

Pengering Maggot berbasis IoT (POTbIoT) untuk Mengatasi Keterbatasan Pakan Ternak

Eriska Hadi Prasetya¹, Miftakhul Maulidina², M. Dewi Manikta Puspitasari^{3*}, Agus Suwardono⁴

Teknik Elektronika, Universitas Nusantara PGRI Kediri^{1,2,3,4}

erisprasetya1922@gmail.com¹, miftakhulmaulidi@unpkediri.ac.id², dewimanikta@gmail.com^{3*}, agussuwardono@unpkediri.ac.id⁴

Abstrak

Saat ini, terdapat urgensi akan kebutuhan pakan ternak berkualitas yang dapat memenuhi kebutuhan semua peternak. Salah satu cara mengatasinya adalah perancangan alat yang efisien untuk menghasilkan pakan ternak yang berkualitas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengering maggot berbasis IoT untuk meningkatkan efisiensi proses pengeringan maggot. Maggot, larva dari lalat *Black Soldier Fly*, merupakan sumber protein alternatif yang potensial untuk pakan ternak dan ikan. Alat yang dirancang menggunakan sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu dan memanaskan maggot secara otomatis menggunakan Tubular Heater. Alat ini dapat dikendalikan dari jarak jauh dan memberikan notifikasi ketika proses pengeringan selesai dengan memanfaatkan IoT. Metode yang digunakan adalah pengembangan prosedural dengan pengujian dilakukan pada beberapa parameter seperti suhu dan waktu pengeringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat pengering maggot berbasis IoT lebih efisien dibandingkan metode pengeringan manual karena mampu mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan, serta menghasilkan maggot kering berkualitas tinggi. Alat ini diharapkan dapat membantu peternak dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi maggot.

Kata Kunci : Pengering Maggot, IoT, DS18B20, Tubular Heater

A. PENDAHULUAN

Saat ini, para peternak menghadapi tantangan signifikan dalam mendapatkan kuantitas pakan ternak yang berkualitas. Kebutuhan akan pakan yang efisien dan berkelanjutan semakin mendesak seiring dengan peningkatan permintaan daging dan produk hewani lainnya. Sumber pakan konvensional seperti tepung ikan sering kali tidak mencukupi karena masalah ketersediaan bahan baku yang tidak stabil dan harga yang fluktuatif (Noer et al., 2023). Hal ini mendorong para peternak dan peneliti untuk mencari alternatif pakan yang lebih murah, berkelanjutan, dan berkualitas tinggi.

Maggot, larva dari lalat *Black Soldier Fly* (BSF) muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk masalah ini. Larva BSF dikenal memiliki kandungan nutrisi yang sangat baik, dengan tingkat protein dan lemak yang tinggi, serta kaya akan asam amino esensial yang penting untuk pertumbuhan ternak (Parhusip & Gandhi, 2024). Maggot dapat dihasilkan dalam skala besar dengan menggunakan limbah organik sebagai sumber pakan, sehingga tidak hanya mengurangi biaya produksi tetapi juga memberikan manfaat lingkungan melalui pengelolaan limbah yang lebih baik. Produksi maggot juga lebih efisien dibandingkan dengan produksi sumber protein hewani lainnya. Maggot dapat tumbuh dan berkembang biak dengan cepat, dan siklus hidupnya yang singkat memungkinkan peternak untuk memanen dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan sumber pakan konvensional (Parhusip & Gandhi, 2024). Selain itu, maggot tidak bersaing dengan sumber protein yang dikonsumsi manusia, seperti daging, ikan, atau telur, menjadikannya pilihan yang lebih etis dan berkelanjutan.

Dengan segala keunggulannya, maggot tidak hanya memenuhi kebutuhan nutrisi ternak tetapi juga menyediakan solusi bagi isu lingkungan dan ekonomi yang dihadapi oleh sektor peternakan. Namun, meskipun maggot memiliki potensi besar sebagai pakan ternak yang berkualitas tinggi, proses pengeringannya masih menjadi tantangan utama bagi banyak peternak maggot di Indonesia. Sebagian besar peternak masih mengandalkan metode pengeringan tradisional dengan menggunakan sinar matahari (Kusumawati et al., 2020). Metode ini, meskipun tidak memerlukan biaya tambahan untuk energi, memiliki banyak keterbatasan yang dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas produk akhir.

Pengeringan dengan sinar matahari sangat bergantung pada kondisi cuaca. Saat musim pancaroba atau hujan, intensitas sinar matahari menjadi tidak stabil, yang dapat memperpanjang waktu pengeringan atau bahkan menyebabkan pengeringan yang tidak merata. Kondisi ini tidak hanya memperlambat proses produksi tetapi juga meningkatkan risiko kontaminasi bakteri dan jamur pada maggot yang tidak kering sempurna. Hasilnya, kualitas maggot yang dihasilkan dapat menurun

sehingga mempengaruhi nilai jual dan kepercayaan konsumen. Selain itu, ketergantungan pada sinar matahari juga membatasi kapasitas produksi peternak. Selama musim hujan, produksi bisa terhenti sama sekali, yang berarti peternak tidak bisa memanfaatkan maggot yang dihasilkan secara optimal. Hal ini bisa menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan, terutama bagi peternak skala kecil dan menengah yang mengandalkan pendapatan dari maggot sebagai sumber penghidupan utama.

Untuk mengatasi berbagai kendala ini, diperlukan inovasi dalam proses pengeringan maggot. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah pengembangan alat pengering maggot berbasis teknologi *Internet of Things (IoT)*. Alat ini dirancang untuk mengotomatisasi proses pengeringan, memungkinkan pengaturan suhu dan kelembaban yang optimal secara konsisten, tanpa tergantung pada kondisi cuaca eksternal (Afriansyah et al., 2023). Dengan penggunaan sensor dan kontrol otomatis, alat ini dapat memastikan maggot dikeringkan pada suhu yang tepat, mengurangi risiko kontaminasi, dan meningkatkan kualitas produk akhir.

Teknologi *IoT* juga memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses dari jarak jauh, memberikan fleksibilitas dan kenyamanan bagi peternak. Mereka dapat memantau kondisi pengeringan secara real-time dan menerima notifikasi saat maggot telah mencapai tingkat kekeringan yang diinginkan. Dengan demikian, alat pengering berbasis *IoT* tidak hanya meningkatkan efisiensi dan kapasitas produksi tetapi juga memastikan kualitas maggot yang lebih konsisten dan tinggi, yang pada akhirnya dapat meningkatkan daya saing peternak di pasar. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi solusi jangka panjang bagi tantangan yang dihadapi dalam produksi maggot di Indonesia, membantu peternak mengoptimalkan produksi mereka dan menyediakan pakan ternak yang berkualitas tinggi secara berkelanjutan.

B. LANDASAN TEORI

1. Alat Pengering Maggot berbasis *IoT*

Alat pengering maggot berbasis *Internet of Things (IoT)* adalah sebuah perangkat yang dirancang untuk mengubah maggot segar menjadi maggot kering menggunakan elemen pemanas sebagai sumber pengeringan (Afriansyah et al., 2023). Perangkat ini memanfaatkan teknologi *IoT* untuk memonitor dan mengendalikan proses pengeringan secara otomatis. Dengan menggunakan sensor suhu seperti DS18B20, alat ini dapat mengukur suhu di dalam ruangan pengeringan dan memastikan proses berlangsung pada suhu optimal. Misalnya, pengeringan maggot pada suhu 85°C dengan massa 500 gram dapat dilakukan dengan efisien menggunakan heater yang dikendalikan melalui sistem *IoT*. Penggunaan teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memungkinkan pengendalian jarak jauh, memberikan fleksibilitas lebih bagi pengguna, terutama bagi peternak di industri kecil hingga menengah (Afriansyah et al., 2023).

2. *IoT (Internet of Things)*

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat elektronik melalui internet, memungkinkan mereka untuk mengirim dan menerima data. Dalam konteks alat pengering maggot, *IoT* digunakan untuk memantau dan mengendalikan suhu dan kelembaban dalam proses pengeringan. Penggunaan mikrokontroler ESP-32 sebagai otak dari sistem ini memungkinkan pengolahan data dan komunikasi dengan perangkat lain melalui koneksi nirkabel (Aldy & Putra, 2021).

3. Mikrokontroler ESP-32

ESP-32 adalah mikrokontroler yang sering digunakan dalam proyek *IoT* karena kemampuannya yang canggih, termasuk konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, serta konsumsi daya yang rendah. Dalam alat pengering maggot berbasis *IoT*, ESP-32 berfungsi untuk mengontrol elemen pemanas dan sensor, serta mengirimkan data suhu dan status proses pengeringan ke perangkat pengguna melalui jaringan internet (Arta et al., 2023). Mikrokontroler ini juga dapat diprogram untuk mengotomatisasi proses pengeringan, seperti mengatur suhu optimal dan durasi pengeringan.

4. Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital yang digunakan untuk mengukur suhu dengan akurasi tinggi. Dalam alat pengering maggot berbasis *IoT*, sensor ini ditempatkan di dalam ruang pengeringan untuk memonitor suhu secara real-time. Data suhu yang dikumpulkan oleh sensor ini kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP-32 untuk diproses dan ditampilkan kepada pengguna

(Maheswara et al., 2023). Sensor DS18B20 mampu mengukur suhu hingga lebih dari 90°C, menjadikannya ideal untuk aplikasi ini.

5. LCD dan Relay

LCD (*Liquid Crystal Display*) digunakan sebagai antarmuka visual untuk menampilkan data suhu dan status pengeringan kepada pengguna. Sementara itu, relay digunakan untuk mengontrol aliran listrik ke elemen pemanas, yang dapat diaktifkan atau dinonaktifkan sesuai kebutuhan berdasarkan data yang diterima dari sensor suhu dan pengaturan yang telah ditentukan sebelumnya (Maheswara et al., 2023). Kombinasi penggunaan LCD dan relay memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol proses pengeringan secara lebih efisien.

C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan prosedural untuk merancang dan membangun alat pengering maggot berbasis *Internet of Things (IoT)*. Langkah pertama adalah melakukan studi literatur untuk memahami konsep-konsep dasar dan teknologi yang relevan, termasuk penggunaan mikrokontroler ESP-32 dan sensor DS18B20. Studi lapangan dilakukan untuk mengamati proses pengeringan maggot yang ada, khususnya di Desa Pelem Dusun Cangkring, Kabupaten Kediri, guna memahami kebutuhan dan tantangan yang dihadapi peternak. Berdasarkan hasil studi literatur dan lapangan, ide dan gagasan alat pengering kemudian dibahas dan divalidasi bersama dosen pembimbing. Selanjutnya, alat tersebut dirancang dan dirakit menggunakan komponen yang telah dipilih. Setelah perakitan, alat diuji coba untuk mengevaluasi kinerjanya, khususnya dalam hal efisiensi pengeringan dan kualitas maggot yang dihasilkan. Uji coba ini memastikan bahwa alat berfungsi sesuai dengan desain dan mampu mengeringkan maggot secara optimal, menjadikannya solusi inovatif bagi peternak maggot di Indonesia.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah inovasi dalam bentuk alat pengering maggot berbasis *Internet of Things (IoT)* yang menggunakan sensor DS18B20. Maggot, yang merupakan larva *Black Soldier Fly (BSF)*, merupakan sumber protein yang potensial dan sering digunakan dalam pakan ternak. Namun, proses pengeringannya memakan waktu lama dan kurang efisien, terutama selama musim hujan ketika kelembaban udara tinggi dan pengeringan alami tidak efektif. Untuk mengatasi masalah ini, alat pengering berbasis IoT dirancang untuk menyederhanakan dan mempercepat proses pengeringan maggot, menjadikannya lebih efisien dan praktis. Hasil dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat Pengering Maggot berbasis IoT

Alat pengering ini memanfaatkan elemen pemanas tubular yang bertugas menghasilkan panas untuk mengeringkan maggot. Mikrokontroler berfungsi sebagai otak dari alat ini, mengendalikan seluruh proses pengeringan secara otomatis. Sensor DS18B20 digunakan untuk memonitor suhu di dalam oven pengering dengan akurasi tinggi. Ketika suhu oven mencapai batas tertentu, sensor ini seharusnya mengirimkan sinyal untuk mematikan heater. Namun dalam pengujian, heater belum dapat mati otomatis sesuai pengaturan suhu yang diinginkan.

Meski demikian, beberapa komponen lain dari alat ini menunjukkan kinerja yang memuaskan. Relay, yang berfungsi sebagai saklar elektronik, bekerja dengan baik dalam mengontrol arus listrik ke heater. Buzzer juga berfungsi dengan baik dalam memberikan sinyal suara ketika proses pengeringan selesai, sehingga pengguna mendapatkan pemberitahuan langsung tanpa harus memantau alat secara terus-menerus. Selain itu, layar LCD berfungsi menampilkan informasi terkait suhu dan status pengeringan secara real-time, sesuai dengan program yang ditanamkan dalam mikrokontroler melalui Arduino IDE. Dalam keseluruhan, alat pengering maggot berbasis IoT ini menunjukkan potensi besar untuk memperbaiki efisiensi proses pengeringan maggot. Namun, perlu ada perbaikan lebih lanjut pada fungsi heater agar bisa mati otomatis saat suhu mencapai batas yang ditentukan untuk menjamin keamanan dan efisiensi energi. Dengan pengembangan lebih lanjut, alat ini dapat menjadi solusi praktis bagi peternak maggot dalam menghadapi tantangan pengeringan, terutama dalam kondisi cuaca yang tidak menentu. Cara kerja dari alat pengering maggot berbasis IoT sebagai berikut:

1. Klik saklar on off hingga tampilan LCD menyala yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tombol On/Off Alat Pengering Maggot berbasis IoT

2. Menghubungkan Hotspot Smartphone ke ESP-32 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Indikator Terhubung Hotspot Smartphone ke ESP-32

3. Setelah berhasil terhubung ke Web Ip Address maka sensor sudah dapat mendeteksi suhu. Pada suhu $< 30^{\circ}\text{C}$ lampu indikator berwarna merah “Belum kering” yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Indikator Deteksi Suhu Belum Kering

4. Pada suhu $< 85^{\circ}\text{C}$ maka lampu akan berwarna kuning “Hampir kering” disajikan pada Gambar 5.



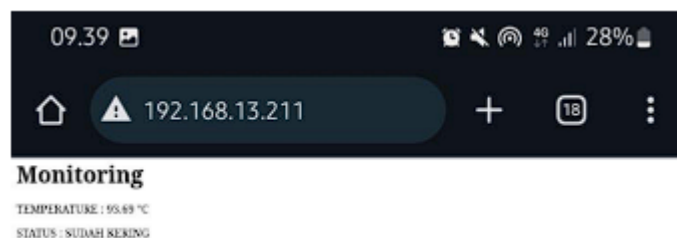
Gambar 5. Indikator Deteksi Suhu Hampir Kering

5. Pada suhu $> 85^{\circ}\text{C}$ maka lampu akan berwarna hijau “Sudah kering”, dan secara otomatis relay akan memutus arus heater pemanas dan buzzer akan berbunyi disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Indikator Deteksi Suhu Sudah Kering

6. Setiap peningkatan suhu oven dapat di monitor melalui Web ip address di smartphone ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Monitoring Web di Smartphone

Keunggulan dari alat pengering maggot berbasis *IoT* ini terletak pada kemampuannya untuk mempercepat dan mempermudah proses pengeringan dibandingkan dengan metode manual yang selama ini digunakan. Metode manual sering kali memerlukan waktu yang lama dan tenaga yang tidak sedikit, terutama karena harus terus memantau dan mengaduk maggot agar proses pengeringan merata. Alat pengering ini menggunakan kontrol berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor suhu DS18B20 untuk mendeteksi suhu secara otomatis di dalam oven pengering. Dengan kemampuan ini, alat pengering dapat memberikan sinyal ketika proses pengeringan selesai, sehingga menghemat waktu dan tenaga peternak. Pengguna tidak perlu lagi memantau proses secara terus-menerus karena alat ini bisa bekerja secara otomatis.

Namun, meskipun alat ini memiliki banyak keunggulan, masih terdapat beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan. Salah satu kelemahan utama adalah durasi waktu pengeringan yang belum konsisten pada setiap percobaan. Hal ini menunjukkan bahwa ada variabilitas dalam kinerja alat yang mungkin disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kelembaban lingkungan, jumlah maggot yang dikeringkan, dan stabilitas suhu di dalam oven. Selain itu, kapasitas pengeringan alat ini masih tergolong kecil jika dibandingkan dengan metode manual yang menggunakan sistem rotari. Pada sistem rotari manual, biasanya kapasitas pengeringan bisa lebih besar karena memungkinkan pengeringan dalam jumlah yang lebih banyak sekaligus.

Untuk mengatasi kelemahan ini, perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut pada alat pengering ini. Pengembangan yang diperlukan antara lain adalah meningkatkan kapasitas pengeringan agar bisa menampung lebih banyak maggot dalam satu kali proses. Selain itu, diperlukan pula perbaikan pada sistem kontrol suhu agar lebih stabil dan konsisten, sehingga durasi pengeringan bisa lebih terprediksi dan tidak bervariasi terlalu jauh antar percobaan.

Pengujian lapangan yang dilakukan di Desa Cangkring, Kecamatan Kras, Kabupaten Kediri menunjukkan hasil yang cukup menggembirakan. Dalam pengujian tersebut, alat pengering maggot ini mampu mencapai suhu optimal 85°C selama 10 menit. Proses pengeringan ini menghasilkan maggot kering dengan berat rata-rata berkurang dari 500 gram menjadi sekitar 200 gram. Hasil ini menunjukkan bahwa alat pengering maggot berbasis *IoT* ini dapat meningkatkan efisiensi proses pengeringan secara signifikan dibandingkan dengan metode manual. Pengeringan yang cepat dan efisien ini tentunya sangat menguntungkan bagi peternak, terutama dalam kondisi cuaca yang tidak menentu seperti musim hujan.

Dengan memanfaatkan teknologi *IoT*, alat ini memberikan solusi inovatif bagi para peternak maggot. Implementasi alat pengering ini diharapkan dapat membantu peternak meningkatkan produktivitas mereka. Dengan alat yang bekerja secara otomatis dan efisien, peternak dapat mengurangi ketergantungan pada metode pengeringan manual yang lebih memakan waktu dan tenaga. Selain itu, alat ini juga dapat membantu menjaga kualitas maggot kering yang dihasilkan, karena proses pengeringan dilakukan dengan kontrol suhu yang lebih baik dan merata. Secara keseluruhan, inovasi ini tidak hanya membantu peternak dalam mengatasi tantangan pengeringan maggot, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan efisiensi dan produktivitas peternakan maggot di Indonesia.

Alat pengering maggot yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki efisiensi yang baik seperti halnya dengan alat pengering maggot berbasis Arduino dengan sensor DHT 22 (Aldy & Putra, 2021). Hal ini dikarenakan alat pengering yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki kelebihan antara lain pada mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP-32 yang dapat terkoneksi Wi-fi sedangkan pada penelitian sebelumnya masih menggunakan Arduino dan sensor DHT22 yang memiliki akurasi pengukuran suhu, respon waktu, ketahanan lebih rendah dibandingkan sensor DS18B20, kelebihan lain dari sensor DS18B20 pada alat pengering maggot berbasis *IoT* ini dapat menggunakan antarmuka OneWire yang memungkinkan koneksi dengan banyak sensor menggunakan satu pin komunikasi.

Akan tetapi hasil uji coba alat pengering pada penelitian ini jauh lebih efisien dibandingkan dengan alat pengering maggot dengan sistem rotari yang dikembangkan oleh (Davidsyah, 2022) dan (Noer et al., 2023). Proses pengeringan maggot menggunakan sistem rotari masih menggunakan sistem manual dan sangat berbeda jauh dengan pengering maggot berbasis *IoT*, pada penelitian ini pengeringan dapat dimonitor dengan Web ip address sehingga pengguna dapat mengetahui suhu yang ada pada oven pengering yang di kembangkan kali ini.

Pada alat pengering maggot manual menggunakan oven yang telah dikembangkan oleh (Afriansyah et al., 2023) mempunyai kesamaan pada heater elemen pemanas akan tetapi heater yang di gunakan yaitu *heater ptc* 400 watt dengan luas permukaan heater lebih sempit dibandingkan pada

penelitian ini yang menggunakan heater ptc tipe tubular dengan permukaan yang lebih luas. Sementara itu pengeringan menggunakan oven dengan sistem manual kurang efisien dari segi fungsi dibandingkan dengan pengering maggot menggunakan mikrokontroler ESP-32.

Alat pengering maggot manual tipe rak oleh (Ramdan et al., 2023) berupa alat pengering maggot manual tipe rak. Hal ini menunjukkan bahwa alat pengering maggot berbasis IoT jauh lebih efisien karena didukung dengan heater tubular yang memiliki permukaan yang lebih luas di bandingkan heater ptc yang digunakan pada pengering maggot tipe rak. Kelebihan lain dari penelitian ini sudah menggunakan sensor DS18B20 dan juga mikrokontroler ESP-32 yang dapat terkoneksi dengan banyak sensor menggunakan satu pin.

E. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini berhasil merancang dan menguji alat pengering maggot berbasis *IoT* yang menggunakan sensor DS18B20 dan mikrokontroler ESP-32. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini efektif dalam mendeteksi dan mengatur suhu pengeringan secara otomatis, yang mempermudah dan mempercepat proses pengeringan maggot dibandingkan dengan metode manual. Alat ini juga dilengkapi dengan fitur Wi-Fi yang memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui web IP address, memberikan fleksibilitas lebih bagi pengguna. Namun, kapasitas pengeringan alat ini masih terbatas, sehingga belum optimal untuk digunakan pada skala produksi besar atau industri UMKM menengah ke bawah. Oleh karena itu, penelitian ini menunjukkan bahwa alat pengering maggot berbasis *IoT* memiliki potensi besar, tetapi masih memerlukan beberapa perbaikan dan pengembangan lebih lanjut agar dapat lebih bermanfaat bagi para peternak maggot.

Untuk pengembangan lebih lanjut, perlu dilakukan peningkatan kapasitas alat pengering maggot ini. Hal ini dapat dicapai dengan menambahkan lebih dari satu elemen pemanas (heater) sehingga alat mampu mengeringkan maggot dalam jumlah yang lebih besar pada satu waktu. Selain itu, diperlukan stabilisasi suhu dengan menambahkan komponen tambahan, seperti dimmer DC, untuk mengontrol tegangan dan menjaga suhu pada heater agar tetap stabil. Ini penting untuk mengoptimalkan proses pengeringan dan menghasilkan maggot kering yang lebih konsisten. Uji coba lapangan perlu dilakukan lebih banyak untuk memastikan kehandalan dan efisiensi alat ini di berbagai kondisi lingkungan dan cuaca. Data yang lebih komprehensif dari uji coba ini dapat digunakan untuk melakukan perbaikan dan penyesuaian lebih lanjut pada desain alat. Pengembangan lebih lanjut dapat mempertimbangkan integrasi dengan sistem otomatisasi yang lebih canggih, seperti penggunaan algoritma kontrol untuk mengoptimalkan waktu dan suhu pengeringan berdasarkan karakteristik maggot dan kondisi lingkungan. Dengan mengimplementasikan saran-saran ini, diharapkan alat pengering maggot berbasis *IoT* ini dapat menjadi lebih efisien, andal, dan sesuai untuk kebutuhan industri yang lebih luas, serta membantu peternak maggot meningkatkan produktivitas mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah, A., Pramono, G. E., & Budiyanto, N. R. (2023). Rancang Bangun Oven Pengering Larva Black Soldier Fly (BSF) Kapasitas 500 Gram Per Batch. *ALMIKANIK*, 5(1), 29–33.
- Aldy, R., & Putra, D. (2021). Monitoring Dan Kontrol Suhu Lampu Untuk Budidaya Maggot Bsf Berbasis Iot (Lamp Temperature Monitoring and Control for IotBased Maggot Bsf Cultivation). *Jurnal Transit*, 9(12), 37–44.
- Arta, B. T., Suharti, P. H., Afnan, A. F., Arianto, A., & Tasyakuranti, V. F. (2023). Penentuan Kapasitas Produksi Dan Seleksi Proses Pakan Ikan Lele Berbahan Dasar Maggot Kapasitas 5.000 Ton/Tahun. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 9(3), 215–224.
- Davidsyah, R. (2022). Skripsi rancang bangun alat sangrai maggot dengan tipe rotary untuk meningkatkan kualitas produk, 1–53.
- Kusumawati, P. E., Dewi, Y. S., & Sunaryanto, R. (2020). Pemanfaatan Larva Lalat Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) untuk Pembuatan Pupuk Kompos Padat dan Pupuk Kompos Cair. *Jurnal TechLINK*, 4(1), 1–12.
- Maheswara, M. F., Purwiyanti, S., Nasrullah, E., Lampung, U., & Meneng, G. (2023). Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu Menggunakan Sensor dan Pengaduk. *Jitet*, 11(3), 513–519.

- Noer, Z., Nainggolan, I., Banurea, R., & Nasruddin, M. N. (2023). Black Soldier Fly Maggot Drying Technology to Enhance Livestock Feed Production in Bekiung Village, Kuala Subdistrict, Langkat District. *ABDIMAS TALENTA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(2), 700–707.
- Parhusip, I. A., & Gandhy, A. (2024). *Pangan Fungsional dan Ekonomi Sirkular Maggot*. Lakeisha.
- Ramdan, F. M., Pramono, G. E., & Sutoyo, E. (2023). Uji kinerja performa oven pengering tipe rak pada larva black soldier fly (BSF). *Jurnal ALMIKANIK*, 5(3), 93–97.