



Implementasi Sistem Monitoring Suhu dan pH Berbasis *Internet of Things* (IoT) pada Budidaya Ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*) dengan Bioflok

Noor Avia Camelia^{1*}, Muhammaad Taufiq², Hani Rubiani³

^{1,2}Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, Indonesia

³Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, Indonesia

Email: avianoor36@gmail.com¹, mtaufiq@umtas.ac.id², hani.rubiani@umtas.ac.id³

*Penulis Korespondensi: avianoor36@gmail.com

Abstract. The biofloc system has become an innovative aquaculture method due to its ability to maintain water quality and improve fish growth. The implementation of the Internet of Things (IoT) enables real-time monitoring of water quality parameters, particularly temperature and pH, which are essential for supporting fish cultivation. This study aimed to implement an IoT-based monitoring system to observe water temperature and pH conditions in a biofloc system and to analyze their relationship with the Specific Growth Rate (SGR) of Gesit tilapia (*Oreochromis niloticus*). This research employed a quantitative approach using an experimental method involving two biofloc ponds with different stocking densities of 1,000 and 900 fish. Temperature, pH, and fish growth data were collected over a 60-day cultivation period and analyzed using descriptive statistical methods. The results showed that water temperature ranged from 25.1°C to 28.0°C, while pH ranged from 6.5 to 7.9, indicating that both parameters remained within the optimal range for tilapia cultivation. The SGR value of the pond stocked with 900 fish reached 1.96% per day, which was higher than the pond stocked with 1,000 fish at 1.80% per day. These findings demonstrate that the IoT-based monitoring system effectively supports continuous water quality monitoring and that a stocking density of 900 fish provides better growth performance in a biofloc cultivation system.

Keywords: Air Temperature; Biofloc; Gesit Tilapia; Internet of Things; pH.

Abstrak. Sistem bioflok merupakan salah satu inovasi dalam budidaya perikanan yang mampu menjaga kualitas air dan mendukung pertumbuhan ikan. Penerapan *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemantauan parameter kualitas air secara *real-time*, khususnya suhu dan pH, sehingga kondisi media budidaya dapat dipantau secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem monitoring berbasis IoT untuk memantau kondisi suhu dan pH pada sistem bioflok serta menganalisis keterkaitannya dengan *Specific Growth Rate* (SGR) ikan nila gesit (*Oreochromis niloticus*). Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen pada dua kolam bioflok yang memiliki kepadatan tebar berbeda, yaitu 1.000 ekor dan 900 ekor. Data suhu, pH, dan pertumbuhan ikan dikumpulkan selama 60 hari pemeliharaan dan dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu air berada pada kisaran 25,1–28,0°C dan pH pada kisaran 6,5–7,9 sehingga masih berada dalam rentang optimal untuk budidaya ikan nila. Nilai SGR pada kolam dengan kepadatan 900 ekor sebesar 1,96% per hari, lebih tinggi dibandingkan kolam dengan kepadatan 1.000 ekor yang mencapai 1,80% per hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT mampu mendukung pemantauan kualitas air secara berkelanjutan, sedangkan kepadatan tebar 900 ekor memberikan performa pertumbuhan ikan yang lebih baik pada sistem budidaya bioflok.

Kata Kunci: Bioflok; Ikan Nila Gesit; *Internet of Things*; pH; Suhu Air.

1. LATAR BELAKANG

Budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu sektor akuakultur yang terus berkembang di Indonesia karena memiliki nilai ekonomis tinggi, tingkat adaptasi yang baik, serta mampu memenuhi kebutuhan protein masyarakat. Seiring meningkatnya permintaan ikan nila, pembudidaya dituntut untuk meningkatkan produktivitas melalui penerapan teknologi budidaya yang lebih efisien dan berkelanjutan. Salah satu teknologi yang banyak diterapkan adalah sistem bioflok, yaitu metode budidaya yang memanfaatkan aktivitas

mikroorganisme untuk mengolah limbah organik menjadi flok yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan alami. Sistem bioflok mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pakan sekaligus menjaga kualitas air sehingga mendukung pertumbuhan ikan secara optimal (Wasito et al., 2024). Melalui mekanisme ini, bioflok membantu menjaga kualitas air tetap stabil, menekan kebutuhan pakan, serta meningkatkan produktivitas dan tingkat kelangsungan hidup ikan (Yusup et al., 2025)

Keberhasilan sistem bioflok sangat dipengaruhi oleh kestabilan kualitas air, terutama suhu dan derajat keasaman (pH). Kedua parameter tersebut berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme, metabolisme ikan, efisiensi pakan, serta laju pertumbuhan ikan. Perubahan suhu maupun pH di luar kisaran optimal untuk ikan nila dengan suhu 25⁰ - 30⁰ C dan pH 6,5 - 8,5 (Irhamna et al., 2024) dapat menyebabkan ikan mengalami stres, menurunkan nafsu makan, hingga menghambat pertumbuhan (Simangunsong & Anam, 2022). Oleh karena itu, pemantauan suhu dan pH secara berkelanjutan menjadi faktor penting dalam menjaga keberhasilan budidaya ikan nila berbasis bioflok (Annisa et al., 2023)

Pada praktiknya, proses pemantauan kualitas air masih banyak dilakukan secara manual menggunakan alat ukur portabel. Cara tersebut memiliki beberapa keterbatasan, seperti pengukuran yang tidak dilakukan secara kontinu, membutuhkan tenaga kerja, serta berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam mendeteksi perubahan kualitas air (Taufiq, 2025). Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan solusi melalui integrasi sensor suhu dan sensor pH yang mampu melakukan monitoring secara *real-time* (Daulay et al., 2022). Data hasil pengukuran dapat dikirimkan ke platform berbasis internet sehingga pembudidaya dapat memantau kondisi kolam kapan saja dan di mana saja (Soambaton, 2024)

Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT pada budidaya ikan. Wasito et al. (2024) membuat sistem monitoring suhu, pH, dan kekeruhan pada kolam bioflok menggunakan Arduino dan IoT. Soambaton (2024) mengembangkan sistem berbasis ESP32 untuk memantau suhu, pH, amonia, dan ketinggian air secara daring. Annisa et al. (2023) juga membuat aplikasi Android untuk memantau suhu dan pH kolam ikan nila berbasis IoT.

Namun, penelitian yang menghubungkan sistem monitoring IoT dengan pertumbuhan ikan berdasarkan nilai *Specific Growth Rate* (SGR), khususnya pada ikan nila gesit dengan sistem bioflok dan perbedaan kepadatan tebar, masih terbatas. Karena itu, penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan pH berbasis *Internet of Things* (IoT) pada budidaya ikan nila gesit (*Oreochromis niloticus*) berbasis bioflok serta menganalisis kondisi kualitas air dan nilai *Specific Growth Rate* (SGR) pada dua tingkat kepadatan tebar

yang berbeda. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem monitoring yang lebih efektif dan efisien.

2. KAJIAN TEORITIS

Internet of Things (IoT)

Internet of things atau bisa disebut juga dengan IoT adalah sebuah teknologi canggih yang memiliki konsep yang bertujuan untuk memperluas dan memperkembang manfaat dari konektivitas internet yang tersambung terus menerus (Selay et al., 2022). *Internet of Things* (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet sehingga perangkat tersebut dapat saling berkomunikasi, mengumpulkan data, dan bertukar informasi secara otomatis (Siregar et al., 2026).

Dalam perkembangannya, teknologi IoT banyak diterapkan pada berbagai bidang, termasuk sektor akuakultur, karena mampu menyediakan sistem pemantauan kondisi lingkungan secara *real-time* dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat (Azmi et al., 2025). Pada budidaya ikan, IoT umumnya diintegrasikan dengan sensor suhu, sensor pH, sensor TDS, dan sensor kekeruhan yang terhubung ke mikrokontroler seperti ESP32. Data hasil pengukuran kemudian dikirimkan ke platform berbasis internet sehingga dapat dipantau melalui komputer maupun telepon pintar (Nurdiana, 2026).

Penerapan sistem monitoring berbasis IoT terbukti mampu meningkatkan efektivitas pemantauan kualitas air dibandingkan metode manual karena informasi kondisi kolam dapat diperoleh secara kontinu dan memberikan peringatan ketika parameter berada di luar batas optimal (Astrianda et al., 2025).

Sistem Bioflok

Teknologi bioflok adalah sebuah sistem budidaya ikan yang memanfaatkan kerja bakteri untuk mendaur ulang sisa-sisa bahan organik yang bersifat racun bagi ikan untuk menjadi protein sel tunggal yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai pakan bagi ikan (Nugraha, 2022). Bioflok sendiri berasal dari kata bios yang artinya “kehidupan” dan flok “gumpalan”. Jadi bioflok adalah kumpulan dari berbagai organisme (bakteri, jamur, algae, protozoa, cacing) yang tergabung dalam gumpalan (Indariyanti et al., 2024).

Monitoring Suhu dan pH

Monitoring suhu dan pH merupakan proses pengamatan kondisi kualitas air secara berkala atau *real-time* untuk memastikan lingkungan budidaya tetap berada pada kisaran yang sesuai bagi pertumbuhan ikan. Parameter tersebut menjadi indikator penting karena perubahan

suhu dan pH dapat memengaruhi kondisi perairan serta kesehatan ikan.(Kusdawarman et al., 2024)

Suhu air berpengaruh terhadap laju metabolisme, aktivitas, dan konsumsi pakan ikan, sedangkan pH memengaruhi proses fisiologis ikan serta aktivitas mikroorganisme pada sistem bioflok (Mendrofa et al., 2025). Oleh karena itu, kedua parameter tersebut perlu dipantau secara kontinu agar kondisi budidaya tetap optimal (Setiabudi et al., 2024).

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan proses monitoring suhu dan pH dilakukan secara *real-time* menggunakan sensor yang terhubung dengan mikrokontroler dan jaringan internet. Data hasil pengukuran dapat ditampilkan melalui aplikasi atau platform berbasis web sehingga memudahkan pembudidaya dalam melakukan pengawasan kualitas air tanpa harus melakukan pengukuran secara manual (Yudha & Alisha, 2026).

Pada penelitian ini, proses monitoring dilakukan menggunakan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH 4502C yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Data hasil pembacaan sensor dikirim melalui jaringan internet ke aplikasi Blynk sehingga kondisi kolam dapat dipantau secara real-time.

Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang secara luas digunakan untuk pemantauan dan pengendalian suhu. Operasinya melibatkan output digital dengan resolusi 12-bit, menyajikan rentang suhu yang bervariasi dari -55°C hingga +125°C.

Sensor pH 4502C

Sensor pH 4502C adalah modul sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan (pH) suatu cairan, biasanya dalam kisaran 0 hingga 14 pH.

Blynk

Blynk merupakan salah satu platform Aplikasi pendukung dalam penggunaan sistem IoT. Penggunaan Aplikasi Blynk dapat melakukan pemantauan baik dalam penggunaan smartphone maupun dalam penggunaan web.

Specific Growth Rate (SGR)

Specific Growth Rate (SGR) atau laju pertumbuhan spesifik adalah tingkat pertumbuhan spesifik yang menghitung laju pertumbuhan dalam waktu tertentu (Azahra et al., 2025). SGR merupakan % dari selisih berat akhir dan berat awal, dibagi dengan lamanya waktu pemeliharaan. Rumus perhitungan SGR:

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100\% \dots \dots \dots (i)$$

Keterangan:

SGR : *Specific Growth Rate* (%/hari)

Wt : Bobot Rata-rata Ikan pada Akhir Penelitian (g)

Wo : Bobot Rata-rata Ikan pada Awal Penelitian (g)

T : Waktu

Berdasarkan uraian tersebut, *Internet of Things* (IoT) merupakan teknologi yang berpotensi meningkatkan efektivitas pemantauan kualitas air pada budidaya ikan melalui penyediaan data secara *real-time*. Dalam penelitian ini, teknologi IoT dimanfaatkan sebagai sistem monitoring suhu dan pH pada budidaya ikan nila gesit berbasis bioflok untuk memperoleh informasi kondisi kualitas air secara berkelanjutan serta mendukung analisis terhadap pertumbuhan ikan berdasarkan nilai *Specific Growth Rate* (SGR).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen untuk mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan pH berbasis *Internet of Things* (IoT) pada budidaya ikan nila gesit (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem bioflok. Penelitian dilakukan pada kolam bioflok aquaponik semi permanen yang berlokasi di Kelurahan Ciherang, Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya. Pengujian dilakukan selama dua bulan menggunakan dua kolam dengan perlakuan kepadatan tebar yang berbeda, yaitu 900 ekor dan 1.000 ekor ikan nila gesit.

Sistem monitoring terdiri atas mikrokontroler ESP32, sensor suhu DS18B20, sensor pH 4502C, modul WiFi, dan aplikasi Blynk sebagai media pemantauan data secara *real-time*. Sensor suhu dan sensor pH dipasang pada masing-masing kolam untuk memperoleh data kondisi kualitas air yang selanjutnya dikirim oleh ESP32 melalui jaringan internet menuju platform Blynk sehingga dapat dipantau melalui perangkat seluler maupun komputer.

Tahapan penelitian meliputi persiapan perangkat keras dan perangkat lunak, instalasi sistem monitoring pada kolam bioflok, kalibrasi sensor, pengujian konektivitas sistem, pengambilan data suhu dan pH secara berkala, serta pengukuran bobot ikan pada awal dan akhir masa pemeliharaan. Diagram alur sistem monitoring IoT yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Sistem Monitoring Suhu dan pH Berbasis IoT.

Data suhu dan pH dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi kestabilan kualitas air selama masa pemeliharaan. Selanjutnya, pertumbuhan ikan dianalisis menggunakan nilai *Specific Growth Rate* (SGR) yang dihitung berdasarkan bobot awal dan bobot akhir ikan pada masing-masing perlakuan kepadatan tebar. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi penerapan sistem monitoring IoT dalam mendukung pemantauan kualitas air pada budidaya ikan nila dengan sistem bioflok.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem Monitoring Berbasis IoT

Sistem monitoring dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH 4502C. Data hasil pembacaan sensor dikirim melalui jaringan WiFi menuju aplikasi Blynk sehingga kondisi suhu dan pH air kolam dapat dipantau secara *real-time*. Implementasi sistem dilakukan pada dua kolam bioflok dengan kepadatan tebar yang berbeda, yaitu 1.000 ekor dan 900 ekor ikan nila gesit. Sistem ini berfungsi sebagai media pemantauan kualitas air dan tidak digunakan sebagai sistem kendali otomatis.



Gambar 2. Implementasi Sistem Monitoring Suhu dan pH Berbasis IoT dan Tampilan pada Blynk.

Berdasarkan hasil implementasi, pada Gambar 2. sistem mampu menampilkan data suhu dan pH secara berkelanjutan melalui aplikasi Blynk sehingga memudahkan proses pemantauan kondisi kolam tanpa melakukan pengukuran manual. Informasi yang diperoleh secara *real-time* membantu pembudidaya mengetahui perubahan kualitas air lebih cepat sehingga tindakan pengelolaan dapat dilakukan apabila parameter mulai mendekati batas optimal. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan IoT dapat meningkatkan efektivitas monitoring kualitas air dibandingkan metode konvensional.

Hasil Monitoring Suhu dan pH

Hasil pengukuran suhu dan pH selama masa pemeliharaan disajikan pada Tabel . Pengukuran dilakukan selama 60 hari menggunakan sistem monitoring berbasis IoT pada kedua kolam bioflok.

Tabel 1. Data Suhu.

Category	Minimum (°C)	Maximum (°C)	Mean (°C)
Kolam 1 (1000 ekor)	25,4	28	26,2
Kolam 2 (900 ekor)	25,1	27,9	26,3

Berdasarkan Tabel 1. suhu air berada pada kisaran 25,1–28,0°C dengan rata-rata suhu sebesar 26,2°C pada kolam berkepadatan 1.000 ekor dan 26,3°C pada kolam berkepadatan 900 ekor. Nilai tersebut masih berada dalam rentang optimal untuk budidaya ikan nila sehingga mampu mendukung proses metabolisme dan pertumbuhan ikan

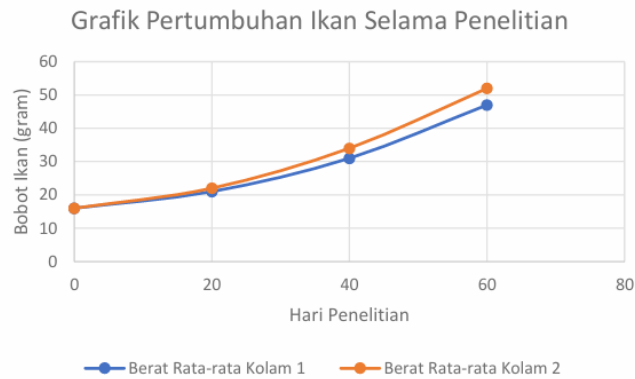
Tabel 2. Data pH.

Category	Minimum	Maximum	Mean
Kolam 1 (1000 ekor)	6,8	7,9	7,1
Kolam 2 (900 ekor)	6,5	7,7	7,0

Tabel 2. menunjukkan nilai pH selama penelitian berada pada kisaran **6,5–7,9**. Rentang tersebut menunjukkan bahwa kondisi air pada kedua kolam relatif stabil dan masih sesuai dengan kebutuhan budidaya ikan nila. Stabilitas suhu dan pH mengindikasikan bahwa sistem bioflok mampu menjaga kualitas air selama masa pemeliharaan sehingga lingkungan budidaya tetap mendukung pertumbuhan ikan

Analisis Pertumbuhan Ikan dan SGR

Pertumbuhan ikan diamati melalui pengukuran bobot rata-rata selama masa pemeliharaan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa bobot ikan pada kedua kolam mengalami peningkatan secara konsisten hingga akhir penelitian.



Gambar 3. Grafik Pertumbuhan Ikan.

Pada Gambar 3. kolam dengan kepadatan tebar 1.000 ekor, bobot rata-rata ikan meningkat dari 16 gram/ekor menjadi 47 gram/ekor, sedangkan pada kolam dengan kepadatan 900 ekor meningkat dari 16 gram/ekor menjadi 52 gram/ekor. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua perlakuan memberikan pertumbuhan yang baik, namun kolam dengan kepadatan lebih rendah menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi. Perbandingan nilai *Specific Growth Rate* (SGR) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan SGR.

Category	SGR (%/days)
Kolam 1 (1000 ekor)	1,80
Kolam 2 (900 ekor)	1,96

Nilai SGR total pada kolam dengan kepadatan 900 ekor mencapai 1,96% per hari, sedangkan kolam dengan kepadatan 1.000 ekor sebesar 1,80% per hari. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa kepadatan tebar yang lebih rendah memberikan kondisi yang lebih baik bagi pertumbuhan ikan nila. Berkurangnya kompetisi dalam memperoleh pakan dan ruang gerak memungkinkan ikan memanfaatkan nutrisi secara lebih efisien sehingga laju pertumbuhan menjadi lebih tinggi.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) mampu mendukung proses pemantauan suhu dan pH air kolam secara *real-time*. Integrasi antara sensor DS18B20, sensor pH 4502C, ESP32, dan aplikasi Blynk memungkinkan data kualitas air diperoleh secara berkelanjutan tanpa harus melakukan pengukuran manual. Kondisi ini memberikan kemudahan bagi pembudidaya dalam memantau perubahan kualitas air sehingga proses pengelolaan kolam menjadi lebih efektif.

Data hasil monitoring menunjukkan bahwa suhu dan pH selama penelitian berada pada rentang optimal bagi pertumbuhan ikan nila. Stabilitas kedua parameter tersebut berkontribusi terhadap peningkatan bobot ikan pada kedua kolam. Walaupun kualitas air pada kedua kolam relatif sama, kolam dengan kepadatan tebar 900 ekor menghasilkan nilai SGR yang lebih tinggi dibandingkan kolam 1.000 ekor. Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan tebar tetap menjadi faktor yang memengaruhi pertumbuhan ikan karena berkaitan dengan kompetisi memperoleh pakan, ruang gerak, dan tingkat kenyamanan lingkungan budidaya.

Temuan penelitian ini juga memperlihatkan bahwa sistem monitoring IoT berperan sebagai pendukung pengambilan keputusan dalam budidaya bioflok. Informasi suhu dan pH yang diperoleh secara *real-time* membantu pembudidaya memastikan kualitas air tetap berada pada kondisi yang sesuai sehingga dapat mendukung pertumbuhan ikan secara optimal. Dengan demikian, penerapan sistem monitoring berbasis IoT dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi pemantauan kualitas air pada budidaya ikan nila dengan sistem bioflok.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Implementasi sistem monitoring suhu dan pH berbasis Internet of Things (IoT) pada budidaya ikan nila gesit (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem bioflok berhasil diterapkan dan mampu melakukan pemantauan kondisi kualitas air secara *real-time*. Sistem yang menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor suhu DS18B20, sensor pH 4502C, dan aplikasi Blynk dapat menyajikan informasi suhu dan pH secara berkelanjutan sehingga memudahkan proses monitoring kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan pH pada kedua kolam berada dalam kisaran yang mendukung pertumbuhan ikan, sedangkan analisis Specific Growth Rate (SGR) menunjukkan bahwa kolam dengan kepadatan tebar 900 ekor menghasilkan nilai SGR yang lebih tinggi dibandingkan kolam dengan kepadatan 1.000 ekor. Dengan demikian, implementasi sistem monitoring berbasis IoT mampu mendukung pengelolaan kualitas air pada budidaya ikan nila dengan sistem bioflok secara lebih efektif.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem monitoring menjadi sistem yang terintegrasi dengan mekanisme kendali otomatis, seperti pengaturan aerasi, sirkulasi air, atau pemberian pakan berdasarkan kondisi kualitas air secara *real-time*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan selama pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, dan Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, serta pihak pengelola lokasi penelitian yang telah memberikan fasilitas dan kesempatan untuk melaksanakan penelitian.

DAFTAR REFERENSI

- Annisa, R., Darajat, A. U., Zebua, O., Arum, R., & Priadi, S. (2023). *Aplikasi Android Monitoring Suhu dan pH Pada Budidaya Ikan Nila Berbasis Internet of Things (IoT)*. 0904, 18–21.
- Astrianda, N., Juliwardi, I., & Suhendra, R. (2025). *Jurnal Teknologi Informasi SISTEM MONITORING BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA*. 125–131.
- Azahra, F. V., Setia, W. G., & Prabowo, R. S. S. (2025). *Teknik Pembesaran Kakap Putih (Lates calcarifer) Menggunakan Keramba Jaring Apung (KJA) Kotak di Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan Gondol , Bali*. 13(1), 39–44.
- Azmi, A., Irwansyah, M. A., Muhandi, H., & Kom, M. (2025). *Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Akuakultur Udang Vaname Berbasis Internet Of Things (Iot) Internet Of Things (IoT) Based Water Quality Monitoring System for Whiteleg Shrimp Aquaculture Ponds*. 13(2), 205–213. <https://doi.org/10.26418/justin.v13i2.86599>
- Daulay, A. M., Bintoro, A., Elektro, J. T., Teknik, F., Malikussaleh, U., & Indah, K. B. (2022). *Sistem monitoring air pada tangki berbasis internet of things (iot) blynk app*. 378–387.
- Indariyanti, N., Febriani, D., Verdian, A. H., Prastiti, L. A., & Lampung, P. N. (2024). *APPLICATION OF BIOFLOC TECHNOLOGY AT THE CATFISH ENLARGEMENT IN POKDAKAN MINA KARYA VILLAGE WAY DADI SUKARAME KOTA KOTA MADYA BANDAR LAMPUNG*. 5(1), 42–48.
- Irhamna, A., Pratama, A., Putra, R., & Mutammimul, F. (2024). *Sistem Monitoring Air Pada Kolam Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet Of Things*. 8(1), 65–82.
- Kusdawarman et al. (2024). *RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CERDAS , EFESIEN DAN RAMAH LINGKUNGAN (SI MONCER) UNTUK PERGANTIAN AIR KOLAM / TAMBAK BUDIDAYA IKAN , KELOMPOK PEMBUDIDAYA IKAN GREEN AQUATIC MONITORING SYSTEM DESIGN OF AN INTELLIGENT , EFFICIENT AND ENVIRONMENTALLY FRI*. 177–184.
- Mendrofa, K. H., Zebua, E. K., Studi, P., Daya, S., Sains, F., Teknologi, D., & Nias, U. (2025). *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Budidaya Ikan Nila di Indonesia : Studi Literatur*. 1.
- Nugraha, S. et al. (2022). *PENGARUH SISTEM BIOFLOK DAN PENAMBAHAN Chlorella*

sp. TERHADAP KUALITAS AIR PADA PEMELIHARAAN LARVA IKAN LELE. 17(1), 39–47.

- Nurdiana, N. (2026). *Pengembangan Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Berbasis IoT. 84–91.*
- Selay, A., Andgha, G. D., Alfarizi, M. A., Bintang, M. I., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2022). *Karimah Tauhid, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X. 1, 860–868.*
- Setiabudi, U. M., Pangeran, J., & No, D. (2024). *IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING SUHU DAN PH AIR KOLAM BUDIDAYA IKAN LELE MENGGUNAKAN ARDUINO ESP8266 DAN ARDUINO IDE. 12(3).*
- Simangunsong, T., & Anam, M. K. (2022). *Penerapan Terkini Teknologi Bioflok dalam Budidaya Ikan Nila : Sebuah Tinjauan. 3(1), 1–8.*
- Siregar, S. I. G., Handani, H. W., Mege, C. R., Dwi, N., & Drantantiyas, G. (2026). *Pengembangan Sistem Pemantauan Kualitas Air Akuakultur Berbasis IoT Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani. 6(2), 99–105.*
- Soambaton, M. . (2024). *MONITORING KOLAM IKAN NILA BERBASIS IoT. 12(2), 919–926.*
- Taufiq, M. (2025). *Pemberdayaan Pemuda Dalam Implementasi Bioflok Aquaponik Berbasis IoT sebagai Model Ekonomi Hijau. 5(5), 921–930.*
<https://doi.org/10.59395/altifani.v5i5.875>
- Wasito, E., Prahara, T., Nursyahid, A., K, S. A., & Muntaha, M. D. (2024). *Implementation Of IoT In Nila Fish Cultivation With Bioflock System. 9(1), 270–279.*
- Yudha, A., & Alisha, Z. (2026). *Implementasi IoT dalam Monitoring Kualitas Air dan Suhu pada Budidaya Ikan Discus IoT-Based Implementation for Monitoring Water Quality and Temperature in Discus Fish Aquaculture. 14(1), 51–59.*
<https://doi.org/10.26418/justin.v14i1.93597>
- Yusup, H. R., Setiawan, A., Djajadikerta, H., Manajemen, M., Ekonomi, F., & Parahyangan, U. K. (2025). *Penggunaan Teknologi Biofloc pada Budidaya Perikanan terhadap Peningkatan Produksi : Studi Literatur. 4(2), 153–159.*
<https://doi.org/10.55123/insologi.v4i2.4996>