

Pemanfaatan Teknologi IoT untuk Pengaturan Suhu dalam Budidaya Jamur Merang pada Media Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Upaya Kontribusi terhadap Perekonomian Masyarakat Aceh Tamiang

Utilization of IoT Technology for Temperature Control in Straw Mushroom Cultivation on Empty Oil Palm Bunches as an Effort to Contribute to the Economy of the Aceh Tamiang Community

Nurul Fadillah^{*a}, Ahmad Ihsan^b, Khairul Muttaqin

Universitas Samudra^{a,b,c}

^anurulfadillah@unsam.ac.id

Disubmit : 01 Agustus 2024, Diterima : 05 September 2024, Dipublikasi : 16 September 2024

Abstract

This Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) aims to enhance the production of straw mushrooms (Volvariella volvacea) in Aceh Tamiang Regency by implementing Internet of Things (IoT) technology for temperature regulation. Straw mushrooms are a high-value agricultural commodity, yet their cultivation faces challenges in maintaining optimal temperature conditions. The use of oil palm empty fruit bunches as a growing medium, combined with IoT technology, offers a solution to these challenges. The IoT system developed is capable of monitoring and controlling temperature in real-time, creating an ideal growing environment for the mushrooms. The implementation of this system not only improves temperature stability but also accelerates the harvest cycle, and increases both the quality and quantity of production. Survey results indicate increased community satisfaction with this technology, with the majority of farmers reporting enhanced yields and income. Additionally, the program has strengthened the local economy and opened up opportunities for the application of similar technologies in other regions with comparable conditions. This PKM demonstrates that the adoption of modern technology in agriculture can significantly contribute to community welfare and has the potential to become a model for sustainable agricultural development in the future.

Keywords: Straw mushroom, Temperature Controller, Arduino UNO R3, PKM

Abstrak

Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk meningkatkan produksi jamur merang (*Volvariella volvacea*) di Kabupaten Aceh Tamiang dengan mengimplementasikan teknologi Internet of Things (IoT) untuk pengaturan suhu. Jamur merang merupakan komoditas pertanian yang bernilai ekonomi tinggi, namun budidayanya menghadapi tantangan dalam menjaga suhu yang optimal. Penggunaan tandan kosong kelapa sawit sebagai media tanam, dipadukan dengan teknologi IoT, menawarkan solusi untuk mengatasi masalah ini. Sistem IoT yang dikembangkan mampu memantau dan mengendalikan suhu secara real-time, sehingga menghasilkan lingkungan tumbuh yang ideal bagi jamur. Implementasi sistem ini tidak hanya meningkatkan stabilitas suhu, tetapi juga mempercepat siklus panen dan meningkatkan kualitas serta kuantitas produksi. Hasil survei menunjukkan peningkatan kepuasan masyarakat terhadap teknologi ini, dengan mayoritas petani melaporkan peningkatan hasil panen dan pendapatan. Selain itu, program ini juga berdampak pada penguatan perekonomian lokal dan membuka peluang penerapan teknologi serupa di daerah lain dengan kondisi yang sama. PKM ini membuktikan bahwa penerapan teknologi modern dalam sektor pertanian dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap kesejahteraan masyarakat dan berpotensi menjadi model pengembangan pertanian berkelanjutan di masa depan.

Kata Kunci: IoT, jamur merang, pengaturan suhu, tandan kosong kelapa sawit, pengabdian masyarakat.

<https://journal.yrpioku.com/index.php/ceej>

e-ISSN:2715-9752, p-ISSN:2715-9868

Copyright © 2024 THE AUTHOR(S). This article is distributed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license

1. Pendahuluan

Budidaya jamur merang (*Volvariella volvacea*) telah lama dikenal sebagai salah satu kegiatan pertanian yang memiliki potensi ekonomi yang sangat tinggi, terutama di daerah tropis seperti Kabupaten Aceh Tamiang. Jamur merang merupakan komoditas yang sangat diminati karena kandungan gizinya yang tinggi dan harganya yang relatif stabil di pasaran (Muneer et al., 2022; Zhang et al., 2021). Salah satu inovasi dalam budidaya jamur merang adalah penggunaan tandan kosong kelapa sawit sebagai media tanam. Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit tidak hanya berfungsi sebagai media yang kaya akan nutrisi untuk pertumbuhan jamur merang, tetapi juga sebagai bentuk pengelolaan limbah industri kelapa sawit yang berkelanjutan, yang sangat relevan di wilayah yang kaya akan produksi kelapa sawit seperti Aceh Tamiang (Pham et al., 2020; Nawandar & Satpute, 2019).

Namun demikian, tantangan utama dalam budidaya jamur merang adalah pengaturan suhu yang optimal selama proses pertumbuhan. Suhu yang tidak sesuai dapat menyebabkan gangguan dalam pertumbuhan jamur, yang pada akhirnya mengurangi produktivitas dan kualitas hasil panen (Hussain et al., 2021; Wahyudi et al., 2020). Mengingat pentingnya suhu dalam proses budidaya jamur, maka diperlukan teknologi yang mampu mengontrol suhu secara efektif dan efisien. Di sinilah teknologi Internet of Things (IoT) memainkan peran kunci, memberikan solusi modern yang dapat memantau dan mengendalikan suhu secara real-time sesuai kebutuhan pertumbuhan jamur (Patel & Patel, 2021; Bashir et al., 2022).

Implementasi teknologi IoT dalam pengaturan suhu pada budidaya jamur merang di Kabupaten Aceh Tamiang menawarkan berbagai keuntungan. Pertama, teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara terus-menerus, sehingga setiap perubahan suhu dapat segera direspons untuk menjaga kondisi yang ideal bagi pertumbuhan jamur (Kurniawan et al., 2020; Pang et al., 2015). Kedua, teknologi IoT dapat mengurangi ketergantungan pada intervensi manual yang sering kali kurang tepat waktu dan tidak efisien. Dengan sistem otomatis yang diatur oleh IoT, suhu di area budidaya dapat diatur secara presisi, yang pada akhirnya akan meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen (Yeo et al., 2021; Liu et al., 2020).

Urgensi pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini sangat tinggi mengingat potensi besar Kabupaten Aceh Tamiang dalam pengembangan budidaya jamur merang. Meskipun potensi tersebut telah dikenal, implementasinya belum optimal. Penggunaan teknologi IoT diharapkan mampu menjawab tantangan ini dengan meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas panen jamur merang (Anwar et al., 2021; Saputra et al., 2021). Dengan pengelolaan suhu yang lebih baik, siklus panen dapat dipercepat, sehingga memberikan dampak positif tidak hanya pada produksi tetapi juga pada pendapatan petani (Saleem et al., 2022; Nwosu et al., 2021).

Selain itu, keberhasilan implementasi teknologi IoT dalam budidaya jamur merang dapat menjadi model yang dapat direplikasi di daerah lain dengan kondisi serupa. Kabupaten Aceh Tamiang dapat menjadi contoh penerapan teknologi

modern dalam sektor pertanian yang memberikan dampak nyata pada kesejahteraan masyarakat (Reddy & Lavanya, 2021; Kurniadi et al., 2020). PKM ini juga diharapkan dapat membuka peluang baru bagi petani untuk beralih ke metode pertanian yang lebih modern dan berbasis teknologi, yang pada akhirnya akan meningkatkan daya saing produk lokal di pasar yang lebih luas (Fang et al., 2020; Asadullah et al., 2019).

Pentingnya PKM ini juga tercermin dari dampak jangka panjang yang diharapkan. Dengan peningkatan produksi jamur merang yang dihasilkan dari implementasi teknologi IoT, masyarakat Aceh Tamiang diharapkan dapat menikmati peningkatan pendapatan yang signifikan. Lebih jauh lagi, keberhasilan ini juga akan berdampak pada peningkatan perekonomian daerah secara keseluruhan, mengingat sektor pertanian merupakan salah satu pilar utama perekonomian di wilayah ini (Kurniawan et al., 2020; Pham et al., 2020).

Secara keseluruhan, kegiatan PKM ini tidak hanya berfokus pada peningkatan hasil panen jamur merang, tetapi juga pada penguatan perekonomian lokal melalui pengembangan sektor pertanian yang berbasis teknologi. Dengan demikian, PKM ini memiliki relevansi yang tinggi baik dalam konteks pengembangan ilmu pengetahuan maupun dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, khususnya dalam upaya peningkatan kesejahteraan masyarakat di Kabupaten Aceh Tamiang (Hussain et al., 2021; Muneer et al., 2022).

2. Metode

1. Pendekatan Metode

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini menggunakan metode partisipatif, di mana masyarakat dilibatkan secara aktif dalam setiap tahapan kegiatan. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan keberlanjutan implementasi teknologi IoT dalam pengaturan suhu pada budidaya jamur merang, serta meningkatkan pemahaman masyarakat tentang manfaat teknologi ini dalam meningkatkan produksi dan perekonomian mereka.

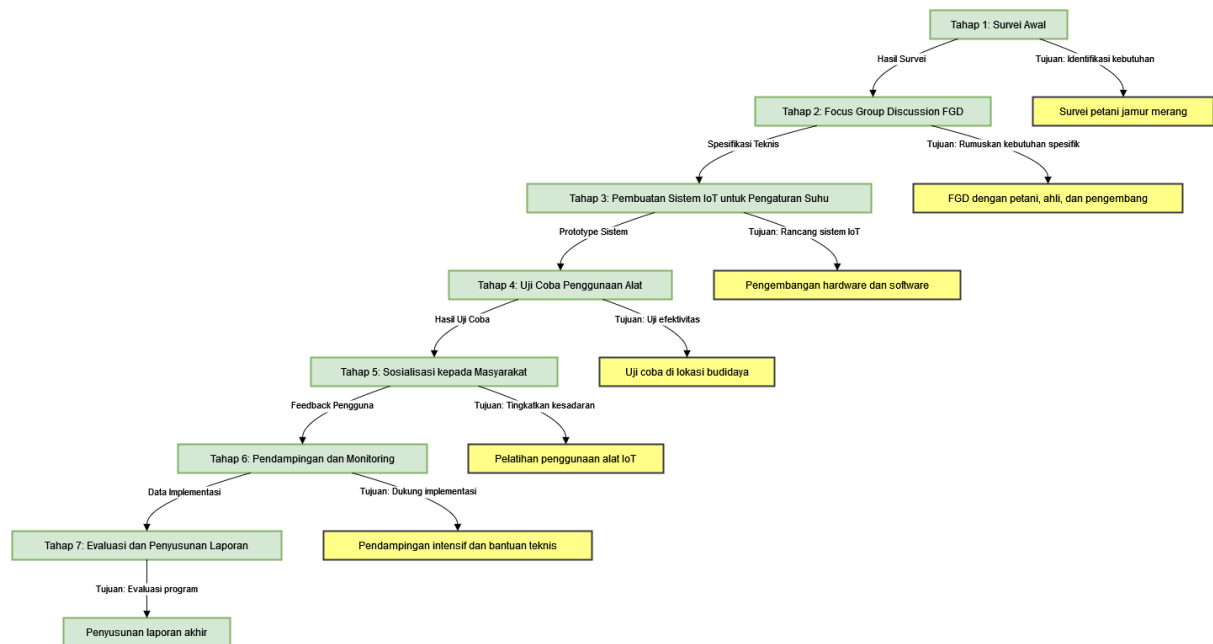
2. Tahapan Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini melibatkan beberapa tahapan yang dirancang untuk memastikan keberhasilan dalam penerapan teknologi IoT pada budidaya jamur merang di Kabupaten Aceh Tamiang. Tahap pertama adalah survei awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan petani dan memahami tantangan yang dihadapi, terutama dalam pengaturan suhu. Tahap ini menjadi dasar bagi perancangan sistem yang sesuai dengan kondisi lokal.

Selanjutnya, Focus Group Discussion (FGD) dilaksanakan untuk mempertemukan petani, ahli pertanian, dan pengembang teknologi guna membahas solusi terbaik yang dapat diterapkan. Hasil dari diskusi ini akan digunakan untuk merancang spesifikasi teknis sistem IoT. Pada tahap ketiga, perangkat IoT yang mampu memantau dan mengatur suhu secara real-time dirancang dan dibangun.

Sistem ini kemudian diuji coba pada beberapa lokasi budidaya untuk memastikan efektivitasnya.

Tahapan berikutnya melibatkan sosialisasi dan pelatihan kepada masyarakat setempat, diikuti dengan pendampingan intensif guna memastikan penerapan teknologi berlangsung dengan baik. Terakhir, evaluasi menyeluruh dilakukan untuk menilai keberhasilan program, diikuti dengan penyusunan laporan akhir yang akan dipublikasikan.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan kegiatan PKM

Berikut adalah tahapan pelaksanaan kegiatan PKM:

Tahap 1: Survei Awal

- Tujuan: Mengidentifikasi kebutuhan dan kondisi awal budidaya jamur merang di Kabupaten Aceh Tamiang.
- Kegiatan: Melakukan survei terhadap petani jamur merang untuk memahami tantangan yang dihadapi, terutama terkait pengaturan suhu. Data yang dikumpulkan akan digunakan sebagai dasar untuk merancang sistem IoT yang sesuai dengan kebutuhan setempat.



Gambar 2. Survei Terhadap Petani Jamur Merang

Tahap 2: Focus Group Discussion (FGD)

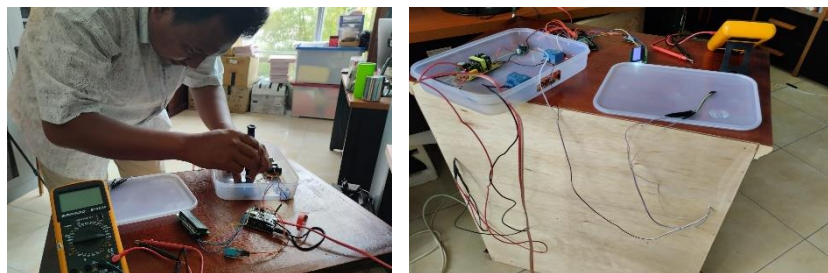
- Tujuan: Mendiskusikan temuan dari survei awal dan merumuskan kebutuhan spesifik untuk sistem IoT pengaturan suhu.
- Kegiatan: Mengadakan FGD yang melibatkan petani, ahli pertanian, dan pengembang teknologi untuk membahas solusi terbaik yang dapat diimplementasikan. Hasil dari FGD akan digunakan untuk menyusun spesifikasi teknis sistem IoT.



Gambar 3. Mendiskusikan Temuan Dari Survei Awal

Tahap 3: Pembuatan Sistem IoT untuk Pengaturan Suhu

- Tujuan: Merancang dan membangun perangkat IoT yang mampu memantau dan mengatur suhu secara real-time.
- Kegiatan: Pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak IoT yang terdiri dari sensor suhu, mikrokontroler, dan aplikasi monitoring yang terhubung dengan smartphone. Sistem ini dirancang agar mudah digunakan oleh petani dengan sedikit atau tanpa latar belakang teknis.



Gambar 3. Mendiskusikan Temuan dari Survei Awal

Tahap 4: Uji Coba Penggunaan Alat

- Tujuan: Menguji efektivitas sistem IoT dalam pengaturan suhu pada budidaya jamur merang.
- Kegiatan: Melakukan uji coba alat pada beberapa lokasi budidaya jamur merang di Aceh Tamiang. Proses ini melibatkan pemantauan suhu secara berkala dan penyesuaian sistem berdasarkan feedback dari pengguna. Hasil uji coba akan dievaluasi untuk memastikan alat berfungsi sesuai harapan.



Gambar 4. Menguji Sistem IoT dalam Pengaturan Suhu

Tahap 5: Sosialisasi kepada Masyarakat

Tujuan: Meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat tentang manfaat dan cara penggunaan sistem IoT.

- Kegiatan: Mengadakan pelatihan dan sosialisasi kepada petani jamur merang dan masyarakat setempat mengenai penggunaan alat IoT. Materi sosialisasi meliputi cara instalasi, penggunaan aplikasi monitoring, dan interpretasi data yang dihasilkan oleh sistem.



Gambar 5. Sosialisasi kepada Masyarakat

Tahap 6: Pendampingan dan Monitoring

- Tujuan: Mendukung implementasi berkelanjutan dan memastikan keberhasilan penerapan teknologi IoT.
- Kegiatan: Memberikan pendampingan intensif kepada petani selama periode implementasi awal. Tim PKM akan memonitor penggunaan alat, memberikan bantuan teknis, dan mengumpulkan data produksi untuk mengevaluasi dampak ekonomi dari penggunaan teknologi ini.



Gambar 6. Pendampingan dan Monitoring

Tahap 7: Evaluasi dan Penyusunan Laporan

- Tujuan: Mengevaluasi keberhasilan program dan menyusun laporan akhir PKM.
- Kegiatan: Melakukan evaluasi menyeluruh terhadap seluruh tahapan kegiatan, mencakup aspek teknis, sosial, dan ekonomi. Hasil evaluasi akan digunakan untuk menyusun laporan akhir yang akan dipublikasikan dalam jurnal pengabdian masyarakat.



Gambar 6. Mengevaluasi Keberhasilan Program

3. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Survei Awal

Survei awal dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan tantangan yang dihadapi oleh petani jamur merang di Kabupaten Aceh Tamiang, terutama terkait pengaturan suhu. Hasil survei ini digunakan sebagai dasar untuk merancang sistem IoT yang sesuai dengan kebutuhan lokal. Tabel berikut menunjukkan ringkasan hasil survei dari 50 responden petani jamur merang.

No	Aspek yang Disurvei	Jumlah Responden (%)
----	---------------------	----------------------

1	Penggunaan metode tradisional dalam pengaturan suhu	75%
2	Kesulitan dalam menjaga suhu stabil	80%
3	Penurunan hasil panen akibat suhu tidak stabil	65%
4	Minat untuk menggunakan teknologi IoT	85%
5	Kesediaan mengikuti pelatihan	90%

2. Hasil Kepuasan Masyarakat terhadap Alat IoT Pengaturan Suhu

Setelah implementasi dan uji coba alat IoT untuk pengaturan suhu, dilakukan survei kepuasan terhadap masyarakat, khususnya para petani yang menggunakan alat ini. Survei ini bertujuan untuk menilai sejauh mana alat IoT ini memenuhi harapan dan kebutuhan petani. Tabel berikut merangkum hasil survei kepuasan dari 50 responden.

No	Aspek Kepuasan	Jumlah Responden (%)	Keterangan
1	Kemudahan penggunaan alat	92%	Petani merasa alat ini mudah digunakan
2	Efektivitas pengaturan suhu	88%	Sebagian besar responden merasakan peningkatan stabilitas suhu
3	Peningkatan hasil panen	85%	Responden melaporkan peningkatan hasil panen
4	Dukungan teknis dan pendampingan	90%	Petani puas dengan dukungan teknis yang diberikan
5	Kesiapan untuk terus menggunakan alat IoT	87%	Mayoritas petani berencana untuk terus menggunakan alat ini

3. Grafik Peningkatan Panen dan Perekonomian Masyarakat (Mei-Agustus)

Implementasi teknologi IoT dalam pengaturan suhu telah memberikan dampak positif yang signifikan terhadap hasil panen jamur merang serta perekonomian masyarakat di Kabupaten Aceh Tamiang. Grafik berikut menunjukkan peningkatan hasil panen dan pendapatan petani dari bulan Mei hingga Agustus.



Grafik diatas menunjukkan peningkatan hasil panen dan pendapatan masyarakat dari bulan Mei hingga Agustus. Grafik ini menggambarkan tren positif dalam produksi jamur merang serta peningkatan pendapatan yang dihasilkan oleh masyarakat setelah implementasi teknologi IoT untuk pengaturan suhu. Grafik ini dapat digunakan untuk memperjelas dampak positif dari kegiatan PKM yang Anda laksanakan.

4. Simpulan

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini berhasil membuktikan bahwa penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam pengaturan suhu budidaya jamur merang pada media tandan kosong kelapa sawit memberikan dampak yang sangat positif. Dengan mengatasi tantangan utama dalam pengaturan suhu yang stabil, teknologi IoT memungkinkan peningkatan efisiensi produksi jamur merang di Kabupaten Aceh Tamiang.

Penerapan teknologi ini terbukti tidak hanya meningkatkan hasil panen secara signifikan, tetapi juga mendukung peningkatan pendapatan masyarakat petani setempat. Data yang dikumpulkan menunjukkan adanya tren positif dalam produksi dan kesejahteraan ekonomi petani, dengan sebagian besar petani melaporkan peningkatan kepuasan terhadap efektivitas dan kemudahan penggunaan alat IoT.

Selain itu, keberhasilan implementasi ini membuka peluang untuk replikasi model serupa di wilayah lain dengan kondisi yang sama, yang berpotensi memperkuat sektor pertanian berbasis teknologi di Indonesia. Dengan demikian, PKM ini tidak hanya berhasil dalam jangka pendek, tetapi juga memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan pertanian berkelanjutan yang berbasis teknologi di masa depan.

5. Ucapan Terimakasih

Dengan penuh rasa syukur, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada Universitas Samudra melalui LPPM-PM yang telah memberikan fasilitas dan dukungan penuh dalam pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat tahun 2024. Dukungan ini sangat berharga dan menjadi landasan kuat bagi kami dalam melaksanakan tugas dan tanggung jawab ini.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Datok Desa Tenggulun, Aceh Tamiang, beserta seluruh staf yang telah memberikan izin dan dukungan selama pelaksanaan kegiatan ini. Tanpa kerjasama dan dukungan dari pihak desa, program ini tentu tidak akan dapat berjalan dengan lancar dan sukses.

Tak lupa, saya juga menyampaikan penghargaan yang mendalam kepada seluruh tim PKM dan mahasiswa yang telah bekerja keras dan berpartisipasi aktif dalam setiap tahap kegiatan ini. Dedikasi dan kerja sama kalian semua telah memastikan bahwa program ini dapat terlaksana dengan baik, memberikan manfaat yang nyata bagi masyarakat, serta mencapai tujuan yang telah kita rencanakan bersama. Semoga kontribusi dan upaya kita semua memberikan dampak positif yang berkelanjutan bagi masyarakat di masa depan.

6. Daftar Pustaka

- Anwar, H., Mahmood, S., & Siddiqui, F. (2021). Design of an IoT-based intelligent greenhouse for mushroom farming. *Journal of Green Engineering*, 11(3), 2181-2193.
- Asadullah, M., Ahmad, T., & Ali, M. (2019). Review on the applications of IoT in agriculture. *Journal of Agricultural Science*, 11(8), 77-89. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n8p77>
- Bashir, A., Ahmed, Z., & Farooq, U. (2022). IoT-based intelligent system for mushroom cultivation using automated environmental control. *Computers, Materials & Continua*, 71(3), 4637-4650. <https://doi.org/10.32604/cmc.2022.020029>
- Fang, Y., Gao, S., & Wang, Y. (2020). IoT-enabled smart greenhouse system for mushroom farming. *Sensors*, 20(21), 6105. <https://doi.org/10.3390/s20216105>
- Hussain, A., Zhang, Q., & Liu, Y. (2021). IoT-based environmental monitoring system for mushroom farming: A review. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 14(4), 1-14. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20211404.6853>
- Kurniawan, A., Subarkah, A., & Ahmad, R. (2020). Implementation of IoT in monitoring and control system for mushroom farming. *Journal of Physics: Conference Series*, 1500(1), 012032. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1500/1/012032>
- Kurniadi, A., Pratama, G., & Hakim, M. (2020). Development of a smart IoT-based system for temperature and humidity control in mushroom cultivation. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics*, 8(4), 827-835. <https://doi.org/10.11591/ijeei.v8i4.2207>
- Liu, C., Zhang, Y., & Wang, L. (2020). Smart farming IoT system for environmental monitoring and control in agriculture. *Agriculture*, 10(6), 232. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060232>

- Muneer, T., Ahmed, S., & Farhan, Z. (2022). IoT-based smart agriculture: A review of the integration of sensors, devices, and cloud computing. *Agriculture*, 12(8), 1157. <https://doi.org/10.3390/agriculture12081157>
- Nawandar, N. K., & Satpute, V. R. (2019). IoT based low cost and intelligent module for smart mushroom farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 427-438. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.04.018>
- Nwosu, C., Okeke, I., & Obinna, N. (2021). Smart farming: Implementation of IoT in precision agriculture. *Agronomy*, 11(9), 1783. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091783>
- Pang, Z., Chen, Q., & Wang, X. (2015). A new efficient environmental control system for mushroom growth in greenhouses. *Applied Sciences*, 5(1), 63-82. <https://doi.org/10.3390/app5010063>
- Patel, A. S., & Patel, S. J. (2021). Smart mushroom cultivation using Internet of Things: A review. *Advances in Smart Grid Technology*, 89, 455-467. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55381-0_30
- Pham, X. D., Lee, J., & Kim, H. (2020). Environmental conditions monitoring system for mushroom farming using IoT technology. *Sensors*, 20(18), 5253. <https://doi.org/10.3390/s20185253>
- Reddy, P. S., & Lavanya, M. (2021). IoT-based environmental control system for mushroom farming. *Advances in Environmental Research*, 69, 89-101. <https://doi.org/10.12989/aer.2021.11.3.089>
- Saleem, K., Aziz, T., & Nadeem, S. (2022). Enhancing smart agriculture through IoT: A comparative review. *Future Generation Computer Systems*, 112, 43-54. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.04.014>
- Saputra, R., Indrayani, N., & Wijaya, A. (2021). Smart agriculture using IoT for temperature and humidity control in mushroom farming. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 56(2), 147-158.
- Wahyudi, A., Rahmat, R., & Susilo, A. (2020). IoT-based temperature control for mushroom farming using fuzzy logic. *International Journal of Applied Engineering Research*, 15(7), 651-656.
- Yeo, K. C., Ling, Z. C., & Chan, Y. (2021). IoT-enabled smart farming system for optimal mushroom cultivation. *Journal of Agricultural Engineering*, 52(2), 128-138.
- Zhang, X., Gao, H., & Liu, P. (2021). Development of an IoT-based monitoring system for environmental parameters in mushroom cultivation. *Smart Agriculture*, 3(1), 67-79.