Terbit online pada laman web jurnal: **https://ejurnalunsam.id/index.php/jicom/**

Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer
Vol. 07 No. 02 (2026) 95 E-ISSN :2774-7115 P-ISSN: 2775-2089

SISTEM KONTROL DAN MONITORING BUDIDAYA JAMUR TIRAM BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC TSUKAMOTO

Chicha Rizka Gunawan[1], Chichi Rizka Gunawan[2], Cut Alna Fadhilla[3], Sari Raspika[4]
[1,2,3] Informatika, fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra
[4]Teknik Komputer, fakultas Teknik, Universitas Sains Cut Nyak Dhien
[1]chicharizka@unsam.ac.id*, [2]chichigunawan@unsam.ac.id, [3]cutalnafadhilla@unsam.ac.id, [4]sariraspika@gmail.com

Abstract

Oyster mushroom cultivation requires stable temperature and air humidity to support growth. In the study location, environmental control was still performed manually, making consistent control difficult. This study developed an Internet of Things (IoT)-based control and monitoring system using the Tsukamoto fuzzy logic method. The system uses a DHT22 sensor to measure temperature and humidity, a Wemos D1 Mini as the controller, and a fan and humidifier as actuators. Sensor data are processed using fuzzy membership, rule inference, and defuzzification to determine actuator control, while monitoring data are delivered to a web interface. Testing was conducted using a prototype in Limau Mungkur Village, Pematang Jaya District, Langkat Regency, North Sumatra, with observations over 20 days. The system produced an average temperature of 25.1 °C and average humidity of 85.6%. Ten representative control tests were classified as appropriate, resulting in 100% agreement between the system decisions and the defined ideal cultivation conditions. The implementation demonstrates that the IoT and Tsukamoto fuzzy logic approach can automate environmental monitoring and control for oyster mushroom cultivation.

Keywords: *oyster mushroom, Internet of Things, fuzzy logic, Tsukamoto, environmental monitoring*

Abstrak

Budidaya jamur tiram membutuhkan kestabilan suhu dan kelembaban udara untuk mendukung pertumbuhan. Pada lokasi penelitian, pengendalian lingkungan masih dilakukan secara manual sehingga kondisi lingkungan sulit dikontrol secara konsisten. Penelitian ini mengembangkan sistem kontrol dan monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan metode fuzzy logic Tsukamoto. Sistem menggunakan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban, Wemos D1 Mini sebagai pengendali, serta kipas dan humidifier sebagai aktuator. Data sensor diproses melalui fungsi keanggotaan, inferensi aturan, dan defuzzifikasi untuk menentukan kendali aktuator, sedangkan data monitoring ditampilkan melalui antarmuka web. Pengujian dilakukan menggunakan prototype di Desa Limau Mungkur, Kecamatan Pematang Jaya, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara, dengan pengamatan selama 20 hari. Sistem menghasilkan rata-rata suhu 25,1 °C dan rata-rata kelembaban 85,6%. Sepuluh pengujian representatif menunjukkan seluruh keputusan sistem sesuai dengan kondisi ideal budidaya yang ditetapkan, sehingga diperoleh tingkat kesesuaian 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan IoT dan fuzzy logic Tsukamoto dapat digunakan untuk mengotomatisasi pemantauan dan pengendalian lingkungan budidaya jamur tiram.

Kata kunci: jamur tiram, Internet of Things, fuzzy logic, Tsukamoto, monitoring lingkungan

1. Pendahuluan

Budidaya jamur tiram merupakan salah satu kegiatan budidaya yang dapat dikembangkan oleh petani skala kecil dan menengah. Namun, keberhasilan pertumbuhan jamur dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama suhu dan kelembaban. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa parameter

Diterima Redaksi : 10-09-2026 | Selesai Revisi : 23-09-2026 | Diterbitkan Online : 01-10-2026

tersebut perlu dipantau dan dikendalikan agar kondisi ruang budidaya tetap mendukung pertumbuhan jamur tiram. Pengendalian yang tidak konsisten dapat menyebabkan kondisi lingkungan berubah dan berdampak pada proses pertumbuhan.[1] [2]

Pada Desa Limau Mungkur, Kecamatan Pematang Jaya, Kabupaten Langkat, budidaya jamur tiram dilakukan secara sederhana. Pengaturan lingkungan masih dilakukan secara manual, antara lain dengan penyemprotan menggunakan sprayer pada pagi dan sore hari. Kondisi tersebut membuat pengendalian suhu dan kelembaban belum berlangsung secara otomatis dan berkelanjutan. Penelitian ini memanfaatkan IoT untuk memperoleh data lingkungan secara real-time dan fuzzy logic Tsukamoto untuk menghasilkan keputusan pengendalian berdasarkan kondisi sensor.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan mikrokontroler dan IoT untuk monitoring suhu dan kelembaban pada budidaya jamur tiram. Fitriawan et al. menerapkan IoT untuk pengendalian suhu dan kelembaban, sedangkan Sofwan et al. menggunakan sensor DHT22 dan server Blynk. Kristiyanti et al. mengembangkan monitoring berbasis MQTT dan Telegram BOT. Penelitian lain menerapkan fuzzy logic pada sistem kumbung jamur. Penelitian ini memadukan pengukuran DHT22, Wemos D1 Mini, aktuator kipas dan humidifier, serta fuzzy logic Tsukamoto dengan antarmuka web untuk kontrol dan monitoring.

Tujuan penelitian adalah merancang sistem kontrol dan monitoring kualitas udara budidaya jamur tiram, menerapkan fuzzy logic Tsukamoto untuk menentukan keputusan pengendalian, dan memanfaatkan IoT untuk pengiriman serta pemantauan data secara real-time.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi dan Peralatan

Penelitian menggunakan prototype sederhana yang ditempatkan di Desa Limau Mungkur, Kecamatan Pematang Jaya, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Pengembangan dan pengujian dilakukan pada September 2025 sampai Februari 2026. Perangkat keras yang digunakan meliputi sensor DHT22, Wemos D1 Mini, relay dua kanal, humidifier, dan kipas. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Windows 11 Home, web browser, XAMPP, Laravel, MySQL, dan hosting web.

2.2. Arsitektur Sistem

DHT22 membaca suhu dan kelembaban udara pada prototype. Data diteruskan ke Wemos D1 Mini untuk diproses menggunakan fuzzy logic Tsukamoto. Hasil proses digunakan untuk menentukan status kipas dan humidifier melalui relay. Data sensor dan status aktuator dikirim melalui koneksi internet ke server dan disimpan pada basis data, kemudian ditampilkan pada dashboard web. Dengan alur tersebut, sistem dapat melakukan monitoring dan pengendalian secara terintegrasi.

2.3. Fuzzy Logic Tsukamoto

Variabel input sistem terdiri atas suhu dan kelembaban, sedangkan keluaran berupa keputusan kendali kipas dan humidifier. Himpunan fuzzy suhu terdiri atas dingin, netral, dan panas. Himpunan fuzzy kelembaban terdiri atas kering, lembab, dan basah. Output kipas dan humidifier menggunakan himpunan tindakan mati dan hidup.

Fungsi keanggotaan suhu menggunakan batas 26–28 °C untuk transisi dingin, 26–28–30 °C untuk netral, dan 28–30 °C untuk panas. Kelembaban menggunakan batas 65–75% untuk kering, 65–75–85% untuk lembab, dan 75–85% untuk basah. Nilai keluaran kipas berada pada rentang 1600–3200, sedangkan keluaran humidifier berada pada rentang 850–1700.

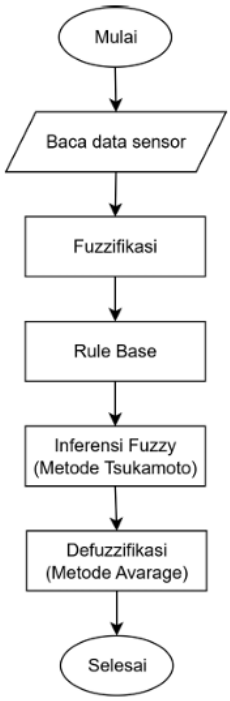
Aturan pengendalian kipas terdiri atas: jika suhu dingin maka kipas mati; jika suhu netral maka kipas mati; dan jika suhu panas maka kipas hidup. Aturan humidifier terdiri atas: jika kelembaban kering maka humidifier hidup; jika kelembaban lembab maka humidifier mati; dan jika kelembaban basah maka humidifier mati.

Pada metode Tsukamoto, setiap aturan menghasilkan nilai predikat berdasarkan derajat keanggotaan input. Nilai keluaran masing-masing aturan diperoleh dari fungsi keanggotaan monoton, kemudian seluruh keluaran digabungkan melalui defuzzifikasi rata-rata terbobot. Persamaan defuzzifikasi yang digunakan adalah:

$$Z^* = (\Sigma\, \alpha_i\, z_i) / (\Sigma\, \alpha_i)$$

dengan Z^* merupakan nilai crisp hasil defuzzifikasi, α_i merupakan nilai predikat aturan ke-i, dan z_i merupakan nilai keluaran aturan ke-i.

Agar memudahkan skema sistem metode fuzzy logic Tsukamoto dibentuk sebuah flowchart untuk mengambil keputusan pada sistem :

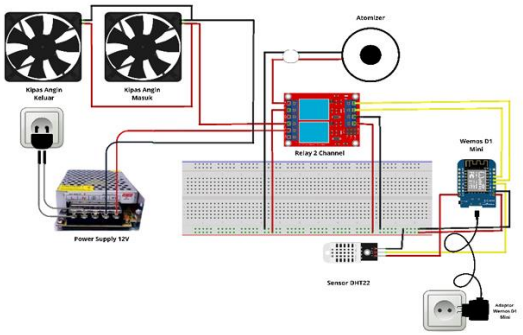


Gambar 1. Metode Fuzzy Logic Tsukamoto

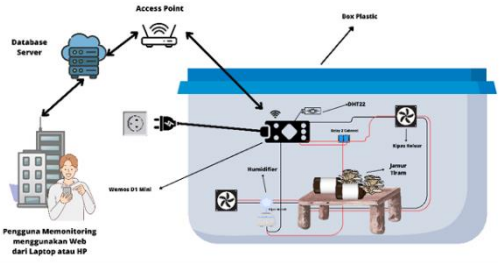
Jika input yang diberikan adalah suhu dan kelembaban maka dapat diterapkan metode fuzzy logic Tsukamoto sebagai berikut : Proses pengambilan keputusan pada sistem logika fuzzy diawali dengan fuzzifikasi, yaitu tahap mengubah nilai input yang bersifat numerik menjadi nilai linguistik. Pada tahap ini, data suhu dan kelembaban yang diukur tidak langsung diproses dalam bentuk angka, melainkan diklasifikasikan ke dalam himpunan linguistik tertentu. Sebagai contoh, suhu dapat dikelompokkan menjadi “dingin”, “netral”, dan “panas” berdasarkan rentang nilai yang telah ditentukan, demikian pula kelembaban yang dapat dibagi ke dalam kategori tertentu sesuai karakteristik sistem. Setelah proses fuzzifikasi, tahap berikutnya adalah penyusunan rule base atau basis aturan. Rule base berisi kumpulan aturan fuzzy yang dibentuk berdasarkan pengetahuan, pengalaman, atau kondisi yang diharapkan dari sistem. Aturan ini umumnya berbentuk pernyataan if–then. Sebagai contoh, jika suhu udara berada pada kondisi panas, maka kualitas udara dapat dikategorikan sebagai “buruk”. Aturan-aturan ini menjadi dasar dalam menentukan respons sistem terhadap berbagai kombinasi input.Tahap selanjutnya adalah inferensi, yaitu proses penalaran menggunakan aturan-aturan fuzzy yang telah ditetapkan. Pada tahap ini, sistem akan menghitung derajat keanggotaan dari setiap aturan yang terpenuhi berdasarkan nilai input. Hasil inferensi menunjukkan seberapa kuat suatu aturan berlaku. Misalnya, jika suhu udara berada pada kondisi netral dan kipas dalam keadaan mati, maka sistem dapat menyimpulkan bahwa kualitas udara berada pada kategori “cukup” dengan derajat keanggotaan tertentu. Tahap terakhir adalah defuzzifikasi, yaitu proses mengubah hasil inferensi yang masih berupa nilai linguistik atau fuzzy menjadi nilai numerik yang tegas (crisp). Nilai ini selanjutnya dapat digunakan sebagai keluaran sistem atau dasar pengambilan keputusan. Defuzzifikasi dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti metode rata-rata (average) atau metode pusat massa (centroid), sehingga diperoleh satu nilai akhir yang merepresentasikan kondisi sistem secara keseluruhan.

2.4. Rancangan Sistem

Berikut adalah gambaran skema dari alat dan ilustrasi keseluruhan sistem dari sistem kontrol dan monitoring kualitas udara untuk budidaya jamur tiram menggunakan metode fuzzy logic berbasis Internet of Things sebagai berikut :



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan Alat



Gambar 3. Ilustrasi Keseluruhan Alat

Kedua gambar di atas menggambarkan struktur sistem yang terdiri dari sebuah prototype box plastic yang dilengkapi dengan sensor-sensor pendeteksi kualitas udara pada budidaya jamur tiram. Data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut dikirim ke mikrokontroler untuk diproses. Melalui metode fuzzy logic, mikrokontroler kemudian mengambil keputusan apakah kipas dan humidifier perlu

diaktifkan atau tidak. Jika humidifier diaktifkan, maka uap air halus akan keluar sehingga dapat meningkatkan kelembaban udara di dalam box plastik, sedangkan jika kipas diaktifkan, maka akan mengeluarkan angin di dalam box plastik.

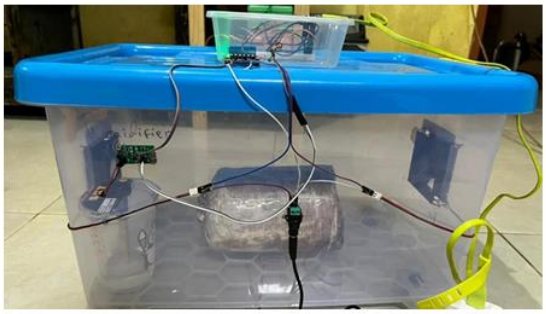
Setelah proses penentuan sistem kendali, data mengenai kualitas udara yang terdiri dari suhu dan kelembaban akan dikirim ke cloud server dan disimpan dalam database. Data ini akan ditampilkan pada web sistem informasi yang tersedia untuk pengguna. Dengan demikian, pengguna dapat melakukan analisis terhadap data kualitas udara yang telah disimpan dan diproses secara terus-menerus oleh sistem.

2.5. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan merekam pembacaan sensor dan status aktuator selama 20 hari. Untuk analisis kesesuaian keputusan fuzzy, digunakan 10 data representatif yang berada pada rentang kerja sistem. Keputusan sistem dibandingkan dengan kondisi ideal budidaya yang digunakan dalam penelitian. Tingkat kesesuaian dihitung dari jumlah keputusan yang sesuai dibagi jumlah pengujian, kemudian dikalikan 100%.

3. Hasil dan Pembahasan

Perangkat keras pada sistem ini dirakit sesuai perancangan sistem.



Gambar 4. Wadah Prototipe Budidaya Jamur Tiram

Bentuk dari prototype alat yang telah di buat dengan menghubungkan beberapa alat elektronik untuk memantau dan mengontrol kualitas udara pada prototype budidaya jamur tiram. Di dalam box ditempatkan beberapa komponen utama, yaitu sensor suhu dan kelembaban, humidifier, serta kipas. Penempatan komponen disesuaikan agar pembacaan sensor tidak terpengaruh secara langsung oleh uap air dari humidifier atau hembusan angin dari kipas. Terdapat dua pendekatan yang berbeda untuk memastikan kinerja sistem kendali dan pemantauan kualiutas udara yang konsisten dan andal. Pendekatan pertama adalah dengan melakukan manipulasi langsung terhadap parameter parameter udara yang diukur.

3.1. Implementasi Sistem

Prototype terdiri atas wadah budidaya sederhana yang dilengkapi DHT22, Wemos D1 Mini, relay, kipas, dan humidifier. Sensor membaca suhu dan kelembaban, kemudian Wemos D1 Mini menjalankan proses fuzzy. Relay mengendalikan aktuator sesuai keluaran sistem. Data hasil pembacaan dikirim ke server dan ditampilkan pada dashboard web. Dashboard menampilkan suhu, kelembaban, status kipas, status humidifier, serta rekap monitoring secara periodik.

3.2. Hasil Pengujian Fuzzy

Tabel 1. Hasil pengujian keputusan fuzzy logic Tsukamoto

No.	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Output Kipas	Status	Output Humidifier	Status	Kesesuaian
1	24,30	85	1600	Mati	850	Mati	Sesuai
2	25,50	82	1600	Mati	950	Mati	Sesuai
3	26,80	78	1800	Mati	1100	Mati	Sesuai
4	27,90	75	2000	Mati	1300	Mati	Sesuai
5	28,50	73	2400	Hidup	1400	Mati	Sesuai
6	29,20	70	2800	Hidup	1600	Mati	Sesuai
7	30,10	68	3000	Hidup	1650	Hidup	Sesuai
8	31,00	65	3200	Hidup	1700	Hidup	Sesuai
9	27,00	90	1800	Mati	850	Mati	Sesuai
10	26,00	88	1600	Mati	900	Mati	Sesuai

Tabel 1 memperlihatkan bahwa seluruh 10 pengujian menghasilkan keputusan yang dinyatakan sesuai. Pada suhu rendah sampai normal, sistem cenderung mempertahankan kipas dalam kondisi mati, sedangkan ketika suhu meningkat, keluaran kipas meningkat dan status berubah menjadi hidup. Pada kelembaban tinggi, humidifier tetap mati, sedangkan pada kondisi kelembaban yang lebih rendah, keluaran humidifier meningkat dan dapat mengaktifkan aktuator.

Berdasarkan pengujian selama 20 hari, sistem menghasilkan rata-rata suhu sebesar 25,1 °C dan rata-rata kelembaban sebesar 85,6%. Nilai tersebut menunjukkan kondisi lingkungan yang relatif stabil selama pengamatan. Data pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca perubahan suhu dan

kelembaban serta memberikan respons aktuator berdasarkan aturan fuzzy yang telah ditentukan.

Perbandingan implementasi fuzzy logic Tsukamoto pada sistem dengan perhitungan manual menghasilkan tingkat kesesuaian 100%. Nilai tersebut diperoleh karena seluruh keputusan pada 10 pengujian representatif sesuai dengan kondisi ideal yang digunakan sebagai acuan penelitian. Hasil ini menunjukkan konsistensi antara proses fuzzy yang dijalankan pada mikrokontroler dan perhitungan yang digunakan untuk validasi.

3.3. Monitoring Berbasis IoT

Implementasi IoT memungkinkan data hasil pembacaan sensor dikirimkan melalui jaringan internet ke server web. Dashboard menampilkan kondisi suhu dan kelembaban serta status kipas dan humidifier. Rekap monitoring menyimpan tanggal, waktu, suhu, kelembaban, dan status aktuator. Fitur tersebut memungkinkan pengguna melihat kondisi lingkungan tanpa melakukan pemeriksaan manual secara terus-menerus.

3.4. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi sensor, mikrokontroler, fuzzy logic, aktuator, dan web monitoring dapat membentuk sistem pengendalian lingkungan yang terintegrasi. Penggunaan DHT22 memberikan data suhu dan kelembaban sebagai dasar pengambilan keputusan. Fuzzy logic Tsukamoto digunakan untuk mengubah kondisi sensor menjadi keputusan kendali melalui aturan yang sederhana. Sementara itu, IoT menyediakan jalur pengiriman data sehingga hasil monitoring dapat ditampilkan pada sistem web.

Dibandingkan penelitian terdahulu yang berfokus pada monitoring atau pengendalian dengan platform tertentu, sistem pada penelitian ini menggabungkan pengambilan keputusan fuzzy dengan monitoring berbasis web. Namun, pengujian masih dilakukan pada prototype

sederhana dan belum menguji kondisi lapangan yang lebih kompleks. Karena itu, penerapan pada kumbung sebenarnya perlu pengujian lanjutan dengan variasi lingkungan dan parameter yang lebih luas.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol dan monitoring budidaya jamur tiram berbasis IoT menggunakan fuzzy logic Tsukamoto. Sistem menggunakan DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban, Wemos D1 Mini sebagai pengendali, serta kipas dan humidifier sebagai aktuator. Selama pengujian 20 hari diperoleh rata-rata suhu 25,1 °C dan kelembaban 85,6%. Pengujian 10 data representatif menunjukkan seluruh keputusan sistem sesuai dengan kondisi ideal yang ditetapkan sehingga tingkat kesesuaian mencapai 100%. Sistem juga mampu mengirimkan dan menampilkan data secara real-time melalui web. Pengembangan berikutnya dapat diarahkan pada pengujian skala lapangan, penambahan sensor, pengembangan aturan fuzzy, dan peningkatan konektivitas untuk monitoring jarak jauh.

Daftar Rujukan

[1] Basirun, A. R., Kautsar, M. N. Al, Anggraini, V., Mesin, T., Mada, U. G., & No, J. G. (2024). Smart Monitoring System Pada Pembudidayaan Jamur Tiram Menggunakan Metode Fuzzy Logic. 03(1), 39–45.

[2] Dewi, K., Nirwana, H., & Saputra, A. (2018). Sistem Monitoring Dan Kontrol Suhu Serta Kelembaban Budidaya Jamur Tiram Berbasis Wireless Sensor Network. Teknik Komputer & Jaringan, 2018, 191–196.

[3] Fitri, A. N., & Yendri, D. (2023). Journal on Computer Hardware , Signal Processing , Embedded Rancang Bangun Pelembab Udara Ruangan (Humidifier) berbasis Mikrokontroler. 04(01), 61–70.

[4] Fitriawan, H., Ali, K., Cahyo, D., Purwiyanti, S., & Alam, S. (2020). PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN PADA BUDIDAYA JAMUR TIRAM BERBASIS IoT IoT BASED CONTROLLING TEMPERATURE AND HUMIDITY ON OYSTER MUSHROOMS CULTIVATION. http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v9.i1.28-37

[5] Kristiyanti, D. R., Wijayanto, A., & Aziz, A. (2022). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internet of Things Menggunakan MQTT dan Telegram BOT. Adopsi Teknologi Dan Sistem Informasi (ATASI), 1(1), 61–73. https://doi.org/10.30872/atasi.v1i1.60

[6] Maulana, D., Indra, J., & ... (2022). Pengembangan Sistem Kumbung Jamur Dengan Nodemcu Esp8266 Menggunakan Metode Fuzzy Logic. … Student Journal for …, III, 235–245. http://journal.ubpkarawang.ac.id/mahasiswa/index.php/ssj/article/view/445%0Ahttps://journal.ubpkarawang.ac.id/mahasiswa/index.php/ssj/article/downlo ad/445/359

[7] Rahman, R. A., & Muskhir, M. (2021). Monitoring Pengontrolan Suhu dan Kelembaban Kumbung Jamur tiram. JTEIN: Jurnal Teknik

Elektro Indonesia, 2(2), 266–272. https://doi.org/10.24036/jtein.v2i2.184

[8] Safira, N., & Ula, M. (n.d.). MERANG BERBASIS IOT DENGAN METODE. 38 57.

[9] Sofwan, A., Wafdulloh, Y., Akbar, M. R., & Setiyono, B. (2020). SISTEM PENGATURAN DAN PEMANTAUAN SUHU DAN KELEMBAPAN PADA RUANG BUDIDAYA JAMUR TIRAM BERBASIS IoT (INTERNET OF THINGS). Transmisi, 22(1), 1–5. https://doi.org/10.14710/transmisi.22.1.1-5

[10] Ula, M., Tjut Adek, R., & Mukhlish. (2023). Towards The Secure Internet of Things: Threats and Solution. Proceedings of Malikussaleh International Conference on Multidisciplinary Studies (MICoMS), 3, 00029. https://doi.org/10.29103/micoms.v3i.188

[11] Ummah, M. S. (2019). Sistem pembetungan terpusat:Srategi melestarikan lingkungan. Sustainability (Switzerland), 11(1), 1-14.

[12] Wina, D. S. (2022). Budidaya Jamur Tiram Putih (PLEUROTUS OSTREATUS). 63–75.