

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI PROTOKOL AMQP DALAM SISTEM
PEMANTAUAN TANAMAN HIDROPONIK SELADA
BERBASIS IOT**

***IMPLEMENTATION OF THE AMQP PROTOCOL IN AN IOT-
BASED HYDROPONIC LETTUCE MONITORING SYSTEM***

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer



NURLAELIA

D0221099

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE
2025**

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI PROTOKOL AMQP DALAM SISTEM
PEMANTAUAN TANAMAN HIDROPONIK SELADA
BERBASIS IOT**



NURLAELIA

D0221099

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

IMPLEMENTASI PROTOKOL AMQP DALAM SISTEM PEMANTAUAN TANAMAN HIDROPONIK SELADA BERBASIS IOT

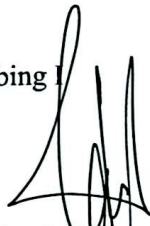
Telah dipersiapkan dan disusun oleh

Nurlaelia
D0221099

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal 30 Oktober 2025

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I



Muh. Fuad Mansyur, S.Kom., M.Kom
NIP. 199205022019031017

Penguji I



Muh. Fahmi Rustan, S.Kom., M.T
NIP. 199112272019031010

Pembimbing II



A/AMIRUL ASNAN CIRUA, S.T., M.Kom
NIP. 199804022024061001

Penguji II



Muh Rafli Rasvid, S.Kom., M.T
NIP. 198808182022031006

Penguji III



Muh Imam Quraisy S.Kom., M.Kom
NIDN. 00270192051

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI PROTOKOL AMQP DALAM SISTEM PEMANTAUAN TANAMAN HIDROPONIK SELADA BERBASIS IOT

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

NURLAELIA
NIM. D0221099

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus

Pada Tanggal, 30 Oktober 2025

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Muh. Fuad Mansyur, S.Kom., M.Kom
NIP. 199205022019031017

Pembimbing II

A. AMIRUL ASNAN CIRUA, S.T., M.Kom
NIP. 199804022024061001

Dekan Fakultas Teknik,
Universitas Sulawesi Barat



Prof. Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T.
NIP. 196404051990032002

Ketua Program Studi
Informatika,



Muh. Rafli Rasyid, S.Kom., M.T.
NIP. 198808182022031006


PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).



Majene, 04 November 2025


Nurlaelia

NIM: D0221099

ABSTRAK

Nurlaelia *Implementasi* Protokol AMQP dalam Sistem Pemantauan Tanaman Hidroponik Selada Berbasis IoT. (dibimbing oleh **Muh Fuad Mansyur, S. Kom., M. Kom.** dan **A. Amirul Asnan Cirua, S.T., M.Kom**)

Pertanian hidroponik menjadi solusi efektif dalam menghadapi keterbatasan lahan dan kebutuhan akan sistem pertanian modern yang efisien. Namun, pemantauan manual terhadap kondisi lingkungan seperti suhu, pH, dan kadar nutrisi sering kali tidak akurat dan memerlukan waktu lama. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan protokol komunikasi *Advanced Message Queuing Protocol (AMQP)* dalam sistem pemantauan lingkungan hidroponik selada berbasis *Internet of Things (IoT)*. Sistem menggunakan tiga sensor utama, yaitu DS18B20 untuk suhu, sensor pH untuk tingkat keasaman, dan sensor TDS untuk kadar nutrisi. Raspberry Pi berfungsi sebagai pusat kendali yang membaca data sensor dan mengirimkannya ke broker RabbitMQ menggunakan protokol AMQP. Data disimpan pada basis data *MySQL* dan divisualisasikan secara real-time melalui website berbasis *Flask*.

Hasil pengujian menunjukkan seluruh data sensor berhasil dikirim dan ditampilkan tanpa kegagalan, dengan latensi rata-rata 2,04 detik, reliabilitas pengiriman $\geq 95\%$, serta penggunaan CPU rata-rata 8,8% dan RAM maksimum 547,3 MB. Sistem juga mampu bekerja pada kondisi jaringan rendah dan optimal pada kecepatan ≥ 1 Mbps. Dengan demikian, sistem ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi pemantauan lingkungan hidroponik, membantu petani dalam pengelolaan tanaman, dan mendukung pertanian modern yang berkelanjutan.

Kata Kunci: AMQP, *Internet of Things*, Hidroponik, *RabbitMQ*, *Raspberry Pi*.

ABSTRACT

Nurlaelia *Implementation of the AMQP Protocol in an IoT-Based Hydroponic Lettuce Monitoring System. (supervised by Muh Fuad Mansyur, S.Kom., M.Kom. and A. Amirul Asnan Cirua, S.T., M.Kom.).*

Hydroponic farming is an effective solution to address land limitations and the need for efficient, modern agricultural systems. However, manual monitoring of environmental conditions such as temperature, pH, and nutrient levels is often inaccurate and time-consuming. This research aims to design and implement the Advanced Message Queuing Protocol (AMQP) communication protocol in an Internet of Things (IoT)-based hydroponic lettuce environmental monitoring system. This system uses three main sensors: a DS18B20 for temperature, a pH sensor for acidity, and a TDS sensor for nutrient levels. A Raspberry Pi serves as the control center, reading sensor data and sending it to a RabbitMQ broker using the AMQP protocol. The data is stored in a MySQL database and visualized in real time via a Flask-based website.

Test results showed that all sensor data was successfully transmitted and displayed without failure, with an average latency of 2.04 seconds, delivery reliability of $\geq 95\%$, average CPU usage of 8,8%, and a maximum RAM of 547,3 MB. The system was also capable of operating under both low and optimal network conditions at speeds of ≥ 1 Mbps. Thus, this system has been proven to improve the efficiency of hydroponic environmental monitoring, assist farmers in crop management, and support modern and sustainable agriculture.

Keywords: *AMQP, Internet of Things, Hydroponics, RabbitMQ, Raspberry Pi.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian memiliki peranan yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia. Sebagai sumber pendapatan, sektor ini sangat vital, terutama karena mayoritas wilayah di Indonesia merupakan area pertanian (Rustan, 2021). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2020, sekitar 56,7% penduduk Indonesia tinggal di daerah perkotaan, dan angka ini diperkirakan akan meningkat menjadi 66,6% pada tahun 2035. Pertumbuhan populasi di kota-kota besar ini mengakibatkan berkurangnya lahan pertanian. Salah satu solusi untuk menghadapi masalah ini adalah dengan menerapkan teknik budidaya tanaman yang memerlukan lahan minimal, seperti hidroponik (Fathurrahman, Setiawan and Fitriyah, 2023).

Hidroponik adalah sistem pembudidayaan tanaman yang tidak menggunakan tanah dan memanfaatkan media air atau larutan nutrisi sebagai pengganti. Pada metode ini, tanaman tumbuh dengan menyerap nutrisi langsung melalui akar mereka, yang ditempatkan dalam media yang mendukung atau melalui larutan nutrisi yang sirkulasi. Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman dengan memanfaatkan air sebagai media tumbuhnya, dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman hidroponik. Campuran kandungan unsur hara yang terlarut pada nutrisi memiliki perbandingan AB mix 75% + POC (Pupuk Organik Cair) 25%. Kandungan unsur hara yang terlarut dengan komposisi optimal dalam hidroponik berperan penting dalam memaksimalkan pertumbuhan tanaman terutama pada jumlah daun, lebar dan panjang (Yulianto, Maududie and El Maidah, 2022). Tanaman yang banyak dibudidayakan dengan menggunakan sistem hidroponik adalah tanaman selada (*Lactuca sativa L*).

Tanaman selada merupakan tanaman hortikultura yang dapat tumbuh secara optimal pada kawasan dingin hingga tropis, selain itu telah dibudidayakan secara luas karena bernilai ekonomis sehingga memberikan peluang keuntungan bagi sistem tanam hidroponik (Zahra, Muthiadin and Ferial, 2023). Tanaman selada memiliki tingkat nilai gizi tinggi. Di Indonesia, permintaan selada mencapai 2.970 ton, tetapi produksi dalam negeri belum memenuhi kebutuhan tersebut (Kuswandini et al., 2019). Dengan meningkatnya permintaan akan sayuran segar di daerah perkotaan, sistem pertanian hidroponik menjadi solusi efektif untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Namun, tantangan dalam pengelolaan dan pemantauan kondisi tanaman hidroponik seringkali menghambat produktivitas.

Dalam sistem hidroponik, pemantauan dan pengendalian parameter lingkungan seperti suhu, pH, kelembaban dan konsentrasi nutrisi (diukur dalam *Parts Per Million* atau PPM) menjadi krusial untuk memastikan pertumbuhan optimal tanaman. Fluktuasi pada parameter-parameter ini dapat berdampak signifikan pada kesehatan dan produktivitas tanaman (Kuncoro, Asyikin and Amaris, 2021). Oleh karena itu, sistem pemantauan yang akurat dan *real-time* sangat diperlukan untuk manajemen hidroponik yang efektif.

Berkurangnya lahan pertanian mendorong munculnya urban farming, seperti hidroponik, di daerah perkotaan. Sistem hidroponik memiliki beberapa parameter penting, seperti kadar nutrisi tanaman (PPM), tingkat pH air, dan suhu yang sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Saat ini pemantauan parameter tersebut masih dilakukan secara manual, yang memerlukan ketekunan serta kesabaran dalam pencatatan data. Hal ini berdampak besar pada kualitas tanaman dan bahkan menyebabkan kerugian bagi petani. Salah satu contoh terjadi pada Bapak Aji, pemilik CV. Hidroponik Jember, yang masih melakukan pemantauan suhu, pH dan PPM secara manual, sehingga menghambat pengambilan keputusan yang tepat dalam pengelolaan sistem hidroponiknya.

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) membuka peluang baru dalam pertanian, termasuk hidroponik. Penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam sistem hidroponik memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi tanaman secara *real-time* (Kobar, Indra and Cahyana, 2023). Dengan menggunakan sensor yang terhubung ke internet, informasi mengenai parameter penting seperti suhu, pH dan PPM dapat diakses secara langsung melalui perangkat mobile atau web. Sehingga petani dapat segera melakukan intervensi jika terjadi perubahan kondisi yang tidak diinginkan. Namun, untuk memastikan data dari berbagai sensor dapat dikelola dengan baik, dibutuhkan protokol komunikasi yang andal dan efisien dalam sistem IoT.

Beberapa protokol komunikasi yang umum digunakan dalam *Internet of Things* (IoT) antara lain *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT), *Constrained Application Protocol* (CoAP), *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), *Advanced Message Queuing Protocol* (AMQP), *Data Distribution Service* (DDS), dan *Extensible Messaging and Presence Protocol* (XMPP). Dalam penelitian ini, protokol AMQP digunakan sebagai media pembelajaran untuk mengenal lebih jauh cara kerja pengiriman data melalui sistem antrean pesan. Penggunaan AMQP membantu peneliti memahami bagaimana data dikirim, disimpan sementara, dan diteruskan ke tujuan dengan pengaturan yang lebih terstruktur.

AMQP dirancang untuk memastikan bahwa data yang dikirim dari sensor tidak hilang dan dapat diterima dengan baik oleh sistem pemantauan. Selain itu, AMQP memiliki fitur *message queuing*, yang memungkinkan data tetap tersimpan sementara jika ada gangguan jaringan, sehingga sistem tetap dapat menerima informasi secara *real-time* dan tanpa kehilangan data. AMQP juga dilengkapi dengan mekanisme antrian pesan yang memungkinkan pengelolaan data secara efektif, sehingga informasi penting tetap terjaga meskipun terjadi lonjakan data dari sensor (Santoso, Primananda and Amron, 2019).

Dari permasalahan yang telah diuraikan, penulis mengambil judul Implementasi Protokol AMQP dalam sistem Pemantauan Tanaman Hidroponik Selada Berbasis IoT. Pemilihan Protokol AMQP bertujuan untuk mengatasi keterbatasan sistem pemantauan manual yang masih umum dilakukan oleh petani. Dengan menggunakan sistem berbasis IoT yang didukung oleh protokol AMQP, proses pengiriman data sensor dapat dilakukan secara *real-time*. Sistem ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada pemantauan manual, meningkatkan akurasi data melalui pembacaan otomatis oleh sensor, serta memudahkan petani dalam mengelola sistem hidroponik secara lebih efisien dan efektif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1.2.1 Bagaimana cara mengimplementasikan AMQP untuk mengirimkan data sensor dari perangkat IoT ke server atau dashboard pemantauan?
- 1.2.2 Bagaimana hasil implementasi dan analisis protokol AMQP dalam pengiriman data sensor berbasis IoT?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1.3.1 Mengimplementasikan protokol AMQP sebagai media komunikasi data antara perangkat IoT dan server, untuk pengiriman data sensor secara terstruktur dan real-time ke dashboard pemantauan.
- 1.3.2 Menganalisis hasil implementasi protokol AMQP dalam pengiriman data sensor, meliputi aspek kecepatan pengiriman data (latency), keandalan sistem (reliability), dan efisiensi penggunaan sumber daya (CPU dan RAM) selama proses pemantauan berlangsung.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dibatasi pada hal – hal sebagai berikut :

- 1.4.1 Penelitian hanya berfokus pada implementasi protokol AMQP menggunakan broker RabbitMQ sebagai media pengiriman data dari server ke web.
- 1.4.2 Parameter lingkungan yang dipantau terbatas pada suhu, pH, dan PPM (TDS) sebagai faktor utama yang memengaruhi pertumbuhan tanaman selada hidroponik.
- 1.4.3 Sistem hanya mencakup pemantauan, tanpa melakukan otomatisasi atau kendali perangkat keras seperti pompa air atau sistem pemberian nutrisi.
- 1.4.4 Jenis tanaman yang dijadikan objek dalam penelitian ini dibatasi pada tanaman selada (*Lactuca sativa*) yang dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik

1.5 Manfaat Penelitian

- 1.5.1 Bagi Peneliti, Penelitian ini memberikan kesempatan untuk belajar membuat dan mengembangkan sistem, khususnya yang menggunakan IoT dan protokol AMQP, serta menghubungkan sensor dengan aplikasi pemantauan.
- 1.5.2 Bagi Petani Hidroponik, diharapkan sistem ini dapat memberikan kemudahan dalam memantau kondisi larutan nutrisi secara *real-time* tanpa harus melakukan pengukuran manual, sehingga membuat pengelolaan jadi lebih mudah dan cepat.
- 1.5.3 Bagi dunia pendidikan, Penelitian ini bisa menjadi contoh dan bahan pembelajaran dalam bidang teknologi pertanian, serta mendorong mahasiswa untuk membuat inovasi lain yang berguna di bidang pertanian modern.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, penelitian ini berhasil membuat sistem pemantauan tanaman hidroponik selada berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan protokol *Advanced Message Queuing Protocol* (AMQP) sebagai penghubung data. Sistem ini dapat membaca data dari tiga sensor, yaitu sensor suhu DS18B20, sensor pH 4502C, dan sensor TDS, yang diolah oleh Raspberry Pi sebagai pusat kendali. Data dari sensor dikirim ke broker RabbitMQ menggunakan protokol AMQP, lalu ditampilkan secara langsung melalui dashboard web yang dibuat dengan framework Flask.

Dari hasil pengujian, sistem dapat berjalan dengan baik dan stabil, dengan latensi rata-rata 0,0009 detik (0,9 ms) serta interval pembaruan sekitar 2 detik, menandakan sistem memiliki waktu tanggap yang sangat cepat dan stabil. Tidak ditemukan kehilangan data selama proses transmisi, serta penggunaan sumber daya (CPU, RAM, dan jaringan) oleh RabbitMQ tetap dalam batas aman, yaitu di bawah 5% dari total kapasitas sistem selama proses berjalan selama 30 menit. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi AMQP efisien dan tidak membebani perangkat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang sebagai berikut:

1. Melakukan perbandingan antara protokol AMQP dengan protokol lain seperti MQTT atau CoAP guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai perbedaan kinerja, efisiensi, serta kestabilan dalam proses pengiriman data sensor.

2. Menerapkan algoritma pengambilan keputusan otomatis agar sistem dapat melakukan tindakan secara mandiri, misalnya ketika suhu melebihi batas optimal sistem dapat mengaktifkan pendingin, dan ketika nilai pH tidak sesuai, sistem dapat menyalakan pompa penyeimbang larutan secara otomatis untuk menjaga kondisi ideal tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhir, S.T. (2022) 'Fakultas ilmu komputer universitas kuningan 2022'.
- Ayu Kusuma Wardani *et al.* (2023) 'Implementasi Hidroponik Berbasis IoT Untuk Pertanian Era Masyarakat 5.0', *Humanis*, 3(2), pp. 1003–1013.
- Berbasis, H. and Untuk, I.O.T. (2024) 'Hal. 455-464 Vol. 6; No. 3', pp. 455–464.
- Fachdillah, A.N., Prasetyo, A. and Astuti, I.P. (2022) 'Perancangan Sistem Monitoring Dan Otomasi Pada Hidroponik Menggunakan Algoritma Rule Base Berbasis Iot', *Jurnal Tecnoscienza*, 7(1), pp. 149–162. Available at: <https://doi.org/10.51158/tecnoscienza.v7i1.805>.
- Fadil, I. and Supriadi, F. (2019) 'Implementasi Messaging System Untuk Aplikasi Rekam Medis Digital', *Infoman's : Jurnal Ilmu-Ilmu Manajemen Dan Informatika*, 13(2), pp. 102–107.
- Fathurrahman, F., Setiawan, E. and Fitriyah, H. (2023) 'Sistem Kendali Kekurangan dan pH Media Hidroponik untuk Selada Air menggunakan Algoritma Fuzzy', ... *Teknologi Informasi dan ...*, 7(7), pp. 3057–3062. Available at: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- Prasetyo, A., Nugroho, A.B. and Setyawan, H. (2022) 'Perancangan Sistem Monitoring Pada Hidroponik Selada (*Lactuca Sativa L.*) Dengan Metode NFT Berbasis Internet of Things (IoT)', *Technology dan Sistem Komputer*, 5(Juli), pp. 15–25.
- Reforma, B., Ma'arif, A. and Sunardi, S. (2022) 'Alat Pengukur Kualitas Air Bersih Berdasarkan Tingkat Kekurangan dan Jumlah Padatan Terlarut', *Jurnal Teknologi Elektro*, 13(2), p. 66. Available at: <https://doi.org/10.22441/jte.2022.v13i2.002>.
- Ridwan, M. and Sari, K.M. (2021) 'Penerapan IoT dalam Sistem Otomatisasi Kontrol Suhu, Kelembaban, dan Tingkat Keasaman Hidroponik', *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 10(4), p. 481. Available at: <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v10i4.481-487>.
- Romalasari, A. and Sobari, E. (2019) 'Produksi Selada (*Lactuca sativa L.*) Menggunakan Sistem Hidroponik Dengan Perbedaan Sumber Nutrisi', *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), pp. 36–41. Available at: <https://doi.org/10.25047/agriprima.v3i1.158>.
- Rustan, M.F. (2021) 'Smart Monitoring Hidroponik Berbasis Internet of Things', *Journal of Computer and Information System (J-CIS)*, 4(2), pp. 51–61. Available at: <https://doi.org/10.31605/jcis.v4i2.1494>.
- Santoso, E.J., Primananda, R. and Amron, K. (2019) 'Implementasi Sistem

- Pemantauan Suhu dan Kelembapan Udara Berbasis Protokol AMQP’, *Journal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(4), pp. 3557–3562.
- Triatmaja, D.S., Wibowo, A.S. and ... (2021) ‘Perancangan Kendali Ph Dan Ketinggian Larutan Tangki Nutrisi Untuk Hidroponik Berbasis Internet Of Things’, *eProceedings ...*, 8(5), pp. 4420–4427. Available at: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/15603><https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/15603/15316>.
- Ummah, M.S. (2019) ‘No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title’, *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), pp. 1–14. Available at: <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y><http://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005>https://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI.
- Utami, N.L. *et al.* (2024) ‘Jurnal Computer Science and Information Technology (CoSciTech) algoritma apriori’, 5(1), pp. 75–83.
- Yulianto, K.D., Maududie, A. and El Maidah, N. (2022) ‘Implementasi Metode Fuzzy Sebagai Sistem Kontrol Kepekatan Nutrisi Otomatis Tanaman Hidroponik Berbasis Mikrokontroler Pasa Rangkaian Nutrient Film Technique (NFT)’, *INFORMAL: Informatics Journal*, 7(1), p. 16. Available at: <https://doi.org/10.19184/isj.v7i1.29386>.
- Zahra, N., Muthiadin, C. and Ferial, F. (2023) ‘Budidaya tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) secara hidroponik dengan sistem DFT di BBPP Batangkaluku’, *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 3(1), pp. 18–22. Available at: <https://doi.org/10.24252/filogeni.v3i1.29922>.
- Ayu Kusuma Wardani *et al.* (2023) ‘Implementasi Hidroponik Berbasis IoT Untuk Pertanian Era Masyarakat 5.0’, *Humanis*, 3(2), pp. 1003–1013.
- Berbasis, H. and Untuk, I.O.T. (2024) ‘Hal. 455-464 Vol. 6; No. 3’, pp. 455–464.
- Calibra, R.G., Ardiansah, I. and Bafdal, N. (2021) ‘Pengendalian Kualitas Air untuk Tanaman Hidroponik Menggunakan Raspberry Pi dan Arduino Uno’, *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 7(1). Available at: <https://doi.org/10.28932/jutisi.v7i1.3421>.
- Handayani, M. *et al.* (no date) *SISTEM PENGENDALI NUTRISI DAN PH AIR PADA TANAMAN HIDROPONIK SELADA*.

- Prasetyo, A., Nugroho, A.B. and Setyawan, H. (2022) ‘Perancangan Sistem Monitoring Pada Hidroponik Selada (*Lactuca Sativa L.*) Dengan Metode NFT Berbasis Internet of Things (IoT)’, *Technology dan Sistem Komputer*, 5(Juli), pp. 15–25.
- Romalasari, A. and Sobari, E. (2019) ‘Produksi Selada (*Lactuca sativa L.*) Menggunakan Sistem Hidroponik Dengan Perbedaan Sumber Nutrisi’, *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), pp. 36–41. Available at: <https://doi.org/10.25047/agriprima.v3i1.158>.
- Sipin Solis, E. and Mae M. Denzo, C. (2024) ‘NON-CIRCULATION HYDROPONIC LETTUCE (*Lactuca sativa L. var. Rincon*) PRODUCTION USING COMMERCIALY AVAILABLE NUTRIENT SOLUTION’, *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 10(01), pp. 01–08. Available at: <https://doi.org/10.51193/ijaer.2024.10101>.
- Sri Indriani, E. *et al.* (no date) *PERANCANGAN KONTROL SUHU LARUTAN NUTRISI PADA SISTEM HIDROPONIK MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA FUZZY; STUDI KASUS SELADA KERITING (LACTUCA SATIVA L.) DESIGN OF NUTRITION TEMPERATURE CONTROL ON HYDROPONICS SYSTEM USING FUZZY LOGIC CONTROL; CASE STUDY CURLY LATTUCE (LACTUCA SATIVA L.)*.
- Suparman, M. *et al.* (2023) ‘Mengenal Aplikasi Figma Untuk Membuat Content Menjadi Lebih Interaktif di Era Society 5.0’, *Abdi Jurnal Publikasi*, 1(6), pp. 552–555.
- Triatmaja, D.S., Wibowo, A.S. and ... (2021) ‘Perancangan Kendali Ph Dan Ketinggian Larutan Tangki Nutrisi Untuk Hidroponik Berbasis Internet Of Things’, *eProceedings ...*, 8(5), pp. 4420–4427. Available at: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/15603%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/15603/15316>.
- Wati, D.R., Sholihah, W. and Komputer, T. (2021) *Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino*.