

SKRIPSI

RANCANG BANGUN SISTEM PENDING OPAK SINGKONG BERBASIS ENERGI SURYA MENGGUNAKAN PANEL SURYA DAN ARDUINO UNO R3

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di
Jurusan Fisika pada Fakultas MIPA**



OLEH:

ISTIQOMAH

NIM. 08021282126074

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Jurusan Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya:

Nama : Istiqomah

NIM : 08021282126074

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Pengering Opak Singkong
berbasis energi surya menggunakan Panel Surya dan
Arduino Uno R3.

Dengan ini saya menerangkan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul
tersebut ialah asli atau orisinalitas dan mengikuti penulisan karya ilmiah sampai
pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan
dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan atau keterangan
yang tidak benar dalam pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara
akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang ditetapkan.

Indralaya, 28 Juli 2025

Penulis



Istiqomah

08021282126074

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN OPAK SINGKONG BERBASIS ENERGI SURYA MENGGUNAKAN PANEL SURYA DAN ARDUINO UNO R3

SKRIPSI

Dibuat sebagai syarat Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Fisika Fakultas MIPA

Oleh:

ISTIQOMAH

NIM. 08021282126074

Indralaya, 28 Juli 2025

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Erry Koriyanti, S.Si., M.T
NIP. 196910261995122001

Pembimbing II



Dr. Fiber Monado, S.Si., M.Si
NIP. 197002231995121002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

RANCANG BANGUN SISTEM PENGERING OPAK SINGKONG BERBASIS ENERGI SURYA MENGGUNAKAN PANEL SURYA DAN ARDUINO UNO R3

Oleh:
Istiqomah
08021282126074

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengering opak singkong berbasis energi surya yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno R3. Proses pengeringan opak singkong secara tradisional sangat berpengaruh oleh kondisi cuaca dan membutuhkan waktu pada proses pengeringannya, terutama pada musim hujan. Sistem yang dirancang menggunakan panel surya 100 Wp sebagai sumber daya utama, baterai sebagai penyimpan energi, serta sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban. Mikrokontroler Arduino Uno mengendalikan elemen pemanas melalui modul relay dan menampilkan data suhu serta kelembaban secara *real-time* melalui layar LCD I2C. Berdasarkan hasil pengujian, alat ini mampu menurunkan kadar air opak singkong dari 82% menjadi 25% dalam waktu 25 menit pada suhu 50°C. Sensor DHT22 menunjukkan akurasi sebesar 99,46% untuk suhu dan 99,02% untuk kelembaban, dengan nilai presisi berkisar antara 0,04 hingga 0,001% untuk suhu, dan 0,50 hingga 0,006% untuk kelembaban berdasarkan hasil kalibrasi terhadap alat standar HTC-2. Sistem ini berpotensi menjadi alternatif solusi pengeringan yang efisien, ramah lingkungan, dan bermanfaat khususnya bagi pelaku usaha kecil.

Kata kunci: opak singkong, panel surya, Arduino Uno R3, sensor DHT22, sistem pengering.

Indralaya, 28 Juli 2025

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Erry Koriyanti, S.Si., M.T
NIP. 196910261995122001

Pembimbing II



Dr. Fiber Monado, M.Si
NIP. 197002231995121002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

DESIGN OF A SOLAR ENERGY-BASED CASSAVA OPAQUE DRYER SYSTEM USING SOLAR PANELS AND ARDUINO UNO R3

By:
Istiqomah
08021282126074

ABSTRACT

This study aims to design and develop a cassava cracker drying system powered by solar energy and controlled using an Arduino Uno R3 microcontroller. The motivation behind this research stems from the limitations of conventional drying methods, which heavily depend on weather conditions and require a long drying time, particularly during the rainy season. The system utilizes a 100 Wp solar panel as the primary energy source, a battery for energy storage, and a DHT22 sensor to measure temperature and humidity. The Arduino Uno microcontroller manages the heating element via a relay module and displays real-time temperature and humidity data on an I2C LCD screen. Test results show that the system is capable of reducing the moisture content of cassava crackers from 82% to 25% within 25 minutes at a temperature of 50°C. The DHT22 sensor demonstrated an accuracy of 99.46% for temperature and 99.02% for humidity, with precision values ranging from 0.04 to 0.001% for temperature and 0.50 to 0.006% for humidity, based on calibration results using the HTC-2 standard instrument. This system offers a promising, eco-friendly, and efficient drying alternative, particularly beneficial for small-scale businesses.

Keywords: cassava cracker, solar panel, Arduino Uno R3, DHT22 sensor, drying system.

Indralaya, 28 Juli 2025

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Erry Korivanti, S.Si., M.T
NIP. 196910261995122001

Pembimbing II



Dr. Fiber Monado, S.Si., M.Si
NIP. 197002231995121002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Pengering Opak Singkong Berbasis Energi surya Menggunakan Panel Surya dan Arduino Uno R3”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Skripsi ini bukan sekadar karya ilmiah, namun merupakan wujud dari perjalanan panjang, semangat yang dijaga, dan air mata yang jatuh dalam diam. Penulis sempat mengalami masa-masa sulit, termasuk kehilangan orang tua tercinta di tengah proses penyusunan skripsi ini. Duka yang mendalam sempat membuat langkah terasa berat, namun doa keluarga, semangat dari orang-orang terdekat, dan keyakinan bahwa almarhum/almarhumah pasti bangga di sana, menjadi kekuatan utama untuk terus melangkah dan menyelesaikan tugas ini sampai akhir.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. Atas Rahman dan Rahim, serta karunian-Nya, yang telah memberikan penulis kekuatan, kesabaran, keikhlasan, kelancaran, dan kesehatan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Alm. Junaidi dan Ibu Almh. Marfuah, yang selalu menjadi sumber semangat dan cinta tanpa batas meskipun tidak lagi hadir secara fisik, doanya selalu menyertai. Kakak-kakak penulis, yaitu Sarmadi, Sri Hartini, Nurkholis, Amin Tarti, atas dukungan moril maupun materil dan semangat yang diberikan.
3. Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Frinsyah Virgo selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

5. Ibu Dr. Erry Koriyanti, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Fiber Monado, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan waktu, ilmu, arahan, dan semangat kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini
6. Bapak Hadi, S.Si., M.T, Bapak Khairul Saleh, S.Si., M.Si, dan Bapak Drs. Hadir Kaban, S.Si., M.T, selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, yang sangat membangun dalam proses penyempurnaan skripsi ini.
7. Ibu Erni, S.Si., M.Si, selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama masa perkuliahan ini.
8. Seluruh dosen dan staf akademik maupun administrasi di lingkungan Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, yang telah mendidik, membantu, dan memfasilitasi perkuliahan Penulis, serta membantu dalam segala urusan administrasi.
9. Teman-teman seperjuangan di PIONEER, dan ELINKOMNUK 21 atas kebersamaan dalam awal proses perkuliahan hingga akhir perkuliahan.
10. Teman-teman “Cepat Lulus”, yaitu Atikah Qomariyyah, Meria Agustina, Nesya Febrina, dan Fania Marcela, yang senantiasa memberikan semangat dan menjadi teman diskusi yang menyenangkan baik di perkuliahan maupun diluar perkuliahan.
11. Atikah Qomariyyah dan Dina Auliawati, sebagai rekan perjuangan dalam awal proses penyusunan skripsi ini sampai skripsi ini selesai. Fitri Novita Sari, sebagai ponaan yang selalu memberikan kata-kata penuh afirmasi dan kehadiran yang selalu menemani dalam setiap proses penyusunan skripsi ini.
12. Seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, namun telah berkontribusi dalam proses penyusunan skripsi ini

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan, serta dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

Indralaya, 28 Juli 2025
Penulis

Istiqomah
08021282126074

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan masalah.....	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat penelitian	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sel Surya	4
2.1.1 Cara Kerja Panel Surya	5
2.1.2 Rumus Perhitungan PLTS.....	6
2.2 <i>Solar charger controller</i> (regulator)	7
2.3 Pengeringan.....	8
2.4 Pengertian Arduino Uno R3.....	9
2.5 Sensor DHT22	10
2.5.1 Karakteristik Sensor	12
2.6 Pengertian Opak.....	13
BAB III	16
METODE PENELITIAN.....	16
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16

3.3. Prosedur Percobaan.....	16
3.4. Blok Diagram Alat	18
3.5. Rancangan Desain Alat (Mekanik)	19
3.6. Rancangan Elektronika Alat	20
3.7. Algoritma Kerja Alat	21
3.8 Flowchart Kerja Alat.....	22
BAB IV	24
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil Perancangan Alat.....	24
4.1.1 Perangkat keras	24
4.2 Perangkat Lunak	28
4.3 Pengujian alat ukur	28
4.3.1 Kalibrasi Sensor DHT22 terhadap HTC-2	28
4.3.2 Hasil Karakteristik Sensor DHT22	32
4.3.3 Pengambilan data Suhu dan Kelembaban	33
4.4 Pengujian Panel dan Aki	34
4.4.1 Daya <i>input</i> Panel Surya.....	35
4.4.2 Daya <i>output</i> Panel Surya.....	36
4.4.3 Pengisian Aki	37
4.4.4 Pengosongan Aki	37
4.4.5 Konsumsi Energi.....	39
BAB V	40
PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya (Mochamad et al., 2021).	5
Gambar 2. 2 <i>Solar charger controller</i> (Mochamad et al., 2021).	8
Gambar 2. 3 Arduino Uno (Mochamad et al., 2021).	9
Gambar 2. 4 kaki DHT22 (Utama, 2016).	11
Gambar 2. 5 opak yang sudah digoreng (Wattimury & Rumtutuly, 2023).....	15
Gambar 3. 1 Bagan alir percobaan.....	17
Gambar 3. 2 Diagram blok alat.....	18
Gambar 3. 3 Sketsa alat pengering.....	19
Gambar 3. 4 Rancangan elektronik alat.	20
Gambar 3. 5 Flowchart rangkaian alat.....	22
Gambar 4. 1 Perancangan sensor.....	24
Gambar 4. 2 Alat pengering.....	25
Gambar 4. 3 Perancangan sumber tegangan.....	27
Gambar 4. 4 Tampilan program.....	28
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan suhu HTC-2 terhadap DHT22.....	31
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan kelembaban HTC-2 terhadap DHT22.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Detail sensor DHT22 (Utama, 2016), (Abdulrazzak et al., 2018).	11
Tabel 2. 2 Hasil percobaan opak di oven (Amelia et al., 2020).....	14
Tabel 3. 1 Fungsi Alat dan Bahan	16
Tabel 4. 1 Konfigurasi kaki pin DHT22 ke Arduino Uno R3.....	25
Tabel 4. 2 Konfigurasi kaki pin LCD I2C ke Arduino Uno R3.....	26
Tabel 4. 3 Konfigurasi kaki pin Relay ke Arduino Uno R3.....	26
Tabel 4. 4 Konfigurasi kaki Relay ke elemen pemanas dan inverter.....	26
Tabel 4. 5 Konfigurasi Aki ke SCC	27
Tabel 4. 6 Konfigurasi SCC ke Panel surya.....	28
Tabel 4. 7 Konfigurasi Inverter ke Aki	28
Tabel 4. 8 hasil kalibrasi Suhu pada Sensor DHT22	29
Tabel 4. 9 Pengujian Kelembaban pada Sensor DHT22.....	30
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan nilai Karakteristik pada Sensor DHT22 untuk mengukur Suhu ruangan	32
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Karakteristik pada Sensor DHT22 untuk mengukur Kelembaban ruangan.....	32
Tabel 4. 12 Perbandingan suhu dengan kelembaban	33
Tabel 4. 13 Pengukuran tegangan dan arus pada panel surya dan aki	34
Tabel 4. 14 Daya input surya	36
Tabel 4. 15 Perhitungan daya <i>output</i> panel.....	36
Tabel 4. 16 Hasil Pengisian Aki.....	37
Tabel 4. 17 Perhitungan pengosongan daya baterai.....	38
Tabel 4. 18 konsumsi energi yang digunakan	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia mempunyai beberapa jenis kerupuk dimana dinamai sesuai dengan bahan utamanya, seperti kerupuk beras terbuat dari beras, kerupuk tapioka terbuat dari tepung tapioka, kerupuk kedelai dari kedelai, kerupuk udang dari udang, dan opak yang berbahan dasar ubi kayu atau singkong (Zulfahmi et al., 2021). Salah satu olahan kerupuk tradisional yang tetap populer hingga sekarang adalah opak (Gunawan et al., 2018). Kecamatan Pulau Rimau Kabupaten Banyuasin tercatat menghasilkan ubi kayu sebanyak 2941 ton pada tahun 2016 dan terjadi penambahan ubi kayu sebesar 3966 ton pada tahun 2017 (BPS, 2017). Singkong segar yang sudah dipanen hanya bertahan selama satu minggu, untuk mengatasi hal tersebut maka perlu diolah, masyarakat setempat biasanya mengolahnya menjadi keripik, tape, atau opak. Pengolahan ubi kayu menjadi opak menjadi salah satu pilihan karena akan lebih tahan lama dibandingkan jika dijual langsung ubi singkongnya.

Opak singkong dibuat dari ubi kayu yang dihaluskan dan dicampur dengan bumbu-bumbu khusus sebelum akhirnya dikukus dan dijemur di atas anyaman bambu pada tempat terbuka (Muslimin et al., 2024), (Zulfahmi et al., 2021). Proses penjemuran opak masih menggunakan metode konvensional, yaitu dengan menggunakan cahaya matahari (Mulyanah & Hellyana, 2015). Penjemuran opak singkong dibawah sinar matahari langsung membutuhkan waktu selama 2 hari ketika cuaca cerah, sedangkan pada cuaca kurang cerah bisa membutuhkan waktu hingga 4-5 hari supaya dapat kering dengan maksimal (Putri et al., 2023). Namun saat musim hujan, proses pengeringan jadi tidak maksimal yang bisa menyebabkan opak jadi berjamur sehingga bisa merugikan produsen opak singkong (Moonarsih et al., 2014). Selain itu proses pengeringan dengan sinar matahari memiliki kelemahan lainnya, yaitu pada saat penjemuran harus ada yang menunggu karena ketika hujan turun opak harus segera diangkat. Hal ini tentunya akan menambah pekerjaan dan kurang efisien digunakan (Mulyanah & Hellyana, 2015).

Kelemahan proses pengeringan secara manual dapat diatasi dengan menggunakan teknologi matahari. Panel surya merupakan alat yang mana bisa dimanfaatkan sebagai suatu teknologi yang dapat memodifikasi sinar matahari berubah menjadi tenaga listrik. Matahari dapat dimanfaatkan energinya melalui panel surya, yang mana ketika cahaya matahari bersinar cerah baterai di panel surya akan terisi dayanya. Setelah baterai panel surya terisi dapat digunakan sebagai sumber listrik untuk proses pengeringan opak singkong (Amin et al., 2022). Alat pengering yang terhubung ke panel surya akan memudahkan dan menghemat waktu pengeringan (Putri et al., 2023).

Teknologi terus berkembang dari masa ke masa terutama alat elektronik yang memudahkan pekerjaan sehari-hari. Misalnya pada pengontrolan suhu pada alat pengering yang dibuat secara otomatis. Alat pengering ini menggunakan IC mikrokontroler ATMEGA328P yang didalamnya terdapat pengendali suhu otomatis. Penggunaan mikrokontroler pada mesin pengering akan memudahkan proses pengeringan opak singkong, karena alat ini akan dilengkapi LCD penampil suhu sehingga suhu dapat diamati dan dapat diatur tetap stabil.

Penelitian Amelia et al (2020) menggunakan oven listrik dilengkapi dengan sistem kontrol suhu dan kelembaban otomatis. Hasil yang diperoleh opak mulai mengalami penurunan kelembaban sampai 20% pada suhu antara 39 °C sampai dengan suhu 52 °C. Opak mulai mengalami pengeringan setelah di oven selama 40 menit dan mengalami kering optimal setelah 140 menit. Putri et al (2023) menggunakan alat *tray dryer* pada pengeringan opak dimana melakukan percobaan pada suhu 50 °C sampai dengan 80 °C selama 60 menit hasil yang diperoleh opak mengalami penurunan kadar air hingga 14,17% pada suhu 80 °C.

Dari hal – hal yang telah dijelaskan tersebut, sehingga penulis berkeinginan mengerjakan skripsi dengan judul “Rancang bangun sistem pengering opak singkong menggunakan panel surya berbasis Arduino Uno R3”. Diharapkan penelitian ini bisa membantu proses pengeringan opak singkong secara lebih merata dan juga dapat memudahkan pekerjaan manusia.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana rancangan alat pengering opak singkong berbasis tenaga surya yang efisien?
2. Bagaimana mikrokontroler dapat membantu mengoptimalkan proses pengeringan opak singkong?

1.3 Batasan masalah

1. Menggunakan tenaga surya sebagai sumber utama dan baterai sebagai cadangan.
2. Menggunakan sensor DHT22 yang digunakan sebagai alat ukur untuk temperatur dan humiditas.
3. Suhu di dalam alat pengering merupakan keseluruhan suhu baik sensor DHT22 dan relay.

1.4 Tujuan

1. Merancang alat pengering opak singkong berbasis tenaga surya menggunakan Arduino Uno R3.
2. Menguji kinerja alat tersebut dalam hal suhu yang digunakan, kelembaban, konsumsi energi, dan waktu pengeringan.

1.5 Manfaat penelitian

1. Sebagai alat alternatif untuk mempercepat proses pengeringan opak singkong.
2. Memberikan solusi praktis bagi pengusaha kecil yang ingin meningkatkan efisiensi pengering tanpa bergantung cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrazzak, I. A., Bierk, H., & Aday, L. A. (2018). Humidity and temperature monitoring. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4), 5174–5177.
- Amelia, A., Roslina, Fahmi, N., Zarlis, M., & Sundawa, B. V. (2020). Smart Control of Temperature and Humidity for Opak Dryer Oven. *Journal of Physics: Conference Series*, 1501(1), 1–7.
- Amin, M. S. AL, Emidiana, Kartika, I. F., & Irwansi, Y. (2022). Penggunaan Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Pada Alat Pengering Makanan. *Jurnal Ampere*, 7(1), 15–21.
- Ariyanto, N. A., & Usman, M. K. (2019). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Mesin Pengering Padi Mandiri. *Journal Mechanical Engineering*, 8(1), 19–22.
- Badan pusat statistik. 2017. Luas panen dan produksi ubi kayu menurut Kecamatan. Banyuasin. Badan pusat statistik.
- Berydika, A., & Sitohang, S. (2022). Sistem Pengering Ikan Menggunakan Tenaga Surya Berbasis Arduino. *Jurnal Comasie*, 6(5), 22–29.
- Darno, Simanjutak, Y. M., & Taufiqurrahman, M. (2017). Studi Perencanaan Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 1(1), 1–9.
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2009). Solar Energy Engineering: Processes and sytems/Sotoris Kalogirou. In *Elsevier Inc* (1st ed.). British Library Catalouing.
- Ekayana, A. A. G. (2016). Rancang Bangun Alat Pengering Rumput Laut Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal JPTK*, 13(1), 1–12.
- Firmansyah, G., & Musyahar, G. (2020). Prototipe Alat Pengering Makanan Ringan Rengginang Menggunakan Sensor Suhu LM35. *Jurnal Cahaya Bagaskara*, 5(1), 1–8.
- Fitrya, N., Ginting, D., Retnawaty, S. F., Febriani, N., Fitri, Y., & Wirman, S. P. (2017). Pentingnya Akurasi Dan Presisi Alat Ukur Dalam Rumah Tangga. *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, 1(2), 60–63.
- Gunawan, A., Ummi, N., Ferdinant, P. F., & Irman, A. (2018). Pengembangan

- Proses Produksi Opak Singkong di Kabupaten Pandeglang melalui Implementasi Mesin Pencetak. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 3(2), 185–194.
- Hakim, E. Z. R., Hasan, H., & Syukriyadin. (2017). Perancangan Mesin Pengering Hasil Pertanian Secara Konveksi dengan Elemen Pemanas Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno dengan Sensor DS18B20. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 2(3), 16–20.
- Kurniawan, E., Pangaudi, D. S., & Widjatmoko, E. N. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android. *Cyclotron*, 5(1), 63–68.
- Lukman, M., & Junaedy. (2015). Optimalisasi Daya Sistem Hibrid Photovoltaic dengan Suatu Sistem Photovoltaic Thermal Sebagai Sumber Energi Listrik dan Sistem Pemanas Air. *Jurnal JTRISTE*, 2(1), 34–45.
- Marbun, N. J., Saputra, J., Wioto, N., Indrawan, S., Rahmi, H., Hafrida, E., Yusrizal, & Azmi, K. (2024). Pemanfaatan alat pengering kerupuk bagi umkm. *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Pelatihan*, 8(3), 493–497.
- Marpaung, M. D., & Purba, J. S. (2024). Analisis Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan Panel Surya Untuk Pemanas Air Dengan Sumber Energi Surya. *Jurnal Media Informatika (JUMIN)*, 6(1), 71–82.
- Mochamad, M. F., Rumbayan, M., & Narasiang, B. S. (2021). Monitoring dan Controller Alat Pengering Ikan tenaga Surya Berbasis IoT. *Jurnal Artikel Ilmiah*, 2(3), 1–11.
- Moonarsih, N. T., Syaifurrahman, & Sujana, I. (2014). Realisasi Pengering Ikan Menggunakan Energi Biomass dan Panel Surya. *Jurnal ELKHA*, 6(2), 1–5.
- Mulyanah, E., & Hellyana, C. M. (2015). Perancangan dan Pembuatan Alat Pengering Kerupuk Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Atmega16. *Jurnal Evolusi*, 3(2), 43–47.
- Murad, M., Sabani, R., Kurniawan, H., Muttalib, S. A., & Khalil, F. I. (2019). Karakteristik Pengeringan Sawut Mocaf Menggunakan Alat Pengering Tenaga Surya Tipe Greenhouse. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 7(1), 105–115.
- Muslimin, I., Rasdi, & Askar, H. (2024). Analisis kandungan protein opak

- singkong dengan formulasi kosentrat protein ikan mujair dalam upaya penjegahan stunting. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 14(1), 86–97.
- Nugraha, A., & Ramadhan, M. N. (2018). Pengukuran Teknik Dan Instrumentasi (Hmkk314). In *Universitas Lambung Mangkurat*.
- Primalasari, I., & Octalia, V. (2023). Analisis Saluran Pemasaran Opak Singkong (Studi Kasus Di Desa M Sitiharjo Kabupaten Musi Rawas) Analyze Of The Marketing Channels Of Opak Cassava (Case Study In M Sitiharjo Village , Musi Rawas Regency). *Jurnal KaliAgri*, 4(1), 1–6.
- Puspasari, F., Satya, T. P., Oktiawati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), 40–45.
- Putri, A. K., Anerasari, M., & Zamhari, M. (2023). Laju Pengeringan Kerupuk Opak Terhadap Variasi Massa dan Temperatur Menggunakan Alat Tray Dryer. *Journal of Social Science Research*, 3(6), 831–848.
- Riyanto. (2014). Validasi & Verifikasi Metode Uji: sesuai dengan ISO/IEC 17025 laboratorium pengujian dan kalibrasi. In *deepublish* (1st ed., Vol. 7, Issue 2).
- Sampebatu, L., Patabang, S., & Leda, J. (2022). Pengujian Sensitivitas Dan Akurasi Sensor Arus Hall Effect Menggunakan Arduino-Uno. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 2(2), 276–285.
- Santi, D., Yuliaty, S., & Meidinariasty, A. (2023). Analisis Laju Perpindahan Panas Pada Alat Tray Dryer Tenaga Surya dalam Proses Pengeringan Ikan Asin. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 21537–21543.
- Saptadi, A. H. (2014). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino. *Jurnal Informatika, Telekomunikasi Dan Elektronika*, 6(2), 49–56.
- Sary, R. (2016). Kaji eksperimental pengeringan biji kopi dengan menggunakan sistem konveksi paksa. *Jurnal POLIMESIN*, 14(2), 13–18.
- Setyawan, G. C., & Setyawan, L. J. (2025). Model Sistem Pengering Tenaga Surya Berbasis IoT dengan ESP32 dan DHT-11. *Jurnal Ilmiah Komputer*, 21(1), 1–13.
- Sihombing, B. S., Sumarno, Kirana, I. O., Poningsih, & Irawan. (2022). Rancang

- Bangun Alat Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(1), 8–15.
- Susanto, H., Pramana, R., & Mujahidin, M. (2013). Perancangan sistem telemetri wireless untuk mengukur suhu dan kelembaban berbasis arduino uno r3 atmega328p dan xbee pro. *Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 4(1), 1–8.
- Syahdu, A. R., Suripto, H., & Rizal, Y. (2023). Analisis Daya Output Solar Cell Menggunakan Solar Tracker Skala Laboratorium. *ENOTEK : Jurnal Energi Dan Inovasi Teknologi*, 2(2), 49–53.
- Tarigan, E. (2020). Pengering Tenaga Surya dengan Sistem Bekap Tenaga Biomassa untuk Pengeringan Hasil Pertanian. *Jurnal Teknotan*, 14(1), 31–35.
- Ulfa, Syahreza, S., Irhamni, Surbakti, M. S., & Fauzi. (2021). Aplikasi Sensor SHT-11 Sebagai Alat Pendeteksi Kadar Air pada Biji Kopi. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro (KITEKTRO)*, 6(2), 1–6.
- Utama, Y. A. K. (2016). Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini. *E- Jurnal NARODROID*, 2(2), 145–150.
- Wattimury, I., & Rumtutuly, F. (2023). Meningkatkan Ekonomi Masyarakat Desa Klis Melalui Produk Kreatif dari Pengolahan Singkong. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Dan Teknologi*, 2(3), 212–217.
- Zulfahmi, A. N., Assrorudin, Hastuti, N. D., Cholid, I., & Yuniarti, Y. (2021). Pengaruh penambahan ikan rucah pada pembuatan opak singkong terhadap sifat fisikokimia. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Agroindustri Pekerbunan*, 1(2), 77–85.