

*Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI) Volume 13 Nomor 1 Tahun 2024, hal 70-78*

## MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS *INTERNET OF THING* SEBAGAI MEDIA AKUAPONIK PADA KOLAM IKAN TERPAL

<sup>1)</sup>Ilham Rahmatullah, <sup>2)</sup>Dzulkiflih, <sup>3)</sup>Muhimmatul Khoiro

<sup>1)</sup>Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: [ilham.19036@mhs.unesa.ac.id](mailto:ilham.19036@mhs.unesa.ac.id)

<sup>2)</sup>Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: [dzulkiflih@unesa.ac.id](mailto:dzulkiflih@unesa.ac.id)

<sup>3)</sup>Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: [muhimmatulkhoiro@unesa.ac.id](mailto:muhimmatulkhoiro@unesa.ac.id)

### Abstrak

Akuaponik, pembudidayaan ikan yang merangkap kotorannya sebagai sumber nutrisi pembudidayaan tanaman, kini sedang banyak dikembangkan. Salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan tanaman dan ikan pada sistem akuaponik adalah suhu dan kelembapan. Tujuan monitoring suhu dan kelembapan agar bisa menjaga kesehatan tanaman dan ikan serta bisa melakukan tindakan pencegahan bila suhu dan kelembapan tidak pada rentang yang diinginkan. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara dan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air. Agar mempermudah proses monitoring, alat akan menggunakan *Internet of Things (IoT)* dengan bantuan aplikasi *Blynk*. Tujuan penelitian ini merancang sistem monitoring suhu dan kelembapan pada kolam terpal dan menganalisis kinerja sistem monitoring berdasar pertumbuhan tanaman. Dengan metode penelitian setelah alat dirangkai lalu akan dilakukan kalibrasi sensor. Kalibrasi sensor pada alat dilakukan dengan meletakkan sensor ke dalam toples bersama dengan alat acuan yaitu UNI-T UT333 lalu di dalam toples akan diisi dengan toples kosong, air panas, es batu, silica gel, dan silica gel rusak. Setelah alat terkalibrasi lalu dilanjutkan dengan pengambilan data. Pengambilan data dilakukan satu minggu dengan data yang akan diamati yaitu suhu udara, suhu air, kelembapan udara, jumlah daun tanaman, dan ketinggian tanaman. Lalu data akan dianalisis dengan teori apakah suhu dan kelembapan sudah sesuai dengan keadaan ideal suhu dan kelembapan untuk tanaman dan ikan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem monitoring bekerja dengan baik dengan LCD dan aplikasi *Blynk* menampilkan indikator yang diinginkan. Selain itu, Kinerja sensor DHT22 dan DS18B20 cukup baik untuk digunakan dengan error relatif masing-masing sebesar 0,2-11,0% dan 0,3-11,8%. Sebagai sensor kelembapan, DHT22 memiliki error relatif kelembapan sebesar 6,0-15,2%. Pengaplikasian selanjutnya bisa dilakukan dengan penambahan sistem kontrol sehingga suhu dan kelembapan sekitar kolam dapat diatur.

**Kata Kunci** : Suhu, Kelembapan, Kolam Terpal, Akuaponik, dan *Internet of Things (IoT)*

### Abstract

Aquaponics, the cultivation of fish which also uses their waste as a source of nutrition for cultivating plants, is now being widely developed. One of the factors that influence the development of plants and fish in an aquaponics system is temperature and humidity. The purpose of monitoring temperature and humidity is to maintain the health of plants and fish and to take preventative action if the temperature and humidity are not within the desired range. The sensors used in this research are the DHT22 sensor to measure air temperature and humidity and the DS18B20 sensor to measure water temperature. To make the monitoring process easier, the tool will use the Internet of Things (IoT) with the help of the Blynk application. The aim of this research is to design a temperature and humidity monitoring system in tarpaulin ponds and analyze the performance of the monitoring system based on plant growth. With this research method, after the device is assembled, the

# MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS *INTERNET OF THING* SEBAGAI MEDIA AKUAPONIK PADA KOLAM IKAN TERPAL

sensor will be calibrated. Calibration of the sensor on the tool is carried out by placing the sensor in a jar together with a reference tool, namely the UNI-T UT333, then filling the jar with an empty jar, hot water, ice cubes, silica gel and broken silica gel. After the tool is calibrated, it continues with data collection. After the tool is calibrated, it continues with data collection. Data collection is carried out one week with the data to be observed, namely air temperature, water temperature, air humidity, number of plant leaves and plant height. Then the data will be analyzed with the theory of whether the temperature and humidity correspond to the ideal temperature and humidity conditions for plants and fish. The results of this research show that the monitoring system works well with the LCD and the Blink application displays the desired indicators. Apart from that, the performance of the DHT22 and DS18B20 sensors is good enough to be used with relative errors of 0.2-11.0% and 0.3-11.8% respectively. As a humidity sensor, the DHT22 has a relative humidity error of 6.0-15.2%. Further applications can be carried out by adding a control system so that the temperature and humidity around the pool can be regulated.

**Keywords :** Temperature, Humidity, Tarpaulin Pool, Aquaponics, and Internet of Things (IoT)

## I. PENDAHULUAN

Budidaya ikan air tawar menghasilkan cukup banyak limbah air. Kebanyakan limbah air dari kolam ikan hanya dibuang saja ke sungai atau ke pembuangan air. Padahal limbah air kolam ikan cukup bagus untuk dijadikan nutrisi bagi tanaman. Tanaman padi misalnya jika disirami limbah air kolam ikan dapat tumbuh lebih tinggi daripada air sumur (Sufiani dkk., 2022). Oleh karena itu, diperlukan sistem budidaya ikan sekaligus tanaman untuk memanfaatkan limbah air kolam ikan tersebut. Sistem yang membudidayakan ikan sekaligus tanaman ini dinamakan akuaponik. Sistem akuaponik ini memanfaatkan air limbah kolam ikan yang berisi kotoran-kotoran ikan sebagai sumber nutrisi tanaman. Karena kotoran-kotoran ikan sudah terserap oleh tanaman, air limbah kolam ikan dapat digunakan kembali untuk budidaya ikan. Dengan kata lain, tanaman-tanaman tersebut dapat menjadi media filter bagi kolam ikan (Goddek dkk., 2019). Dengan begitu para pembudidaya tidak hanya mendapatkan hasil panen dari ikan tetapi dapat mendapatkan hasil panen dari tanaman yang telah ditanam.

Agar kesehatan ikan dan tanaman dapat terjaga, diperlukan manajemen yang baik dalam mengatur sistem akuaponik. Manajemen sistem akuaponik ini perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan ikan dan tanaman. Kesehatan ikan dipengaruhi oleh faktor kualitas air dan pakan, dimana kualitas air ini dapat mencakup pH air, suhu air, kadar oksigen terlarut, dan lain-lain (Manik & Arleston, 2021). Faktor penting dalam menjaga kesehatan tanaman ada pada media tanam, nutrisi, dan lingkungan. Kualitas media tanam dapat dilihat dari pH media, kekuatan media dalam menahan air, dan suhu media sedangkan faktor lingkungan mencakup suhu udara, kelembapan udara, air, dan sinar matahari.

Suhu dan kelembapan pada akuaponik menjadi faktor penting bagi tanaman. Rata-rata suhu udara ideal tanaman hidup direntang 18-30 °C sedangkan kelembapan udara yang ideal untuk tanaman berkisar antara 50-85% RH. Jika melewati rentang suhu dan kelembapan udara tersebut tanaman tidak tumbuh secara optimal. (Ginjar dkk., 2018; Gumelar dkk., 2021; Maharani dkk., 2018; Umam dkk., 2022). Pada penelitian sebelumnya, Cohen dkk. Menyatakan bahwa menanam selada menggunakan sistem akuaponik merupakan salah satu strategi produksi selada dalam jangka panjang. Penggunaan air dan nutrisi lebih efisien dibandingkan dengan budidaya ikan saja (akuakultur) (Cohen dkk., 2018). Selada merupakan salah satu sayur yang dikonsumsi oleh banyak orang karena selada rendah kalori, lemak, dan sodium. Selada juga menjadi prebiotik yang baik bagi tubuh. Tanaman selada cukup mudah dibudidayakan (Kim dkk., 2016). Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibangun sistem monitoring suhu air, suhu udara, dan kelembapan udara pada kolam ikan terpal berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan tujuan agar memudahkan pemantauan serta perekaman data agar bisa mengantisipasi suhu agar tetap ideal.

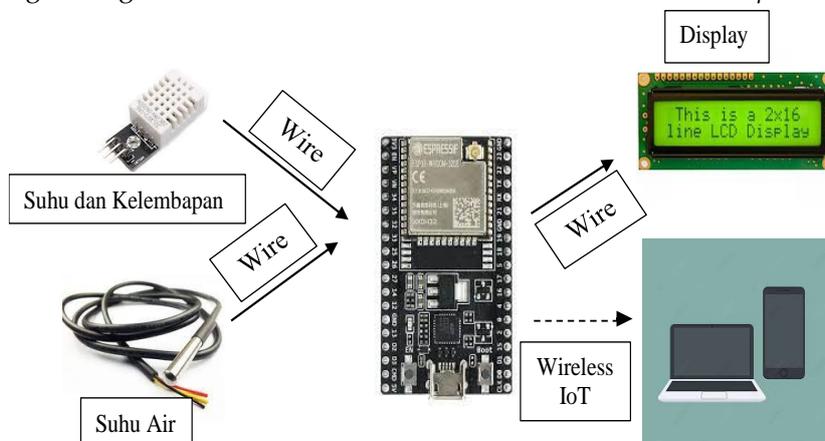
## II. METODE

### A. Rancangan Penelitian

Rancangan dimulai dengan mengumpulkan alat dan bahan untuk membuat sistem monitoring pada kolam. Alat dan bahan yang digunakan yaitu ESP32, kabel USB, LCD I2C, *termohyrometer* digital, *termohyrometer* analog, laptop, handphone, sensor DHT22, sensor DS18B20, router WI-FI, jumper, breadboard, resistor 4,7K  $\Omega$ , dan resistor 10K  $\Omega$ . Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai sistem kendali dari

# MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS *INTERNET OF THING* SEBAGAI MEDIA AKUAPONIK PADA KOLAM IKAN TERPAL

perangkat yang dibuat baik dari segi monitoring dan penyimpanan data. Kabel USB berfungsi untuk menghubungkan laptop dengan mikrokontroler dalam proses pengambilan dan pengolahan data data serta menghubungkan mikrokontroler dengan sumber tegangan. LCD I2C berfungsi untuk menampilkan *output data*. *Power bank* sebagai sumber tegangan mikrokontroler. Laptop berfungsi untuk memprogram mikrokontroler. *Termohygrometer* berfungsi sebagai alat ukur suhu dan kelembapan standar. *Handphone* berfungsi untuk menampilkan *output data* berbasis *IoT*. Sensor DHT22 berfungsi *input data* suhu dan kelembapan ke mikrokontroler. *Router WI-FI* berfungsi penghubung mikrokontroler ke *handphone*. *Jumper* berfungsi sebagai penghubung sensor ke mikrokontroler dan mikrokontroler ke *output*.



Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian

## B. Variabel Operasional Penelitian

Definisi operasional menyangkut definisi yang digunakan dalam penelitian. Tiga variabel operasional penelitian, yaitu: variabel manipulasi, variabel respons, dan variabel kontrol. Variabel yang dimanipulasi pada penelitian ini adalah waktu pengambilan data. Variabel respon penelitian ini adalah suhu air, suhu udara, dan kelembapan udara. Sedangkan variabel kontrol untuk penelitian ini adalah kolam ikan terpal, jumlah ikan, dan jenis tanaman akuaponik.

## C. Teknik Pengumpulan Data

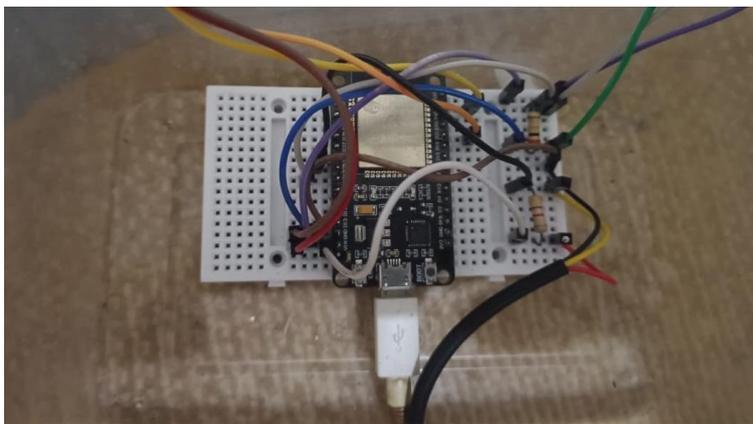
Setelah alat dirangkai, data akan diambil pada tempat yang telah disebutkan. Data yang telah dideteksi oleh DHT22 akan dilanjutkan ke ESP32. Lalu data tersebut akan ditampilkan pada perangkat output, yaitu LCD, handphone, dan laptop. Data yang ditampilkan pada LCD, yaitu suhu dan kelembapan. Tampilan pada laptop dan handphone ada tambahan, yaitu suhu terhadap waktu dan kelembapan terhadap waktu. Untuk perekaman data ESP32 yang telah tersambung ke internet akan masuk ke server google script, lalu dari google script akan mengisi data pada google sheet. Perekaman data diambil per-10 menit. Untuk data pertumbuhan tanaman akan diambil setiap hari pada pagi hari jam 07.00 WIB. Pengambilan data diambil selama satu minggu karena dalam satu minggu pertumbuhan tanaman akan terlihat.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

Berikut merupakan hasil penelitian monitoring suhu dan kelembapan di sekitar kolam terpal.

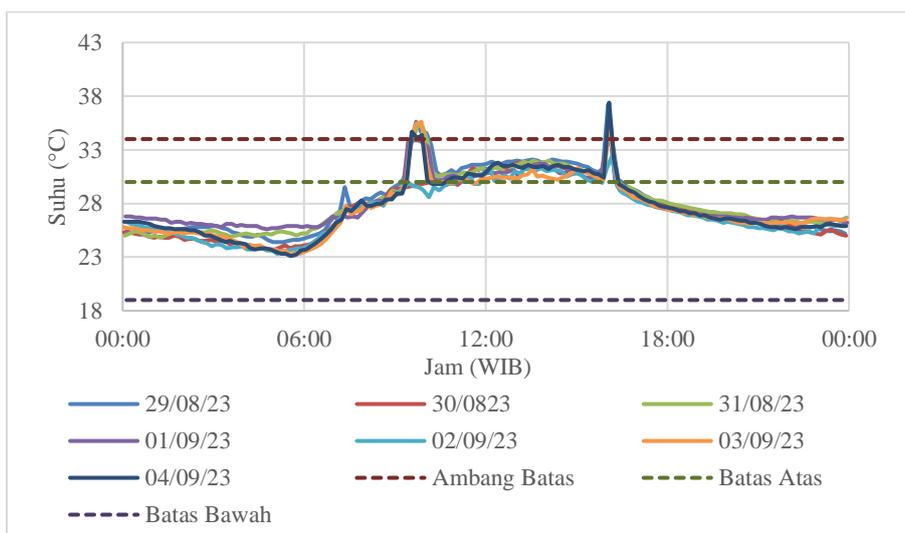
# MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS *INTERNET OF THING* SEBAGAI MEDIA AKUAPONIK PADA KOLAM IKAN TERPAL



**Gambar 2.** Tampak Dalam Alat Monitoring Suhu dan Kelembapan di Sekitar Kolam

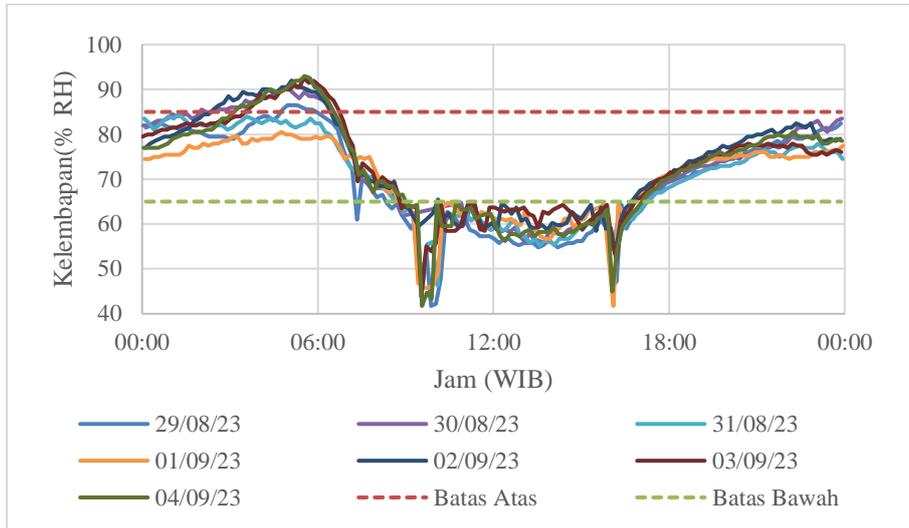


**Gambar 3.** Tampak Luar Alat Monitoring Suhu dan Kelembapan di Sekitar Kolam

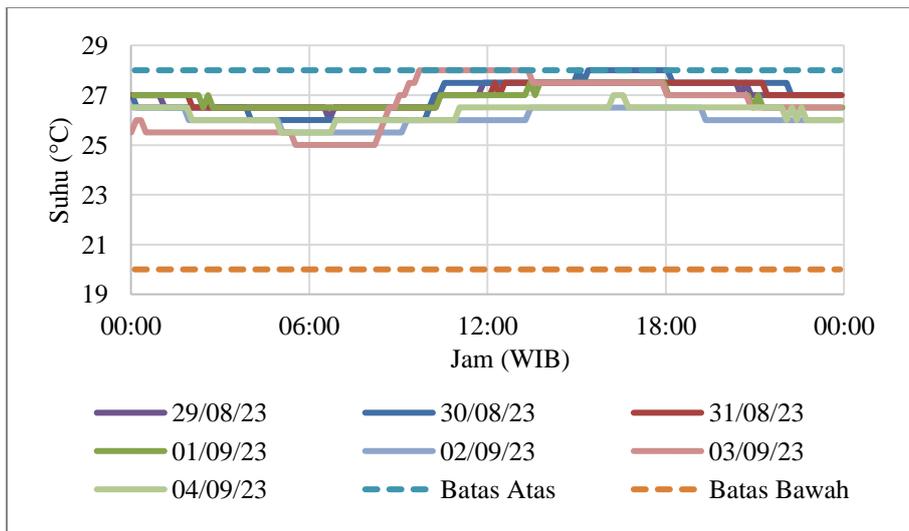


**Gambar 4.** Grafik Suhu Udara Pada Kolam Terpal Untuk Tanaman Selada

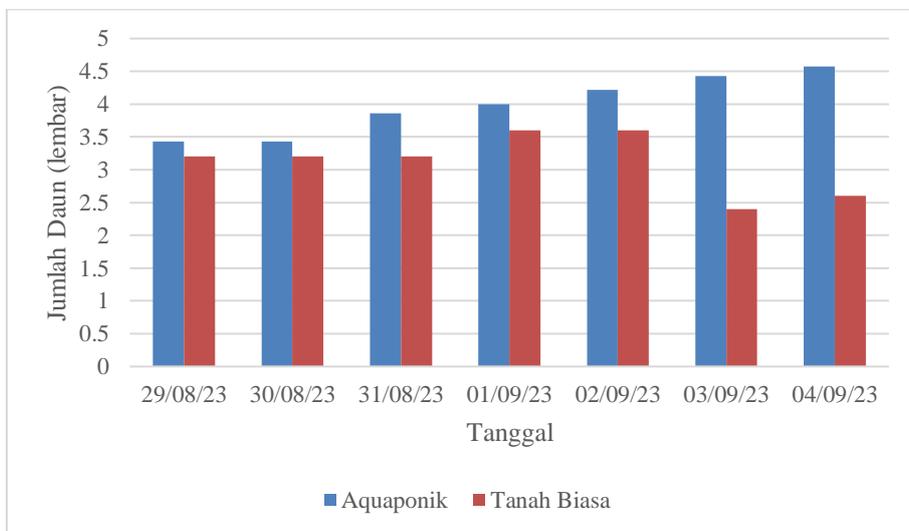
# MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS *INTERNET OF THING* SEBAGAI MEDIA AKUAPONIK PADA KOLAM IKAN TERPAL



**Gambar 5.** Grafik Kelembapan Udara pada Kolam Terpal untuk Tanaman Selada

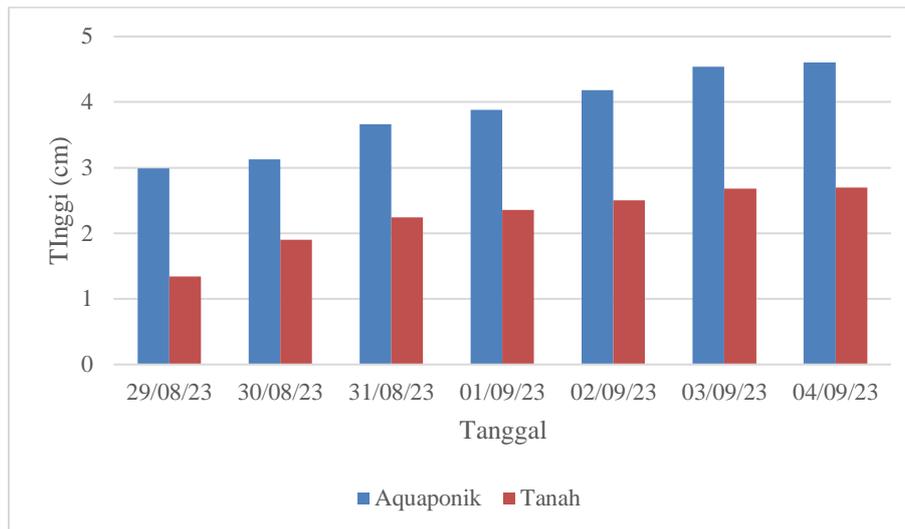


**Gambar 6.** Suhu Air untuk Ikan



**Gambar 7.** Grafik Perbandingan Jumlah Daun Akuaponik dan Tanah

# MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS *INTERNET OF THING* SEBAGAI MEDIA AKUAPONIK PADA KOLAM IKAN TERPAL



**Gambar 8.** Grafik Perbandingan Tinggi Tanaman Selada pada Akuaponik dan Tanah

## B. Pembahasan

Setelah sistem monitoring berkerja dengan baik maka akan dilanjutkan dengan kalibrasi alat. Kalibrasi alat berfungsi agar pengukuran pada alat akan mendekati dari nilai pengukuran sebenarnya. Untuk alat acuannya akan menggunakan UNI-T UT333 yang memiliki akurasi suhu  $\pm 1$  °C dan kelembapan sebesar  $\pm 5\%$  RH.

**Tabel 6.** Error Sensor Suhu pada Alat Penelitian

Suhu Dingin		Suhu Ruangan		Suhu Panas	
Error DHT22 (%)	Error DS18B20 (%)	Error DHT22 (%)	Error DS18B20 (%)	Error DHT22 (%)	Error DS18B20 (%)
10,5	11,8	0,7	0,3	6,7	9,8
11,0	11,7	0,7	0,3	5,5	10,9
10,4	11,0	0,7	0,3	6,3	9,4
10,3	10,3	0,7	0,7	3,1	8,0
9,7	9,7	0,7	0,3	1,3	4,7

**Tabel 7.** Error Sensor Kelembapan pada Alat Penelitian

Silica Gel	Silica Gel Rusak
Error DHT22 (%)	Error DHT22 (%)
11,1	6,4
12,6	6,7
13,3	6,6
8,9	6,6
14,1	6,3

Pada **Gambar 4** merupakan grafik dari suhu udara pada kolam serta batas-batas dari suhu optimal dari tanaman selada. Suhu optimal selada berada direntang 19-30 °C. Namun, tanaman akan mulai mengalami stres apabila sudah melebihi 4 °C dari suhu optimal yaitu 34 °C. Suhu udara mulai melewati batas atas pada

## MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS *INTERNET OF THING* SEBAGAI MEDIA AKUAPONIK PADA KOLAM IKAN TERPAL

jam 09:11 WIB dan suhu mulai turun melewati batas atas pada jam 16:32 WIB. Durasi waktu suhu pada batas atas yaitu 7 jam 21 menit. Ada beberapa saat terjadi lonjakan suhu ini terjadi karena sensor yang terkena sinar matahari langsung sehingga sensor menerima panas dari sinar matahari yang menyebabkan panas berlebih dan terjadilah lonjakan suhu tersebut. Dari lonjakan suhu tersebut, suhu di kolam terpal melewati ambang batas Jam-jam yang melewati ambang batas yaitu pada jam 9:41 WIB di pagi hari dan pada jam 16:02 WIB di sore hari. Namun durasinya yang terlalu singkat sehingga tidak membuat tanaman selada stres (Wahid dkk., 2007). Oleh karena itu, suhu udara pada kolam terpal masih cukup baik untuk tanaman selada.

Pada **Gambar 5** di atas merupakan grafik kelembapan udara pada kolam terpal serta batas-batas kelembapan optimal untuk tanaman selada. Grafik di atas menjelaskan keadaan kelembapan udara pada kolam terpal. Kelembapan udara pada kolam melewati batas atas pada jam 04:47 WIB sampai jam 05:57 WIB. Sedangkan kelembapan udara melewati batas bawah pada jam 08:31 WIB sampai jam 17:32 WIB. Pada jam 04:47 WIB sampai jam 05:57 WIB memiliki kelembapan tinggi karena pada jam tersebut suhu udara di sekitar kolam sama atau lebih kecil dari suhu titik embun sehingga terjadi kondensasi atau pengembunan. Dan pada jam 08:31 WIB sampai jam 17:32 WIB memiliki kelembapan yang rendah karena waktu pengambilan data berada musim panas (Junianto & Saputri, 2022). Selain itu, daerah pengambilan data berada pada daerah dataran rendah (Febriarta dkk., 2012). Oleh karena itu, kelembapan udara untuk tanaman selada pada kolam terpal masih cukup kurang.

Pada **Gambar 6** di atas merupakan grafik suhu air terhadap rentang suhu ideal untuk ikan. Suhu air pada kolam terpal sangat baik untuk ikan karena suhu airnya yang stabil. Perubahan suhu yang tiba-tiba dapat mengakibatkan ikan stres (Suriana dkk., 2021). Suhu air pada kolam terpal dapat stabil karena kolam terlapisi dengan kayu yang merupakan isolator panas yang baik. Selain itu, kolam tidak terkena sinar matahari langsung sehingga sinar dari matahari bisa dihindarkan. Pertumbuhan pada ikan di kolam tidak terjadi perubahan yang signifikan karena usia ikan yang berada di usia dewasa.

Pada **Gambar 7** di atas merupakan grafik dari jumlah daun dalam pengamatan satu minggu. Jumlah daun selada pada tempat akuaponik lebih banyak dibandingkan pada jumlah daun di tanah biasa. Hal ini terjadi dikarenakan pada tanaman akuaponik kebutuhan air tercukupi sedangkan untuk tanaman di tanah disiram hanya pagi dan sore. Selain itu, pada tanaman di tanah terjadi penurunan jumlah daun (pengguguran daun) karena faktor air. Sedangkan tanaman akuaponik air yang selalu tercukupi untuk tanaman sehingga daun tidak mengalami keguguran (Asra dkk., 2020). Berikut data dari tinggi tanaman selada.

Pada **Gambar 8** merupakan grafik perbandingan tinggi tanaman selada di tempat akuaponik dan tanah biasa. Tanaman di akuaponik lebih tinggi dibandingkan tanaman di tanah biasa karena media semai pada tanaman di tanah biasa tertutup oleh tanah. Sedangkan pengukuran ketinggian tanaman di akuaponik dari media semai ke ujung tanaman. Sedangkan, pengukuran pada tanaman di tanah biasa yaitu dari tanah sampai ujung tanaman. Sehingga, pengukuran tanaman selada pada akuaponik dapat lebih tinggi dari tanaman selada pada tanah.

Namun, tanaman pada tanah biasa tampak lebih sehat dibandingkan dengan akuaponik. Walaupun kebutuhan air pada tanaman di akuaponik tercukupi tapi dari segi nutrisi masih kurang jika dibandingkan dengan tanaman di tanah biasa. Penyebab kurangnya nutrisi ini adalah dasar kolam yang rata menyebabkan kotoran ikan tidak bisa berkumpul sehingga tidak bisa disedot oleh pompa air. Kotoran ikan merupakan sumber nutrisi dari tanaman di akuaponik. Jika pengelolaan kotoran masih belum efektif maka akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Meriaty dkk., 2021). Perbedaan dapat terlihat pada **Gambar 9 (a)** dan **(b)**.



**Gambar 9 (a)** Tanaman Selada Ditanam di Media Tanah **(b)** Tanaman Selada Ditanam di Media Aquaponik

# MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS *INTERNET OF THING* SEBAGAI MEDIA AKUAPONIK PADA KOLAM IKAN TERPAL

## IV. PENUTUP

### A. Simpulan

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa Kinerja sensor suhu DHT22 memiliki eror relatif suhu sebesar 0,2-11,0% dan sensor suhu DS18B20 memiliki eror relatif suhu sebesar 0,3-11,8%. Eror tertinggi terjadi saat melakukan kalibrasi pada suhu dingin. Pada suhu dingin alat memiliki selisih sebesar  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan berjalan normal pada suhu ruangan. Pada suhu panas sensor suhu memiliki selisih sebesar  $\pm 3.5^{\circ}\text{C}$ . Sensor kelembapan DHT22 memiliki eror relatif kelembapan sebesar 6,0-15,2%. Selisih pengukuran alat dengan hygrometer acuan sebesar  $\pm 6\%$  RH pada semua kalibrasi. Suhu udara pada kolam terpal masih cukup baik untuk tanaman selada karena tanaman selada masih bisa mentolerir di suhu tersebut. Kelembapan udara untuk tanaman selada pada kolam terpal masih cukup kurang karena kelembapan udara yang melewati ambang batas dan terjadi cukup lama. Suhu air pada kolam terpal cukup baik bagi ikan karena suhu air yang stabil yang membuat ikan tidak stres. Pertumbuhan dan perkembangan ikan tidak terjadi perubahan signifikan karena usia ikan yang berada diusia dewasa. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman selada pada akuaponik cukup cepat tetapi tidak diimbangi dengan nutrisi yang cukup, sehingga tanaman tidak memiliki batang yang kokoh dan daun yang lebar jika dibandingkan dengan tanaman selada yang ditanam di tanah biasa.

### B. Saran

Berdasarkan kendala yang terjadi pada penelitian ini, terdapat beberapa saran yang bisa disampaikan untuk peneliti selanjutnya, yaitu (1) Mencari kolam dengan sistem akuaponik yang kadar nutrisi terjamin untuk pertumbuhan tanaman, (2) Penelitian ini tidak terdapat kontrol agar bisa mengatur keadaan sesuai dengan yang diinginkan, (3) Menetapkan standar dalam melakukan pengukuran, dan (4) Menambahkan baterai agar alat bisa hidup tanpa asupan listrik AC.

# MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS *INTERNET OF THING* SEBAGAI MEDIA AKUAPONIK PADA KOLAM IKAN TERPAL

## DAFTAR PUSTAKA

- Asra, R., Samarlina, R. A., & Silalahi, M. (2020). *Hormon Tumbuhan*. UKI Press.
- Cohen, A., Malone, S., Morris, Z., Weissburg, M., & Bras, B. (2018). Combined Fish and Lettuce Cultivation: An Aquaponics Life Cycle Assessment. *Procedia CIRP*, 69(25), 551–556. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.029>
- Febriarta, H. A., Sulistyaningsih, E., & Irwan, S. N. R. (2012). Identifikasi Karakteristik Dan Fungsi Tanaman Hias Untuk Taman Rumah Di Dataran Medium Dan Dataran Rendah. *Jurnal Vegetalika*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.21608/pshj.2022.250026>
- Ginanjari, R., Candra, R., & Kembaren, S. B. (2018). Kendali Dan Pemantauan Kelembaban Tanah, Suhu Ruangan, Cahaya Untuk Tanaman Tomat. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 23(3), 166–174. <https://doi.org/10.35760/ik.2018.v23i3.2372>
- Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B., & Burnell, G. M. (2019). Aquaponics Food Production Systems: Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future. In *Springer* (p. 619). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_25)
- Gumelar, A. I., Kusnadi, E., & Lusiana, L. (2021). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*cucumis sativus* L.) Varietas Zatavy F1 terhadap Nutrisi Berbeda pada Sistem Hidroponik. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 9(1), 62. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v9i1.278>
- Junianto, M. R., & Saputri, D. A. (2022). Pengukuran Kenyamanan Thermal Ume Kibubu Dengan Menggunakan Hobo Data Logger. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(2), 569–601. <https://doi.org/10.29100/jupi.v7i2.1670>
- Kim, M. J., Moon, Y., Tou, J. C., Mou, B., & Waterland, N. L. (2016). Nutritional Value, Bioactive Compounds and Health Benefits of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 49(2), 19–34. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.03.004>
- Maharani, D. M., Sutan, S. M., & Arimurti, P. (2018). Pengontrolan Suhu Dan Kelembaban ( Rh ) Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Merah ( *Capsicum Annuum* L . ) Pada Plant Factory. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 6(2), 120–134.
- Manik, R. R. D. S., & Arleston, J. (2021). Nutrisi dan pakan ikan. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. Widina Media Utama.
- Meriaty, Arvita, S., & Dwi, P. K. (2021). Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L.) Akibat Jenis Media Tanam Hidroponik Dan Konsentrasi Nutrisi AB Mix. *Jurnal Agropimatech*, 4(2), 75–84. <https://media.neliti.com/media/publications/349324-pertumbuhan-dan-hasil-tanaman-selada-lac-24628d95.pdf%0Ahttps://doi.org/10.34012/agropimatech.v4i2.1698>
- Sufiani, I., Gazali, A., & Hairu, S. (2022). Agroekotek View Uji Pemberian Air Limbah Kolam Ikan Terhadap Pertumbuhan Bibit 3 ( Tiga ) Varietas Padi ( *Oryza sativa* L . ). *Agroekotek View*, 5(1), 16–25.
- Suriana, Lubis, A. P., & Rahayu, E. (2021). Sistem Monitoring Jarak Jauh Pada Suhu Kolam Ikan Nila Bangkok Memanfaatkan Internet Ofthings (Iot) Berbasis NODEMCUESP8266. *JUTSI: Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.33330/jutsi.v1i1.1004>
- Umam, C., Suhartono, & Saputro, E. (2022). Pendekatan Logika Fuzzy dalam Pengontrolan Suhu dan Kelembaban pada Persemaian Otomatis Full Closed System Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 10(2), 144–153. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.02.07>
- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61(3), 199–223. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.05.011>