Jurnal Fakultas Teknik
Universitas Muhamadiyah Parepare
Vol. xx No. xx, Bulan 20xx

SISTEM INSTRUMENTASI PEMANTAUAN KUALITAS AIR PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN BERBASIS MIKROKONTROLER

Aprialdy Trimukti[1], Muh. Arya Ismail[2], A. Abd. Jabbar[3], Alauddin Y.[4]
[1,2,3,4]Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia
**Email : hamazakyhenzo@email.com*

Abstract: Water quality is a key determinant in fish farming success, as poor management contributes to 60–70% of fish mortality in freshwater aquaculture, while 80% of farmers still depend on traditional methods without accurate tools. Parameters such as pH, temperature, and TDS directly affect fish health, where deviations may cause stress, disease, or death, leading to financial losses. In regions like Suppa, Pinrang, most farmers still rely on visual observations of water clarity or fish behavior, making it difficult to detect changes quickly and accurately. To address this issue, this study developed a water quality monitoring system using the Arduino Uno microcontroller. The system integrates digital sensors for pH, TDS, and temperature (DS18B20), with real-time data displayed on a 20x4 LCD and stored via a data logger. All components are housed in a waterproof and dust-resistant black box to ensure durability in pond environments.Designed to be simple, affordable, and user-friendly, the system requires no advanced technical skills and uses readily available components, enabling wider adoption by traditional farmers. In the future, it can be expanded to automate actions such as aeration or water replacement, improving efficiency.This solution provides reliable, accessible, and efficient monitoring, supporting traditional fish farmers in transitioning toward technology-based aquaculture.
Keywords: pH; TDS; Temperature; Arduino Uno; Microcontroller;

1. PENDAHULUAN

Kualitas air tambak merupakan syarat mutlak keberlangsungan hidup ikan, karena air merupakan tempat hidup semua jenis ikan. Kualitas air yang baik tentu akan meningkatkan kualitas hidup ikan dan untuk meningkatkan produktivitas (Yunior, 2019). Faktanya, kualitas air yang buruk telah diidentifikasi sebagai penyebab utama lebih dari 50% kegagalan panen dalam budidaya intensif, yang menegaskan urgensi dari manajemen kualitas air yang presisi (Kumar et al., 2023).

Salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan budidaya adalah kontrol kualitas air karena berdasarkan studi menyebutkan bahwa sekitar 60% – 70% penyebab ikan mati pada budidaya perikanan darat dikarenakan kontrol kualitas air yang buruk sehingga masalah kualitas air dalam dunia budidaya perikanan darat merupakan masalah yang harus diberi perhatian secara khusus (Davina, 2024). Tantangan ini semakin kompleks dengan meningkatnya frekuensi kejadian iklim ekstrem yang dapat mengacaukan stabilitas parameter air secara tiba-tiba (Premaratne et al., 2021). Ditambah lagi 80% budidaya perikanan darat masih menggunakan cara tradisional untuk melakukan kontrol kualitas air (Davina, 2024). Metode konvensional ini sangat rentan terhadap human error dan ketidakefisienan waktu, sehingga seringkali gagal mendeteksi penurunan kualitas air pada stadium dini (Santoso et al., 2022).

Kualitas air yang kurang bagus atau kurang optimal dapat menyebabkan banyak ikan yang hanya makan sedikit, sakit, bahkan ada pula yang mati, sehingga dapat menyebabkan kerugian bagi petambak ikan. Perubahan pada parameter kritis seperti pH

dan suhu dapat mengganggu keseimbangan osmotik ikan, menghambat pertumbuhan, dan dalam kasus yang parah, bersifat letal (Zhao et al., 2020). Maka dari itu kualitas air sangat perlu diperhatikan guna meminimalisir kematian ikan saat dibudidayakan. Beberapa faktor penting dalam pembudidayaan ikan yaitu tingkat kadar garam yang tinggi pada air, suhu, salinitas dan pH (Yunior, 2019). Pemantauan parameter kualitas air seperti suhu dan pH secara real-time adalah kunci untuk mencegah kondisi kritis yang dapat menekan sistem kekebalan ikan dan memicu wabah penyakit (Alam et al., 2022).

Suhu air yang tidak sesuai akan mengakibatkan dampak buruk bagi kehidupan ikan, ikan memiliki rentang suhu yang optimal untuk kehidupan ikan. Jika suhu air tidak berada pada rentang yang ideal dapat memengaruhi kesehatan ikan. Setiap kenaikan suhu air secara signifikan akan meningkatkan konsumsi oksigen metabolisme ikan, sementara pada saat yang sama kapasitas pembawa oksigen dalam air menurun, sehingga menciptakan tekanan fisiologis yang parah (Ahmed et al., 2021). Selain suhu, fluktuasi pH yang tidak terkontrol juga sangat berbahaya. Nilai pH yang rendah (asam) dapat meningkatkan toksisitas logam berat terlarut, sementara pH yang tinggi (basa) dapat menyebabkan amonia (NH_3), yang sangat beracun bagi ikan, menjadi bentuk yang lebih predominan (Wang et al., 2023). Suhu air dapat meningkat jika terjadinya pemanasan global, perubahan iklim, atau pelepasan air limbah panas. Suhu air yang meningkat akan mengakibatkan banyak ikan yang mati mengambang. Hal ini akan berdampak pada produksi ikan yang akan menurun (Yunior, 2019).

Menurut Pak Nawir kebanyakan warga di Suppa, Pinrang, masih mengandalkan cara-cara tradisional dalam mengelola kualitas air. Para warga biasanya mengamati kejernihan air, bau, serta gejala fisik ikan yang tampak tidak sehat, namun tanpa adanya alat ukur yang memadai untuk mengetahui kondisi air secara lebih akurat. Keterbatasan ini menyatakan bahwa ketergantungan pada indera manusia merupakan bottleneck utama dalam akuakultur skala kecil, yang mengakibatkan respons yang lambat terhadap perubahan lingkungan (Patel, 2024). Hal ini membuat Penambak ikan kesulitan untuk mendeteksi perubahan kualitas air yang dapat terjadi secara tiba-tiba, yang berpotensi menyebabkan kematian ikan atau kerugian yang cukup besar.

Dengan kemajuan teknologi, khususnya yang berbasis mikrokontroler, terdapat potensi solusi yang lebih efisien dan efektif untuk memantau kualitas air secara otomatis. Sistem berbasis mikrokontroler dapat memantau parameter penting seperti pH, kadar garam terlarut, serta suhu air secara real-time, dengan memberikan informasi yang lebih akurat dan peringatan dini jika kualitas air mulai memburuk. Sistem pemantauan real-time berbasis Internet of Things (IoT) telah terbukti efektif dalam memberikan data yang akurat dan peringatan dini untuk mencegah kerugian dalam budidaya perikanan (Jayasinghe et al., 2019). Implementasi sistem otonom semacam ini tidak hanya memitigasi risiko tetapi juga dapat mengoptimalkan pemberian pakan dan penggunaan energi, sehingga meningkatkan profitabilitas usaha secara keseluruhan (Nguyen & Tran, 2023). Dengan adanya sistem pemantauan otomatis ini, petani ikan dapat segera mengambil tindakan perbaikan sebelum masalah kualitas air berdampak pada kesehatan ikan, sehingga dapat mengurangi risiko kematian ikan dan meningkatkan hasil produksi secara keseluruhan.

Namun, meskipun sistem otomatis ini menawarkan banyak keuntungan, ada beberapa hambatan dalam penerapannya, terutama terkait biaya, pengetahuan teknologi, dan kebutuhan untuk pelatihan yang memadai. Sebagian besar pembudidaya ikan mungkin merasa kesulitan dalam mengakses teknologi yang relatif canggih, terlebih lagi jika biaya yang dibutuhkan cukup tinggi. Oleh karena itu, pengembangan sistem yang low-cost, user-friendly, dan mudah dirawat menjadi prasyarat mutlak untuk adopsi yang luas di kalangan pembudidaya tradisional (Garcia-Sánchez et al., 2024). Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan sistem yang berbasis mikrokontroler yang lebih sederhana, terjangkau, dan mudah digunakan oleh pembudidaya ikan yang masih menerapkan metode tradisional.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler yang dapat membantu para petani ikan dalam mengelola kualitas air secara lebih efektif dan efisien. Dengan menggunakan sistem otomatis yang terjangkau dan mudah dipahami, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan hasil budidaya ikan, mengurangi risiko kerugian akibat buruknya kualitas air, dan memperbaiki produktivitas serta kesejahteraan pembudidaya ikan di daerah-daerah yang masih mengandalkan cara tradisional.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

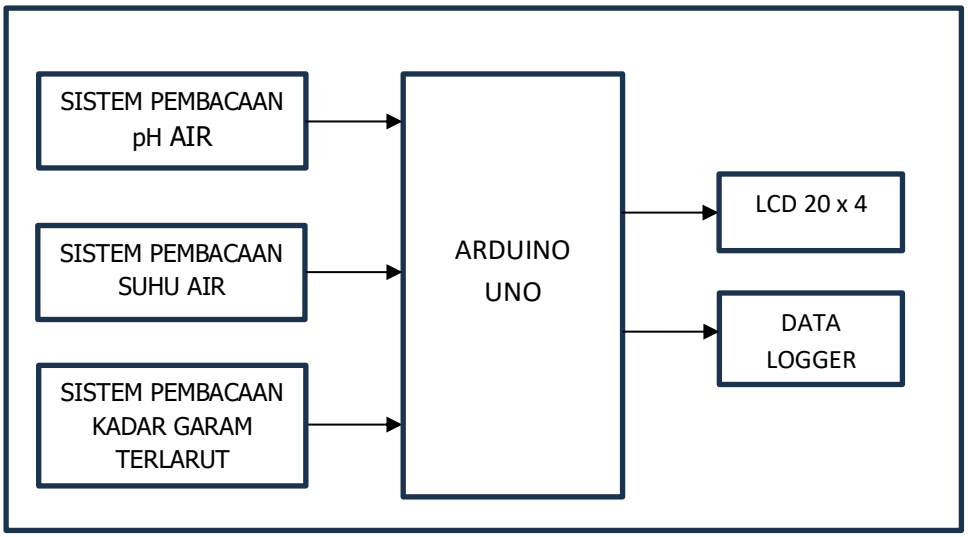
Penelitian ini dilaksanakan di Kota Parepare, Sulawesi Selatan, dengan lokasi uji coba pengambilan data dilakukan di salah satu Tambak Ikan Suppa, Pinrang dan dilaboratorium teknik elektro Universitas Muhammadiyah Parepare. Waktu pelaksanaan penelitian pada tanggal 5 November 2024.

2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu dengan merancang sistem pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler dan mengujinya secara langsung di lapangan. Data hasil pembacaan sensor kemudian dibandingkan dengan alat ukur standar untuk mengetahui tingkat akurasinya.

2.3 Rancangan Sistem

Rancangan sistem ini meliputi tiga tahapan utama. Tahap pertama adalah perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, yaitu dengan mengintegrasikan Arduino Uno, sensor pH, sensor suhu DS18B20, sensor sensor TDS, LCD 20x4, serta data logger. Tahap kedua adalah implementasi sistem, di mana seluruh komponen dirakit ke dalam sebuah box portable yang tahan terhadap percikan air sehingga dapat digunakan langsung di lapangan. Tahap terakhir adalah pengujian lapangan, yaitu dengan mencelupkan sensor ke kolam budidaya ikan dan membandingkan hasil pembacaan sistem dengan alat referensi.



Gambar 1. Blok diagram

Pada blok diagram Sistem Instrumentasi Pemantauan Kualitas air Pada Kolam Budidaya Ikan Berbasis Mikrokontroler, terdapat tiga parameter input yang terdiri dari sensor pH digital, sensor suhu, dan sensor konduktivitas. Keempat sensor ini masing-masing berfungsi untuk mendeteksi nilai pH, suhu, dan salinitas (kadar garam) air. Data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler arduino uno. Setelah diproses, nilai-nilai dari keempat parameter tersebut akan ditampilkan pada layar LCD sebagai output. Data logger, atau pencatat data adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk menyimpan dan merekam data secara otomatis dari waktu ke waktu.

2.4 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian berupa air kolam budidaya dengan ikan mas dan mujair sebagai objek uji coba. Peralatan utama yang digunakan meliputi Arduino Uno sebagai pengendali, sensor pH-4502C untuk mendeteksi tingkat keasaman air, sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu air, serta sensor TDS SEN0244 untuk mendeteksi kadar zat terlarut. Data ditampilkan melalui LCD I2C 20x4 dan disimpan menggunakan modul data logger dengan RTC. Sistem memperoleh daya dari aki 6V dan dirakit dalam box plastik pelindung. Sebagai pembanding, digunakan pula beberapa alat referensi yaitu pH meter digital, termometer digital, tds meter digital.

2.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diawali dengan melakukan kalibrasi sensor menggunakan alat ukur standar untuk memastikan keakuratan pembacaan. Setelah itu dilakukan perakitan sistem, yaitu menyusun Arduino Uno, sensor, LCD, dan data logger ke dalam box pelindung. Sistem kemudian diuji di lapangan dengan mencelupkan sensor ke dalam kolam budidaya. Data hasil pengukuran otomatis tercatat setiap satu menit ke dalam SD card dan ditampilkan secara real-time pada LCD. Langkah terakhir adalah analisis data, yaitu membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat referensi untuk menilai akurasi dan reliabilitas sistem.

2.6 Teknik Pengambilan data

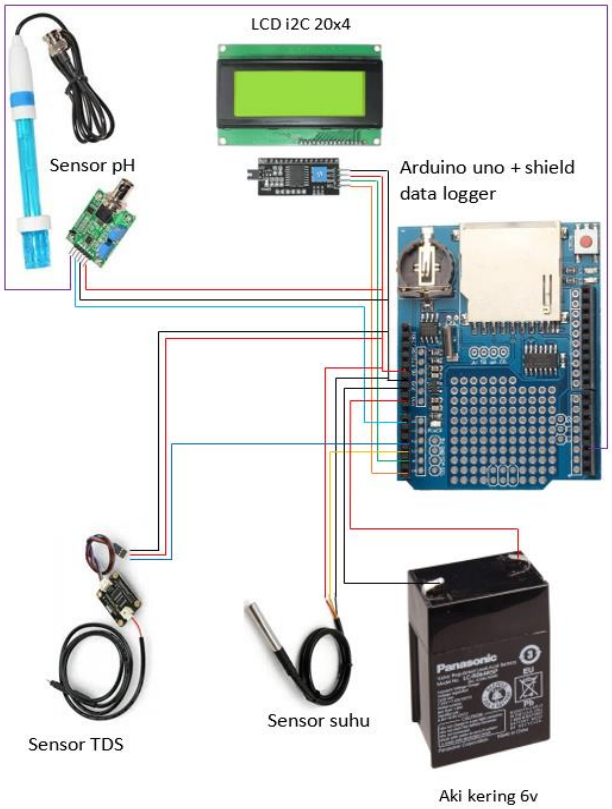
Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan membaca nilai pH,

TDS (ppm), suhu air (°C), serta waktu secara real-time. Pengambilan data dilakukan di dua titik lokasi kolam yang berbeda dengan periode pengamatan tertentu. Semua data tersimpan dalam format CSV pada SD card, kemudian diolah dan dibandingkan dengan hasil dari alat referensi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Perancangan dan Implementasi Sistem

Sistem pemantauan kualitas air dirancang menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama. Perangkat keras terdiri dari sensor pH-4502C, sensor suhu DS18B20, dan sensor TDS SEN0244 yang terhubung dengan LCD I2C 20x4 serta modul data logger. Semua komponen dirakit dalam sebuah box plastik hitam berukuran 18,5 × 11,5 × 6 cm yang tahan terhadap percikan air dan debu, sehingga sistem dapat digunakan langsung di lapangan. Tampilan LCD menampilkan data pH, suhu, dan TDS secara real-time, sedangkan modul data logger menyimpan data secara otomatis. Dengan rancangan ini, pengguna dapat melakukan pemantauan kualitas air baik secara langsung maupun melalui analisis data historis yang tersimpan.



Gambar 2. Skematik Rangkaian Sistem

Gambar skematik rangkaian sistem merupakan ilustrasi dari masing-masing komponen seperti pin data Po pada modul sensor pH yang terhubungan dengan pin A0 arduino uno, pin data A modul sensor TDS yang terhubungan dengan pin A2 arduino uno, pin D sensor suhu DS18B20 yang terhubungan dengan pin A3 arduino uno, pin SDA dan pin SCL LCD I2C 20x4 yang terhubungan dengan pin A4 & A5 arduino uno, serta

Arduino Uno dengan data logger shield di atasnya. Wiring diagram ini memperjelas hubungan antar komponen dengan menunjukkan jalur kabel berwarna yang menghubungkan pin satu ke pin lainnya.

3.2. Pengujian Tingkat Akurasi Pembacaan nilai pH, TDS, dan Suhu

Pengujian sensor pH, TDS, dan suhu dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur standar menggunakan beberapa cairan yang berebeda-beda dengan kata lain pengujian dilakukan berbasis lab.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor pH, TDS, dan Suhu

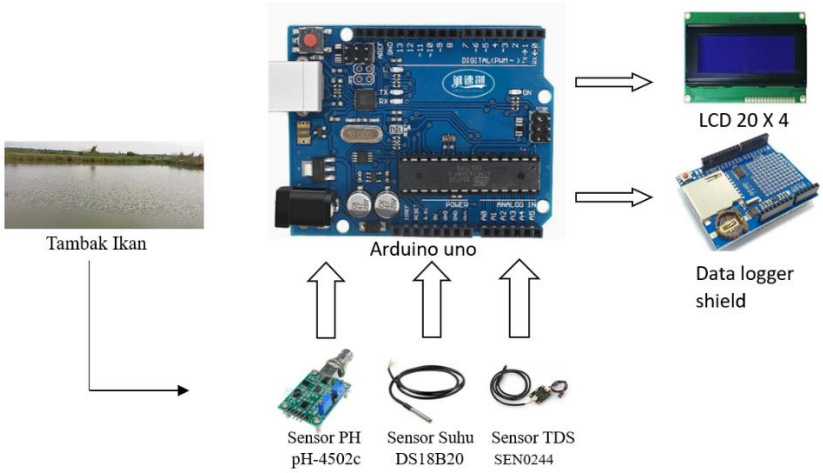
Jenis Sensor	Hasil Pembacaan Sensor	Hasil Pembacaan Alat Pembanding	Nilai Error (%)	Akurasi (%)
pH	7,65	7,71	0,78	98,21
	8,30	8,55	2,92	
	9,11	8,96	1,67	
	Rata-rata nilai Error		1,79	
TDS	462 ppm	442 ppm	4,52	95,30
	642 ppm	610 ppm	6,07	
	914 ppm	883 ppm	3,51	
	Rata-rata nilai Error		4,70	
Suhu	21,37 °C	21,5 °C	0,60	97,36
	28,37 °C	29 °C	2,17	
	46,75 °C	49,3 °C	5,17	
	Rata-rata nilai Error		2,64	

Sensor pH menunjukkan deviasi rata-rata ±0,12 dari pH meter digital, menandakan tingkat akurasi antara 95% sampai 98%. Sensor suhu DS18B20 memiliki deviasi rata-rata ±0,4 °C jika dibandingkan dengan termometer digital, sedangkan sensor TDS SEN0244 mencatat deviasi ±5% dibandingkan refraktometer. Hasil ini membuktikan bahwa seluruh sensor bekerja dengan tingkat akurasi yang cukup memadai untuk kebutuhan pemantauan kualitas air kolam. Sementara itu, Secara keseluruhan, sensor yang digunakan memiliki akurasi baik dan sesuai untuk pemantauan kualitas air kolam.

3.3. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian alat dilakukan secara langsung pada kolam budidaya ikan yang berlokasikan di Suppa, Pinrang. Dimana untuk titik lokasi pertama berada di pinggiran

kolam, dan untuk titik lokasi kedua berada tengah kolam dengan kedalaman kolam sekitar 1 meter.



Gambar 3. Pengujian Alat Titik Lokasi Pertama & Kedua

Tabel 2. Hasil Pengujian Alat Titik Lokasi Pertama

Hasil Pembacaan Sensor pH	Hasil Pembacaan Sensor TDS (ppm)	Hasil Pembacaan Sensor Suhu (°C)	Waktu (Jam, Menit, Detik)
12.10	1339	26.0	15 : 21 : 00
12.12	1367	26.6	15 : 21 : 30
12.11	1377	26.6	15 : 22 : 00
12.10	1381	26.7	15 : 22 : 30
12.13	1383	26.7	15 : 23 : 00
12.09	1388	26.7	15 : 23 : 30
12.05	1391	26.7	15 : 24 : 00
12.13	1394	26.7	15 : 24 : 30
12.14	1398	26.7	15 : 25 : 00
12.10	1401	26.7	15 : 25 : 30

Dari tabel hasil pengujian alat untuk titik lokasi pertama atau titik lokasi pinggiran kolam budidaya ikan terdapat empat parameter yang didapatkan yakni yang pertama nilai pH air, TDS atau total padatan terlarut dalam air, dan suhu air, dimana ketiga parameter ini didapatkan setiap 30 detik sekali selama 5 menit 30 detik mulai dari pukul 15:21:00 – 15:25:30 sehingga didapatkan 10 total data.

Tabel 3. Hasil Pengujian Alat Titik Lokasi Kedua

Hasil Pembacaan Sensor pH	Hasil Pembacaan Sensor TDS (ppm)	Hasil Pembacaan Sensor Suhu (°C)	Waktu (Jam, Menit, Detik)
10.85	1455	27.0	15 : 29 : 00
10.81	1466	27.1	15 : 29 : 30
10.88	1469	27.1	15 : 30 : 00
10.89	1472	27.1	15 : 30 : 30
10.89	1478	27.1	15 : 31 : 00
10.84	1479	27.1	15 : 31 : 30
10.85	1484	27.1	15 : 32 : 00
10.81	1489	27.1	15 : 32 : 30
10.81	1492	27.2	15 : 33 : 00
10.81	1495	27.2	15 : 33 : 30

Dari tabel hasil pengujian alat titik lokasi kedua atau titik lokasi tengah kolam budidaya ikan sama seperti tabel sebelumnya terdapat empat parameter yang didapatkan yakni yang pertama nilai pH air, TDS atau total padatan terlarut dalam air, dan suhu air, dimana keempat parameter ini didapatkan setiap 30 detik sekali selama 5 menit 30 detik mulai dari pukul 15:21:00 – 15:25:30 sehingga didapatkan 10 total data.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil direalisasikan dan diimplementasikan. Sistem ini mampu menampilkan data secara real-time melalui LCD 20x4 dan mencatat data secara otomatis ke dalam SD card. Hasil menunjukkan bahwa tingkat akurasi rangkaian sistem pembacaan nilai pH berada di angka 98,21%, TDS berada di angka 95,3%, dan suhu berada di angka 97,36%, dengan pembacaan data yang logis sesuai perubahan kondisi lingkungan. Perbedaan parameter antar lokasi seperti nilai pH yang lebih tinggi di pinggir kolam dan nilai TDS serta suhu yang lebih tinggi di tengah kolam menunjukkan sensitivitas sistem terhadap variasi lingkungan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare, serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

REFERENSI

Yunior, Y. T. K., & Kusrini. (2019). Sistem Monitoring Kualitas Air pada Budidaya Perikanan Berbasis IoT dan Manajemen Data. *Citec Journal*, Vol. 6, No. 2, 153-157. ISSN: 2354-5771.

Davida, M. A. M., & Iriana, R. (2024). Pembuatan Prototype Alat Monitoring Kualitas Air Berbasis *Internet of Things* (IoT). *JUIT*, Vol. 3, No. 2, 92-102. ISSN: 2828-6936 (P) / 2828-6901 (E).

Ahmed, N., Thompson, S., & Glaser, M. (2021). Environmental and physiological impacts of temperature stress in aquaculture. Reviews in Aquaculture, 13(1), 379-395.

Alam, M. S., Islam, M. M., & Rahman, M. T. (2022). A comprehensive review of IoT-based smart water quality monitoring systems for sustainable aquaculture. Aquacultural Engineering, 98, 102292.

Garcia-Sánchez, A. J., García-Sánchez, F., & García-Haro, J. (2024). Designing low-cost IoT solutions for small-scale aquaculture: A feasibility study. Computers and Electronics in Agriculture, 217, 108567.

Jayasinghe, M., Wijerathne, N., & Rathnayaka, R. M. K. T. (2019). Smart water quality monitoring system for aquaculture. 2019 IEEE 14th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS), 480-485.

Kumar, V., Tiwari, P., & Singh, A. (2023). Water quality as a primary determinant of success in intensive aquaculture systems: A global meta-analysis. Aquaculture Reports, 30, 101576.

Nguyen, H. Q., & Tran, T. P. (2023). IoT-enabled smart aquaculture: A review on data-driven optimization of feeding and energy management. Aquacultural Engineering, 102, 102348.

Patel, R., & Smith, J. (2024). Barriers to technology adoption in small-scale aquaculture: A focus on perceptual limitations and technical training needs. Journal of World Aquaculture Society, 55(2), 455-470.

Premaratne, M., Jinadasa, S. W. K., & Jayasinghe, G. Y. (2021). Impact of climate change-induced extreme weather events on water quality fluctuations in tropical aquaculture ponds. Science of The Total Environment, 778, 146203.

Santoso, J., Hariadi, M., & Wijaya, A. (2022). Comparative analysis of traditional versus automated water quality monitoring in Indonesian brackishwater pond aquaculture. Aquaculture Studies, 22(4), AQUAST937.

Wang, Y., Li, X., & Zhang, Z. (2023). The dynamics and toxicity of ammonia nitrogen in aquatic ecosystems: A review focusing on pH and temperature interactions. Environmental Pollution, 316, 120534.

Zhao, H., Chen, M., & Li, S. (2020). Effects of acute pH and temperature stress on the osmotic regulation and immunity of Nile tilapia (Oreochromis niloticus). Aquaculture Research, 51(11), 4673-4683.