



Pendampingan Optimalisasi Budidaya Maggot Black Soldier Fly Berbasis Internet of Things

Soffa Zahara^{1*}, Mohammad Muslimin², Rini Puji Astutik³, Erlangga Dimas Suryadi⁴, Julyant Marco Melandry⁵, Chindy Alvionita Bana Pah⁶

^{1*,4,5}Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit, Mojokerto, Indonesia

^{2,6} Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit, Mojokerto, Indonesia

³Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik, Indonesia

Email: ^{1*}soffa.zahara@unim.ac.id, ²muslimin@unim.ac.id, ³astutik_rpa@umg.ac.id,

⁴edimassuryadi.2024@unim.ac.id, ⁵jmarcomelandry.2024@unim.ac.id, ⁶cabpah.2022@unim.ac.id

Abstract

Organic waste management remains a major challenge in Indonesia. Utilizing aggot or Black Soldier Fly (BSF) larvae as a bioconversion agent for organic waste is a widely applied method. However, the success of BSF Maggot cultivation is heavily influenced by environmental conditions, particularly the temperature and humidity of the rearing facility. Unsuitable conditions can lead to suboptimal larval growth and even increase the risk of mortality. This community service activity aims to design and implement a sensor-based monitoring and control system for temperature and humidity in a Maggot facility at the organic waste processing unit managed by the Village-Owned Enterprise (BUMDes) Kabatren Sejahtera in Kemantren Village, Mojokerto Regency. The methods used include problem identification, system design and implementation for two months, intensive training and structured mentoring for 4 weeks, and evaluation. The developed system utilizes an ESP32 NodeMCU microcontroller and a DHT22 sensor integrated with a Telegram Bot to monitor and control environmental conditions in real-time. The implementation results indicate that the system is capable of assisting facility operators in maintaining ideal environmental conditions for BSF Maggot growth. Testing results show that all 14 features of the monitoring and control system function optimally, achieving a sensor reading reliability rate of 98.4%. From the empowerment aspect, there was a significant increase in the partners' average cognitive score, rising from a pre-test score of 42.0 to 87.5 in the post-test. The technology implementation successfully transformed the operators' workflow into a data-driven approach, enhanced monitoring time efficiency, stabilized daytime temperatures within the ideal range of 28°C–32°C.

Keywords: waste; maggot; bsf; bumdes, internet of things

Abstrak

Pengelolaan sampah organik masih menjadi tantangan berat di Indonesia. Pemanfaatan Maggot atau Larva Black Soldier Fly (BSF) sebagai agen biokonversi sampah organik merupakan salah satu metode yang telah banyak diterapkan. Namun, keberhasilan budidaya Maggot BSF sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, khususnya suhu dan kelembapan kandang budidaya. Ketidaksesuaian kondisi tersebut dapat menyebabkan pertumbuhan larva tidak optimal bahkan meningkatkan risiko kematian. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring serta kontrol suhu dan kelembapan kandang Maggot BSF berbasis sensor pada unit pengolahan sampah organik yang dikelola oleh Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) Kabatren Sejahtera Desa Kemantren Kabupaten Mojokerto. Metode yang digunakan identifikasi permasalahan, perancangan dan implementasi sistem selama dua bulan, pelatihan intensif dan pendampingan terstruktur selama 4 minggu serta evaluasi. Sistem yang dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 NodeMCU dan sensor DHT22 yang terintegrasi dengan Telegram Bot untuk memantau dan mengontrol kondisi lingkungan secara realtime. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu membantu pengelola kandang dalam menjaga kondisi lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan Maggot BSF. Hasil pengujian menunjukkan seluruh 14 fitur sistem monitoring dan kontrol berhasil berfungsi optimal dengan persentase keberhasilan pembacaan sensor mencapai 98,4% dan latensi respons perintah 1,2–2,8 detik. Dari aspek pemberdayaan, terjadi peningkatan rata-rata nilai kognitif mitra dari pre-test 42,0 menjadi 87,5 pada post-test. Implementasi teknologi ini berhasil mengubah pola kerja pengelola menjadi berbasis data, meningkatkan efisiensi waktu pemantauan, menstabilkan suhu siang hari pada kisaran ideal suhu 28°C-32°C.

Kata Kunci: sampah; maggot; bsf; bumdes; internet of things.

A. PENDAHULUAN

Permasalahan sampah terutama yang berjenis organik masih menjadi tantangan di Indonesia dimana menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) di tahun 2025, menunjukkan bahwa timbulan sampah di Indonesia mencapai lebih dari 30 juta ton per tahun, dengan komposisi terbesar berasal dari sampah organik rumah tangga seperti sisa makanan, sayuran, dan limbah dapur yang mencapai lebih dari 50% dari total sampah yang dihasilkan (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), 2025). Jika sampah organik tidak dikelola secara tepat, dapat mengakibatkan timbulnya berbagai permasalahan lingkungan diantaranya pencemaran air serta tanah (Yusmanan et al., 2023), timbulnya bau tidak sedap, serta peningkatan emisi gas rumah kaca akibat proses dekomposisi yang masif dan tidak terkendali (Halomoan & Putri, 2025). Masalah penyerta lain yang juga belum terselesaikan yaitu terbatasnya kapasitas tempat pembuangan akhir sehingga diperlukan upaya pengelolaan sampah berbasis masyarakat yang lebih efektif, inklusif dan berkelanjutan (Masdani et al., 2023).

Pemanfaatan sampah organik rumah tangga sebagai media tumbuh larva/Maggot Black Soldier Fly (BSF) (Kusuma Purnamasari et al., 2021) merupakan salah satu pendekatan yang mulai banyak digunakan dimana Maggot BSF memiliki kemampuan menguraikan limbah organik secara cepat sekaligus menghasilkan biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Salman et al., 2020), unggas, maupun ikan (Andriani et al., 2020). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa larva BSF mampu mengurangi volume sampah organik hingga lebih dari 50% dalam waktu relatif singkat sehingga efektif dan ramah lingkungan (Adi Rohmanna & Maulidya Maharani, 2022) (Hartono et al., 2021). Namun, keberhasilan budidaya Maggot BSF sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama suhu dan kelembapan kandang budidaya dimana kondisi lingkungan yang tidak sesuai dapat menyebabkan pertumbuhan larva menjadi tidak optimal, memperlambat proses dekomposisi, bahkan meningkatkan tingkat kematian larva (Hartono et al., 2021) (Novianti, 2023).

Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) Kabatren Sejahtera yang dimiliki Desa Kemantren Kecamatan Gedeg bergerak di bidang pengolahan sampah terpadu, memiliki unit usaha pengolahan sampah organik memanfaatkan Maggot BSF. Unit budidaya Maggot BSF yang dimiliki terdiri dari 1 kandang indukan atau alat dewasa tempat alat BSF berkembangbiak. Gambar 1 menunjukkan kandang indukan yang menggunakan struktur rangka kayu

ringan yang ditutup dengan jaring dan klambu halus berwarna biru disertai atap transparan yang berfungsi sebagai tempat bertemunya alat jantan dan betina untuk proses perkawinan.



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)

Gambar 1. Kandang Indukan

Sedangkan Gambar 2 menunjukkan kandang pembesaran yang terdiri dari bak-bak beton atau sekat-sekat semen atau sering disebut biopond yang berjejer yang di dalamnya terdapat media pakan organik yang sedang diurai oleh jutaan Maggot BSF. Kandang biopond berfungsi sebagai tempat menetasnya telur menjadi bayi Maggot hingga mereka tumbuh menjadi Maggot dewasa. Dalam operasionalnya volume sampah organik yang diolah mencapai 50 kg hingga 100 kg per hari dan kapasitas produksi fresh Maggot berkisar antara 5 kg hingga 15 kg per hari.



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)

Gambar 2. Kandang Biopond

Namun dalam pengelolaannya pemantauan kondisi kandang pada unit budidaya Maggot BSF masih dilakukan secara manual seperti belum adanya termometer ruangan sehingga sering mengalami kesulitan dalam menjaga kestabilan suhu dan kelembapan secara konsisten dalam ruangan indukan maupun biopond. Solusi yang selama ini

dilakukan untuk menjaga kelembapan yaitu menyemprot ruangan dengan air sehingga dapat membantu menjaga kelembapan ruangan. Namun terkadang pengelola tidak rutin dalam menjaga konsistensi sehingga sering terjadi peningkatan suhu mendadak yang terlalu ekstrim dan terlambat penanganan dan penyelamatan sehingga mengakibatkan gagal panen berulang dikarenakan tingkat kematian dan gagal panen yang dialami sebesar 45% per siklus.

Seiring dengan pesatnya pemanfaatan Internet of Things (IoT) di berbagai bidang, kontrol dan monitoring jarak jauh melalui internet menjadi salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan lingkungan budidaya Maggot BSF. Teknologi IoT memungkinkan integrasi berbagai perangkat sensor dengan sistem pemrosesan data dan jaringan komunikasi sehingga kondisi lingkungan dapat dipantau secara real-time (Narayana et al., 2024) (Mishra, 2025). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT mampu meningkatkan efektivitas pengawasan lingkungan pada berbagai sektor pertanian dan peternakan, termasuk dalam pengendalian suhu dan kelembapan (Adhistian & Mayangsari, 2021) (Citra Mahkota & Kusriyanto, 2025).

Implementasi sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) saat ini umumnya menggunakan pendekatan aplikasi mobile khusus seperti Blynk (Rufa et al., 2025) (Hutapea et al., 2022) dan Thingspeak (Christine et al., 2024) (Satria et al., 2023). Platform berbasis mobile tersebut memerlukan proses instalasi dan pembaruan aplikasi secara berkala, sehingga kurang fleksibel bagi pengguna di tingkat masyarakat. Penggunaan Telegram Bot dalam Internet of Things (IoT) memungkinkan integrasi langsung antara perangkat sensor dengan pengguna melalui sistem perintah atau command dan notifikasi otomatis secara realtime dengan waktu respon yang cepat, tanpa memerlukan instalasi tambahan (Arismunandar et al., n.d.) (Febrianti et al., n.d.). Aplikasi Telegram umumnya mudah dipahami oleh pengelola karena tidak perlu mengunduh aplikasi khusus baru yang membebani memori penyimpanan ponsel, melainkan cukup berinteraksi dengan ruang obrolan atau chat yang sudah familier.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan kelembapan kandang Maggot BSF berbasis IoT pada unit pengolahan sampah organik yang dikelola oleh Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) Kabatren Sejahtera dengan memanfaatkan Aplikasi Telegram. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu membantu pengelola dalam memantau kondisi lingkungan

kandang secara real-time sehingga proses budidaya Maggot dapat berlangsung lebih optimal. Selain itu, penerapan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah organik di tingkat desa sekaligus memberikan nilai tambah bagi kegiatan ekonomi masyarakat.

B. PELAKSANAAN DAN METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan kegiatan yang melibatkan tim pengabdian dan pengelola BUMDes sebagai mitra utama yaitu identifikasi permasalahan, perancangan dan implementasi sistem, pelatihan dan pendampingan serta evaluasi. Seluruh rangkaian kegiatan ini dirancang untuk menjawab kebutuhan mitra dalam mengoptimalkan produktivitas budidaya Maggot melalui pendekatan teknologi tepat guna berbasis Internet of Things (IoT).



Gambar 3. Metode Pelaksanaan Pengabdian

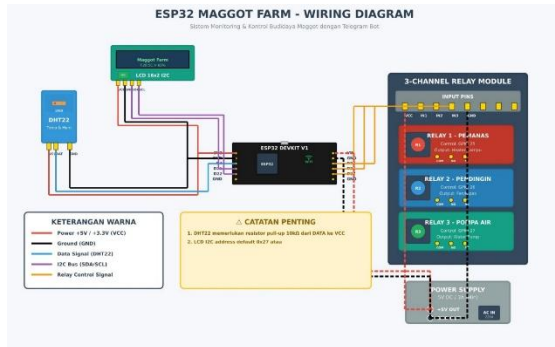
Gambar 3 menunjukkan tahapan pelaksanaan pengabdian yang terdiri dari 4 tahapan yaitu:

a) Identifikasi Permasalahan

Tahap awal dilakukan melalui observasi lapangan dan diskusi dengan direktur dan pengelola unit pengolahan sampah organik BUMDes. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi budidaya Maggot BSF yang telah berjalan serta mengidentifikasi kendala yang dihadapi oleh mitra, khususnya terkait pengendalian suhu dan kelembapan kandang. Ditemukan kendala operasional riil berupa ketidakstabilan suhu ruangan akibat paparan cuaca luar secara langsung. Fluktuasi suhu ekstrem pada siang hari di dalam kandang memicu tingginya angka kematian larva sampai dengan 45%.

b) Perancangan dan Implementasi Sistem

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, dilakukan perancangan sistem monitoring lingkungan kandang Maggot BSF. Gambar 4 menunjukkan Diagram arsitektur sistem yang menggambarkan hubungan sensor, mikrokontroler, relay, aktuator, jaringan internet, dan Telegram Bot. Sistem terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor suhu dan kelembapan, mikrokontroler sebagai pengolah data, serta perangkat aktuator untuk membantu proses pengendalian kondisi lingkungan. Sensor digunakan untuk membaca kondisi suhu dan kelembapan di dalam kandang Maggot. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada perangkat monitoring sehingga dapat diketahui oleh pengelola secara langsung.



Gambar 4. Desain Arsitektur Sistem Pemantauan Maggot BSF Terintegrasi Telegram

Pada tahap ini juga dilakukan proses perakitan perangkat keras serta instalasi sistem pada kandang penetasan Maggot BSF milik BUMDes. Sensor ditempatkan pada beberapa titik di dalam kandang untuk memperoleh data lingkungan yang lebih representatif. Selain itu dilakukan pengujian sistem untuk memastikan bahwa perangkat dapat bekerja dengan baik. Durasi perancangan dan implementasi dilakukan selama 1 bulan mulai dari bulan Juli 2025 sampai dengan Agustus 2025.

c) Pelatihan dan Pendampingan

Setelah sistem terpasang, tim pengabdian kepada masyarakat memberikan pelatihan kepada pengelola BUMDes mengenai cara penggunaan dan perawatan sistem monitoring. Pendampingan juga dilakukan selama masa awal penggunaan alat untuk memastikan sistem dapat dimanfaatkan secara optimal oleh mitra. Tim pengabdian melaksanakan program peningkatan kapasitas mitra melalui pelatihan intensif dan pendampingan terstruktur selama 2 minggu pada bulan September 2025. Pelatihan diikuti oleh pengelola unit usaha pengolahan sampah organik, dan belum pernah mengoperasikan sistem berbasis IoT.

Tabel 1. Jadwal Kegiatan Pendampingan

Jadwal	Materi
1-6 September 2025	Basic Maintenance IoT Hardware diantaranya pengenalan komponen, pembersihan berkala box panel disertai sensor dan aktuator dari debu, dan penanganan troubleshooting dasar
7-13 September 2025	Mekanisme interaksi kontrol jarak jauh, interpretasi data, dan respons perintah menggunakan Telegram Bot.

d) Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem monitoring serta tingkat kebermanfaatannya bagi mitra dalam kegiatan budidaya Maggot BSF. Evaluasi dilakukan setelah sistem diimplementasikan dan digunakan oleh pengelola BUMDes dalam periode waktu 1 bulan implementasi sistem.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Perangkat Sistem Monitoring dan Kontrol

Sistem monitoring dan kontrol suhu serta kelembapan kandang Maggot BSF berbasis Internet of Things (IoT) telah berhasil diimplementasikan pada unit pengolahan sampah organik BUMDes. Implementasi sistem monitoring dan kontrol suhu serta kelembapan kandang Maggot BSF berbasis Internet of Things (IoT) terintegrasi dengan aplikasi Telegram sebagai media antarmuka pengguna. Sistem yang dikembangkan terdiri dari komponen sensor suhu dan kelembapan, mikrokontroler sebagai pusat pengolahan data, serta modul relay yang berfungsi untuk mengendalikan perangkat aktuator yaitu seperti pemanas menggunakan lampu pijar, pendingin menggunakan kipas, dan sistem penyiraman menggunakan pompa air.

Berdasarkan hasil implementasi di lapangan, perangkat sistem berhasil dipasang pada kandang Maggot BSF milik BUMDes dan dapat beroperasi dengan baik. Gambar 5 merupakan perangkat keras yang ditempatkan dalam sebuah box panel yang terintegrasi dengan instalasi listrik sehingga aman dari gangguan lingkungan. Sensor suhu dan kelembapan diposisikan di area kandang untuk memperoleh data kondisi lingkungan secara aktual melalui aplikasi Telegram secara realtime.



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)

Gambar 5. Implementasi Perangkat Monitoring di Kandang Budidaya Maggot BSF

Tampilan Sistem Monitoring Berbasis Telegram

Hasil kegiatan pengabdian ini berupa sistem monitoring dan kontrol suhu serta kelembapan yang telah terpasang pada kandang Maggot BSF di unit pengolahan sampah organik BUMDes. Gambar 6 merupakan antarmuka sistem yang dikembangkan melalui aplikasi Telegram yang mampu memantau kondisi lingkungan kandang secara realtime melalui sensor yang terhubung dengan mikrokontroler. Melalui antarmuka ini pengelola dapat memantau suhu dan kelembapan dalam kandang budidaya. Jika suhu terlalu panas maka sistem akan otomatis mematikan lampu, sebaliknya jika suhu terlalu dingin sistem akan menyalakan lampu secara otomatis maupun manual lewat Aplikasi Telegram. Selain itu pengelola juga dapat melakukan

pengontrolan penyemprotan air ke dalam kandang baik otomatis yang dilakukan 2 kali sehari yaitu saat pagi dan sore. Penyemprotan secara manual juga dapat dilakukan melalui antarmuka dengan mengirimkan perintah pada Aplikasi Telegram.



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)

Gambar 6. Antarmuka Montoring dan Kontrol Kandang Budidaya Maggot BSF Menggunakan Aplikasi Telegram

Sistem monitoring yang dikembangkan menggunakan platform Telegram sebagai media interaksi antara pengguna dan sistem. Pengelola dapat mengakses berbagai fitur monitoring dan kontrol melalui perintah atau command yang tersedia pada bot Telegram. Tabel 2 menjelaskan berbagai pengujian fungsionalitas sistem monitoring dan kontrol yang telah diimplementasikan pada kandang budidaya Maggot BSF.

Tabel 2. Pengujian Fungsionalitas Sistem Monitoring

Fungsionalitas Sistem	Deskripsi	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status	(/relay1on/off)	menonaktifkan pemanasan	mati sesuai perintah	posisi dan lampu indikator pemanasan menyala/mati sesuai perintah.	
Monitoring suhu	Sistem membaca suhu dari sensor dan menampilkan pada Telegram	Data suhu tampil secara realtime	Bot Telegram mengirimkan data suhu ruangan	Berhasil	Kontrol pendinginan (/relay2on/off)	Mengaktifkan dan menonaktifkan pendingin	Pendingin menyala/mati sesuai perintah	Relay 2 berpindah posisi dan kipas exhaust/blower berputar/berhenti secara instan.	Berhasil
Monitoring kelembapan	Sistem membaca kelembapan dan mengirimkannya ke Telegram	Data kelembapan tampil secara real-time	Bot Telegram mengirimkan data kelembapan	Berhasil	Penyiraman manual (/watermanow)	Mengaktifkan pompa air secara manual	Pompa menyala dan melakukan penyiraman	Pompa misting DC menyala langsung dan mengeluarkan kabut air di atas area	Berhasil
Perintah /sensor	Mengirim perintah untuk melihat data	Sistem menampilkan suhu dan	Bot Telegram merespons dengan menampilkan	Berhasil					

Penghentian penyiraman (/waterstop)	Menghentikan proses penyiraman	Pompa berhenti sesuai perintah	biopond Maggot. Aliran arus listrik ke pompa langsung diputus oleh relay dan penyempromatan kabut air berhenti seketika.	Berhasil	dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Sistem mampu melakukan pembacaan data suhu dan kelembapan secara realtime serta menampilkan informasi tersebut melalui aplikasi Telegram. Selain itu, fitur kontrol seperti pengaturan suhu, pengendalian perangkat, serta sistem penyiraman baik secara manual maupun otomatis juga dapat berfungsi dengan optimal.
Penyiraman otomatis (/autowater)	Mengaktifkan mode penyiraman otomatis	Sistem melakukan penyiraman sesuai jadwal	Sistem mengaktifkan pompa secara otomatis pada pukul 07.00 dan 16.00 WIB tanpa perlu intervensi manual pengelola.	Berhasil	Keberhasilan seluruh fungsi sistem menunjukkan bahwa integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan platform komunikasi telah berjalan dengan baik. Hal ini membuktikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai solusi dalam meningkatkan efisiensi monitoring dan pengelolaan kondisi lingkungan pada budidaya Maggot BSF.
Status penyiraman (/waterstatus)	Mengecek status penyiraman	Sistem menampilkan status aktif/tidak aktif	Bot Telegram merespons dengan memberikan informasi status: "Mode Auto-Watering: AKTIF / NON-AKTIF".	Berhasil	Selain memberikan manfaat dalam proses monitoring, sistem yang dikembangkan juga membantu meningkatkan kesadaran pengelola terhadap pentingnya pengendalian lingkungan kandang. Sebelum adanya sistem ini, pemantauan kondisi kandang masih dilakukan secara manual sehingga sering kali terjadi keterlambatan dalam penanganan perubahan kondisi lingkungan.
Notifikasi penyiraman	Sistem mengirim notifikasi saat penyiraman dimulai dan selesai	Notifikasi tampil di Telegram	Bot Telegram mengirim laporan terperinci: "PENYIRAMAN PAGI/SORE (Mulai: 07:00:44 WIB, Durasi: 30s)" dan "PENYIRAMAN MAN SELESAI".	Berhasil	Hasil diskusi dengan pengelola BUMDes menunjukkan bahwa sistem yang diimplementasikan cukup membantu dalam kegiatan budidaya Maggot BSF. Pengelola menjadi lebih mudah memantau kondisi kandang serta dapat menjaga kestabilan lingkungan yang dibutuhkan oleh larva. Dengan demikian, diharapkan produktivitas Maggot BSF dapat meningkat dan mendukung keberlanjutan program pengolahan sampah organik di desa.
Logging data	Sistem mencatat waktu, suhu, dan kelembapan saat penyiraman	Data tersimpan dan dapat ditampilkan	Rekam jejak waktu, durasi aktual (31 detik), suhu, serta kelembapan terangkum lengkap dalam pesan teks bot.	Berhasil	Analisis Kinerja Teknis Perangkat Kontrol IoT Dilakukan pemantauan parameter lingkungan secara kontinu dan pengujian performa sistem selama 7 hari setelah kegiatan instalasi alat. Selama periode pengujian yaitu total 10.080 siklus data dengan interval pembacaan 1 menit, sensor DHT22 menunjukkan tingkat keberhasilan pembacaan data mencapai 98,4%. Sebanyak 1,6% kegagalan pembacaan terdeteksi akibat fluktuasi tegangan listrik lokal pada waktu tertentu, disertai kendala sinyal internet. Sebelum implementasi alat, kondisi ruangan budidaya tidak memiliki alat ukur sehingga parameter lingkungan sama sekali tidak terukur.

Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas yang ditunjukkan pada Tabel 2, keseluruhan 14 fitur pada sistem monitoring dan kontrol dapat berjalan

Setelah sistem IoT aktif, fluktuasi suhu berhasil diredam secara signifikan dan dijaga secara konsisten pada rentang optimal pertumbuhan larva, yaitu antara 28°C hingga 31°C sesuai dengan visualisasi data harian yang dikirim secara otomatis ke Telegram. Pengujian waktu jeda dari pengiriman perintah teks pada bot Telegram hingga aktivasi mekanis relay menunjukkan performa yang

responsif, dengan rata-rata waktu respons berkisar antara 1,2 hingga 2,8 detik. Kecepatan ini juga bergantung pada stabilitas kualitas sinyal operator seluler di area mitra.

Durasi aktivasi aktuator pendingin kipas exhaust dan pompa misting bekerja secara dinamis berdasarkan pergerakan suhu. Rata-rata durasi kipas menyala pada siang hari adalah 15-20 menit per siklus hingga suhu turun kembali ke batas aman. Adapun tingkat ketepatan pengiriman notifikasi bahaya saat suhu melampaui ambang batas maksimum memiliki akurasi 100% sukses terkirim ke seluruh perangkat ponsel pengelola BUMDes yang terdaftar.

Evaluasi Dampak Pemberdayaan dan Perubahan Pola Kerja Mitra

Integrasi otomatisasi kontrol dan pemantauan secara nyata memberikan dampak linier terhadap stabilitas hasil produksi Maggot BSF pada BUMDes yang tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Evaluasi Sistem

Parameter Evaluasi	Kondisi Sebelum Kegiatan	Kondisi Sesudah Kegiatan
Metode Pemantauan	Manual, pengelola harus mendatangi biopond secara berkala dan menebak suhu secara intuitif.	Otomatis via sensor DHT22 yang terhubung ke ponsel pengelola 24 jam penuh.
Akurasi Data Ruangan	Tidak terukur, tidak ada alat ukur suhu dan kelembapan di lokasi fasilitas.	Akurat dan real-time.
Suhu Biopond Siang Hari	Tidak terukur, tidak ada alat ukur suhu dan kelembapan di lokasi fasilitas.	Stabil di kisaran ideal suhu 28°C-32°C melalui otomatisasi kipas dan pompa misting.
Tingkat Kematian Larva	Tinggi, sekitar 45% per siklus karena larva mengalami stres.	Menurun drastis hingga target < 10% per siklus panen.
Beban Kerja Operasional	Tinggi, penyiraman kelembapan dilakukan manual menggunakan penyemprot air.	Lebih ringan, penyiraman terjadwal otomatis dan mitigasi suhu bisa dikontrol jarak jauh melalui klik tombol ponsel.

Untuk mengukur efektivitas pelaksanaan pelatihan interaktif dan demonstrasi langsung yang diselenggarakan selama 2 hari, tim pengabdian menerapkan instrumen evaluasi kognitif berupa pre-test dan post-test terhadap 6 peserta pelatihan. Berdasarkan hasil rekapitulasi data pada Tabel 4, rata-rata nilai peserta melonjak secara signifikan dari yang semula hanya sebesar 42,0 pada fase pre-test menjadi 87,5 pada fase post-test. Peningkatan

nilai rata-rata akumulatif sebesar +45,5 poin ini membuktikan bahwa visualisasi materi Basic Maintenance Hardware serta penyederhanaan antarmuka kontrol berbasis Telegram Bot sangat efektif dan mudah diserap oleh para pengelola BUMDes di tingkat desa, meskipun seluruh peserta belum pernah mengoperasikan teknologi berbasis Internet of Things (IoT) sebelumnya.

Tabel 4. Evaluasi Keterampilan Pengelola

Indikator Evaluasi	Pre-test	Post-test
Pemahaman Kognitif Mitra	42,5	87,5

D. PENUTUP

Simpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah menghasilkan sistem monitoring dan kontrol suhu serta kelembapan kandang Maggot BSF berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh pengelola BUMDes dalam kegiatan pengolahan sampah organik. Berdasarkan hasil evaluasi operasional, seluruh 14 fitur sistem terbukti berfungsi optimal dengan persentase keberhasilan pembacaan sensor mencapai 98,4%, rata-rata waktu respons antara 1,2-8 detik, menjaga kestabilan suhu ideal 28°C–32°C. Program ini juga sukses memberikan dampak pemberdayaan yang signifikan dengan naiknya nilai kognitif pengelola dari rata-rata pre-test 42,0 menjadi 87,5 pada post-test.

Implementasi sistem berbasis Telegram ini terbukti mampu mempermudah proses pemantauan kondisi kandang secara realtime, sehingga pengelola tidak lagi bergantung pada metode manual yang kurang efisien. Sistem ini membantu menjaga kestabilan suhu dan kelembapan yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan larva Maggot BSF, sehingga proses penguraian sampah organik menjadi lebih optimal. Selain itu, fitur otomatisasi seperti penyiraman terjadwal juga mampu mengurangi beban kerja pengelola serta meningkatkan konsistensi dalam perawatan kandang.

Saran

Untuk pengembangan pada kegiatan selanjutnya, dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur penyimpanan data atau bisa disebut data logging berbasis cloud sehingga data historis suhu dan kelembapan dapat dianalisis secara lebih mendalam untuk mendukung pengambilan keputusan.

Ucapan Terima Kasih

Pelaksana kegiatan pengabdian kepada masyarakat menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM), Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia (Diktisaintek) yang telah membiayai

kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan skema Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) di tahun 2025 sehingga kegiatan pengabdian berjalan dengan baik dan lancar.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Adhistian, P., & Mayangsari, M. (2021). *Implementasi IoT dalam Otomasi Pengontrolan Kondisi Lingkungan dan Pemberian Pakan: Efeknya Terhadap Parameter Efisiensi Peternakan*. 6(2), 217–224. <https://doi.org/10.32493/informatika.v6i2.7474>
- Adi Rohmanna, N., & Maulidya Maharani, D. (2022). Waste Reduction Performance by Black Soldier Fly Larvae (Bsfl) on Domestic Waste and Solid Decanter. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 10(2), 141–145. <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2022.010.02.08>
- Andriani, R., Muchdar, F., Samadan, G. M., Alfiahsharin, W. T., Abjan, K., & Tirta Margono, M. (2020). TEKNIK KULTUR MAGGOT (*Hermetia illucens*) PADA KELOMPOK BUDIDAYA IKAN DI KELURAHAN KASTELA. *Altifani Journal: International Journal of Community Engagement*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/https://doi.org/10.32502/altifani.v1i1.3003>
- Arismunandar, W., Alamsyah, M., Ardimansyah, S., & Kom, M. (2023). Perancangan Aplikasi Monitoring Dan Kontrol Smarthome Berbasis IoT Terintegrasi Dengan Bot Telegram Sebagai Notifikasi. *CCS, x, No.x*(1), 134–144. <https://doi.org/10.33334/ccs.v3i1.921>
- Christine, D., Daud, A., Rezka, M., Pratama, B., Teknik, J., Energi, K., Bandung, N., Elektro, J. T., & Muhammadiyah Bandung, U. (2024). Pembuatan Alat Monitoring Dan Sistem Kontrol Suhu Serta Kelembaban Udara Berbasis Iot Pada Kontainer Larva Black Soldier Fly (BSF). *JURNAL TEKNIK ENERGI*, 13(2), 1–6. <https://doi.org/10.35313/jte.v13i2.5112>
- Citra Mahkota, L., & Kusriyanto, M. (2025). Sistem Monitoring Lingkungan Berbasis IoT pada Aplikasi Smart Farming Berbasis Arduino Menggunakan Protokol MQTT. In *IJAI (Indonesian Journal of Applied Informatics)* (Vol. 10, Number 1). <https://doi.org/10.20961/ijai.v10i1.82110>
- Febrianti, A., Azizah, B. N., & Septiani, E. S. (2025). Pemanfaatan Telegram Bot pada Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT dengan Mikrokontroler ESP32. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Bisnis (SENATIB)*, 2025. 412–421.
- Halomoan, N., & Putri, A. R. (2025). Potensi Emisi Gas Rumah Kaca di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Cikundul, Kota Sukabumi. *Journal of Environmental Engineering Innovations*, 02(02), 80–88. <https://doi.org/10.33795/jeei.v2i2.411>
- Hartono, R., Anggrainy, A. D., & Bagastyo, A. Y. (2021). Pengaruh Komposisi Sampah dan Feeding Rate terhadap Proses Biokonversi Sampah

- Organik oleh Larva Black Soldier Fly (BSF). *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(2), 181–193. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i2.231>
- Hutapea, N. E. Br., Junus, L., Ningrum, P. P., Isnaini, H. W., Ilman, M. Z., Aziz, N., & Harwanto, D. (2022). Increasing Production Efficiency of Maggot with Integrated IoT Sensor for Effective, Efficient, and Organized Prototype for Natural Feed in Aquaculture. *Omni-Akuatika*, 18(S1), 14. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2022.18.s1.974>
- Kusuma Purnamasari, D., Julia Ariyanti, B. M., & Erwan, dan. (2021). Potensi Sampah Organik Sebagai Media Tumbuh Maggot Lalat Black Soldier (Hermetia illucens). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Indonesia*, 7(2), 95–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jitpi.v7i2.96>
- Masdani, Asdin, A., Pratiwi, N., Triaji, B., & Saputra, D. H. (2023). Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat: Menuju Lingkungan Bersih dan Sehat. *Asskruie : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 67–74. <https://doi.org/10.59024/asskruie.v1i1.121>
- Mishra, A. (2025). Chapter 10 - Internet of Things-based sensors for environmental monitoring. In J. McLaughlin, A. Mathur, & S. M. Tauseef (Eds.), *Emerging Sensors for Environmental Monitoring* (pp. 167–186). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-13894-2.00006-3>
- Narayana, T. L., Venkatesh, C., Kiran, A., J. C. B., Kumar, A., Khan, S. B., Almusharraf, A., & Quasim, M. T. (2024). Advances in real time smart monitoring of environmental parameters using IoT and sensors. *Heliyon*, 10(7), e28195. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28195>
- Novianti, D. (2023). Review: Kondisi Lingkungan Ideal untuk Budi Daya Black Soldier Fly (BSF). *CAKRAWALA*, 17(2), 195–206. <https://doi.org/10.32781/cakrawala.v17i2.575>
- Rufa, A., Hidayatullah, R., Aulia Rahman, A., Griya Gemilang Sakti, K., Trip Jamaksari Nomor, J., Serang, K., & Serang, K. (2025). *PERANCANGAN SISTEM KONTROL INTENSITAS CAHAYA, SUHU DAN KELEMBABAN PADA PEMBUDIDAYA MAGGOT MENGGUNAKAN METODE WATERFALL BERBASIS IOT DAN MOBILE*. 2(1). Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Telekomunikasi, 2(1), 58–69. <https://doi.org/10.30595/jtsit.v2i1.1501>
- Salman, Ukhrowi, L. M., & Azim, M. T. (2020). Budidaya Maggot Lalat BSF Sebagai Pakan Ternak. *Junal Karya Pengabdian*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.29303/jkp.v2i1.34>
- Satria, H., Noviandri, D., * S., Dayana, I., Khahfi Zuhanda, M., Pagel Pardede, R., & Salam, R. (2023). Stability of an Integrated Power Supply in a

PV/Grid Network for an IoT System-Based BSF Maggot Farming Monitoring Controller. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, 54(12).
<https://doi.org/10.62321/issn.1000-1298.2023.12.01>

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), K. L. H. (2025). *Data Pengelolaan Sampah & RTH*.
<https://portal-sipsn.kemenvh.go.id/data/komposisi-sampah> (Diakses berkala pada 12 Februari 2026).

Yusmaman, W. M., Widiyanto, H., Rohmah, S. N., & Akbarsyah, M. A. (2023). Bahaya Lingkungan Pada Open Dumping Sampah Organik Perkotaan. *Jurnal Bengawan Solo Pusat Kajian Penelitian Dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta*, 2(2), 85–101.
<https://doi.org/10.58684/jbs.v2i2.83>