

#### Article history

Received Jul 26, 2020

Accepted Dec 12, 2020

## DESAIN IOT UNTUK SMART KUMBUNG DENGAN THINGSPEAK DAN NODEMCU

Wajiran<sup>1)</sup>, S. D. Riskiono<sup>2)</sup>, P. Prasetyawan<sup>3)</sup>, M. Iqbal<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Teknokrat Indonesia

<sup>4</sup> Ilmu Komputer, Universitas Lampung

Email : [wajiran@teknokrat.ac.id](mailto:wajiran@teknokrat.ac.id), [sampoerna.go@teknokrat.ac.id](mailto:sampoerna.go@teknokrat.ac.id),  
[purwono.prasetyawan@teknokrat.ac.id](mailto:purwono.prasetyawan@teknokrat.ac.id), [muhammadiqbal@fmipa.unila.ac.id](mailto:muhammadiqbal@fmipa.unila.ac.id)

### Abstract

*Mushroom Kumbung is a house to take care of mushroom baglog and grow mushrooms, made from bamboo or wood. This Kumbung must have the ability to maintain the temperature and humidity of the mushroom so that it grows optimally. Control of the condition of mushroom kumbung is usually done manually, by spraying water on the mushroom baglog. This is less effective when a farmer has many kumbung, especially if far from his home. This requires a technology that can control and monitor the temperature and humidity of the kumbung. This research designs Internet of Things (IoT) technology for smart kumbung systems to condition their temperature and humidity. This research method is experimental with a quantitative approach. This study tried Thingspeak as an IoT platform with NodeMCU as its microcontroller. The sensor used for sensing humidity and temperature is DHT22 with an actuator is a sprayer, a blower and a lamp. Realtime temperature and humidity monitoring data can be accessed through an internet browser. The system works functionally according to the desired work design. Error value from the reading of the DHT22 sensor with a Digital Thermometer Hygrometer measuring instrument is still in the working area of DHT22.*

**Keywords:** *Temperature, Humidity, DHT22, Digital Thermometer Hygrometer, Internet of Things.*

### Abstrak

Kumbung jamur merupakan rumah yang digunakan untuk merawat baglog jamur dan menumbuhkan-kembangkan jamur, yang terbuat dari bambu atau kayu. Kumbung ini harus memiliki kemampuan untuk menjaga suhu dan kelembapan jamur supaya jamur tumbuh secara optimal. Pengendalian kondisi kumbung jamur biasanya dilakukan secara manual, dengan penyemprotan air pada baglog jamur. Hal ini dinilai kurang efektif bilamana seorang petani mempunyai banyak kumbung, terlebih bila jauh dari tempat-tinggalnya. Untuk itu diperlukan suatu teknologi yang dapat mengendalikan dan memantau suhu dan kelembapan kumbung jamur tersebut. Penelitian ini mendesain teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk sistem kumbung yang pintar dalam mengkondisikan suhu dan kelembapannya. Metode penelitian ini bersifat eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian ini mencoba Thingspeak sebagai platform IoT dengan NodeMCU sebagai mikrokontrolernya. Sensor yang digunakan untuk *sensing* kelembapan dan suhu adalah DHT22 dengan aktuator berupa *sprayer-pump*, *blower* dan lampu pijar. Data pemantauan suhu dan kelembapan *realtime* bisa diakses melalui internet browser. Sistem secara fungsional bekerja baik, sesuai dengan desain kerja yang diinginkan. Nilai galat dari pembacaan sensor DHT22 dengan alat ukur *Digital Thermometer Hygrometer* masih dalam kawasan kerja DHT22.

**Kata Kunci:** *Suhu, Kelembapan, DHT22, Digital Thermometer Hygrometer, Internet of Things.*

## 1. PENDAHULUAN

Jamur Tiram merupakan salah satu bahan makanan atau protein alternatif untuk kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Jamur tiram, terlebih tiram putih merupakan jenis jamur kayu yang memiliki kandungan nutrisi lebih tinggi dibandingkan dengan jenis jamur lainnya. Menurut Nunung dalam (Nasution, 2016) hal ini dikarenakan Jamur tiram putih mengandung protein, lemak, fosfor, besi, *thiamin* dan *riboflavin* lebih tinggi dibandingkan jenis jamur lainnya. Di Mesuji, jamur tiram mulai diminati dan menjadi sumber alternatif protein baru, awal tahun 2011 jamur tiram mulai dikenalkan di masyarakat (Suryani dan Hermawanda, 2015). Saat ini budidaya jamur tiram menjadi prospek di Lampung, karena permintaan sebagai sumber protein alternatif ini semakin meningkat. Seperti dilansir oleh media masa online LAMPOST bahwa Yepta petani jamur tiram, warga desa Sumberarum, kecamatan Kotabumi Lampung, mengatakan budidaya jamur tiram dapat dijadikan usaha alternatif sampingan bagi keluarga asal pelaku usaha sabar dan tekun beliau menyampaikan budidaya ini menguntungkan sebab bahan baku untuk media tanam jamur di Lampung Utara cukup murah dan melimpah (Hardiyanto, 2019).

Dalam budidaya jamur tiram diperlukan Kumbung. Kumbung atau rumah jamur terbuat dari kayu atau bambu dengan dinding papan atau geribik, yang digunakan sebagai tempa untuk merawat baglog jamur dan menumbuhkan jamur. Sedangkan baglog adalah media tanam tempat meletakkan bibit jamur. Kumbung ini harus memiliki kemampuan untuk menjaga suhu dan kelembapan jamur supaya tumbuh secara optimal. Pengendalian kondisi kumbung jamur biasanya dilakukan manual, dengan penyemprotan air pada baglog jamur.

Menurut Hermawan (2015), cara perawatan budidaya jamur tiram adalah dengan mengendalikan suhu dan kelembapan baglog jamur dengan penyemprotan air 2-3 kali dalam sehari, tergantung kondisi kumbung dan suhu dijaga pada kisaran 16-24°C. Menurut Suharjo (2015) pun demikian bahwa dilakukan penyemprotan air setiap pagi dan sore hari dengan *hand sprayer*. Hal ini kurang efektif dimana petani secara manual mencek dan mengendalikan kondisi kumbung untuk menjaga suhu dan kelembapan yang ideal bagi pertumbuhan jamur. Pertumbuhan jamur tiram

pada fase inkubasi memerlukan suhu 16-20°C dengan kelembapan 70-90% dan pada fase pembentukan tubuh jamur memerlukan suhu 26-29°C dengan kelembapan 70-90%.

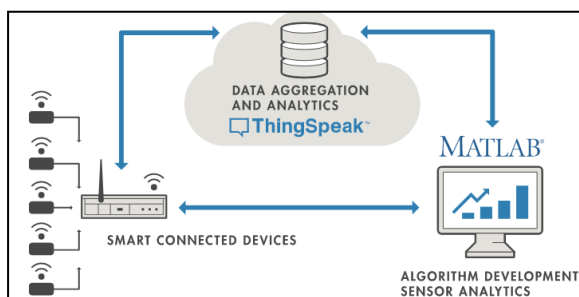
Pada era industri 4.0 saat ini dikenal teknologi *Internet of Things* (IoT). IoT merupakan konsep teknologi yang mengusung konektivitas antar benda-benda. Dalam hal ini Kumbung sebagai benda yang akan dipantau dan dikendalikan baik manual atau otomatis dan smartphone sebagai interfacenya. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain konsep teknologi IoT untuk menghadirkan *smart kumbung*, dengan kepiintaran mampu menjaga konsisi suhu dan kelembapan yang ideal untuk pertumbuhan jamur di baglog, sehingga nantinya petani dapat memantau kondisi kumbung via smartphone.

Menurut Satya (2018) *Internet of Things* (IoT) adalah satu dari lima teknologi utama yang menopang pembangunan industri 4.0. Teknologi ini mengusung konsep konektivitas antar mesin/benda, antar manusia dan antar benda/mesin dengan manusia via internet. Konektivitas ini ditingkatkan dari "kapan saja, di mana saja" untuk "siapa saja" menjadi "kapan saja, di mana saja" untuk "apa pun". Ini mengizinkan banyak objek yang smart mengindra aktifitas/kondisi lingkungan sekitar, mengirim data ke internet untuk pemantauan dan atau pengendalian secara otomatis dan *realtime* (Kavre, Gadekar, & Gadhade, 2019).

Penerapan konsep IoT telah banyak dilakukan dengan berbagai penelitian di berbagai bidang kehidupan diantaranya adalah untuk sistem pemantauan dan notifikasi kualitas udara, *power management system*, *smart home*, *smart plant house*, dan berbagai aplikasi pengendali dan pemantau lainnya secara *realtime* yang membuat pekerjaan lebih mudah dan efektif. Dalam menghadirkan konsep IoT di penelitian sistem *monitoring* dan notifikasi kualitas udara Waworundeng dan Oktoverano (2018) menggunakan mikrokontroler WeMos Esp8266 dev board dengan Thingspeak sebagai Platform IoT serta Blynk untuk notifikasinya di smartphone. Banyak yang menggunakan Thingspeak untuk platform IoT, selain mereka diantaranya: Susanto (2018) yang mendesain dan implementasi pemantau tegangan dan arus, Arafat (2016) dalam membuat Sistem pengaman pintu, Halifatullah, Sulaksono, & Tukadi, (2019) dalam merancang bangun sistem monitoring infus, Nugroho (2018) dalam sistem *monitoring*

kehadiran siswa dengan sepatu yang terhubung ke internet, Samsugi, Ardiansyah, & Kastutara (2017) dalam merancang sistem kendali jarak jauh menggunakan arduino dan modul WiFi Esp8266 dan Arrosida, Sudaryanto, & Setyawan (2019) dalam pengabdian kepada masyarakat di Madiun membuat *Smart plant house* pada budidaya jamur tiram.

Banyak IoT platform yang digunakan selain Thingspeak, diantaranya Google Cloud Platform, Microsoft Azure IoT, Particle, Salesforce IoT Cloud, ThingWorx, IBM Watson IoT, Amazon AWS IoT Core, Samsung Artik Cloud, Oracle IoT dan Cisco IoT Cloud Connect. Adapun Thingspeak merupakan salah satu platform *open source Internet of Things (IoT)* aplikasi dengan API yang dapat menyimpan dan mengambil data dari node-sensor menggunakan protokol HTTP melalui Internet atau melalui Local Area Network. Hal ini memungkinkan pembuatan aplikasi *sensor logging* atau aplikasi lokasi pelacakan dan lainnya. ThingSpeak telah terintegrasi dengan komputasi perangkat lunak MATLAB dari MathWorks yang memungkinkan pengguna untuk menganalisis dan mem-visualisasikan data tanpa memerlukan pembelian lisensi dari MathWorks, Ilustrasi ini dapat dilihat pada Gambar 1. Layanan Thingspeak dapat diakses gratis bilamana mengambil paket untuk *small non-commercial projects* (Thingspeak IoT Platform).



Gambar 1. Arsitektur Thingspeak (Thingspeak IoT Platform)

Sedangkan penerapan konsep IoT untuk pertanian khususnya yang membahas untuk menjaga konsisi suhu dan kelembapan kumbung pun sudah banyak diantaranya adalah Agusta, Andjarwirawan, & Lim (2019) menggunakan web server sendiri untuk monitoring kelembapan dari sensor SHT11, dan menggunakan mikrokontroler WsMos D1 Esp8266, serta aktuator Mist sprayer. Hasil yang diperoleh dapat menjaga kelembapan dengan tingkat

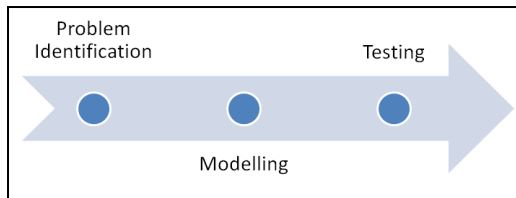
toleransi 5%. Fadilah, Kamelia & Efendi (2019) menggunakan IFTTT sebagai platform IoT, dengan mikrokontroler NodeMCU Esp8266 dan sensor DHT11 serta aktuator berupa, kipas, mist maker, pemanas. Hasil yang diperoleh dapat membaca suhu dengan galat  $1,8^{\circ}\text{C}$  dan galat kelembapan terbesar 8.5%. Sofwan (2020) menggunakan web server Blynk dan aplikasi android Blynk untuk pengaturan dan pemantauan suhu dan kelembapan kumbung. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega328 ditambah modul wifi Esp8266 dengan sensor DHT22 serta aktuator berupa Kipas, kompa sprayer, TEC, Ultrasonic Mist Maker. Hasil yang diperoleh terdapat galat yang kecil  $0,28^{\circ}\text{C}$  untuk pembacaan suhu dan  $2,66\% \text{RH}$  untuk pembacaan kelembapan. Fitriawan (2020) menggunakan platform IoT Ubidots dengan mikrokontroler ATmega2560 ditambah Ethernet Shield W5100. Sensor yang digunakan untuk mengindra suhu dan kelembapan adalah DHT22 dengan aktuator berupa lampu pijar dan sprayer pump. Adapun waluyo (2018) menggunakan SD card untuk menyimpan data logger tidak koneksi ke internet hanya untuk pengendalian otomatis, tidak bisa dipantau secara realtime.

Dalam menghadirkan konsep teknologi IoT yang *low-cost* dan berbeda dengan penelitian sebelumnya untuk pemantauan dan pengendalian suhu dan kelembapan kumbung jamur secara *realtime*, maka diusulkan Thingspeak dan NodeMCU untuk IoT platformnya. Dimana NodeMCU bersifat *opensource* dan layanan Thingspeak dengan paket yang *free*. Adapun Sensor yang digunakan DHT22, sensor untuk mengindra suhu dan sekaligus kelembapan. Dengan aktuator berupa Lampu pijar ON bila kelembapan tinggi diatas  $90\%$  dan *sprayer pump & blower* ON bila suhu tinggi diatas  $29^{\circ}\text{C}$  dalam menjaga pertumbuhan jamur pada fase pembentukan tubuh buah jamur.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

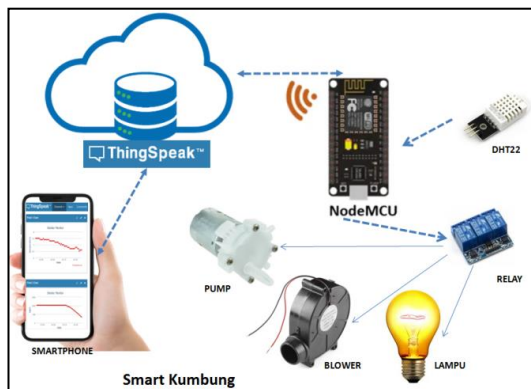
Metode penelitian ini bersifat eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Ilustrasi tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Tahap pertama identifikasi masalah dengan metode studi literatur mencari masalah yang ada dilapangan dan teknologi yang belum dikaji untuk menyelesaikan masalah tersebut. Tahap berikutnya *modelling* yang meliputi kegiatan analisa kebutuhan sistem yang diusulkan untuk

menyelesaikan masalah dan kegiatan mendesain alat uji, berupa prototipe rangkaian sistem yang arsitektur sistem berupa diagram blok sistem, rangkaian elektronika alat dan flowchart cara kerja alat. Tahap terakhir adalah *Testing*, pengujian alat dengan menggunakan teknik unit testing, dimana diuji secara fungsionalitas di setiap unit/bagian sistem.



Gambar 2. Desain Penelitian

Arsitektur sistem dari smart kumbang dapat dilihat pada Gambar 3, dan kebutuhan komponen elektronika sistem ini dapat dilihat pada Tabel 1, berikut ini.



Gambar 3. Arsitektur sistem smart kumbang

Tabel 1. Kebutuhan komponen utama sistem

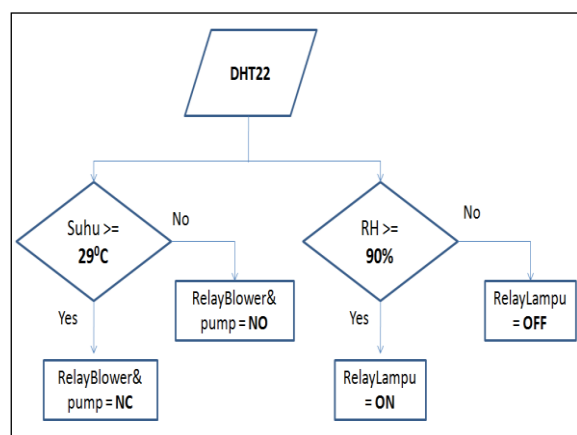
No	Komponen utama	Kegunaan
1.	NodeMCU	Sebagai mikrokontroler yang bisa langsung membuat koneksi bila ada WiFi
2.	DHT22	Sebagai sensor untuk mengindra suhu dan kelembapan
3.	Relay 3 channel	Digunakan untuk memutus tegangan AC, dengan kondisi NO (Normaly Open)
4.	Sprayer - Pump	Sebagai aktuator dari pembacaan suhu yang tinggi
5.	Blower	Sebagai aktuator dari pembacaan suhu yang tinggi, paralel dengan sprayer-pump
6.	Lampu Pijar	Sebagai aktuator dari pembacaan kelembapan yang tinggi
7.	Smartphone	Sebagai sarana untuk memantau kondisi kumbang via aplikasi

Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU board, bila menggunakan Arduino board diperlukan perangkat tambahan agar dapat terhubung langsung dengan WiFi dan membuat koneksi TCP/IP yaitu dengan modul WiFi ESP8266. Setelah memproses data hasil *sensing* dari sensor dengan NodeMCU bisa langsung diteruskan atau disimpan di Cloud: Thingspeak. NodeMCU ini sudah dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana sejumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang digunakan. AT Command dengan terminal putty adalah *Firmware default* yang digunakan oleh ESP8266. Selain itu bisa menggunakan NodeMCU sebagai firmware SDKnya dengan bahasa pemrograman LUA, atau dengan mudah bisa menggunakan ARDUINO IDE dengan menambahkan library ESP8266.

Sensor yang digunakan untuk mengindra suhu dan sekaligus kelembapan adalah DHT22. Sensor ini mempunyai kemampuan yang cukup cepat dan akurat serta jarak pembacaan yang luas. Sensor ini bekerja pada jangkauan kelembapan 0-100% dan suhu pada jangkauan 40-80°C. Akurasi dari sensor DHT22 adalah 0,50C untuk pembacaan suhu dan  $\pm 2\%$  untuk pembacaan kelembapan (DHT22 Datasheet).

Adapun aktuator yang digunakan untuk mengendalikan suhu dan kelembapan di lingkungan dalam kumbang adalah menggunakan *blower* dan *sprayer* serta lampu pijar yang dibantu dengan *relay 3 channel*.

Cara kerja alat diuraikan dalam bentuk flowchart yang dapat dilihat pada Gambar 4, berikut ini.



Gambar 4. Flowchart kerja alat

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Hasil

Pengujian pembacaan sensor suhu dan kelembapan DHT22 dibandingkan dengan alat ukur *Digital Thermometer Hygrometer*, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji pembacaan sensor DHT22

No	SUHU (°C)			KELEMBAPAN/RH (%)		
	Sensor	Alat ukur	Galat	Sensor	Alat Ukur	Galat
1.	28,78	28,91	0,115	89,93	90,95	1,03
2.	28,85	28,97	0,110	90,38	91,41	1,04
3.	28,83	28,95	0,115	89,73	90,78	1,06
4.	28,88	29,01	0,105	89,45	90,45	1,00
5.	28,93	29,04	0,115	89,50	90,54	1,04
6.	29,00	29,10	0,120	89,93	90,96	1,04
7.	29,05	29,14	0,190	89,95	90,98	1,03
8.	29,18	29,30	0,105	90,10	91,12	1,02
9.	29,20	29,27	0,130	88,93	89,95	1,03
10	29,43	29,53	0,115	88,60	89,63	1,03

Pengujian aktuator *sprayer* dan *blower* serta lampu pijar terhadap status *relay* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji aktuator terhadap status relay

No	RELAY			AKTUATOR		
	Ch-1	Ch-2	Ch-3	Blower	Pump	Lampu
1.	NC	NC	NC	on	on	on
2.	NO	NO	NO	off	off	off
3	NC	NC	NC	on	on	on
4	NO	NO	NO	off	off	off
5	NC	NC	NC	on	on	on

Pengujian sistem *smart* kumbang dengan fungsionalitas menjaga kondisi kumbang, suhu tidak boleh lebih dari 29°C dan kelembapan dibawah 90% RH. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil uji fungsionalitas *smart* kumbang

No	PEMBACAAN SENSOR		AKTUATOR		
	Suhu (°C)	RH(%)	Blower	Pump	Lampu
1.	28,78	90,10	off	off	on
2.	28,85	90,38	off	off	on
3.	28,83	90,38	off	off	on
4.	28,88	89,45	off	off	off
5.	28,93	89,50	off	off	off
6.	29,00	89,93	on	on	off
7.	29,05	89,95	on	on	off
8.	29,18	89,93	on	on	off
9.	29,20	88,93	on	on	off
10.	29,43	88,60	on	on	off

#### b. Pembahasan

Dari Tabel 2. Hasil uji pembacaan sensor DHT22, memberikan informasi bahwa nilai rerata galat adalah 0,122°C untuk pembacaan suhu dan 1,03% untuk pembacaan kelembapan. Galat ini masih sesuai dengan sistem kerja alat *smart* kumbang. Nilainya masih kecil dan memang masih berada dalam kawasan kerja komponen DHT22 bila merujuk ke datasheetnya. Akurasi sensor ini adalah 0,5°C untuk pembacaan suhu dan ±2% untuk pembacaan kelembapan (DHT22 Datasheet).

Semua aktuator dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan status kondisi relay menurut Tabel 3. Sesuai dengan cara kerja alat dimana bilamana status Relay channel-1 *Normally Closed* (NC) maka menghidupkan *blower* dan Relay channel-2 dengan status NC akan menghidupkan *sprayer-pump* sedangkan Relay channel-3 dengan status NC menghidupkan Lampu pijar. Bilamana ketiga channel relay dengan status *Normally Open* (NO) maka berlaku sebaliknya mati/OFF semua aktuator.

Sistem berjalan sesuai dengan flowchart kerja alat menurut hasil uji Tabel 4. Dimana sistem menjaga kondisi kumbang agar suhu tidak lebih dari 29°C dan kelembapan kurang dari 90%RH. Sistem menghidupkan lampu untuk menurunkan

kelembaban diatas 90%RH dan akan menghidupkan *blower* dan *sprayer* untuk menurunkan suhu bila panas diatas 29°C.

#### 4. PENUTUP

##### a. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah secara fungsionalitas sistem *smart* kumbung bekerja dengan baik, dimana sensor dan aktuator bekerja sesuai dengan desain kerja alat, suhu tidak lebih dari 29°C dan kelembapan kurang dari 90%RH. Kemudian nilai rerata galat dari pembacaan sensor DHT22 adalah 1,03% untuk kelembapan, dan 0,122°C untuk suhu, artinya ini masih sesuai dengan lingkungan kerja DHT22. Adapun untuk pemantauan suhu dan kelembapan kumbung secara realtime bisa melalui server Thingspeak.

##### b. Saran

Saran yang dapat dijadikan percobaan untuk penelitian berikutnya adalah mengembangkan prototipe ini kearah teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) bilamana banyak sekali node/kumbung yang dikendalikan, sehingga isa memonitor dan mengontrol banyak kumbung yang tersebar dimanapun.

#### 5. REFERENSI

- Agusta, A.R., Andjarwirawan, J., & Lim, R. (2019). Implementasi Internet of Things Untuk Menjaga Kelembaban Udara Pada Budidaya Jamur. *Jurnal INFRA*, 7(2).
- Arafat (2016). Sistem pengamanan pintu rumah berbasis internet of things (iot) dengan esp8266. *Technologia*, 7(4), 262-268.
- Arrosida, H., Sudaryanto, A., & Setyawan, S.B. (2019). Smart Plant House Pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internet Of Things. *DIKEMAS*, 3(3), 39-46.
- DHT22 Datasheet. Digital-output relative humidity & temperatur sensor/module DHT22. Aosong Electronic Co.Ltd.
- Fadilah, R., Kamelia, L., & Effendi, M.R. (2019). Sistem Otomasi dan Monitoring Pertumbuhan Jamur Tiram Putih Berbasis IFTTT. *SENTER*, 601-610.
- Fitriawan, H., Cahyo, K.A.D., Purwiyanti S. & Alam, S. (2020). Pengendalian Suhu Dan

Kelembaban Pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Iot. *Jurnal JTP*, 9(1).

- Halifatullah, I., Sulaksono, D.H. & Tukadi (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Infus Dengan Penerapan Internet Of Things (Iot) Berbasis Android. *Jurnal POSITIF*, 5(2).
- Hardiyanto, Y. (2019, September 8). Budidaya Jamur Tiram bisnis rumahan yang menjanjikan. LAMPOST. Tersedia dari: <https://www.lampost.co/berita-budidaya-jamur-tiram-bisnis-rumahan-yang-menjanjikan.html>.
- Hermawan, H. (2015) Teknologi Budidaya Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *BPTP Balitbangtan Jambi*.
- Hermawanda, A. & Ari, W. (2015). Teknik Budidaya Jamur Tiram di Kabupaten Mesuji Lampung. *BPTP Lampung: Prosiding Seminar Nasional Ilmu Pertanian dan Inovasi Teknologi*, 211-217.
- Kavre, M. , Gadekar, A. & Gadhade, Y. (2019) Internet of Things (IoT): A Survey, *IEEE Pune Section International Conference*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/PuneCon46936.2019.9105831>.
- Nasution, J. (2016). Kandungan Karbohidrat dan Protein Jamur Tiram Putih (*Pleurotus Ostreatus*) dalam Kayu Kemiri (*Aleurites Moluccana*) dan Media Tanam Bubuk Kayu Campuran. *EKSAKTA*, 1, 38-41.
- Nugroho, A.S.B., Almira, T., Quadratullah A. & Saufi, A. (2018). Sistem Monitoring Kehadiran Siswa Menggunakan Nodemcu Pada Sepatu Pada Sepatu Yang Terhubung Pada Server Pemantauan Kehadiran Siswa. *Jurnal ELTIKOM*, 2(2). <https://doi.org/10.31961/eltikom.v2i2.48>
- Patel, K. & Patel, S.M. (2016) Internet of things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. *International journal of engineering science and computing*, 6(5).
- Samsugi, S. Ardiansyah, & Kastutara, D. (2017) Internet Of Things (Iot): Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino Dan Modul Wifi Esp8266. *Prosiding RTII*, 295-303.
- Satya, V.E. (2018). Indonesia's Strategy in Facing Industry 4.0. *Info Singkat*, 10(9).

- Sofwan, A., Wafdulloh, Y., Akbar, M., & 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>
- Suharjo, E., (2015). Budidaya Jamur Tiram Media Kardus. *AgroMedia Pustaka*.
- Susanto (2018) Desain Dan Implementasi Pemantau Tegangan Dan Arus Motor Dc Menggunakan Konsep Internet Of Things (IoT), *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 5(1), 5-12.
- Thingspeak IoT Platform. Tersedia dari: <https://thingspeak.com/>.
- Waluyo, S., Wahyono, R.E., Lanya, B., & Telaumbanua, M. (2018). Pengendalian Temperatur dan Kelembaban dalam Kumbung Jamur Tiram (*Pleurotus sp*) Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Agritech*, 38(3), 282-288.
- Waworundeng, J., & Lengkong, O. (2018). Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT. *Cogito Smart Journal*, 4(1), 94-103.