

**PENGARUH BIOKOMPOSIT SERBUK SABUT KELAPA DENGAN PEREKAT PVAc
TERHADAP KARAKTERISTIK BIOFOAM****Abdul Halim Daulay, Lailatul Husna Lubis, Siti Hawa Hasibuan**

Jurusan Fisika, SAINTEK, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

sitihawahasibuanuinsufisika@gmail.com

Diterima: Agustus 2023. Disetujui: September 2023. Dipublikasikan: Oktober 2023.

ABSTRAK

Biofoam merupakan kemasan alternatif pengganti *styrofoam* yang bersifat *bidegradable*, dapat terurai secara alami serta aman bagi kesehatan karena tidak mengandung bahan beracun. Serbuk sabut kelapa sebagai bahan dasar dalam pembuatan biofoam dan PVAc (polivinil asetat) sebagai perekat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi komposisi optimum material biofoam sehingga memiliki sifat fisis, mekanik, dan termal yang baik, dan untuk mengetahui laju degradasi biofoam berbasis serbuk sabut kelapa dengan perekat polivinil asetat (PVAc). Pembuatan biofoam menggunakan bahan serbuk sabut kelapa dengan perekat polivinil Asetat. Komposisi pencampuran serbuk sabut kelapa dengan perekat polivinil asetat (PVAc) yang digunakan adalah 45%:55%, 55%:45%, 65%:35%, 75%:25%, dan 85%:15%. Biofoam dicetak menggunakan cetakan akrilik lalu dikompaksi menggunakan mesin *Hot Press* dengan tekanan sebesar 100 MPa ditahan selama 10 menit pada suhu 70 °C. Metode karakterisasi yang digunakan meliputi densitas, daya serap air, degradasi, kuat tarik, modulus elastisitas, *elongation at break*, *differential scanning calorimetry* (DSC). *biofoam* berbasis komposit serbuk sabut kelapa dapat dihasilkan dengan perekat polivinil asetat (PVAc) sebagai aplikasi kemasan pangan yang aman dan ramah lingkungan untuk pengganti *styrofoam*. Pada penelitian diperoleh biofoam serbuk sabut kelapa dengan perekat PVAc menghasilkan komposisi yang optimum yaitu variasi sampel A (45% : 65%) wt dengan nilai densitas 2,332 g/m³, dan daya serap air 0,924%. Kuat tarik 0,8707 MPa, perpanjangan putus 105,097% dan modulus elastisitas 0,828 MPa. Sifat termal dengan titik leleh 451,41°C.

Kata Kunci: Biofoam, Polivinil Asetat, Serbuk Sabut Kelapa, Hot Press, Kuat Tarik**ABSTRACT**

Biofoam is an alternative packaging to styrofoam that is bidegradable, biodegradable and safe for health because it does not contain toxic materials. Coconut coir powder as the basic material in the manufacture of biofoam and PVAc (polyvinyl acetate) as an adhesive. This study aims to determine the optimum composition variation of biofoam material so that it has good physical, mechanical, and thermal properties, and to determine the degradation rate of coconut fibre powder-based biofoam with polyvinyl acetate (PVAc) adhesive. The manufacture of biofoam uses coconut fibre powder with polyvinyl acetate adhesive. The mixing composition of coir powder with polyvinyl acetate (PVAc) adhesive used was 45%:55%, 55%:45%, 65%:35%, 75%:25%, and 85%:15%. Biofoam was moulded using acrylic moulds and then compressed using a hot press machine with a pressure of 100 MPa

held for 10 minutes at a temperature of 70°C. Characterisation methods used include density, water absorption, degradation, tensile strength, modulus of elasticity, elongation at break, differential scanning calorimetry (DSC). Coconut husk powder composite-based biofoam can be produced with polyvinyl acetate (PVAc) adhesive as a safe and environmentally friendly food packaging application for styrofoam replacement. In the study, coconut fibre powder biofoam with PVAc adhesive produced an optimum composition, namely sample variation A (45%: 65%) wt with a density value of 2.332 g/m³, and water absorption of 0.924%. Tensile strength 0.8707 MPa, elongation at break 105.097% and modulus of elasticity 0.828 MPa. Thermal properties with melting point of 451.41°C.

Keywords: Biofoam, Polyvinyl Acetate, Coconut Coir Powder, Hot Press, Tensile Strength

PENDAHULUAN

Pemakaian *styrofoam* saat ini banyak digunakan sebagai kemasan makanan oleh pedagang kaki lima juga pedagang *online*. *Styrofoam* memiliki kelebihan yaitu harga yang murah, tahan panas, dingin dan ringan sehingga pedagang tertarik menggunakan *styrofoam*. Di samping kelebihannya itu, *styrofoam* sangatlah berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan, apabila makanan dan minuman kontak langsung dengan *styrofoam* akan terjadi migrasi zat-zat berbahaya dari *styrofoam* ke dalam makanan. Residu *styrofoam* dalam makanan sangat berbahaya, dapat menyebabkan *endoktrin disrupter* (EDC) suatu penyakit yang terjadi akibat adanya gangguan pada sistem endokrinologi dan reproduksi manusia akibat bahan kimia karsinogen dalam makanan (Rofiq, 2021).

Produksi *styrofoam* menghasilkan limbah yang banyak, sehingga dikategorikan sebagai penghasil limbah berbahaya kelima terbesar di dunia oleh EPA (*Environmental Production Agency*) USA (Irawan dkk., 2018). Penggunaan *styrofoam* siap saji yang hanya sekali pakai membuat sampah *styrofoam* meningkat, *styrofoam* sulit terurai karena mengandung *polistyrena* yang berbahan dasar minyak bumi sehingga mikroba di dalam tanah sulit untuk menguraikannya. Jika dilakukan pembakaran sampah *styrofoam* akan menimbulkan gas berbahaya seperti karbon monoksida.

Banyaknya dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan kemasan

styrofoam perlu diperhatikan. Oleh karena itu untuk meminimalisir dampak tersebut, penggunaan *styrofoam* perlu dikurangi dengan cara mengganti kemasan *styrofoam* dengan menggunakan kemasan yang ramah lingkungan, salah satu contohnya adalah *biofoam*. *Biofoam* merupakan kemasan yang berbahan dasar alami seperti serbuk sabut kelapa. Sabut kelapa di Indonesia ketersediannya berlimpah dan merupakan limbah pertanian namun belum dimanfaatkan dengan optimal. Sabut kelapa mengandung serat yang cukup tinggi terkandung 26,6% *selulosa* dan 27,7% *hemiselulosa* sehingga *biofoam* memiliki sifat mekanik yang baik (Wardhani, dkk., 2014).

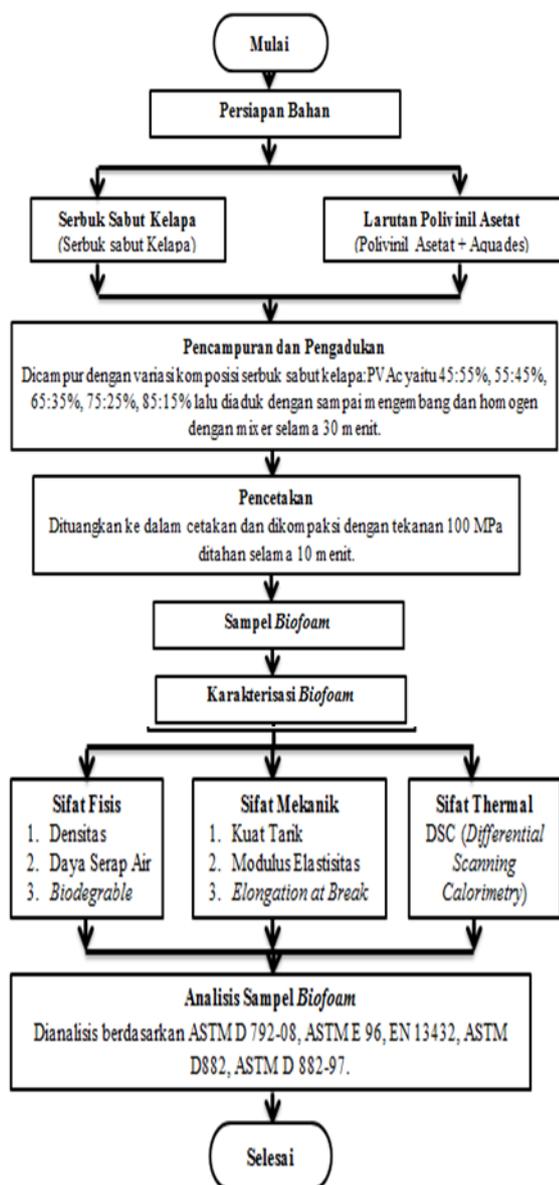
Polivinil Asetat (PVAc) juga digunakan sebagai bahan tambahan dalam penelitian ini. *Polivinil asetat* (PVAc) diaplikasikan sebagai penguat serbuk sabut kelapa karena memiliki densitas 1150 kg/m³ dan nilai kekuatan tarik 65-79 MPa sehingga ikatannya sangat kuat yang dapat menghasilkan *biofoam* yang baik (Taufiqirraman, 2014).

METODE PENELITIAN

Biofoam dibuat dari serbuk sabut kelapa dan polivinil asetat (PVAc). Alat dan bahan pada penelitian ini yaitu: ayakan 100 mesh, neraca digital, gelas beaker 250 ml, spatula, oven, mixer, cetakan sampel akrilik, hidrolik, jangka sorong, stopwatch, blender, UTM (universal Testing Machine), DSC (Differential Scanning Calorimetry), sabut kelapa dan PVAc (Polivinil Asetat. Sabut kelapa dicuci dan direndam selama 24 jam lalu dikeringkan dalam

oven pada suhu 30°C selama 3 jam. Kemudian menghaluskan sabut kelapa hingga menjadi serbuk selanjutnya serbuk sabut kelapa diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Untuk PVAc dilarutkan dengan aquades 10% dari massa total variasi PVAc. Setelah itu bahan-bahan dicampurkan didalam wadah diaduk menggunakan mixer selama 30 menit hingga homogen. Sampel yang telah diaduk dimasukkan kedalam cetakan lalu menekan sampel menggunakan hidrolik agar permukaannya rata.

Langkah-langkah pembuatan dan karakterisasi biofoam dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

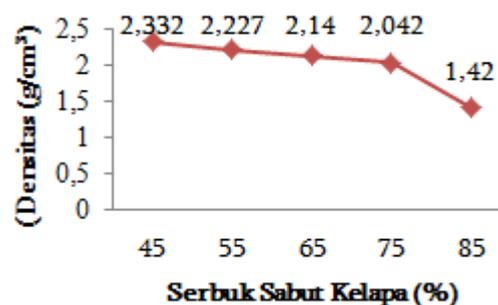
Densitas

Hasil pengujian nilai densitas dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Hasil uji densitas

Sampel	Variasi Komposisi Serbuk Kelapa: PVAc (% wt)	Densitas (g/cm ³)
A	45:55	2,332
B	55:45	2,227
C	65:35	2,140
D	75:25	2,042
E	85:15	1,420

Prosedur uji densitas yaitu dengan ASTM 792-08. Hasil uji densitas pada Tabel 1 menunjukkan bahwa berkisar antara 1,42-2,332 g/cm³. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan penelitian (Arini, 2019) yaitu semakin bertambahnya komposisi serbuk sabut kelapa maka nilai densitas sampel akan semakin rendah sedangkan semakin banyak variasi komposisi PVAc maka nilai densitas akan semakin tinggi. Pada penelitian ini masih cukup tinggi dibandingkan dengan styrofoam yaitu 0,014 g/cm³ (EPS Industry) penelitian lainnya juga meneliti biofoam dari serbuk daun keladi yang dicampur dengan PVAc menghasilkan nilai densitas berkisar 0,402-0,744 g/cm³(Arini, 2019). Dan biofoam dari campuran pati dan serat tandan kosong sawit menghasilkan densitas sebesar 0,16-0,56 g/cm³(Rahmatunnisa, 2016).



Gambar 2. Grafik uji densitas biofoam

Pada grafik menunjukkan nilai densitas menurun dengan seiringnya penambahan serbuk sabut kelapa, menurut (Ariff dkk, 2008)

biofoam dengan ukuran rongga lebih kecil cenderung lebih tinggi massa jenisnya. Nilai densitas juga berhubungan dengan ikatan yang terjadi pada interaksi antar bahan pembentuk (Syabani dkk, 2017).

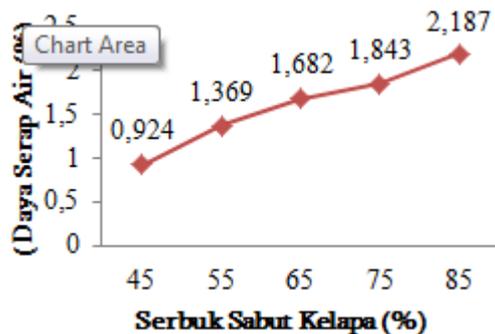
Daya Serap Air

Hasil pengujian daya serap air dapat dilihat Pada Tabel 2:

Tabel 2. Hasil uji daya serap air

Sampel	Variasi	Daya Serap Air (%)
	Komposisi Serbuk Kelapa: PVAc (%) wt	
A	45:55	0,924
B	55:45	1,369
C	65:35	1,682
D	75:25	1,843
E	85:15	2,187

Prosedur uji daya serap air yaitu dengan ASTM E96. Hasil uji daya serap air Hasil uji densitas pada Tabel 2 menunjukkan bahwa berkisar antara 0,924-2,187%. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan penelitian (Arini, 2019) nilai daya serap air berkisar 1,765-14,286%. Data lain juga meneliti Biofoam dari gliserol dicampur dengan pati sorgum menghasilkan daya serap air 25-52,057% (Yuli Darni,2021). Berdasarkan standar nilai daya serap air 26,12%, pada penelitian ini biofoam telah memenuhi standar dengan nilai lebih rendah dari 26,12% (Yuniken, 2020).



Gambar 3. Grafik uji daya serap air biofoam

Pada Grafik menunjukkan nilai daya serap air seiring bertambahnya serbuk sabut kelapa semakin besar nilai daya serap airnya. komposisi pengisi serbuk sabut kelapa sangat dominan sehingga gugus hidroksil yang belum

tersubstitusi (masih bebas) sangat peka terhadap air dikarenakan bersifat polar dan hidrofilik dan berdampak adanya ikatan komposit biofoam antara pengisi dengan penguat masih belum terikat sempurna. untuk biofoam konvensional merek *Synbra Technology* memiliki standar daya serap air sebesar < 2%.

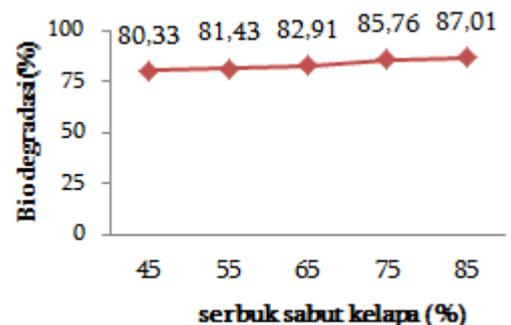
Biodegradasi

Hasil pengujian biodegradasi dapat dilihat Pada Tabel 3:

Tabel 3. Hasil uji biodegradasi

Sampel	Variasi	Biodegradasi (%)
	Komposisi Serbuk Kelapa: PVAc (%) wt	
A	45:55	87,01
B	55:45	85,76
C	65:35	82,91
D	75:25	81,76
E	85:15	80,33

Hasil uji biodegradasi pada Tabel 3 menunjukkan bahwa berkisar antara 80,33-87,01%. Berdasarkan European Union Standard (EN 13432) tentang biodegradasi, waktu maksimal yang diperlukan untuk material dapat terdekomposisi dalam tanah adalah 6 sampai 9 bulan. Dalam penelitian ini, waktu degradasi biofoam selama 45 hari yang berarti 180 hari (6 bulan) akan terdegradasi sempurna 100% (Yuniken, 2020).



Gambar 4. Grafik uji biodegradasi biofoam

Pada Grafik menunjukkan nilai Biodegradasi 80,33-87,01% dengan laju degradasi (1,78 – 1,93) mg/hari ini disebabkan bahan penyusun biofoam berupa zat

lignoselulosa yang memiliki struktur ikatan gugus fungsi C-O ester dan C=O karbonil yang bersifat hidrofilik akan dapat mengikat molekul air dari sekitar lingkungan sehingga memudahkan terjadinya degradasi.

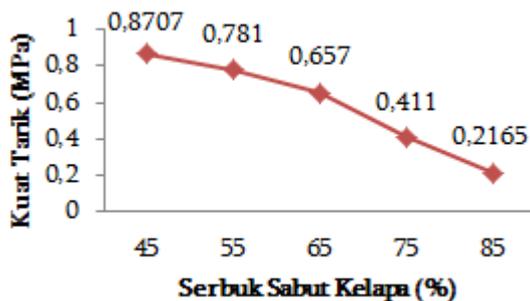
Kuat Tarik

Hasil pengujian kuat tarik dapat dilihat Pada Tabel 4:

Tabel 4. Hasil uji kuat tarik

Sampel	Variasi Komposisi Serbuk Kelapa: PVAc (%) wt	Kuat Tarik (MPa)
A	45:55	0,8707
B	55:45	0,7810
C	65:35	0,6570
D	75:25	0,4110
E	85:15	0,2165

Hasil uji kuat tarik pada Tabel 4 menunjukkan bahwa berkisar antara 0,2165-0,8707%. Saat ini belum ada standar nasional (SNI) berkaitan dengan nilai rujukan untuk produk biofoam. Namun, apabila dibandingkan dengan produk kemasan pangan lain seperti bioplastik, yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) 7188,7:2016, kuat tarik yang memenuhi standar adalah 29,16 MPa dimana sampel biofoam yang dihasilkan pada penelitian ini masih jauh dibawah standar (Resni, 2021).



Gambar 5. Grafik uji kuat tarik biofoam

Pada Grafik menunjukkan bahwa nilai kuat tarik mengalami penurunan saat penambahan massa fillernya berupa serbuk sabut kelapa. Hal ini disebabkan karena serbuk sabut kelapa sebagai filler yang tersusun atas zat lignoselulosa dengan gugus bebas yaitu gugus hidroksil (-OH) dan karboksil (-COOH)

untuk membentuk ikatan kovalen agar tercapainya ikatan antar permukaan matriks lebih dominan sehingga menyebabkan pembentukan ikatan (H₂) hidrogen yang menyebabkan jarak antar rantai polimer biofoam bertambah renggang.

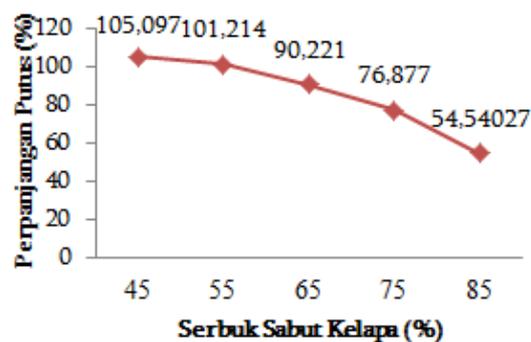
Perpanjangan Putus

Hasil pengujian Perpanjangan Putus dapat dilihat Pada Tabel 5:

Tabel 5. Hasil uji panjang putus

Sampel	Variasi Komposisi Serbuk Kelapa: PVAc (%) wt	Panjang Putus (%)
A	45:55	105,097
B	55:45	101,214
C	65:35	90,2210
D	75:25	76,8770
E	85:15	54,0270

Hasil uji Perpanjangan Putus pada Tabel 5 menunjukkan bahwa berkisar antara 54,027-105,097%. Berdasarkan SNI plastik foam poliuretan lentur 06-1004-1989 bahwa besarnya nilai perpanjangan putus minimal 160%. Nilai perpanjangan putus pada penelitian ini belum memenuhi standar.



Gambar 6. Grafik uji perpanjangan putus biofoam

Pada Grafik menunjukkan Pada saat kondisi material biofoam yang memiliki perpanjangan putus yang rendah, dikarenakan komposisi serbuk sabut kelapa sangat tinggi sehingga ikatan senyawa selulosa lignin yang tersusun yang memiliki luas permukaan spesifik yang rendah sehingga tidak mampu mengikat secara maksimal ikatan matriks PVAc yang menyebabkan masih ada daerah

kekosongan yang belum ditutupi dibandingkan dengan perpanjangan putus yang optimal pada komposisi penambahan serbuk sabut kelapa yang memiliki perpanjangan putus yang lebih tinggi.

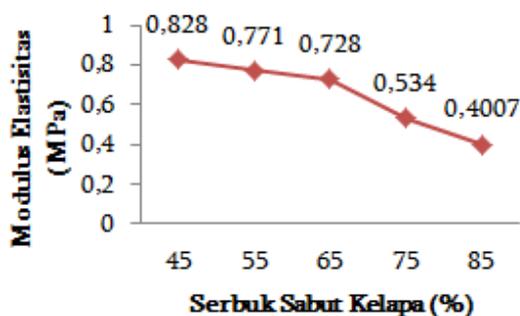
Modulus Elastisitas

Hasil pengujian kuat tarik dapat dilihat Pada Tabel 6:

Tabel 6. Modulus elastisitas

Sampel	Variasi Komposisi Serbuk Kelapa: PVAc (%) wt	Modulus Elastisitas (MPa)
A	45:55	0,828
B	55:45	0,771
C	65:35	0,728
D	75:25	0,534
E	85:15	0,4007

Hasil uji modulus elastisitas pada Tabel 6 berkisar antara 0,4007-0,828 MPa. Terlihat dari hasil penelitian bahwa kandungan PVAc lebih banyak yang memiliki nilai modulus elastisitas yang tinggi. Penambahan serbuk sabut kelapa mengakibatkan sampel menjadi kaku sehingga menyebabkan nilai modulus elastisitas semakin besar.

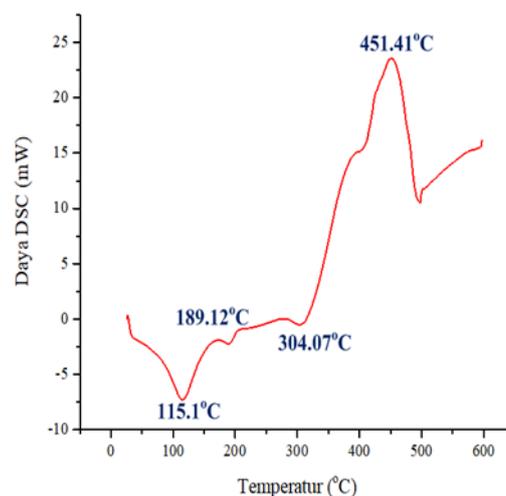


Gambar 7. Grafik uji perpanjangan putus biofoam

Pada Grafik menunjukkan nilai modulus elastisitas menurun seiring bertambah serbuk sabut kelapa dipengaruhi oleh pertambahan filler serbuk sabut kelapa yang mengakibatkan respon viskoelastis dan mobilitas molekul rantai selulosa dan zat lignin serbuk sabut kelapa yang menyebabkan tingkat elastisitas biofoam menurun dan tingkat kekakuan material biofoam meningkat.

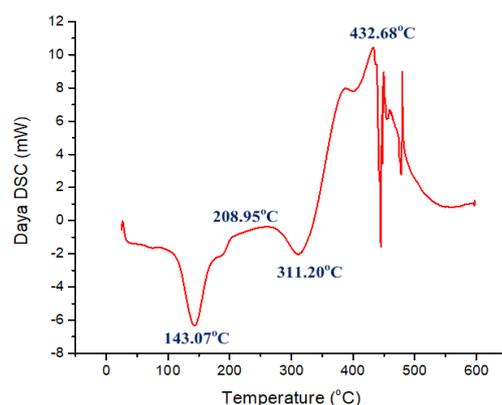
DSC (Differential Scanning Calorimetry)

Uji DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) dapat diketahui titik leleh biofoam berbahan serbuk sabut kelapa dengan perekat PVAc (Polivinil Asetat) variasi terbaik yaitu sampel A (45:55)%wt. Hasil pengujian DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) dilihat Pada Gambar 8:



Gambar 8. Grafik Uji DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) Sampel A(45:55)%wt.

Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa titik kristal (Tc)115,1°C, transisi kaca (Tg) sebesar 189,12 °C , reaksi endotermik pada suhu 304,07°C titik leleh (Tm) biofoam sebesar 451,41°C.



Gambar 9. Grafik Uji DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) Sampel E (85:15)%wt.

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa titik kristal (Tc)143,07°C, transisi kaca (Tg) sebesar 208,95 °C , reaksi endotermik pada suhu 311,20°C titik leleh (Tm) biofoam sebesar

432,68°C. Variasi sampel E (85:15) merupakan variasi terburuk di penelitian ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan pada penelitian diperoleh biofoam serbuk sabut kelapa dengan perekat PVAc menghasilkan komposisi yang optimum yaitu variasi sampel A (45% : 65%) wt yaitu nilai densitas 2,332 g/cm³ dan daya serap air 0,924%. Sifat mekanik dengan kuat tarik 0,8707 MPa, perpanjangan putus 105,097% dan modulus elastisitas 0,828 MPa. Sifat termal dengan titik leleh 451,41°C.

Pada penelitian selanjutnya disarankan melakukan pembuatan biofoam berbasis nanoserat serbuk sabut kelapa maupun matriks selain PVAc agar memiliki kuat fisis, mekanik dan termal yang lebih unggul dari biofoam yang berbentuk serbuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariff, Z.M., Z. Zakaria. L. H. Tay dan S. Y. Lee. (2008), Effect of foaming temperature and rubber grades on properties of natural rubber foams, *Jurnal of Applied Polymer Science* 107(4).
- Arini, U. M. R. . (2019) Pembuatan Dan Karakterisasi Biofoam Berbasis Komposit Serbuk Daun Keladi Yang Diperkuat Oleh Polivinil Asetat (PVAc). Tesis Universitas Sumatera Utara.
- EPS Industry Alliance. Properties, Performance and Design Fundamentals of Expanded Polystyrene Packing. Ww.epsindustry.org
- Irawan, C., Aliah, A. (2018). Biodegradable Foam Dari Bonggol Pisang Dan Ubi Nagara Sebagai Kemasan Makanan Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 10(1).
- Rahmatunnisa, R. (2015). Pengaruh Penambahan Nanopartikel Zno Dan Etilen Glikol Pada Sifat Fungsional Kemasan Biodegradable Foam Dari Tapioka Dan Ampok Jagung. Thesis Institut Pertanian Bogor.
- Resti, M. Yuli, S. Sukma, S. K. Achmad, S. Agustina, A. C. Ismadi. (2021). Karakterisasi Komposit Biodegradable Foam Dari Limbah Serat Kertas Dan Kulit Jeruk Untuk Aplikasi Kemasan Pangan. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 43(1).
- Rofiqoh, Tanti. (2021). Pengaruh penambahan selulosa jerami padi terhadap sifat fisik dan mekanik biofoam pati tapioka. SKRIPSI Politeknik Negeri Jakarta.
- Syabani, M. W., I. Perdana dan Rochmadi. (2017), Thermal degradation of modified phenol formaldehyde resin with sodium silicate, *Proceeding international conference on chemistry and engineering in agro industry*. 1(1).
- Taufiqirraman, A. (2014). Modifikasi Asam Ampas Sagu Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Fisik Mekanik Biofoam. Skripsi Institut Pertanian Bogor.
- Wardhani, I. (2014). Distribution Of Chemical Compounds Of Coconut Wood (Cocos Nicefera L). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kayu*.
- Yuli Darni. Annisa, A. Herti, U. Lia, L. Muhammad, H. (2021) Kajian Awal Pembuatan Biofoam Berbahan Baku Campuran Pati Dan Batang Sorgum. *Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri* 2(2).
- Yuniken, R. Sarita, O. Abdul, H. (2020) Pemanfaatan Kulit Jagung Sebagai Bahan Pembuatan Biodegradable Foam. *Jurnal Teknologi Technoscienza*. 14(1).