

# Pengaruh Variasi Massa Serat Pada Biokomposit Bioplastik Sari Pati Kentang Dan Serat Jerami Terhadap Kekuatan Bending Dan Water Absorption

Roccy Yusup Aswardi, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, I Ketut Adi  
Atmika

Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Penelitian ini menggunakan matrik bioplastik kentang yang terkomposisi dari campuran pati kentang, aquades, hardener, gliserol, dan asam asetat yang kemudian dikombinasikan dengan serat jerami padi dengan variasi massa serat 5%, 10%, 15%. Kemudian dicetak dengan cetakan akrilik menggunakan metode hand lay-up. Dengan ukuran spesimen sesuai berdasarkan ASTM D790-03 untuk Uji Bending dan ASTM D570-98 untuk Uji Daya Serap Air. Hasil pengujian bending di dapatkan bahwa tegangan bending dan modulus elastisitas tertinggi terdapat pada variasi massa 15% serat, nilai tegangan bending sebesar 27,321 MPa, modulus elastisitas 2,031 GPa, dan nilai regangan yang terendah yaitu 0,784%. Regangan bending tertinggi terdapat pada variasi massa 10% serat sebesar 1,428%, dengan tegangan bending 12,081 MPa. Tegangan bending dan modulus elastisitas terkecil terdapat pada variasi massa 5% serat, dengan nilai tegangan sebesar 6,731 MPa, dan modulus elastisitas 0,977 GPa. Daya serap air di dapatkan pada variasi massa 15% serat memiliki data serap air dengan rata-rata tertinggi yaitu 84,44%, dibanding dengan spesimen variasi massa 5% dengan rata-rata daya serap air terkecil yaitu 51%, sedangkan untuk variasi massa 10% didapat rata-rata serap air sebesar 64,03%.

Kata kunci : Bioplastik, Biokomposit, Serat Jerami, Sari Pati Kentang, Daya Serap Air, Uji Bending

## Abstract

This research used potato bioplastic matrix which composed of a mixture of potato starch, aquades, hardener, glycerol, and acetic acid which was then combined with rice straw fiber with fiber mass variations of 5%, 10%, 15%. Then printed with acrylic molding using the hand lay-up method. With suitable specimen sizes based on ASTM D790-03 for Bending Tests and ASTM D570-98 for Water Absorption Tests. The results of the bending test found that the highest bending stress and modulus of elasticity were found in a mass variation of 15% of the fiber, a bending stress value of 27.321 MPa, a modulus of elasticity of 2.031 GPa, and the lowest strain value of 0.784%. The highest bending strain is found in a 10% fiber mass variation of 1.428%, with a bending stress of 12.081 MPa. The smallest bending stress and modulus of elasticity are found in a mass variation of 5% of the fiber, with a stress value of 6.731 MPa, and a modulus of elasticity of 0.977 GPa. Water absorption obtained at a mass variation of 15% fiber has water absorption data with the highest average of 84.44%, compared to specimens of mass variation of 5% with the smallest average water absorption of 51%, while for mass variations of 10% an average water absorption of 64.03% is obtained.

Keywords : Bioplastics, Biocomposites, Straw Fiber, Potato Starch, Water Absorption Test, Bending Test

## 1. Pendahuluan

Penggunaan plastik berperan penting dalam kehidupan manusia dikarenakan harganya yang terjangkau dan sifatnya yang ringan dan mudah diproduksi. Menggunakan terlalu banyak plastik dapat menyebabkan timbulnya sampah plastik yang berdampak buruk pada lingkungan. Masalah utama dari plastik adalah ketahanannya terhadap degradasi sehingga sulit untuk menghilangkan sampah plastik dari lingkungan dan berpotensi menyebabkan pencemaran.

Bioplastik menjadi salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan karena sifat bioplastik yang dapat terdegradasi (bio-degradable) dan tidak berbahaya bagi lingkungan. Bioplastik terbentuk dari monomer organik yang berasal dari protein, selulosa, pati dan mikroorganisme yang contohnya terdapat pada kentang (*Solanum tuberosum*). Penggunaan matrik bioplastik yang

ditambahkan serat alami dalam pembuatan biokomposit merupakan salah satu alternatif material baru untuk mendapatkan nilai karakteristik material yang lebih baik dari pada bioplastik.

Plastik yang berasal dari pati umumnya dikenal sebagai BPS (*Bio-Plastic Starch*). *Bio-plastic starch* didefinisikan sebagai polimer amorf atau semi-kristal yang terbentuk dari monomer-monomer pati yang telah mengalami gelatinisasi atau destrukursasi, dan telah ditambahkan satu atau berbagai jenis plasticizer (bahan tambahan untuk meningkatkan sifat plastis plastik) [1]. Ada variasi bahan *plasticizer* yang digunakan dalam BPS, termasuk air, gliserol, gula, dan sorbitol [2].

Jerami merupakan serat alami yang efektif dalam memperkuat polimer karena memiliki kekuatan yang relatif tinggi dengan desitas yang rendah. Serat jerami padi memiliki nilai Modulus elastisitas sebesar 3.7 Gpa dan kekuatan tarik sebesar 25.431 Mpa [3].

Rata-rata komposisi jerami padi didalamnya mengandung 26,1% *hemiselulosa*, 34,2 % *selulosa*, 11,71% *lignin*, 17,11% *abu*, 3,0% *protein* dan 2,8% *pektin*. Kandungan selulosa yang cukup tinggi ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal antara lainnya sebagai penguat biokomposit. Sehingga bisa dikatakan serat jerami cukup baik untuk menguatkan komposit [3].

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Bioplastik

Bioplastik adalah plastik ramah lingkungan yang dapat terurai oleh mikroorganismenya, berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui, dan memiliki komponen yang terdegradasi, seperti pati, minyak nabati, dan microbiota.

### 2.2 Biocomposit

Biokomposit merupakan bahan yang terdiri dari dua kata, yaitu *Bio* dan *Composite*. Bio merujuk pada bahan yang berasal dari makhluk hidup, seperti tumbuhan, hutan, dan pertanian. Biokomposit terbentuk dari bahan-bahan yang dapat diperbaharui, sehingga proses pembuatannya mampu mengurangi konsumsi energi dan biaya produksi. Selain itu, biokomposit juga memperlihatkan kemampuan degradasi yang baik, menjadikannya sebagai material yang ramah lingkungan.

### 2.3 Serat (Penguat)

Serat merupakan material yang dipergunakan untuk memperbaiki sifat dan struktur matriks melalui proses pengisian matriks. Selain itu, serat diharapkan dapat berperan sebagai penguat matriks dalam komposit untuk menanggulangi gaya yang timbul. Peran utama serat dalam menyusun bahan komposit sangat menentukan kekuatan komposit tersebut, di mana kekuatan semakin tinggi ketika diameter serat semakin kecil karena minimnya cacat.

### 2.4 Uji Bending

Uji bending merupakan suatu prosedur pengujian yang melibatkan penerapan gaya tekan pada material guna memperoleh informasi terkait kekuatan lentur atau kemampuan material tersebut dalam menahan beban lentur saat diuji. Pengujian ini didasarkan pada “*Standard Methods of Tension testing of Metallic Materials*” dari ASTM D790-03.



Gambar 1. Spesimen Uji Bending

Rumus untuk menemukan nilai kekuatan, regangan dan modulus elastisitas bending sebagai berikut :

$$\text{Tegangan Bending} : \sigma_L = \frac{3 P \cdot L}{2 b d^2} \quad (1)$$

$$\text{Regangan Bending} : \epsilon_L = \frac{6 \delta \cdot d}{L^2} \quad (2)$$

$$\text{Modulus Elastisitas} : E_L = \frac{L^3 \cdot m}{4 b d^3} \quad (3)$$

Keterangan :  $\sigma_L$  = Tegangan bending (N/mm<sup>2</sup>)

$\epsilon$  = Regangan (mm)

m = Load-Deflection Curve

$\delta$  = Defleksi (mm)

L = Panjang Span (mm)

P = Beban (N)

E = Modulus Elastisitas (Gpa)

d = Tebal Benda Uji (mm)

b = Lebar Benda Uji (mm)

### 2.5 Water Absorption Test

Pengujian *water absorption* dalam komposit ialah kapasitas yang dimiliki oleh komposit saat menyerap air didalam kurun waktu tertentu. Daya serap air (*water absorption*) pada biokomposit serat jerami merupakan uji fisik untuk mengetahui kemampuan biokomposit batang padi menyerap air. Pengujian dilakukan dengan cara menimbang selisih massa sebelum dan massa sesudah di rendam didalam air selama 24 jam. Sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan ASTM D570-98 dengan panjang 76,2 mm, lebar 24,5 mm, dan tebal 3,2 mm.



Gambar 2. Spesimen Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air (*water absorption*) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$W_{abs} = \frac{W_a - W_o}{W_o} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :  $W_{abs}$  = Daya Serap Air (%)

$W_o$  = Massa Kering Spesimen (gram)

$W_a$  = Massa Basah Spesimen (gram)

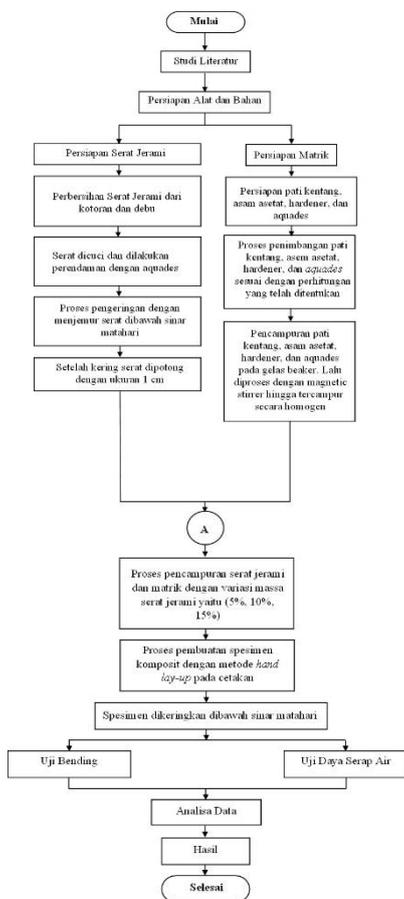
## 3. Metode Penelitian

Berikut merupakan langkah dan ukuran dari specimen yang akan diuji.

### 3.1 Alat dan Bahan

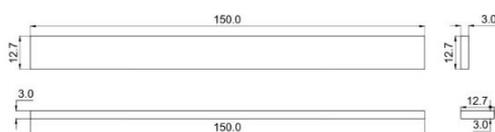
1. Alat uji : Alat uji Bending Tensilon RTG-1250 dengan ASTM D790-03, Uji daya serap air dengan ASTM D570-98
2. Alat cetak : cetakan yang terbuat dari bahan akrilik berbentuk persegi
3. Alat ukur : pengaris, Timbangan Digital, gelas beaker 50 mL dan 500 mL
4. Alat bantu : batang pengaduk, blender, Nesco Lab MS-H280-Pro Magnetic Stirrer, pengupas kulit kentang, pisau, Aluminium Foil, Saringan, Sendok, Wadah, minyak atau wax

### 3.2 Langkah Penelitian



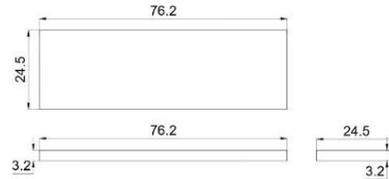
### 3.3 Proses Pengujian

Pada pengujian bending spesimen akan dikenakan beban hingga mencapai lengkungan atau mengalami deformasi setelah itu permukaannya diamati. Pengujian bending menggunakan dengan ASTM D790-03.



Gambar 3. Ukuran Spesimen Uji Bending

Pada pengujian daya serap air dilakukan dengan cara mengukur selisih berat sebelum dan sesudah perendaman di dalam air selama 24 jam. Ukuran spesimen yang digunakan dalam pengujian ini sesuai dengan ASTM D570-98



Gambar 4. Ukuran Spesimen Uji Daya Serap Air

## 4. Hasil Dan Pembahasan

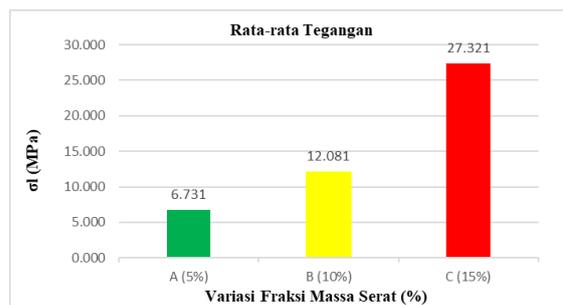
### 4.1 Data Hasil Penelitian Uji Bending

Berikut adalah hasil dari pengujian bending dari biokomposit matriks pati kentang dan serat jerami, dalam bentuk tabel yang dapat terlihat pada tabel 1.

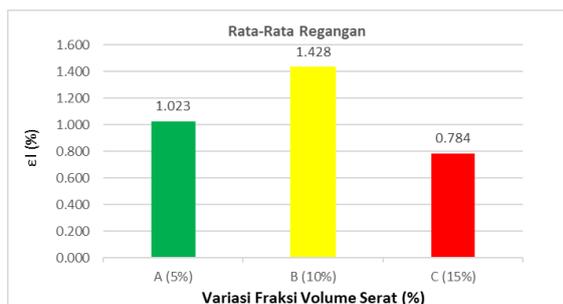
Tabel 1. Data Uji Bending

Perbandingan Variasi Massa Jerami (%)	Data Hasil Perhitungan			
	NO	$\sigma_l$ (MPa)	$\epsilon_l$ (%)	$E$ (GPa)
95% : 5%	A1	6.313	0.654	0.591
	A2	5.373	1.511	1.184
	A3	8.508	0.904	1.155
	Rata - rata	6.731	1.023	0.977
	Perbandingan Variasi Massa Jerami(%)	Data Hasil Perhitungan		
90% : 10%	B1	11.703	1.745	2.377
	B2	11.647	1.184	2.377
	B3	12.893	1.355	1.094
	Rata - rata	12.081	1.428	1.949
	Perbandingan Variasi Massa Jerami (%)	Data Hasil Perhitungan		
85% : 15%	C1	30.726	0.748	2.510
	C2	27.526	0.561	1.956
	C3	23.711	1.044	1.627
	Rata - rata	27.321	0.784	2.031

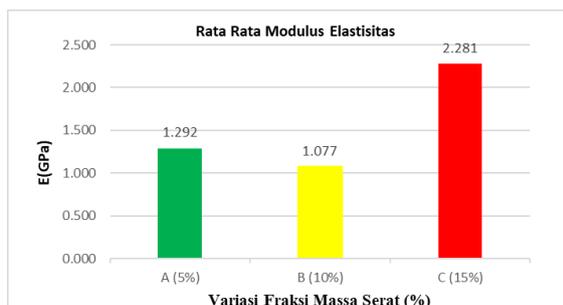
Berikut data uji bending benda uji biokomposit matrik pati kentang dengan serat jerami dalam bentuk grafik seperti yang terlihat pada Gambar 5,6 dan 7:



Gambar 5. Grafik Diagram Tegangan Bending



Gambar 6. Grafik Diagram Regangan Bending



Gambar 7. Grafik Diagram Modulus Elastisitas

Berdasarkan gambar 5 tersebut menjelaskan semakin tinggi variasi massa serat maka tegangan akan semakin tinggi, hal ini ditunjukkan pada variasi massa serat 15% besarnya rata-rata tegangan bending yaitu 27,321 MPa, lebih besar dibanding variasi massa serat 5% yang sebesar 6,731%. Sedangkan untuk variasi massa 10% memiliki nilai rata-rata tegangan sebesar 12,081 Mpa. Hal ini dipengaruhi adanya penambahan jumlah serat didalam biokomposit, sehingga pembebanan yang terjadi tidak hanya diberikan kepada matriks namun juga diberikan kepada serat secara baik. Serupa seperti yang diungkapkan pada penelitian [4] dimana bila semakin banyak serat maka tegangan bendingnya semakin naik.

Berdasarkan gambar 6 bahwa biokomposit dengan variasi fraksi 10% serat memiliki nilai regangan bending tertinggi dengan nilai rata-rata regangan 1,428%. Untuk variasi fraksi 15% memiliki regangan terendah dengan nilai rata-rata 0,784%. Pada variasi fraksi 1% serat memiliki nilai rata-rata yaitu 1,023%. Berdasarkan data yang diambil, nilai regangan tertinggi dari seluruh variasi massa berada pada 10% serat. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan banyaknya jumlah serat nilai regangan semakin menurun. Serupa seperti pada penelitian [4] semakin banyak jumlah serat regangan bending semakin melemah dikarenakan komposit hanya bertumpu pada serat saja.

Pada grafik modulus elastisitas bending yang ditunjukkan pada gambar 7. Nilai modulus elastisitas biokomposit serat jerami dengan matrix bioplastik, menyatakan bahwa pada biokomposit variasi massa 5% serat memiliki nilai modulus elastisitas rata-rata sebesar 0,977 GPa. Sedangkan variasi variasi massa

10% serat memiliki nilai modulus elastisitas rata-rata sebesar 1,949 GPa, dan variasi massa 15% serat mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 2,031 GPa Ini disebabkan oleh hubungan positif antara nilai modulus elastisitas dan kekuatan material, di mana semakin besar nilai modulus elastisitas, kekuatan material akan meningkat, tetapi kemampuan peregangan atau regangan akan berkurang. Dengan kata lain, semakin tinggi modulus elastisitas, semakin kecil perubahan bentuk atau penurunan nilai regangan yang terjadi. [5].

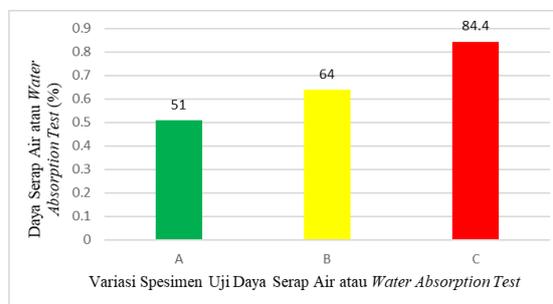
#### 4.2 Data Hasil Water Absorption Test

Berikut nilai uji Water Absorption material biokomposit matrik pati kentang dengan serat jerami dalam bentuk tabel seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Tabel Data Penelitian Uji Daya Serap Air

Perbandingan Variasi Massa (%)	Data Hasil Perhitungan			
	NO	Wo (gr)	Wa (gr)	Wabs (%)
95% : 5%	A1	9.15	13.56	48
	A2	8.6	13.33	55
	A3	8.69	13.02	49
	Rata – Rata Water Absorption (%)			51
	Data Hasil Perhitungan			
90% : 10%	B1	10.6	17.69	66
	B2	11.15	18.46	65
	B3	10.86	17.34	59
	Rata – Rata Water Absorption (%)			64
	Data Hasil Perhitungan			
85% : 15%	C1	11.58	21.44	85
	C2	11.3	20.45	80
	C3	11.04	20.67	87
	Rata – Rata Water Absorption (%)			84.4
	Data Hasil Perhitungan			

Berikut data uji daya serap air benda uji biokomposit serat jerami dalam bentuk grafik seperti yang terlihat gambar 8. :



Gambar 8. Grafik Data Daya Serap Air

Berdasarkan dari data grafik pada gambar 8. Dapat dilihat bahwa karakteristik material biokomposit serat jerami dengan variasi massa serat 5% memiliki rata-rata serap air 51%. Sedangkan untuk variasi massa

serat 10% memiliki rata-rata serap air 64,03%. Dan variasi massa serat 15% memiliki rata-rata sebesar 84,44%. Dilihat dari data diatas menunjukkan bahwa pada spesimen C (15%) memiliki nilai rata-rata serap air tertinggi yaitu 84,44% dibanding spesimen (5%) memiliki nilai rata-rata terendah yaitu 51%. Hal tersebut membuktikan bahwa banyaknya serat dan matrix mempengaruhi banyak air yang dapat diserap oleh spesimen.

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah penulis lakukan mengenai biokomposit, dengan menggunakan matrik bioplastik sari pati kentang dan perbandingan variasi massa serat jerami pada tegangan bending, regangan bending, modulus elastisitas dan daya serap air dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada pengujian bending di dapatkan bahwa tegangan bending dan modulus elastisitas tertinggi terdapat pada variasi massa 85% : 15%, yaitu nilai tegangan bending sebesar 27,321 MPa, dan modulus elastisitas 2,031 GPa, namun memiliki nilai regangan yang terendah yaitu 0,784%. Regangan bending tertinggi terdapat pada variasi massa 90% : 10% sebesar 1,428%, dengan tegangan bending 12,081 MPa. Tegangan bending dan modulus elastisitas terkecil terdapat pada variasi massa 95% : 5%, dengan nilai tegangan sebesar 6,731 MPa, dan modulus elastisitas 0,977 GPa. Maka semakin besar variasi massa serat yang digunakan akan menghasilkan tegangan bending dan modulus elastisitas yang tinggi namun regangan bending akan menurun. Dengan demikian dapat disimpulkan biokomposit dengan variasi massa 85% : 15% memiliki nilai tegangan dan modulus elastisitas tertinggi, sedangkan untuk nilai regangan tertinggi terjadi pada variasi massa 90% : 10%.
2. Pada pengujian daya serap air di dapatkan pada variasi massa 15% serat memiliki data serap air dengan rata-rata tertinggi yaitu 84,44%, dibanding dengan spesimen variasi massa 5% dengan rata-rata daya serap air terkecil yaitu 51%, sedangkan untuk variasi massa 10% didapat rata-rata serap air sebesar 64,03%. Dan dapat disimpulkan semakin banyak serat akan berpengaruh dengan banyaknya air yang diserap, karena dari matrix itu sendiri tidak dapat menahan air untuk masuk pada spesimen.

## 5.2 Saran

Berikut adalah rekomendasi yang dapat disampaikan oleh penulis, dengan harapan dapat berkontribusi pada pengembangan dan menjadi pertimbangan bagi penelitian selanjutnya.

1. Penelitian lebih lanjut dengan variasi massa lebih banyak dan penggunaan bahan lainnya agar mendapatkan variable yang baru yang mungkin lebih baik dan optimal
2. Penggunaan masker dan jas lab dikarenakan dengan adanya bahan hardener, gliserol dan asam asetat yang memiliki bau tidak sedap
3. Uji *photo-micro* untuk melihat void dan porositas yang terdapat pada spesimen uji.

## Daftar Pustaka

- [1] V. Mehta, M. Darshan, and D. Nishith, "CAN A STARCH BASED PLASTIC BE AN OPTION OF ENVIRONMENTAL FRIENDLY PLASTIC?," 2014. [Online]. Available: <http://mutagens.co.in>
- [2] Z. Ahmad et al., "The effect of water and citric acid on sago starch bio-plastics," 2012. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/281333700>
- [3] H. Suryanto, S. Solichin, and U. Yanuhar, "Natural Cellulose Fiber from Mendong Grass (*Fimbristylis globulosa*)," 2016, pp. 35–52. doi: 10.1007/978-3-319-44570-0\_3.
- [4] N. Herlina Sari, "ANALISA KEKUATAN BENDING KOMPOSIT EPOXY DENGAN PENGUATAN SERAT NILON," 2011.
- [5] E. Budi, A. S. Budi, U. R. Fitri, R. Aprilia, and D. Andriyani, "KAJIAN SIFAT TETAPAN PEGAS DAN MODULUS ELASTISITAS," Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains dan Aplikasinya (JPMSA), vol. 1, 2021, doi: 10.21009/jpm-sains.v1i1.18248.



Roccy Yusup Aswardi menyelesaikan studi S1 di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana pada tahun 2023. Ia menyelesaikan studi program sarjana dengan topik Pengaruh Variasi Massa Serat Pada Biokomposit Bioplastik Sari Pati Kentang Dan Serat Jerami Terhadap Kekuatan Bending Dan Water Absorption.

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan rekayasa manufaktur khususnya *Biokomposit*.