

PENDAMPINGAN IMPLEMENTASI TEKNOLOGI SMART GREENHOUSE BERBASIS INTERNET OF THINGS di SANDI BUANA FARM

Catur Budi Waluyo^{1*}, Arif Nursyahid², Muhlasah Novitasari Mara³, Helmy⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, Indonesia

Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

*E-mail: catur_budiwaluyo@yahoo.co.uk

Abstract

Sandi Buana Farm (SB Farm) is a hydroponic farming business that applies the NFT model in Semarang. SB Farm is located on Jalan Raya No.RT 5, RW.5, Mangunsari, Gunung Pati, Semarang City, Central Java. In 2019, initially with 245 planting holes, it has now reached 25,000 planting holes to enable the planting of various plants simultaneously to increase productivity. The problem faced by SB Farm as a service partner is that if the farm manager neglects monitoring the parameters of the nutrient solution and the cleanliness of the water from fungi and worms, it can result in a decrease in production or even crop failure. Therefore, this community service (PkM) aims to implement an Appropriate Technology (TTG) system in the form of a Smart Greenhouse based on the Internet of Things (IoT). Assistance The system developed provides several advantages, namely monitoring hydroponic plant parameters automatically and the data is stored in the cloud so that it can then be integrated with other systems that may be used to increase the productivity of hydroponic plants on the farm. This form of community service activity is assistance in implementing an IoT-based Appropriate Technology system. Evaluation of community service programs is carried out in three dimensions, namely ethical, social and economic. The evaluation results show that this service activity was successful in aligning with the implementation of the mission of sustainable development goals, especially in the economic, service and partnership aspects.

Keywords: *TTG, Internet of Things, PkM, Sandi Buana Farm*

Abstrak

Sandi Buana Farm (SB Farm) merupakan salah satu usaha dalam pertanian hidroponik yang menerapkan model NFT di Semarang. SB Farm terletak di Jalan Raya No.RT 5, RW.5, Mangunsari, Gunung Pati, Kota Semarang, Jawa Tengah. Pada tahun 2019 yang awalnya dengan tanaman 245 lubang tanam, sampai pada saat ini mencapai 25.000 lubang tanam untuk memungkinkan penanaman beragam tanaman secara simultan untuk meningkatkan produktivitas. Permasalahan yang dihadapi oleh SB farm selaku Mitra pengabdian yaitu jika pengelola farm mengabaikan pemantauan parameter larutan nutrisi dan kebersihan air dari jamur dan cacing, dapat mengakibatkan penurunan produksi atau bahkan kegagalan panen. Oleh karena itu, pada pengabdian kepada masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk menerapkan sistem Teknologi Tepat Guna (TTG) berupa *Smart Greenhouse* berbasis *Internet of Things* (IoT). Pendampingan Sistem yang dikembangkan memberikan beberapa keuntungan yaitu memantau parameter tanaman hidroponik secara otomatis guna meningkatkan produktivitas tanaman hidroponik mitra dan data tersimpan di *cloud*, sehingga selanjutnya dapat diintegrasikan dengan sistem lain yang mungkin digunakan di *farm*. Bentuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah pendampingan penerapan sistem TTG berbasis IoT. Evaluasi program pengabdian kepada masyarakat dilakukan dalam tiga dimensi: etika, sosial, dan ekonomi. Berdasarkan hasil evaluasi menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian ini berhasil selaras dengan implementasi misi tujuan pembangunan berkelanjutan, khususnya dalam aspek ekonomi, layanan, dan kemitraan.

Kata kunci: *TTG, Internet of Things, PkM, Sandi Buana Farm*

PENDAHULUAN

Perkembangan Teknologi terus berkembang pesat dan memberikan dampak signifikan di berbagai sektor, termasuk pertanian. Pertanian merupakan sektor penting dalam memenuhi

kebutuhan pangan dan menunjang perekonomian masyarakat. Namun, tantangan seperti perubahan iklim, ketidakstabilan cuaca, dan keterbatasan sumber daya alam mengharuskan pelaku usaha pertanian untuk mencari solusi inovatif demi menjaga produktivitas dan keberlanjutan.

Perguruan tinggi, melalui tugas tridharma, memiliki salah satu bentuk pengabdian kepada masyarakat yang bertujuan mendukung integrasi penerapan nilai-nilai pengajaran dan penelitian, sehingga memberikan manfaat langsung kepada masyarakat [1-2]. Dengan berlandaskan pada kedua aspek ini, salah satu inovasi yang dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas tersebut adalah penerapan *smart greenhouse* berbasis *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan pemantauan parameter tanaman secara otomatis dan *real-time*.

Salah satu parameter yang perlu dipantau adalah tingkat keasaman (pH). Selama proses fotosintesis tanaman, CO₂ diserap dan O₂ dilepaskan, menyebabkan peningkatan nilai pH. Ketika tanaman tidak melakukan fotosintesis, CO₂ dilepaskan dan larut dalam air, menyebabkan penurunan nilai pH [3-4]. Kondisi pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan tanaman [5]. Akar tanaman dapat rusak jika terpapar larutan nutrisi dengan pH 2-3, bahkan hanya dalam beberapa detik [6]. Akar tanaman dapat menyerap nutrisi optimal saat terendam dalam larutan nutrisi dengan suhu 20-25°C selama 12 jam. Suhu larutan nutrisi di atas 25°C atau di bawah 15°C dapat mengurangi kadar klorofil, berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman [7]. Sehingga Parameter yang umumnya perlu dikontrol dengan IoT adalah tingkat pH, kelembaban media tanam, serta cahaya dan suhu lingkungan [8]. Situasi ini sangat tidak diinginkan dalam pertanian skala industri karena dapat menyebabkan kerugian besar. Oleh karena itu, farm dengan skala besar memerlukan jumlah pegawai yang cukup banyak untuk secara terus-menerus memantau kondisi parameter larutan nutrisi [9-10]. Untuk mengendalikan semua nilai ambang batas diatur dalam sensor, dan jika ada parameter yang melintasi rentang atau turun di bawah batas, pengaturan alternatif akan diaktifkan untuk mengimbangnya [11].

Sehingga, berdasarkan analisis situasi di lingkungan mitra maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan prioritas yang akan diselesaikan antara lain: diperlukannya kemitraan antara akademisi, masyarakat dan praktisi dalam usaha bersama meningkatkan kemampuan dan ketrampilan mitra dalam menggunakan TTG berbasis IoT dan memberikan edukasi kepada petani terkait penggunaan teknologi tepat guna dalam mendukung ketahanan pangan, pengelolaan sumber daya, dan meningkatkan daya saing sektor pertanian lokal. Melalui kolaborasi antara berbagai pihak, seperti perguruan tinggi, mitra usaha, dan masyarakat setempat, kegiatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap keberlanjutan sektor pertanian dan mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan.

METODE PELAKSANAAN

Berdasarkan latar belakang dan analisis situasi dalam program pengabdian kepada masyarakat, beberapa solusi diusulkan untuk mengatasi permasalahan di mitra. Program pengabdian ini dimulai dengan perumusan dan analisis masalah, dilanjutkan dengan pemilihan lokasi. Pada tahap penentuan lokasi, dilakukan asesmen terhadap kesiapan kemitraan dengan Sandi Buana Farm Semarang, serta persiapan Sumber Daya Manusia, baik di pihak mitra maupun akademisi. Identifikasi masalah dilakukan melalui analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunity, and Threat*) yang disajikan dalam Tabel 1. Selanjutnya, pelaksanaan pengabdian dilakukan dengan pendampingan penerapan Teknologi Tepat Guna (TTG) berupa *sistem smart greenhouse* berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT).

Setelah perancangan teknologi tepat guna tersebut, kemudian dilakukan penerapan dan pendampingan. Sesi penerapan, dilakukan dengan menerapkan Teknologi Tepat Guna berupa sistem *smart greenhouse* berbasis IoT di mitra. Selanjutnya dilakukan pendampingan terkait sistem tersebut. Pada sesi pendampingan, mentor memantau dan memberikan masukan terkait pengelolaan sistem yang dilakukan oleh Mitra. Pendampingan dilakukan melalui metode diskusi. Setelah pendampingan, program dilanjutkan dengan tahap analisis dan evaluasi.

Tabel 1. Analisis SWOT untuk identifikasi masalah

<i>STRENGTH</i> (S)	<i>WEAKNESS</i> (W)
Mitra sudah memiliki infrastruktur yang memadai.	Penggunaan peralatan masih terbatas.
Mitra memiliki SDM yang menguasai Teknologi Informasi.	Kemampuan SDM dalam memantau rutin nutrisi pada greenhouse belum optimal.
Mitra memiliki potensi besar dalam sektor UMKM.	
Mitra memiliki potensi wilayah yang cukup mendukung.	
<i>OPPORTUNITY</i> (O)	<i>THREATS</i> (T)
Kemajuan teknologi di Sandi Buana Farm Semarang	Persaingan ekonomi UMKM
Koneksi Internet yang tersedia dan memadai	Kebersihan air dari jamur dan cacing tidak terpantau.
Wilayah lahan yang dipantau cukup besar memberikan ruang untuk diversifikasi tanaman, pengembangan proyek pertanian,	Nutrisi pada tanaman tidak terpantau dengan optimal.

dan penerapan teknik pertanian yang lebih efisien.

Dalam program pengabdian masyarakat, evaluasi dilakukan melalui asesmen berkelanjutan. Asesmen ini mencakup aspek etika, sosial, dan ekonomi [1]. Pada penilaian tersebut, bobot nilai 1 menunjukkan bahwa tidak ada kesesuaian antara tujuan dan hasil, sementara bobot nilai 5 menunjukkan kesesuaian yang sangat tinggi antara tujuan dan hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implemetasi kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan mitra Sandi Buana Farm di Gunung Pati dimulai dengan kegiatan survey lapangan yang dilakukan oleh Tim Pengabdi. Kemudian, dilakukan analisis berdasarkan kebutuhan awal dan berdasarkan umpan balik dari mitra. Setelah itu dilakukan pengembangan sistem sesuai dengan kebutuhan awal dan umpan balik mitra. Kemudian kegiatan dilanjutkan implementasi dan pendampingan. Sehingga kegiatan pendampingan penerapan Teknologi Tepat Guna (TTG) berupa sistem *smart greenhouse* berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) pada Sandi Buana Farm terlaksana dengan baik. Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berbentuk pendampingan penerapan Teknologi Tepat Guna berupa *smart greenhouse* berbasis teknologi *Internet of Things* di Sandi Buana Farm Semarang dilaksanakan pada 12 Agustus 2024 seperti yang ditunjukan pada Gambar 1. Hubungan antara permasalahan mitra, solusi yang diimplementasikan, dan hasil luaran kegiatan pengabdian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Permasalahan, solusi yang ditawarkan dan hasil keluaran

No.	Permasalahan	Solusi	Hasil Luaran
1	Parameter tanaman tidak terantau dengan baik	Penerapan TTG untuk proses pemantauan parameter tanaman	Parameter tanaman baik itu air dan nutriisi tanaman dapat terantau dan terdokumentasi dengan baik sehingga memudahkan diversifikasi tanaman.
2	Pemantauan parameter tanaman secara rutin dilakukan secara manual.	Penerapan TTG untuk proses pemantauan parameter tanaman	Parameter tanaman terantau secara rutin dan tersimpan dalam penyimpanan <i>cloud</i> .

		berbasis teknologi	
		<i>Internet of Things</i>	
3	Kerja sama antara akademisi, praktisi, masyarakat perlu adanya upaya peningkatan	Program kerja sama antara perguruan tinggi, mitra, dan akademisi untuk memberikan edukasi pentingnya penggunaan IoT dalam kehidupan sehari-hari	Terciptanya kemitraan dan kerjasama dalam peningkatan produksi serta teredukasinya Mitra.



(Sumber: Dokumentasi penulis, 2024)

Gambar 1. Dokumentasi Pelaksanaan Serah Terima sistem TTG oleh Tim Pengabdian kepada Mitra

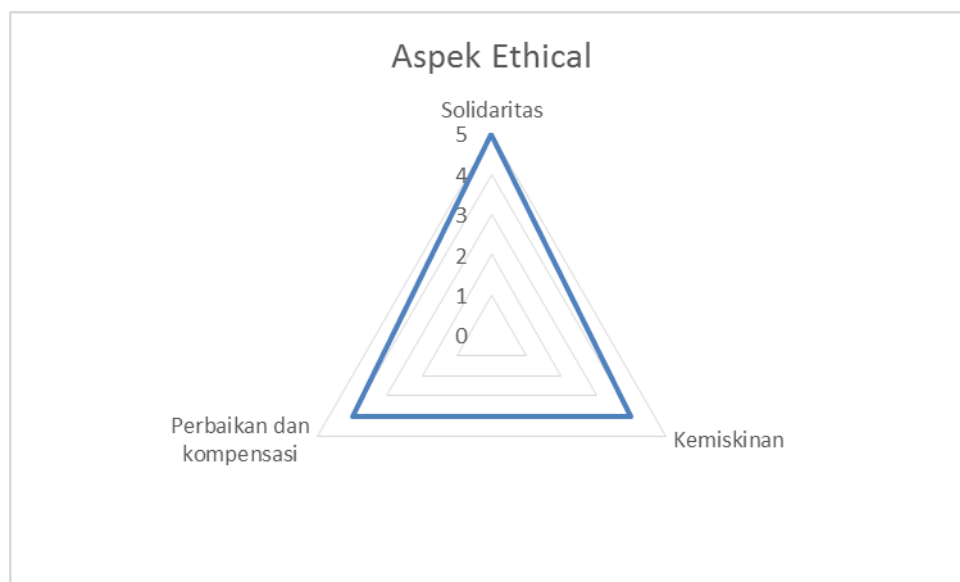
Berdasarkan analisis hubungan antara masalah, solusi yang ditawarkan, dan hasil yang diperoleh, pendampingan penerapan Teknologi Tepat Guna (TTG) berupa sistem *smart greenhouse* berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam program pengabdian kepada masyarakat telah sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan. Melalui misi ini, program pengabdian mampu mengatasi permasalahan lokal dengan pendekatan global. Hal ini menunjukkan bahwa program pengabdian tidak hanya berfokus pada penyelesaian masalah dan peningkatan pengetahuan, tetapi

juga mendukung misi pembangunan berkelanjutan. Program ini memberikan pengalaman dalam penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) serta berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan bagi mitra.

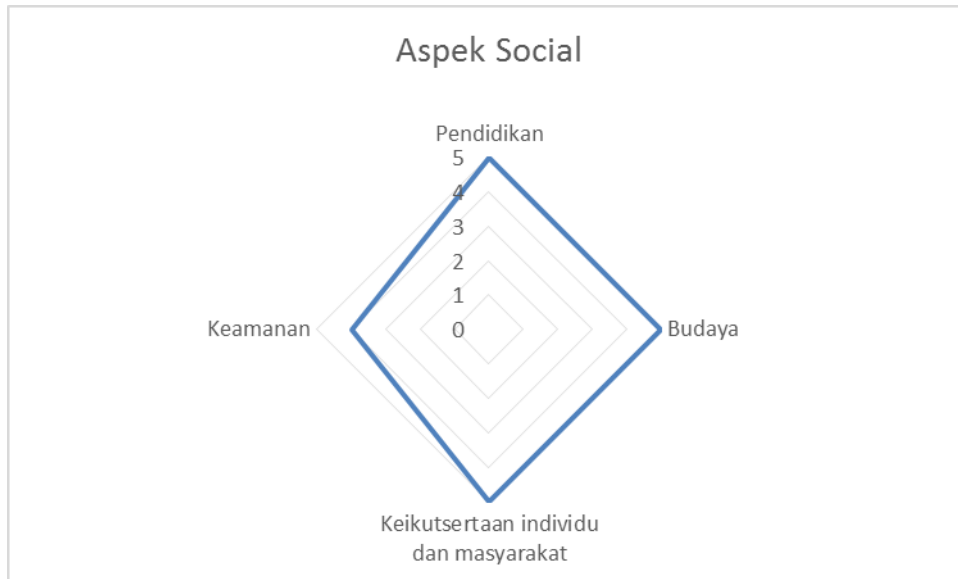
B. Evaluasi asesmen keberlanjutan

Program pengabdian kepada masyarakat berupa pendampingan penerapan Teknologi Tepat Guna (TTG) berupa sistem *smart greenhouse* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang telah dilakukan akan dievaluasi dalam cakupan 3 dimensi yaitu *ethical*, *social* dan *economy*.

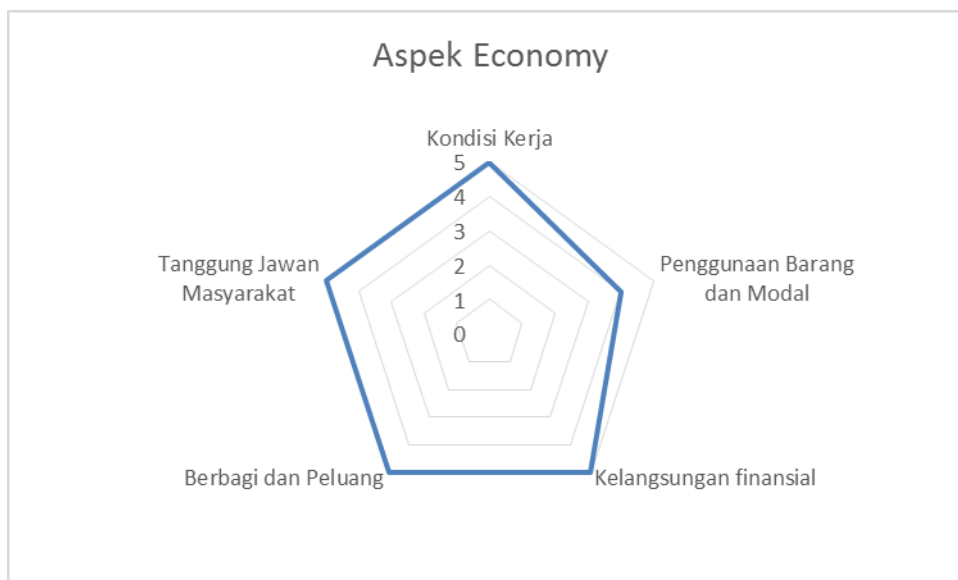
Aspek *Ethical*, Evaluasi yang dilakukan pada dimensi ini mencakup penghapusan kemiskinan, adanya perbaikan dan kompensasi serta tumbuhnya solidaritas. Untuk hasil evaluasi dalam aspek *Ethical* dapat disajikan pada Gambar 3. Dalam program pengabdian yang telah dilakukan, nilai penghapusan kemiskinan akan diberikan nilai 4 karena proses pendampingan Teknologi tepat Guna tidak serta merta dapat menghapuskan kemiskinan. Selain itu, program pengabdian yang dilakukan dirancang untuk jangka panjang dan tidak bersifat insidental. Dari sisi perbaikan dan kompensasi, dalam praktek pengabdian ini untuk perbaikan dan kompensasi segi ekonomi tidak diberikan dalam bentuk bantuan tunai melainkan dalam bentuk perangkat sistem Teknologi Tepat Guna yang berupa sistem *smart greenhouse* berbasis *Internet of Things*. Pada segi perbaikan dan kompensasi ini, diberikan nilai 4 karena prakteknya program pendampingan Teknologi Tepat Guna ini merupakan langkah awal dalam Peningkatan produksi dalam memantau parameter tanaman yang berkelanjutan.



Gambar 3. Hasil Evaluasi dalam Aspek *Ethical*



Gambar 4. Hasil Evaluasi dalam Aspek Sosial



Gambar 5. Hasil evaluasi dalam aspek Ekonomi

Aspek Sosial: Evaluasi di bidang sosial mencakup unsur budaya, partisipasi masyarakat, edukasi, pendidikan, keamanan, serta penghargaan bagi individu dan kelompok. Hasil evaluasi aspek sosial ditampilkan pada Gambar 4. Aspek budaya dan keterlibatan masyarakat mendapat nilai tinggi, karena program pengabdian ini melibatkan kolaborasi dengan mitra untuk mencapai tujuan peningkatan ketahanan pangan dan perputaran ekonomi masyarakat. Budaya gotong royong dan kerja sama terlihat dalam pelaksanaan program. Selain itu, program ini juga memberikan edukasi kepada masyarakat tentang pentingnya penggunaan teknologi tepat guna dalam kehidupan sehari-hari. Pendampingan teknologi tepat guna berbasis IoT yang disertai pendidikan tentang teknologi informasi ini selaras dengan dimensi sosial, khususnya dalam aspek

pendidikan, serta dalam mendorong partisipasi masyarakat untuk meningkatkan ketahanan pangan dan produktivitas pertanian.

Aspek Ekonomi: Evaluasi ini mencakup komponen seperti kondisi kerja, penggunaan barang dan modal, keberlanjutan finansial, peluang berbagi, serta tanggung jawab masyarakat. Gambar 5. Menunjukkan hasil evaluasi dimensi Ekonomi. Sandi Buana Farm menjalankan usaha UMKM di bidang pertanian. Dari sisi keberlanjutan finansial, program pengabdian ini merupakan langkah awal dalam meningkatkan pemantauan parameter tanaman, dan memerlukan kolaborasi dengan berbagai pemangku kepentingan, khususnya di sektor industri yang terkait dengan usaha makanan dan akomodasi. Kesempatan peluang dalam program pengabdian ini sangat terbuka, karena data dalam sistem TTG tersimpan dan dapat digunakan untuk menganalisis penyakit yang ada pada hidroponik. Adanya kerja sama antara masyarakat dan akademisi dalam menjalin rantai ekonomi terlaksana dengan baik. Dalam aspek lingkungan kerja dinilai sangat baik, karena letak mitra masih memungkinkan untuk meningkatkan diversifikasi tanaman dan perluasan lahan.

KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan dan evaluasi kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pendampingan implementasi Teknologi *Smart Greenhouse* berbasis *Internet of Things* (IoT) di Sandi Buana Farm, program ini telah menunjukkan keselarasan dengan tujuan membangun Teknologi Tepat Guna ini. Program ini berhasil meningkatkan kemampuan dan keterampilan mitra dalam menggunakan TTG berbasis IoT, serta memberikan edukasi kepada Mitra mengenai penerapan Teknologi Tepat Guna untuk mendukung ketahanan pangan, pengelolaan sumber daya, dan meningkatkan daya saing sektor pertanian lokal. Selain itu, program ini juga membangun kerja sama antara perguruan tinggi, masyarakat, dan praktisi dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nursyahid, A., Waluyo, C. B., Nugroho, A. S., Rochadi, A., Suharjono, A., Subagio, B. B., ... & Anif, M. (2024). PENDAMPINGAN IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PETA UMKM BERBASIS ANDROID DI DESA BUTUH KABUPATEN BOYOLALI. In *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat* (Vol. 6, No. 1).
- [2] Waluyo, C. B., Dermawan, D., & Purnomo, M. J. (2020). Pelatihan Pengambilan Foto Udara Menggunakan Uav Untuk Mendukung Pariwisata Di Gunung Kidul. *KACANEGARA Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 3(2), 109-118.

- [3] Nakaoka, S. and Yamada, A. (2012) 'A system for measuring the photosynthetic activity of water plants based on carbon dioxide absorption', in This paper reports a method for measuring the photosynthetic activity of water plants. Plants in photosynthesis absorb carbon dioxide (CO₂) and release carbohydrates and oxygen. As CO₂ is readily soluble in water and decreases pH, the pH of water reflects. Hiroshima, pp. 29–31
- [4] Sharma, Nisha, Acharya, S., Kaushal K., Narendra S., Chaurasia. 2018. Journal Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. Journal of Soil and Water Conservation 17(4): 364-371)
- [5] Neiko V. ,Atanas Z., Boris I. Evstatiev,Valentin N. Vladut and Sorin-Stefan Biris , (2023), Design of a Small-Scale Hydroponic System for Indoor Farming of Leafy Vegetables, Agriculture 2023, 13(6), 1191, <https://doi.org/10.3390/agriculture13061191>
- [6] Spinu, V. C., Langhans, R. W. and Albright, L. D. (1998) 'Electrochemical pH control in hydroponic systems', Acta Horticulturae, 456(3), pp. 275–282. Available at: http://www.actahort.org/books/456/456_32.html
- [7] Ginting, C. (2008) 'Pengaruh Suhu Zona Perakaran Terhadap Pertumbuhan Dan Kadar Klorofil Tanaman Selada Sistem Hidroponik', Agriplus, 18(3), pp. 169– 178. Available at: <http://faperta.uho.ac.id/agriplus/Fulltext/2008/AGP1803003.pdf>
- [8] Kerns, S.C.; Lee, J.L. Automated aeroponics system using IoT for smart farming. In Proceedings of the 8th International Scientific Forum (ISF), Pembroke, MA, USA, 7–8 September 2017; pp. 7–8
- [9] Monica Dutta,Deepali Gupta,Sangeeta Sahu, Suresh, Pawan Singh,Ashutosh Mishra, Manoj Kumar andRahim Mutlu (2022), Evaluation of Growth Responses of Lettuce and Energy Efficiency of the Substrate and Smart Hydroponics Cropping System, Sensors 2023, 23(4), 1875; <https://doi.org/10.3390/s23041875>
- [10] Namgyel, T., Siyang, S., Khunarak, C., Pobkrut, T., Norbu, J., Chaiyasit, T., & Kerdcharoen, T. (2018). IoT based hydroponic system with supplementary LED light for smart home farming of lettuce. 2018 15th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 221-224.
- [11] Vrchota, J.; Pech, M.; Švepešová, I. Precision Agriculture Technologies for Crop and Livestock Production in the Czech Republic. Agriculture 2022, 12, 1080