

Program Pemberdayaan Petani Desa Sipak Melalui Penerapan *Modern Farm Greenhouse Hidroponik Berbasis Nutrient Film Technique (NFT)*

Ersa Fitria Febiola, Ade Heri Mulyati*

Universitas Pakuan, Jalan Pakuan, Tegalega, Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat

*Penulis korespondensi: adeheri.mulyati@unpak.ac.id

Dikirim : 29 September 2025

Direvisi : 2 Juni 2026

Diterima : 3 Juni 2026

Abstrak: Program pemberdayaan petani di Desa Sipak melalui penerapan modern farm greenhouse berbasis nutrient film technique (NFT) dilaksanakan untuk menjawab tantangan ketahanan pangan sekaligus meningkatkan kesejahteraan petani lokal. Desa Sipak masih didominasi oleh praktik pertanian konvensional yang bergantung pada musim, sehingga rentan gagal panen dan biaya produksi tinggi. Kegiatan pengabdian ini dilakukan dalam rangka Program PPK Ormawa Universitas Pakuan dengan pendekatan participatory rural appraisal (PRA) untuk menumbuhkan keterlibatan masyarakat. Metode pelaksanaan meliputi persiapan (survei kebutuhan, perancangan instalasi, persemaian), pembangunan greenhouse dan instalasi NFT, monitoring parameter teknis (pH, EC, suhu, debit aliran), serta evaluasi berkala. Hasil implementasi menunjukkan keberhasilan pembangunan sistem hidroponik NFT yang efisien, hemat air, dan ramah lingkungan. Tingkat keberhasilan persemaian mencapai lebih dari 90%, sementara monitoring rutin mampu menjaga stabilitas pertumbuhan tanaman. Selain peningkatan teknis, program juga memperkuat kapasitas masyarakat melalui pelatihan kewirausahaan, promosi digital, serta pengembangan kemasan produk. Dengan demikian, penerapan hidroponik NFT tidak hanya meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat desa. Program ini berpotensi direplikasi sebagai model pertanian modern berbasis teknologi sederhana dan berkelanjutan.

Kata kunci: Desa Sipak, greenhouse, hidroponik, NFT, pemberdayaan masyarakat

Abstract: The farmer empowerment program in Sipak Village through the implementation of a modern farm greenhouse based on the nutrient film technique (NFT) was carried out to address food security challenges and improve local farmers' welfare. Agricultural practices in Sipak are still dominated by conventional methods highly dependent on seasonal changes, making them vulnerable to crop failure and high production costs. This community service program was implemented under the PPK Ormawa scheme of Universitas Pakuan using a participatory rural appraisal (PRA) approach to foster community engagement. The method included preparation (needs assessment, installation design, seedling), greenhouse construction and NFT installation, monitoring of technical parameters (pH, EC, temperature, and flow rate), and periodic evaluation. The results demonstrated the successful establishment of an efficient, water-saving, and environmentally friendly NFT hydroponic system. The seedling success rate exceeded 90%, while routine monitoring maintained stable plant growth. Beyond technical aspects, the program also enhanced community capacity through entrepreneurship training, digital marketing, and product packaging development. Thus, the

adoption of NFT hydroponics not only improved productivity and crop quality but also created new economic opportunities for rural communities. This program has the potential to be replicated as a model of modern, simple, and sustainable agriculture

Keywords: *community empowerment, greenhouse, hydroponics, NFT, Sipak Village*

1. Pendahuluan

Pembangunan sektor pertanian merupakan pilar utama dalam mewujudkan kedaulatan pangan nasional. Tantangan global terhadap krisis pangan, perubahan iklim, dan peningkatan jumlah penduduk dunia telah mendorong perlunya sistem pertanian yang lebih efisien, adaptif, dan berkelanjutan. Kementerian Pertanian Republik Indonesia mencanangkan program modernisasi pertanian untuk mendorong swasembada pangan dan melindungi petani lokal dari fluktuasi ekonomi global. Hal ini selaras dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*), khususnya poin 2 (*zero hunger*) yang menekankan ketersediaan pangan yang cukup dan bergizi, serta poin 8 (*decent work and economic growth*) yang menggarisbawahi pentingnya pertumbuhan ekonomi inklusif berbasis potensi masyarakat.

Desa Sipak, yang terletak di Kecamatan Jasinga, Kabupaten Bogor, memiliki populasi sebesar 13.604 jiwa, dengan 88,21% penduduk menggantungkan mata pencahariannya pada sektor pertanian (BPS, 2024). Desa ini memiliki luas wilayah 5,58 km², namun sebagian besar lahan pertanian masih dikelola secara tradisional dengan sistem tanam konvensional yang sangat bergantung pada musim. Data lapangan menunjukkan bahwa hasil panen petani Desa Sipak bersifat fluktuatif, terutama saat kemarau panjang atau intensitas hujan tinggi, sehingga sering terjadi gagal panen. Selain itu, penggunaan pupuk kimia secara berlebihan turut menurunkan kesuburan lahan dalam jangka panjang dan menimbulkan beban biaya produksi yang tinggi. Kondisi ini berdampak pada rendahnya pendapatan petani dan menurunnya minat generasi muda untuk terjun ke sektor pertanian.

Seiring berkembangnya era pertanian cerdas (*smart agriculture*), konsep *modern farm* hadir sebagai pendekatan baru yang mengintegrasikan teknologi budidaya, efisiensi penggunaan sumber daya, serta produktivitas tinggi dalam skala kecil maupun besar. Menurut Patria (2025), *modern farm* merupakan bentuk transformasi pertanian tradisional menuju pertanian presisi yang memanfaatkan teknologi seperti *greenhouse*, hidroponik, sensor, dan sistem otomatisasi untuk meningkatkan produktivitas serta mengurangi ketergantungan terhadap faktor cuaca.

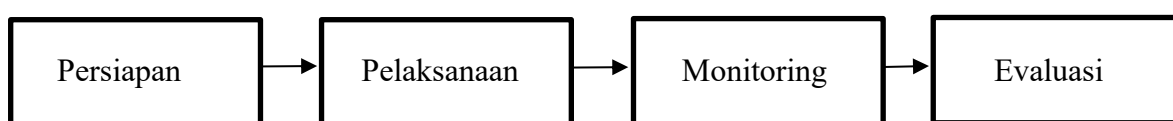
Sistem Hidroponik berbasis *Nutrient Film Technique (NFT)* menjadi alternatif budidaya

yang efektif dan efisien untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Hidroponik NFT memungkinkan aliran larutan nutrisi yang tipis dan terus menerus mengalir pada akar tanaman sehingga penyerapan unsur hara lebih optimal (Wulandari dkk., 2023). Sistem ini tidak memerlukan tanah, lebih hemat air hingga 70% (Aditya dkk., 2026; Ramadhani dkk., 2025). Selain itu, dukungan penggunaan *greenhouse* dalam sistem hidroponik memberikan lingkungan mikro yang lebih terkendali sehingga tanaman terlindungi dari hama, penyakit, dan perubahan cuaca ekstrem.

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan diskusi, terdapat kebutuhan mendesak untuk mengimplementasikan teknologi pertanian modern yang mampu meningkatkan kesejahteraan petani secara berkelanjutan. Kehadiran PPK Ormawa dalam program pemberdayaan petani Sipak melalui penerapan *modern farm greenhouse* hidroponik berbasis *nutrient film technique (NFT)* dirancang sebagai bentuk pengabdian masyarakat yang tidak hanya berfokus pada peningkatan produksi tanaman, tetapi juga pada transfer ilmu pengetahuan, pelatihan, dan pengembangan unit usaha agribisnis hidroponik berbasis pemberdayaan masyarakat desa.

2. Metode

Kegiatan pengabdian ini berlangsung dalam konteks Program Penguatan Kapasitas (PPK) Ormawa selama 40 hari, dimulai dari tanggal 28 Juli hingga 6 September 2025, dan dilaksanakan di Desa Sipak, Kecamatan Jasinga, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Penyelenggara PPK Ormawa ini merupakan bagian dari program Kemendikbudristek. Langkah-langkah dalam pelaksanaan kegiatan diberikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Metode Pelaksanaan Kegiatan

2.1 Persiapan

Sebelum pelaksanaan program teknologi Hidroponik berbasis *Nutrient Film Technique (NFT)*, dilakukan persiapan melalui survei awal terkait kesiapan kelompok tani dan masyarakat RW 10 dalam mendukung program ini. Survei ini berlandaskan pada konsep *community needs assessment*, yang bertujuan untuk memahami sejauh mana kesiapan dan keterlibatan masyarakat dalam program ini. Survei juga mencakup pemilihan lokasi yang sesuai untuk pembangunan sistem hidroponik NFT dengan mempertimbangkan aspek teknis yang

mencakup ketersediaan sumber air, aksesibilitas lahan, serta aspek sosial seperti tingkat partisipasi dan dukungan masyarakat. Prinsip *participatory rural appraisal* (PRA) diterapkan dalam kegiatan ini dengan melibatkan masyarakat secara aktif. Survei ini tidak hanya menghasilkan data teknis tetapi juga membangun rasa kepemilikan (*sense of ownership*) terhadap program. Prinsip tersebut diharapkan akan meningkatkan keberhasilan program serta keberlanjutan pengelolaan sistem hidroponik di Desa Sipak dalam jangka panjang.

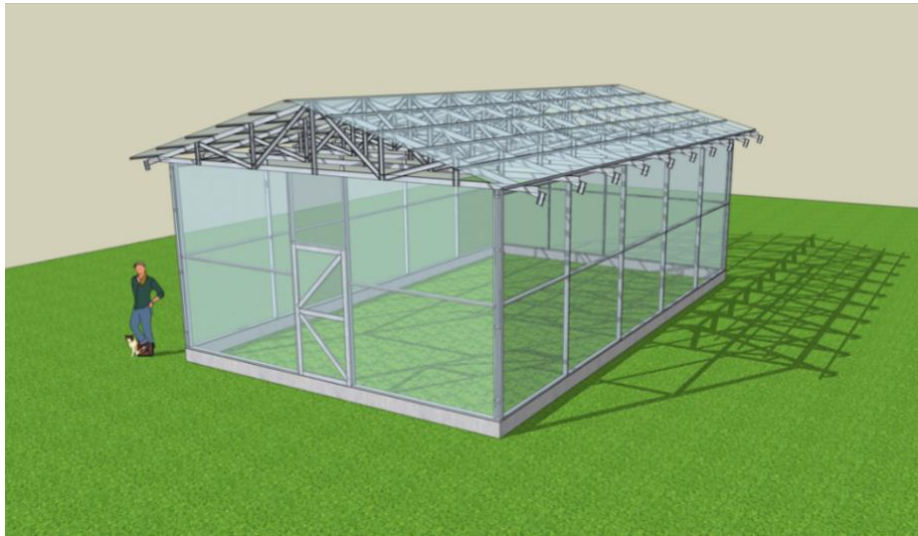
Tahap selanjutnya adalah perancangan desain instalasi *greenhouse* hidroponik serta penyiapan perlengkapan pendukung seperti diperlihatkan dalam Gambar 2 dan 3. Peralatan yang digunakan mencakup alat pengukur TDS, EC dan pH larutan nutrisi, *netpot*, pipa paralon ukuran 3 inci dan ½ inci, pompa air, wadah nutrisi (tandon air), selang, gergaji dan bor, nampan, tray/plastik, serta perlengkapan administrasi. Adapun bahan utama yang digunakan meliputi *rockwool*, AB mix atau Pupuk Organik Cair (POC), dan bibit sayuran (pakcoy, tomat, cabai).

Persiapan persemaian dilakukan dengan mengisi *tray* plastik menggunakan *rockwool* setebal $\pm 4\text{--}5$ cm yang telah diratakan. Media tanam kemudian diberi lubang sedalam 0,5 cm dengan jarak 1–1,5 cm. Benih sayuran disemai pada lubang tersebut, kemudian disiram dengan air hingga lembap. Setelah masa semai berlangsung selama 12–15 hari, benih yang telah menunjukkan pertumbuhan 1–2 helai daun sempurna siap dipindahkan ke lahan tanam (*transplanting*). Proses pindah tanam dilakukan dengan mencabut bibit dari media *rockwool*, mencuci akar hingga bersih, kemudian menanamnya pada lubang tanam *netpot* sebagai media tumbuh lanjutan.

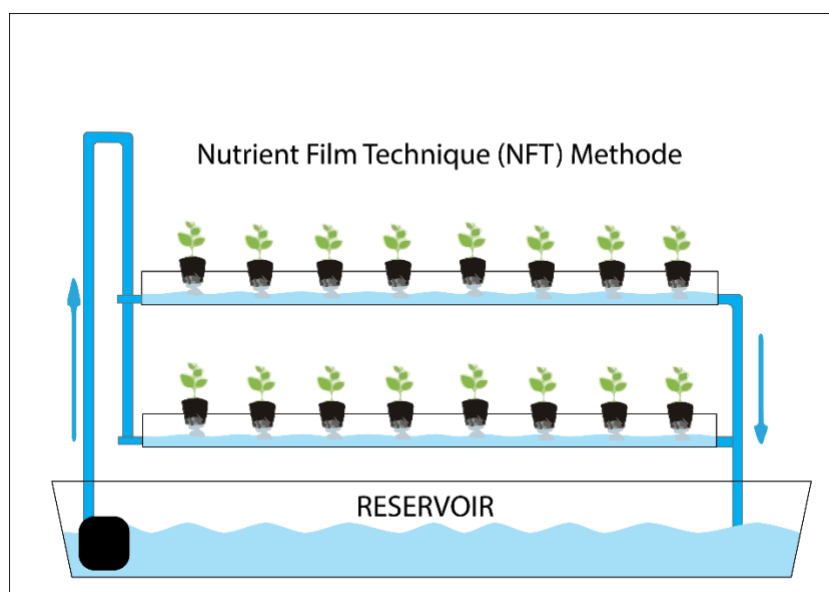
Nutrisi tanaman disiapkan dalam bentuk larutan AB mix atau Pupuk Organik Cair (POC). Larutan pekat (biang) dicampurkan dengan air dengan perbandingan 1:10, kemudian disimpan dalam wadah penampungan. Sistem NFT bekerja dengan cara mengalirkan larutan nutrisi dari tandon melalui pompa menuju pipa-pipa instalasi. Larutan nutrisi mengalir tipis sehingga akar tanaman dapat menyerap nutrisi sekaligus oksigen (Singgih dkk., 2019). Sisa nutrisi yang tidak terserap dialirkan kembali ke tandon melalui saluran pembuangan untuk kemudian disirkulasikan ulang menggunakan pompa.

Pertumbuhan tanaman secara hidroponik dipengaruhi oleh faktor utama dan faktor sekunder. Faktor utama mencakup kualitas air baku, kandungan mineral, nutrisi atau pupuk, media tanam serta mutu benih. Sementara itu, faktor kedua (lingkungan) berupa cahaya, oksigen, suhu, kelembaban, curah hujan (Susilawati, 2019). Dengan memperhatikan kedua

faktor tersebut, sistem hidroponik NFT diharapkan dapat menghasilkan pertumbuhan tanaman yang optimal sekaligus menjadi model pertanian berkelanjutan berbasis teknologi sederhana.



Gambar 2. Instalasi *Greenhouse*



Gambar 3. Instalasi Hidroponik berbasis NFT

2.2 Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan pembangunan sistem *greenhouse* hidroponik berbasis NFT dilakukan melalui beberapa langkah utama (Gambar 4). Pertama, pembangunan konstruksi *greenhouse* yang meliputi pembuatan pondasi, pemasangan rangka, penutup plastik UV, ventilasi, serta jaring pelindung. Kedua, instalasi sistem NFT yang meliputi pemasangan meja atau dudukan

talang dengan kemiringan yang tepat, karena kemiringan berpengaruh terhadap pertumbuhan jumlah daun, lebar daun, tinggi tanaman, dan perkembangan akar dengan kontribusi sekitar 5% terhadap bobot tanaman (Kridhianto, 2016). Tahap ini juga mencakup pemasangan talang dan pipa, penempatan tandon nutrisi, serta pemasangan pompa sirkulasi. Ketiga, dilakukan uji coba sistem (*commissioning*) untuk memastikan aliran nutrisi berjalan lancar, serta parameter pH dan EC sesuai standar. Terakhir penyusunan dan penerapan standar operasional (SOP) untuk perawatan, meliputi pengecekan harian kondisi nutrisi dan sistem, pembersihan berkala talang serta tandon, dan pergantian larutan nutrisi sesuai kebutuhan.



Gambar 4. Dokumentasi Pelaksanaan Program

2.3 Monitoring

Tahap monitoring pada sistem *Greenhouse* hidroponik berbasis NFT dilakukan secara rutin untuk memastikan keberlangsungan dan kestabilan produksi. Monitoring meliputi pengecekan harian kondisi larutan nutrisi pH, EC, dan suhu, serta memastikan aliran nutrisi pada setiap talang berjalan lancar tanpa hambatan. Selain itu, dilakukan pengamatan pertumbuhan tanaman, kebersihan talang dan tandon, serta kondisi lingkungan *greenhouse* seperti suhu dan kelembapan. Monitoring mingguan mencakup evaluasi kebutuhan nutrisi, penggantian larutan jika diperlukan, serta pengecekan kinerja pompa, ventilasi, dan sistem listrik. Dengan monitoring yang teratur, potensi masalah dapat segera diatasi sehingga sistem dapat beroperasi secara optimal dan hasil panen tetap terjaga.

2.4 Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan pada akhir setiap siklus tanam (atau bulanan) untuk menilai kinerja teknis, agronomis, dan manajerial sistem NFT. Kegiatan meliputi pengumpulan dan audit data monitoring (pH, EC, suhu air/ruang, debit aliran), capaian produksi (jumlah panen, bobot rata-rata, persentase sortasi), kualitas tanaman (warna, tekstur, akar), efisiensi sumber daya (konsumsi air, nutrisi, listrik per kg hasil), serta aspek biaya dan pendapatan. Data dibandingkan dengan target KPI (misalnya *survival rate* $\geq 95\%$, hasil $\geq x$ kg/m²/siklus, EC rata-rata dalam rentang target) untuk mengidentifikasi deviasi. Analisis akar masalah dilakukan (misalnya 5-Why/Fishbone), kemudian disusun rencana perbaikan yang memuat tindakan, penanggung jawab, dan tenggat waktu (CAPA). Hasil evaluasi diringkaskan dalam laporan singkat berisi temuan kunci, rekomendasi penyempurnaan SOP, kebutuhan perawatan/kalibrasi, dan rencana tindak lanjut pada siklus berikutnya.

Evaluasi dilakukan setiap 2 minggu sekali untuk memastikan program berkelanjutan. Selain itu, pada langkah ini, dilakukan evaluasi terhadap rangkaian instalasi sistem hidroponik dan menerima kritik saran dari warga terkait penggunaan sistem hidroponik berbasis NFT tersebut.

3. Hasil dan Diskusi

Penerapan sistem *modern farm greenhouse* hidroponik berbasis *Nutrient Film Technique* (NFT) di Desa Sipak merupakan bentuk inovasi dalam upaya peningkatan produktivitas pertanian masyarakat sekaligus strategi pemberdayaan petani lokal. Program ini dilatarbelakangi oleh kondisi pertanian Desa Sipak yang mayoritas masih bergantung pada metode konvensional. Pola tanam tradisional yang sangat dipengaruhi faktor cuaca menyebabkan produktivitas tidak stabil dan biaya produksi cenderung tinggi akibat penggunaan pupuk kimia secara berlebihan. Hal ini sejalan dengan temuan Sahnabel & Kurniati (2025) bahwa modernisasi pertanian menjadi kebutuhan mendesak untuk mengatasi ketergantungan petani terhadap iklim dan input eksternal yang mahal.

Hasil survei awal menunjukkan bahwa masyarakat memiliki antusiasme yang cukup tinggi terhadap penerapan sistem hidroponik, meskipun sebagian masih terbatas pengetahuan teknisnya. Melalui pendekatan *participatory rural appraisal* (PRA), keterlibatan aktif masyarakat berhasil ditingkatkan, sehingga tercipta rasa kepemilikan (*sense of ownership*)

terhadap program. Model partisipatif semacam ini terbukti penting dalam menjaga keberlanjutan program pengabdian masyarakat (Halim & Yunita, 2019; Surindra dkk., 2024).

Dari sisi teknis, instalasi *greenhouse* hidroponik NFT berhasil dibangun melalui tahapan pembangunan pondasi, pemasangan rangka, hingga instalasi pipa dan tandon nutrisi. Uji coba sistem menunjukkan bahwa aliran nutrisi berjalan lancar, dengan pH dan EC dalam rentang optimal. Hal ini sesuai dengan prinsip dasar hidroponik NFT yang menekankan aliran nutrisi tipis dan kontinu agar akar tanaman dapat menyerap unsur hara serta oksigen secara efisien (Singgih dkk., 2019).

Selain itu, penggunaan *greenhouse* memberikan kontrol iklim yang lebih baik. Lingkungan terkontrol terbukti mampu mengurangi serangan hama dan penyakit serta melindungi tanaman dari anomali cuaca, sebagaimana ditegaskan oleh Bhujel *et al.* (2020). Pada sisi lain, sistem ini juga terbukti hemat air hingga 70% dibandingkan pertanian konvensional (Ramadhani dkk., 2025). Dengan demikian, penerapan hidroponik NFT sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan dan efisiensi sumber daya.

Hasil pemantauan menunjukkan pertumbuhan tanaman cukup baik dengan tingkat keberhasilan persemaian di atas 90%. Faktor-faktor penentu keberhasilan antara lain kualitas air, media tanam (*rockwool* dan *cocopeat*), ketersediaan nutrisi, serta kondisi lingkungan *greenhouse*. Susilawati (2019) menekankan bahwa selain faktor utama tersebut, faktor sekunder seperti cahaya, suhu, dan kelembaban juga memengaruhi performa tanaman hidroponik. Pada implementasi di Desa Sipak, monitoring rutin terhadap pH, EC, suhu, dan debit nutrisi mampu menjaga stabilitas sistem.

Dari aspek pemberdayaan masyarakat, program ini tidak hanya memperkenalkan teknologi pertanian modern, tetapi juga mendorong kemandirian ekonomi petani. Produk hasil panen hidroponik memiliki nilai jual yang relatif lebih tinggi dan konsumen perkotaan mulai menunjukkan minat pada produk pertanian sehat berbasis hidroponik. Temuan ini sejalan dengan penelitian Pastor-Arbulú & Rodríguez-Delfin (2025) yang menunjukkan bahwa sistem NFT efektif dalam meningkatkan produktivitas sayuran di lahan terbatas dan berpotensi menjadi unit usaha agribisnis baru.

Keberhasilan program ini juga ditunjang dengan pelatihan kewirausahaan, promosi digital, dan pencarian vendor kemasan yang dilakukan bersama mitra. Integrasi aspek teknis dengan aspek bisnis inilah yang memperkuat keberlanjutan program. Menurut Susanti dkk. (2025), pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan hidroponik yang dipadukan dengan inovasi

teknologi ramah lingkungan menjadi salah satu solusi konkret dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan.

Secara keseluruhan, program hidroponik NFT di Desa Sipak membuktikan bahwa penerapan teknologi pertanian modern berbasis *greenhouse* mampu meningkatkan produktivitas, efisiensi sumber daya, dan pemberdayaan masyarakat secara simultan. Keberhasilan ini dapat direplikasi di desa lain dengan kondisi serupa, khususnya daerah yang menghadapi keterbatasan lahan dan ketergantungan pada iklim.

4. Kesimpulan

Penerapan *Modern Farm Greenhouse* berbasis *Nutrient Film Technique* (NFT) di Desa Sipak terbukti mampu meningkatkan produktivitas pertanian, efisiensi penggunaan sumber daya, dan kemandirian ekonomi masyarakat. Melalui pendekatan partisipatif, program ini berhasil melibatkan masyarakat secara aktif sejak tahap persiapan hingga evaluasi, sehingga tercipta rasa kepemilikan terhadap sistem yang dibangun. Hasil implementasi menunjukkan tingkat keberhasilan persemaian di atas 90%, pertumbuhan tanaman yang stabil, serta efisiensi penggunaan air yang signifikan. Selain itu, integrasi pelatihan kewirausahaan, promosi digital, dan pengembangan kemasan produk memperkuat nilai tambah dari hasil pertanian. Dengan demikian, model hidroponik NFT ini tidak hanya relevan sebagai inovasi pertanian berkelanjutan, tetapi juga potensial direplikasi di wilayah lain untuk mendukung ketahanan pangan dan pertumbuhan ekonomi lokal secara berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Kemendikbudristek atas pendanaan yang telah diberikan melalui Program Penguatan Kapasitas Organisasi Mahasiswa (PPK Ormawa), pihak Universitas Pakuan, masyarakat Desa Sipak khususnya Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) di RW 10 Parung Sapi Desa Sipak, Dosen Pendamping, Program Studi Kimia, dan seluruh anggota Tim PPK Ormawa HIMASKA yang telah memberikan dukungan dan berpartisipasi aktif dalam kegiatan ini.

Daftar Referensi

- Aditya, D., Putri, L.D. & Solfema. (2026). Pemanfaatan Lahan Perkotaan untuk Memaksimalkan Lahan Perkotaan yang Terbatas Bersama Ibu-Ibu PKK. *Edukasi Elita: Jurnal Inovasi Pendidikan*, 3(1), 128-136. <https://doi.org/10.62383/edukasi.v3i1.2770>
- Bhujel, A., Basak, J.K., Khan, F., Arulmozhi, E., Jaihuni, M., Sihalath, T., Lee, D., Park, J., & Kim, H.T. (2020). Sensor Systems for Greenhouse Microclimate Monitoring and Control: a Review. *Journal of Biosystems Engineering*, 45, 341-361. <https://doi.org/10.1007/s42853-020-00075-6>
- Halim, L., & Yunita, I. (2019). Strategi Pelatihan Hidroponik Sebagai Pemberdayaan Masyarakat Yang Bernilai Ekonomis. *Jurnal Patria: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 1(2), 69-76.
- Kridhianto, R. (2016). Pengaruh Macam Media Tanam dan Kemiringan Talang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bayam Merah (*Amarantus tricolor* L.) pada Sistem Hidroponik NFT. *Skripsi*, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Pastor-Arbulú, P. & Rodríguez-Delfín, A. (2025) Enhancing the growth, yield and physiological response of two lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars through NFT system optimization. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1639002. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1639002>
- Patria, I. (2025). Transformasi Pertanian Presisi Berbasis Digital di Indonesia: Tinjauan Sistematis Peluang dan Tantangan. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(6), 1462–1477. <https://doi.org/10.55123/insologi.v4i6.6319>
- Ramadhani, C.R., Hamzah, R.A., Nisma, N., Ismail, T., 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. <https://doi.org/10.51574/matano.v1i1.2958>
- Sahnabel, S.F. & Kurniati, E. (2025). Strategi Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Indonesia: Evaluasi Kebijakan, Teknologi Digital, dan Pendekatan Lokal. *Jurnal Perubahan Ekonomi (JPE)*, 9(4), 18-28.
- Singgih, M., Prabawati, K., & Abdulloh, D. (2019). Bercocok Tanam Mudah Dengan Sistem Hidroponik NFT. *Jurnal Abdikarya: Jurnal Karya Pengabdian Dosen Dan Mahasiswa*, 3(1), 21-24. <https://doi.org/10.30996/v3i1.3696>
- Surindra, B., Irmayanti, E., Afandi, T. Y., Arifin, Z., Prastyaningtyas, E. W., Lukiani, E.R.M., Anggraini, A.S.N., & Dewi, F.N.K. (2024). Pemberdayaan Masyarakat melalui Budidaya Tanaman Hidroponik sebagai Alternatif dalam Menambah Pendapatan Masyarakat. *Jurnal ABDINUS : Jurnal Pengabdian Nusantara*, 8(1), 163-171. <https://doi.org/10.29407/ja.v8i1.21645>
- Susanti, R.D., Lubis, A.F.A., Setiawan, J.A., Putra, I., Sihombing, G., Sofie, T.M., & Purba, E. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Hidroponik Bertenaga Surya

Sebagai Solusi Pertanian Ramah Lingkungan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 6(3), 3653–3659. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v6i3.6251>

Susilawati. (2019). *Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik*. Unsri Press Publisher. Palembang.

Wulandari, R.D., Sani, S.A., Anggraeni, N.P., Mashithoh, N.N., Prihandono, T. & Mahmudi, K. (2023). Analisis Konsep Fluida Pada Sistem Perairan Hidroponik NFT (Nutrient Film Engineering). *Jurnal Sains Riset*, 13(3), 832-838. <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i3.2016>