

Corn Seed Dryer Utilising Heating Element and Colour Detection With Esp32-Cam

Pengering Biji Jagung Menggunakan Elemen Pemanas dan Deteksi Warna Dengan Esp32-Cam

Ahmad Rifandi¹⁾, Indah Sulistiyowati²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: indah_sulistiyowati@umsida.ac.id

Abstract. *In this study, an ESP32-CAM microcontroller-based corn grain dryer was developed with the aim of increasing the efficiency of the post-harvest drying process. A faster alternative to traditional drying that still depends on the weather. This research was conducted through an experimental investigation to evaluate the impact of different drying tools and techniques on corn kernels. To determine the color of corn kernels, the tool consists of an ESP32-CAM camera, a heating element, and a K-type thermocouple sensor. The result of this research is that corn kernels can be dried more quickly and efficiently because they are not fixated on the weather. This research shows the creation of an effective ESP32-CAM-based corn dryer with color sensors, heating components, and automatic temperature control. Based on calculations, this device can dry corn kernels within 30 minutes - 2 hours to dry 0.5 kg of corn kernels, much faster than the conventional way. The ideal drying temperature range is maintained by the automatic system between 38 and 40°C. To determine when the procedure is complete, the camera successfully detects the change in color of the corn kernels from wet (yellow) to dry (golden).*

Keywords - Colour Detection, Heating Element, ESP32-CAM, Corn Kernel Dryer.

Abstrak. *Pada penelitian ini, sebuah alat pengering biji jagung berbasis mikrokontroler ESP32-CAM dikembangkan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi proses pengeringan pascapanen. Sebuah alternatif yang lebih cepat dari pengeringan tradisional yang masih bergantung pada cuaca. Penelitian ini dilakukan melalui investigasi eksperimental untuk mengevaluasi dampak dari alat dan teknik pengeringan yang berbeda pada biji jagung. Untuk menentukan warna biji jagung, alat yang digunakan terdiri dari kamera ESP32-CAM, elemen pemanas, dan sensor termokopel tipe-K. Hasil dari penelitian ini adalah biji jagung dapat dikeringkan dengan lebih cepat dan efisien karena tidak terpaku pada cuaca. Penelitian ini menunjukkan terciptanya alat pengering jagung berbasis ESP32-CAM yang efektif dengan sensor warna, komponen pemanas, dan pengatur suhu otomatis. Berdasarkan perhitungan, alat ini dapat mengeringkan biji jagung dalam waktu 30 menit - 2 jam untuk mengeringkan 0,5 kg biji jagung, jauh lebih cepat dibandingkan dengan cara konvensional. Kisaran suhu pengeringan yang ideal dipertahankan oleh sistem otomatis antara 38 dan 40 ° C. Untuk menentukan kapan prosedur selesai, kamera berhasil mendeteksi perubahan warna biji jagung dari basah (kuning) menjadi kering (keemasan).*

Kata Kunci - Deteksi Warna, Elemen Pemanas, ESP32-CAM, Pengering Biji Jagung.

I. PENDAHULUAN

Proses pengeringan mengurangi kadar air produk pertanian, yang sangat penting untuk memperpanjang masa simpan, karena tingkat kelembaban yang tinggi membuat bahan rentan terhadap pertumbuhan mikroba dan pembusukan akibat pengeringan. Selain beras dan sagu, jagung merupakan tanaman pangan dan sumber karbohidrat yang penting di Indonesia. Jagung berfungsi sebagai pakan ternak dan bahan pangan manusia. Biji jagung, terkadang disebut sebagai biji-bijian raja, berfungsi sebagai komponen pakan yang sangat baik untuk beberapa spesies hewan [1]. Perusahaan makanan dan minuman di samping sektor non-makanan [2]. Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu dari sepuluh provinsi penghasil jagung terbesar di Indonesia, dengan area budidaya seluas 11,9 juta hektar yang menghasilkan 5,37 juta ton jagung [3].

Penelitian yang berjudul "Model Peramalan Decision Tree berbasis DHT22 pada Smart Hydroponic Microgreen" dirilis pada Januari 2024. Menggambarkan pengembangan sistem yang memanfaatkan Arduino Uno untuk mengatur pengering benih jagung, dengan menggunakan sensor DHT22. Merancang dan membangun sistem pengkondisian lingkungan untuk kotak tanam pintar untuk tanaman mikro. Investigasi: Studi menunjukkan bahwa sensor DHT22 dapat diterapkan dalam bidang pertanian. Namun demikian, lembar data menunjukkan bahwa DHT22 adalah sensor ruangan yang tidak dirancang untuk aplikasi pertanian, khususnya hidroponik. Akibatnya, ada kekhawatiran mengenai integritas sensor DHT22 ketika digunakan dalam jangka waktu yang lama [4].

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pengeringan biji jagung melalui pemanfaatan teknologi canggih. Metode pengeringan konvensional memiliki beberapa kelemahan, termasuk ketergantungan pada kondisi cuaca, tenaga kerja, dan variabilitas kualitas. Kami bertujuan untuk mengatasi keterbatasan ini sekaligus menjaga kualitas dan tingkat kelembapan jagung yang optimal melalui pengembangan sistem pengeringan otomatis.

Biasanya, tenaga kerja harian dipekerjakan untuk mengeringkan biji jagung. Meskipun demikian, durasi yang dibutuhkan untuk tenaga kerja dan ruang yang dapat diakses merupakan faktor penting dalam teknik ini. Biji-bijian dengan tingkat kelembapan yang tinggi dapat dikeringkan dengan menggunakan salah satu dari dua metode berikut: pemaparan dalam waktu lama pada suhu udara rendah atau pemaparan singkat pada suhu yang tinggi [5]. Namun demikian, jika prosedur perendaman dilakukan pada bahan yang larut dalam air, aktivitas mikroorganisme yang bertanggung jawab untuk mendegradasi atau mengais bahan akan terjadi dengan cepat. Sebaliknya, manipulasi yang berlebihan pada bahan yang sangat tipis dapat mengganggu integritas bahan yang diproduksi, mempengaruhi karakteristik fisik dan kimianya [6],[7].

Penelitian ini memperkenalkan beberapa fitur baru, termasuk teknologi sensor warna untuk pemantauan kelembapan secara real-time, mikrokontroler ESP32CAM untuk pengaturan dan otomatisasi suhu yang tepat, pengembangan sistem pemanas yang hemat energi, pemantauan seluler melalui integrasi Internet of Things, dan algoritme kontrol yang canggih untuk mengoptimalkan durasi pengeringan dan konsumsi energi [8]. Sebuah solusi inovatif, Pengering Benih Jagung yang Efisien dengan Pemanas Berbasis Sensor Warna, dikembangkan setelah identifikasi masalah ini. Alat ini berfungsi dengan memanfaatkan elemen pemanas untuk mengeringkan biji jagung. Alat ini terdiri dari beberapa komponen dan mikrokontroler ESP32CAM [9],[10]. Selama proses pengeringan biji jagung. Pemanfaatan alat ini diharapkan dapat mempermudah proses pengeringan biji jagung bagi para petani di Indonesia.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui investigasi eksperimental untuk mengevaluasi dampak dari berbagai alat dan teknik pengeringan pada biji jagung. Prosedur eksperimental sebagian besar digunakan dalam penelitian fundamental untuk menjelaskan dampak perlakuan (variabel independen) terhadap hasil (variabel dependen); penelitian ini menggunakan metodologi kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan naturalistik menghasilkan wawasan kualitatif, sedangkan metode eksperimental menghasilkan data kuantitatif untuk penelitian yang komprehensif [11].

Cochran (1957) menguraikan tiga persyaratan mendasar yang dipatuhi oleh desain eksperimental untuk menjamin ketelitian ilmiah dan mengevaluasi fungsionalitas peralatan. Pertama, replikasi digunakan untuk menjamin peralatan beroperasi dengan andal dan untuk mengonfirmasi bahwa pengujian mendasar dapat dilakukan. Kedua, pengambilan sampel secara acak digunakan untuk memastikan pengacakan, sehingga memfasilitasi pengujian signifikansi yang dapat diandalkan. Ketiga, keakuratan data eksperimental ditingkatkan dengan mengisolasi efek terapi dari variabel lain dengan prinsip-prinsip pemblokiran. Prosedur pengujian sangat penting untuk memverifikasi bahwa kinerja peralatan sesuai dengan spesifikasi desain yang ditentukan dan secara konsisten dapat meniru kondisi pengeringan yang mirip dengan metode konvensional.

Efektivitas pengeringan berbasis peralatan dan metode pengeringan matahari tradisional dinilai secara bersamaan selama fase implementasi. Pengeringan berbasis peralatan menggunakan elemen pemanas yang meniru suhu yang mirip dengan pengeringan matahari sekaligus menawarkan variabilitas waktu yang lebih besar; sebaliknya, metode pengeringan tradisional dilakukan selama 7-8 hari dari jam 8:00 pagi sampai jam 3:00 sore. Pengumpulan data per jam dan pengamatan sistematis terhadap sampel biji jagung dilakukan selama fase pengujian.

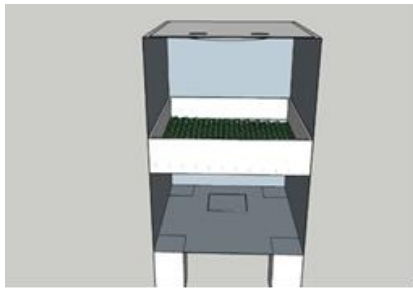
Langkah terakhir adalah menganalisis dan menilai hasil dari proses pengeringan. Hal ini melibatkan evaluasi penurunan kadar air dan pemantauan perubahan fisik pada biji jagung, terutama transisi warna dari kondisi basah ke kondisi kering. Selama pemeriksaan, indikator kualitas kritis, seperti kerusakan, pemisahan, atau perubahan fisik lainnya pada biji jagung kering, dievaluasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keefektifan berbagai proses pengeringan sekaligus menjaga kualitas biji jagung melalui pendekatan sistematis [12],[13].

A. DASAR PENELITIAN

Tahap awal yang dilakukan adalah melakukan tinjauan literatur yang lengkap dengan memeriksa referensi terkait dari beberapa sumber, termasuk buku, jurnal, artikel, tutorial, dan situs web. Subjek utama dari tinjauan literatur termasuk prosedur pemanasan, proses pengeringan, sistem termokopel, sifat biji jagung, dan teknologi CAM ESP-32

[14]. Kerangka teori ini sangat penting untuk memahami persyaratan pemodelan dan simulasi sistem. Pemodelan sistem dan simulasi dibuat untuk memvalidasi pengaturan eksperimen tal berdasarkan temuan literatur.

Pengering biji jagung, sesuai dengan program ESP-32, menggunakan elemen pemanas dengan CAM ESP-32 untuk penilaian warna biji jagung yang dikeringkan, dan menggunakan termokopel tipe-K untuk memantau dan mengatur suhu alat, untuk memastikan konsistensi. Dua percobaan dilakukan dalam produksi pengering biji jagung yang menggunakan elemen pemanas berbasis sensor warna: satu menggunakan ESP-32 CAM untuk memastikan selesainya proses pengeringan, dan yang lainnya menggunakan termokopel Tipe K dengan sistem pematian otomatis untuk mengatur suhu. Desain instrumen diilustrasikan dalam Gambar 1 dan 2.

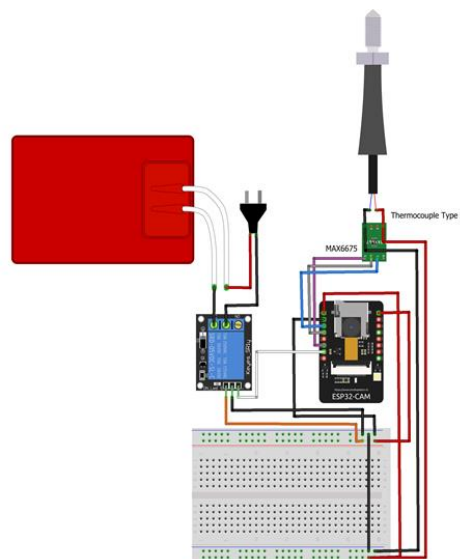


Gambar 1. Desain Alat Pengering Benih Jagung Menggunakan Elemen Pemanas dengan Cam ESP-32



Gambar 2. Rangka Pengering Benih Jagung Menggunakan Elemen Pemanas dengan Cam ESP-32.

Berikut ini adalah desain rangkaian komponen elektronik yang digunakan untuk alat ini. Desainnya ada pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Rangkaian Skematik

Alat ini memerlukan beberapa komponen untuk bekerja dengan baik. Komponen-komponen ini tercantum dalam Tabel 1:

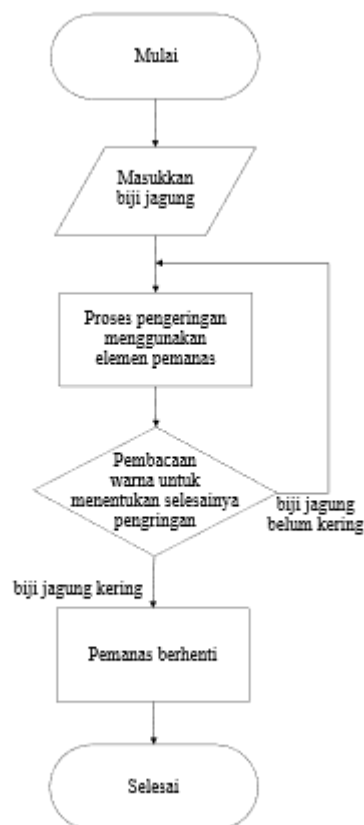
Tabel 1. Komponen Elektronik yang digunakan dalam Perangkat ini

No	Komponen
1	ESP 32 CAM
2	Relay 5V
3	Thermocouple Type K
4	Modul MAX6675
5	Elemen Pemanas

Tabel 1 menjelaskan beberapa komponen yang digunakan dalam perangkat ini. Setiap komponen dari rangkaian yang disebutkan di atas sangat penting untuk fungsionalitas pengering biji jagung bersama dengan unit pemanas ini. Kamera berfungsi sebagai sensor untuk mengidentifikasi warna biji jagung, sedangkan ESP-32 CAM bertindak sebagai prosesor utama atau pusat perangkat lunak untuk perangkat ini. Kedua, relai sistem secara otomatis mengaktifkan dan melepaskan elemen pemanas ketika suhu menyimpang dari kisaran yang ditentukan. Suhu diukur menggunakan termokopel Tipe K bersama dengan sensor suhu MAX6675, yang memasok data yang diperlukan untuk pengoperasian relai.

B. FLOWCHART

Sistem kerja alat ini akan dijelaskan dengan flowchart pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart

Prosedur untuk menguji alat ini, pertama-tama, unggah perangkat lunak ke ESP-32 CAM. Selanjutnya, aktifkan sistem dengan menekan tombol reset pada ESP-32 CAM dan pantau output melalui antarmuka serial. Pemanas harus dihubungkan ke sumber daya agar dapat beroperasi secara efektif. Setelah itu, konfigurasi pengaturan suhu sesuai program; pemanas akan aktif jika suhu turun di bawah 38 derajat Celsius dan akan menonaktifkannya apabila suhu melebihi 40 derajat Celsius. Kamera ESP-32 CAM mampu mendeteksi warna biji jagung. Kamera ini akan mengidentifikasi biji jagung yang lembab saat dimasukkan. Aplikasi akan berhenti dan proses akan selesai setelah biji jagung kering terdeteksi, yang diperkirakan akan terjadi dalam waktu satu hingga lima jam.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengujian instrumen membantu menentukan apakah instrumen beroperasi sebagaimana mestinya dan apakah manfaatnya memenuhi harapan. Pengujian awal berkaitan dengan sistem elemen pemanas yang secara otonom mengaktifkan dan menonaktifkan ketika suhu melebihi atau berada di bawah ambang batas yang ditentukan. Sistem penilaian warna biji jagung kemudian dievaluasi. Data dari monitor serial dikumpulkan ketika Arduino IDE diaktifkan dan jagung hampir kering. Informasi dari monitor serial disajikan pada Tabel 2


Tabel 2. Sistem OFF Otomatis Dengan Elemen Pemanas Dan Deteksi Warna

No	Temperature(C)	Kondisi Elemen	Kondisi Biji Jagung
1	30.00	ON	WET
2	30.00	ON	WET
3	37.50	ON	WET
4	38.25	ON	WET
5	38.50	ON	WET
6	40.00	OFF	DRY
7	41.00	OFF	DRY
8	41.00	OFF	DRY

Hasil pengujian menunjukkan bahwa elemen pemanas menunjukkan pengaturan suhu yang andal. Setelah aktivasi elemen pemanas, suhu awal meningkat dari 27 hingga 38°C. Peralatan menunjukkan peningkatan suhu pengering yang cepat, dengan batas maksimum yang diatur pada 40°C. Setelah mencapai ambang batas suhu ini, elemen pemanas segera dinonaktifkan hingga suhu turun di bawah 40°C, yang menggambarkan pengaturan suhu yang efisien. Pengaturan suhu otomatis ini menjamin kondisi pengeringan yang seragam selama seluruh prosedur.

Setelah menilai kemampuan sistem pengering biji jagung, pengujian berikutnya bertujuan untuk menentukan apakah biji jagung mengering pada tingkat yang sebanding dengan paparan sinar matahari langsung. Pengujian dilakukan dengan memeriksa foto-foto yang ditampilkan oleh kamera ESP-32 CAM. Data kamera akan diperiksa setiap jam untuk mengamati variasi warna. Pada langkah ini, pengujian dilakukan tiga kali untuk durasi mulai dari 30 menit hingga 2 jam untuk memastikan perolehan temuan yang akurat. Hasil pengujian berikut ini berkaitan dengan percobaan pengeringan biji jagung. Hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Table 3. Hasil Uji Warna Pada Biji Jagung

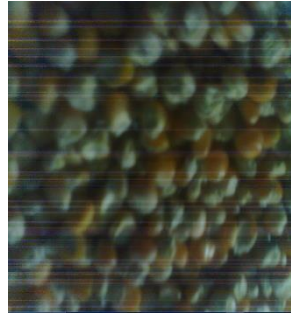
No	Waktu	Kondisi Biji Jagung	Serial Monitor
1	08:00		WET

2 09:00



WET

3 10:00



WET

4 11:00



WET

5 12:00



WET

6 13:00



WET

7 14:00



DRY

8 15:00



DRY

Analisis data menunjukkan bahwa variasi warna biji jagung dari pengujian awal hingga akhir sangat minim, meskipun terlihat jelas oleh sistem kamera dan mata manusia. Selama proses pengumpulan data, biji jagung diaduk secara teratur untuk menjamin pengeringan yang seragam dan identifikasi warna yang tepat untuk setiap biji jagung. Proses pengocokan sangat penting selama pemeriksaan warna untuk memastikan bahwa biji jagung benar-benar kering dan pembacaan warna dilakukan secara komprehensif.

Perangkat pendeteksi warna membedakan antara biji jagung basah dan kering melalui pengawasan video. Saat biji jagung basah dimasukkan ke dalam pengering, kamera sistem secara efektif mengidentifikasinya dan menampilkan status “BASAH” pada monitor serial. Selama proses pengeringan, peralatan secara terus-menerus mengamati perubahan warna biji jagung. Setelah mencapai tingkat kekeringan yang diperlukan dari biji jagung, kamera mengidentifikasi perubahan warna dan memperbarui status tampilan serial menjadi “KERING”. Deteksi perubahan warna mendorong elemen pemanas untuk menonaktifkan secara otomatis, sehingga secara bertahap mengurangi suhu ke tingkat semula. Kapasitas sistem untuk segera melanjutkan kembali setelah memasukkan lebih banyak biji jagung basah, menggambarkan siklus berkelanjutan antara keadaan basah dan kering.

Sistem pengeringan otomatis ini menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan metode lama yang tidak memiliki kemampuan otomatisasi. Integrasi pendeteksian warna dan pengaturan suhu yang canggih mempercepat proses pengeringan relatif terhadap paparan sinar matahari langsung sekaligus melindungi dari gangguan unggas. Otomatisasi meningkatkan produksi di seluruh proses pengeringan dengan menghilangkan kebutuhan akan pengawasan manual. Penelitian ini menyajikan prospek yang sangat baik untuk kemajuan di masa depan. Efisiensi sistem pendeteksi warna dapat ditingkatkan dengan memasukkan elemen otomatisasi tambahan, seperti mekanisme penyortiran otomatis, untuk meningkatkan kualitas biji jagung kering. Kemajuan ini dapat secara nyata meningkatkan efisiensi proses pengeringan dan memastikan hasil yang unggul secara konsisten. Peningkatan prospektif ini menggambarkan keserbagunaan dan penerimaan sistem terhadap kemajuan yang akan datang dalam pemrosesan pertanian otomatis.

Menerapkan mekanisme pengadukan untuk meningkatkan keseragaman pengeringan, mengintegrasikan aplikasi seluler untuk pemantauan jarak jauh, dan mengembangkan sistem penyortiran pasca-pengeringan untuk kontrol kualitas, semuanya dapat meningkatkan sistem. Penggabungan sensor kadar air dan peningkatan kapasitas sistem, sambil mempertahankan efisiensi, akan bermanfaat bagi perusahaan pertanian yang lebih besar. Peningkatan yang disarankan, bersama dengan fungsi otomatis dan kemampuan pemantauan yang canggih dari sistem yang ada, menandakan perkembangan substansial di luar teknik konvensional dan pengering komersial standar. Penelitian ini menggunakan metodologi unik yang memberikan petani Indonesia sarana potensial untuk mencapai hasil panen jagung yang lebih unggul dan meningkatkan produktivitas, sebuah kemajuan penting dalam modernisasi pertanian. Hasil dari penelitian ini adalah biji jagung dapat dikeringkan dengan lebih cepat dan efisien karena tidak terpacu pada cuaca.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan pembuatan pengering jagung berbasis ESP32-CAM yang efektif dengan sensor warna, komponen pemanas, dan kontrol suhu otomatis. Sistem ini dapat mengeringkan 0,5 kg biji jagung dalam 30 menit hingga 2 jam pada suhu stabil 38-40 ° C, yang secara signifikan lebih efisien dibandingkan dengan pendekatan tradisional yang membutuhkan waktu 7-8 hari. Selain menghemat waktu, alat ini juga melindungi tanaman dari kontaminasi hewan dan dapat bekerja 24 jam sehari, sehingga menjadi alternatif yang layak bagi petani Indonesia. Perbaikan sistem di masa depan termasuk mekanisme pengadukan otomatis, integrasi aplikasi seluler untuk pemantauan jarak jauh, sistem penyortiran pasca-pengeringan, sensor kadar air, dan kapasitas yang diperluas, yang akan membantu operasi pertanian berskala besar.

REFERENSI

- [1] D. Hermasyah, “Analisis Perbandingan Karakteristik Fisik Jagung Terhadap Perbedaan Pengeringan,” *Skripsi*, 2022.
- [2] A. Hudoyo and I. Nurmayasari, “Peningkatan Produktivitas Jagung di,” *Indones. Indones. J. Socio Econ.*, vol. 1, no. 2, pp. 102–108, 2019.
- [3] S. Suwanto and I. Prihantoro, “Study of Sustainable Corn Development through the Integration with Cow in Tuban, East Java,” *J. Ilmu Pertan. Indones.*, vol. 25, no. 2, pp. 232–238, 2020, doi: 10.18343/jipi.25.2.232.
- [4] C. F. Hadi, R. M. Yasi, and A. Prasetyo, “Model Decision Tree Forecasting Berbasis DHT22 pada Smart Hydroponic Microgreen,” *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 29–38, 2024, doi: 10.20895/jtece.v6i1.1218.
- [5] I. K. Jamaaluddin, Jamaaluddin; Anshory, “Heat Transfer Management of Solar Power Plant for Dryer.” [Online]. Available: <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aagcd%3A11%3A24309099/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3AAscholar&id=ebsco%3Aagcd%3A179801269&crl=c>
- [6] H. Helwig, Hong, “Structural Analysis of Covariance on Health-Related Indicators in the Elderly at Home, Focusing on Subjective Health Perception,” vol. 16, no. 22, pp. 9–23, 2011.
- [7] J. Nino and E. Y. Neonbeni, “Analisis Kadar Aflatoksin Jagung Lokal Timor Pada Perlakuan Lama Pengeringan Dengan Udara Alamiah,” *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.)*, vol. 9, no. 4, p. 336, 2020, doi: 10.23960/jtep-l.v9i4.336-342.
- [8] G. R. Auwali, A. Ahfas, and S. D. Ayuni, “Alat Kontrol dan Pengaman Sepeda Motor Menggunakan ESP 32 Cam Berbasis Telegram untuk Meminimalisasi Pencurian,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 219–229, 2023, doi: 10.57152/malcom.v3i2.923.
- [9] I. D. M. J. Putra, I. Sulistiyowati, and S. Syahririni, “Hot Water Looping System to Control Temperature of Drug Production Based Arduino,” *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1258.
- [10] I. Anshory *et al.*, “Monitoring solar heat intensity of dual axis solar tracker control system: New approach.” [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214157X23010973#bib15>
- [11] Z. Arifin, S. A. Bumi, and A. Way, “Metodologi penelitian pendidikan education research methodology”, [Online]. Available: Metodologi penelitian pendidikan education research methodology
- [12] M. D. Ramadhan, A. Wisaksono, J. Jamaaluddin, and A. Ahfas, “Prototype Of Moisture Content Meter In Grain Using Esp32 Based On Spreadsheet,” *J. Comput. Networks, Archit. High Perform. Comput.*, vol. 6, no. 2, pp. 502–513, 2024, doi: 10.47709/cnahpc.v6i2.3530.
- [13] S. Nur, M. F. Latief, A. A. Yamin, and J. A. Syamsu, “Kualitas Fisik Hasil Pengeringan Jagung Sebagai Bahan Pakan Menggunakan Mesin Vertical Dryer,” *Agribios*, vol. 20, no. 2, p. 171, 2022, doi: 10.36841/agribios.v20i2.2280.
- [14] N. L. Husni, S. Rasyad, M. S. Putra, Y. Hasan, and J. Al Rasyid, “Pengaplikasian Sensor Wama

Pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroler,” *J. Ampere*, vol. 4, no. 2, p. 297, 2020, doi: 10.31851/ampere.v4i2.3450.