

Pengaruh Penambahan Serat Daun Nanas Terhadap Konduktivitas Termal pada Material Komposit Bermatriks *Polyurethane*

The Effect of Adding Pineapple Leaf Fiber on The Thermal Conductivity of Polyurethane Matrix Composites

Rizki Fahmi Afifi, Dini Cahyandari, M. Edi Pujiyanto, Muh Amin

Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

Corresponding author : rizkiafifi73@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan serat daun nanas pada komposit berbasis *polyurethane* (PU) sebagai material insulasi termal ramah lingkungan. Serat daun nanas digunakan dalam variasi fraksi volume 0%, 10%, 20%, dan 30%. Pengujian konduktivitas termal dilakukan pada suhu 140°C menggunakan alat uji Gunt Humberg WL 420. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konduktivitas termal untuk fraksi serat 0%, 10%, 20%, dan 30% masing-masing adalah 5,4 W/mK, 4,67 W/mK, 3,57 W/mK, dan 2,5 W/mK. Penambahan serat daun nanas menurunkan konduktivitas termal dari 0,54 W/mK menjadi 2,9 W/mK, yang meningkatkan kemampuan insulasi termal komposit. Resistensi termal untuk setiap spesimen adalah 11,79 °C/W, 13,63 °C/W, 17,84 °C/W, dan 25,4 °C/W, dengan komposit 30% serat menunjukkan resistensi tertinggi sebesar 34,48 °C/W. Penambahan serat daun nanas terbukti meningkatkan resistensi termal, menjadikannya alternatif potensial untuk material insulasi yang ramah lingkungan.

Kata kunci: Serat daun nanas, konduktivitas termal, komposit *polyurethane*, insulasi termal, resistensi termal.

Abstract

This study aims to evaluate the effect of adding pineapple leaf fiber to polyurethane (PU)-based composites as an environmentally friendly thermal insulation material. Pineapple leaf fiber was used in volume fractions of 0%, 10%, 20%, and 30%. Thermal conductivity tests were conducted at 140°C using a Gunt Humberg WL 420 testing device. The results showed that the thermal conductivity for fiber fractions of 0%, 10%, 20%, and 30% were 5.4 W/mK, 4.67 W/mK, 3.57 W/mK, and 2.5 W/mK, respectively. The addition of pineapple leaf fiber reduced thermal conductivity from 0.54 W/mK to 2.9 W/mK, improving the composite's thermal insulation capability. The thermal resistance for each specimen was 11.79 °C/W, 13.63 °C/W, 17.84 °C/W, and 25.4 °C/W, with the 30% fiber composite showing the highest resistance of 34.48 °C/W. The addition of pineapple leaf fiber significantly enhances thermal resistance, making it a potential alternative for environmentally friendly insulation materials.

Keywords: Pineapple leaf fiber, thermal conductivity, polyurethane composite, thermal insulation, thermal resistance.

PENDAHULUAN

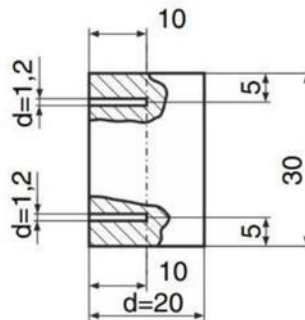
Material komposit digunakan secara luas di industri karena memiliki sifat unggul, seperti kekuatan mekanis yang tinggi, kekakuan, dan ketahanan korosi (Tjahjanti 2018). *Polyurethane* (PU) adalah salah satu matriks polimer yang sering dipakai karena fleksibilitas, ketahanan abrasi, dan sifat termalnya. Untuk meningkatkan kinerja komposit *polyurethane*, penambahan serat alam sebagai bahan penguat diperlukan, karena dapat memperbaiki sifat mekanis dan termal serta mendukung keberlanjutan (Manik dkk., 2014). *polyurethane* terbentuk dari reaksi antara polioliol dan diisosiyanat, yang bisa disesuaikan untuk aplikasi tertentu (Kirana, 2016). Serat daun nanas dipilih karena melimpahnya ketersediaan dan sifat mekanis yang baik. Indonesia memproduksi 3,2 juta

ton nanas per tahun, di mana 10-15% dari jumlah tersebut adalah daun yang tidak dimanfaatkan, menghasilkan 180.000 hingga 270.000 ton serat daun nanas setiap tahun. Serat daun nanas memiliki konduktivitas termal yang rendah sebesar 0,0273 W/mK, menjadikannya bahan insulasi termal yang potensial (Kurniawan, 2023).

Penelitian terdahulu mendukung penggunaan serat alam sebagai penguat komposit. Fitriadi dkk., (2022) meneliti komposit PU yang diperkuat serat *coco peat*, sementara Hadi dkk., (2016) mengkaji penggunaan serat daun nanas untuk kekuatan tarik dan lentur. Penelitian yang hampir serupa oleh Ilmah dan Permata (2020) menemukan bahwa komposit *polyurethane* dengan serbuk kayu memiliki konduktivitas termal 2,67 W/mK, sementara *polyurethane* tanpa penguat memiliki konduktivitas 0,02 W/mK pada suhu 20°C (Ilmah dan Permata, 2020).

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan serat daun nanas terhadap konduktivitas termal komposit bermatriks *polyurethane*. Penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi perbandingan optimal antara serat daun nanas dan *polyurethane* untuk mencapai kekuatan insulasi termal yang terbaik. Selain itu, penelitian ini menganalisis potensi penggunaan komposit *polyurethane* dan serat daun nanas sebagai material insulasi termal yang efektif.

Pengujian konduktivitas termal dilakukan sesuai dengan standar ASTM D5334, menggunakan spesimen silinder dengan diameter 20 mm seperti pada Gambar 1, yang memungkinkan pengukuran konduktivitas termal yang lebih akurat dan konsisten (Standart Test Method, 2000).



Gambar 1. Dimensi Spesimen Uji Berdasarkan ASTM D5334

Pembuatan spesimen menggunakan metode *hand lay-up* atau metode konvensional yang dilakukan pada suhu kamar, di mana serat dan matriks dibiarkan berinteraksi dengan udara. Metode ini cocok untuk pembuatan yang memiliki proses cepat seperti pada *polyurethane* (Widodo & Dwiyoga, 2022). Volume komposit dapat dihitung berdasarkan volume cetakan yang digunakan, seperti Persamaan (1) yang dijelaskan oleh Putri dan Mahyudin, (2019) sebagai berikut :

$$v_c = \pi.r^2.t \dots\dots\dots (1)$$

Sementara fraksi volume serat dihitung berdasarkan massa jenis serat (Rooseta dkk., 2015). Seperti pada Persamaan (2) dibawah ini :

$$m_f = v_c \times \rho_f \times f_f \dots\dots\dots (2)$$

Dimana massa jenis serat dapat dihitung menggunakan Persamaan (3), sebagai berikut:

$$\rho_f = \frac{m_f}{v_c} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- v_c : Volume komposit (cm³)
- r : Jari-jari penampang/alas (cm)
- t : Tinggi (cm)
- f_f : Fraksi serat (%)
- m_f : Massa serat nanas acak (gram)
- ρ_f : Massa jenis serat nanas (gram/cm³)

Hukum Fourier

Perpindahan panas, atau heat transfer, adalah fenomena perpindahan kalor. Hukum Fourier menjelaskan perpindahan panas pada material padat, menyatakan bahwa panas adalah bentuk energi yang selalu bergerak menuju daerah dengan suhu lebih rendah kecuali berada dalam sistem terisolasi (Mohammad Istajarul Alim dkk., 2017). Persamaan Fourier menggambarkan laju perpindahan panas dan konduktivitas material, dengan variabel seperti luas penampang, panjang material, dan perbedaan suhu antara dua titik. Seperti pada Persamaan (4) berikut ini :

$$\dot{Q} = -\lambda \cdot A \frac{\Delta T}{L} \dots\dots\dots (4)$$

Atau untuk mengetahui nilai konduktivitas suatu material, maka bentuk persamaan tersebut dapat diubah menjadi Persamaan (5) dibawah ini :

$$\lambda = \frac{\dot{Q} \cdot L}{A \cdot (T_1 - T_2)} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- \dot{Q} : Laju Perpindahan Panas (kj/det, W)
- λ : Konduktivitas Termal (W/mK)
- A : Luas Penampang (m²)
- T_1 : Temperatur Panas (°C)

- T₂ : Temperatur Dingin (°C)
- L : Panjang (m)

Resistensi Termal

Resistensi termal adalah rasio perbedaan suhu antara dua permukaan material terhadap laju aliran panas per satuan luas, yang menggambarkan kemampuan material untuk menghambat panas (Lab. Thermofluid Teknik Mesin Undip, 2024). Semakin tinggi resistensi termal, semakin kecil kehilangan panas. Pengukuran konduktivitas termal biasanya dilakukan dengan metode hot plate, dan perhitungan konduktivitas serta resistensi termal menggunakan persamaan Fourier (Sulfianty dkk., 2020). Seperti pada Persamaan (6) sebagai berikut :

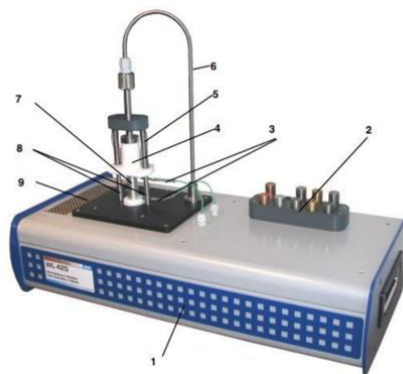
$$R = \frac{\Delta T}{\dot{Q}} = \frac{L}{\lambda \cdot A} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

- R : Resistensi Termal (°C/W)
- ΔT : Perbedaan Temperatur (°C)

Alat Uji Konduktivitas Termal Unit Gunt Humberg WL 420

Alat uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Gunt Humberg* WL 420 seperti pada Gambar 2. Alat ini merupakan contoh integrasi perangkat keras dan lunak, di mana variabel uji dapat diatur melalui perangkat lunak komputer, dan hasil pengukuran ditampilkan secara grafis. Bagian-bagian dari alat ini, seperti *heater*, pendingin, dan sensor elektronik, memungkinkan eksperimen yang bervariasi, dengan spesimen uji berbentuk silinder yang dilengkapi termokopel untuk mengukur suhu, selain itu alat ini juga dilengkapi dengan guide, untuk memastikan spesimen berada pada posisi yang benar (Laboratorium Thermofluid Teknik Mesin Undip, 2024).

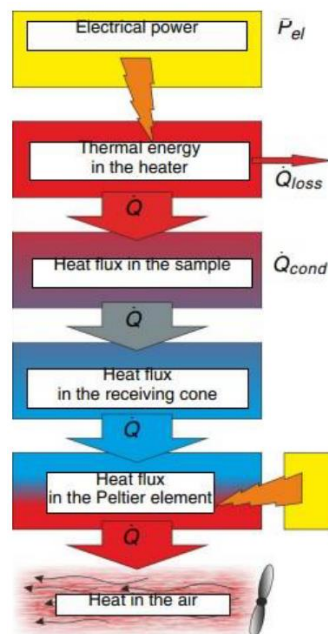


Gambar 2. Alat Uji Unit Gunt Humberg WL 420

Keterangan :

1. *Basic housing*
2. Tempat menyimpan sampel
3. Titik pengukuran temperatur
4. Unit pemanas
5. Pegas tekan
6. Daya elektronik pemanas
7. Sampel
8. *Guide bars*
9. Ventilasi

Aliran energi panas dan prinsip kerja alat uji konduktivitas termal *unit Gunt Humberg* WL 420 dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3. Aliran Panas dan Prinsip Kerja Alat Uji

Alat ini mengubah daya listrik menjadi panas, yang kemudian dialirkan melalui spesimen uji (\dot{Q}), sementara sebagian kecil panas hilang ke lingkungan (\dot{Q}_{loss}), atau dapat dinyatakan kedalam persamaan (7) berikut ini :

$$\dot{Q} = P_{el} - \dot{Q}_{loss} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

- \dot{Q} : Laju perpindahan kalor pada spesimen uji/*heat flux* (°C)
- P_{el} : Daya Listrik (W)
- \dot{Q}_{loss} : *Heat Loss* pada *Heater* (°C)

METODOLOGI PENELITIAN

Persiapan Penelitian

Persiapan alat yang meliputi alat uji konduktivitas termal, cetakan, suntikan, gunting, amplas, dan timbangan digital. Sedangkan bahan penelitian meliputi Serat nanas, *polyurethane* (poliol dan disosianat), dan NaOH untuk proses alkalisasi.

Pengambilan Serat

Serat diekstrak langsung dari daun nanas dengan cara manual kemudian dikeringkan, Serat nanas yang telah dikeringkan dipisahkan dari lapisan luar daun melalui penggosokan. Proses ini dilakukan untuk memperoleh serat murni yang akan digunakan.

Proses Alkalisasi

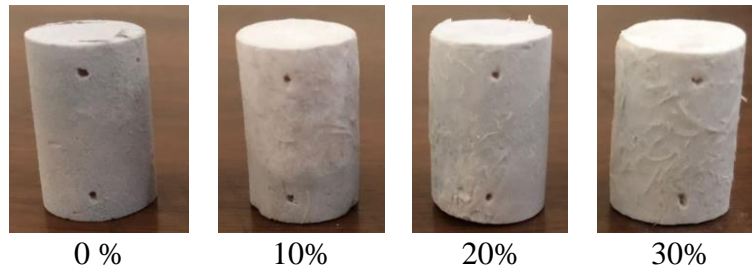
Serat nanas yang telah dipisahkan direndam dalam larutan NaOH selama 2 jam. Tujuannya adalah untuk membersihkan sisa partikel yang menempel dan memperkuat serat dengan meningkatkan kekuatannya. Setelah perendaman, serat dicuci hingga bersih untuk menghilangkan sisa-sisa larutan NaOH, kemudian dikeringkan pada suhu ruangan hingga benar-benar kering, setidaknya selama 8 jam.

Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen menggunakan metode *hand lay up* atau metode konvensional, dengan cara manual melalui pencetakan, Adapun tahapan pembuatan spesimen antara lain:

1. Penimbangan Serat: Serat nanas ditimbang sesuai dengan variasi yang telah ditentukan, yaitu 0%, 10%, 20%, dan 30%. Setiap variasi dilakukan dengan tiga kali pengujian (3 sampel untuk setiap variasi).
2. Pencampuran *Polyurethane*: *Polyurethane* terdiri dari dua komponen, *polyol* (A) dan *isocyanate* (B), yang dicampur dengan perbandingan 1:1. Campuran ini ditimbang sebanyak 0,5 ml untuk setiap komponen.
3. Pengisian Cetakan: Serat nanas diletakkan secara acak di dalam cetakan uji konduktivitas termal, kemudian campuran *polyurethane* dituangkan di atasnya. Cetakan ditutup rapat untuk memastikan campuran tidak meluber saat mengembang.
4. Proses Pengeringan dan Penghalusan: Setelah cetakan diisi, campuran dibiarkan mengeras selama sekitar 10 menit. Spesimen yang sudah terbentuk dikeluarkan dari cetakan dan dihaluskan menggunakan amplas untuk memastikan permukaan rata

dan siap untuk pengujian. Adapun hasil pembuatan spesimen seperti pada Gambar 4 berikut ini :



Gambar 4. Hasil Pembuatan Spesimen Uji Berdasarkan ASTM D5334

Pengujian Konduktivitas Termal

Kalibrasi Alat: Sebelum pengujian, alat uji konduktivitas termal dikalibrasi untuk memastikan akurasi. Proses kalibrasi meliputi pengaturan awal dan menunggu hingga alat mencapai *steady state*. **Pengujian Spesimen:** Spesimen uji diolesi *thermal paste* untuk meningkatkan kontak termal dan dipasang pada alat uji. Data konduktivitas termal diambil setelah alat mencapai kondisi *steady state*. Pengujian dilakukan pada semua variasi (0%, 10%, 20%, 30%) dengan tiga kali pengujian untuk setiap variasi.

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data hasil pengujian konduktivitas termal dari semua variasi spesimen dikumpulkan dan dicatat. Data ini kemudian diolah dan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan analisis lebih lanjut.

Analisis Data dan Penarikan Kesimpulan

Analisis dilakukan untuk membandingkan nilai konduktivitas termal dari masing-masing variasi serat nanas. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh variasi campuran serat terhadap konduktivitas termal komposit *polyurethane*, serta menghitung nilai resistensi termalnya. Berdasarkan hasil analisis, kesimpulan ditarik mengenai pengaruh variasi serat nanas terhadap performa termal komposit *polyurethane*, serta rekomendasi untuk aplikasi material tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penambahan Serat Daun Nanas terhadap Konduktivitas Termal Material Komposit Bermatriks *Polyurethane*

Berdasarkan hasil pengujian konduktivitas termal pada empat variasi spesimen (0%, 10%, 20%, 30%) dan setiap pengujian dilakukan sebanyak tiga kali, diperoleh data pada Tabel 1 s/d Tabel 4 dibawah ini :

1. Komposit *Polyurethane* Tanpa Serat Daun Nanas (0%)

Tabel 1. Hasil Pengujian Konduktivitas Termal Fraksi 0%

Pengujian	P_{el} (W)	T_h (°C)	\dot{Q} (W)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	ΔT	L (mm)	λ (W/mK)
Uji 1	8,2	140,2	2,8	49,7	17,8	31,9	20	5,5
Uji 2	8,2	140,8	2,8	47,7	13,8	33,9	20	5,2
Uji 3	8,3	141,2	2,8	53,5	21,3	32,2	20	5,5
Rata-rata								5,4

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1 diatas menunjukkan bahwa untuk komposit *polyurethane* tanpa penambahan serat daun nanas, nilai rata-ratanya adalah 5,4 W/mK. Pengujian dilakukan tiga kali, menghasilkan nilai masing-masing 5,5 W/mK, 5,2 W/mK, dan 5,5 W/mK. Variasi hasil yang relatif kecil ini menunjukkan bahwa material komposit tanpa serat daun nanas memiliki stabilitas termal yang baik.

2. Komposit *Polyurethane* dengan 10% Serat Daun Nanas

Tabel 2. Hasil Pengujian Konduktivitas Termal Fraksi 10%

Pengujian	P_{el} (W)	T_h (°C)	\dot{Q} (W)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	ΔT	L (mm)	λ (W/mK)
Uji 1	8,3	140	2,3	55,4	22,4	33,0	20	4,5
Uji 2	8,3	140,9	2,9	57,1	21,1	36,9	20	5,1
Uji 3	8,2	140,6	2,1	47,5	17,3	30,2	20	4,4
Rata-rata								4,67

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2 diatas menunjukkan penambahan 10% serat daun nanas ke dalam komposit *polyurethane* menurunkan nilai konduktivitas termal menjadi rata-rata 4,67 W/mK. Hasil pengujian tiga kali menunjukkan nilai konduktivitas sebesar 4,5 W/mK, 5,1 W/mK, dan 4,4 W/mK. Penurunan konduktivitas ini menunjukkan adanya peningkatan sifat insulasi termal pada komposit seiring penambahan serat nanas.

3. Komposit *Polyurethane* dengan 20% Serat Daun Nanas

Tabel 3. Hasil Pengujian Konduktivitas Termal Fraksi 20%

Pengujian	P_{el} (W)	T_h (°C)	\dot{Q} (W)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	ΔT	L (mm)	λ (W/mK)
Uji 1	8,3	140,6	3,1	66,7	19,9	46,8	20	4,2
Uji 2	8,2	140,6	2,0	61,1	19,1	42,0	20	3,1
Uji 3	8,2	140,2	2,4	68,9	23,2	45,7	20	3,4
Rata-rata								3,57

Dengan penambahan 20% serat daun nanas, nilai konduktivitas pada Tabel 3 menunjukkan rata-rata material komposit terus menurun menjadi 3,57 W/mK. Tiga kali pengujian menghasilkan nilai 4,2 W/mK, 3,1 W/mK, dan 3,4 W/mK. Penurunan ini lebih signifikan dibandingkan penambahan 10% serat, mengindikasikan semakin efektifnya serat daun nanas dalam mengurangi laju transfer panas.

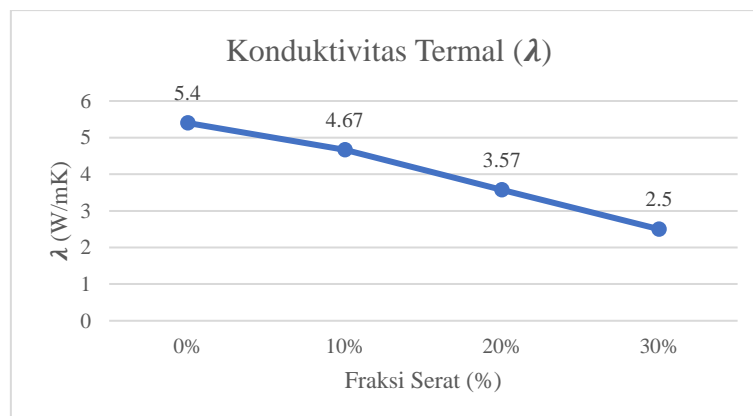
4. Komposit *Polyurethane* dengan 30% Serat Daun Nanas

Tabel 4. Hasil Pengujian Konduktivitas Termal Fraksi 30%

Pengujian	P_{el} (W)	T_h (°C)	\dot{Q} (W)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	ΔT	L (mm)	λ (W/mK)
Uji 1	8,3	140,2	1,4	58,8	19,6	39,2	20	2,3
Uji 2	8,2	140,1	1,2	45,3	17,0	33,9	20	2,7
Uji 3	8,3	140,8	1,1	50,6	22,7	27,9	20	2,5
Rata-rata								2,5

Penambahan serat daun nanas hingga 30% pada Tabel 4 menghasilkan penurunan konduktivitas termal yang paling signifikan, dengan nilai rata-rata 2,5 W/mK. Dari tiga kali pengujian, nilai konduktivitas yang diperoleh adalah 2,3 W/mK, 2,7 W/mK, dan 2,5 W/mK. Ini merupakan nilai terendah yang dicapai, menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase serat daun nanas, semakin baik material komposit dalam menghambat aliran panas.

Untuk menganalisa pengaruh serat daun nanas terhadap konduktivitas termal komposit *polyurethane*, data pengujian diatas disajikan dalam grafik. Dapat dilihat pada Grafik 1 dibawah ini :



Grafik 1. Hasil Pengujian Konduktivitas Termal

Berdasarkan Grafik 1, dapat disimpulkan bahwa penambahan serat daun nanas dalam matriks *polyurethane* secara konsisten menurunkan nilai konduktivitas termal, dengan penurunan yang semakin besar seiring dengan peningkatan fraksi volume serat. Hal ini menunjukkan bahwa serat daun nanas memiliki potensi yang signifikan untuk digunakan sebagai bahan penguat dalam material insulasi termal berbasis *polyurethane*

Identifikasi Perbandingan Optimal antara Serat Daun Nanas dan *Polyurethane* untuk Mencapai Kekuatan Insulasi Termal Terbaik

Dalam upaya untuk menentukan perbandingan optimal antara serat daun nanas dan *polyurethane*, dilakukan perhitungan nilai resistensi termal (R). Adapun hasil perhitungan resistensi termal di setiap variasi spesimen sebagai berikut :

- a. Komposit PU tanpa Serat Daun Nanas (0% Serat)

Diketahui :

$$\lambda : 5,4 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$L : 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$$

Menghitung nilai (R) :

$$R = \frac{L}{\lambda \cdot A}$$

$$R = \frac{0.02}{5,4 \times (3,14 \times 10^{-4})}$$

$$R = 11,79 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

- b. Komposit PU dengan 10% Serat Daun Nanas

Diketahui :

$$\lambda : 4,67 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$L : 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$$

Menghitung nilai (R) :

$$R = \frac{L}{\lambda \cdot A}$$

$$R = \frac{0.02}{4,67 \times (3,14 \times 10^{-4})}$$

$$R = 13,63 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

- c. Komposit PU dengan 20% Serat Daun Nanas

Diketahui :

$$\lambda : 3,57 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$L : 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$$

Menghitung nilai (R) :

$$R = \frac{L}{\lambda \cdot A}$$

$$R = \frac{0.02}{3,57 \times (3,14 \times 10^{-4})}$$

$$R = 17,84 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

d. Komposit PU dengan 30% Serat Daun Nanas

Diketahui :

$$\lambda : 2,5 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$L : 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$$

Menghitung nilai (R) :

$$R = \frac{L}{\lambda \cdot A}$$

$$R = \frac{0.02}{2,5 \times (3,14 \times 10^{-4})}$$

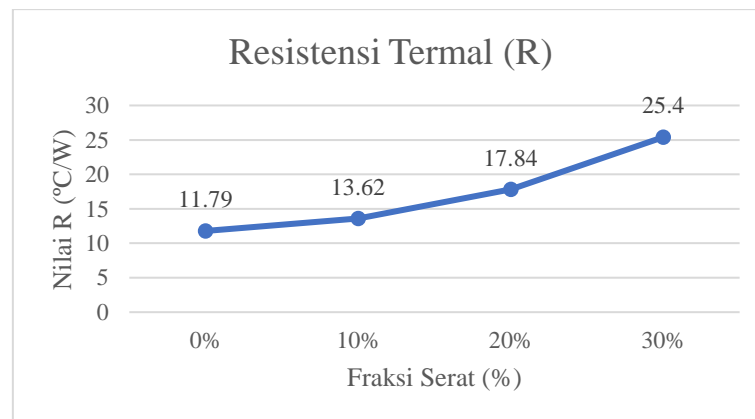
$$R = 25,4 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Hasil perhitungan resistensi termal dari spesimen uji material komposit bermatriks *polyurethane* dengan fiber serat daun nanas diatas disajikan dalam Tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Resistensi Termal

Fraksi Serat	L (mm)	λ (W/mK)	A (m ²)	R (°C/W)
0%	20	5,4	$3,14 \times 10^{-4}$	11,79
10%	20	4,67	$3,14 \times 10^{-4}$	13,62
20%	20	3,57	$3,14 \times 10^{-4}$	17,84
30%	20	2,5	$3,14 \times 10^{-4}$	25,4

Untuk mengidentifikasi penambahan fraksi serat nanas yang paling optimal, data dari Tabel 5 diatas dikonversi kedalam Grafik 2 berikut ini :



Grafik 2. Resistensi Termal Komposit Polyurethane dan Serat Nanas

Dari hasil perhitungan pada Grafik 2 di atas, terlihat bahwa resistensi termal meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat daun nanas dalam material komposit *polyurethane*. Komposit dengan 30% serat daun nanas menunjukkan resistensi termal tertinggi, yaitu 25,4 °C/W, yang berarti bahwa material ini memiliki kemampuan terbaik untuk menghambat aliran panas. Oleh karena itu, fraksi volume serat daun nanas

sebesar 30% dianggap sebagai perbandingan optimal dalam meningkatkan sifat insulasi termal dari komposit *polyurethane*.

Analisis Potensi Penggunaan Komposit *Polyurethane* dan Serat Daun Nanas sebagai Media Insulasi Termal

Dengan peningkatan fraksi volume serat dari 0% hingga 30%, resistensi termal meningkat dari 11,79 °C/W menjadi 25,4 °C/W. Ini menunjukkan potensi material komposit untuk digunakan sebagai media insulasi termal. Beberapa aplikasinya antara lain:

1. **Industri Konstruksi**

Komposit dengan 30% serat daun nanas cocok untuk digunakan sebagai insulasi pada dinding atau atap bangunan.

2. **Industri Otomotif**

Komposit ini dapat diaplikasikan pada komponen kendaraan seperti panel pintu atau dashboard yang membutuhkan insulasi termal.

3. **Peralatan Rumah Tangga**

Material ini cocok untuk produk seperti lemari es atau oven yang memerlukan insulasi termal tinggi.

Berdasarkan analisis ini, komposit *polyurethane* dengan serat daun nanas berpotensi menjadi solusi insulasi termal yang efisien, berkelanjutan, dan ekonomis di masa depan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, diperoleh tiga kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan serat daun nanas dalam komposit *polyurethane* secara signifikan menurunkan konduktivitas termal dari 5,4 W/m°C menjadi 2,5 W/m°C. Semakin tinggi fraksi serat daun nanas, semakin baik material tersebut dalam menghambat panas.
2. Komposit dengan 30% serat daun nanas memiliki resistensi termal tertinggi (25,4 °C/W), menunjukkan kemampuan terbaik untuk mengisolasi panas. Fraksi 30% serat daun nanas adalah yang paling optimal.
3. Komposit *polyurethane* dengan serat daun nanas berpotensi besar sebagai insulasi termal dalam berbagai industri, seperti konstruksi, otomotif, dan peralatan rumah

tangga. Serat daun nanas juga menawarkan solusi yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis.

SARAN

Setelah penelitian ini, beberapa saran diajukan untuk mengatasi keterbatasan dan mengeksplorasi potensi lain dari komposit *polyurethane* dengan serat daun nanas, sebagai berikut :

1. Meneliti batas optimal penambahan serat daun nanas dalam *polyurethane*. Meski fraksi serat 30% meningkatkan resistensi termal, perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui apakah fraksi yang lebih tinggi tetap efektif atau justru mengurangi sifat insulasi.
2. Mencoba kombinasi serat alam lainnya atau bahan aditif untuk meningkatkan kekuatan insulasi termal komposit *polyurethane*, guna menemukan komposisi yang lebih efisien untuk berbagai aplikasi.
3. Mengembangkan teknik pengolahan yang lebih canggih, seperti nanoteknologi, untuk meningkatkan distribusi serat dalam matriks dan hasil insulasi termal yang lebih baik.

Diharapkan saran ini dapat menjadi arahan bagi penelitian selanjutnya dalam menghasilkan komposit yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Azissyukhron, Mokhammad, dan Syarif Hidayat. 2020. "Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode *Hand Lay-up* dan Metode *Vacuum Bag* pada Material *Sandwich Composite*." *Jurnal Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung* 1 (1): 1–5.
- BPS. 2023. "Produksi Tanaman Buah Buahan 2021-2023," 1–14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/>.
- Fitriadi, N, Muhammad Rizal, dan Syarizal Fonna. 2022. "*Physical and Thermal Characteristics Of Coco Peat Fibre Reinforced Polyurethane Composite For Insulation Box In Marine Application*" 17 (6): 3787–99.
- Ilmah, Aurista Miftahatul, dan Tristiandinda Permata. 2020. "Analisis Konduktivitas Panas pada Material Alternatif Pengujian Konduktivitas Termal" 5 (2): 17–21.
- Kirana, Astrit. 2016. "*Effect of Adding Glass Fiber Reinforced Polyurethane Composites on Sound Absorbtion Coefficient and Mechanical Properties of Doorpanel Composite*," 1–105. <https://repository.its.ac.id/>.

- Kurniawan, dan Widodo Budi. 2023. "Papan Partikel Peredam Panas Berpenguat Limbah Serat Daun Nanas dan Kertas HVS sebagai Alternatif Perbaikan Kualitas Lingkungan dalam Ruangan." *Jambura Physics Journal* 5: 49–56. <https://doi.org/10.34312/jpj.v5i1.18778>.
- Laboratorium Thermofluid Teknik Mesin Undip. 2024. "Modul I Praktikum Fenomena Dasar Mesin."
- Manik, Tetti Novalina, Suryajaya, dan Eka Suarso. 2014. "Studi Awal Pemilihan Bahan Komposit Berbahan Penguat Serat Daun Nanas (*Pineapple-Leaf Fibres*) dengan *Admixture* Kaolin dan Silika." *Jurnal Fisika FLUX* 11 (2): 147–53.
- Method, Standard Test. 2000. "ITeh Standards ITeh Standards Document Preview" 08 (Reapproved 1989): 3–4. <https://doi.org/10.1520/C1709-18>.
- Mohammad Istajarul Alim, Dina Mardiana, Anita Dwi A, dan Diky Anggoro. 2017. "Uji Konduktivitas Termal Material Non Logam." Laporan Praktikum Laboratorium Fisika Material,. January 2017.
- Okzama, Rebi, dan K Arwizet. 2019. "Pembuatan dan Pengujian Alat Uji Konduktivitas Termal Bahan." *Journal of Multidisciplinary Research and Development* 1 (4): 906–13.
- Putri, Lovely Dwina, dan Alimin Mahyudin. 2019. "Analisis Pengaruh Persentase Volume Serat Eceng Gondok dan Serat Pinang Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradasi Komposit Hibrid Matrik Epoksi" 8 (3): 288–94.
- Rooseta, Evy Agnessylviana, Wiwik Dwi Pratiwi, dan Widya Emilia Primaningtyas. 2015. "Analisis Variasi Komposisi Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas dengan Orientasi Random," no. 2654: 231–34.
- Sulfianty, Sulfianty, Nurhayati Nurhayati, dan Subaer Subaer. 2020. "Studi Tentang Konduktivitas dan Resistansi Termal Geopolimer Berpori Berbasis Abu Terbang (*Fly Ash*)." *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika* 16 (2): 161. <https://doi.org/10.35580/jspf.v16i2.15983>.
- Widodo, Edi, dan Ilham Dwiyoga. 2022. "Analisis Pengaruh Alkalisasi NaOH Terhadap Serat Nanas sebagai Penguatan Bio Komposit." *Otopro* 18 (1): 1–6. <https://doi.org/10.26740/>.