

**PENGARUH PENGGUNAAN INTERNET of THINGS (IoT) TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN HASIL TIGA JENIS JAMUR (TIRAM PUTIH,
TIRAM MERAH DAN KUPING)**

***THE EFFECT OF INTERNET of THINGS (IoT) USE ON THE GROWTH AND
YIELD OF THREE TYPES OF MUSHROOMS (WHITE OYSTER, RED
OYSTER, AND WOOD EAR)***

Agustina Suvi Muhtaromy^{1*}, Agus Sugianto¹, Sunawan¹

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*Korespondensi : 22101031044@unisma.ac.id

Abstrak

Petani jamur kayu di Indonesia menghadapi kendala utama dalam menjaga suhu dan kelembapan optimal pada kumbung jamur. Metode penyiraman konvensional yang dilakukan secara manual membutuhkan banyak waktu dan tenaga, serta kurang efektif karena tidak akurat dalam mendeteksi kondisi lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) seperti sistem penyiraman otomatis menjadi solusi yang menjanjikan. Penelitian ini dilaksanakan dari Juli hingga Desember 2024 di Kumbung Jamur Fakultas Pertanian Universitas Islam Malang. Menggunakan rancangan petak terbagi, perlakuan terdiri dari sistem penyiraman (manual dan otomatis) dan tiga jenis jamur (tiram putih, tiram merah, kuping). Kombinasi perlakuan didapatkan yaitu P₁J₁ (Sistem Manual + Jamur Tiram Putih), P₁J₂ (Sistem Manual + Jamur Tiram Merah), P₁J₃ (Sistem Manual + Jamur Kuping), P₂J₁ (Sistem Otomatis + Jamur Tiram Putih), P₂J₂ (Sistem Otomatis + Jamur Tiram Merah), dan P₂J₃ (Sistem Otomatis + Jamur Kuping). Data dianalisis menggunakan sidik ragam dan uji BNJ 5%, serta uji t berpasangan untuk variabel pertumbuhan dan hasil. Hasil menunjukkan adanya interaksi antara sistem penyiraman dan jenis jamur terhadap pertumbuhan panjang miselium dan diameter tudung buah. Perlakuan terbaik ditemukan pada P₂J₁ (otomatis + tiram putih) untuk pertumbuhan, dan P₂J₃ (otomatis + kuping) untuk diameter tudung. Pada variabel hasil (bobot segar, bobot kering, dan efisiensi biologi), tidak ditemukan interaksi signifikan, namun perlakuan tiram putih tetap menunjukkan kinerja tertinggi. Sistem otomatis juga terbukti efisien dengan efisiensi produksi pada masing-masing jamur persentase efisiensi produksi pada masing-masing jenis jamur yaitu pada jamur tiram putih sebesar 106%, jamur tiram merah sebesar 99% dan jamur kuping sebesar 157%, efisiensi ekonomi dengan persentase 41% dan efisiensi waktu mendapat persentase 80%.

Kata Kunci : Pertumbuhan, Tiram Putih, Tiram Merah, Kuping, IoT.

Abstract

Wood mushroom farmers in Indonesia face major challenges in maintaining optimal temperature and humidity in mushroom houses. Conventional watering methods, which are done manually, require a lot of time and effort and are ineffective because they are not accurate in detecting environmental conditions. Therefore, the use of Internet of Things (IoT) technology, such as automatic watering systems, is a promising solution. This study was conducted from July to December 2024 at the Mushroom House of the Faculty of Agriculture, University of Islam Malang. Using a split-plot design, the treatments consisted of irrigation systems (manual and automatic) and three types of mushrooms (white oyster, red oyster, and ear mushrooms). The treatment combinations obtained were P1J1 (Manual System + White Oyster Mushroom), P1J2 (Manual System + Red Oyster Mushroom), P1J3 (Manual System + Wood Ear Mushroom), P2J1 (Automatic System + White Oyster Mushroom), P2J2 (Automatic System + Red Oyster Mushroom), and P2J3 (Automatic System + Wood Ear Mushroom). Data were analyzed using analysis of variance and BNJ test at 5%, as well as paired t-tests for growth and yield variables. Results indicated an interaction between irrigation system and mushroom type on mycelium length growth and cap diameter. The best treatment was found in P2J1 (automatic + white oyster) for growth, and P2J3 (automatic + wood ear) for cap diameter. For yield variables (fresh weight, dry weight, and biological efficiency), no significant interaction was found, but the white oyster treatment still showed the highest performance. The automatic system was also proven to be efficient, with production efficiency percentages for each mushroom type as follows: white oyster mushroom at 106%, red oyster mushroom at 99%, and ear mushroom at 157%. Economic efficiency was 41%, and time efficiency was 80%.

Keywords: Growth, White Oyster, Red Oyster, Ear, IoT.

PENDAHULUAN

Budidaya jamur kayu di Indonesia sangat cocok untuk dilakukan dikarenakan beberapa faktor yang mendukung, selain perkembangbiakan dan perawatannya yang bisa dilakukan di negara ini, permintaan pasar atau pelanggan sangat tinggi karena jamur kayu dapat dijadikan berbagai macam olahan dan dipercaya dapat memberikan pengaruh yang baik bagi kesehatan. Pada dasarnya jenis jamur kayu yang dapat dikonsumsi oleh manusia diantaranya yaitu jamur tiram, jamur kuping, jamur shitake, jamur maitake, jamur enoki dll.

Dari hasil survei yang telah dilakukan oleh Wibowo dan Rozaq (2023) melalui wawancara banyak kendala yang dialami oleh para petani jamur, diantaranya adalah sulitnya menjaga kelembapan dan suhu pada kumbung jamur. Menurut Sayekti dan

Hidayati, 2020. Kondisi suhu dan kelembapan berpengaruh terhadap produktivitas jamur sehingga perlu menjaga suhu dan kelembapan kumbung yang optimal untuk pertumbuhan jamur. Pada budi daya pada tiga jenis jamur kayu pada penelitian ini kisaran suhu optimal 25°C – 28°C dan kelembapan udara 75%-90%. Pada budidaya konvensional, petani biasanya mengatur suhu dan kelembapan dengan cara menyemprotkan air secara manual pada pagi, siang dan sore hari. Metode ini tidak efektif dan memerlukan banyak tenaga kerja dan penyemprotan air secara manual tidak optimal, karena tidak diketahui suhu dan kelembapan yang optimal untuk pertumbuhan jamur pada daerah tertentu. Pemeliharaan jamur dengan suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan jamur kering dan mengkerut. Sementara suhu yang terlalu rendah juga akan menyebabkan jamur menjadi lebih lembap dan mudah rusak. Oleh karena itu menentukan suhu dan kelembapan yang ideal adalah hal paling penting dalam budidaya jamur (Prastowo dkk., 2024).

Sebagai upaya dalam peningkatan hasil produksi jamur, petani jamur perlu mengatasi permasalahan dalam proses budidaya jamur yaitu dalam menjaga suhu dan kelembapan yang optimal bagi pertumbuhan jamur. Maka perlu adanya teknologi tepat guna sebagai solusinya yaitu sistem penyiraman otomatis berbasis internet yang mampu mendeteksi kondisi suhu dan kelembapan pada kumbung jamur tiram sesuai dengan nilai pengaturan suhu dan kelembapan yang diatur sesuai dengan kebutuhan jamur sehingga dapat menghasilkan produk jamur tiram yang berkualitas. Pada penelitian ini sistem IoT yang digunakan berupa alat misting otomatis dengan komponen utama berupa *aktuator controller*, *IoT data logger sensor microclimate* (RH, Temp), *microcontroller*, konektivitas internet, dan server online berupa web. Penggunaan IoT pada tiga jenis jamur (tiram putih, tiram merah dan kuping) diterapkan sebagai upaya dalam meningkatkan dan memperbaiki kualitas produksi ketiga jenis jamur tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan alat pengatur suhu dan kelembapan otomatis terhadap pertumbuhan dan hasil tiga jenis jamur (jamur tiram putih, jamur tiram merah dan jamur kuping)

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Juli–Desember 2024 di Kumbung Jamur Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang, pada ketinggian 460 mdpl. Penelitian menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) dengan dua faktor: sistem penyiraman (manual dan otomatis) sebagai petak utama, dan jenis jamur (tiram putih, tiram merah, kuping) sebagai anak petak. Terdapat 6 kombinasi perlakuan yang masing-masing diulang 7 kali, dengan total 210 baglog.

Alat yang digunakan meliputi perangkat IoT, thermometer, timbangan digital, sprayer, autoklaf, dan alat budidaya lainnya. Bahan yang digunakan termasuk serbuk gergaji, bekatul, tepung jagung, gypsum, CaCO_3 , alkohol, serta bibit tiga jenis jamur. Tahapan penelitian dimulai dengan pembuatan baglog dilakukan dengan mencampur bahan, memasukkan ke plastik PP, dan sterilisasi selama 10 jam pada suhu $>90^\circ\text{C}$. Inokulasi dilakukan secara aseptis, lalu baglog diinkubasi hingga miselium tumbuh penuh. Baglog yang siap dipindahkan ke ruang produksi kemudian dirawat sesuai sistem penyiraman masing-masing. Pemeliharaan pada sistem manual, penyiraman dilakukan bila suhu $>30^\circ\text{C}$ atau kelembapan $<60\%$. Pada sistem otomatis, alat IoT mengatur kondisi lingkungan berdasarkan sensor suhu dan kelembapan secara real time.

Variabel pengamatan meliputi panjang miselium, waktu miselium penuh, waktu muncul badan buah, diameter tangkai dan tudung, jumlah tudung, bobot segar dan kering, efisiensi biologi, rasio R/C, serta efisiensi alat (produksi, ekonomi, dan waktu). Data dianalisis menggunakan ANOVA dengan uji lanjut BNJ 5% jika berbeda nyata. Selain itu, uji t berpasangan digunakan untuk membandingkan sistem manual dan otomatis pada variabel kunci pertumbuhan dan hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang Miselium, Waktu Miselium Memenuhi Media, dan Diameter Tudung Buah

Tabel 1. Rata-rata Pertumbuhan Panjang Miselium pada hari ke-7 HSI, Waktu Miselium Memenuhi Media (HSI), dan Diameter Tudung Buah (cm)

Perlakuan	Rata-rata Pertumbuhan Panjang Miselium Pada Hari ke-7 HSI (cm)	Waktu Miselium Memenuhi Media (HSI)	Rata-rata Diameter Tudung Buah (cm)
P ₁ J ₁	3,28bc	43,43ab	5,22a
P ₁ J ₂	3,40c	60,87cd	5,77b
P ₁ J ₃	2,37a	73,23d	4,96a
P ₂ J ₁	4,11d	38,06a	5,25a
P ₂ J ₂	3,70cd	48,21b	5,39ab
P ₂ J ₃	2,31a	68,33d	6,08b
BNJ 5 %	0,51	7,44	0,46

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Berdasarkan hasil uji lanjut BNJ 5% pada variabel pertumbuhan panjang miselium, waktu miselium memenuhi media, dan diameter badan buah (Tabel 4) menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara dua pada semua perlakuan memberikan pengaruh nyata pada pengamatan ke- 7 HSI pertumbuhan panjang miselium tiga jenis jamur (tiram putih, tiram merah, kuping) dengan rata-rata tinggi pada perlakuan P₂J₁ sebesar 4,11 cm tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₂J₂. Rata-rata waktu miselium memenuhi media tercepat yaitu pada perlakuan P₂J₁ dengan nilai 38,06 HSI, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₁J₁. Rata-rata diameter tudung buah dengan rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan P₂J₃ sebesar 6,08 cm namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₂J₁ dan P₂J₂. Pertumbuhan miselium jamur kuping membutuhkan kelembapan udara berkisar 60-75%, dan tunas jamur kuping dapat tumbuh optimal pada media tanam yang kandungan (kadar) air berkisar 65% (Agustine *et al.*, 2017). Pada variabel pertumbuhan berupa pertumbuhan panjang miselium dan waktu miselium memenuhi media, perlakuan yang baik yaitu P₂J₁ (Sistem otomatis + Jamur Tiram Putih). Beberapa syarat untuk pertumbuhan jamur tiram putih yaitu suhu, kelembapan, pH dan kadar air. Suhu pada

umumnya antara 16°C -22°C, adapun suhu yang ideal untuk pertumbuhan jamur tiram yaitu suhu di daerah pegunungan yang berkisar di 19°C - 24°C. Sedangkan pada tempat penelitian suhu berkisar 23°C- 31°C dan kelembapan nisbi antara 80-90%. Secara umum, semua miselium jamur tumbuh optimal pada pH netral (antara 6,5-7,0). Menurut Sagala dan Nugroho, 2023. Kandungan air dalam substrat juga akan mempengaruhi terhadap munculnya miselium. Air diperlukan untuk transfortasi partikel antar sel sehingga kadar air harus mencukupi yaitu berkisar antara 65-70%, karena apabila terlalu kering pertumbuhan jamur akan terganggu atau terhenti.

Suhu optimum untuk jamur kuping adalah 28°C, sedangkan untuk pertumbuhan badan buah jamur kuping suhu optimum 22-25°C. Pada waktu panen jamur kuping ini yaitu pada bulan Oktober-Desember atau sesuai dengan waktu pertama muncul badan buah dapat dilihat pada Tabel 8 lebih lama dari jamur lainnya. Pada bulan Oktober-Desember rata-rata kelembapan udara pada ruang produksi yaitu 70% pada rentang bulan tersebut sudah memasuki musim hujan sehingga suhu dan kelembapan sesuai dengan yang dibutuhkan jamur kuping untuk bertumbuh terutama untuk membentuk tudung buah.

Secara terpisah terdapat variabel pengamatan dimana kedua perlakuan tidak berinteraksi, namun perlakuan jenis jamur memberikan pengaruh nyata yaitu pada pengamatan panjang miselium pada hari ke- 14,21, 28, 35, 42 dan 49 HSI dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 2. Rata-rata Pertumbuhan Panjang Miselium pada Baglog Tiga Jenis Jamur (Tiram Putih, Tiram Merah dan Kuning) Pada Umur 14, 21, 28, 35, 42, 49 (HSI)

Perlakuan	Rata-rata pertumbuhan panjang miselium (cm)					
	14 HSI	21 HSI	28 HSI	35 HSI	42 HSI	49 HSI
P ₁	4,82	7,66	9,05	10,87	13,83	15,98
P ₂	5,30	7,86	9,34	10,83	13,55	15,62
BNJ 5%	TN	TN	TN	TN	TN	TN
J ₁	5,91b	8,31b	9,88b	12,08b	16,61b	18,62b
J ₂	5,60b	7,46a	8,42a	9,64a	11,87a	14,28a
J ₃	3,67a	7,52ab	9,28ab	10,84ab	12,60a	14,50a
BNJ 5%	0,77	0,84	1,01	1,3	2,1	2,25

Keterangan:Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak

berbeda nyata pada uji BNJ 5%; TN: Tidak Nyata

Waktu Pertama Muncul Badan Buah, Diameter Tangkai Buah, Jumlah Tudung Buah, Bobot Segar Total Badan Buah, Bobot Kering Total Badan Buah, dan Nilai Efisiensi Biologi (EB)

Tabel 3. Rata-rata Waktu Pertama Muncul Badan Buah, Diameter Tangkai Buah, Jumlah Tudung Buah, Bobot Segar Total Badan Buah, Bobot Kering Total Badan Buah, dan Nilai Efisiensi Biologi (EB)

Perlakuan	Waktu Pertama Muncul Badan Buah(HSI)	Diameter Tangkai Buah (cm)	Jumlah Tudung Buah	Bobot Segar Total Badan Buah (g)	Bobot Kering Total Badan Buah (g)	Nilai Efisiensi Biologi (%)
P ₁	77,80	0,84	8,81a	241,47	7,24	20,12a
P ₂	78,68	0,83	10,09b	296,33	7,30	22,56b
BNJ 5%	TN	TN	1,55	TN	TN	2,11
J ₁	69,04a	0,83b	11,7c	373,39c	8,21b	31,12c
J ₂	66,54a	1,05c	9,31b	252,99b	6,42a	21,08b
J ₃	99,14b	0,61a	7,33a	139,82a	7,18ab	11,83a
BNJ 5%	13,51	0,11	1,27	82,76	1,27	4,88

Keterangan:Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%; TN: Tidak Nyata

Berdasarkan hasil uji lanjut BNJ 5% pada variabel pertumbuhan panjang miselium (Tabel 5) menunjukkan bahwa perlakuan jenis jamur berpengaruh nyata pada pertumbuhan panjang miselium tiga jenis jamur (tiram putih, tiram merah, kuping yaitu pada J₁ (tiram putih) pada semua umur, namun pada umur 14, 21, 28, 35, HSI tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan, namun pada umur 42 dan 49 HSI berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNJ 5% pada variabel waktu pertama muncul badan buah (Tabel 6). Rata-rata waktu pertama muncul badan buah tercepat pada perlakuan J₂ dengan rata-rata sebesar 66,54 HSI tidak berbeda nyata dengan perlakuan J₁ dengan rata-rata sebesar 69,04 HSI). Rata-rata diameter badan buah terbesar pada J₂ (jamur tiram merah) dengan rata-rata sebesar 1,05 cm berbeda nyata dengan semua

perlakuan. Pada perlakuan P_2 (Sistem Otomatis) berbeda nyata dengan perlakuan P_1 (Sistem Manual) dengan rata-rata sebesar 10,09 dan pada perlakuan jenis jamur terdapat perlakuan dengan nilai rata-rata tertinggi yaitu J_1 (jamur tiram putih) dengan nilai rata-rata sebesar 11,7 berbeda nyata dengan semua perlakuan. Rata-rata bobot segar total badan buah tertinggi yaitu pada J_1 (jamur tiram putih) dengan nilai sebesar 373,39 g yang berbeda dengan semua perlakuan. Rata-rata bobot kering total badan buah dengan nilai yang tinggi yaitu pada J_1 (jamur tiram putih) dengan rata-rata sebesar 8,21 g, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan J_3 (jamur kuping) dengan rata-rata sebesar 7,18 g. Pada perlakuan P_2 (Sistem Otomatis) berbeda nyata dengan perlakuan P_1 (Sistem Manual) dengan nilai rata-rata tertinggi sebesar 22,56% sedangkan perlakuan jenis (J) yaitu pada J_1 (jamur tiram putih) dengan nilai rata-rata 31,13%. Nurilla dkk., 2013. Menyatakan bahwa bobot segar merupakan hasil pertumbuhan yang dipengaruhi kondisi kelembapan dan suhu yang terjadi pada saat itu. Frekuensi panen yang tinggi menyebabkan total bobot segar badan buah jamur menjadi tinggi. Bobot segar berhubungan dengan pertumbuhan miselium memenuhi baglog. Semakin tinggi pertumbuhan miselium, semakin tinggi pula bobot segar yang dihasilkan. Bobot kering dipandang sebagai akumulasi senyawa organik yang dihasilkan di dalam metabolisme sel. Persentase nilai EB tersebut tergolong rendah karena kurang dari 50 %. Nilai EB yang rendah menunjukkan bahwa dari bahan substrat tanam yang berhasil dikonversi menjadi badan buah rendah. EB dalam budidaya jamur merupakan variabel utama yang sangat menentukan, nilainya sangat bergantung dari besarnya bobot badan yang dihasilkan, substrat yang tidak dapat dikonversi oleh miselium jamur secara maksimal menyebabkan nilai tersebut rendah yang berarti substrat sisa produksi jumlahnya masih besar. (Sugianto, 2017)

Uji t Bepasangan

Tabel 4. Uji t Berpasangan Waktu Miselium Memenuhi Media, Waktu Pertama Muncul Badan Buah, Diameter Tangkai Buah, Jumlah Tudung Buah, Diameter Tudung Buah, Bobot Segar Total Badan Buah, Bobot Kering Total Badan Buah, dan Nilai Efisiensi Biologi (EB)

No	Variabel Pengamatan	Jenis Jamur	t-hitung	t-tabel 5%
----	---------------------	-------------	----------	------------

1	Waktu Miselium Memenuhi Media	Jamur Tiram Putih	3,08*	2,45
2		Jamur Tiram Merah	6,54*	
3		Jamur Kuping	3,63*	
4	Waktu Pertama Muncul Badan Buah	Jamur Tiram Putih	-7,63*	
5		Jamur Tiram Merah	0,33 tn	
6		Jamur Kuping	1,96 tn	
7	Diameter Tangkai Buah	Jamur Tiram Putih	-1,41 tn	
8		Jamur Tiram Merah	-0,09 tn	
9		Jamur Kuping	2,54*	
10	Jumlah Tudung Buah	Jamur Tiram Putih	-3,34*	
11		Jamur Tiram Merah	-0,55 tn	
12		Jamur Kuping	-1,33 tn	
13	Diameter Tudung Buah	Jamur Tiram Putih	-0,09 tn	
14		Jamur Tiram Merah	-5,97*	
15		Jamur Kuping	-1,33 tn	
16	Bobot Segar Total Badan Buah	Jamur Tiram Putih	-0,69 tn	
17		Jamur Tiram Merah	0,04 tn	
18		Jamur Kuping	-3,72*	
19	Bobot Kering Total Badan Buah	Jamur Tiram Putih	-0,09 tn	
20		Jamur Tiram Merah	-0,98 tn	
21		Jamur Kuping	0,67 tn	
22	Nilai Efisiensi Biologi (EB)	Jamur Tiram Putih	-0,69 tn	
23		Jamur Tiram Merah	0,04 tn	
24		Jamur Kuping	-4,29*	

Keterangan: Angka-angka yang didampingi * menunjukkan hasil yang nyata pada uji t berpasangan ; tn : tidak nyata

Berdasarkan hasil uji t berpasangan pada variabel waktu miselium memenuhi media bibit jamur tiram putih pada Tabel 7 didapatkan bahwa semua perlakuan menunjukkan hasil yang nyata dengan t-hitung lebih besar dibandingkan t-tabel. Berdasarkan hasil uji t berpasangan pada variabel waktu pertama muncul badan buah pada baglog tiga jenis jamur (tiram putih, tiram merah, kuping) didapatkan bahwa terdapat satu perlakuan yang nyata dengan t-hitung lebih besar dibandingkan t-tabel yaitu pada perlakuan jenis jamur tiram putih.

Berdasarkan hasil uji t berpasangan pada variabel diameter tangkai buah pada baglog tiga jenis jamur (tiram putih, tiram merah, kuping) terdapat satu perlakuan

yang nyata yaitu perlakuan jenis jamur kuping dengan t-hitung lebih besar dibandingkan t-tabel.

Berdasarkan hasil uji t berpasangan pada variabel jumlah tudung buah pada baglog tiga jenis jamur (tiram putih, tiram merah, kuping) didapatkan bahwa terdapat satu perlakuan yang nyata dengan t-hitung lebih besar dibandingkan t-tabel yaitu pada perlakuan jenis jamur tiram putih.

Berdasarkan hasil uji t berpasangan pada variabel diameter tudung buah pada baglog tiga jenis jamur (tiram putih, tiram merah, kuping) didapatkan bahwa terdapat satu perlakuan yang nyata dengan t-hitung lebih besar dibandingkan t-tabel yaitu pada perlakuan jenis jamur tiram merah.

Berdasarkan hasil uji t berpasangan pada variabel bobot segar badan buah pada baglog tiga jenis jamur (tiram putih, tiram merah, kuping) didapatkan bahwa terdapat satu perlakuan yang nyata dengan t-hitung lebih besar dibandingkan t-tabel yaitu pada perlakuan jenis jamur kuping. Berdasarkan hasil uji t berpasangan (Tabel 7) pada variabel bobot kering badan buah pada baglog tiga jenis jamur (tiram putih, tiram merah, kuping) tidak terdapat hasil nyata.

Berdasarkan hasil uji t berpasangan (Tabel 7) pada variabel nilai EB pada baglog tiga jenis jamur (tiram putih, tiram merah, kuping) terdapat satu perlakuan yang memiliki hasil yang nyata yaitu pada perlakuan J₃ (jamur kuping) dengan hasil t-hitung -4,293.

R/C Rasio Biaya Usaha Tani

Tabel 5. Analisis Produksi RC Rasio Biaya Usaha Tani Pada Produksi Tiga Jenis Jamur (Tiram Putih, Tiram Merah, Kuping)

Perlakuan	Penerimaan	Biaya Produksi	R/C rasio
P ₁ J ₁	Rp 609.000	Rp 304.500	2
P ₁ J ₂	Rp 497.000	Rp 318.500	1,56
P ₁ J ₃	Rp 230.000	Rp 310.500	0,74
P ₂ J ₁	Rp 894.000	Rp 613.000	1,46
P ₂ J ₂	Rp 500.500	Rp 526.000	0,95
P ₂ J ₃	Rp 500.000	Rp 519.000	0,96

Usaha budidaya jamur dikatakan menguntungkan apabila nilai R/C rasio > 1 . R/C rasio merupakan analisis kelayakan usaha dengan menganalisis rasio penerimaan atas biaya total dihitung dengan menggunakan rumus penerimaan total dibagi dengan total biaya. Pada penelitian ini dihasilkan nilai R/C rasio > 1 pada Tabel 8 perlakuan P₁J₁ (Sistem Manual + Jamur Tiram Putih) dengan nilai rasio 2, P₁J₂ (Sistem Manual + Jamur Tiram Merah) dengan nilai rasio 1,56 dan P₂J₁ (Sistem Otomatis + Jamur Tiram Putih) dengan nilai rasio 1,46. Untuk perlakuan lainnya memiliki rasio < 1 , sehingga untuk perlakuan lainnya masih belum layak untuk dijadikan usaha tani. Namun jika di rata-rata sesuai dengan perbedaan perlakuan sistem kontrol suhu dan kelembapan, nilai R/C rasio > 1 diperoleh pada perlakuan P₁ (Sistem Manual) untuk budidaya ketiga jenis jamur. Hal ini dapat disebabkan oleh penerimaan yang tidak dapat mengimbangi biaya produksi. Pemasangan IoT membutuhkan biaya yang cukup mahal sehingga biaya produksi bertambah namun penerimaan dari hasil produksi tidak dapat melebihi atau bahkan mengimbangi biaya produksi. Untuk saat ini pemasangan IoT ini memiliki biaya awal yang cukup mahal namun untuk jangka panjang penggunaannya kemungkinan besar dapat menghasilkan keuntungan yang lebih besar, sehingga dalam penelitian ini patut untuk diuji coba dalam jangka panjang oleh petani jamur kayu.

Efisiensi Alat

Tabel 9.Efisiensi Alat Pada Pertumbuhan Tiga Jenis Jamur (Tiram Putih, Tiram Merah, Kuping)

Efisiensi Alat	Persentase
Efisiensi Produksi	1. Jamur Tiram Putih = 106%
	2. Jamur Tiram Merah = 99%
	3. Jamur Kuping = 157%
Efisiensi Ekonomi	41%
Efisiensi Waktu	80%

Dari analisis indikator ketiga efisiensi tersebut, efisiensi produksi menunjukkan angka tertinggi, yang berarti teknis produksi sudah cukup baik. Namun, efisiensi ekonomi dan waktu masih dapat ditingkatkan. Oleh karena itu, perbaikan dalam manajemen biaya produksi serta optimasi waktu produksi dapat meningkatkan efisiensi keseluruhan proses dan faktor dalam produksi jamur. Penerapan IoT tidak terlepas dari berbagai tantangan. Salah satu hambatan utama adalah biaya awal investasi dalam teknologi ini, yang bisa menjadi beban bagi petani kecil yang memiliki sumber daya terbatas. Selain itu, pemeliharaan perangkat IoT dan kebutuhan pelatihan untuk penggunaannya juga menjadi kendala dalam implementasi yang efektif. (Hariyanto dan Nugroho,2023).

Penggunaan IoT dapat mengefisiensi waktu dalam proses produksi jamur dalam hal pengontrolan suhu dan kelembapan, namun masih ada kendala yang harus dikaji kembali. Pada penelitian ini ditemukan kendala pada server online, dimana bergantung pada adanya internet. Internet seringkali mengalami trouble sehingga berpengaruh pada sistem pengoperasian kontrol suhu dan kelembapan otomatis. Selain itu pada alatnya beberapa kali mengalami masalah seperti kabel yang lepas ataupun hangus sehingga mesin tidak berfungsi sebagaimana mestinya. persentase efisiensi produksi pada masing-masing jenis jamur yaitu pada jamur tiram putih sebesar 106%, jamur tiram merah sebesar 99% dan jamur kuping sebesar 157%. Sehingga efisiensi produksi tertinggi yaitu pada efisiensi produksi jamur kuping dimana perhitungannya yaitu pembagian antara bobot segar total sistem otomatis dibagi dengan bobot segar total sistem manual dan didapatkan persentase sebesar

157% menghasilkan produksi yang tinggi pada sistem otomatis dibandingkan dengan sistem manual.

Efisiensi ekonomi sebesar 44% menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan untuk produksi menggunakan IoT belum tentu sepenuhnya optimal dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dengan sistem manual. Hanya 41% yang memberikan keuntungan dan nilai ekonomi untuk 59% merupakan biaya yang tidak efisien

Efisiensi waktu sebesar 80% menunjukkan bahwa waktu yang digunakan untuk produksi menggunakan IoT sepenuhnya optimal. Sesuai dengan penelitian Suryanto dan Rahayu (2019), efisiensi waktu dapat ditingkatkan dengan pemilihan media tanam yang tepat, pengaturan suhu dan kelembapan yang optimal, serta pemanfaatan teknologi modern. Pada budidaya jamur konvensional, untuk menjaga temperatur dan kelembapan biasanya dilakukan dengan cara penyemprotan air menggunakan hand sprayer pada pagi dan sore hari (Suharjo, 2015)

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

1. Terdapat interaksi antar perlakuan pada variabel pertumbuhan yaitu pada rata-rata pertumbuhan panjang miselium pada 7 HSI dengan perlakuan yang baik yaitu P₂J₁ dengan nilai 4,11 cm, rata-rata waktu miselium memenuhi media perlakuan tercepat yaitu P₂J₁ dengan nilai 38,06 HSI, rata-rata diameter tudung buah perlakuan terbaik yaitu P₂J₃ nilai 6,08 cm. Pada uji t berpasangan terdapat satu variabel yang nyata yaitu pada variabel waktu miselium memenuhi media.
2. Penggunaan sistem otomatis berpengaruh terhadap nilai R/C Rasio >1 pada perlakuan J₁ dan pada sistem manual terdapat 2 perlakuan yang memiliki nilai R/C rasio >1 yaitu pada perlakuan J₁ dan J₂.
3. Efisiensi penggunaan IoT terhadap beberapa variabel yaitu didapatkan persentase efisiensi produksi pada masing-masing jenis jamur yaitu pada jamur tiram putih sebesar 106%, jamur tiram merah sebesar 99% dan jamur kuping sebesar 157%, efisiensi ekonomi dengan persentase 41% dan efisiensi waktu mendapat persentase 80%.

b. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan penelitian terhadap efisiensi alat IoT ini pada jangka panjang serta lebih diperhatikan

Saran bagi petani untuk penggunaan IoT ini dapat diterapkan pada budidaya Jamur Tiram Putih karena pada penelitian ini perlakuan jenis jamur ini adalah perlakuan yang parameternya hampir semua nyata. Penerapan IoT terbukti meningkatkan efisiensi pertumbuhan dan hasil jamur kayu. Sistem otomatis memberikan hasil pertumbuhan yang lebih cepat dan diameter tudung yang lebih besar serta layak secara ekonomi dengan nilai R/C rasio >1.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustine, M., Tambaru, E., Abdullah, A. 2017. Efektifitas Media Tanam Sabut Kelapa Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Jamur Tiram *Pleurotus* sp. BIOMA : Jurnal Biologi Makassar 2(2): 19-27.
- Hariyanto, S., dan Nugroho, T. 2023. Transformasi Pertanian Tradisional ke Pertanian Digital Menggunakan IoT: Studi Kasus di Jawa Tengah. Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi, 14(3) :112-124.
- Nurilla,N. 2013. Studi Pertumbuhan dan Produksi Jamur Kuping (*Auricularia auricular*) pada Substrat Serbuk Gergaji Kayu dan Serbuk Sabut Kelapa”. Jurnal Produksi Tanaman. Vol 1 (3). Hal : 40-47.
- Prastowo, I.A. Muhammad, N.F. Farida, A. 2024. Perancangan Sensor Monitoring Suhu Dan Kelembapan Pada Kumbung Jamur Kuping Berbasis IoT. Zetroem 6(2): 6-10.
- Sagala, A., Nugroho Y. 2023. Analisis Kelayakan Finansial Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus osreatus*) pada Usaha Raja Qulat Mushroom di Desa Kuta Blang Kecamatan Samadua Kabupaten Aceh Selatan. Jurnal Pertanian Agros 25(1): 538-548.
- Sayekti, I. Hidayati, U. 2020. Penerapan Teknologi Monitoring Suhu Dan Kelembapan Udara Kumbung Menggunakan *Internet Of Things (IoT)* Pada Usaha Budi Daya Jamur Tiram Di Desa Wujil Kerajan Kecamatan Bergas Kabupaten Semarang. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Polines 3: 842–854.

- Sugianto, A. 2017. Pengaruh Metode Pembibitan Dan Berat Substrat Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). Jurnal Folium Vol. 1 No. 1 (2017), 71-79. EISSN 2599-3070.
- Suharjo, E. 2015. Budidaya Jamur Tiram Media Kardus. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Suryanto, B., & Rahayu, T. 2019. Optimasi Waktu Inkubasi untuk Mempercepat Pertumbuhan Miselium Jamur Tiram Putih. Jurnal Bioteknologi Pertanian, 6(3):21-28.
- Wibowo, B.C. Rozaq, I.A. 2023. Implementasi Sistem Penyiraman Otomatis Pada Kumbung sebagai Upaya Peningkatan Hasil Budi Daya Jamur Tiram Desa Menawan Jurnal SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi Masyarakat) 12(2): 157 – 166.