

## Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Optik pada Lapisan Tipis Berbahan Kulit Singkong Sebagai Alternatif Praktikum Materi Zat Padat

### *The Effect of Temperature on Optical Properties of Thin Layers Made From Cassava Skin as An Alternative to Solid Substance Practices*

Sitti Hadijah<sup>1</sup>, Muslimin<sup>2</sup>, I Komang Werdhiana<sup>3</sup>, Delthawati Isti Ratnaningtyas<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universitas Tadulako

\*Corresponding Author:: [dhijahibrahim12@gmail.com](mailto:dhijahibrahim12@gmail.com)

#### Kata Kunci

lapisan tipis kulit singkong;  
temperatur;  
sifat optik;  
absorbansi;  
praktikum fisika;

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur terhadap sifat optik, khususnya nilai absorbansi, pada lapisan tipis berbahan kulit singkong serta menilai kelayakannya sebagai alternatif praktikum fisika zat padat. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan metode sintesis ekstrak kulit singkong yang dipanaskan pada variasi temperatur 40°C hingga 100°C. Uji absorbansi dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang 440–600 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi temperatur berpengaruh terhadap nilai absorbansi lapisan tipis. Peningkatan temperatur optimum diperoleh pada 70°C, di mana terjadi perubahan struktur material yang berdampak pada peningkatan daya serap cahaya. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan panas dapat memodifikasi sifat optik material sehingga berpotensi dimanfaatkan dalam konteks pembelajaran fisika modern. Selain itu, validasi terhadap Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dan penuntun praktikum menunjukkan kategori “Sangat Baik”, serta respon mahasiswa memperoleh rata-rata sebesar 3,37 dengan kategori “Sangat Setuju”. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperlihatkan potensi kulit singkong sebagai bahan lapisan tipis yang ramah lingkungan, tetapi juga memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan media praktikum fisika yang aplikatif, kontekstual, dan relevan dengan kehidupan sehari-hari di lingkungan pendidikan.

#### Keywords

thin layer of cassava peel;  
temperature;  
optical properties;  
absorbance;  
physics lab;

#### ABSTRACT

*This research aims to determine the effect of temperature variation on the optical properties, particularly the absorbance value, of thin films made from cassava peel and to evaluate their feasibility as an alternative for solid-state physics laboratory practice. The study was conducted experimentally through the synthesis of cassava peel extract, which was heated at temperatures ranging from 40°C to 100°C. The absorbance test was carried out using a UV-Vis spectrophotometer within the wavelength range of 440–600 nm. The results showed that temperature variation significantly affected the absorbance of the thin films. The optimum increase was obtained at 70°C, where structural changes in the material enhanced its light absorption capability. This finding indicates that thermal treatment can modify the optical properties of materials, offering potential applications in modern physics learning. Furthermore, validation of the Student Worksheet (LKM) and practical guide showed a “Very Good” category, while students’ responses achieved an average score of 3.37 in the “Strongly Agree” category. Thus, this study not only highlights the potential of cassava peel as*

©2025 The Author  
p-ISSN 2338-3240  
e-ISSN 2580-5924

*an eco-friendly thin film material but also provides a meaningful contribution to the development of practical physics learning media that are applicable, contextual, and relevant to everyday life in educational settings.*

Received 19/08/2025; Revised 11/09/2025; Accepted 19/11/2025; Available Online 31/12/2025

**How to cite:** Hadijah, S., Muslimin, M., Werdhiana, I. K., & Ratnaningtyas, D. I. (2025). *Pengaruh temperatur terhadap sifat optik pada lapisan tipis berbahan kulit singkong sebagai alternatif praktikum materi zat padat. JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online), 13(3), 386–395.*

..

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah merupakan salah satu isu penting di era modern, terutama di negara berkembang seperti Indonesia yang tercatat sebagai kontributor limbah terbesar kedua di dunia (Adita dkk., 2024). Salah satu limbah padat yang melimpah adalah kulit singkong, hasil samping dari pengolahan singkong menjadi produk pangan maupun industri tapioka. Kandungan pati yang tinggi pada kulit singkong, khususnya varietas singkong gajah (30–35%), membuka peluang pemanfaatan bahan ini untuk berbagai aplikasi teknologi (Fathul dkk., 2022; Sutardi dkk., 2023). Selama ini, kulit singkong lebih banyak digunakan sebagai pakan ternak atau dibuang begitu saja, sehingga pemanfaatan bernilai tambah masih jarang dilakukan. Padahal, dengan pengolahan yang tepat, kulit singkong dapat dimodifikasi menjadi material bernilai tinggi, salah satunya sebagai bahan lapisan tipis (*thin film*).

Lapisan tipis merupakan material dengan ketebalan pada orde nanometer hingga mikrometer yang memiliki sifat optik khusus, seperti transmitansi, reflektansi, dan absorptansi, sehingga banyak digunakan dalam bidang optoelektronik, semikonduktor, dan *optical coating* (Susilawati dkk., 2024; Cremasco, 2024). Salah satu sifat optik yang penting adalah absorptansi, yaitu kemampuan material untuk menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, yang dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti temperatur pemanasan (Dewi dkk., 2023). Perubahan temperatur dapat memodifikasi struktur mikro material, sehingga memengaruhi kinerja optiknya. Hal ini membuka peluang untuk mengkaji bagaimana variasi temperatur dapat mengoptimalkan sifat optik lapisan tipis berbahan kulit singkong (Abidin dkk., 2023)..

Dalam pembelajaran fisika, khususnya materi zat padat, pemahaman sifat optik lapisan tipis sering kali hanya disampaikan secara teoretis tanpa disertai kegiatan praktikum yang kontekstual. Praktikum sendiri merupakan strategi pembelajaran yang efektif karena memberikan pengalaman langsung dalam mengamati dan menganalisis fenomena (Sholikah dkk., 2020). Pemanfaatan lapisan tipis berbahan kulit singkong sebagai media praktikum tidak hanya mendukung pembelajaran kontekstual, tetapi juga menjadi bentuk inovasi pembelajaran berbasis kearifan lokal yang ramah lingkungan dan berbiaya rendah (Zulfa dkk., 2021).

Penelitian sebelumnya oleh Dewi dkk. (2020) menunjukkan bahwa variasi temperatur anil berpengaruh terhadap sifat optik lapisan tipis ZnO yang dibuat dengan teknik *spin-coating*. Bagus dkk. (2019) menemukan bahwa variasi temperatur substrat mempengaruhi struktur kristal lapisan tipis Cd(S<sub>0,2</sub>Te<sub>0,8</sub>). Adi Putro dkk. (2019) memanfaatkan kulit singkong untuk sintesis *carbon dots* (C-dots) menggunakan teknik *microwave*, yang menunjukkan stabilitas optik yang baik. Namun, belum ada penelitian yang secara spesifik mengembangkan lapisan tipis berbahan kulit singkong untuk tujuan pembelajaran fisika dan mengkaji pengaruh variasi temperatur terhadap sifat optiknya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diangkatlah judul penelitian “Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Optik pada Lapisan Tipis Berbahan Kulit Singkong sebagai

Alternatif Praktikum Materi Zat Padat". Kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai material lapisan tipis yang tidak hanya dikaji secara ilmiah sifat optiknya, tetapi juga diuji kelayakannya sebagai media praktikum fisika. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang berfokus pada material anorganik atau pemanfaatan kulit singkong hanya untuk pembuatan C-dots, penelitian ini menawarkan kontribusi nyata berupa alternatif praktikum yang ramah lingkungan, murah, dan relevan dengan kebutuhan pendidikan fisika saat ini. Dengan demikian, penelitian ini memberikan sumbangan ganda: pengembangan material alternatif berbasis organik sekaligus inovasi media pembelajaran yang kontekstual dan sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur terhadap nilai absorbansi lapisan tipis berbahan kulit singkong. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Kimia FKIP, Universitas Tadulako. Subjek penelitian adalah sampel lapisan tipis yang dibuat dari limbah kulit singkong, sedangkan objek penelitian adalah nilai absorbansi pada panjang gelombang 440–600 nm dengan variasi temperatur 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, dan 100°C.

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan adalah: Spektrovometer Uv-vis, gelas Ukur 100 ml, gelas Beaker 100 ml, termometer, corong Kaca, kertas saring, bunsen, kaki tiga, cutter, blender, tissue, wadah, kain saring, dan kulit Singkong

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Uji Daya Absorbansi
- Pembuatan Larutan Tipis
- Analisis Statistik Deskriptif
- Analisis Validitas

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisis hasil validasi adalah perhitungan nilai rata-rata. Teknik ini digunakan untuk menentukan nilai akhir pada setiap butir angket penelitian, dimana jumlah total skor yang diperoleh dibagi dengan jumlah butir pertanyaan. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai rata-rata adalah sebagai berikut :

$$x = \frac{\text{Jumlah Skor Keseluruhan}}{\text{Jumlah butir pertanyaan}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :  $x$  = Rata-rata skor

$\Sigma x$  = Jumlah skor keseluruhan

$N$  = Jumlah butir pertanyaan

Nilai rata-rata yang di dapatkan digunakan untuk menentukan tabel kriteria penilaian dengan ketentuan dalam tabel 1.

Tabel 1. Kategori Skala Likert Validasi Ahli Materi

Keterangan	Skor
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup Baik (CB)	3
Kurang Baik (KB)	2
Tidak Baik (TB)	1

Nilai rata-rata keseluruhan dari tiap aspek, dikonversi ke dalam bentuk skor skalar 5 seperti yang tercantum pada tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Penilaian Validasi Ahli Materi

Keterangan	Skor
Sangat Baik (SB)	4,20 - 5,00
Baik (B)	3,40 - 4,19
Cukup Baik (CB)	2,60 - 3,39
Kurang Baik (KB)	1,80 - 2,59
Tidak Baik (TB)	1,00 - 1,79

#### e. Analisis Penilaian Respon Mahasiswa

Untuk mengetahui tanggapan atau respon mahasiswa terhadap penuntun dan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang telah dibuat dalam penelitian ini, dilakukan penyebaran angket kepada para responden.

Tabel 3. Kategori Skala Likert Responden

Keterangan	Skor
Sangat Setuju (SS)	4
Setuju (S)	3
Kurang Setuju (KS)	2
Tidak Setuju (TS)	1
Keterangan	Skor

Nilai rata-rata keseluruhan dari tiap pernyataan, dikonversi kedalam bentuk skor skala 4, seperti yang tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori Kategori Responden

NO	Rata-rata Skor	Kriteria
1	$3,25 < \bar{X} \leq 4,00$	Sangat Setuju (SS)
2	$2,50 < \bar{X} \leq 3,25$	Setuju (S)
3	$1,75 < \bar{X} \leq 2,50$	Kurang Setuju (KS)
4	$1,00 < \bar{X} \leq 1,75$	Tidak Setuju (TS)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### a. Validasi Ali Materi Penuntun Praktikum

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Materi Terhadap Penuntun Praktikum

No	Aspek Penilaian	Skor	Kategori
1	Kelayakan isi	4,47	Sangat Baik
2	Kebahasaan	4,67	Sangat Baik
3	Penyajian	4,80	Sangat Baik
4	Skor Rata-Rata	<b>4,57</b>	<b>Sangat Baik</b>

Berdasarkan hasil validasi ahli materi terhadap penuntun praktikum menunjukkan bahwa penuntun yang dihasilkan memiliki kualitas yang sangat baik dengan skor rata-rata sebesar 4,57. Secara lebih rinci, aspek kelayakan isi memperoleh skor 4,47, aspek kebahasaan memperoleh skor 4,67, dan aspek penyajian memperoleh skor tertinggi yaitu 4,80, yang semuanya berada dalam kategori Sangat Baik. Penilaian ini mengindikasikan bahwa penuntun

praktikum telah memenuhi kriteria kelayakan baik dari segi substansi materi, kejelasan bahasa, maupun sistematika penyajian.

b. Analisis Validasi Ahli Materi Lembar Kerja Mahasiswa

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli Materi Terhadap Lembar Kerja Mahasiswa

No	Aspek Penilaian	Skor	Kategori
1	Kelayakan isi	4,63	Sangat Baik
2	Kebahasaan	4,50	Sangat Baik
3	Penyajian	4,50	Sangat Baik
	Skor Rata-Rata	<b>4,54</b>	<b>Sangat Baik</b>

Berdasarkan Hasil validasi ahli materi terhadap Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) menunjukkan bahwa instrumen tersebut berada dalam kategori Sangat Baik dengan skor rata-rata sebesar 4,54. Nilai ini mencerminkan bahwa LKM telah disusun dengan isi yang sesuai dan relevan dengan tujuan pembelajaran, menggunakan bahasa yang jelas dan komunikatif, serta disajikan secara sistematis dan mudah dipahami oleh mahasiswa. Dengan demikian, LKM ini dinyatakan sangat layak untuk digunakan dalam mendukung proses pembelajaran, khususnya sebagai pendamping dalam kegiatan praktikum.

c. Validasi Ahli Materi Angket Responden Mahasiswa

Tabel 7. Hasil Validasi Ahli Angket Responden Mahasiswa

No	Aspek Penilaian	Skor	Kategori
1	Kelayakan isi	4,00	Baik
2	Kebahasaan	4,00	Baik
3	Penyajian	4,00	Baik
	Skor Rata-Rata	<b>4,00</b>	<b>Baik</b>

Berdasarkan hasil angket responden mahasiswa terhadap penuntun praktikum menunjukkan skor rata-rata sebesar 4,00 yang termasuk dalam kategori Baik. Aspek kelayakan isi, kebahasaan, dan penyajian masing-masing memperoleh skor 4,00, yang menandakan bahwa penuntun praktikum dinilai cukup memadai dari segi materi, penggunaan bahasa, dan cara penyajiannya. Penilaian ini mencerminkan bahwa secara umum penuntun praktikum sudah mampu memberikan informasi yang relevan dan mudah dipahami oleh mahasiswa.

d. Hasil Uji Daya Absorbansi

Pengujian daya absorpsi Eksrtak kulit singkong dilakukan menggunakan *spektrofotometer Ultraviolet visible* yang terdapat di Laboratorium Pendidikan Kimia Universitas Tadulako. Adapun hasil pengujian tingkat daya absorbansi dengan panjang gelombang 440 nm- 600 nm dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil uji daya absorbansi ketujuh sampel

Berdasarkan hasil uji absorbansi terhadap ketujuh sampel menunjukkan perubahan dimana, temperatur berpengaruh signifikan terhadap nilai absorbansi. Absorbansi menurun dari 40°C hingga 60°C, lalu meningkat tajam dan mencapai puncak pada suhu optimum 70°C. Setelah itu, nilai absorbansi menurun pada 80–90°C akibat kerusakan struktur material, dan kembali meningkat pada 100°C meskipun tidak melebihi nilai pada suhu optimum. Hal ini menunjukkan bahwa 70°C merupakan temperatur paling efektif untuk memaksimalkan daya serap material.

Pada suhu 70°C, nilai absorbansi lapisan tipis kulit singkong mencapai titik optimum. Kondisi ini menunjukkan adanya keseimbangan antara aktivasi molekuler dan stabilitas struktur bahan, sehingga interaksi cahaya dengan material berlangsung maksimal. Suhu di bawah titik ini belum cukup mengaktifkan struktur internal, sedangkan suhu di atasnya justru menyebabkan degradasi sehingga menurunkan daya serap cahaya. Temuan ini menegaskan bahwa temperatur berperan penting dalam mengoptimalkan sifat optik lapisan tipis berbasis kulit singkong. Keunikan penelitian ini dibanding studi terdahulu terletak pada pemanfaatan limbah organik yang sederhana namun stabil, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang banyak berfokus pada material anorganik atau produk turunan lain seperti *carbon dots*. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan data deskriptif, tetapi juga menegaskan potensi kulit singkong sebagai material alternatif yang aplikatif untuk mendukung praktikum fisika zat padat.

c. Hasil Pengisian Angket Respon Mahasiswa

Tabel 8. Hasil Pengisian Angket Respon Mahasiswa

PERYATAAN	SKOR	KRITERIA
1	3,33	Sangat Setuju
2	3,47	Sangat Setuju
3	3,33	Setuju
4	3,60	Sangat Setuju
5	3,40	Sangat Setuju
6	3,47	Sangat Setuju
7	3,20	Sangat Setuju
8	3,20	Setuju
9	3,33	Sangat Setuju
10	3,33	Sangat Setuju
11	3,67	Sangat Setuju
12	3,47	Sangat Setuju

13	3,20	Sangat Setuju
14	3,27	Sangat Setuju
15	3,27	Sangat Setuju
<b>Rata-rata</b>	<b>3,37</b>	<b>Sangat Setuju</b>

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa skor penilaian mahasiswa terhadap praktikum pengaruh temperatur terhadap sifat optik lapisan tipis kulit singkong berada pada rentang nilai 3,20 hingga 3,67. Dari 15 pernyataan, sebanyak 13 pernyataan termasuk dalam kategori "Sangat Setuju", sedangkan 2 pernyataan, yaitu pernyataan nomor 3 dan 8, berada dalam kategori "Setuju". Nilai rata-rata keseluruhan adalah 3,37, yang juga termasuk dalam kategori "Sangat Setuju", menunjukkan bahwa secara umum mahasiswa memberikan respon yang sangat positif terhadap praktikum pengaruh temperatur terhadap sifat optik lapisan tipis kulit singkong. Hal ini mencerminkan bahwa perangkat tersebut dinilai sudah baik dari segi kejelasan isi, bahasa, tampilan, dan kemudahan pelaksanaan praktikum

## Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi temperatur berpengaruh signifikan terhadap nilai absorbansi lapisan tipis berbahan kulit singkong. Pada semua variasi temperatur, panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{\text{maks}}$ ) umumnya terjadi pada 520 nm, yang menandakan bahwa pada panjang gelombang tersebut terjadi interaksi paling optimal antara energi foton dan transisi elektron dalam struktur material. Nilai absorbansi maksimum tertinggi diperoleh pada temperatur 70°C dengan nilai 17,724, diikuti oleh penurunan absorbansi pada temperatur yang lebih tinggi, kecuali pada 100°C yang kembali mengalami peningkatan meskipun tidak setinggi pada suhu optimum.

Peningkatan nilai absorbansi dari 40°C hingga 70°C dapat dijelaskan oleh meningkatnya keteraturan molekul dan homogenitas struktur lapisan tipis, yang memperbesar peluang terjadinya penyerapan cahaya. Suhu optimum 70°C diduga memberikan kondisi ideal bagi molekul-molekul penyusun kulit singkong (selulosa, hemiselulosa, lignin) untuk berinteraksi dengan cahaya tanpa mengalami degradasi struktural. Fenomena ini sejalan dengan penelitian Wahyuningtyas dkk. (2019) yang menunjukkan bahwa suhu pengolahan memengaruhi distribusi pori, densitas, dan kekuatan tarik film berbasis pati kulit singkong.

Penurunan absorbansi pada temperatur di atas 80°C dapat disebabkan oleh degradasi senyawa aktif atau disorientasi molekular akibat panas berlebih, yang mengurangi kemampuan material menyerap cahaya. Meskipun pada 100°C nilai absorbansi kembali meningkat, hal ini kemungkinan dipicu oleh terbentuknya struktur baru atau rekonstruksi sebagian komponen aktif, namun efisiensinya tidak melebihi kondisi optimum di 70°C. Temuan ini selaras dengan Kurniawati dkk. (2023) yang melaporkan bahwa pemanasan pada suhu optimum menghasilkan film yang lebih homogen dan kuat, sementara pemanasan berlebih menurunkan kualitas struktur.

Dengan demikian, temperatur menjadi faktor kunci yang menentukan sifat optik lapisan tipis kulit singkong. Suhu optimum 70°C mampu memaksimalkan nilai absorbansi, yang menunjukkan potensi besar pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai bahan dasar pembuatan lapisan tipis penyerap cahaya untuk media praktikum fisika. Tambahan lagi, hasil ini menguatkan teori yang diuraikan dalam pendahuluan mengenai hubungan antara energi foton dan transisi elektron pada material. Variasi temperatur terbukti memengaruhi keteraturan struktur molekul, sesuai dengan konsep dasar fisika zat padat bahwa perubahan energi termal dapat memodifikasi sifat optik suatu material. Dengan demikian, keterhubungan

antara teori dan temuan eksperimen semakin menunjukkan konsistensi analisis dalam penelitian ini.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa variasi temperatur berpengaruh signifikan terhadap sifat optik lapisan tipis berbahan kulit singkong, khususnya pada nilai absorbansi yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang 440–600 nm. Temperatur pemanasan optimum diperoleh pada 70°C, yang menghasilkan perubahan struktur material sehingga meningkatkan kemampuan penyerapan cahaya. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan temperatur dapat menjadi faktor kunci dalam optimasi sifat optik lapisan tipis berbasis kulit singkong. Hasil validasi terhadap Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dan penuntun praktikum menunjukkan kategori “Sangat Baik”, sementara respon mahasiswa memperoleh skor rata-rata 3,37 dengan kategori “Sangat Setuju”, yang mengindikasikan bahwa media praktikum ini layak digunakan dalam pembelajaran fisika materi zat padat. Penelitian ini menghasilkan pokok pikiran baru bahwa limbah kulit singkong, yang selama ini kurang dimanfaatkan, dapat diolah menjadi lapisan tipis dengan karakteristik optik yang terukur dan stabil, serta aplikatif sebagai media praktikum kontekstual dan ramah lingkungan. Selain itu, hasil penelitian ini relevan dengan kondisi pendidikan fisika saat ini, di mana guru masih menghadapi keterbatasan sarana laboratorium dan dituntut kreatif menyediakan media praktikum yang murah serta berbasis potensi lokal. Pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai lapisan tipis menjadi solusi praktis yang mendukung implementasi Kurikulum Merdeka, sekaligus menjembatani keterbatasan fasilitas dengan kebutuhan inovasi pembelajaran fisika di lapangan.

## SARAN

Berdasarkan temuan penelitian, Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengembangkan penelitian ini dengan mengeksplorasi variabel lain seperti waktu pemanasan (annealingtime), jenis substrat, dan juga disarankan agar praktikum sifat optik lapisan tipis dari kulit singkong dilakukan pada temperatur mendekati 70°C karena menunjukkan absorbansi maksimum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, K., Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, J., & Alauddin Makassar, U. (2023). *Massa ag melalui uji spektroskopi edx*. 3(1), 30–38. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/sainfis>
- Adita, S., Rizky Saputra, F., & Purwanto, P. (2024). *Pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai material produk kap lampu*. *Ars: Jurnal Seni Rupa dan Desain*, 26(3), 143–156. <https://doi.org/10.24821/ars.v26i3.12368>
- Adi Putro, P., & Roza, L. (2019). *Karakterisasi sifat optik c-dots dari kulit luar singkong menggunakan teknik microwave*. 11(2).
- Bagus, M., Huda, R., & Kurniawan, W. D. (t.t.). *Analisa sistem pengendalian temperatur menggunakan sensor ds18b20 berbasis mikrokontroler arduino*.
- Cremasco, P. F. M., Siqueira, K. M. P., Sobral, P. J. do A., Velloso, W. F., Lima, C. G. de, Gut, J. A. W., & Moraes, I. C. F. (2024). *Effect of dual modification on structural, functional and dielectric properties of cassava starch*. *Food Physics*, 100038. <https://doi.org/10.1016/j.foodp.2024.100038>
- Daniah. (2020). *PISA 2012 Assessment and analytical framework*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- Dewi, S. R., Widyasanti, A., & Putri, S. H. (2023). *Pengaruh konsentrasi pati singkong terhadap karakteristik edible film berbahan pati singkong dengan penambahan ekstrak daun belimbing wuluh*. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 11(2), 158–167. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2023.011.02.05>
- Dewi, A. K., Aryanto, D., & Nurbaiti, U. (2020). *Pengaruh perlakuan panas terhadap sifat optik lapisan tipis ZnO di atas ITO*. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jf/index>
- Fathul, F., Erwanto, Wijaya, A. K., Dakhlani, A., Farda, F. T., & Hasib, E. A. (2022). *Kualitas fisik, kimia, dan unsur penyusun kulit singkong amoniasi dengan berbagai level pemberian urea*. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10(3), 300–312.
- Kurniawati, D., & Suryani, A. (2023). *Penentuan indeks bias kaca dengan pola interferensi pola terhambur dan prinsip pembiasan*. *JURNAL SAINS DAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA*, 1(2), 30–36. <https://doi.org/10.51806/jspm.v1i1.54>
- Sutardi, A. S. (t.t.). *Karakteristik fisiko-kimia pati singkong gajah hasil modifikasi menggunakan ozon dan aplikasinya sebagai gelling agent pada jelly candy*. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Susilawati, S., dkk. (2024). *A systematic review of the trends thin film characteristics research as electronic device (2015-2024)*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(6), 313–322. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i6.7812>
- Wahyuningtyas, D., Dwi Sukmawati, P., Muthia, D. N., & Fitria, A. (2019). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Optimasi pembuatan plastik biodegradable dari pati kulit singkong dengan penambahan asam sitrat sebagai crosslinking agent*.
- Zulfa, A., Putri, F. M., Zolam, M. (2021). *Jurnal Edukasi Elektromatika (JEE) Analysis of temperature changes in every one hour in pati district using smartphones analisis perubahan suhu di setiap satu jam di kabupaten pati menggunakan smartphone*. *jurnal edukasi elektromatika*, 2(1), 2021.