

PERANCANGAN ALAT SOLAR DEHIDRATOR BERBASIS IOT SEBAGAI SOLUSI ALTERNATIF UNTUK PROSES PENGERINGAN BAHAN PANGAN

Kamdan¹ , Rifki Arief Munandar² , M. Juang Pajri Perkasa³ ,
Hari Muhammad Ramdan⁴ , Agus Kustandi⁵ , Muhamad Sahrul Gunawan⁶ ,
Maulana Yusuf⁷ , Ivana Lucia Kharisma⁸ , Gina Purnama Insany⁹

^{1,2,3,4,8,9}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Nusa Putra Sukabumi

^{5,6,7}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Putra Sukabumi

E-mail: kamdan@nusaputra.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received : 26-04-2025

Revised : 16-05-2025

Accepted: 22-05-2025

Key words: dehidrator, IoT,
monitoring

DOI: <https://doi.org/10.62335>

ABSTRACT

The design of a solar powered dehydrator based on the Internet of Things (IoT) is an alternative solution for the drying process of natural products. This technology aims to optimize drying through measured temperature and humidity control, which is important in maintaining the quality of the dried material. IoT integration enables real-time monitoring and automatic adjustment of drying parameters, ensuring the process remains consistent and efficient. This system can be an innovative solution for small and medium enterprises (SMEs) in the agricultural and herbal sectors, overcoming common challenges in traditional drying methods, such as dependence on weather conditions and uneven drying results. Through trials and testing, this solar dehydrator demonstrated increased efficiency.

ABSTRAK

Perancangan dehidrator tenaga surya berbasis Internet of Things (IoT) menjadi solusi alternatif untuk proses pengeringan hasil alam. Teknologi ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengeringan melalui pengendalian suhu dan kelembaban yang terukur, yang penting dalam menjaga kualitas bahan yang dikeringkan. Integrasi IoT memungkinkan pemantauan secara real-time dan penyesuaian otomatis terhadap parameter pengeringan, memastikan proses tetap

konsisten dan efisien. Sistem ini dapat menjadi solusi inovatif bagi usaha kecil dan menengah (UKM) di sektor pertanian dan herbal, mengatasi tantangan umum dalam metode pengeringan tradisional, seperti ketergantungan pada kondisi cuaca dan hasil pengeringan yang tidak merata. Melalui percobaan dan pengujian, dehidrator tenaga surya ini menunjukkan peningkatan efisiensi dalam pengeringan simplisia, menawarkan metode yang lebih berkelanjutan dan ekonomis untuk pengolahan tanaman herbal dan obat-obatan

PENDAHULUAN

Setelah melakukan survei lapangan, kami menemukan bahwa sektor pertanian merupakan mayoritas mata pencaharian warga di Desa Gandasoli. Namun, warga menghadapi masalah yang signifikan terkait dengan pengeringan produk pertanian seperti cengkeh, padi, dan cabai. Masalah utama yang dihadapi adalah cuaca yang tidak menentu, yang menyebabkan proses pengeringan tradisional lebih sulit dan tidak efisien. Ketergantungan pada metode pengeringan alami yang membutuhkan sinar matahari langsung memperpanjang waktu pengeringan dan meningkatkan risiko produk tidak kering dengan sempurna, sehingga kualitas hasil pertanian pun terpengaruh.

Proses pengeringan merupakan salah satu metode penting dalam pengolahan dan pengawetan bahan pangan. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam bahan pangan sehingga dapat memperpanjang umur simpan, meminimalkan pertumbuhan mikroorganisme, dan menjaga kualitas produk. Secara tradisional, pengeringan dilakukan dengan menggunakan sinar matahari secara langsung (*sun drying*); namun, metode ini memiliki beberapa kekurangan seperti ketergantungan pada kondisi cuaca, waktu pengeringan yang lama, serta potensi kontaminasi dari lingkungan seperti debu, serangga, atau polusi (Ida et al., 2019).

Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai inovasi telah diperkenalkan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas proses pengeringan, salah satunya adalah pengering tenaga surya atau solar dehydrator. *Solar dehydrator* memanfaatkan energi matahari untuk mengeringkan bahan pangan secara lebih cepat, efisien, dan higienis dibandingkan pengeringan tradisional (Tumbal et al., n.d.). Namun, meskipun lebih efisien, kontrol terhadap suhu dan kelembaban dalam solar dehydrator seringkali masih dilakukan secara manual, sehingga berpotensi menyebabkan hasil pengeringan yang tidak konsisten.

Dalam beberapa tahun terakhir, konsep *Internet of Things* (IoT) telah menjadi tren dalam berbagai bidang teknologi, termasuk dalam sektor pertanian dan pengolahan pangan. Penerapan IoT memungkinkan monitoring dan kontrol proses secara real-time melalui perangkat yang terhubung ke internet. Penggabungan teknologi *solar dehydrator* dengan IoT diyakini dapat menjadi solusi yang lebih efektif dalam proses pengeringan bahan pangan.

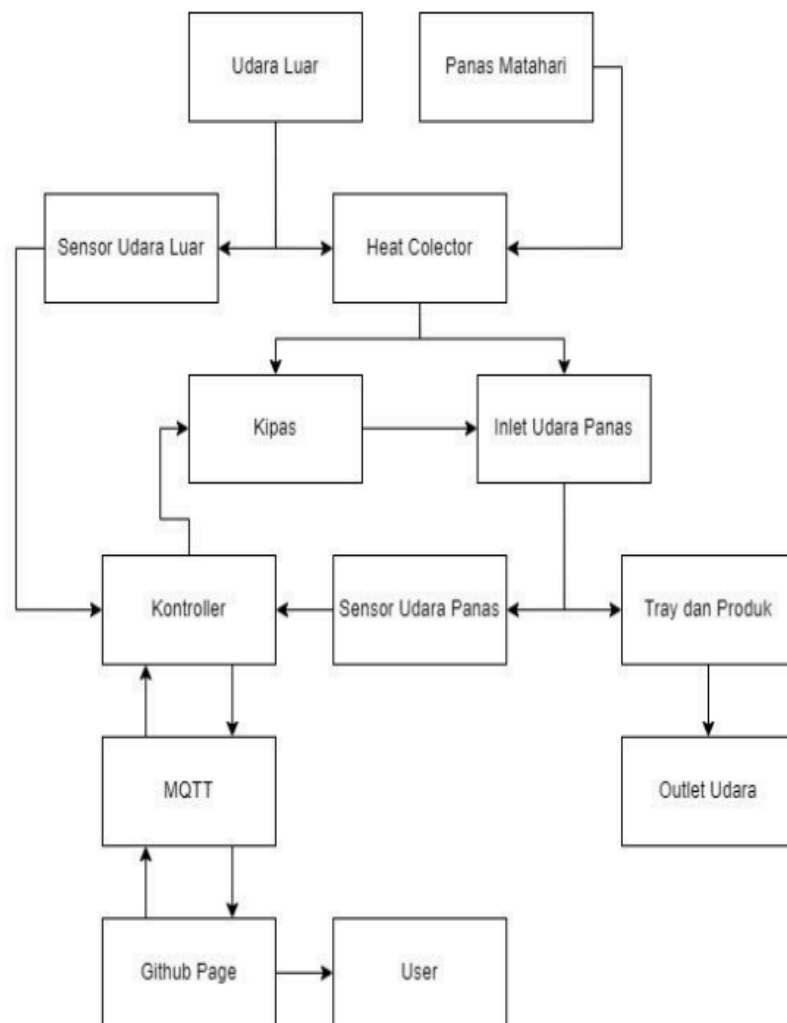
Dengan integrasi IoT, parameter seperti suhu, kelembaban, dan durasi pengeringan dapat dikontrol dan dipantau secara otomatis, sehingga diharapkan

dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi kesalahan manusia, serta menghasilkan kualitas produk yang lebih baik dan konsisten (Sandi & Fatma, 2023).

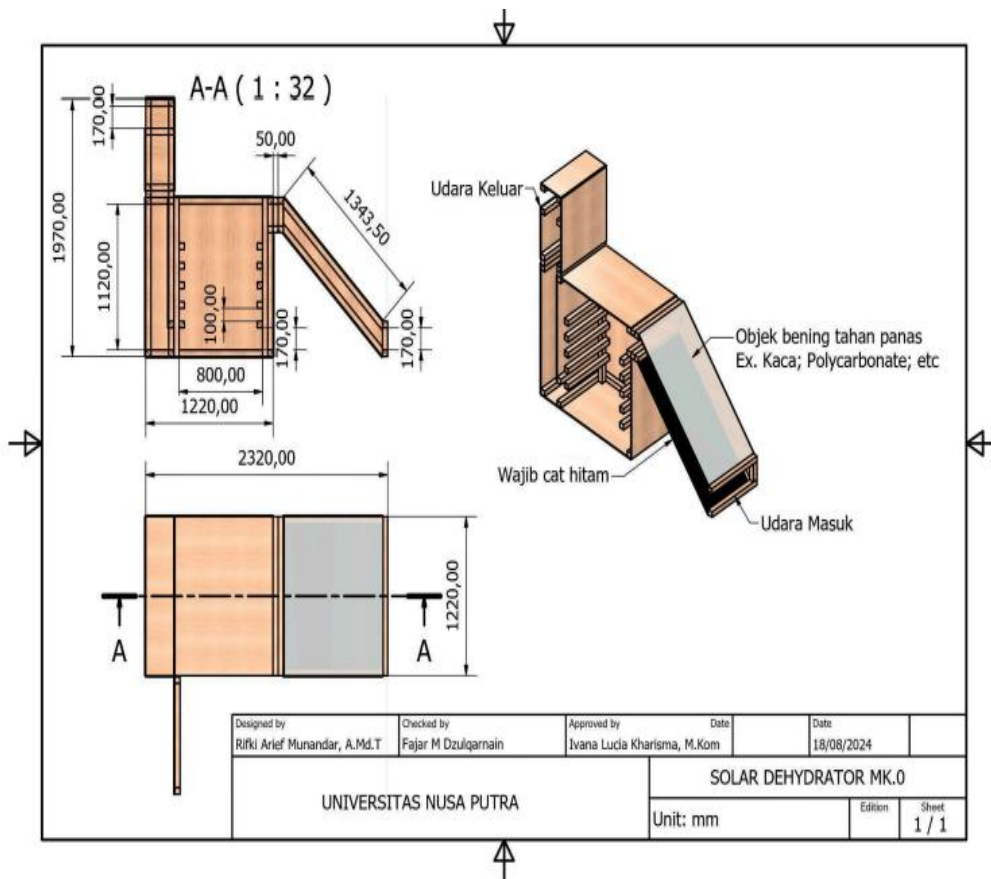
Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah pengeringan produk pertanian yang dihadapi warga Desa Gandasoli dengan mengembangkan *solar dehydrator* berbasis IoT. Alat ini dirancang untuk mempercepat proses pengeringan dan meningkatkan kualitas produk dengan kontrol otomatis terhadap suhu dan kelembaban. Dengan integrasi IoT, kami berharap sistem ini dapat mengurangi ketergantungan terhadap kondisi cuaca yang tidak menentu dan meningkatkan efisiensi proses pengeringan.

METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini mengembangkan *solar dehydrator* yang terdiri dari beberapa komponen utama. Kolektor matahari terbuat dari bahan konduktor panas dalam penelitian ini berupa seng yang dicat hitam, berfungsi untuk menangkap dan mengonversi energi matahari menjadi panas.



Gambar 1. Flowchart Solar Dehydrator



Gambar 2. Struktur Dehidrator

Ruang pemanasan dirancang menggunakan bahan transparan agar sinar matahari dapat masuk dan memfasilitasi proses pemanasan udara. Ruang pengeringan dilengkapi dengan rak untuk menampung bahan pangan yang akan dikeringkan. Untuk memastikan sirkulasi udara yang baik, sistem ventilasi menggunakan kipas yang dioperasikan dengan sumber tenaga listrik, sehingga kelembapan yang dihasilkan selama pengeringan dapat dikeluarkan dengan efektif, sesuai dengan pedoman yang dijelaskan dalam sumber referensi tentang perancangan *solar dehydrator* (Weigel & Roslynn, 2022)

Sistem *Internet of Things* (IoT) diimplementasikan dengan menggunakan sensor untuk memantau parameter penting selama proses pengeringan, yaitu suhu dan kelembapan. Sensor DHT22 dipilih karena akurasi dan rentang pengukuran yang sesuai. Modul Wifi ESP32 digunakan untuk menghubungkan sistem ke jaringan internet, memungkinkan data dari sensor untuk dikirim ke hivemq. Data yang di unggah ke hivemq melalui protocol mqtt untuk pemantauan suhu dan kelembapan, dapat diakses melalui perangkat *website*.

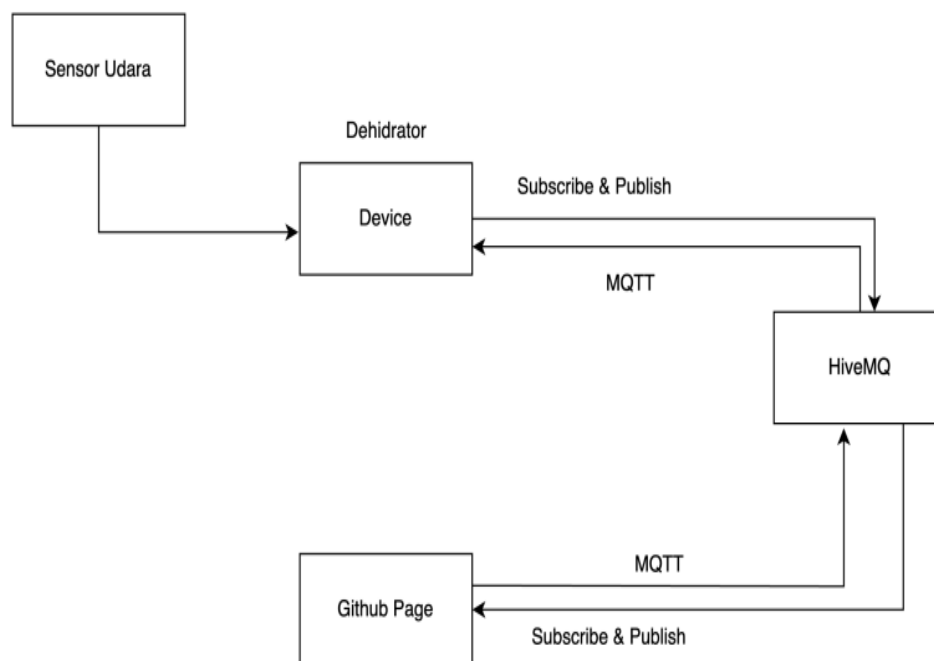
Prosedur pengeringan dimulai dengan persiapan bahan pangan, seperti buah atau sayuran, yang dicuci dan dipotong sesuai ukuran yang diinginkan. Setelah itu, bahan pangan ditempatkan di rak dalam kamar pengeringan, dan parameter pengeringan seperti suhu dan kelembapan diatur melalui aplikasi IoT. Selama proses pengeringan, suhu dan kelembapan dipantau terus-menerus, dan jika parameter melebihi batas yang ditentukan, sistem akan memberikan notifikasi kepada pengguna

melalui aplikasi serta melakukan penyesuaian otomatis, seperti mengaktifkan kipas untuk meningkatkan ventilasi. Setelah proses pengeringan selesai, bahan pangan dievaluasi berdasarkan kualitasnya, termasuk tekstur, warna.

Pengujian dehidrator dilakukan selama seminggu menggunakan cabai merah sebanyak 2 kilogram, cabai merah dibagi menjadi 2 kelompok, 1 kilogram untuk pengeringan dalam dehidrator dan 1 kilogram untuk pengeringan tradisional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arsitektur IoT ini menggambarkan sistem yang memanfaatkan protokol MQTT untuk komunikasi antar perangkat. Sensor Air mengumpulkan data lingkungan, yang kemudian dikirim ke *Device* (*Dehidrator*) untuk diproses. *Device* berkomunikasi dengan broker HiveMQ melalui protokol MQTT untuk mengirim (publish) data dan menerima (subscribe) perintah. Selain itu, *GitHub Page* bertindak sebagai antarmuka pengguna, memungkinkan pemantauan data secara real-time serta pengiriman perintah balik ke perangkat melalui HiveMQ. Dengan pendekatan ini, sistem IoT dapat menyediakan pemantauan dan kontrol yang efisien dan responsif.



Gambar 3. Arsitektur Dehidrator

Komponen:

- Sensor Udara:
 - Komponen ini adalah sensor yang mengumpulkan data terkait kualitas udara, seperti suhu, kelembaban. Sensor ini mengirimkan data ke *Device* (perangkat IoT atau pengendali).
- *Device* (*Dehidrator*):
 - Perangkat ini adalah perangkat IoT yang menerima data dari sensor. Di sini, perangkat tersebut terhubung dengan sebuah *Dehidrator*, yang berfungsi untuk mengontrol atau memproses tingkat kelembaban udara (mungkin untuk sistem

pengeringan). Perangkat ini juga terhubung ke broker MQTT untuk melakukan *subscribe* (berlangganan) dan *publish* (mengirim) data. Ini berarti perangkat dapat menerima informasi dan mengirim informasi ke broker, menunjukkan bahwa perangkat ini terlibat dalam *loop* umpan balik (*feedback loop*) untuk pengolahan atau pengendalian secara *real-time*.

- HiveMQ:
 - HiveMQ adalah broker MQTT yang memungkinkan pertukaran data *secara real-time* antara perangkat yang terhubung. Dalam sistem ini, Device dan GitHub Page berkomunikasi dengan HiveMQ menggunakan protokol MQTT.
 - HiveMQ berfungsi sebagai pusat tempat berbagai perangkat dan sistem (termasuk aplikasi web) mempublikasikan dan berlangganan topik terkait jaringan IoT.
- GitHub Page:
 - Mewakili halaman *web front-end* (kemungkinan di-host melalui *GitHub Pages*) yang digunakan untuk menampilkan data dari perangkat atau sebagai antarmuka untuk memberikan perintah dari pengguna.
 - Halaman ini dapat *subscribe* (berlangganan) dan *publish* (mengirim) pesan melalui *broker* HiveMQ, memungkinkan pembaruan data secara *real-time* atau pengiriman perintah kontrol kembali ke perangkat.
- Interaksi:
 - Sensor Air mengumpulkan data lingkungan yang dikirim ke *Device (Dehydrator)*. *Device* kemudian berkomunikasi dengan *broker* HiveMQ menggunakan MQTT. Perangkat ini dapat mengirim (*publish*) datanya (seperti hasil pembacaan sensor) dan berlangganan (*subscribe*) pada data atau perintah yang relevan dari *broker*.
 - GitHub Page (sebagai klien, kemungkinan untuk pemantauan dan kontrol) berlangganan ke *broker* HiveMQ melalui MQTT. Halaman ini memungkinkan pengguna untuk mengamati data dari sensor secara *real-time* atau memberikan perintah kontrol kembali ke perangkat melalui MQTT.
- Komunikasi:
 - MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*): Sebuah protokol pesan ringan yang biasanya digunakan di sistem IoT karena efisien dalam lingkungan dengan bandwidth terbatas atau koneksi yang tidak stabil. *Device* dan *GitHub Page* keduanya menggunakan protokol ini untuk berkomunikasi dengan broker HiveMQ.

Pengujian pengeringan cabai menggunakan solar dehydrator berbasis IoT menunjukkan hasil yang signifikan dalam hal efisiensi dan kualitas produk. Dalam penelitian ini, delta temperatur yang teramati selama proses pengeringan adalah sekitar 5 derajat Celcius, sedangkan delta kelembaban relatif (RH) yang terukur adalah sekitar 10 derajat Celcius. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan perbedaan suhu dan kelembaban yang cukup untuk mendukung proses pengeringan yang efektif.

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat kekeringan yang diinginkan adalah 3 hari menggunakan solar dehydrator, sementara metode pengeringan dengan sinar matahari langsung memerlukan waktu 4 hari. Ini menunjukkan bahwa solar dehydrator berbasis IoT tidak hanya mempercepat proses pengeringan tetapi juga

meningkatkan efisiensi energi dengan memanfaatkan pengaturan suhu yang lebih konsisten.

Kualitas produk yang dihasilkan dari kedua metode juga dibandingkan. Cabai yang dikeringkan menggunakan solar dehydrator memiliki warna yang lebih cerah dan tekstur yang lebih renyah dibandingkan dengan cabai yang dikeringkan dengan metode pengeringan matahari. Meskipun rasa cabai yang dihasilkan dari kedua metode tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, hasil visual dan tekstur ini menjadi indikator penting dari kualitas produk akhir.

Selama proses pengeringan, ditemukan bahwa penggunaan bahan transparan untuk pemanas, dalam hal ini atap polycarbonate bening, tidak optimal karena menghalau sinar UV. Hal ini menjadi temuan penting yang menunjukkan bahwa pemilihan material untuk kolektor sinar matahari berpengaruh besar terhadap efisiensi pengeringan. Untuk meningkatkan efisiensi alat, disarankan untuk menggunakan bahan plastik yang memiliki properti tidak menghalau sinar UV, serta melakukan penambahan area panas dan meningkatkan waktu aliran panas seperti penambahan baffles pada kolektor panas. Selain itu, memastikan seal yang baik pada sistem juga penting untuk memaksimalkan efektivitas sistem.

Namun, implementasi sistem IoT di Desa Gandasoli menghadapi tantangan signifikan. Keterbatasan sinyal seluler dan akses internet yang hanya dapat diakses melalui penyedia layanan lokal menjadi hambatan utama dalam pengembangan sistem monitoring dan data logging. Kondisi ini mengakibatkan kesulitan dalam memanfaatkan teknologi IoT secara optimal, terutama di daerah dengan keterbatasan jaringan internet. Tantangan ini menunjukkan perlunya solusi alternatif atau pengembangan sistem yang dapat beroperasi secara offline, sehingga dapat tetap berfungsi meskipun tanpa koneksi internet yang stabil.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa solar dehydrator berbasis IoT adalah solusi yang menjanjikan untuk proses pengeringan bahan pangan, khususnya cabai, dengan keunggulan dalam efisiensi waktu dan kualitas produk. Penelitian ini juga memberikan rekomendasi yang berharga untuk perbaikan desain dan penggunaan material yang lebih tepat, serta mengidentifikasi tantangan yang perlu diatasi untuk meningkatkan implementasi sistem IoT di daerah terpencil.



Gambar 1 Dokumentasi Ini adalah foto ketika penyerahan mesin dehidrator, dan penyerahan mesin tersebut berada di lapangan sekolah MTS Gandasoli di desa cikakak, penyerahan mesin dehidrator pun di laksanakan bersama kepala desa cikakak.



Gambar 2 dokumentasi melihat mesin dehydrator yang sedang di siapkan dan dinyalakan untuk pengujian bersama sama, agar mesin tersebut layak di gunakan dan berfungsi dengan baik



Gambar 3 Dokumentasi proses menyalakan mesin dan pengecekan agar mesin tidak ada masalah dan gangguan saat pengujian mesin.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, *solar dehydrator* berbasis IoT menawarkan potensi yang besar dalam meningkatkan efisiensi proses pengeringan bahan pangan, namun perlu perhatian terhadap kendala infrastruktur yang ada agar teknologi ini dapat diimplementasikan secara efektif di daerah terpencil. Penelitian ini berhasil mengembangkan solar dehydrator berbasis IoT sebagai solusi alternatif untuk proses pengeringan cabai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu

mengurangi waktu pengeringan menjadi 3 hari, lebih efisien dibandingkan dengan metode pengeringan tradisional yang memerlukan waktu 4 hari. Kualitas produk yang dihasilkan menunjukkan keunggulan dalam hal warna yang lebih cerah dan tekstur yang lebih renyah, meskipun rasa cabai tidak menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua metode.

Namun, tantangan implementasi sistem IoT di Desa Gandasoli menjadi perhatian utama. Keterbatasan sinyal seluler dan akses internet yang terbatas menghambat pemanfaatan penuh teknologi ini, yang dapat mempengaruhi efektivitas monitoring dan *data logging*. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan solusi alternatif yang memungkinkan sistem beroperasi secara *offline* untuk meningkatkan fungsionalitas di daerah dengan akses internet yang sulit lebih lanjut termasuk eksplorasi penggunaan bahan pengumpul yang lebih efisien untuk mempercepat proses pengeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ida, I., Saidi, A., Fitria, M. P., Wulandari, E., Si, S., & Pd, M. (2019). *PENGERINGAN SAYURAN DAN BUAH-BUAHAN*.
- Sandi, G. H., & Fatma, Y. (2023). PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA BIDANG PERTANIAN. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 7, Issue 1).
- Tumbal, N., Ludong, D. P., & Ch E Lengkey, L. C. (n.d.). *MODIFICATION OF RACK TYPE SOLAR ENERGY DRYER FOR FOOD DRYING*.
- Weigel, K., & Roslynn, M. (2022, February). *Community Solar Dehydrator Plans*.