

# Pengaruh Fraksi Volume pada *Green Composite* Serat Bambu dengan Matriks Sari Pati Kentang Terhadap Stabilitas Termal Melalui Uji TGA

Kimi Obelix Castafiore, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, dan Ketut Astawa

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Strategi penggunaan isolator termal yang efektif dapat menjadi solusi untuk mengurangi konsumsi energi pada bangunan dengan mengurangi kerugian energi akibat perpindahan panas. Namun, kebanyakan isolator termal saat ini terbuat dari bahan petrokimia yang berpotensi merusak lingkungan sehingga penggunaan bahan ramah lingkungan seperti *green composite* serat bambu dengan matriks sari pati kentang dapat menjadi alternatif. Penelitian menggunakan matriks sari pati kentang dan serat bambu sebagai penguat. Komposisi antara sari pati kentang dan serat bambu menggunakan fraksi volume 5% serat bambu : 95% sari pati kentang, 7,5% serat bambu : 92,5% sari pati kentang, 10% serat bambu : 90% sari pati kentang. Metode pengujian termal yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji TGA (Thermogravimetry Analysis) menggunakan ASTM D7582 dan uji foto mikro. Data hasil pengujian TGA menunjukkan bahwa nilai moisture terendah terdapat pada variasi 5% serat dengan 12,02% sedangkan nilai moisture tertinggi terdapat pada variasi 10% serat dengan 21,71%, nilai volatile terendah terdapat pada variasi 10% serat dengan 76,55% sedangkan nilai volatile tertinggi terdapat pada variasi 5% serat dengan 88,25%. Hasil analisis stabilitas termal menunjukkan bahwa temperatur pengurangan berat 5% dan 10% yang paling tinggi yaitu pada variasi 10% serat sedangkan yang paling rendah yaitu pada variasi 5% serat. Berdasarkan hasil pengamatan foto mikro dapat disimpulkan bahwa untuk variasi 5%, 7,5%, dan 10% serat bambu memiliki persentase void yang tidak jauh berbeda, akan tetapi variasi fraksi volume serat bambu 5% void lebih banyak terdapat pada matriks sedangkan pada variasi fraksi volume serat bambu 10% void lebih banyak terdapat pada sisi-sisi serat. Sesuai dengan hasil stabilitas termal, variasi dengan void yang lebih banyak pada sisi-sisi serat menunjukkan stabilitas termal yang lebih baik dibandingkan variasi dengan void yang lebih banyak pada matriks.

Kata kunci: *Green Composite*, Sari Pati Kentang, Serat Bambu, Fraksi Volume, Uji TGA, Foto Mikro

## Abstract

The strategy of employing effective thermal insulators can serve as a solution to reduce energy consumption in buildings by mitigating energy loss due to heat transfer. However, most thermal insulators currently in use are made from petrochemical materials, posing potential environmental risks. Thus, the utilization of environmentally friendly materials such as *green composite* bamboo fiber with potato starch matrix can offer an alternative solution. This research employs potato starch matrix and bamboo fiber as reinforcement. The compositions of potato starch and bamboo fiber utilize volume fractions of 5% bamboo fiber: 95% potato starch, 7.5% bamboo fiber: 92.5% potato starch, and 10% bamboo fiber: 90% potato starch. Thermal testing methods utilized in this study include Thermogravimetric Analysis (TGA) following ASTM D7582 and microscopic analysis. TGA test data shows that the lowest moisture value is in the 5% fiber variation with 12.02% while the highest moisture value is in the 10% fiber variation with 21.71%, the lowest volatile value is in the 10% fiber variation with 76.55% while the highest volatile value is in the 5% fiber variation with 88.25%. The results of thermal stability analysis show that the highest 5% and 10% weight reduction temperatures are in the 10% fiber variation while the lowest is in the 5% fiber variation. Based on the results of microphoto observations, it can be concluded that for the 5%, 7.5%, and 10% variations of bamboo fiber, the percentage of voids is not much different, but the 5% bamboo fiber volume fraction variation has more voids in the matrix, while the 10% bamboo fiber volume fraction variation has more voids on the sides of the fiber. In accordance with the results of thermal stability, the variation with more voids on the sides of the fiber shows better thermal stability than the variation with more voids in the matrix.

Keywords: *Green Composite*, Potato Starch, Bamboo Fiber, Volume Fraction, Thermogravimetry Analysis (TGA), Microscopic Analysis

## 1. Pendahuluan

Bangunan gedung menggunakan 40% dari energi global yang menghasilkan emisi pada tahap konstruksi dan operasi, dimana terdapat dua jenis energi berpengaruh yaitu *embodied*

*energy* (energi terkandung) dan *operational energy* [1]. Sebagai salah satu sektor yang mengkonsumsi energi dalam jumlah besar, sektor konstruksi dapat berkontribusi untuk menurunkan konsumsi energinya melalui

strategi penggunaan isolator yang tepat dan efektif pada bangunan. Penggunaan isolator termal yang efektif dapat menghemat energi sehingga energi yang dibutuhkan untuk pendinginan ruangan di musim panas lebih sedikit dan sebaliknya. Isolator termal terdiri dari bahan atau material komposit yang memiliki karakteristik ketahanan termal yang tinggi seperti *fiberglass*, *mineral wool*, *polystyrene*, *polyurethane foam*, dan *multi-foils*. Namun, bahan-bahan tersebut terbuat dari zat petrokimia sehingga dapat memberikan ancaman terhadap lingkungan [2].

Penggunaan bahan yang ramah lingkungan seperti perpaduan *green composite* serat bambu dan sari pati kentang dapat menjadi alternatif untuk memenuhi kebutuhan material yang ramah lingkungan. *Green composite* dengan bahan serat bambu dan sari pati kentang tidak hanya memperbaiki kualitas lingkungan namun juga memberikan manfaat untuk mengurangi biaya produksi material. Selain itu, pengolahan sari pati kentang dapat membantu mengurangi limbah umbi kentang yang tidak memenuhi standar pasar. Dalam jangka panjang, penggunaan *green composite* dapat membantu mengurangi dampak negatif dari limbah bahan sintesis pada lingkungan. Beberapa contoh komposit lainnya yang diteliti sebagai isolator termal diantaranya sabut kelapa, tongkol jagung, serat ijuk, dan karet alam.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap stabilitas termal *green composite* sari pati kentang berpenguat serat bambu melalui uji TGA. Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah, bagaimana pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap stabilitas termal *green composite* sari pati kentang berpenguat serat bambu melalui uji TGA. Batasan yang ditetapkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Serat yang digunakan sebagai penguat dalam *green composite* adalah serat bambu.
2. Matriks yang digunakan adalah sari pati kentang.
3. Parameter lingkungan tertentu seperti suhu dan kelembaban diasumsikan homogen.
4. Proses pengadukan bahan diasumsikan sudah homogen.
5. Proses pencetakan spesimen diasumsikan tekanan merata dan sama besar.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Green Composite

*Green composite* merupakan komposit yang terbuat dari matriks alami dengan penguat

yang berasal dari material-material alami yang ramah lingkungan. Matriks pada *green composite* dibuat dari bahan-bahan alami seperti pati sagu atau sari pati kentang yang mudah terurai, umumnya dikenal dengan istilah bioplastik. Serat alam seperti serat rami, serat bambu, serat nanas, dan beberapa serat alam lainnya dapat digunakan sebagai material penguat *green composite*. Selain memiliki densitas yang rendah, serat alam juga memiliki beberapa keuntungan lainnya seperti memiliki spesifikasi kekuatan, harga yang lebih terjangkau, ketersediaannya melimpah, mudah didaur ulang, dan menghasilkan emisi yang lebih rendah [3].

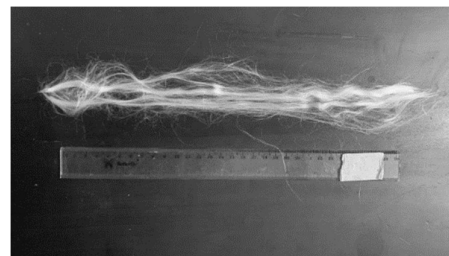
### 2.2. Sari Pati Kentang

Sari pati kentang merupakan produk hasil ekstraksi dari umbi kentang. Kentang (*Solanum tuberosum L.*) adalah salah satu jenis tanaman umbi-umbian dari famili Solanaceae yang berasal dari Amerika Selatan dan dapat ditemukan di hampir semua negara di dunia.

Dibandingkan jenis lainnya, sari pati kentang memiliki nilai *swelling power* dan viskositas tinggi yang mempunyai peran penting terhadap fungsinya sebagai *gelling agent* [4]. Sari pati kentang memiliki tekstur yang lembut dan bisa digunakan sebagai pengental dalam saus atau sup sehingga sering ditambahkan dalam adonan untuk membuat pasta. Selain itu sari pati kentang memiliki daya serap yang tinggi dan digunakan sebagai bahan pelapis dalam berbagai produk makanan. Pengolahan sari pati kentang dapat membantu mengurangi limbah umbi kentang yang tidak memenuhi standar pasar.

### 2.3. Serat Bambu

Serat bambu ialah salah satu jenis serat yang diambil dari batang bambu. Pemanfaatan serat bambu pada komposit merupakan alternatif karena serat ini memiliki tekstur yang halus dan kuat. Proses pengambilan serat bambu dilakukan dengan mengupas atau memisahkan serat dari batang bambu. Dalam proses budidayanya, tanaman bambu tidak memerlukan perawatan khusus dan mudah ditanam sehingga sangat mudah ditemukan di Indonesia.



Gambar 1. Serat Bambu

## 2.4. Fraksi Volume

Fraksi volume adalah perbandingan antara penguat dan matriks yang digunakan dalam pembuatan komposit. Fraksi volume dapat dihitung dengan rumus:

- Volume Cetakan  
 $V_c = p \times l \times t$  (1)

Keterangan :

$p$  = Panjang (cm)

$l$  = Lebar (cm)

$t$  = Tinggi (cm)

Volume serat, massa serat, volume matriks, dan berat matriks dapat dihitung dengan rumus berikut:

- Volume Serat ( $V_f$ )  
 $V_f = \text{Fraksi Volume (\%)} \times V_c$  (2)

- Massa Serat ( $B_f$ )  
 $B_f = V_f \times \rho_f$  (3)

- Volume Matriks ( $V_{\text{matriks}}$ )  
 $V_{\text{matriks}} = V_c - V_f$  (4)

- Massa Matriks ( $B_m$ )  
 $B_m = V_{\text{matriks}} \times \rho_{\text{matriks}}$  (5)

Keterangan :

$\rho_f$  = Massa Jenis Serat ( $gr/cm^3$ )

$\rho_m$  = Massa Jenis Matriks ( $gr/cm^3$ )

$V_c$  = Volume Cetakan ( $cm^3$ )

$V_f$  = Volume Serat ( $cm^3$ )

$V_m$  = Volume Matriks ( $cm^3$ )

$B_f$  = Massa Serat ( $gr$ )

$B_m$  = Massa Matriks ( $gr$ )

## 2.5. Uji TGA

*Thermogravimetric Analysis* (TGA) berfungsi untuk mengukur kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan panas, dengan cara mengukur seberapa efisien suatu material dalam mengalirkan panas. Pengujian ini penting untuk dilakukan terkait penggunaan suatu bahan sebagai peredam panas.

Uji *thermogravimetric* termasuk dalam analisis termal karena spesimen mengalami perlakuan pada beberapa suhu dan atmosfer yang berbeda [5]. Hasil dari kurva TG menunjukkan adanya perubahan komposisi sampel, stabilitas termal, dan parameter kinetik untuk reaksi kimia dari spesimen [6].

## 2.6. Foto Mikro

Uji Foto Mikro adalah suatu pengujian untuk mengetahui struktur bahan melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop. Dengan pengujian ini dapat memberikan informasi mengenai bentuk permukaan, porositas, kepadatan, ataupun *void* dari material yang diuji. Porositas dapat didefinisikan sebagai ukuran dari volume ruang kosong terhadap volume total, sedangkan *void* adalah keberadaan rongga udara dalam komposit.

Uji Foto Mikro dilakukan di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Udayana.

## 3. Metode penelitian

Adapun alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

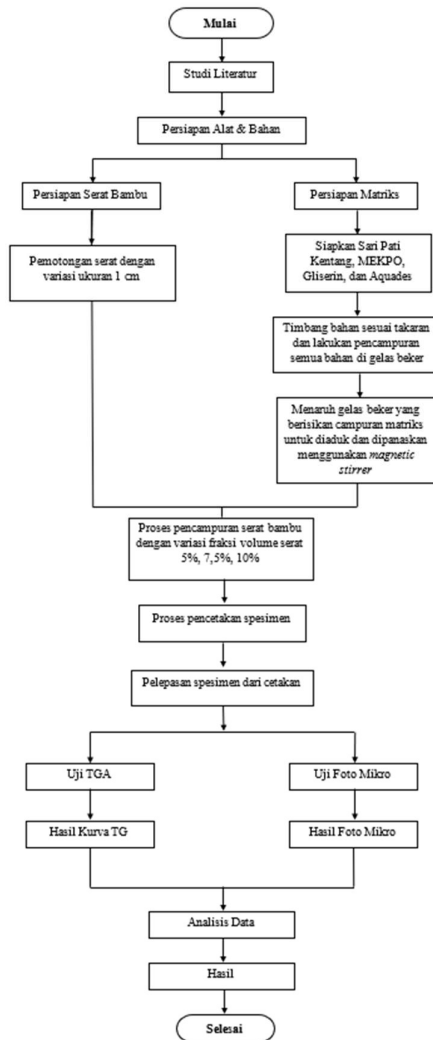
### 1.1. Alat

1. Alat Uji : Menggunakan alat uji LECO TGA-701 *Thermogravimetric Analyzer* dengan ASTM D7582 dan mikroskop.
2. Alat Pembuatan Spesimen : Nesco Lab MS-H280-Pro *Magnetic Stirrer*.
3. Alat Cetak : Cetakan berupa wadah yang terbuat dari mika.
4. Alat Ukur : Timbangan digital dan gelas ukur.
5. Alat Bantu : Gunting, pisau, pengupas buah/sayur, sendok, blender, saringan, wadah, batang pengaduk, dan magnetic stirrer bar.
6. Alat Pembersih : Lap dan tisu.

### 3.2. Bahan

1. Kentang
2. *Metyl Etyl Keton Peroksida* (MEKPO)
3. Gliserin
4. Aquades
5. Serat Bambu

### 3.3. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Hasil Uji TGA

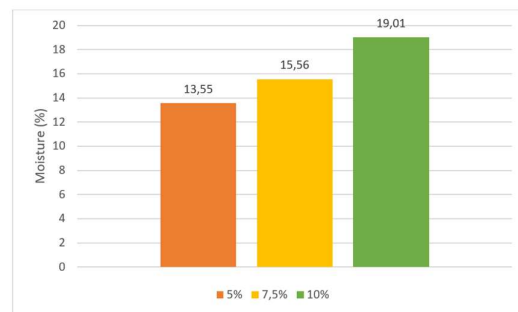
Tabel 1. Data Hasil Moisture dan Volatile

Fraksi Volume Sari Pati Kentang : Serat Bambu	Data Hasil Pengujian		
	Spesimen	Moisture (%)	Volatile (%)
95% : 5%	1	12,02	83,89
	2	12,80	88,25
	3	15,84	85,09
	Rata-rata	13,55	85,74
92,5% : 7,5%	1	13,64	78,03
	2	15,53	85,87
	3	17,51	86,86
	Rata-rata	15,56	83,59
90% : 10%	1	16,21	83,02
	2	19,12	76,55
	3	21,71	78,99
	Rata-rata	19,01	79,52

Tabel 2. Data Hasil Stabilitas Termal

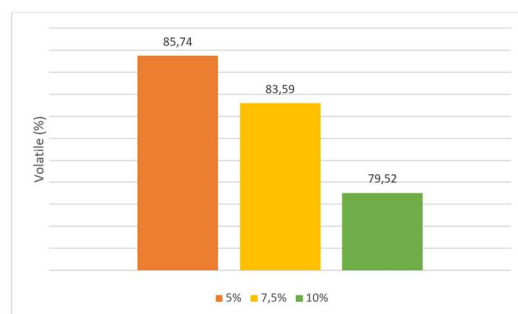
Fraksi Volume Sari Pati Kentang : Serat Bambu	Spesimen	Berat Spesimen (gr)	Stabilitas Termal			
			Temperatur Weight Loss 5% (°C)	Weight Loss 5% (gr)	Temperatur Weight Loss 10% (°C)	Weight Loss 10% (gr)
95% : 5%	1	0,919	108,828	0,046	107,013	0,092
	2	0,931	106,242	0,047	107,013	0,093
	3	0,874	108,269	0,044	106,992	0,087
	Rata-rata		107,780	0,045	107,006	0,091
92,5% : 7,5%	1	0,907	110,646	0,045	107,007	0,091
	2	1,013	107,264	0,051	107,042	0,101
	3	0,825	107,895	0,041	107,010	0,083
	Rata-rata		108,602	0,046	107,020	0,092
90% : 10%	1	0,928	109,615	0,046	107,027	0,093
	2	0,885	108,288	0,044	107,020	0,089
	3	0,837	110,037	0,042	107,531	0,084
	Rata-rata		109,163	0,044	107,193	0,088

### 4.2. Pembahasan Moisture dan Volatile



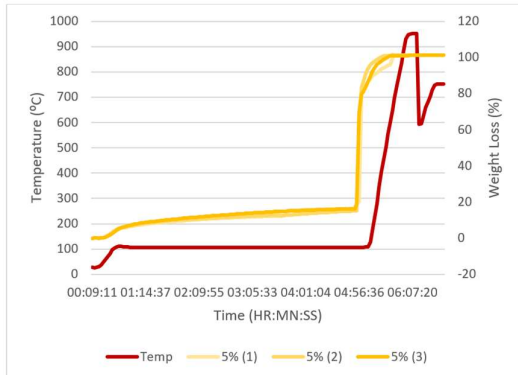
Gambar 3. Diagram Batang Moisture

Moisture atau kelembapan menunjukkan berapa jumlah air atau cairan yang terdapat dalam sebuah material. Nilai moisture pada sebuah komposit dapat berpengaruh pada karakteristik termal komposit tersebut karena nilai moisture mempengaruhi konduktivitas termal suatu material. Semakin tinggi nilai moisture pada sebuah material maka semakin tinggi nilai konduktivitas termal material tersebut.



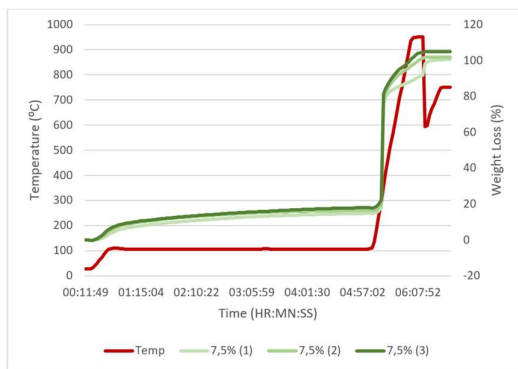
Gambar 4. Diagram Batang Volatile

*Volatile* dapat didefinisikan sebagai sebuah zat yang mudah menguap pada suhu normal dan memiliki karakteristik yang tidak stabil. Tinggi rendahnya kadar *volatile* pada suatu material sangat bergantung pada jenis bahan baku yang digunakan [7]. Nilai *volatile* pada TGA menunjukkan seberapa gampang sebuah zat akan menguap pada temperatur tertentu, maka jika sebuah material memiliki nilai *volatile* yang tinggi, berarti material tersebut mudah menguap atau terbakar.



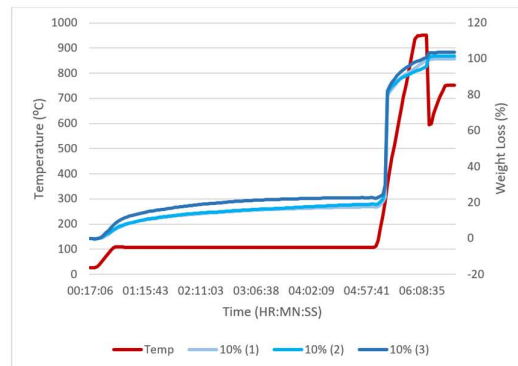
**Gambar 5. Kurva TGA 95% Sari Pati Kentang : 5% Serat Bambu**

Berdasarkan gambar 4.3 dapat dilihat bahwa sampel pertama spesimen dengan fraksi volume 95% sari pati kentang : 5% serat bambu memiliki nilai *moisture* 12,02% dengan nilai *volatile* 83,89%, sampel kedua memiliki nilai *moisture* 12,80% dengan nilai *volatile* 88,25%, sampel ketiga memiliki nilai *moisture* terendah 15,84% dengan nilai *volatile* 85,09%. Hasil pada gambar juga menunjukkan *weight loss* atau penurunan berat pada temperatur 850°C dari sampel pertama memiliki nilai 92,31%, sampel kedua 99,44%, dan sampel ketiga 99,89%.



**Gambar 6. Kurva TGA 92,5% Sari Pati Kentang : 7,5% Serat Bambu**

Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa sampel pertama spesimen dengan fraksi volume 92,5% sari pati kentang : 7,5% serat bambu memiliki nilai *moisture* 13,64% dengan nilai *volatile* 78,03%, sampel kedua memiliki nilai *moisture* 15,53% dengan nilai *volatile* 85,87%, sampel ketiga memiliki nilai *moisture* 17,51% dengan nilai *volatile* 86,86%. Hasil pada gambar juga menunjukkan *weight loss* atau penurunan berat pada temperatur 850°C dari sampel pertama memiliki nilai 87,32%, sampel kedua 95,12%, dan sampel ketiga 97,99%.



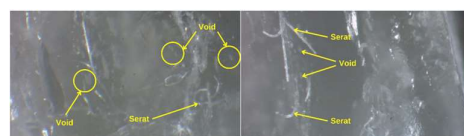
**Gambar 7. Kurva TGA 90% Sari Pati Kentang : 10% Serat Bambu**

Berdasarkan gambar 4.5 dapat dilihat bahwa sampel pertama spesimen dengan fraksi volume 90% sari pati kentang : 10% serat bambu memiliki nilai *moisture* 16,21% dengan nilai *volatile* 83,02%, sampel kedua memiliki nilai *moisture* 19,12% dengan nilai *volatile* 76,55%, sampel ketiga memiliki nilai *moisture* 21,71% dengan nilai *volatile* tertinggi 78,99%. Hasil pada gambar juga menunjukkan *weight loss* atau penurunan berat pada temperatur 850°C dari sampel pertama memiliki nilai 92,86%, sampel kedua 91,52%, dan sampel ketiga 96,43%.

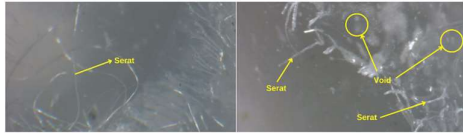
### 4.3. Hasil Foto Mikro



**Gambar 8. Foto Mikro Fraksi Volume 5% Serat**



**Gambar 9. Foto Mikro Fraksi Volume 7,5% Serat**



**Gambar 10. Foto Mikro Fraksi Volume 10% Serat**

Dari hasil pengamatan foto mikro terlihat bahwa untuk 3 variasi fraksi volume 5%, 7,5%, dan 10% serat bambu memiliki persentase *void* yang tidak jauh berbeda. Hanya saja pada variasi fraksi volume serat bambu 5% *void* lebih banyak terdapat pada matriks sedangkan pada variasi fraksi volume serat bambu 10% *void* lebih banyak terdapat pada sisi-sisi serat. Pengaruh penggunaan serat berdiameter kecil akan mengakibatkan rongga atau *void* yang dihasilkan di dalam komposit semakin banyak jumlahnya dan rapat walaupun ukurannya kecil [8]. Selain itu, adanya susunan serat yang kurang rapat pada komposit akan memungkinkan terdapat celah kosong yang tidak terisi oleh resin dan menimbulkan *void* sehingga saat dialiri panas konduksi terjadi penghambatan rambatan panas [9].

Menurut Bustumi & Ghofur, nilai konduktivitas termal material komposit dipengaruhi oleh *void*. Semakin banyak jumlah *void* yang dihasilkan maka semakin rendah nilai konduktivitas termal material tersebut. Hal ini dikarenakan perpindahan panas yang terjadi tidak hanya secara konduksi tapi juga disertai konveksi udara. Dibandingkan dengan cairan atau padatan, udara merupakan pemindah kalor yang buruk. Saat komposit memiliki jumlah *void* yang banyak, maka kemampuannya dalam menghantarkan panas akan semakin buruk dan nilai konduktivitas termalnya semakin kecil [8].

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah penulis lakukan mengenai pengaruh variasi fraksi volume *green composite* sari pati kentang dan serat bambu, maka dapat disimpulkan pada pengujian TGA yang telah dilakukan didapatkan hasil penelitian dimana nilai *moisture* terendah terdapat pada variasi 5% serat dengan 12,02% sedangkan nilai *moisture* tertinggi terdapat pada variasi 10% serat dengan 21,71%, nilai *volatile* terendah terdapat pada variasi 10% serat dengan 76,55% sedangkan nilai *volatile* tertinggi terdapat pada variasi 5% serat dengan 88,25%. Hasil analisis stabilitas termal menunjukkan bahwa temperatur pengurangan berat 5% dan 10% yang paling tinggi yaitu pada variasi 10% serat sedangkan yang paling rendah yaitu pada variasi 5% serat. Berdasarkan hasil pengamatan foto mikro dapat disimpulkan bahwa untuk

variasi 5%, 7,5%, dan 10% serat bambu memiliki persentase *void* yang tidak jauh berbeda, akan tetapi variasi fraksi volume serat bambu 5% *void* lebih banyak terdapat pada matriks sedangkan pada variasi fraksi volume serat bambu 10% *void* lebih banyak terdapat pada sisi-sisi serat. Sesuai dengan hasil stabilitas termal, variasi dengan dengan *void* yang lebih banyak pada sisi-sisi serat menunjukkan stabilitas termal yang lebih baik dibandingkan variasi dengan *void* yang lebih banyak pada matriks.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Uda, S. A. K., & Wibowo, M. A., 2018, *Upaya Penurunan Energi Di Bidang Konstruksi Dalam Rangka Mengurangi Dampak Pemanasan Global*.
- [2] Aditya, L., Mahlia, T. M. I., Rismanchi, B., Ng, H. M., Hasan, M. H., Metselaar, H. S. C., Muraza, O., & Aditiya, H. B., 2017, *A Review On Insulation Materials For Energy Conservation In Buildings*. In Renewable And Sustainable Energy Reviews (Vol. 73, Pp. 1352–1365). Elsevier Ltd.
- [3] Marlinawati, N. M., Putu, I., Octavian, Y., Luh, N., Lisdiantari, G., Nengah, G., & Gunawan, W., 2021, *Green Composite Pelepeh Pinang, Pati Singkong Dan Resin Epoksi Sebagai Material Ramah Lingkungan*. In Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika (Vol. 10, Issue 4).
- [4] Adelsa Danimayostu, A., Maya Shofiana, N., & Permatasari, D., 2017, *Pengaruh Penggunaan Pati Kentang (Solanum Tuberosum) Termodifikasi Asetilasi-Oksidasi Sebagai Gelling Agent Terhadap Stabilitas Gel Natrium Diklofenak*. In Pharmaceutical Journal Of Indonesia (Vol. 2017, Issue 1).
- [5] De Blasio, C., 2019, *Thermogravimetric Analysis (TGA)*. In C. De Blasio (Ed.), *Fundamentals Of Biofuels Engineering And Technology* (Pp. 91–102). Springer International Publishing.
- [6] Agus Jamaludin, I., Al Afghani, F., Jamaludin, A., Dwiyantri, H., Ariyanti Saputri, Dan, & Teknologi Bahan Bakar Nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional, P., 2020, *Identifikasi Kerusakan Thermo Gravimetry Analysis Di Hotcell 108 Irm*.
- [7] Ruslinda, Y., Husna, F., & Nabila, A., 2017, *Karakteristik Briket Dari Komposit Sampah Buah, Sampah Plastik High Density*

*Polyethylene (HDPE) Dan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Di Rumah Tangga.* 5 Jurnal Presipitasi, 14(1).

[8] Pratiwi, P., Perdana, M., Gajah, J., Raya, M. J. K., Olo, K., Nanggalo, K., Padang, K., & Barat, S., 2023, *Pengaruh Variasi Urutan Lapisan Terhadap Sifat Akustik Dan Termal Komposit Ramah Lingkungan Berpenguat Serat Ampas Tebu Dan Getah Pinus.*

[9] Subagyo, M. I. A., & Muchsin, R., 2024, *Pengaruh Fraksi Volume Dan Susunan Serat Komposit Polyester-Serat Eceng Gondok Terhadap Nilai Konduktivitas Termal.* Jtam Rotary, 6(1), 71–84.

[10] Bustumi, F., & Ghofur, A., 2021, *Uji Konduktivitas Termal Komposit Poliester Filler Serbuk Kayu Ulin (Eusideroxylon Zwageri).* 3.

	<p><b>Kimi Obelix Castafiore</b> menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan Rekayasa Manufaktur.</p>	