
PELATIHAN HIDROPONIK SEBAGAI SARANA EDUKASI PERTANIAN MODERN BAGI PESERTA DIDIK SMP NEGERI 11 SEMARANG

**Indah Rismawati^{1*}, Stephani Diah Pamelasari², Iskandar Zulkarnaen³, Ismi Aryanti⁴
Khusnul Khatimah⁵, Kharisma Bayu Putranto⁶, Anwar Khairika⁷, Liya Safitri⁸, Maya
Apriliani⁹, Ahmad Zaenudin¹⁰, Akbar Satriawan¹¹, Anugrah Sukma Dia Wigati¹²**

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12}Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang

*Email korespondensi: indahrismawati11@gmail.com

ABSTRAK

Ketahanan pangan merupakan tantangan utama di era modern, khususnya dalam menghadapi keterbatasan lahan dan dampak perubahan iklim. Inovasi dan pendidikan di kalangan generasi muda menjadi kunci untuk menciptakan solusi yang berkelanjutan. Penelitian pengabdian ini bertujuan untuk memberdayakan peserta didik yang tergabung dalam Kelompok Ilmiah Remaja (KIR) di SMP Negeri 11 Semarang melalui pelatihan teknologi hidroponik sebagai alternatif pertanian modern yang efisien, hemat lahan, dan ramah lingkungan. Metode pelaksanaan meliputi sosialisasi, pelatihan berbasis praktik, pendampingan, serta integrasi keterampilan kewirausahaan dan pemasaran digital. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan konseptual dan keterampilan teknis dalam budidaya tanaman hidroponik, tetapi juga mengalami peningkatan kesadaran akan pentingnya ketahanan pangan berbasis teknologi. Selain itu, peserta berhasil mengembangkan proyek hidroponik mandiri yang berpotensi diaplikasikan di lingkungan sekolah maupun masyarakat. Pelatihan ini juga mendorong penguatan literasi sains dan karakter abad ke-21, seperti berpikir kritis, tanggung jawab, dan kepedulian terhadap lingkungan. Dengan demikian, pelatihan hidroponik terbukti menjadi strategi edukatif yang efektif dalam menumbuhkan kemandirian, inovasi, dan kontribusi nyata peserta didik terhadap isu ketahanan pangan berkelanjutan.

Kata kunci: Hidroponik, Ketahanan Pangan, Kewirausahaan Siswa, KIR, Pendidikan Berbasis Proyek.

PENDAHULUAN

SMP N 11 Semarang merupakan salah satu sekolah yang memiliki potensi besar dalam mengembangkan program berbasis lingkungan dan ketahanan pangan. Sekolah ini telah memiliki fasilitas *green house*, namun hingga saat ini belum dioptimalkan secara maksimal dalam kegiatan pembelajaran maupun ekstrakurikuler. Salah satu program yang berpotensi untuk mendukung pemanfaatan fasilitas ini adalah Kelompok Ilmiah Remaja (KIR), yang beranggotakan peserta didik dengan minat tinggi terhadap sains dan penelitian. Di sisi lain, tantangan ketahanan pangan semakin nyata, terutama di wilayah perkotaan seperti Semarang, yang memiliki keterbatasan lahan pertanian. Hidroponik menjadi solusi inovatif dalam pertanian berkelanjutan karena memungkinkan budidaya tanaman dengan efisiensi lahan dan sumber daya air yang lebih baik (Ramadhani et al., 2025). Namun, kurangnya pemahaman dan keterampilan peserta didik serta pendamping KIR dalam menerapkan teknik hidroponik menghambat pemanfaatan teknologi ini secara optimal.

Salah satu inovasi dalam pertanian adalah penerapan metode hidroponik, yaitu teknik bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, melainkan dengan memanfaatkan larutan nutrisi yang kaya akan unsur hara (Manurung et al., 2023). Hidroponik tidak hanya memperkenalkan konsep biologi dan kimia dalam kehidupan nyata tetapi juga memberikan solusi terhadap keterbatasan lahan pertanian di wilayah perkotaan (Jumiono et al., 2024). Pertanian hidroponik memiliki banyak manfaat dibandingkan metode konvensional, antara lain efisiensi penggunaan air, pengurangan kebutuhan pestisida, serta peningkatan hasil panen dalam waktu yang lebih singkat (Sampelan et al., 2024). Selain itu, penelitian dari Sugita et al. (2025) menunjukkan bahwa metode hidroponik dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep IPA serta menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Model pembelajaran berbasis proyek seperti hidroponik juga memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengembangkan keterampilan kewirausahaan sejak dini dengan cara menanam, merawat, memanen, dan menjual hasil panennya.

Meskipun demikian, masih banyak sekolah yang belum menerapkan metode hidroponik sebagai bagian dari pembelajaran IPA. Kurangnya fasilitas dan pemahaman guru mengenai teknik hidroponik menjadi kendala utama dalam implementasinya. Penelitian Musyarofah et al. (2023) menunjukkan bahwa peserta didik yang belajar dengan pendekatan berbasis proyek, seperti hidroponik, menunjukkan peningkatan keterampilan praktis dan pemahaman konsep yang lebih mendalam dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Oleh karena itu, diperlukan pelatihan yang dapat membekali peserta didik dengan keterampilan hidroponik serta wawasan mengenai pertanian modern yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan proyek hidroponik ini dilakukan di SMP Negeri 11 Semarang oleh Kelompok Projek Kepemimpinan PPG IPA Universitas Negeri Semarang bermitra dengan Kelompok Ilmiah Remaja (KIR) dan dirancang untuk mengembangkan keterampilan dan wawasan peserta didik dalam bidang pertanian modern, khususnya teknik hidroponik yang ramah lingkungan dan efisien. Pengabdian dilakukan di SMP Negeri 11 Semarang oleh Kelompok Projek Kepemimpinan PPG IPA Universitas Negeri Semarang bermitra dengan Kelompok Ilmiah Remaja (KIR) melakukan serangkaian kegiatan antara lain:

1. Tahap Sosialisasi

Sosialisasi dilakukan oleh Kelompok Projek Kepemimpinan PPG IPA Universitas Negeri Semarang dengan memberikan informasi rencana kegiatan pelatihan hidroponik kepada peserta Kelompok Ilmiah Remaja di SMP Negeri 11 Semarang. Kelompok Projek Kepemimpinan (PK)

melakukan survei lokasi dan permasalahan. Kelompok PK memilih solusi permasalahan. Kelompok PK menyampaikan kepada pihak sekolah rencana susunan rangkaian kegiatan pelatihan dan penyesuaian jadwal pelaksanaan pelatihan. Berdasarkan hasil diskusi dan observasi disepakati bahwa pelaksanaan Pelatihan Hidroponik bagi Kelompok Ilmiah Remaja Sebagai Edukasi Pertanian Modern.

2. Tahap Persiapan

a. Observasi dan Edukasi di UNNES *Ecofarm*

Kegiatan diawali dengan kunjungan dan pembelajaran langsung di UNNES *Ecofarm*, sebagai langkah awal untuk memperkenalkan secara langsung teknik dan prinsip dasar hidroponik. Kunjungan ini kami lakukan pada 27 Februari 2025. Kelompok PK dibagi dalam kelompok kecil dan didampingi oleh instruktur lapangan dari pihak *Ecofarm*.



Gambar 1. Kunjungan ke *Ecofarm* UNNES

Materi yang didalami pada tahap ini mencakup:

- Prinsip dasar hidroponik (non-tanah, sistem tertutup)
- Jenis-jenis sistem hidroponik (wick system, NFT, dan DFT)
- Manajemen nutrisi (AB Mix)
- Teknik penyemaian dan transplantasi benih

Menurut Pasambo & Allolinggi (2025) pembelajaran berbasis pengalaman lapangan seperti ini sangat efektif dalam membentuk pemahaman konseptual dan keterampilan praktis siswa, khususnya dalam bidang pertanian modern. Hasil pengamatan dan wawancara dengan instruktur lapangan *ecofarm* menunjukkan peningkatan pemahaman kita terhadap prinsip dasar hidroponik seperti sistem wick, DFT (*deep flow technique*) NFT dll, hingga pengelolaan nutrisi.

b. Persiapan *Green House*

Setelah memperoleh pengetahuan dasar, kelompok melanjutkan kegiatan dengan melakukan survei dan persiapan pelaksanaan di SMP Negeri 11 Semarang. Beberapa aktivitas penting pada tahap ini meliputi:

- Survey kondisi *green house*: dilakukan pengecekan terhadap struktur fisik dan kelengkapan sistem irigasi hidroponik yang sudah tersedia.
- Koordinasi dengan pihak sekolah dan guru IPA untuk integrasi pelatihan ke dalam program KIR.
- Pembelian dan pengadaan alat serta bahan: talang hidroponik, netpot, media tanam *rockwool*, nutrisi hidroponik AB Mix, bibit bayam dan kangkung, serta pH meter

Tahap ini penting sebagai bentuk manajemen proyek edukatif yang terstruktur. Menurut Herman et al. (2023) keberhasilan implementasi pembelajaran berbasis proyek sangat ditentukan oleh kualitas persiapan dan kesiapan fasilitas pendukung.



Gambar 2. Persiapan *green house*

3. Tahap Pelatihan

Pelatihan Hidroponik Bagi Kelompok Ilmiah Remaja Sebagai Edukasi Pertanian Modern diawali dengan pembukaan dengan Kepala SMP Negeri 11 Semarang, seluruh Guru IPA SMP Negeri 11 Semarang dan seluruh peserta Kelompok Ilmiah Remaja selaku peserta pelatihan. Adapun rangkaian kegiatan dalam pelatihan diantaranya:

a. Penyampaian materi tentang hidroponik dan cara pemasaran produk hidroponik.

Selanjutnya, peserta dilibatkan secara aktif dalam persiapan alat dan bahan, penyemaian benih tanaman, serta pemindahan bibit semai ke media tanam. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 15 April 2025 di aula dan greenhouse sekolah, dengan pendekatan partisipatif yang mendorong keterlibatan langsung siswa untuk meningkatkan pengalaman belajar kontekstual.

b. Perawatan Tanaman Hidroponik.

Setelah bibit ditanam, kegiatan dilanjutkan dengan perawatan tanaman secara berkala yang dijadwalkan setiap hari. Fokus utama dalam tahap ini adalah pemberian nutrisi tanaman dan pemeliharaan instalasi hidroponik. Dengan adanya rutinitas ini, siswa belajar tentang tanggung jawab dan pentingnya konsistensi dalam merawat makhluk hidup. Kegiatan ini dilaksanakan di area greenhouse sekolah yang sudah tersedia dan menjadi laboratorium hidup bagi peserta didik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelatihan ini merupakan bentuk pengabdian masyarakat berbasis edukasi sains terapan yang diinisiasi oleh Kelompok Projek Kepemimpinan PPG IPA Universitas Negeri Semarang, dengan tujuan utama memberdayakan peserta didik yang tergabung dalam Kelompok Ilmiah Remaja (KIR) melalui pelatihan teknologi hidroponik. Teknologi ini dipilih karena merupakan alternatif pertanian modern yang efisien, ramah lingkungan, dan sesuai diterapkan di lingkungan sekolah.

Melalui kegiatan ini, diharapkan peserta didik tidak hanya memahami konsep dasar hidroponik, tetapi juga mampu mengimplementasikannya sebagai solusi pertanian urban yang hemat lahan dan air. Program ini juga dirancang untuk menumbuhkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan kepedulian terhadap isu ketahanan pangan local. Dalam kegiatan ini juga memberikan hasil yang meliputi proses pelatihan, pemanenan dan pemasaran produk serta buku panduan pelatihan yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Pelatihan Hidroponik dan Pemasaran Produk Di *E-commerce*

Pelatihan dilaksanakan pada tanggal 15 April 2025 di SMP Negeri 11 Semarang dengan peserta utama dari Kelompok Ilmiah Remaja (KIR). Kegiatan dibuka secara resmi oleh Kepala Sekolah, dan dihadiri guru-guru IPA.



Gambar 3. Pelatihan Hidroponik dan Pemasaran Produk

Setelah pembukaan, dilakukan penyampaian materi oleh tim PPG IPA yang mencakup:

- Pengenalan hidroponik sebagai sistem pertanian modern, ramah lingkungan, dan efisien.
- Teknik budidaya kangkung dan bayam secara hidroponik.
- Strategi pemasaran hasil panen hidroponik untuk menciptakan nilai ekonomi melalui *e-commers*.

Setelah pemberian materi, peserta langsung mempraktikkan penyemaian benih dengan media rockwool dan mulai penanaman awal di instalasi hidroponik sederhana. Tahap ini merupakan penerapan pendekatan *project-based learning* yang dinilai sangat efektif meningkatkan motivasi belajar peserta didik (Sari et al., 2022)



Gambar 4. Pelatihan penyemaian biji kangkung dan bayam

Setelah tahap pelatihan, kegiatan dilanjutkan dengan perawatan sistem hidroponik yang telah dibuat. Perawatan dilakukan secara terjadwal dan bergilir oleh anggota KIR selama kurang lebih 4 minggu dengan bimbingan dari tim pelaksana.

Kegiatan perawatan meliputi:

- Monitoring pertumbuhan tanaman (tinggi, warna daun, jumlah daun)
- Penggantian larutan nutrisi setiap 5 hari
- Pengendalian hama dan jamur secara alami
- Pencatatan harian oleh siswa dalam jurnal perawatan

Tahap ini sangat penting dalam menumbuhkan rasa tanggung jawab, kepemimpinan, dan konsistensi siswa. Penelitian oleh Fortuna et al. (2023) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis perawatan tanaman memberikan dampak positif terhadap pembentukan karakter dan keterampilan hidup siswa.



Gambar 5. Perawatan tanaman hidroponik

2. Pemanenan Hasil Hidroponik

Puncak kegiatan adalah panen bersama yang dilakukan pada 14 Mei 2025, tepat satu bulan setelah penanaman. Kegiatan ini melibatkan siswa, guru, kepala sekolah, dan tim dari PPG UNNES yang mencakup pemanenan hasil budidaya. Pada saat panen sayur hidrtoponik tidak ditemukan serangan hama sehingga sayur dapat tumbuh dengan optimal. Adapun hasil pemanenan yang dilakukan adalah sayur kangkung dan bayam yang layak konsumsi. Kegiatan panen ini menjadi puncak dari seluruh rangkaian pelatihan, sekaligus bentuk nyata dari keberhasilan proyek edukasi berbasis pertanian modern. Sejalan dengan Anita et al. (2025), program edukasi berbasis hidroponik dapat mendorong literasi sains sekaligus kesadaran akan pentingnya pertanian berkelanjutan di kalangan pelajar



Gambar 6. Pemanenan Kangkung dan Bayam Hidroponik

Dalam proses ini, peserta didik tidak hanya memetik hasil dari proses yang telah mereka jalani, tetapi juga belajar mengenai cara pengemasan produk pertanian yang menarik dan higienis, serta memahami bagaimana strategi pemasaran yang efektif, baik secara online maupun offline, untuk memperluas jangkauan konsumen. Aktivitas ini dilaksanakan di greenhouse dan halaman sekolah, dan menjadi momen penting untuk menanamkan nilai kerja keras, kepuasan hasil, serta pemahaman tentang rantai nilai produk pertanian.

Setelah serangkaian kegiatan persiapan, pelatihan hingga pemanenan, kami kelompok PK juga melakukan survei kepuasan terhadap kegiatan pelatihan hidroponik sebagai sarana edukasi

pertanian modern. Berdasarkan hasil survei tersebut, kegiatan berhasil memenuhi harapan masyarakat sekolah tempat pelaksanaan, khususnya guru dan siswa. Guru pembina merasa kegiatan ini relevan dengan kebutuhan siswa karena memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan kontekstual. Peserta didik pun menunjukkan antusiasme tinggi selama pelatihan, yang menjadi indikator bahwa kegiatan ini sesuai dengan minat dan harapan mereka. Selain itu, kegiatan ini dinilai positif oleh pihak sekolah karena mendukung pengembangan keterampilan abad 21, seperti kolaborasi, kreativitas, dan berpikir kritis.

Hasil ini sejalan dengan temuan dalam penelitian oleh Yusuf (2015) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dalam konteks pertanian mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan problem solving siswa secara signifikan. Sementara itu, studi oleh Alpendari et al. (2025) mengungkapkan bahwa penerapan hidroponik di sekolah memberikan dampak positif dalam menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan dan meningkatkan literasi sains siswa.

Meskipun skalanya masih terbatas, proyek ini telah memberi dampak positif dan diapresiasi oleh lingkungan sekolah tempat kegiatan dilaksanakan. Kegiatan ini memberikan manfaat yang cukup signifikan sesuai dengan yang diharapkan. Peserta KIR menjadi lebih memahami konsep pertanian modern melalui praktik hidroponik, serta terdorong untuk berpikir kreatif dan mandiri. Peserta KIR merasa puas karena siswa sangat antusias dan aktif selama pelatihan. Peserta KIR menumbuhkan minat baru terhadap sains terapan dan pertanian ramah lingkungan. Selain itu, kegiatan ini memperkuat kerja sama tim dan meningkatkan keterampilan problem solving siswa. Dampak positif lainnya adalah terciptanya lingkungan belajar yang aktif dan menyenangkan.

Penelitian lain oleh Iswandayani et al. (2025) juga menegaskan bahwa pembelajaran kontekstual melalui praktik langsung, seperti hidroponik, dapat meningkatkan pemahaman konsep serta membentuk sikap ilmiah dan kerja tim yang baik. Dengan demikian, kegiatan ini bukan hanya memberikan pengalaman teknis semata, tetapi juga membentuk karakter dan keterampilan esensial siswa. Kegiatan ini juga membuka peluang bagi sekolah untuk mengembangkan kegiatan serupa secara berkelanjutan, guna membentuk generasi yang peduli lingkungan, adaptif terhadap teknologi, serta memiliki jiwa kewirausahaan dalam bidang pertanian modern.

3. Buku Edukasi

Sebagai pelengkap kegiatan, kami sebagai tim panitia proyek kepemimpinan juga menyusun sebuah buku edukasi. Buku ini dirancang, disusun, secara bertahap oleh tim panitia berdasarkan hasil observasi selama pelaksanaan proyek. Tujuannya adalah untuk mendokumentasikan pengetahuan serta memperkuat pemahaman konsep yang telah dipelajari. Selain itu, proses pembuatan buku ini juga menjadi wadah bagi panitia untuk mengembangkan keterampilan abad 21, seperti kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi.



Gambar 7. Buku Panduan Pelatihan Hidroponik

Buku edukasi ini bertujuan memberikan pemahaman menyeluruh mengenai budidaya tanaman secara modern tanpa tanah, yaitu melalui sistem hidroponik yang dapat digunakan oleh masyarakat umum. Buku ini juga disusun sebagai media pembelajaran yang informatif dan aplikatif agar peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga mampu menerapkannya melalui kegiatan praktik. Diharapkan, melalui buku panduan ini, peserta didik dapat meningkatkan literasi sains dan teknologi, khususnya yang berkaitan dengan pertumbuhan tanaman, nutrisi, dan sistem pertanian berkelanjutan. Selain itu, buku ini juga mendorong tumbuhnya keterampilan praktis, kreativitas, serta kepedulian terhadap isu lingkungan dan ketahanan pangan.

KESIMPULAN

Pelatihan hidroponik yang dilaksanakan bersama peserta didik Kelompok Ilmiah Remaja (KIR) SMP Negeri 11 Semarang berhasil mencapai tujuan utama program, yaitu memberdayakan siswa melalui edukasi pertanian modern yang aplikatif dan kontekstual. Program ini tidak hanya memberikan pemahaman teoritis tentang konsep hidroponik, tetapi juga membekali peserta dengan keterampilan praktis mulai dari penyemaian, perawatan, hingga panen tanaman menggunakan sistem *Nutrient Film Technique* (NFT).

Kegiatan pelatihan yang terstruktur melalui lima tahapan pembelajaran awal, persiapan, pelatihan inti, perawatan, dan panen telah mendorong peserta didik untuk mengembangkan kompetensi abad ke-21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, tanggung jawab, dan kepedulian terhadap isu lingkungan dan ketahanan pangan. Hasil panen yang optimal dan keberhasilan peserta dalam membuat akun *e-commerce* serta strategi pemasaran menunjukkan bahwa kegiatan ini berdampak positif tidak hanya dalam aspek kognitif, tetapi juga afektif dan psikomotorik.

Dengan demikian, pelatihan hidroponik terbukti menjadi sarana edukasi yang efektif dalam membangun literasi sains, semangat inovasi, serta jiwa kewirausahaan peserta didik. Model pelatihan seperti ini layak direplikasi di sekolah lain sebagai bagian dari upaya penguatan pendidikan berbasis proyek dan pengembangan karakter generasi muda yang sadar akan pentingnya pertanian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpandari, H., Prakoso, T., Andriani, R., & Pertiwi, W. N. (2025). Edukasi dan Pelatihan Budidaya Tanaman Menggunakan Teknik Hidroponik di SMAN 1 Muara Padang. *Madaniya*, 6(1), 390–395.
- Anita, A. S., Widiarta, I. P. G. D., Amir, F., Putri, R. R., Asasandi, I. G. N. A., Oktarina, Y., Ngangi, C. R., Arsela, P., Elza, N. I., & Anwar, M. F. (2025). *Agribisnis Berkelanjutan: Teori Dan Praktik* (Mukhlis (ed.); 1st ed.). Azzia Karya Bersama.
- Fortuna, D., Muttaqin, M. F., & Amrina, P. (2023). Integrasi Karakter Peduli Lingkungan Dalam Program Sekolah Adiwiyata di SDN Cipondoh 5. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(4), 2088–2100.
- Herman, D., Khasanah, F., Hutapea, B., Heriansyah, M. M., Kusnadi, I. H., Hasanuddin, M. I., Noervadila, I., Prayogo, T. I., Tumiyem, D. P. S., & Zuzanti, Z. (2023). Psikologi Belajar Dan Pembelajaran. In Ariyanto (Ed.), *Padang: PT Global Eksekutif Teknologi* (1st ed.). PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI.
- Iswandayani, H., Ningsih, S. W., Winata, B. P., astawa Aqidah, M. F., Hanif, D. A., & Muhtarom, T. (2025). Peran Sekolah Alam Dalam Pengembangan Karakter Anak Di Jogja

- Green School. *Jurnal Elementary: Kajian Teori Dan Hasil Penelitian Pendidikan Sekolah Dasar*, 8(1), 15–22.
- Jumiono, A., Judijanto, L., Apriyanto, A., Suryanto, A., Nuriadi, N., Fanani, M. Z., & Rusliyadi, M. (2024). *Pengantar Ilmu Pertanian* (Sepriano (ed.); 1st ed.). PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Manurung, I., Putri, F. V., Afrila, M., Al Hafizd, M. A., Haditya, R., Gusni, J., & Miswarti, M. (2023). Penerapan sistem hidroponik budidaya tanaman tanpa tanah untuk pertanian masa depan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 4(4), 5140–5145.
- Musyarofah, M., Pawara, M. U., Sholihah, N., & Prayitno, B. (2023). Pendampingan aktivitas pembelajaran tema berkebun dengan teknik hidroponik untuk siswa TK Harapan Bunda Balikpapan. *Selaparang: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 7(4), 2279–2287.
- Pasambo, P. E., & Allolinggi, L. R. (2025). PENDAMPINGAN BUDIDAYA TANAMAN DENGAN TEKNOLOGI HIDROPONIK UNTUK Mendukung PROGRAM P5 SMA 5 TANA TORAJA. *J-ABDI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(10), 2167–2180.
- Ramadhani, C. R., Hamzah, R. A., Nisma, N., Fitri, R., & Wahyudi, A. A. (2025). Penerapan Teknologi Hidroponik Sebagai Solusi Pertanian Berkelanjutan di Lingkungan Perkotaan. *Matano: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 1(1), 1–9.
- Sampelan, A. B., Sipayung, R. H., & Tarihoran, E. (2024). Membangun Kemandirian dan Kesejahteraan Umat Melalui Usaha Penanaman Sayur Hidroponik. *Jurnal Masalah Pastoral*, 12(2), 17–27.
- Sari, A. T., Usman, U., & Marianingsih, P. (2022). PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA HIDROPONIK BERBASIS PROJECT BASED LEARNING UNTUK MENUNJANG JIWA KEWIRUSAHAAN PADA SISWA. *Biodidaktika: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 17(1).
- Sugita, D., SABELA, E. N. I., SARI, F. M., IDAYANTI, R., & ERIKA, F. (2025). Literatur Review: Penerapan Pendekatan Steam Pada Pembelajaran Sains Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreativitas Siswa. *EDUCATIONAL: Jurnal Inovasi Pendidikan & Pengajaran*, 5(1), 103–114.
- Yusuf, F. M. (2015). Peningkatan Kemampuan Kognitif Siswa Sma Negeri 2 Gorontalo Pada Matapelajaran Biologi Melalui Metode Pembelajaran Berbasis Proyek. *Jurnal Biology Education*, 4(1).