

Implementasi Sistem Monitoring Lingkungan Pada Budaya Tanaman Hidroponik Berbasis IoT

Ariski pratama^{1*)}, Styawati², S.Samsugi³, Syahirul Alim⁴

^{1,3,4}Teknik Komputer, Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Bandar Lampung

²Sistem Informasi, Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Bandar Lampung

¹Jl. Zainal Abidin Pagaralam No.9-11 Labuhan Ratu, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia.

email: ¹ariski_pratama@teknokrat.ac.id, ²styawati@teknokrat.ac.id,

³s.samsugi@teknokrat.ac.id, ⁴syahirul_alim@teknokrat.ac.id

Abstract – The increase in population and the reduction of agricultural land are major concerns in Indonesia. The country's population rose from 244,016,173 in 2010 to 277,534,122 in 2023, raising food needs. Population growth promotes the use of pesticides to protect agriculture; integration of hydroponic automation technology in households with limited land, such as for salad and sawmills, is expected to meet increasing food needs, reduce environmental impact, and improve well-being, in line with the SDGs. However, excessive use can lead to environmental damage, water pollution, and health risks for humans. In addressing this problem, hydroponic planting media became a potential solution. Hydroponics is the cultivation of plants without soil, using a nutrient solution. This technology supports the Sustainable Development Goals (SDGs) with clean and sustainable crop growth. Integration of hydroponic automation technology for households with limited land, such as for salad and sawmills, is expected to meet increasing food needs, reduce environmental impact, and improve well-being, in line with the SDGs. Thus, hydroponics can be an effective solution in addressing the agricultural challenges facing Indonesia.

Abstrak – Peningkatan populasi dan pengurangan lahan pertanian menjadi perhatian utama di Indonesia. Populasi negara ini melonjak dari 244.016.173 jiwa pada 2010 menjadi 277.534.122 jiwa pada 2023, meningkatkan kebutuhan pangan. Pertumbuhan populasi mendorong penggunaan pestisida untuk melindungi pertanian, namun demikian, penggunaan pestisida yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan, pencemaran air, dan risiko kesehatan bagi manusia. Pengurangan lahan pertanian juga mempengaruhi hasil pertanian, memaksa petani menggunakan pestisida yang dapat merusak tanah dan mencemari air, serta membawa dampak kesehatan serius seperti risiko kanker dan cacat lahir. Dalam mengatasi masalah ini, media tanam hidroponik menjadi solusi potensial. Hidroponik adalah budidaya tanaman tanpa tanah, menggunakan larutan nutrisi. Teknologi ini mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) dengan pertumbuhan tanaman yang bersih dan berkelanjutan. Integrasi teknologi hidroponik otomatisasi di rumah tangga dengan lahan terbatas, seperti untuk selada dan sawi, diharapkan memenuhi kebutuhan pangan yang meningkat, mengurangi dampak lingkungan, dan meningkatkan kesejahteraan, sejalan dengan SDGs. Dengan demikian, hidroponik dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi tantangan pertanian yang dihadapi oleh Indonesia.

Kata Kunci – Hidroponik, IoT, Teknologi, Sistem monitoring, dan Tanaman.

I. PENDAHULUAN

Peningkatan penduduk Indonesia telah menjadi perhatian utama dalam beberapa tahun terakhir [1]. Data dari Worldometer menunjukkan bahwa antara tahun 2010 hingga 2023, populasi Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan. Pada tahun 2010, populasi Indonesia berjumlah sekitar 244.016.173 jiwa, sementara pada tahun 2023, jumlah penduduk meningkat menjadi 277.534.122 jiwa, mengalami peningkatan sebesar 33.517.949 jiwa [2], kemudian menurut Badan Pusat Statistik (BPS), populasi Indonesia terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2010, populasi Indonesia sekitar 237 juta jiwa, dan pada tahun 2020 meningkat menjadi sekitar 276 juta jiwa. Data ini menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam populasi Indonesia selama satu dekade terakhir. Namun demikian, laporan dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia menunjukkan adanya penyusutan lahan pertanian sekitar 60.000 hektare setiap tahunnya [3]. Penyusutan ini terjadi akibat alih fungsi lahan ke kepentingan non-pertanian, seperti proyek-proyek pembangunan jangka panjang seperti perumahan, pabrik, jalan tol, dan fasilitas umum lainnya. Data dari Kementerian Pertanian Indonesia atau BPS tentang pengurangan lahan pertanian. Data ini mencakup informasi tentang luas lahan pertanian yang berkurang dari waktu ke waktu, disertai dengan faktor-faktor yang menyebabkan pengurangan tersebut seperti urbanisasi, konversi lahan, atau degradasi lahan.

Pertumbuhan populasi secara alami mendorong peningkatan permintaan akan pangan, yang mendorong petani untuk meningkatkan produksi tanaman dan hasil panen [4]. Namun, meningkatnya penggunaan pestisida dan bahan kimia lainnya dalam pertanian juga merupakan dampak dari fenomena ini. Alih fungsi lahan pertanian mengharuskan petani menggunakan pestisida untuk mengusir hama dan mengantisipasi penyakit pada tanaman [5]. Namun demikian, penggunaan pestisida dalam jangka panjang dapat menurunkan kesuburan tanah, mencemari air, dan berdampak negatif pada kesehatan manusia [6]. Data dari Kementerian Pertanian Indonesia atau Badan Pangan dan Pertanian Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa (FAO) dapat digunakan untuk mendukung klaim tentang penggunaan pestisida. Data ini dapat menunjukkan tren penggunaan pestisida di Indonesia selama beberapa tahun

*) penulis korespondensi: Ariski Pratama

Email: ariski_pratama@teknokrat.ac.id

terakhir, baik dalam volume maupun jenis pestisida yang digunakan. Menurut World Health Organization (WHO), pestisida yang terkandung dalam sayuran dapat menyebabkan dampak jangka panjang seperti penyakit kanker, risiko bayi lahir cacat, dan masalah kesehatan lainnya [7].

Tanpa disadari, pestisida yang masuk dalam tubuh manusia dapat menyebabkan keracunan kronis yang baru terdeteksi setelah beberapa bulan atau tahun kemudian [8]. Penggunaan pestisida yang berlebihan juga telah menyebabkan kematian sekitar 20.000 orang setiap tahunnya akibat keracunan pestisida. Dalam upaya mengurangi risiko tersebut, konsumsi sayuran sehat yang ditanam menggunakan media tanam tanpa pestisida, seperti hidroponik, menjadi salah satu alternatif yang dianjurkan [9].

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah agar pertumbuhan tanaman dapat berlangsung tanpa campur tangan manusia dari awal munculnya daun sejati hingga siap panen. Selain itu, teknologi ini dapat digunakan di dalam ruangan karena dilengkapi dengan lampu UV sebagai pengganti sinar matahari untuk fotosintesis tanaman. Hidroponik, sebagai metode budidaya tanaman tanpa tanah, menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi keterbatasan lahan [10]. Namun, dalam penerapannya, pengawasan dan pengendalian nutrisi seringkali dilakukan secara manual.

Hidroponik berbasis Internet of Things (IoT) menawarkan solusi untuk mengatasi tantangan ini. Salah satu implementasinya adalah sistem monitoring hidroponik NFT berbasis IoT NodeMCU ESP8266, yang memungkinkan pemantauan kondisi air hidroponik secara otomatis. Teknologi ini memungkinkan pengendalian dan pemantauan dapat dilakukan melalui smartphone, yang mempermudah pengelolaan budidaya tanaman hidroponik. Dengan demikian, penggunaan teknologi IoT dalam hidroponik diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan pertanian.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian ini memiliki kemampuan monitoring yang lebih komprehensif, mencakup parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, pH, intensitas cahaya, dan tingkat nutrisi. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi pertumbuhan tanaman dan mengambil tindakan yang sesuai. Selain itu, Penelitian ini menggunakan teknologi IoT yang lebih maju, seperti sensor yang lebih presisi dan jaringan yang lebih luas, sehingga memungkinkan pengguna untuk memantau tanaman secara real-time dan dari jarak jauh. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Fabiola B. Assa et al. dengan judul Internet of Things-Based Hydroponic System Monitoring Design, penelitian ini memiliki keterbatasan dalam parameter lingkungan yang dapat dimonitor. Beberapa parameter penting seperti tingkat nutrisi tanaman atau kualitas air mungkin tidak dimonitor dengan detail yang memadai.

Penelitian terkait membahas pentingnya memperhatikan kebutuhan nutrisi tanaman dan kualitas air dalam sistem monitoring. Hal ini dapat menjadi dorongan untuk mengembangkan solusi yang memungkinkan monitoring

yang lebih detail terhadap parameter-parameter tersebut dalam penelitian yang sedang dilakukan.

Berikut merupakan beberapa penelitian terkait yang berhubungan dengan penelitian yang penulis lakukan.

1. Penelitian oleh A. Setiawan et al. Penelitian ini membahas implementasi sistem monitoring lingkungan pada budidaya tanaman hidroponik dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memantau kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, pH, dan tingkat nutrisi dalam larutan nutrisi hidroponik [15].
2. Penelitian oleh B. Pratama et al. Penelitian ini menggambarkan penggunaan sensor-sensor lingkungan yang terhubung ke internet untuk memonitor kondisi lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman hidroponik, serta sistem pengelolaan data dan informasi yang terintegrasi dengan platform IoT [16].
3. Penelitian oleh C. Suryadi et al. Penelitian ini melibatkan desain dan implementasi sistem monitoring lingkungan yang terhubung ke internet untuk memantau dan mengontrol kondisi lingkungan dalam budidaya tanaman hidroponik, dengan tujuan meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian [17].
4. Penelitian oleh D. Wijaya et al. Penelitian ini menjelaskan implementasi teknologi IoT dalam pemantauan lingkungan pada budidaya tanaman hidroponik, termasuk penggunaan sensor-sensor IoT untuk mengukur parameter-parameter lingkungan yang relevan [18].

III. METODE PENELITIAN

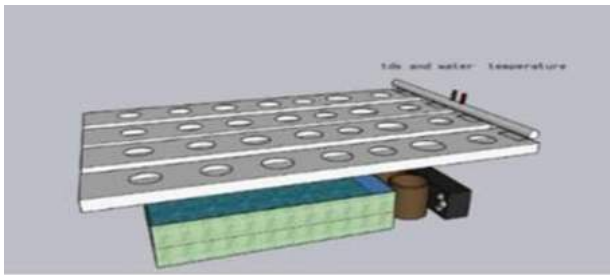
Pada penelitian ini penulis menggunakan metode eksperimen yang artinya metode ini membutuhkan penelitian atau implementasi secara langsung ke mitra atau tempat penelitian dimana penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap atau bagian yaitu studi literature, perancangan dan pembuatan perangkat lunak serta perangkat keras, pengujian, pengambilan data dan analisis hasil. Seperti pada Gbr. 1.



Gbr. 1 Tahapan Metode Eksperimen

A. Proses Desain

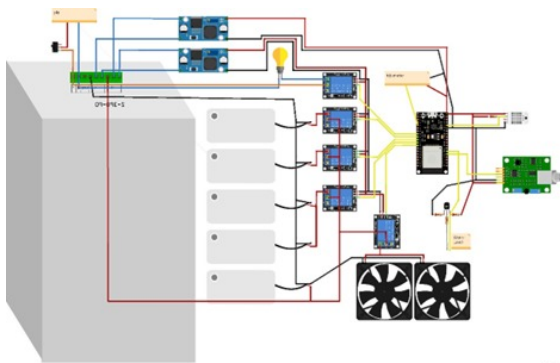
Desain alat dibuat untuk mendapat gambaran 3D dari alat yang akan dirancang dengan tujuan sebagai panduan dalam pembuatan alat. Desain alat ini dibuat dengan software SketchUp dalam bentuk 3D modeling dengan rancangan sedemikian rupa untuk mendapat gambaran nyata. Seperti pada Gbr. 2.



Gbr. 2 Desain Teknologi Hidroponik

B. Rangkain Skematik

Rangkaian skematik alat di rancang menggunakan software Fritzing dalam bentuk gambaran keseluruhan untuk selanjutnya di implementasikan dalam bentuk nyata. Dibawah ini adalah contoh rangkaian skematik dari keseluruhan alat yang akan digunakan. Seperti pada Gbr. 3.



Gbr. 3 Rangkaian Skematik

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Impelementasi Alat

Pada tahap implementasi alat dengan ditanamkannya sensor TDS meter dan DS18B20 di pipa 3/4 inch pengguna mendapatkan nilai ppm yang sedang diserap oleh tanaman. Implementasi teknologi hidroponik. Seperti pada Gbr. 4.



Gbr. 4 Implementasi Alat

B. Sensor pH

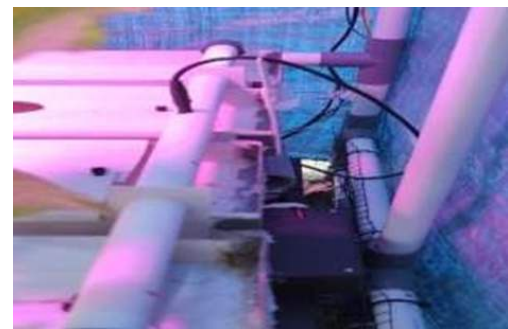
Sensor pH bekerja dalam selang waktu 3 jam akan mengukur dan akan memompakan pH upp dan pH down sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan. Apabila pH nya terlalu tinggi atau rendah menyebabkan tanaman tumbuh tidak maksimal. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibuatlah system otomatisasi pH pada hidroponik. Seperti pada Gbr. 5.



Gbr. 5 Sensor pH

C. Sensor TDS Meter

Sensor TDS meter digunakan untuk memastikan nutrisi yang optimal, dengan memantau kandungan garam yang larut di air. Sensor TDS meter berfungsi untuk mengukur nutrisi melalui hambatan air. Kemudian, cara kerja implementasi ESP32 yaitu ketika selang waktu 3 jam alat akan mengukur dan memompa apabila nutrisi kurang dalam waktu 3 jam sekali. Dalam tahapan 3 jam nutrisi akan di semprotkan selama 1 detik secara otomatis. Penyemprotan secara bertahap agar tidak terjadinya kelebihan nutrisi yang mengakibatkan tanaman mati. Seperti pada Gbr. 6.



Gbr. 6 Sensor TDS Meter

D. Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan dengan membandingkan keluaran sensor pH dengan pH meter digital. Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel. 1
Pengujian Sensor pH

Larutan Buffer (pH)	Output Sensor (pH)	Output pH Meter (pH)	Error (%)
4.00	3.8	4.0	0.2%
7.00	6.8	7.0	0.2%
9.30	9.2	9.3	0.1%
11.00	10.9	11.0	0.1%
13.15	13.1	13.1	0%
15.10	14.9	15.1	0.2%
Rata-Rata Error			0.1%

E. Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor TDS dilakukan dengan membandingkan keluaran sensor TDS dengan TDS meter digital. Dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.
Pengujian Sensor TDS

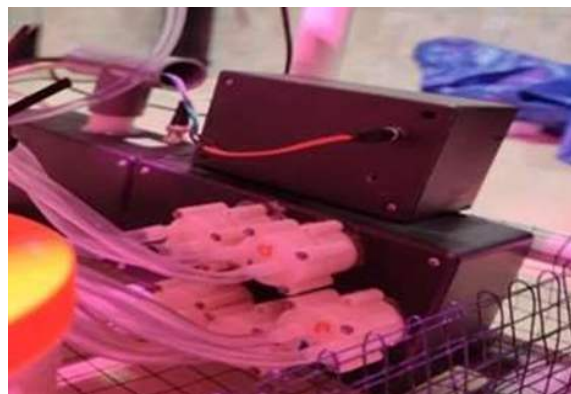
Larutan Buffer (PPM)	Output Sensor (TDS)	Output TDS Meter (TDS)	Error (%)
100	100	100	0%
200	200	200	0%
300	298	300	0.2%
600	597	600	0.3%
700	697	700	0.3%
800	800	800	0%
900	895	900	0.5%
1000	997	1000	0.3%
Rata-Rata Error			0.2%

Pengujian Metode NFT (Nutrient Film Technique)
Alat akan mengatur kandungan gizi pada air sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Untuk asam dan basa air telah diberi sensor pH, sehingga alat bekerja secara otomatis yang dikendalikan oleh mikrokontroller ESP32. Seperti pada Gbr 6.



Gbr. 6 Pengujian Metode NFT (Nutrient Film Technique)

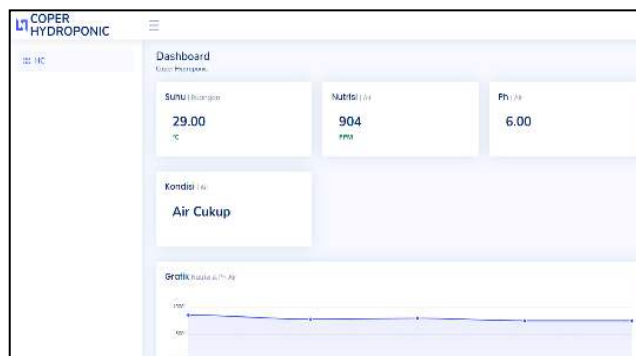
Terdapat empat buah sensor yaitu sensor tds yang menghasilkan nilai ppm dari bak nutrisi, ketika sensor tds mengukur nilai ppm pada bak nutrisi < 900 maka akuator akan hidup dan memompa larutan A dan larutan B, sehingga nilai ppm akan kembali naik. Akuator akan memompa larutan selama 2 detik bertujuan agar tidak terjadi kelebihan ppm pada bak nutrisi. Lalu ketika sensor pH mengukur nilai pH pada air < 6 maka akuator akan hidup dan memompa larutan pH up sehingga pH pada bak nutrisi akan kembali naik. Sebaliknya ketika sensor pH mengukur bahwa nilai pH pada bak air nutrisi >7 maka akuator akan memompa larutan pH down selama 2 detik, sehingga pH pada bak nutrisi akan kembali turun. Seperti pada Gbr. 7.



Gbr. 7 Sistem Hidroponik

F. Tampilan Halaman Web

Proses nilai sensor dapat ditampilkan pada halaman web sehingga pAengguna dapat mengetahui nilai semua sensor dari sensor dht, sensor ph dan water level. Ketika pengguna menghidupkan alat, mikrokontroller akan mencari jaringan wifi yang sebelumnya sudah disesuaikan sehingga mikrokontroller dapat mengakses internet dan mengirimkan data sensor kedalam database. Kemudian diproses dan ditampilkan di halaman web, pengguna dapat melihat data nilai sensor ter update pada halaman web. Seperti pada Gbr. 8.



Gbr. 8 Tampilan Halaman Web

V. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian dengan judul Implementasi Sistem Monitoring Lingkungan Pada Budidaya Tanaman Hidroponik Berbasis IoT antara lain, sistem ini tidak menggunakan sinar matahari sebagai sarana tanaman untuk berfotosintesis, namun sebagai gantinya menggunakan sinar UV agar tanaman dapat berfotosintesis dan tumbuh dengan optimal. Penulis merancang sistem otomatisasi untuk pertumbuhan tanaman sawi dan selada, menggunakan mikrokontroller ESP32 yang dapat dimonitoring melalui website. Sistem ini dibuat untuk memantau Ph, nutrisi, suhu ruangan dan level air, sehingga tanaman sawi dan selada dapat tumbuh sehat dari awal tumbuhnya daun sejati hingga siap panen, selain itu sistem ini menggunakan metode NFT. Metode NFT merupakan hidroponik aktif atau dinamis dengan model budidaya meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa system hidroponik berbasis IoT dapat

berjalan sesuai fungsinya, maka dengan nilai error cukup rendah system ini dapat membantu petani hidroponik dalam mengendalikan lingkungan pada budidaya tanaman hidroponik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Teknokrat Indonesia yang telah memberikan dukungan luar biasa kepada para mahasiswa untuk melakukan penelitian di berbagai bidang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Adiputra *et al.*, “Penerapan Teknologi Hidroponik Berbasis IoT Untuk Mendukung Pengembangan Desa Wisata Edukasi,” vol. 2, no. 2, 2022.
- [2] R. E. Putri, A. Habib, and A. Hasan, “PENCAHAYAAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) PADA HIDROPONIK VERTIKULTUR,” 2023.
- [3] L. Hidayanti and T. Kartika, “Pengaruh Nutrisi Ab Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Secara Hidroponik,” *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, vol. 16, no. 2, 2019, doi: 10.31851/sainmatika.v16i1.3214.
- [4] I. Syamsu Roidah, “PEMANFAATAN LAHAN DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM HIDROPONIK,” 2014.
- [5] R. Rouhillah, I. Salfikar, and M. Ichan, “Kontrol Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Monitoring Internet of Things,” *Elektron : Jurnal Ilmiah*, pp. 72–77, Dec. 2022, doi: 10.30630/eji.14.2.306.
- [6] U. Umar, D. Adiputra, and H. Widyantara, “Pengembangan Sistem Kendali Kuantitas Air pada Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT),” 2020.
- [7] R. Nandika and E. Amrina, “SISTEM HIDROPONIK BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT),” *Sigma Teknika*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2021.
- [8] A. Prasetyo *et al.*, “Implementasi IoT pada Sistem Monitoring dan Pengendali Sirkulasi Air Tanaman Hidroponik,” 2018.
- [9] S. Firmansyah, C. Prihantoro, H. A. Haidar, and M. Z. F. Baihaqi, “Sistem Automasi Hidroponic Berbasis IOT,” *LEDGER : Journal Informatic and Information Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 1–4, Oct. 2022, doi: 10.20895/ledger.v1i2.796.
- [10] R. L. Alam and A. Nasuha, “Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic berbasis IoT,” *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 5, no. 1, pp. 11–20, May 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.34587.
- [11] R. A. Murdiyantoro, A. Izzinnahadi, and E. U. Armin, “Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266,” *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 3, no. 2, pp. 54–61, Sep. 2021, doi: 10.20895/jtece.v3i2.258.
- [12] D. Adiputra *et al.*, “Penerapan Teknologi Hidroponik Berbasis IoT Untuk Mendukung Pengembangan Desa Wisata Edukasi,” vol. 2, no. 2, 2022.
- [13] R. E. Putri, A. Habib, and A. Hasan, “PENCAHAYAAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) PADA HIDROPONIK VERTIKULTUR,” 2023.
- [14] L. Hidayanti and T. Kartika, “Pengaruh Nutrisi Ab Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Secara Hidroponik,” *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, vol. 16, no. 2, 2019, doi: 10.31851/sainmatika.v16i1.3214.
- [15] A. Setiawan *et al.*, “PEMANFAATAN LAHAN DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM HIDROPONIK,” 2014.
- [16] B. Pratama *et al.*, “Kontrol Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Monitoring Internet of Things,” *Elektron : Jurnal Ilmiah*, pp. 72–77, Dec. 2022, doi: 10.30630/eji.14.2.306.
- [17] C. Suryadi *et al.*, “Pengembangan Sistem Kendali Kuantitas Air pada Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT),” 2020.
- [18] D. Wijaya *et al.*, “SISTEM HIDROPONIK BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT),” *Sigma Teknika*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2021.