

Karakterisasi Absorbansi Material *Expanded Polystyrene* (Eps) Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis

Nishfa Mufatihah^{(1,a)*}, Ian Yulianti⁽¹⁾, Teguh Darsono⁽¹⁾ dan Budi Astuti⁽¹⁾

⁽¹⁾Prodi Magister Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia, 50229
Email: ^{(a)*}nishfa_mufatihah1@students.unnes.ac.id

Diterima (27 Juni 2025), Direvisi (09 September 2025)

Abstract. *Expanded Polystyrene (EPS) is a thermoplastic polymer widely used due to its lightweight nature, chemical resistance, and its ability to absorb and transmit electromagnetic radiation, including visible and ultraviolet light. This study aims to investigate the effect of heating temperature on the optical properties of EPS, particularly absorbance and refractive index, in the context of its application as a core material for optical waveguides. Three EPS samples were prepared: unheated, and heated at 150 °C and 220 °C, respectively. The fabrication process involved dissolving EPS in toluene, applying the solution onto glass slides, and characterizing the samples using a UV-Vis spectrophotometer over a wavelength range of 200–1200 nm. The results showed that heating EPS at 150 °C reduced UV absorbance and increased material rigidity, while heating at 220 °C led to a rise in absorbance due to the formation of chromophore groups but decreased material flexibility. The unheated sample exhibited the highest absorbance and the largest refractive index ($n \approx 1.59$), along with optimal flexibility. Based on these findings, unheated EPS is considered the most suitable candidate for use as a core material in polymer-based optical waveguide systems.*

Keywords: Expanded Polystyrene (EPS), Indeks Bias, Spektroskopi, UV-Vis

Abstrak. Expanded Polystyrene (EPS) merupakan polimer termoplastik yang banyak digunakan karena sifatnya yang ringan, tahan kimia, dan mampu menyerap serta mentransmisikan radiasi elektromagnetik, termasuk cahaya tampak dan ultraviolet. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh suhu pemanasan terhadap sifat optik EPS, khususnya nilai absorbansi dan indeks bias, dalam konteks aplikasinya sebagai material inti pandu gelombang optik. Tiga sampel EPS disiapkan: tanpa pemanasan, serta dipanaskan masing-masing pada suhu 150 °C dan 220 °C. Proses fabrikasi melibatkan pelarutan EPS dalam toluena, dilanjutkan dengan aplikasi larutan ke kaca objek, dan karakterisasi dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang 200-1200 nm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemanasan EPS pada 150 °C menurunkan absorbansi UV dan meningkatkan kekakuan material, sementara pemanasan pada 220 °C menyebabkan peningkatan kembali absorbansi akibat pembentukan gugus kromofor, namun menurunkan fleksibilitas material. Sampel tanpa pemanasan menunjukkan absorbansi tertinggi dan indeks bias terbesar ($n \approx 1.59$), serta fleksibilitas yang optimal. Berdasarkan hasil ini, EPS tanpa pemanasan dinilai paling layak untuk diaplikasikan sebagai material inti dalam sistem pandu gelombang optik berbasis polimer.

Kata kunci: Expanded Polystyrene (EPS), Indeks Bias, Spektroskopi, UV-Vis

PENDAHULUAN

Expanded Polystyrene (EPS) merupakan polimer termoplastik yang banyak digunakan dalam berbagai sektor industri, mulai dari kemasan, konstruksi, hingga isolasi termal. EPS dikenal memiliki sifat

ringan, mudah dibentuk, serta memiliki kemampuan isolasi panas yang baik. Selain itu, material ini juga tahan terhadap minyak, pelumas, dan lemak, serta memiliki transparansi terhadap gelombang mikro [1]. EPS juga menunjukkan ketahanan terhadap zat korosif seperti asam dan basa, meskipun

mudah larut dalam hidrokarbon aromatik dan senyawa berklorinasi, serta dapat mengembang dalam aseton [2].

Salah satu karakteristik penting dari EPS dalam konteks aplikasinya sebagai material optik dan fungsional adalah sifat absorbansi terhadap radiasi elektromagnetik, khususnya cahaya tampak, ultraviolet (UV), dan inframerah (IR). Sifat ini berperan penting dalam menentukan performa EPS sebagai material penyerap atau pengarah cahaya, serta ketahanannya terhadap degradasi akibat radiasi. Pemahaman mendalam terhadap perilaku absorbansi EPS menjadi penting dalam mengembangkan material polimer yang lebih efisien untuk aplikasi struktural dan termal jangka panjang.

Berbagai penelitian sebelumnya telah meninjau aspek absorbansi EPS. [3] menunjukkan bahwa ketebalan dan densitas EPS memengaruhi penyerapan radiasi UV dan degradasi material akibat sinar matahari. [4] melaporkan bahwa penambahan aditif pada EPS dapat mengubah sifat optiknya, termasuk absorbansi terhadap panjang gelombang tertentu. [5] meneliti peran EPS dalam sistem isolator termal bangunan, dan menemukan bahwa material ini mampu menyerap sebagian radiasi inframerah yang berdampak pada kenyamanan termal ruang tertutup. Selain itu, polystyrene sebagai bahan dasar EPS memiliki indeks bias sekitar 1,59, sebagaimana dilaporkan [6] dalam studi struktur pandu gelombang lima lapis berbasis PS dan PMMA, yang menunjukkan potensi PS untuk aplikasi optik seperti waveguide.

Perlakuan termal merupakan metode umum untuk meningkatkan kepadatan, stabilitas bentuk, dan sifat mekanik material polimer. Misalnya, [7] menunjukkan bahwa waveguide PMMA yang dipanaskan di atas Tg memperlihatkan peningkatan ketahanan termal dan stabilitas struktur optiknya. Selain itu, studi dari [8] tentang komposit PMMA zirkon menemukan bahwa perlakuan panas pada 55–70 °C

meningkatkan modulus penyimpanan hingga 49 % dan menggeser Tg sebesar 7 °C, yang memperlihatkan perubahan struktur internal dan berdampak pada sifat optik serta fisik material tersebut. Namun, masih terbatas penelitian yang secara sistematis mengkaji bagaimana suhu pemanasan memengaruhi sifat absorbansi dan indeks bias EPS, khususnya dalam konteks aplikasinya sebagai material inti (core) dalam sistem pandu gelombang optik. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh suhu pemanasan terhadap sifat absorbansi dan indeks bias EPS melalui karakterisasi menggunakan spektroskopi UV-Vis. Tiga kondisi pemanasan yang diuji meliputi tanpa pemanasan (kontrol), pemanasan pada suhu 150 °C, dan 220 °C. Hasil pengujian ini akan dianalisis untuk mengevaluasi perubahan sifat optik serta kelayakan masing-masing sampel sebagai material inti (core) dalam pandu gelombang berbasis polimer.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga Mei 2025 di Laboratorium Fisika, Lantai 3, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji sifat absorbansi material Expanded Polystyrene (EPS) melalui dua perlakuan berbeda, yaitu perlakuan pemanasan dan tanpa pemanasan.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain furnace untuk proses pemanasan EPS, lumpang dan alu untuk menghancurkan kristal EPS setelah proses pemanasan, serta magnetic stirrer untuk proses pencampuran larutan. Adapun bahan yang digunakan meliputi EPS sebagai material utama, toluena sebagai pelarut dan media pencampur, serta aseton yang digunakan untuk membersihkan sampel.

Fabrikasi sampel dilakukan dalam tiga variasi, yaitu dua variasi dengan perlakuan

pemanasan dan satu variasi tanpa pemanasan. Pada variasi dengan pemanasan, sebanyak 100 gram EPS dipanaskan dalam furnace pada suhu 150°C dan 220°C hingga mencair, kemudian didiamkan hingga membentuk kristal. Kristal tersebut dihancurkan hingga menjadi bubuk halus, lalu dicampurkan dengan toluena dalam rasio 1 gram EPS terhadap 3 ml toluena. Campuran tersebut kemudian diaplikasikan sebanyak 1 ml ke atas kaca objek (preparat) sebagai media uji. Pada variasi tanpa pemanasan, butiran EPS dicampurkan langsung dengan toluena dalam komposisi yang sama, yaitu 1 gram EPS dan 3 ml toluena, hingga membentuk larutan kental, lalu diaplikasikan di atas preparat seperti pada perlakuan sebelumnya.

Karakterisasi dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengukur nilai absorbansi sampel pada rentang panjang gelombang 200–1200 nm. Sebelum pengukuran, alat dikalibrasi dan sampel dipastikan memiliki ketebalan yang seragam untuk menjamin keakuratan hasil. Data absorbansi dari ketiga sampel dianalisis dan dibandingkan untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan termal terhadap sifat optik EPS. Hasil karakterisasi ini dianalisis secara kuantitatif untuk memperoleh kesimpulan

Tabel 1. Variasi sampel yang akan difabrikasi

Sampel	Variasi Suhu	Karakteristik
Sampel A	0°C	Untuk menunjukkan sifat asli EPS setelah dilarutkan dalam toluena dan dikeringkan tanpa perlakuan panas.
Sampel B	150°C	Berada di atas Tg namun di bawah titik awal degradasi. Suhu ini memungkinkan relaksasi rantai dan peningkatan densitas material tanpa kerusakan struktur aromatik
Sampel C	220°C	Berada mendekati ambang degradasi awal, untuk melihat apakah pemanasan tinggi dapat meningkatkan densitas lebih jauh namun tetap menjaga struktur optik yang diperlukan.

Pemilihan suhu-suhu ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana pemanasan dapat meningkatkan performa optik dan mekanik EPS tanpa mengorbankan struktur fungsionalnya, terutama dalam konteks

mengenai hubungan antara suhu pemanasan dan nilai absorbansi material EPS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fabrikasi Sampel

Pemilihan variasi suhu dalam fabrikasi sampel Expanded Polystyrene (EPS) dilakukan berdasarkan sifat termal khas polimer ini. EPS memiliki suhu transisi kaca (Tg) sekitar 100 °C, di mana rantai polimer mulai mengalami mobilitas segmental (Billmeyer, 1984). Suhu 150 °C dipilih untuk mewakili kondisi re-packing termal tanpa memicu degradasi, sementara suhu 220 °C dipilih untuk mengeksplorasi batas awal degradasi termal ringan, karena polistirena mulai menunjukkan reaksi β -scission dan pembentukan radikal pada suhu >200 °C (Gugumus, 2000). Sebagai kontrol, digunakan sampel tanpa pemanasan untuk mewakili kondisi EPS murni setelah pelarutan dalam toluena dan pengeringan.. Oleh karena itu, digunakan tiga perlakuan suhu sebagai parameter variasi sebagai berikut:

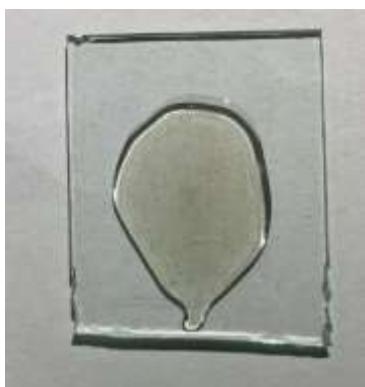
aplikasi sebagai material inti (core) pandu gelombang optik.

Hasil Fabrikasi Sampel

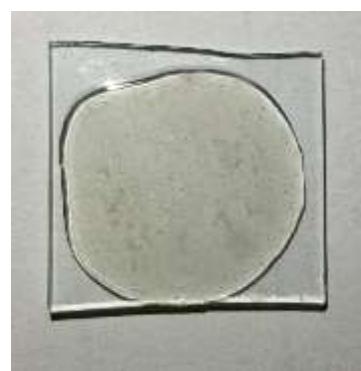
Ketiga sampel yang difabrikasi menunjukkan perbedaan signifikan dalam karakter fisik dan mekaniknya. EPS tanpa pemanasan (Sampel A) membentuk film tipis bening yang sangat lentur. Pemanasan pada 150 °C (Sampel B) menghasilkan film yang lebih padat dan kaku, namun tetap memiliki keuletan sedang. Sebaliknya, film yang dipanaskan hingga 220 °C (Sampel C) menunjukkan permukaan yang lebih keras namun mulai rapuh, disertai perubahan warna kekuningan yang menandakan awal reaksi degradasi oksidatif. Ketiga Sampel yang sudah di fabrikasi ditunjukkan dalam **Gambar 1.**

Tabel 2. Hasil Fabrikasi Sampel setelah dilarutkan dengan Toluena

Sampel	Perubahan Fisik	Warna Larutan Setelah diberi Toluena
A	Padat, putih	Bening
B	Agak lunak, putih	Bening
C	Meleleh, kekuningan	Kuning muda



(a)



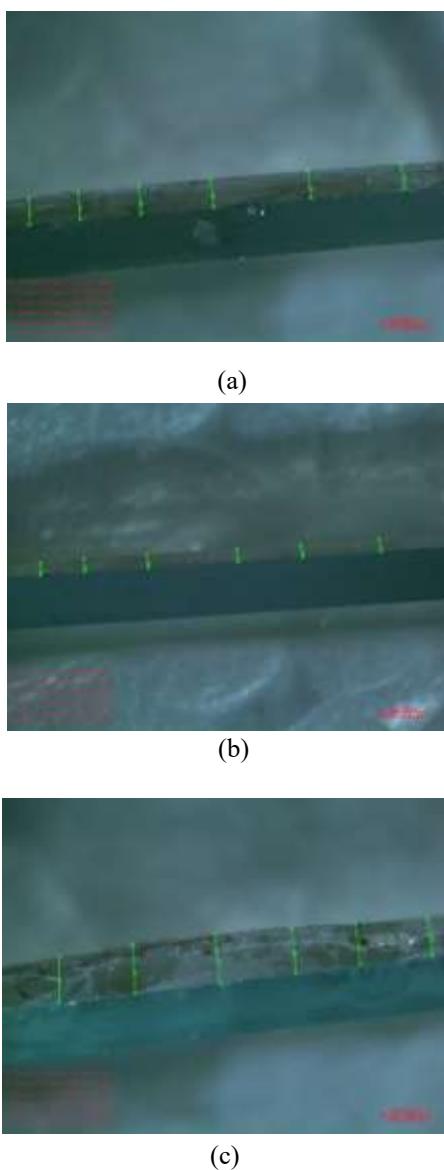
(b)



(c)

Gambar 1. Struktur permukaan Sampel yang sudah di Fabrikasi (a) Sampel A, (b) Sampel B dan (c) Sampel C

Sampel A menghasilkan film tipis yang bening, Sampel B tampak lebih buram dengan ketebalan lebih besar, sedangkan Sampel C menunjukkan perubahan warna kekuningan akibat pemanasan pada suhu tinggi. Perbedaan visual ini mendukung hasil karakterisasi yang tercantum pada **Tabel 2**, sekaligus menegaskan adanya pengaruh kondisi pemanasan terhadap morfologi dan sifat mekanik film yang dihasilkan.



Gambar 2. Ketebalan Sampel dari hasil CCD (a) Sampel A, (b) Sampel B dan (c) Sampel C

Tabel 3. Ketebalan Sampel Untuk Perhitungan Indeks Bias

Sampel	Ketebalan Sampel (μm)
A	569.92

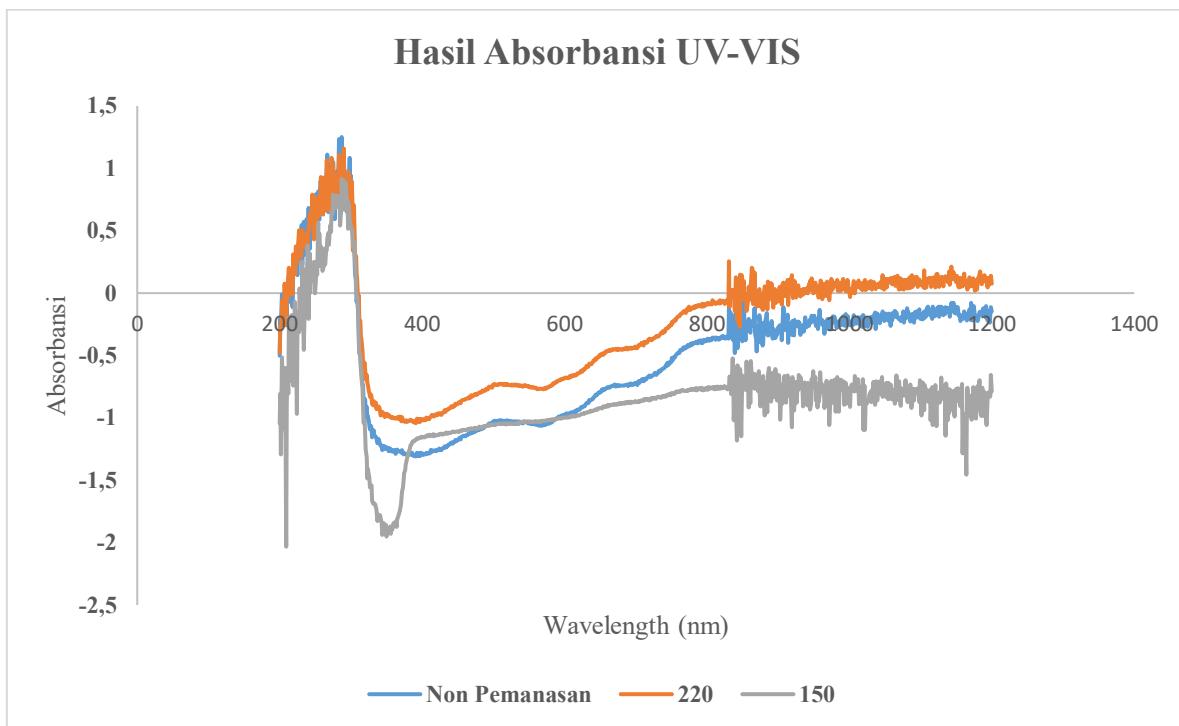
B	274.55
C	929,127

Hasil Pengujian UV Vis

Pengujian spektroskopi UV-Vis dilakukan untuk mengevaluasi respons optik sampel hasil fabrikasi terhadap radiasi elektromagnetik pada rentang panjang gelombang ultraviolet hingga cahaya tampak. Analisis ini penting untuk mengetahui kestabilan optik, tingkat absorbansi, serta potensi penggunaan material sebagai media transmisi cahaya. Dengan membandingkan hasil absorbansi antar sampel, dapat diamati pengaruh perlakuan pemanasan terhadap struktur kimia dan sifat optiknya.

Selain itu, hasil pengujian UV-Vis juga memberikan gambaran mengenai adanya perubahan pita serapan yang berhubungan dengan transisi elektronik pada material. Pergeseran puncak absorbansi yang terjadi dapat mengindikasikan adanya degradasi atau pembentukan ikatan baru akibat perlakuan termal. Informasi ini sangat penting karena sifat optik yang stabil menjadi salah satu syarat utama agar material dapat diaplikasikan dalam sistem optik maupun sensor berbasis waveguide.

Pengujian UV-Vis dilakukan untuk mengevaluasi sifat optik EPS, khususnya dalam kaitannya dengan kemampuan material dalam menyerap radiasi elektromagnetik pada rentang panjang gelombang ultraviolet (UV) hingga tampak (visible). Dari ketiga sampel tersebut dihasilkan uji UV-Vis sebagai berikut.



Gambar 2. Hasil karakterisasi uji UV-Vis Sampel A, Sampel B dan Sampel C

Berdasarkan hasil spektrum UV-Vis, terlihat bahwa semua sampel EPS baik tanpa pemanasan, dipanaskan pada 150 °C, maupun 220 °C memiliki puncak absorbansi utama pada wilayah UV sekitar 280-300 nm. Sampel tanpa pemanasan menunjukkan absorbansi tertinggi, yang mencerminkan struktur aromatik yang utuh dan densitas kromofor yang tinggi. Pemanasan pada 150 °C menyebabkan penurunan signifikan absorbansi, mengindikasikan terjadinya **re-packing rantai polimer yang** mengurangi efektivitas penyerapan UV. Sebaliknya, sampel yang dipanaskan pada 220 °C mengalami peningkatan kembali absorbansi, disertai sedikit pergeseran puncak, yang menunjukkan kemungkinan **pembentukan kromofor baru** akibat awal degradasi termal ringan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan termal memengaruhi sifat optik EPS secara signifikan, dan sampel tanpa pemanasan memiliki karakteristik paling optimal sebagai material inti pandu gelombang karena nilai absorbansi dan indeks bias yang paling tinggi serta struktur aromatik yang

masih stabil. **Tabel 4** menunjukkan analisis hasil UV VIS ketiga sampel. Nilai absorbansi ini digunakan untuk memperkirakan koefisien ekstensi kkk melalui rumus:

$$k = \frac{A \cdot \lambda}{4\pi d \cdot \ln 10} \quad (1)$$

Di mana A adalah absorbansi, λ panjang gelombang (cm), dan d ketebalan film (cm). Nilai $k(\lambda)$ tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung indeks bias (n) melalui transformasi Kramers–Kronig, yang secara teoritis dinyatakan sebagai:

$$n(\lambda) - 1 = \frac{2}{\pi} \rho \int_0^{\infty} \frac{\xi \cdot k(\xi)}{\xi^2 - \lambda^2} d\xi \quad (2)$$

Dengan ρ menyatakan integral nilai utama (*principal value*) dari fungsi dispersi. Karena integral tersebut membutuhkan spektrum $k(\lambda)$ yang luas dan kontinu, pendekatan praktis dilakukan melalui estimasi empiris yang menghubungkan perubahan absorbansi dengan perubahan

indeks bias relatif terhadap sampel referensi. Didapatkan hasil indeks bias kasar berdasarkan hitungan Persamaan 1 dan 2 ditampilkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Analisis UV-VIS

Semua sampel menunjukkan

Sampel	λ -max (nm)	Absorbansi Maksimum	Estimasi Indeks Bias (n @600 nm)
A	287	1.251	1.58 – 1.59
B	287	0.915	1.55 – 1.57
C	290	1.159	1.57 – 1.58

transparansi tinggi di 600 nm, panjang gelombang kerja yang direncanakan untuk aplikasi pandu gelombang. Dengan perbedaan indeks bias terhadap PMMA ($n \approx 1.49$) yang cukup besar ($\Delta n \geq 0.06$), ketiga sampel memenuhi syarat sebagai inti pandu gelombang berbasis polimer. Namun, performa terbaik ditunjukkan oleh EPS tanpa pemanasan, yang memiliki Δn terbesar serta fleksibilitas tinggi, menjadikannya Sampel utama untuk aplikasi waveguide fleksibel dan efisien.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan panas terhadap Expanded Polystyrene (EPS) berpengaruh signifikan terhadap sifat optik dan mekaniknya. Pemanasan pada 150 °C menghasilkan film yang lebih kaku dan stabil secara fisik, tetapi dengan suhu 220 °C memperlihatkan peningkatan absorbansi akibat pembentukan gugus oksidatif, namun menurunkan keuletan dan menyebabkan kerapuhan material. Di sisi lain, EPS tanpa pemanasan mempertahankan fleksibilitas tinggi dan nilai indeks bias yang optimal ($n \approx 1.58$ –1.59), menjadikannya kandidat terbaik untuk material inti pandu gelombang optik berbasis polimer.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mawardi, I., Nurdin, N., Jannifar, A., Fakhriza, F., & Razak, H. (2024, April). Pengaruh Ukuran Partikel Ampas Tebu Komposit Expanded Polystyrene Terhadap Perilaku Serapan Air dan Kuat Tarik Sekrup. In Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe (Vol. 7, No. 1, pp. 1-4).
- [2]. Muqtadi, K. (2014). Dampak Penggunaan Dan Analisa Pengaruh Styrofoam Sebagai Substitusi Pasir Dengan Bahan Tambah Plastiment-VZ Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 2(2).
- [3]. Kang, H., et al. (2018). "The effect of thickness and density on the UV absorption properties of expanded polystyrene." Journal of Polymer Science.
- [4]. Wang, X., et al. (2020). "Effect of additives on the optical properties of expanded polystyrene." Materials Science and Engineering A.
- [5]. Huang, Y., et al. (2019). "Evaluation of the infrared radiation absorption properties of expanded polystyrene for thermal insulation applications." Energy and Buildings.
- [6]. Faridawati. (2015). Fabrikasi Pandu Gelombang Lima Lapis Berbasis Polimer Polystyrene (PS) dan Polymethyl Methacrylate (PMMA). Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA), 5(1), 14–17. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v5n1.p14-17>
- [7]. Yulianti, I., Sumarti, S., Widodo, N., Arifianto, D., & Rachmawati, D.

- (2024). Thermal Durability Characterization of a Simple Polymethyl-methacrylate (PMMA) Based-Optical Waveguide. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 14(2), 85–92. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v14n2.p85-92>
- [8]. Retnaningsih, R. D., Yuliasih, Y., & Khusniya, T. (2021). Karakterisasi Struktur dan Termal Komposit PMMA-Zirkon menggunakan FTIR dan DMA. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 11(2), 100–107. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v11n2.p100-107>
- [9]. Vigneshwaran, S., et al. (2015). "Properties and Applications of Expanded Polystyrene." *Materials Science Forum*.
- [10]. Giorgi, R., et al. (2019). "Optical Properties of Polymers and Their Applications." *Progress in Polymer Science*.
- [11]. Feng, L., et al. (2017). "Influence of Thickness and Density on the Absorption Properties of Expanded Polystyrene." *Polymer Composites*.
- [12]. Cahyono, B. E., Febrayanti, W. A., & Misto, M. (2022). Analysis of caffeine content in roasting temperature variation of robusta luwak coffee from Garahan Jember plantation using uv-vis spectrophotometry method. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 19(3), 187-196.
- [13]. Sastrohamidjojo, H. (2007). *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- [14]. Rubiati, S. R. I. (2021). Penentuan Senyawa Fenolik Dan Uji Aktivitas Antioksidan Pada Dedak Padi Terfermentasi Oleh *Saccharomyces Cerevisiae*.
- [15]. Hariady, S., Fauzie, M. A., & Sukarmansyah, S. (2014). Kajian Eksperimental Kemampuan Daya Hantar Kalor Campuran Styrofoam, Kulit Jengkol dan Semen putih Sebagai Alternatif Bahan Isolator. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 2(2).
- [16]. Alkabbanie, R., Serwer, S., Awwad, Q., & Al-Dawood, M. (2021). The Effect of Printing Parameters on the Compression Strength, Electrical Conductivity, and Water Absorption Ability. *Eurasian Journal of Science and Engineering*, 7(1), 122-133.
- [17]. Suratmin, S., Satyarno, I., & Tjokrodimuljo, K. (2007). Pemanfaatan Kulit Ale-Ale sebagai Agregat Kasar dalam Pembuatan Beton. In *Civil Engineering Forum Teknik Sipil* (Vol. 17, No. 2, pp. 530-538).
- [18]. Billmeyer, F. W. (1984). *Textbook of Polymer Science*. Wiley-Interscience.