



BIJAKSANA

Jurnal Pengabdian Masyarakat

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Muhammadiyah Palangkaraya



Penerapan Otomatisasi pada Budidaya Hidroponik Sayuran di Desa Karangbanjar, Kecamatan Bojongsari, Purbalingga

^{1*}Arief Sudarmaji ., ¹Purwoko Hari Kuncoro ., ¹Krissandi Wijaya , ¹Agus Margiwiyatno .,

²Rifqi Raditya Kurniawan ., ²Etik Wukir Tini

¹Program Studi Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

²Program Studi Agroteknologi, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

Email: arief.sudarmaji@unsoed.ac.id

Informasi Artikel	ABSTRAK
Diterima: November 2025	Hidroponik sebagai teknik budidaya tanpa media tanah merupakan salah satu upaya peningkatan produktivitas, efektivitas, dan efisiensi budidaya sayuran dan buah pada daerah dengan keterbatasan lahan. Makalah ini menyajikan kegiatan penerapan teknologi otomatis untuk budidaya hidroponik di Kelompok Wanita Tani Sri Kandi di Desa Karangbanjar, Kecamatan Bojongsari, Purbalingga. Kelompok Wanita Tani Sri Kandi mempunyai usaha produksi buah-buahan dalam sebuah screenhouse yang menggunakan teknik hidroponik. Namun, praktiknya masih konvensional, manual, sederhana, memerlukan waktu dan tenaga banyak, serta masih terkendala pada kondisi lingkungan berupa iklim. Tujuan kegiatan ini adalah penerapan sistem otomatisasi berupa kendali pH, TDS, EC, suhu, dan kelembaban pada greenhouse secara otomatis. Kegiatan alih teknologi berupa penyuluhan, pelatihan, praktik langsung, dan pembuatan demplot di lokasi mitra. Hasil kegiatan adalah penggunaan sistem otomatisasi pada hidroponik memberikan kemudahan pengukuran dan efektivitas waktu yang digunakan. Kesimpulan kegiatan bahwa sistem otomatisasi ini berhasil mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual dan membuka peluang pengembangan pertanian presisi yang lebih berkelanjutan, sekaligus menjadi platform pembelajaran yang efektif bagi petani dalam mengadopsi teknologi pertanian modern.
Revisi: November 2025	
Publikasi: Desember 2025	Kata kunci: Otomatis, Hidroponik, Sayuran, Greenhouse.

Hydroponics, as a cultivation technique without soil, is one of the efforts to increase the productivity, effectiveness, and efficiency of vegetable and fruit cultivation in areas with limited land. This paper presents the application of automatic technology for hydroponic cultivation in the Sri Kandi Women Farmers Group in Karangbanjar Village, Bojongsari District, Purbalingga. The Sri Kandi Women Farmers Group has a fruit production business in a screenhouse that uses hydroponic techniques. However, the practices are still conventional, manual, simple, require a lot of time and energy, and are still constrained by environmental conditions such as climate. The purpose of this activity is to implement an automation system in the form of automatic control of pH, TDS, EC, temperature, and humidity in the greenhouse. The technology transfer activities included counseling, training, hands-on practice, and the creation of demonstration plots at the partner's location. The result of the activity was that the use of an automation system in hydroponics made measurement easier and increased time efficiency. The conclusion of the activity is that this automation system has successfully reduced dependence on manual labor and opened up opportunities for more sustainable precision agriculture development, while also serving as an effective learning platform for farmers in adopting modern agricultural technology.

Keywords: Automatic, Hydroponic, Vegetables, Greenhouse



© 2025 Arief Sudarmaji, Purwoko Hari Kuncoro, Krissandi Wijaya, Agus Margiwiyatno, Rifqi Raditya Kurniawan, Etik Wukir Tini. Published by Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

doi: [10.33084/bijaksana.v3i2.11190](https://doi.org/10.33084/bijaksana.v3i2.11190)

Bidang: Pengabdian

Informasi sitasi: Sudarmaji, A., Kuncoro, P. H., Wijaya, K., Margiwiyatno, A., Kurniawan, R. R., & Tini, E. W. (2025). Penerapan Otomatisasi pada Budidaya Hidroponik Sayuran di Desa Karangbanjar, Kecamatan Bojongsari, Purbalingga. *Bijaksana: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 78–85. <https://doi.org/10.33084/bijaksana.v3i2.11190>

PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi yang pesat berimbas pada kebutuhan pemenuhan pangan. Tanaman hortikultura sebagai salah satu sumber pemenuhan pangan dan nutrisi. Sayuran sebagai salah satu bagian dari tanaman hortikultura sebagai bahan pangan harian. Pemenuhan kebutuhan konsumsi sayuran harian terus mengalami peningkatan sehingga diperlukan teknologi untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas. Sistem pertanian konvensional umumnya sering mengalami kendala pada lingkungan seperti perubahan iklim, degradasi lahan, kesulitan konservasi air, serangan organisme pengganggu tanaman

(OPT), dan tingkat produktivitas fluktuatif. Hidroponik sebagai teknik budidaya tanpa menggunakan tanah, sebagai upaya peningkatan produktivitas, efektivitas, dan efisiensi pada produksi tanaman hortikultura terutama sayuran dan buah. Penelitian Wang et al. (2023), menunjukkan bahwa hidroponik lebih efisien dibandingkan budidaya konvensional, produktivitas hidroponik $4,2 \text{ kg/m}^2$, lebih tinggi 50% dibandingkan konvensional ($2,8 \text{ kg/m}^2$); penggunaan air hidroponik 1,5 liter/kg, lebih hemat 59% dibandingkan konvensional (3,7 liter/kg); efisiensi penggunaan nitrogen hidroponik 85%, lebih tinggi 25% dibandingkan konvensional (60%); konsumsi energi hidroponik 3,1 MJ/kg, lebih rendah 31% dibandingkan konvensional (4,5 MJ/kg), menjadikan hidroponik lebih hemat sumber daya dan produktif.

Peningkatan lebih lanjut dapat diterapkan pada hidroponik dengan penggunaan sistem otomatisasi untuk meningkatkan produktivitas, efektivitas, dan efisiensi. Sistem otomatisasi berperan dalam membuat kondisi lingkungan yang terukur dan sesuai menggunakan sensor. Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam kegiatan budidaya hidroponik adalah tingkat kelembapan, suhu, pH, dan Electrical Conductivity (EC). Pengaturan parameter tersebut sebagai upaya meningkatkan produktivitas tanaman hortikultura sayur dan buahan yang disesuaikan dengan kebutuhannya. Sistem otomatisasi pada hidroponik meskipun memiliki modal awal yang cukup tinggi, namun sangat cocok digunakan sebagai investasi jangka panjang pada hidroponik untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan efektifitas.

Desa Karangbanjar terletak di bagian barat Kecamatan Bojongsari, sekitar 1 km dari pusat kecamatan dan 5 km dari ibu kota Kabupaten Purbalingga. Desa ini memiliki luas wilayah sebesar 148,351 hektar yang terdiri dari pemukiman (30,349 ha), sawah (105,360 ha), ladang/tegalan (8,642 ha), serta area perikanan dan hutan masing-masing sebesar 2 ha. Secara administratif, Desa Karangbanjar dibagi menjadi lima dusun, yaitu Dusun Pakuncen, Dusun Karangbanjar, Dusun Karangsempu, Dusun Munjuluhur, dan Dusun Carangmanggang. Batas wilayah Desa Karangbanjar meliputi Desa Beji (Kecamatan Bojongsari) di sebelah utara, Desa Kajongan (Kecamatan Bojongsari) di sebelah timur, Desa Munjur (Kecamatan Kutasari) di sebelah selatan, dan Desa Walik (Kecamatan Kutasari) di sebelah barat.

Desa ini dihuni oleh 4.071 jiwa yang terbagi hampir merata antara laki-laki (2.035 jiwa, 49,98%) dan perempuan (2.036 jiwa, 50,02%). Persebaran penduduk tersebar di lima dusun, dengan kepadatan tertinggi di Dusun Karangsempu (1.342 jiwa, 32,96%) dan terendah di Dusun Munjuluhur (271 jiwa, 6,66%). Mayoritas penduduk Desa Karangbanjar telah menyelesaikan pendidikan dasar (37,85%) dan pendidikan menengah (SMP 21,25%; SMA 16,19%). Sebagian kecil penduduk telah menyelesaikan pendidikan tinggi (SI 0,22%). Mata pencaharian utama meliputi petani (3,91%), buruh tani (8,45%), pengrajin industri rumah tangga (6,78%), pedagang (8,25%), dan karyawan perusahaan swasta (7,89%). Sebanyak 48,02% penduduk saat ini tidak atau belum bekerja. Desa Karangbanjar merupakan wilayah strategis dengan potensi pertanian dan industri rumah tangga. Pengelolaan sumber daya alam dan manusia yang optimal, desa ini memiliki peluang untuk berkembang lebih maju sebagai desa produktif dan berkelanjutan.

Kelompok Wanita Tani Srikandi, sebagai salah satu pelaku budidaya pertanian secara konvensional dan hidroponik di Desa Karangbanjar, Kecamatan Bojongsari, Purbalingga. Kelompok Wanita Tani Srikandi berdiri pada tahun 2016 dan mulai aktif pada tahun 2022, dengan jumlah anggota aktif sebanyak 30 orang. Kegiatan Kelompok Wanita Tani selama ini adalah budidaya selada, kangkung, pakcoy, dan kembang kol dengan hidroponik. Kegiatan budidaya yang dilakukan pada lahan demplot berupa penanaman cabai, terung, tomat, labu madu, dan bayam brazil. Kegiatan budidaya hidroponik saat ini masih secara manual, sederhana, memerlukan waktu dan tenaga banyak, serta masih terkendala pada kondisi lingkungan berupa iklim dan serangan hama serangga terutama belalang. Sistem otomatisasi sebagai solusi peningkatan produktivitas, efisiensi, dan efektivitas hidroponik. Luaran kegiatan adalah untuk membantu petani dalam menerapkan otomatisasi pada budidaya hidroponik.

METODE

Metode pelaksanaan

1.) Alat dan Bahan

Alat: cangkul, sensor pH, TDS, EC, suhu, dan kelembapan.

Bahan: mulsa, benih kangkung, dan pokcoy.

2.) Pelaksanaan

Untuk mengatasi permasalahan mitra, beberapa solusi teknologi yang ditawarkan dilakukan dengan metode transfer teknologi melalui pendampingan, pendidikan, pelatihan, dan demplot. Metode pendidikan melalui ceramah dan diskusi dilakukan sebagai media alih informasi yang bersifat interaktif dan berlangsung dua arah. Metode ini merupakan inisiasi program dengan harapan kelompok wanita tani dan masyarakat desa mempunyai pengetahuan dasar yang baik tentang pengetahuan dan aplikasi terkait penggunaan sistem otomatisasi hidroponik dan konservasi air dan tanah pada lahan. Penerapan program dilanjutkan dengan peningkatan keterampilan kelompok mitra melalui metode demplot. Budidaya

hidroponik yang dikelola dengan sustainable, terintegrasi, dan otomatisasi, diharapkan adopsi teknologi di kelompok wanita tani oleh masyarakat selanjutnya mengikuti metode penyuluhan pola tetesan minyak, yaitu berkembang dari pusat percontohan ke masyarakat, baik yang berada di sekitar percontohan maupun wilayah sentra tanaman hortikultura di desa lainnya. Pelaksanaan kegiatan akan dikoordinatori oleh pengurus dan anggota kelompok wanita tani. Kegiatan akan didampingi secara intensif oleh tim pelaksana pengabdian yang dibantu mahasiswa yang terlibat sehingga program pengabdian berbasis riset dapat berlangsung dengan lancar dan mencapai tujuan.

1. Sosialisasi

Sosialisasi terhadap anggota mitra Kelompok Wanita Tani Srikandi tentang penggunaan otomatisasi hidroponik.

2. Penyuluhan

Kegiatan transfer ilmu terkait sistem otomatisasi hidroponik dilakukan dengan pemberian materi dan praktik langsung.

Kegiatan pengadaan pertemuan anggota kelompok mitra pada waktu dan tempat yang telah disepakati.

3. Pelatihan dan penerapan teknologi

Penggunaan otomatisasi hidroponik (Sudarmaji, Kuncoro, Margiwiyatno, Saparso, 2020). Arduino Mega-2560 sebagai inti dari sistem otomatis. Sistem tersebut terdiri dari probe variabel yang digunakan, sistem minimum, jam waktu nyata, keypad, display dan indikator, modul memori, dan aktuator. Arduino membaca nilai variabel yang ditentukan dan membandingkan nilainya dengan set point. Data probe, set point, waktu dan tanggal, dan status alat otomatisasi disimpan ke dalam kartu microSD. File data dibuat secara otomatis setiap hari. Akuisisi data ditetapkan setiap 10 detik. Sistem otomatisasi berbasis Arduino digunakan pada parameter kelembapan, suhu, pH, dan EC.

4. Pendampingan

Kegiatan pendampingan dan evaluasi terhadap teknologi yang diterapkan dilakukan untuk mengecek proses penggunaan dan efektivitas dari sistem otomatisasi hidroponik.

5. Evaluasi pelaksanaan program

Evaluasi pelaksanaan program pada mitra Kelompok Wanita Tani Srikandi terhadap kegiatan sistem otomatisasi hidroponik. Kegiatan dievaluasi pada beberapa tahap sebagai berikut.

- Evaluasi proses: Pengamatan langsung metode penggunaan, tingkat akurasi, dan keberfungsiannya alat otomatisasi yang dipasang.
- Evaluasi hasil: Pengukuran parameter pertumbuhan, perkembangan, hasil, efisiensi waktu dan biaya bersifat positif terhadap teknologi yang diterapkan.
- Umpaman balik mitra: Pengumpulan data melalui wawancara dan kuesioner terkait pemahaman, penerapan, dan kendala pelaksanaan. Data umpan balik dalam bentuk dokumentasi dan penyusunan laporan hasil dan rekomendasi berbasis data terukur.

6. Keberlanjutan program

Keberlanjutan program dengan melakukan pendampingan dan kerjasama lanjutan berupa kegiatan pengabdian dan penelitian dengan mahasiswa. Kegiatan penelitian mahasiswa sebagai sarana evaluasi efektivitas dan efisiensi penerapan sistem otomatisasi dan konservasi lahan melalui parameter pertumbuhan dan perkembangan kegiatan budidaya yang dilakukan oleh mitra Kelompok Wanita Tani Srikandi. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan data kualitatif dan kuantitatif dalam penerapan kegiatan budidaya pada pengabdian lain dan kegiatan internal mitra.

Kegiatan pengabdian pada masyarakat, dengan perincian jadwal kegiatan seperti disajikan pada Tabel I.

Tabel I. Kegiatan Pengabdian kepada masyarakat

No	Waktu	Kegiatan	Keterangan
1.	Jumat, 21 Februari 2025	Kumpulan rutin bulanan anggota kelompok Wanita tani (KWT) Srikandi. Pemberian materi dan diskusi program berbasis riset.	Untuk membahas rencana program bersama mitra, anggota KWT Srikandi, dalam membahas jadwal dan pelaksanaan kegiatan.
2.	Selasa, 13 Mei 2025	Koordinasi dan diskusi dengan anggota KWT Srikandi. Pemasangan alat otomatisasi hidroponik sensor pH, TDS, EC, suhu, dan kelembapan.	Untuk memberikan pendahuluan tentang alat otomatisasi yang akan dipasang. Pemasangan agar proses monitoring pada budidaya hidroponik lebih mudah, cepat, dan akurat.
3.	Selasa, 27 Mei 2025	Pembukaan dan Pengisian Materi Sosialisasi tentang “Penerapan Teknologi Hidroponik Sayuran Berbasis Sensor Otomatisasi di Desa Karangbanjar, Kecamatan Bojongsari, Purbalingga”	Untuk memberi pemahaman terkait alih teknologi otomatisasi berupa sensor pH, TDS, EC, suhu, dan kelembapan pada sistem hidroponik. Penyerahan alat dan

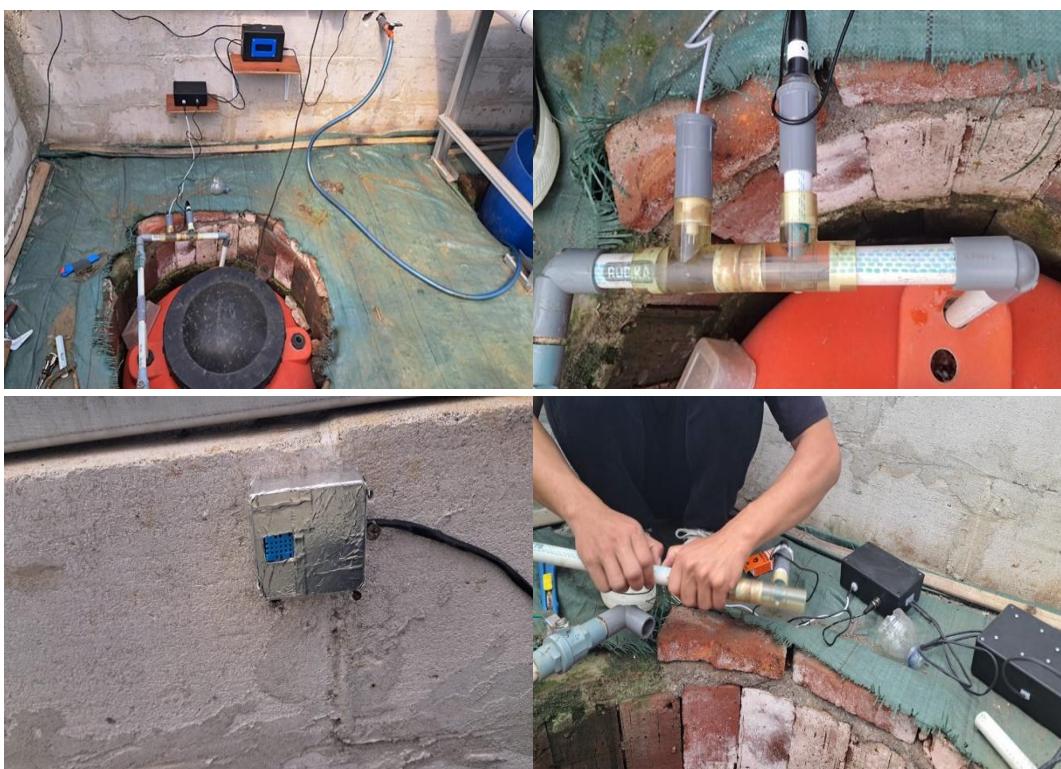
Pemberian materi otomatisasi hidroponik dan budidaya tanaman sayur dengan hidroponik.
Penyerahan alat dan bahan pendukung budidaya hidroponik.

bahan untuk mendukung kegiatan budidaya tanaman sayur hidroponik.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar I. Kumpulan rutin bulanan anggota KWT Srikandi dan diskusi tentang kegiatan hidroponik



Gambar II. Pemasangan otomatisasi hidroponik sensor pH, TDS, EC, suhu, dan kelembapan



Gambar III. Kegiatan sosialisasi otomatisasi dan budidaya hidroponik

Hidroponik merupakan suatu metode budidaya tanaman yang mengandalkan larutan nutrisi sebagai media pengganti tanah, yang memungkinkan pengaturan kondisi tumbuh tanaman secara lebih terkontrol. Salah satu teknik hidroponik yang banyak diterapkan adalah Nutrient Film Technique (NFT), di mana akar tanaman terendam dalam aliran tipis larutan nutrisi yang mengalir secara kontinu melalui saluran, sehingga tanaman dapat menyerap unsur hara secara langsung. Penggunaan teknik NFT dalam budidaya tomat telah terbukti memberikan hasil yang optimal, dengan pengendalian faktor lingkungan yang mendukung peningkatan pertumbuhan dan hasil produksi. Penelitian terdahulu mengungkapkan bahwa penerapan sistem NFT dapat meningkatkan efisiensi pertumbuhan tanaman dengan menyuplai unsur hara secara tepat pada akar, mengurangi pemborosan air, serta mengoptimalkan penggunaan ruang dan waktu dalam produksi (Al-Helal & Lattouf, 2017). Hal penting dalam teknik hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) adalah sebagai berikut.

I. Desain dan Kemiringan Sistem NFT

Desain sistem NFT memerlukan perhatian khusus pada kemiringan saluran untuk memastikan aliran larutan nutrisi yang optimal. Kemiringan yang direkomendasikan berkisar antara 1% hingga 2% untuk mencegah genangan dan memastikan distribusi nutrisi yang merata. Penelitian menunjukkan bahwa kemiringan 2% dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat secara signifikan.

2. Kontrol Nutrisi dan pH

Pengelolaan larutan nutrisi merupakan aspek krusial dalam sistem NFT. Parameter seperti pH dan konduktivitas listrik (EC) harus dipantau secara rutin untuk memastikan ketersediaan nutrisi yang optimal bagi tanaman. Nilai pH ideal untuk budidaya tomat hidroponik berkisar antara 5,5 hingga 6,5.

3. Pemilihan Media Tanam

Meskipun sistem NFT tidak menggunakan media tanam secara langsung, penggunaan media seperti rockwool atau cocopeat pada tahap pembibitan dapat mendukung perkembangan awal akar. Media dengan retensi air dan aerasi yang baik akan meningkatkan pertumbuhan bibit sebelum dipindahkan ke sistem NFT.

4. Penggunaan Pompa dan Sirkulasi Nutrisi

Pompa berfungsi untuk mengalirkan larutan nutrisi secara kontinu dalam sistem NFT. Pemilihan pompa dengan kapasitas yang sesuai memastikan aliran nutrisi tetap konsisten, mencegah kekurangan oksigen pada akar, dan mendukung pertumbuhan optimal tanaman hidroponik.

5. Pemantauan Parameter Lingkungan

Suhu dan kelembapan lingkungan sekitar tanaman mempengaruhi produktivitas tomat dalam sistem NFT. Suhu optimal untuk pertumbuhan tomat hidroponik berkisar antara 22-26°C. Kelembapan relatif yang terlalu rendah dapat menyebabkan evaporasi berlebih, sementara kelembapan yang terlalu tinggi dapat memicu penyakit jamur.

6. Kecepatan Aliran Nutrisi

Kecepatan aliran nutrisi yang tepat adalah faktor krusial dalam sistem NFT. Aliran yang terlalu lambat dapat menyebabkan stagnasi nutrisi, sementara aliran yang terlalu cepat dapat mengakibatkan akar tidak dapat menyerap nutrisi secara optimal. Kecepatan aliran sekitar 1 liter per menit pada ketinggian larutan 2-3 mm memberikan hasil terbaik dalam budidaya tanaman hidroponik.

Pemantauan Parameter Hidroponik

1. pH: Memastikan ketersediaan nutrisi dan mencegah kerusakan akar.
2. TDS/EC: Mengontrol dosis nutrisi dan mencegah akumulasi garam.
3. Kelembapan & Suhu: Mengoptimalkan transpirasi dan metabolisme tanaman.
4. Sensor Otomatisasi: Memantau real-time, mengurangi human error.
5. Kalibrasi: Memastikan akurasi data dan memperpanjang usia sensor.

1. pH (Tingkat Keasaman)

- Satuan: Skala 0–14 (tanpa satuan).
- Pengaruh pada Tanaman:

Rentang pH 5,5–6,5 memungkinkan semua nutrisi (N, P, K, Ca, Mg, dll.) tersedia dalam bentuk ionik yang mudah diserap akar. pH di luar rentang menyebabkan nutrient lockout (misal: Fe mengendap pada pH >6,5).

2. TDS (Total Dissolved Solids)

- ppm (parts per million) = jumlah zat terlarut (nutrisi, garam) dalam air.
- 1 ppm = 1 mg zat per 1 liter air.
- Contoh: 1000 ppm = 1 g pupuk dalam 1 liter air (setara 1 sendok teh garam dalam 1000 liter air).

3. EC (Electrical Conductivity)

- Satuan: mS/cm (miliSiemens per centimeter).
- Mengukur kemampuan larutan menghantarkan listrik, yang dipengaruhi jumlah ion terlarut (nutrisi/garam).

Air murni: EC ≈ 0 mS/cm.

Larutan nutrisi hidroponik: 1,0–3,0 mS/cm.

4. Kelembapan (Humidity)

- Satuan: % RH (persen Relative Humidity).
- RH 40–70% = ideal untuk kebanyakan tanaman.
- Contoh Dampak:
 - RH >80%: Stomata daun menutup → fotosintesis terhambat + risiko jamur.
 - RH <30%: Transpirasi berlebihan → daun layu.

5. Temperatur (Suhu)

- Satuan: °C (derajat Celsius).
- Suhu larutan: 18–22°C (optimal untuk penyerapan nutrisi).
- 25°C: Oksigen terlarut turun → akar membusuk.
- Suhu udara: 20–28°C (tergantung jenis tanaman).
- Contoh: Selada tumbuh optimal di 15–20°C, kangkung di 25–30°C

Tabel II. Parameter budidaya hidroponik pada beberapa komoditas

Parameter	Pakcoy	Kangkung	Selada
pH	5,5–6,5	5,8–6,5	5,8–6,2
TDS (ppm)	800–1400	600–1200	500–1200
EC (mS/cm)	1,6–2,8	1,2–2,4	1,0–2,4
Suhu Udara (°C)	18–25	25–30	15–22
Suhu Larutan (°C)	18–22	20–25	17–20



Gambar IV. Sistem hidroponik dalam green house

KESIMPULAN

Dari kegiatan penerapan otomatisasi hidroponik sensor otomatisasi pH, TDS, EC, suhu, dan kelembapan pada greenhouse yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem ini secara efektif menciptakan lingkungan mikro yang stabil dan optimal bagi pertumbuhan tanaman. Penerapan teknologi tersebut terbukti mampu meningkatkan presisi dalam monitoring parameter nutrisi dan lingkungan, sehingga menghasilkan konsistensi kualitas larutan nutrisi, efisiensi penggunaan air dan pupuk, serta meminimalisir human error. Selain itu, sistem otomatisasi ini berhasil mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual dan membuka peluang pengembangan pertanian presisi yang lebih berkelanjutan, sekaligus menjadi platform pembelajaran yang efektif bagi petani dalam mengadopsi teknologi pertanian modern. Saran pada kegiatan ini adalah pentingnya pengenalan dan mengajarkan petani secara bertahap tentang teknologi otomatisasi hidroponik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhona, S., K. Hendarto, A. Karyanto & Y.C. Ginting. (2013). Pengaruh Pemberian Dua Jenis Mulsa dan Tanpa Mulsa Terhadap Karakteristik Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annum L*) pada Dataran Rendah. *J. Agrotek Tropika*. ISSN 2337-4993 Vol. 1, No. 2: 153 – 158, Mei 2013.
- Ariyani, E.D, A. Salam, E.Y. Simarmata, G. A. Pamungkas, M. H. Affan. (2021). Rancang Bangun dan Pembuatan Alat Penyiraman Tanaman Otomatis untuk Pemberdayaan Petani Sayuran di Desa Cihanjuang, Kabupaten Bandung Barat. *Jurnal Pengabdian Dinamika* 6(2):254-260.
- Balaji, V. (2019). Smart Irrigation System using IoT and Image Processing. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 8(6): 5-10.
- Goyal, S., Unnathi M., Sahana S. (2019). Smart agriculture using IOT. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 8: 143 – 148.
- Iqbal, M., A.U. Rahayu. (2022). Alat Pengusir Hama Tikus Sawah Berbasis Arduino Uno dan Gelombang Ultrasonik. *Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE)*, 4 (1):1-5.
- Kailas, K.N., E. al. (2015). Development Performance and Evaluation of Ultrasonic Pest and Insect Repelling System. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 3(2), 19-25.
- Kansara, K., Zaveri fl., Shah, S., Deldwadkar, Sandip., Jani, K. (2015). Sensor based Automated Irrigation System with IOT. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 6(6): 5331-5333.
- Kurniawan, A., & Lestari, H. A. (2020). Sistem kontrol nutrisi floating hydroponic system kangkung (*Ipomea reptans*) menggunakan Internet of Things berbasis Telegram. *J. Tek. Pertan. Lampung*, 9(4), 326-335.
- Nazaruddin. (1999). Sayuran Dataran Rendah. Jakarta. Penebar Swadaya. 142 hlm.
- Nugraha, Y.E., B. Irawan, R.E. Saputra. (2017). Pengembangan Sistem Otomatisasi Pengendalian Nutrisi pada Hidroponik Menggunakan Sistem Pakar dengan Metode Forward Chaining. *e-Proceeding of Engineering*: 4(2): 2199-2206.
- Rainaldi, R. (2019). Alat Pengendali Hama Padi Berbasis Internet of Things (IoT). *Tesis, Universitas Andalas*.
- Ridwan, M., K.M. Sari. (2021). Penerapan IoT dalam Sistem Otomatisasi Kontrol Suhu, Kelembaban, dan Tingkat Keasaman Hidroponik. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, Vol. 10, No. 4 (2021): 481-487.
- Ratnawati, D., & Setiadi, B. (2019). Technopest control berbasis IoT untuk proteksi tanaman padi. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 4(2), 129–133.