya memahami teori dasar pertanian, tetapi juga terlibat secara langsung dalam setiap tahapan budidaya mulai dari penanaman, pemupukan, hingga pengamatan pertumbuhan tanaman. Kegiatan ini berhasil meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa, yang terlihat dari antusiasme mereka dalam mengikuti setiap aktivitas serta rasa ingin tahu yang tinggi terhadap teknologi budidaya modern. Pemahaman siswa tentang pentingnya nutrisi bagi tanaman juga semakin berkembang, termasuk kesadaran akan pemanfaatan limbah organik sebagai pupuk ramah lingkungan. Selain itu, perbandingan visual antara tanaman tanah dan hidroponik memberikan pemahaman nyata mengenai keunggulan teknologi hidroponik dalam efisiensi ruang dan percepatan pertumbuhan tanaman.

Meskipun terdapat hambatan seperti keterbatasan pemahaman awal mengenai sistem hidroponik dan waktu yang belum memungkinkan pengamatan hingga masa panen, kegiatan ini tetap mampu menunjukkan bahwa hidroponik merupakan metode pembelajaran yang efektif, inovatif, dan relevan diterapkan dalam lingkungan sekolah. Program ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan secara berkelanjutan sebagai strategi pembelajaran yang kreatif dalam mendukung literasi sains, teknologi, dan lingkungan bagi siswa sekolah dasar.

Secara keseluruhan, penerapan teknologi hidroponik pokcoy di sekolah Thailand dapat dikatakan berhasil mencapai tujuan pengabdian, yaitu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep pertanian modern dan menumbuhkan kepedulian mereka terhadap praktik pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan..

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Lukmanulhakeem School Thailand yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan pengabdian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Gresik atas dukungan akademik yang diberikan selama proses pengabdian. Selain itu, penulis mengapresiasi seluruh guru dan siswa yang telah berpartisipasi aktif serta membantu dalam pelaksanaan kegiatan hidroponik sehingga pengabdian ini dapat berjalan dengan baik.

Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua atas doa, dukungan, kasih sayang, serta motivasi yang tiada henti selama proses pengabdian dan penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada pemilik NIM 220601120 yang senantiasa memberikan semangat, perhatian, dukungan moral, serta menemani dalam setiap proses penyelesaian pengabdian ini.

Tidak lupa, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga pengabdian ini dapat terselesaikan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiningrat, N., Albina, M., Padila, W., & Tanjung, E. R. (2025). *DESCRIPTIVE RESEARCH IN EDUCATION*. 2557–2564.
- Anriyani, N., Arif, Z., Ramli, S., & Herman. (2024). Hidroponik Sebagai Media Tanam Sekaligus Sumber Belajar Khususnya di SMAN 2Kalukku Kec. Kalukku, Kab. Mamuju. *Jurnal Lepa-Lepa Open*, 4(5), 875–886.
- Dahlia, L. (2024). *Media pembelajaran pertumbuhan tanaman hidroponik menggunakan demonstrasi dan discovery learning berbasis Aplikasi Canva : Studi Kasus di Era Digital*. 1(3), 144–151.
- Dany, N., Nurdin, S., Nur, R., & Dinnullah, I. (2025). *Sistem Kontrol pH Air pada Budidaya Hidroponik Pakcoy ( Brassica rapa L.) Berbasis Teknologi Smart Farming*. 7(1).
- Fauzianah, E. D., A, N. R., Fitriani, D. N., Sari, W. D. W., Rananda, D. R., & Rahmawati, I. D. (2025). *No Title*. 11(1), 51–59.
- Gareta, N., Armevia, B., Zakkiya, N. H., Rahman, F., & Pertanian, F. (2025). *SOSIALISASI HIDROPONIK WICK SYSTEM DI DESA MLORAH: MENGGALI*. 6, 41–47.
- Hanafi, Ayni, Q., & Djuniarti. (2025). *I (I\*, (I, (I. 4, 53–63.*
- Huda, Z., Marindani, E. D., & Wibowo Sanjaya, B. (2025). Sistem Monitoring Hidroponik Pada Tanaman Pakcoy Dengan Metode Nutrient Film Technique (Nft) Berbasis Internet Of Things. *Action Research Literate*, 9(10), 2116–2130. <https://doi.org/10.46799/ar.v9i10.3035>
- Jaelani, M. A., & Budiyo. (2024). *No Title*. 1–10.
- Khasanah, N., Muharani, L., Priestiani, & Pidaryani. (2023). *HIDROPONIK SEDERHANA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN SISWA*. 7, 2474–2479.
- Maulana, Z., & Tamala, E. (2023). *Budidaya Pakcoy Brassica Rapa L. Dengan Menggunakan Teknik Hidroponik Sistem Nutrient Films Technique Di Kebun Hidroponik Tirta Tani Farm Gowa*. 23, 549–553.
- Nurfajriani, W. V., Wahyu, M., Arivan, I., Sirodj, R. A., & Afgani, M. W. (2024). *No Title*. 10(September), 826–833.
- Pasambo, P. E., & Allolinggi, L. R. (2025). *I, 2 1,2. 4(10), 2167–2180.*
- Pudji, W., & Gunawan Budi, S. (2024). *Pengembangan smart*. 7.
- Putri, F. E., Mutholib, R., Hidayati, F., Hubaybah, H., Butar, M. B., & Putri, A. (2022). Analisis Pertumbuhan Tanaman Pakcoy Hidroponik Menggunakan Tambahan Pupuk Cair Lindi Sebagai Sumber Belajar: (Analysis of Hydroponic Pakcoy Plant Growth Using Addition of Liquid Leachate Fertilizer). *Biodik*, 9(1), 174–182. <https://app.dimensions.ai/details/publication/pub.1160137717%0Ahttps://online-journal.unja.ac.id/biodik/article/download/23551/15638>
- Raharjo, R., Wahyulianto, A., Rondli, W. S., & Kanzunudin, M. (2024). *Studi Fenomenologi Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi dalam Kurikulum Merdeka di Sekolah Dasar Kecamatan Ngaringan*. 1(1), 26–32.
- 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>
- Setyarini, P. H., Fajriani, S., Roviq, M., Sulistyarini, D. H., & Aisyah, D. (2023). *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat PENGENALAN DAN PEMBELAJARAN URBAN FARMING MELALUI BUDIDAYA SISTEM HIDROPONIK DEEP FLOW TECHNIQUE ( DFT ) PADA SISWA SISWI*. 3(02).
- Sofyan, Y., Fitriani, S., & Nurdin, M. I. (2025). *Pelatihan Budidaya Hidroponik dan Optimalisasi Sistem Pemberian Nutrisi pada Kebun Hidroponik dengan Menggunakan Mikrokontroler di Pondok Pesantren Darul Fithrah*. 9(1), 182–189.
- Sumarni, N., Astuti, R. W., & Mumpuni, S. D. (2020). *Keterampilan Hidroponik Untuk*

*Perkembangan Sosial- Emosional Siswa Sekolah Dasar. 1(02), 22–29.*

Yanfika, H., Soepratikno, S. S., & Widyastuti, R. A. D. (2023). *Model Pemberdayaan Kelompok Wanita Tani Melalui Budidaya Sayuran Teknik Hidroponik Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Empowerment Model for Farmer Women Groups through Hydroponic Vegetable Cultivation to Support Food Security. 2, 111–117.*