

## PERHITUNGAN NILAI ENERGI CELAH PITA MINYAK KAYU PUTIH MENGUNAKAN DATA PENGUKURAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS

Gede Wiratma Jaya\*, Delpina Nggolaon, Ervina Rumpakwakra, Alif Nur Laili Rachmah, Gerald Rahanra, Muhammad Ikhsan Taipabu, Tamartritania Citta Trisnantari, Sabrianah Badaruddin

Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia, 97233

\*email:gedewiratmajaya.unpatti@gmail.com

### ABSTRAK

Minyak kayu putih merupakan salah satu produk pengolahan yang sering dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian minyak kayu putih sebagian besar fokus pada uji kualitas berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3954:2014 dan 06-3954-2001. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui energi celah pita minyak kayu putih dari berbagai macam produk. Sampel penelitian sebanyak tiga sampel yang berasal dari produk penyulingan di Pulau Buru (sampel A), toko oleh-oleh (sampel B), dan swalayan (sampel C) di Kota Ambon. Ketiga sampel dilakukan pengukuran nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang panjang gelombang 200-800 nm. Hasil pengukuran digunakan untuk menghitung nilai energi celah pita menggunakan metode Tauc Plot dengan transisi langsung Energi celah pita untuk sampel A, B, dan C masing-masing sebesar 3,404 eV, 3,348 eV, dan 3,722 eV. Hasil perhitungan menunjukkan minyak kayu putih memiliki potensi sebagai material pendukung dalam Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). Selain itu nilai energi celah pita diharapkan dapat menjadi salah satu indikator kualitas minyak kayu putih untuk mencegah pemalsuan produk.

**Kata Kunci:** Minyak Kayu Putih; Energi Celah Pita; Metode Tauc Plot; Spektrofotometer UV-VIS

### ABSTRACT

[Title: Calculation of Band Gap Energy Value of Cajuput Oil using UV-Vis Spectrophotometer Measurement] Cajuput oil is one of the processed products that is often used in everyday life. Studies of cajuput oil primarily concentrate on quality assessment in accordance with the Indonesian National Standards (SNI) 3954:2014 and 06-3954-2001. The objective of this study is to explore the band gap energy of cajuput oil from various products. Three samples were used in this study, sourced from a distillation product in Buru Island (sample A), a souvenir shop (sample B), and one from a supermarket (sample C) in Ambon City. Measurements of absorbance were performed on the three samples using a UV-Vis spectrophotometer within the wavelength range of 200 to 800 nm. The band gap energy values were determined using the Tauc Plot method with a direct transition, based on the measurement results. The values obtained for samples A, B, and C were 3.404 eV, 3.348 eV, and 3.722 eV, respectively. Calculations suggest that cajuput oil shows promise as a supporting material for Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC). In addition, the band gap energy value is anticipated to be a potential indicator of eucalyptus oil quality, which could help in preventing product counterfeiting.

**Keywords:** Cajuput Oil; Band Gap Energy; Tauc Plot Method; UV-Vis Spectrophotometer

### PENDAHULUAN

Minyak kayu putih merupakan produk olahan yang berasal dari tanaman kayu putih (*Eucalyptus globulus*) (Mierza et al., 2023) dan menjadi produk yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Irfan et al., 2022). Untuk mendapatkan minyak kayu putih, bagian tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan adalah daun (Wibowo et al., 2023). Proses pembuatan minyak kayu putih dalam skala industri kecil menggunakan alat ketel termodifikasi yang memanfaatkan metode kukus untuk menyuling minyak kayu putih (Bula et al., 2023). Dalam skala laboratorium proses

pembuatan minyak kayu putih menggunakan beberapa metode ekstraksi, antara lain maserasi, *Ultrasound-Assisted Extraction* (UAE), *Microwave Assisted Extraction* (MAE), dan distilasi (Immaroh et al., 2021).

Minyak kayu putih menjadi produk yang paling dicari pada saat pandemi COVID-19 untuk sebagai obat herbal (Hardiansyah et al., 2024). Hal ini dikarenakan minyak kayu putih memiliki senyawa kimia *eucalyptol* (1,8 sineol) yang dapat menghambat laju pertumbuhan virus (Fickri et al., 2020). Selain itu khasiat *eucalyptol* (1,8 sineol) pada minyak kayu putih dapat membantu memperlancar pernapasan

dengan cara mengencerkan lendir yang menyumbat saluran pernapasan (Nofiasari & Hartiti, 2022). Kandungan senyawa kimia lain pada minyak kayu putih, yaitu alpha-terpineol dapat menghambat laju pertumbuhan bakteri (Wibowo et al., 2021). Sehingga minyak kayu putih dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan sabun kesehatan (Fitriani et al., 2021).

Penelitian yang berkaitan dengan mutu minyak kayu putih telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Sebagian besar penelitian melakukan pengujian karakteristik fisik dan kimia minyak kayu putih menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3954:2014 dan 06-3954-2001 (Elly et al., 2023; Hardiansyah et al., 2024; Maaail & Purimahua, 2020; Rahmah et al., 2022). Untuk SNI 3954:2014 berfokus pada pengujian sifat fisis minyak kayu putih dengan 6 parameter, yaitu warna, bau, berat jenis, indeks bias, kelarutan dalam etanol, dan putaran optik. Sedangkan untuk SNI 06-3954-2001 berfokus pada pengujian kandungan kimia, yaitu kadar sineol yang ada di dalam minyak kayu putih. Akan tetapi penelitian mengenai energi celah pita minyak kayu putih masih terbatas, sehingga penelitian ini perlu dilakukan.

Energi celah pita merupakan energi yang dibutuhkan agar suatu elektron dapat melakukan eksitasi dari pita valensi ke pita konduksi (Due et al., 2019). Pengukuran Energi celah pita sangat penting dilakukan agar mendapatkan informasi terkait sifat kelistrikan yang dimiliki oleh suatu material. Hal ini dikarenakan setiap material memiliki potensi untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang, antara lain fotokatalis dan *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC). Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur energi celah pita adalah dengan mengukur nilai absorbansi dari suatu material berdasarkan rentang panjang gelombang menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis.

Silalahi, (2022) melakukan penelitian menggunakan spektrofotometri UV-Vis untuk menguji kadar beta karoten *Crude Palm Oil* (CPO) berdasarkan nilai absorbansi pada panjang gelombang 446 nm. Masbait et al. (2024) melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah minyak goreng bekas sebagai bahan baku sabun cair. Sabun cair tersebut diuji sifat optiknya menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis dan diperoleh nilai energi pita celah sebesar 2,5786 eV. Dewi et al. (2025) melakukan penelitian sifat absorbansi minyak dari biji tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Penelitian tersebut berfokus pada pengukuran nilai absorbansi pada rentang panjang gelombang 200-700 nm untuk memprediksi

komponen senyawa yang ada pada minyak tersebut. Akan tetapi tidak diukur nilai energi pita celahnya.

Berdasarkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan pengukuran nilai energi celah pita minyak kayu putih. Diharapkan energi celah pita dapat menjadi salah satu indikator kualitas minyak kayu putih. Sehingga dapat mencegah terjadinya pemalsuan produk minyak kayu putih yang beredar di pasaran. Selain itu hasil penelitian ini dapat mempelajari potensi minyak kayu putih sebagai material alternatif fotosensitizer untuk *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC). Mengingat sebagian besar penelitian material fotosensitizer menggunakan ekstraksi dari berbagai macam tanaman seperti daun, sayur, dan buah-buahan (Cahaya et al., 2018; Dahlan, 2022; Rajabiah & Wahyudi, 2022; Syafinar et al., 2015).

## METODE

Minyak kayu putih yang digunakan sebanyak tiga sampel, yaitu minyak kayu putih yang diperoleh dari hasil penyulingan di Pulau Buru, toko oleh-oleh, dan *swalayan* di Kota Ambon. Ketiga sampel tersebut kemudian diberikan kode sampel, yaitu sampel A untuk minyak kayu putih hasil penyulingan di Pulau Buru, sampel B untuk minyak kayu putih yang dibeli di toko oleh-oleh, dan sampel C untuk minyak kayu putih yang dibeli di *swalayan*.

Sampel A, B, dan C dilakukan pengukuran nilai absorbansi berdasarkan panjang gelombang menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1900 Series) di Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Ambon. Alat ini dapat menampilkan data grafik absorbansi secara otomatis melalui layar komputer dan dapat mengirimkan data dalam bentuk file pdf.

Prosedur pengujian dimulai dengan memasukkan sampel ke dalam kuvet sebanyak 3,5 mL. Kuvet yang berisi cairan sampel dimasukkan ke dalam spektrofotometer UV-Vis secara bergantian. Langkah berikutnya adalah memasukkan data panjang gelombang yang akan digunakan untuk mengukur nilai absorbansi. Panjang gelombang yang digunakan yaitu 200 nm sampai dengan 800 nm. Setelah selesai dilakukan pengaturan, proses selanjutnya adalah melakukan pengukuran nilai absorbansi dari panjang gelombang 200 nm sampai dengan 800 nm. Data pengukuran kemudian dianalisis untuk mengukur energi celah pita menggunakan kurva Tauc plot. Adapun persamaan Tauc Plot dapat ditulis sebagai berikut:

$$(ahv)^{\frac{1}{r}} = B(hv - E_g) \quad (1)$$

dengan  $\alpha$  adalah koefisien absorpsi bahan,  $h$  adalah konstanta Planck,  $\nu$  adalah frekuensi foton,  $E_g$  adalah energi celah pita, dan  $B$  adalah konstanta. Variabel  $\gamma$  merupakan jenis transisi elektronik elektron yang terjadi pada saat foton mengenai sampel. Variabel  $\gamma$  memiliki nilai 1/2 untuk transisi langsung dan 2 untuk transisi tidak langsung (Coulter & Iii, 2017). Untuk persamaan koefisien absorpsi dapat ditulis sebagai berikut:

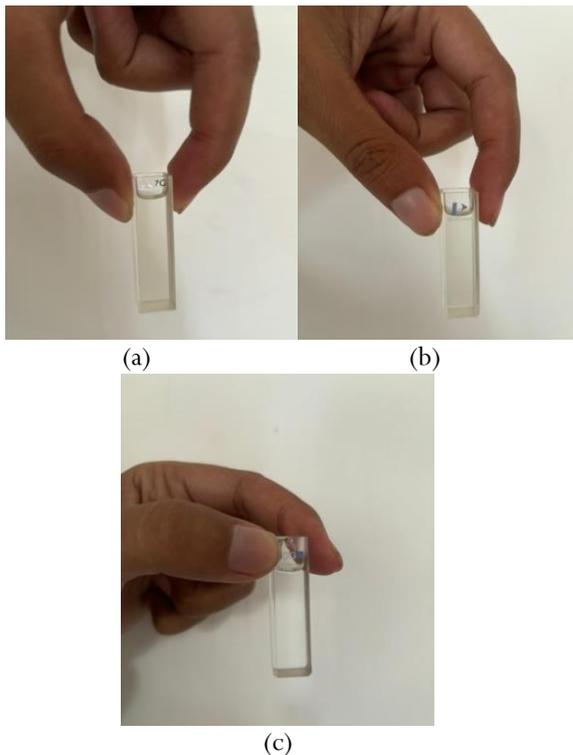
$$\alpha = \frac{A \ln 10}{l} \tag{2}$$

dengan  $A$  adalah nilai absorpsi yang terukur oleh instrumen spektroskopi UV-Vis dan  $l$  adalah tebal sampel menggunakan satuan sentimeter (Mursyala et al., 2023).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Tampilan Fisik Minyak Kayu Putih**

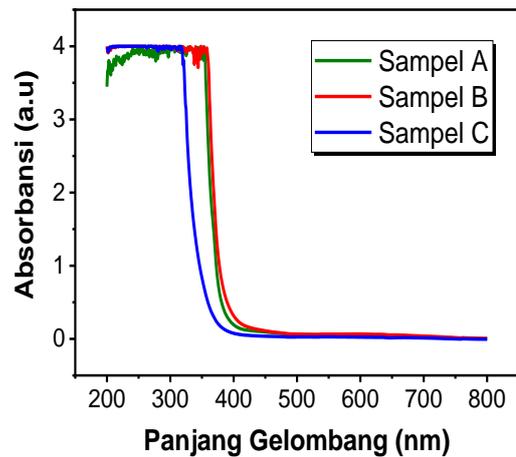
Minyak kayu putih untuk sampel A, B, dan C secara fisik terlihat berwarna bening (Gambar 1). Warna ketiga sampel tersebut telah memenuhi kriteria SNI 3954-2014. Kriteria tersebut adalah tidak berwarna, kekuningan atau kehijauan, dan jernih.



**Gambar 1.** Tampilan warna minyak kayu putih untuk (a) sampel A, (b) sampel B, dan (c) sampel C.

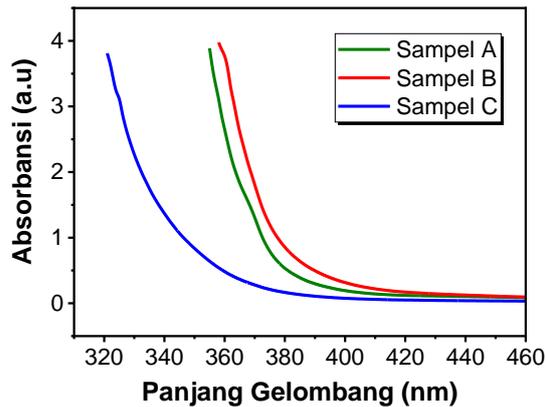
**Grafik Absorbansi Minyak Kayu Putih**

Warna minyak kayu putih yang ditampilkan pada Gambar 1 memiliki warna yang sama sehingga diperkirakan akan memiliki pola grafik absorbansi yang sama. Untuk membuktikan perkiraan tersebut maka dilakukan metode pengukuran nilai absorbansi menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis. Instrumen UV-Vis bekerja dengan cara melepaskan sinar polikromatik yang kemudian melewati monokromator untuk diubah menjadi sinar monokromatik dan diteruskan menuju sampel (Miarti & Legasari, 2022). Sinar yang tidak diserap akan diteruskan detektor untuk mengukur serapan cahaya yang berada di daerah sinar ultraviolet (180-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) (Abriyani et al., 2022; Pratiwi & Nandiyanto, 2022). Hasil pengukuran ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik absorbansi minyak kayu putih yang diukur pada panjang gelombang 200-800 nm untuk sampel A, sampel B, dan sampel C.

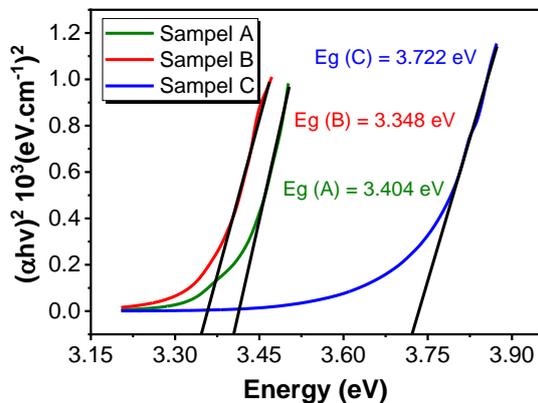
Grafik absorbansi minyak kayu putih untuk ketiga sampel memiliki bentuk grafik yang mirip akan tetapi terdapat perbedaan lebar garis grafik untuk ketiga sampel. Sampel C memiliki jarak yang cukup lebar dengan garis grafik sampel A dan sampel B. Sedangkan jarak grafik antara sampel A dengan B sangatlah tipis. Hal ini dikarenakan pada sampel C garis grafik penurunan nilai absorbansi berada pada rentang 320-400 nm. Untuk sampel A dan B garis grafik penurunan nilai absorbansi berada pada rentang 350-450 nm. Hasil ini menunjukkan proses produksi sampel A dan sampel B sama-sama menggunakan metode penyulingan dengan alat ketel uap tradisional. Adapun garis grafik penurunan nilai absorbansi untuk ketiga sampel ditampilkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Garis grafik penurunan nilai absorbansi minyak kayu putih untuk sampel A, sampel B, dan sampel C.

**Energi celah pita Minyak Kayu Putih**

Hasil pengukuran absorbansi pada Gambar 2 digunakan untuk menghitung energi celah pita. Energi celah pita diperoleh dengan cara membuat grafik  $(\alpha h\nu)^{\frac{1}{\gamma}}$  (sumbu-y) terhadap  $h\nu$  (sumbu-x). Pada penelitian ini transisi elektronik yang digunakan adalah transisi langsung ( $\gamma = 1/2$ ) sehingga grafik yang dibuat adalah  $(\alpha h\nu)^2$  terhadap  $h\nu$ . Langkah selanjutnya dibuat garis linear yang bersinggungan dengan garis grafik  $(\alpha h\nu)^2$  terhadap  $h\nu$ . Garis tersebut ditarik hingga mengenai garis sumbu-x untuk mendapatkan nilai energi celah pita. Adapun hasil pengukuran energi celah pita untuk setiap sampel ditampilkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Energi celah pita minyak kayu putih untuk sampel A, sampel B, dan sampel C.

Energi celah pita sampel A, B, dan C untuk transisi langsung masing-masing sebesar 3,404 eV, 3,348 eV, dan 3,722 eV. Sampel C memiliki energi celah pita paling besar dibandingkan sampel A dan B. Hasil ini jauh lebih besar dibandingkan nilai energi celah pita untuk ekstrak daun alpukat dan selada laut

masing-masing sebesar 1,834 eV (Missa et al., 2018) dan 2,69 eV (Santika et al., 2024). Hal ini dikarenakan perbedaan kandungan senyawa kimia yang dimiliki daun alpukat dan selada laut. Ekstrak daun alpukat memiliki senyawa berupa alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin (Yanis et al., 2021). Sedangkan ekstrak selada laut memiliki kandungan berupa antosianin (Santika et al., 2024) Untuk minyak kayu putih kandungan utama yang dimiliki adalah *eucalyptol* (1,8 sineol) (Fickri et al., 2020). Selain itu, metode ekstraksi juga dapat mempengaruhi nilai energi celah pita seperti penelitian yang telah dilakukan oleh (Jumardin, 2021). Penelitian tersebut menggunakan variasi suhu dan waktu *microwave* untuk melakukan ekstraksi daun bidara. Hasil penelitian menunjukkan energi celah pita mengalami penurunan seiring bertambahnya suhu dan waktu *microwave*.

Hasil perhitungan energi celah pita telah memberikan informasi bahwa minyak kayu putih memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai material alternatif *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) khususnya sebagai pengganti fotosensitizer. Untuk melakukan kajian lebih lanjut perlu dilakukan pengujian tambahan menggunakan instrumen voltameter sebagai pembanding dengan metode Tauc Plot. Selain itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat kemampuan minyak kayu putih dalam menghasilkan arus dan tegangan listrik pada DSSC menggunakan anoda semikonduktor (TiO<sub>2</sub> dan ZnO).

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Minyak kayu putih untuk sampel A, B, dan C memiliki bentuk grafik absorbansi yang hampir sama. Hasil perhitungan energi celah pita dengan metode Tauc Plot dengan transisi elektronik langsung untuk sampel A, B, dan C masing-masing sebesar 3,404 eV, 3,348 eV, dan 3,722 eV. Minyak kayu putih memiliki potensi sebagai material alternatif *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) khususnya fotosensitizer untuk mendukung pelepasan muatan elektron.

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Ambon yang sudah memberikan dukungan dalam penggunaan instrumen spektrofotometer UV-Vis.

**DAFTAR PUSTAKA**

Abriyani, E., Putri, N. S., Rosidah, R. S. N., & Ismanita, S. S. (2022). Analisis Kafein Menggunakan Metode Uv-Vis: Tinjauan Literatur. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*,

- 4(6), 12732–12739.
- Bula, M., Cahyono, T. D., & Yusuf, N. (2023). Penerapan Teknologi Penyulingan Minyak Kayu Putih menggunakan Metode Kukus Berbahan Stainless Bagi Rumah Industri Minyak Kayu Putih di Kabupaten Buru. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(1), 166–180.
- Cahaya, N. Y., Prajitno, G., & Puspitasari, N. (2018). Karakterisasi Dye-sensitized Solar Cell (DSSC) Daun Alfalfa (Megicago Sativa) Sebagai Sensitizer. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 66–69.
- Coulter, J. B., & Iii, D. P. B. (2017). Assessing Tauc Plot Slope Quantification : ZnO Thin Films as a Model System. *Physica Status Solidi B*, 1700393, 1–7. <https://doi.org/10.1002/pssb.201700393>
- Dahlan, M. (2022). Pengaruh Zat Pewarna Alami untuk Peningkatan Efisiensi Kerja Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) Menggunakan Ekstrak Buah Merah (Pandan Conoideus Lamk). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri IX 2022*, 1, 240–244.
- Dewi, S. P., Budi, A. S., Jamaludin, J., Mohar, R. S., Yudasari, N., & Sugihartono, I. (2025). Ekstraksi dan Uji Sifat Absorbansi Minyak dari Biji Tanaman Sacha Inchi (Plukenetia Volubilis L.). *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, XIII, 210–217.
- Due, Y. P., Bukit, M., & Johannes, A. Z. (2019). Kajian Awal Spektrum Serapan UV-Vis Senyawa Hasil Ekstrak Daun Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia) Asal Tarus Kabupaten Kupang. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 4(1), 34–42.
- Elly, A. E., Tan, L., & Siruru, H. (2023). Analisis Sifat Fisis dan Kimia Minyak Kayu Putih di Desa Suli Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 2(1), 217–225.
- Fickri, D. Z., Putri, A. D. S., Nurjannah, A. S., & Fadilah, N. (2020). Pemanfaatan Minyak Eucalyptus secara Inhalasi sebagai Upaya Menurunkan Paparan Covid-19 di Desa Sumberjati - Mojokerto. *Prosiding Seminar Nasional Abdimas Ma Chung*, 349–354.
- Fitriani, F., Yuniarti, F., & Hidayat, W. (2021). Pembuatan Sabun Kesehatan Berbahan Dasar Minyak Kayu Putih di Masa Pandemi Covid-19 Bagi Wali Murid TK Aisiyah Serpong, Banten. *MARTABE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 494–498.
- Hardiansyah, M. R., Darwis, R., & Purwati, P. (2024). Analisis Sifat Fisik dan Kimia Minyak Kayu Putih (Melaleuca cajuput) Desa Jamilu Pulau Buru. *Ar-Razi Jurnal Ilmiah*, 12(1), 11–19.
- Immaroh, N. Z., Kulihsari, D. E., & Nugraheni, S. D. (2021). Review: Eucalyptus globulus Essential Oil Extraction Method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 733, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012103>
- Irfan, N., Nurani, L. H., Guntarti, A., Salamah, N., & Edityaningrum, C. A. (2022). Analisis Profil Minyak Atsiri Daun Kayu Putih (Melaleuca leucadendra L.) dan Produk di Pasaran. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 10(3), 754–762.
- Jumardin, J. (2021). Pengaruh Suhu dan Waktu Microwave terhadap Perubahan Sifat Optik Daun Bidara (Ziziphus mauritiana) dengan Metode Spektroskopi UV-VIS. *Jurnal Sains Fisika*, 1, 14–23.
- Maail, R. S., & Purimahua, V. (2020). Analisis Sifat Fisis dan Kimia Produk Minyak Kayu Putih di Pasaran Kota Ambon. *MAKILA: Jurnal Penelitian Kehutanan*, 14(1), 48–56.
- Masbait, K. W., Souisa, C. A., Tuhumury, Y., Barus, C. S. A., & Jaya, G. W. (2024). Sintesis dan Karakterisasi Sifat Optik Sabun Cair Berbahan Limbah Minyak Goreng Bekas. *Science Map Journal*, 6(1), 21–26.
- Miarti, A., & Legasari, L. (2022). Ketidakpastian Pengukuran Analisa Kadar Biuret, Kadar Nitrogen, Dan Kadar Oil Pada Pupuk Urea Di Laboratorium Kontrol Produksi PT Pupuk Sriwidjaja Palembang. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(3), 861–874. <https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v2i3.4023>
- Mierza, V., Fitri, N. K., Debora, P. C., Indratno, S. H. A., & Ambarati, T. (2023). Study of the Effectiveness of Eucalyptus globulus in COVID-19 Patients with Comorbid Diseases. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(2), 470–478.
- Missa, M. M. Y., Pingak, R. K., & Sutaji, H. I. (2018). Penentuan Celah Energi Optik Ekstrak Daun Alpukat (Persea americana Mill) Asal Desa Oinlasi Menggunakan Metode Tauc Plot. *Jurnal Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(2), 86–90.
- Mursyalaat, V., Variani, V. I., S.Arsyad, W. O., & Firihi, M. Z. (2023). The Development of Program for Calculating the Band Gap Energy of Semiconductor Material Based The Development of Program for Calculating the Band Gap Energy of Semiconductor Material

- based on UV-Vis Spectrum. *Journal of Physics: Conference Series*, 2498, 1–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2498/1/012042>
- Nofiasari, D. A., & Hartiti, T. (2022). Penurunan Frekuensi Nafas pada Anak Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) menggunakan Terapi Inhalasi Uap Panas dengan Minyak Kayu Putih. *Ners Muda*, 3(1), 30–36.
- Pratiwi, R. A., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). How to Read and Interpret UV-VIS Spectrophotometric Results in Determining the Structure of Chemical Compounds. *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, 2(1), 1–20. <https://doi.org/10.17509/ijert.v2i1.35171>
- Rahmah, A., Sari, N. M., & Ulfah, D. (2022). Rendemen dan Kualitas Minyak Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*) dari Penyulingan PT INHUTANI II Pulau Laut. *Jurnal Sylva Scientiae*, 05(4), 571–574.
- Rajabiah, N., & Wahyudi, T. C. (2022). Kajian Sifat Listrik Bayam Merah dan Daun Kelor sebagai Fotosensitizer pada DSSC Solar Cell. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, 11(1), 153–158.
- Santika, F. T., Suyanto, H., Luh, N., Trisnawati, P., & Indrayana, I. P. T. (2024). Penentuan Celah Energi Optik Hasil Ekstraksi dan Evaporasi Senyawa Antosianin Selada Laut (*Ulva Lactuca L.*) Menggunakan Metode Tauc Plot. *Buletin Fisika*, 25(1), 8–13.
- Silalahi, M. (2022). Penggunaan Spektrofotometri untuk Pengujian Kadar Beta Karoten CPO (Crude Palm Oil) di Laboratorium Kimia Analisa. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Prima*, 5(2), 26–30. <http://jurnal.unprimdn.ac.id/index.php/juriti/article/view/2796>
- Syafinar, R., Gomesh, N., Irwanto, M., Fareq, M., & Irwan, Y. M. (2015). Chlorophyll Pigments as Nature Based Dye for Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC). *Energy Procedia*, 79, 896–902. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.584>
- Wibowo, M. A., Rendi, R., Warsida, W., Ardiningsih, P., & Jayuska, A. (2023). Karakterisasi Minyak Atsiri Daun Kayu Putih (*Melaleuca leucadendra*) Kota Pontianak dan Aktivasnya Terhadap *Streptococcus mutans*. *Jurnal Ilmu Dasar*, 24(2), 121–128.
- Wibowo, M. A., Sari, D. N., Jayuska, A., & Ardiningsih, P. (2021). Komposisi Senyawa Biokatif dan Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Daun Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*) dari Kota Singkawang. *BIOPROPAL Industri*, 12(1), 1–7.
- Yanis, B. H., Yalindua, A., Ogi, N. L. I. M., & Tengker, A. C. C. (2021). Skrining Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana Mill*) Terhadap Larva Udang (*Artemia salina Leach*). *Jurnal Nukleus Biosains*, 2(2), 53–62.