

Pemanfaatan *Internet of Things* dalam Pemantauan Budidaya Selada Hidroponik

Utilization of the Internet of Things in Monitoring Hydroponic Lettuce Cultivation

Heri Nugroho^{*1}, Joni Maulindar², Ridwan Dwi Irawan³

^{1,2,3}Universitas Duta Bangsa, Surakarta, Indonesia

220103237@mhs.udb.ac.id^{1*}, joni_maulindar@udb.ac.id², ridwan_dwiirawan@udb.ac.id³

Informasi Artikel:

Diterima: 08 Mei 2024, Direvisi: 29 Mei 2024, Disetujui: 25 Juni 2024

Abstrak-

Latar Belakang: Penduduk di wilayah perkotaan yang membuat sistem pertanian dengan teknik hidroponik memiliki kesibukan yang padat serta tidak memiliki waktu untuk memantau pertumbuhan tanaman.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) dalam pemantauan budidaya selada hidroponik dengan sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) menggunakan ESP32.

Metode: Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu Kontrol Otomatis Berbasis Aturan (*Rule-Based Control*) untuk pemantauan budidaya selada hidroponik.

Hasil: Hasil penelitian ini yaitu berhasil membangun sistem pemantauan dengan antarmuka *web* dan *mobile*. Sistem yang dibangun berhasil mengontrol pH dan nutrisi hidroponik secara otomatis dengan akurasi sensor pH 97,19% dan sensor nutrisi sebesar 97,815%.

Kesimpulan: Implementasi sistem kontrol dan pemantauan budidaya selada hidroponik dapat diterapkan karena memiliki akurasi yang tinggi.

Kata Kunci: ESP32; *Internet of Things*; Hidroponik.

Abstract-

Background: Urban residents who create agricultural systems with hydroponic techniques are very busy and do not have time to monitor plant growth.

Objective: This study aims to utilize the *Internet of Things* (IoT) in monitoring hydroponic lettuce cultivation with the *Nutrient Film Technique* (NFT) system using ESP32.

Methods: The method used in this study is *Rule-Based Automatic Control* for monitoring hydroponic lettuce cultivation.

Result: The results of this research are successfully building a monitoring system with a *web* interface and *mobile* interface has been successfully built. The system that was built successfully controlled pH and hydroponic nutrients automatically with a pH sensor accuracy of 97.19% and a nutrient sensor of 97.815%.

Conclusion: The implementation of a control and monitoring system for hydroponic lettuce cultivation can be applied because it has high accuracy.

Keywords: ESP32; *Internet of Things*; Hydroponic.

Penulis Korespondensi:

Heri Nugroho,
Program Studi Teknik Informatika, Universitas Duta Bangsa, Surakarta, Indonesia
Email: 220103237@mhs.udb.ac.id

How to Cite: H. Nugroho, J. Maulindar, and R. D. Irawan, "Pemanfaatan *Internet of Things* dalam Pemantauan Budidaya Selada Hidroponik Menggunakan ESP32," *Jurnal Bumigora Information Technology (BITe)*, Vol. 6, No. 1, pp. 1-14, Juni 2024.

This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. PENDAHULUAN

Penduduk di wilayah perkotaan yang ingin membuat pertanian dengan sistem hidroponik terkendala memiliki kesibukan yang padat, seringkali tidak memiliki waktu untuk memantau pertumbuhan tanaman hidroponiknya setiap saat [1]. Budi daya dengan metode hidroponik menjadikan hasil panen yang lebih baik dari pada menggunakan metode manual menggunakan tanah [2]. Metode penanaman hidroponik bisa dilakukan dengan skala kecil dengan memanfaatkan peralatan yang ada di rumah tangga [3].

Nutrient Film Technique merupakan metode hidroponik dimana nutrisi dialirkan secara terus-menerus dan membentuk aliran tipis di media tanaman dimana tanaman akan ditanam di atasnya [4]. Selada atau bahasa latinnya (*Lactuca sativa*) merupakan tumbuhan yang tergolong dalam keluarga *Asteraceae* atau *Compositae*, yang juga dikenal sebagai keluarga *daisy* atau *sunflower* [5]. Selada pada umumnya dibudidayakan pada daerah pegunungan beriklim dingin namun selada juga dapat dibudidayakan di wilayah tropis dengan teknik khusus. Selada mempunyai berbagai macam *varietas*, seperti selada *varietas* hijau, selada *varietas* romaine, selada *varietas* iceberg, selada *varietas* endive, selada *varietas* lollo, dan banyak jenis lainnya. Usia bibit selada sebelum dipindahkan ke sistem hidroponik dapat bervariasi tergantung pada kondisi tumbuh tanaman. Namun pada umumnya bibit selada dapat dipindahkan ke sistem hidroponik saat berumur sekitar 2-3 minggu setelah benih ditanam [6].

IoT (*Internet of Things*) merupakan suatu rancangan di mana suatu alat atau bahan, seperti perangkat elektronik, dan benda lainnya, seperti perangkat sensor, perangkat lunak, dan koneksi internet dan dapat saling terhubung dan bertukar data dengan perangkat lain tanpa memerlukan interaksi manusia [7]. IoT dapat digunakan membangun sebuah sistem otomatis seperti pada sistem perangkat cerdas pengairan pertanian [8]. ESP32 adalah salah satu mikrokontroler yang sangat populer digunakan dalam teknologi IoT. Mikrokontroler memiliki berbagai fitur yang membuatnya cocok untuk digunakan dalam berbagai proyek IoT, termasuk kemampuan WiFi dan *bluetooth* yang terintegrasi serta konsumsi daya yang sangat rendah, dan dukungan berbagai antarmuka sensor dan perangkat keras lainnya [9]. Setelah data dikirim dari sensor ke ESP32, data tersebut oleh ESP32 akan dikirimkan dan disimpan ke dalam *database MySQL* [10]. Guna memantau data dari sensor yang akan ditampilkan pada antarmuka *web* atau aplikasi *mobile*.

Web merupakan merupakan sistem informasi yang terdiri dari berbagai dokumen yang saling keterkaitan serta dapat diteruskan melalui internet [11]. PHP (Hypertext Preprocessor) merupakan bahasa pemrograman yang sering digunakan untuk pembangunan sebuah *web*. PHP biasa digunakan bersama dengan *MySQL* dan HTML untuk membuat situs *web* dinamis [12]. Aplikasi *mobile* merupakan suatu perangkat lunak yang dirancang secara khusus untuk dijalankan pada peralatan *mobile* seperti peralatan smartphone atau tablet. Aplikasi *mobile* dibuat untuk sistem operasi tertentu, seperti iOS (digunakan pada iPhone dan iPad) atau Android (digunakan pada berbagai perangkat Android) [13].

Pada penelitian yang dilakukan oleh [14] mengenai pengontrol pH dan nutrisi tanaman selada pada hidroponik sistem NFT berbasis Arduino mega 2560 disimpulkan bahwa telah berhasil dibuat dan dapat mengatur pH dan nutrisi pada tanaman selada hidroponik sesuai kadar yang telah ditentukan, akan tetapi pada penelitian tersebut belum memantau data pH dan nutrisi secara online. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh [15] dengan judul sistem kontrol kadar nutrisi tanaman hidroponik berbasis Arduino UNO, dalam penelitian tersebut telah berhasil mengontrol nutrisi yang diperlukan pada sistem hidroponik tetapi belum terdapat mengontrol kandungan pH yang ada. Penelitian yang dilakukan [16] mengenai kontrol dan pemantauan tanaman hidroponik sistem *Nutrient Film Technique* berbasis IOT, peneliti berhasil membuat sistem antarmuka *web* dan sudah berhasil mengontrol pH serta nutrisi akan tetapi sistem antarmuka *mobile* belum berhasil dibangun. Penelitian yang dilakukan [17] tentang sistem hidroponik menggunakan *Nutrient Film Technique* untuk produksi tanaman selada belum memanfaatkan teknologi IoT untuk memantau dan mengontrol pH serta nutrisi.

Dari penelitian yang telah dilakukan, beberapa masalah masih ditemui. Pertama, penelitian oleh Dewi Ratna Wati et al. dan Juprianus Rusman et al. menunjukkan bahwa meskipun kontrol nutrisi dan pH dapat dicapai, pemantauan data secara online belum diterapkan secara efektif. Kedua, penelitian oleh Aldion Amirrul

Endryanto et al. telah berhasil mengintegrasikan kontrol dan pemantauan berbasis *web*, namun antarmuka *mobile* yang dapat meningkatkan aksesibilitas pengguna belum dikembangkan. Terakhir, penelitian oleh Chiska Nova Harsela belum memanfaatkan teknologi IoT sama sekali untuk pemantauan dan kontrol, yang dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem hidroponik. **Gap penelitian** sebelumnya yaitu belum menerapkan pendekatan IoT dan pemantauan selada hidroponik secara online berbasis Web.

Kebaruan dari penelitian ini yaitu pada pengembangan sistem hidroponik selada menggunakan metode *Nutrient Film Technique* (NFT) yang memanfaatkan teknologi IoT untuk memantau dan mengontrol pH serta nutrisi secara otomatis. Sistem ini akan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 untuk pemantauan real time dan pengendalian parameter lingkungan, serta menggabungkan antarmuka *web* dan *mobile* berbasis Flutter untuk aksesibilitas yang lebih baik. Hal ini akan menjadikan sistem lebih efisien dan mudah diakses oleh pengguna yang sibuk di perkotaan. Hal tersebut belum diteliti oleh peneliti lain.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memantau dan mengontrol kandungan pH dan nutrisi secara otomatis pada budidaya selada hidroponik menggunakan teknologi IoT. Dengan demikian, **kontribusi penelitian** ini yaitu dapat mengatasi kendala waktu dan pengetahuan teknis yang sering dihadapi oleh penduduk perkotaan dalam budi daya tanaman hidroponik. Sistem ini akan memberikan solusi yang efisien dan mudah diakses untuk meningkatkan produksi pertanian perkotaan dengan kualitas yang lebih baik.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Flowchart Perancangan IoT

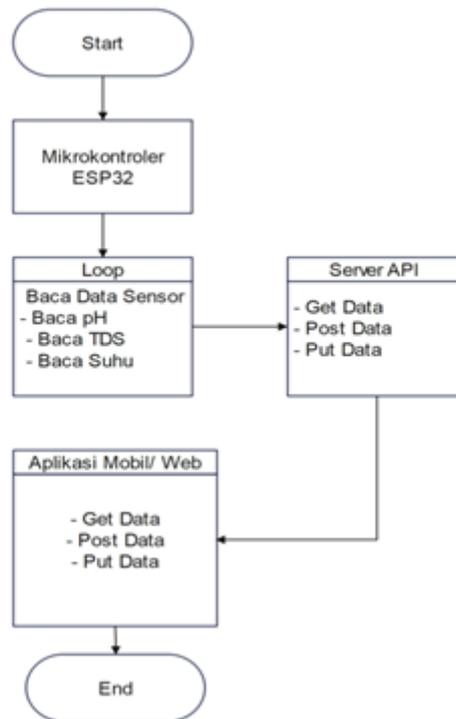
Dalam pemantauan hidroponik, sistem IoT berperan dalam pemantauan nutrisi dan pH yang larut di dalam air. Sistem IoT juga berperan memastikan kandungan nutrisi dan pH sesuai dengan nilai yang telah ditentukan. Gambar 1 merupakan cara kerja IoT dalam memonitoring sistem hidroponik yang melibatkan interaksi antara sensor dan mikrokontroler. Sensor IoT ditempatkan di dalam sistem hidroponik untuk mengumpulkan data parameter lingkungan pH dan kadar nutrisi. Sensor ini dapat berupa sensor nutrisi dan sensor pH kemudian mikrokontroler (ESP32) menerima data dari sensor dan memproses data tersebut sebelum mengirimkan data ke *database*. Mikrokontroler berfungsi sebagai jembatan antara sensor dan *platform*. Sistem IoT dapat mengatur parameter lingkungan sesuai ambang batas yang telah ditentukan. Jika parameter lingkungan tidak sesuai dengan ambang batas yang telah ditentukan, sistem menyalakan pompa untuk menyesuaikan nutrisi dan pH yang ada. Berikut adalah cara kerja sistem IoT dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Perancangan IoT

2.2. Flowchart Sistem

Hidroponik adalah metode penanaman tanpa tanah yang semakin populer karena efisiensinya dalam penggunaan air dan tempat. Dengan menggabungkan teknologi mikrokontroler seperti ESP32, sistem hidroponik dapat dibuat lebih efisien dan mudah dikendalikan. ESP32, dengan kemampuan Wi-Fi serta banyak pin Input/Output (I/O), memungkinkan kontrol otomatisasi dan monitoring jarak jauh terhadap sistem hidroponik. Berikut adalah cara kerja umum sistem hidroponik otomatis menggunakan ESP32 dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



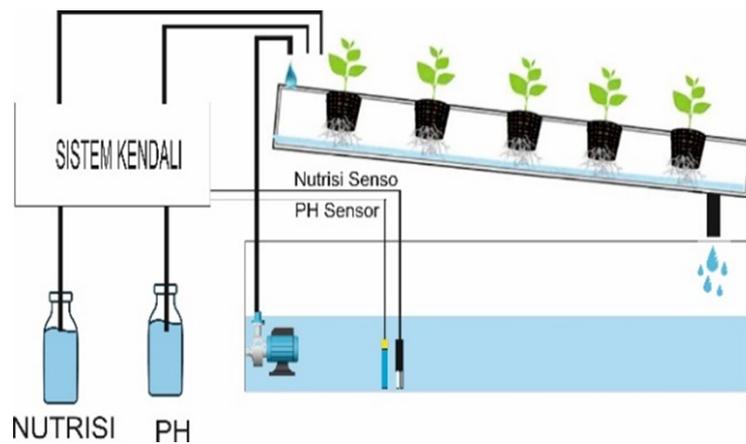
Gambar 2. Flowchart Sistem

Pada Gambar 2 menjelaskan sistem pemantauan hidroponik. Proses diawali dengan pembacaan data sensor pH, nutrisi oleh mikrokontroler ESP32. Sensor yang dibutuhkan meliputi sensor nutrisi/TDS yang berguna mengukur konsentrasi nutrisi dalam air. Sensor pH berguna mengukur keasaman atau kebasaan larutan dalam air. Sensor suhu berguna untuk memantau suhu dalam air. ESP32 sebagai mikrokontroler mengumpulkan data dari sensor-sensor dan mengirimkannya ke server. Pembacaan sensor pada ESP32 dilakukan secara berkala, kemudian data dikirimkan ke database MySQL melalui media jaringan wireless oleh mikrokontroler ESP32 dalam format JSON. Pengiriman data ke server menggunakan protokol HTTP. Dalam pengiriman protokol HTTP menggunakan metode GET, POST, PUT untuk mengirimkan data ke endpoint API. Data yang tersimpan dalam server ditampilkan ke dalam aplikasi mobile maupun web.

2.3. Sistem Hidroponik NFT

Dalam pembuatan NFT diperlukan beberapa bahan baku seperti Pipa Polyvinyl Chloride (PVC) dengan diameter 4 inci sebagai pipa utama, pipa PVC dengan diameter 1 inci sebagai penghubung pompa dengan pipa utama, satu buah pompa air dengan daya 15 watt dengan kapasitas ketinggian maksimum 1.500 liter/jam, netpot dengan ukuran diameter sebelah atas 5 cm, bak penampung air dengan dimensi 38 cm x 30 cm x 12 cm. Jarak antar lubang tempat netpot sebesar 13 cm. Selanjutnya pipa PVC sebesar 4 inci dipotong dengan panjang sebesar 1,5 meter. Setelah pipa selesai dirakit pompa air dan disambungkan ke pipa utama, sehingga air bisa mengalir lewat pipa utama dan kembali ke bak penampungan adapun sistem hidropik seperti pada

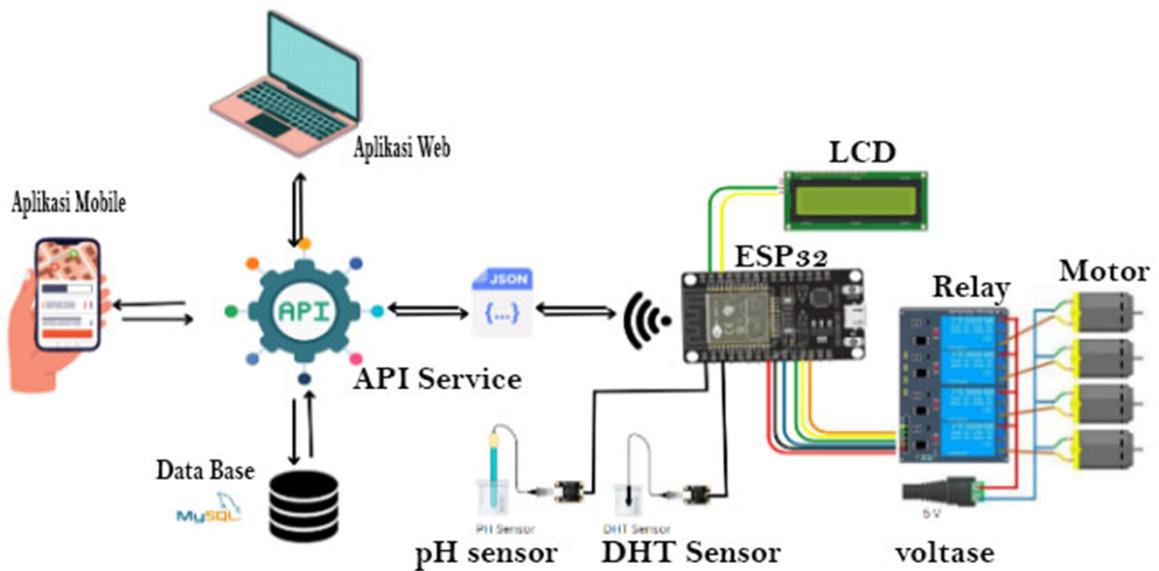
Gambar 3.



Gambar 3. Sistem Hidroponik NFT

2.4. Sistem Kendali pada ESP32

Sistem kendali pada ESP32 akan menerima data pH dan nutrisi hidroponik dari sensor kemudian data akan disimpan ke *database MySQL* pengiriman data dengan format JSON. Pemantauan kandungan pH, nutrisi, dan suhu ditampilkan lewat aplikasi *mobile* yang dibuat dengan perangkat pengembangan Flutter dan serta antarmuka *web* dibuat menggunakan *CodeIgniter*. Sistem juga menggunakan tampil di LCD 12 x 6 untuk pemantauan langsung pada perangkat. Sistem kendali dari sistem dapat ditunjukkan pada Gambar 4.

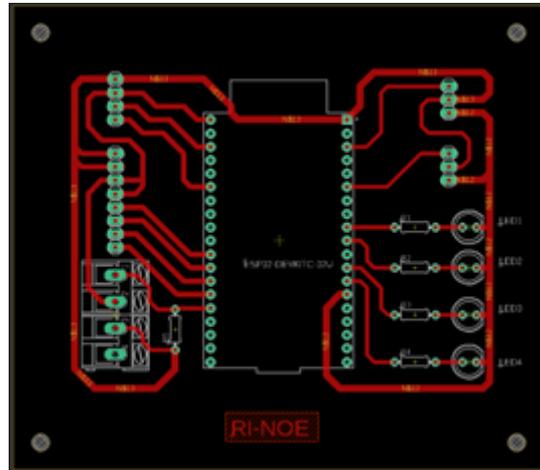


Gambar 4. Sistem Kendali

2.5. Rancangan PCB

Dalam dunia IoT, *Printed Circuit Boards* (PCB) berfungsi sebagai penghubung berbagai komponen elektronik dan sensor untuk menciptakan perangkat cerdas yang dapat berkomunikasi. Papan ini memungkinkan integrasi mikrokontroler, modul komunikasi (seperti Wi-Fi atau *Bluetooth*), sensor (pH air, nutrisi air, dll.), dan komponen lain yang diperlukan ke dalam satu unit. PCB IoT dirancang agar hemat ruang, hemat energi, dan hemat biaya, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi IoT, seperti perangkat pemantauan sistem hidroponik yang

dibuat saat ini. Salah satu keuntungan utama penggunaan PCB pada perangkat IoT adalah kemampuannya untuk menghubungkan berbagai komponen secara baik, memastikan transfer data dan komunikasi yang handal antar perangkat perangkat lain yang terhubung. Selain itu, PCB dapat disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan yang spesifik. Gambar 5 merupakan contoh desain PCB yang telah dibuat dimana Mikrokontroler ESP32 yang menghubungkan beberapa komponen seperti sensor pH air, nutrisi air, resistor, Led dan beberapa komponen lainnya. PCB dari sistem dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



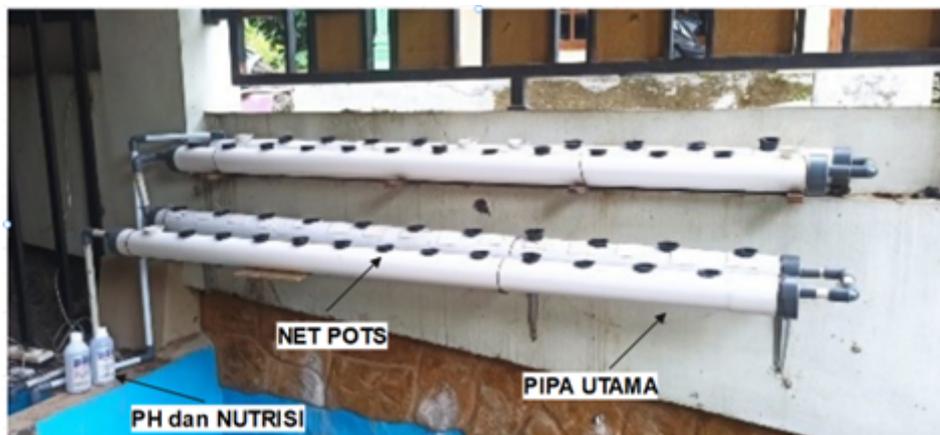
Gambar 5. Rancangan Board Sistem Kendali

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini melalui beberapa tahapan dimulai dari bagaimana sistem hidroponik yang akan digunakan, bagaimana penyemaian tanaman hingga bibit siap dipindahkan ke sistem hidroponik, perancangan dan desain alat pengendali, dilanjutkan bagaimana hasil pembacaan sensor, proses Pemantauan sistem lewat aplikasi *web* dan *mobile* serta yang terakhir adalah uji coba sistem kendali yang melalui aplikasi *web* dan *mobile*.

3.1. Sistem Hidroponik NFT

Sistem hidroponik yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem hidroponik dengan jenis *Nutrient Film Technique* (NFT) dengan pipa utama sepanjang 1,5 Meter dan tinggi pipa 1 Meter. Diameter pipa PVC yang digunakan sebesar 4 inci, jarak antar lubang tempat netpot adalah 13 cm. Implementasi dari sistem hidroponik NFT dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



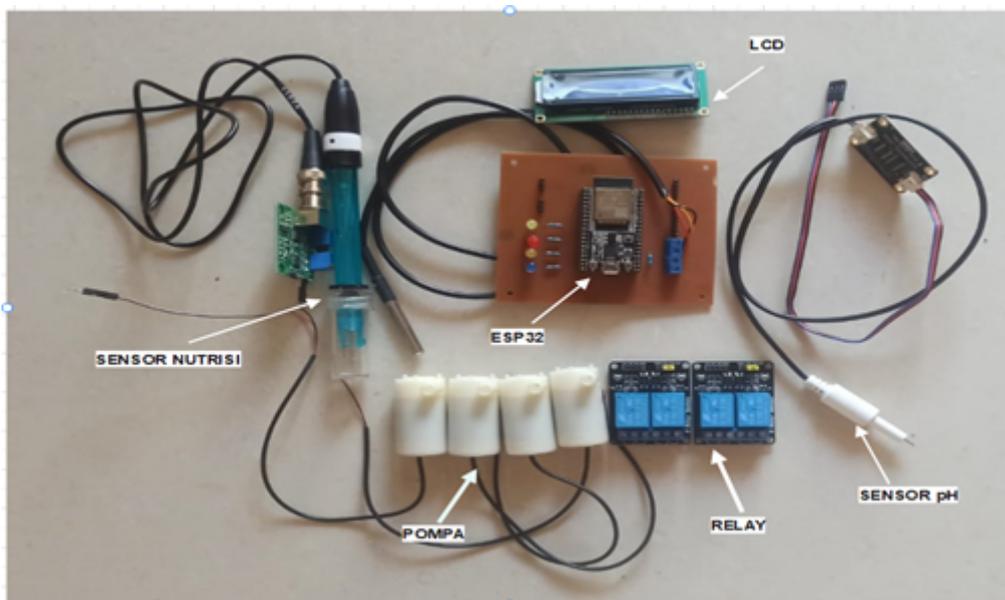
Gambar 6. Media Hidroponik

3.2. Penyemaian Tanaman

Penyemaian tanaman selada hidroponik memakan waktu sekitar 10-14 hari dari benih hingga menjadi bibit semai yang siap dipindahkan ke sistem hidroponik utama. Proses ini dapat sedikit berbeda tergantung pada kondisi lingkungan seperti suhu dan kualitas air yang digunakan. Penting untuk memperhatikan proses penyemaian untuk memastikan bibit selada tumbuh dengan baik sebelum bibit penyemaian dipindahkan ke media hidroponik.

3.3. Bentuk dan Desain Alat

Sistem hidroponik adalah metode budidaya tanaman tanpa tanah dengan menggunakan larutan nutrisi. Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan produktivitas, teknologi pemantauan dengan mikrokontroler seperti ESP32 menjadi sangat relevan. Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan dan nutrisi secara real time serta otomatisasi pengaturan parameter lingkungan sesuai kebutuhan tanaman. Komponen perangkat keras dari sistem hidroponik NFT dapat ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Peralatan Sistem Kendali

Gambar 7 adalah beberapa sensor yang dibutuhkan diaplikasikan adapun beberapa komponen yang digunakan diantaranya. Sensor suhu menggunakan tipe Ds 18B20 yang memerlukan tegangan sebesar 3 Volt-5 Volt. Sensor ini berguna untuk membaca suhu air kemudian mengirimkan data tersebut menuju ESP32 melalui pin 2. Sensor pH menggunakan modul PH-4502C bekerja pada tegangan 3 volt guna mendeteksi kandungan pH yang larut pada air dan mengirimkan data melalui pin A0 yang terdapat pada ESP32. Guna pengecekan nutrisi air digunakan sensor tipe TDS EC Meter, proses mengirimkan data melalui pin A35 pada ESP32. Untuk menampilkan data yang diterima ESP32, digunakan LCD 16 x 2. Untuk menambahkan pH dan nutrisi perangkat ini menggunakan pompa air dengan tegangan kerja 5 volt. Pompa air tersebut terhubung dengan 4 buah rele yang akan menyambung atau memutuskan aliran listrik. Rele dihubungkan pada pin 32, 32, 25, dan 26 di ESP32.

3.4. Pengujian Kandungan Nutrisi Air

Pengujian kandungan nutrisi yang larut dalam air pada sistem hidroponik yaitu dengan membandingkan hasil pembacaan melalui alat ukur TDS Meter dengan sensor TDS EC Meter yang terhubung pada mikrokontroler. Hasil dari pembacaan sensor dan alat ukur dapat disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka rata-rata kesalahan pembacaan sensor sebesar 2,15% sehingga menghasilkan akurasi

sensor TDS EC Meter sebesar 97.85%. Hasil akurasi yang tinggi tersebut dapat dijadikan sebagai dasar penggunaan sensor. Hasil pembacaan sensor TDS EC dan pengambilan data menggunakan alat akur TDS meter dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pembacaan Sensor TDS

WAKTU PENGUKURAN	TDS		Akurasi	Error
	TDS Meter	Sensor TDS EC		
05/05/2024 19.18.13	602	587	97,51%	2,49%
05/05/2024 19.22.13	608	585	96,22%	3,78%
05/05/2024 19.27.13	595	585	98,32%	1,68%
05/05/2024 19.32.13	592	585	98,82%	1,18%
05/05/2024 19.37.13	598	584	97,66%	2,34%
05/05/2024 19.42.13	589	579	98,30%	1,70%
05/05/2024 19.47.13	585	578	98,80%	1,20%
05/05/2024 19.52.13	592	577	97,47%	2,53%
05/05/2024 19.57.13	588	578	98,30%	1,70%
05/05/2024 20.02.13	587	576	98,13%	1,87%
05/05/2024 20.07.13	594	578	97,31%	2,69%
05/05/2024 20.12:13	601	585	97,34%	2,66%
Rata-rata			97,85%	2,15%

3.5. Pengujian Kandungan Ph Air

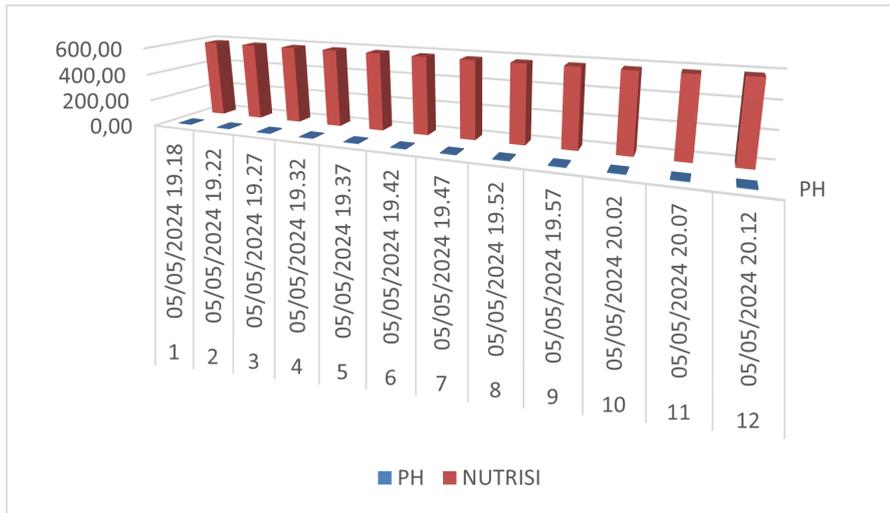
Pengujian kandungan pH yang larut dalam air pada sistem hidroponik yaitu dengan membandingkan hasil pembacaan melalui alat ukur pH Meter dengan sensor PH-4502C yang terhubung pada mikrokontroler. Hasil dari pembacaan disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian sensor pH-4502C yang dibandingkan dengan alat ukur pH meter didapatkan hasil yaitu rata-rata kesalahan pembacaan sensor sebesar 2,81% sehingga menghasilkan akurasi sebesar 97.19%. Akurasi sensor sudah sangat tinggi sehingga dapat digunakan pada sistem hidroponik NFT. Hasil pembacaan sensor dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pembacaan Sensor pH

WAKTU PENGUKURAN	pH		Akurasi	Error
	pH Meter	Sensor PH-4502C		
05/05/2024 19.18.13	6,26	6,01	96,01%	3,99%
05/05/2024 19.22.13	6,91	6,76	97,83%	2,17%
05/05/2024 19.27.13	7,4	7,14	96,49%	3,51%
05/05/2024 19.32.13	6,75	6,56	97,19%	2,81%
05/05/2024 19.37.13	6,81	6,59	96,77%	3,23%
05/05/2024 19.42.13	6,55	6,35	96,95%	3,05%
05/05/2024 19.47.13	6,53	6,42	98,32%	1,68%
05/05/2024 19.52.13	6,62	6,4	96,68%	3,32%
05/05/2024 19.57.13	6,78	6,61	97,49%	2,51%
05/05/2024 20.02.13	6,48	6,31	97,38%	2,62%
05/05/2024 20.07.13	6,31	6,16	97,62%	2,38%
05/05/2024 20.12:13	6,67	6,51	97,60%	2,40%
Rata-rata			97,19%	2,81%

3.6. Hasil Pengujian pH dan Nutris Air

Pengujian ini bertujuan untuk mengamati kaitan antara pH dengan nutrisi air pada sistem hidroponik NFT. Nutrisi akan diberikan semakin banyak apabila pH air yang terukur semakin rendah. Pada Gambar 8, menjelaskan hasil dari pembacaan sensor pH air, sensor suhu dan sensor nutrisi yang tersimpan dalam *database* setiap lima menit. Grafik warna biru adalah pH air sedangkan warna merah menunjukkan nutrisi air dalam sistem hidroponik. Hasil pengujian pH dan Nutrisi air dapat ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Sensor

3.7. Tampilan Web

Website digunakan sebagai antarmuka monitoring penggunaan sensor sehingga pengguna dapat memonitoring sensor yang digunakan pada sistem. Pada Gambar 9 merupakan tampilan pada aplikasi web dengan fitur yang berisi halaman *home*, data sensor dan *logout*, di bagian layar utama adalah informasi suhu hidroponik, di bawahnya menggambarkan kondisi kelembaban, pH air, dan nutrisi yang ada dalam bentuk grafik. Bagian bawah tampilan web merupakan tombol pengontrolan pompa hidroponik yang berfungsi mengontrol tambahkan pupuk atau nutrisi serta pH yang larut dalam media air yang dibutuhkan oleh tanaman.

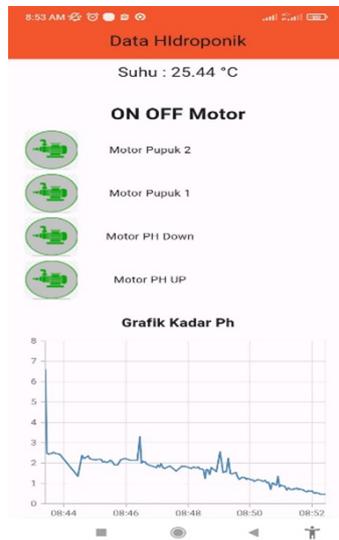


Gambar 9. Tampilan Web

3.8. Tampilan Mobile

Aplikasi *mobile* digunakan sebagai antarmuka monitoring penggunaan sensor sehingga pengguna dapat memonitoring sensor yang digunakan pada sistem melalui *mobile* pengguna. Pada Gambar 10 merupakan tampilan pada aplikasi *mobile* yang berfungsi yang sama seperti aplikasi *web* yang telah dijelaskan pada Gambar 9. Pada Aplikasi *mobile* sebelah atas menggambarkan kondisi kelembaban, kemudian dibawahnya terdapat tombol untuk menyalakan atau mematikan pompa lewat aplikasi, di bawah tombol pompa adalah grafik informasi pH air dan nutrisi. Fungsi pengontrolan pompa hidroponik yaitu mengontrol tambahan pupuk atau nutrisi serta

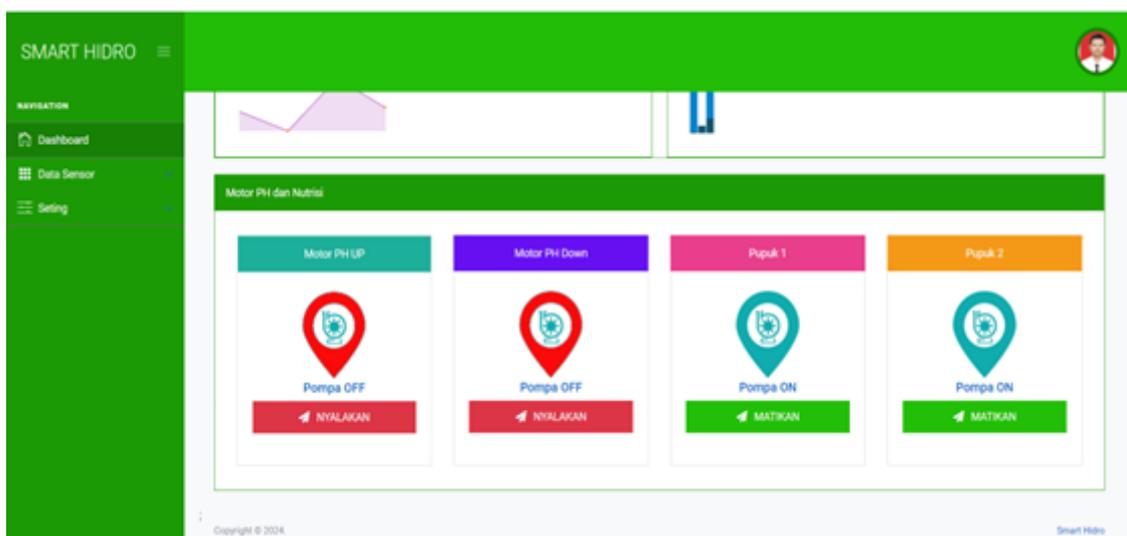
pH yang larut dalam media air yang dibutuhkan oleh tanaman. Data akan terupdate secara *real time* dimana nilai dari data akan berubah sesuai kondisi lingkungan hidroponik. Pengiriman serta penerimaan data berhasil apabila nilai data yang tampil pada aplikasi sama dengan disimpan di *database*. Jika tombol pompa dan kondisi on maka akan bernilai 1, sebaliknya jika off akan bernilai 0.



Gambar 10. Tampilan *Mobile*

3.9. Pengujian Kendali Melalui Aplikasi

Pada sistem yang telah dikembangkan, penyiraman secara manual dapat dilakukan melalui aplikasi. Pompa yang terdiri dari pompa pH dan pompa nutrisi dapat dinyalakan atau dimatikan dengan cara menyentuh tombol aplikasi pada perangkat *web*. Sedangkan untuk mematikan pompa, tombol dapat disentuh kembali. Adapun tampilan layar *web* ditunjukkan pada Gambar 11. Aplikasi pada perangkat *mobile* juga telah dikembangkan, penyiraman dapat dilakukan melalui aplikasi. Pompa yang terdiri dari pompa pH dan pompa nutrisi dapat dinyalakan atau dimatikan dengan cara menyentuh tombol. Sedangkan untuk mematikan pompa, tombol dapat disentuh kembali. Adapun tampilan Aplikasi *Mobile* ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 11. Pengoperasian Pompa Melalui *Web*



Gambar 12. Pengoperasian Pompa Melalui *App Mobile*

Pengujian kendali hidroponik dilakukan melalui aplikasi *mobile* atau *web* untuk memastikan seluruh fungsi dan fitur pada aplikasi tersebut dapat bekerja dan berfungsi sesuai tujuannya. Uji coba dilakukan dengan cara pengujian blackbox. Uji blackbox berguna untuk menemukan *error* atau kegagalan dengan melupakan struktur kode pada internal aplikasi *mobile* atau *web* yang telah dibuat. Fungsi tersebut merujuk pada setiap bagian dari halaman aplikasi yang memiliki aktivitas tertentu. Uji blackbox ini berfokus pada hasil output dari setiap aktivitas yang dilakukan berdasarkan sudut pandang User. Hasil pengujian dapat ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Aplikasi *Web*

No	Fungsi	Aksi	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1.	Menampilkan Data kelembaban	-	Menampilkan data kelembaban	Berhasil
2.	Menampilkan Data pH	-	Menampilkan data pH	Berhasil
3.	Menampilkan Data Nutrisi	-	Menampilkan data pH	Berhasil
4.	Menu Pompa pH UP	Klik	Menyalakan Pompa pH UP	Berhasil
5.	Menu Pompa pH Down	Klik	Menyalakan Pompa pH Down	Berhasil
6.	Menu Pompa Nutrisi A	Klik	Menyalakan Pompa Nutrisi A	Berhasil
7.	Menu Pompa Nutrisi B	Klik	Menyalakan Pompa Nutrisi B	Berhasil

Tabel 4. Hasil Pembacaan Sensor pH

No	Fungsi	Aksi	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1.	Menampilkan Data kelembaban	-	Menampilkan data kelembaban	Berhasil
2.	Menampilkan Data pH	-	Menampilkan data pH	Berhasil
3.	Menampilkan Data Nutrisi	-	Menampilkan data pH	Berhasil
4.	Menu Pompa pH UP	Klik	Menyalakan Pompa pH UP	Berhasil
5.	Menu Pompa pH Down	Klik	Menyalakan Pompa pH Down	Berhasil
6.	Menu Pompa Nutrisi A	Klik	Menyalakan Pompa Nutrisi A	Berhasil
7.	Menu Pompa Nutrisi B	Klik	Menyalakan Pompa Nutrisi B	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan sistem yang telah dilakukan, peneliti berhasil mengembangkan sistem pemantauan otomatis yang efektif dan akurat untuk budidaya hidroponik. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan sensor TDS dan pH untuk mengukur parameter kritis dalam larutan nutrisi, dengan akurasi keseluruhan sistem mencapai 100%, akurasi sensor TDS 97,85%, dan akurasi sensor pH 97,19%. Hasil ini menunjukkan **temuan penelitian** ini yaitu sistem dapat diandalkan dalam memantau kondisi tanaman secara real-time, memudahkan petani dalam mengelola tanaman dengan lebih baik dan efisien. Implementasi IoT ini menawarkan solusi cerdas dalam pertanian modern, meskipun tantangan seperti pemeliharaan sensor tetap perlu diperhatikan. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam penerapan teknologi IoT di bidang pertanian, khususnya untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas budidaya selada hidroponik. **Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [14, 15].**

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem Pemanfaatan IoT (*Internet of Things*) Dalam Pemantauan Budidaya Selada Hidroponik Menggunakan ESP32 yang dibangun berhasil mengamati, mengontrol kandungan pH dan nutrisi dalam hidroponik. Data hidroponik berupa pH, nutrisi dapat diakses melalui *web* dan perangkat *mobile*. Pertumbuhan tanaman selada dalam sistem berbasis IoT memiliki range suhu sebesar 22 - 30 derajat celsius serta kandungan pH air yang larut sekitar 5 - 8 begitu pula nutrisi yang larut adalah antara range 560 ppm-1.200 ppm, dengan *margin error* pada pH sebesar 2,81% dan pada sensor nutrisi sebesar 2,15%. Kelemahan dalam penelitian ini adalah belum berhasil dibangun peringatan pada sistem *web* maupun *mobile* jika nilai pH atau nutrisi mengalami kondisi yang tidak sesuai dengan yang ditentukan, peringatan hanya akan menyalakan lampu LED yang berada pada perangkat *hardware*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dan bimbingan yang telah diberikan selama proses penyelesaian jurnal ini. Tanpa dukungan dari keluarga yang selalu memberikan semangat dan *support*, serta bimbingan dari dosen pembimbing yang penuh arahan dan pengetahuan, penyelesaian jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Cantica, G. M. Ahen, I. Ruslianto, and U. Ristian, "Sistem Pemantauan dan Kendali Budidaya Selada dalam Ruangan pada Media Tanah Berbasis Internet of Things Internet of Things Based Monitoring and Control System for Indoor Lettuce Cultivation on Soil Media," *Journal of Computing Engineering, System and Science*, no. July, pp. 510–525, 2022.
- [2] A. Lestari and N. Widyawati, "Pertumbuhan dan Hasil Selada Merah (*Lactusa sativa* L.) Yang Diproduksi Dengan Berbagai Komposisi Media Tanam dan Ukuran Polybag," *Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, vol. 25, no. 2, pp. 100–107, 2023.
- [3] A. Asriani, D. Herdhiansyah, and N. Nurcayah, "Rancangan Usaha Agribisnis Tanaman Sayuran Berbasis Hidroponik," *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, vol. 8, no. 1, p. 407, 2022.
- [4] E. S. Wahyuni, A. Febrianto, and N. Furoidah, "Uji Berbagai Media Tanam Hidroponik Sistem NFT terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Caisim (*Brassica chinensis* var. *parachinensis*) dan Kangkung (*Ipomoea aquatica* F.)," *Jurnal Bioshell*, vol. 12, no. 2, pp. 141–150, 2023.
- [5] E. S. Pujiastuti, Y. R. Tampubolon, S. Tabah, T. Sumihar, J. R. Tarigan, and R. Siahaan, "Pengaruh Efek Sisaan Eco Enzyme Dan Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Selada," *Jurnal Ilmiah Pertanian*, vol. 11, no. 1, pp. 33–41, 2023.
- [6] N. Andini, E. Sumartono, M. Mujiono, and H. Fariadi, "Analisis dan Kelayakan Usahatani Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L.) dengan Sistem Hidroponik di BPSIP Bengkulu," *Journal of Food Security and Agroindustry*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, feb 2024. [Online]. Available: <https://pakisjournal.com/index.php/jfsa/article/view/253>
- [7] A. Wibowo, *Internet of Things (IoT) dalam Ekonomi dan Bisnis Digital*, 2023.
- [8] N. Effendi, W. Ramadhani, and F. Farida, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 3, no. 2, pp. 91–98, 2022.

- [9] W. Yuniarto, I. I, S. S, R. Man, M. Diponegoro, and E. E, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Energi Listrik Pada Beban 3 Fasa Menggunakan Esp32 Berbasis Internet of Think (Iot),” *Jurnal Poli-Teknologi*, vol. 22, no. 1, pp. 30–38, 2023.
- [10] I. R. Mukhlis and R. Santoso, “Perancangan Basis Data Perpustakaan Universitas Menggunakan MySQL dengan Physical Data Model dan Entity Relationship Diagram,” *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, vol. 4, no. 2, pp. 81–87, 2023.
- [11] D. Lincopinis, C. P. Apiag, and E. B. Cadiz, “A Review on PHP Programming Language,” no. May, pp. 1–10, 2023.
- [12] E. R. Rahmi, E. Yumami, and N. Hidayasari, “Analisis Metode Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: Systematic Literature Review,” *Remik*, vol. 7, no. 1, pp. 821–834, 2023.
- [13] H. Hussain, K. Khan, F. Farooqui, Q. Ali Arain, and I. Farah Siddiqui, “Comparative Study of Android Native and Flutter App Development,” no. October 2022, p. 2021, 2021.
- [14] D. R. Wati and W. Sholihah, “Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino,” *Multinetics*, vol. 7, no. 1, pp. 12–20, 2021.
- [15] J. Rusman, A. Michael, M. Garonga, and Y. Paongan, “Sistem Kontrol Kadar Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino UNO,” *Journal Dynamic Saint*, vol. 7, no. 2, pp. 8–14, 2023.
- [16] A. A. Endryanto and N. E. Khomariah, “Kontrol Dan Monitoring Tanaman Hidroponik Sistem Nutrient Film Technique Berbasis Iot,” *Konvergensi*, vol. 18, no. 1, pp. 25–32, 2022.
- [17] C. N. Harsela, “Sistem Hidroponik Menggunakan Nutrient Film Technique Untuk Produksi dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*),” *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 7, no. 11, pp. 17136–17144, 2022.

[Halaman ini sengaja dikosongkan.]