

Pemanfaatan Jerami Padi sebagai *Filler* dalam Pembuatan *Biodegradable Foam* (*Biofoam*)

Yuli Darni*, Faza Amalia, Edwin Azwar, Hertie Utami, Lia Lismeri, Azhar, Muhammad Haviz

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. S. Brodjonegoro No. 1, Gedong Meneng, Rajabasa, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

*E-mail: yuli.darni@eng.unila.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan biofoam sebagai kemasan makanan yang ramah lingkungan dengan bahan baku pati sorgum dan polivinil alkohol serta penambahan selulosa jerami padi sebagai filler untuk meningkatkan sifat-sifat biofoam yang dihasilkan. Jerami padi yang telah lolos ayakan 100 mesh didelignifikasi menggunakan larutan NaOH 3% dengan rasio serat dan larutan adalah 1:25 (gram/ml) selama 6 jam pada suhu 100°C kemudian dilakukan bleaching menggunakan campuran larutan NaOH 4% dan H₂O₂ 24% dengan rasio serat dan larutan adalah 1:40 (gram/ml) selama 2,5 jam pada suhu 50°C. Selulosa yang dihasilkan selanjutnya digunakan sebagai filler pada biofoam. Pembuatan biofoam diawali dengan proses plastisasi di atas hot plate pada suhu 95°C selama 3 menit kemudian adonan dicetak menggunakan alat thermopressing selama 3-5 menit. Pada biofoam dilakukan uji sifat mekanik yaitu kuat tekan dan uji sifat fisik yang meliputi densitas, daya serap air, uji biodegradasi untuk mengetahui waktu terurai biofoam di dalam tanah, uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam biofoam, uji SEM untuk mengetahui struktur morfologi biofoam, serta uji DSC untuk mengetahui T_g dan T_m biofoam. Hasil terbaik dari penelitian ini ialah biofoam dengan penambahan filler pada suhu thermopressing 125°C, yaitu daya serap air sebesar 28,368%, densitas sebesar 0,449 gr/cm³, kuat tekan sebesar 0,159 N/mm², biodegradasi selama 14 hari 30,95% dan titik leleh (T_m) sebesar 456,36°C.

Kata kunci: *Biofoam*, Pati Sorgum, Jerami Padi, PVOH

1. Pendahuluan

Konsumsi plastik di Indonesia semakin meningkat hingga saat ini. Banyaknya penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari dikarenakan harga plastik yang murah, praktis, ringan, dan tidak mudah pecah jika dibandingkan dengan material lain seperti kaca dan logam. Pada tahun 2021, berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KHLK) produksi sampah di Indonesia yaitu mencapai 68,5 juta ton/tahun. Dari jumlah tersebut, sebanyak 11,6 juta ton atau 17% terdiri dari sampah plastik dan menjadi urutan kedua setelah sampah sisa makanan. Produksi sampah plastik terus meningkat dari 11% di pada 2010 menjadi 17% pada 2021. Salah satu jenis plastik yang banyak digunakan adalah styrofoam.

Styrofoam merupakan bahan pengemas makanan instan yang sering digunakan masyarakat. *Styrofoam* banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengemas makanan karena mudah didapat, praktis, murah, anti bocor, dan tahan terhadap suhu panas maupun dingin. *Styrofoam* terbuat dari butiran-butiran styrene yang diproses dengan menggunakan benzene. Bahan ini terbentuk sebagai monomer yang tergabung satu sama lain menjadi polistyrene atau biasa disebut polyfoam.

Penggunaan *styrofoam* sebagai pengemas makanan banyak menimbulkan permasalahan baik di bidang kesehatan maupun lingkungan. *Styrofoam* mengandung berbagai macam zat kimia yang dapat membahayakan makhluk hidup. *Styrofoam* sebagai kemasan makanan yang tidak tepat dapat memicu terjadinya perpindahan monomer styrene dari *styrofoam*

ke dalam makanan sehingga dapat menyebabkan risiko penyakit. Perpindahan monomer styrene ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, lama kontak dan tipe makanan. Bahaya paparan monomer styrene dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan sakit kepala, letih, depresi, dan anemia (Ela & Selviana, 2016). Dalam proses pembuatannya, styrofoam menghasilkan limbah yang tidak sedikit dan dikategorikan sebagai limbah berbahaya ke 5 di dunia oleh EPA (Environmental Protection Agency). Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dilakukan alternatif untuk menghasilkan kemasan makanan yang ramah lingkungan yaitu bidegradable foam atau biofoam. Biofoam terbuat dari bahan alami seperti pati yang dapat terurai secara alami oleh mikroba di dalam tanah. Salah satu tanaman yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku biofoam adalah Sorgum (*Sorghum Bicolor L. Moench*). Tanaman Sorgum mampu beradaptasi pada lahan marginal dan membutuhkan air relatif lebih sedikit dibanding tanaman pangan lain. Biji Sorgum memiliki kandungan pati yang cukup tinggi yaitu 80,42% (Suarni, 2004).

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan biofoam dari pati sorgum, jerami padi sebagai filler dan PVOH sebagai polimer sintetik. Proses pembuatannya menggunakan metode thermopressing. Biofoam dianalisis dengan uji kuat tekan, densitas, daya serap air, FTIR (Fourier Transform Infra Red), SEM (Scanning Electron Microscopy), DSC (Differential Scanning Electron), dan uji biodegradasi. Dengan bahan baku pati sorgum yang memiliki kandungan pati cukup tinggi dan jerami padi yang memiliki kandungan serat serta PVOH sebagai polimer sintetik diharapkan mampu menghasilkan biofoam yang dapat menggantikan styrofoam.

2. Metodologi

Bahan baku yang digunakan adalah pati sorgum, selulosa jerami padi, polivinil alkohol

(PVOH), dan aquades. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode thermopressing dengan cetakan berbentuk lingkaran dengan diameter 7 cm. Variasi suhu thermopressing pada penelitian ini yaitu 125°C, 150°C, dan 175°C dengan masing-masing komposisi filler 0% dan 25%.

2.1. Preparasi bahan baku pati dan selulosa jerami padi

Pati sorgum dihasilkan dari biji sorgum, mula-mula biji sorgum direndam dalam air sampai empuk, lalu ditiriskan. Setelah ditiriskan, biji sorgum ditumbuk hingga halus. Kemudian serbuk dikeringkan dengan dijemur hingga beratnya konstan. Serbuk sorgum direndam dengan aquades dengan perbandingan 1:2 dan disimpan di dalam kulkas bersuhu 4°C selama 12 jam. Selanjutnya, rendaman sorgum disaring dan endapan dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kadar airnya <14% (Darni, 2022). Setelah itu pati biji sorgum disimpan di dalam *ziplock bag*.

Jerami padi dibersihkan dan dipotong kecil-kecil kemudian digiling menggunakan disk mill. Serbuk jerami padi diayak menggunakan ayakan 100 mesh kemudian dilakukan proses delignifikasi. Sebanyak 40 gram serbuk jerami padi didelignifikasi menggunakan larutan NaOH 3% 1000 mL di atas hotplate pada suhu 100°C selama 6 jam. Serat hasil delignifikasi kemudian dicuci menggunakan aquades hingga pH netral. Selanjutnya serat di-bleaching menggunakan larutan campuran H₂O₂ 24% dan NaOH 2% dengan rasio serat:larutan ialah 1:40. Serat hasil bleaching dicuci menggunakan aquades hingga pH netral. Kemudian selulosa dikeringkan dibawah lampu hingga beratnya konstan. Setelah itu, selulosa jerami padi disimpan di dalam *ziplock bag*.

2.2. Prosedur pembuatan biofoam

Menurut Irawana & Aliaha (2018), prosedur pembuatan biofoam yaitu bahan baku pati sorgum, selulosa jerami padi, dan PVOH

ditimbang sesuai perbandingan yang ditentukan. Bahan kering dicampurkan ke dalam gelas beaker dan ditambahkan aquades (1:1 gr/ml). pembuatan ini diawali dengan proses plastiasi di atas hotplate pada suhu 95°C selama 3 menit. Selanjutnya adonan dicetak menggunakan alat thermopressing selama 3-5 menit dengan suhu 125°C, 150°C, dan 175°C. kemudian biofoam dikeluarkan dari cetakan dan didinginkan selama 30 menit. Setelah itu, biofoam disimpan ke dalam zip lock bag agar terlindungi sebelum di uji.

2.3. Uji Densitas

Densitas adalah suatu pengukuran massa benda per satuan volume. Prosedur pengukuran densitas menggunakan ASTM D 792-08 untuk geometri material. Sampel dipotong dengan ukuran 2,5 x 2 cm² kemudian ditimbang untuk mengukur massanya. Setelah itu dapat dihitung densitas biofoam dengan persamaan :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan:

ρ = densitas (gr/cm³)

m = massa sampel (gr)

V = volume (cm²)

2.4. Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan berdasarkan prosedur ABNT NBR NM ISO 535 (1999). Sampel biofoam dipotong berukuran 2,5 x 5 cm², sampel ditimbang lalu dicelupkan ke dalam air selama 1 menit. Kemudian sisa air pada permukaan sampel dikeringkan dengan tisu dan ditimbang kembali, lalu dihitung pertambahan berat sampel dengan persamaan sebagai berikut:

$$DSA (\%) = \frac{W - W_0}{W_0}$$

Keterangan:

DSA = Daya Serap Air (%)

W₀ = berat sampel awal (gr)

W = berat sampel setelah dicelup (gr)

2.5. Uji FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan metode spektroskopi yang menggunakan radiasi inframerah, di mana radiasi inframerah dilewatkan melalui sampel pada spektroskopi inframerah. Beberapa radiasi tersebut akan diserap oleh sampel dan sebagian lainnya akan dilewatkan. Pengujian sampel menggunakan FTIR bertujuan untuk mengidentifikasi material yang tidak diketahui, menentukan kualitas sampel biofoam, dan menentukan banyaknya komponen yang terdapat dalam suatu campuran.

2.6. Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

SEM (*Scanning Electron Microscopy*) adalah sebuah mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk mendapatkan gambar bentuk permukaan suatu material. Uji SEM dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi permukaan sampel biofoam yang dihasilkan. Prinsip kerja SEM adalah menggambarkan permukaan material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi.

2.7. Uji DSC (*Differential Scanning Calorimetry*)

Uji DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) untuk mengetahui titik leleh (T_m) dan titik transisi gelas (T_g) dari biofoam yang ditunjukkan melalui grafik hubungan antara suhu pemanasan (°C) pada sumbu x terhadap energi kalor yang diberikan per menit (°C) pada sumbu y. DSC merupakan suatu teknik analisis termal yang mengukur energi yang diserap atau diemisikan oleh sampel sebagai fungsi waktu atau suhu. Ketika transisi termal terjadi, DSC memberikan pengukuran kalorimetri dari energi transisi pada temperatur tertentu.

2.8. Uji Kuat Tekan

Pengukuran kuat tekan dilakukan menggunakan UTM (Universal Testing Machine). Biofoam yang berbentuk lingkaran

dengan diameter 7 cm ditekan pada kecepatan 10 mm/menit. pengukuran kuat tekan adalah besarnya gaya tekan yang diterima sampel per satuan luas dan dinyatakan dalam N/mm².

2.9. Uji Biodegradasi

Biofoam harus dapat terdegradasi dalam waktu maksimal 6 bulan hingga 9 bulan. Uji biodegradasi bertujuan untuk mengetahui berapa lama sampel biofoam terurai di dalam tanah dengan metode penguburan (soil burial test) Sampel biofoam dipotong dengan ukuran 2,5 cm x 5 cm, lalu sampel direndam ke dalam air selama 1 menit. Kemudian sampel ditimbang sebagai berat awal dan ditanam ke dalam tanah pada kedalaman 10 cm selama 14 hari. Setelah itu, sampel dibersihkan dari tanah yang menempel dan ditimbang sebagai berat akhir. Untuk mengetahui persen kehilangan berat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Weight loss (\%)} = \left(\frac{W_1 - W_0}{W_0} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

W_0 = berat awal sampel (gram)

W_1 = berat akhir sampel (gram)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Komposisi Jerami Padi

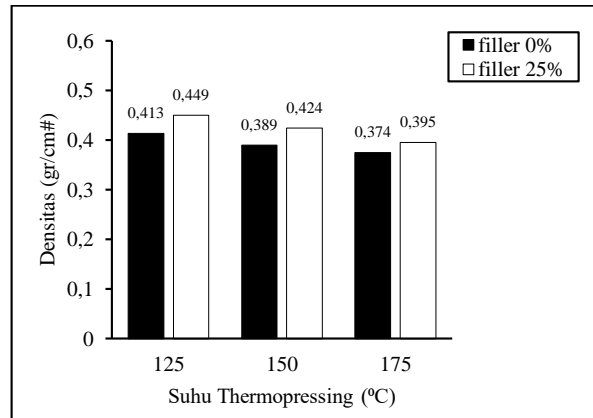
Tabel 1. Kandungan Lignoselulosa Jerami Padi

Hemiselulosa (%)	Selulosa (%)	Lignin (%)
16,8465	35,8273	4,5281

Pada penelitian ini jerami padi didelignifikasi untuk menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, setelah itu jerami padi digunakan sebagai serat filler (pengisi) biofoam. Kandungan lignoselulosa jerami padi sebelum dilakukan delignifikasi memiliki kandungan hemiselulosa 23-28%, selulosa 28-36% dan lignin 12-18% (Saini et al., 2015). Setelah dilakukan delignifikasi, kandungan lignin pada jerami padi berkurang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

3.2. Uji Densitas

Uji densitas dilakukan bertujuan untuk mengukur kerapatan penyusun material yang saling berikatan antara satu atom dengan atom lainnya dengan pengukuran massa setiap satuan volume material.



Gambar 1. Pengaruh variasi suhu thermopressing dan komposisi filler terhadap densitas biofoam

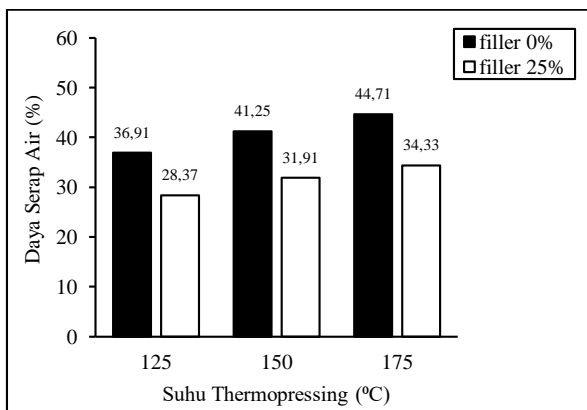
Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa pada biofoam dengan penambahan filler 25% pada variasi suhu thermopressing 125°C memiliki nilai densitas yang besar dibanding yang lainnya yaitu 0,449 gr/cm³. Biofoam akan lebih rapat karena rongga-rongga pada biofoam terisi dengan PVOH dan batang sorgum sebagai filler. Pada penelitian ini densitas yang dihasilkan masih cukup tinggi jika dibandingkan dengan styrofoam yaitu 0,014 g/cm³ (EPS Industry). Namun biofoam pada penelitian ini telah memenuhi standar biofoam konvensional milik Synbra Technology yang menghasilkan biofoam dengan densitas 0,66 gr/cm³. Pada penelitian Iriani (2013) biofoam yang dihasilkan memiliki densitas berkisar 0,26-0,45 g/cm³ dan pada penelitian Salgado et al. (2008) menghasilkan biofoam dengan densitas berkisar 0,46-0,59 g/cm³.

3.3. Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air yaitu uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap biofoam tersebut terhadap air. Pada biofoam

diharapkan air yang terserap pada bahan sangat rendah. Pada penelitian ini, biofoam yang tidak ditambahkan filler memiliki daya serap air yang besar karena pada biofoam pati dan PVOH memiliki rongga-rongga yang besar dan banyak sehingga air dapat mudah terserap.

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa biofoam dengan penambahan filler 25% pada variasi suhu thermopressing 125°C memiliki daya serap air yang lebih rendah dibandingkan dengan variasi biofoam lainnya. Hal tersebut disebabkan karena komposisi filler yang tinggi, hal ini sesuai dengan penelitian Salgado et al. (2008) di mana peningkatan konsentrasi selulosa dapat mengurangi penyerapan air pada biofoam.

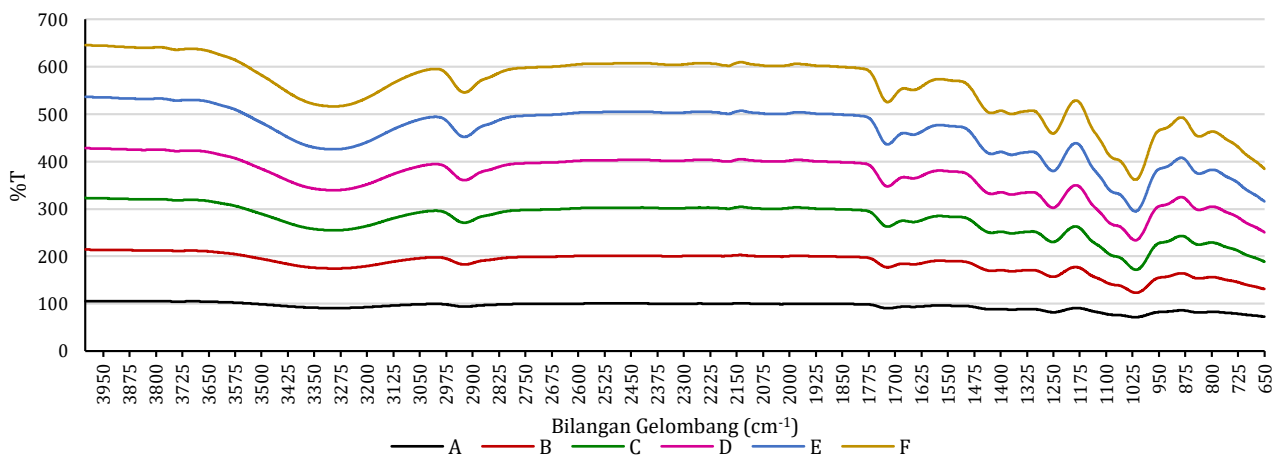


Gambar 2. Pengaruh variasi suhu thermopressing dan komposisi filler terhadap daya serap air biofoam

Biofoam yang ditambahkan filler mengandung serat yang dapat menahan pelarutan bahan dalam air sehingga menyebabkan biofoam cenderung memiliki nilai yang lebih kecil dari biofoam tanpa penambahan filler. Penambahan serat dapat meningkatkan kristalinitas produk biofoam. Selulosa yang merupakan kandungan utama dalam serat memiliki daerah kristalin yang lebih besar dibandingkan pati yang berstruktur mikrofibril yang lebih rapat. Hal ini dapat menghambat proses penyerapan air sehingga berdampak pada hasil daya serap air dari produk biofoam yang akan berkurang (Iriani, 2013).

3.4. Uji FTIR

Analisis gugus fungsi FTIR *biofoam* dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terkandung di dalam biofoam. Gambar 3 merupakan hasil analisis gugus fungsi FTIR biofoam. Gugus O-H merupakan pola karakteristik biofoam pada bilangan gelombang (wavenumber) 3200-3400 cm^{-1} , gugus C-H pada bilangan gelombang 2850-3000 cm^{-1} , gugus C=O pada bilangan gelombang 1705-1725 cm^{-1} , gugus C=C pada bilangan gelombang 1200-1300 cm^{-1} , gugus C-O pada bilangan gelombang 1025-1160 cm^{-1} dan gugus C-H pada bilangan gelombang 690-900 cm^{-1} .



Gambar 3. Hasil uji FTIR biofoam pada variasi suhu thermopressing dan komposisi filler (A) 125°C, 0%; (B) 150°C, 0%; (C) 175°C, 0%; (D) 125°C, 25%; (E) 150°C, 25%; (F) 175°C, 25%

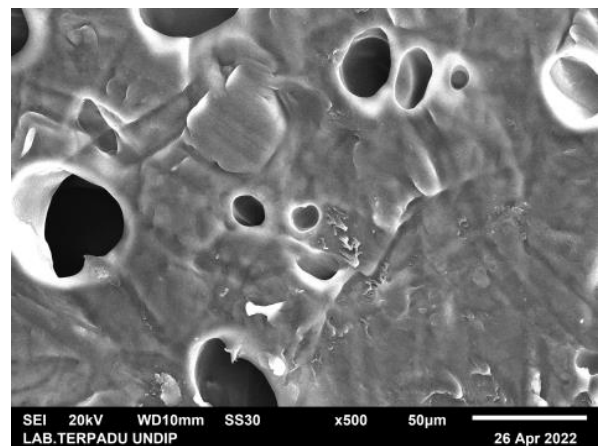
Pada Gambar 3 (A), (B), dan (C) hasil spektrum yang diperoleh yaitu $3284,95\text{ cm}^{-1}$, $3292,35\text{ cm}^{-1}$, dan $3294,16\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus O-H. Adanya gugus O-H ini berasal dari komponen utama penyusun pati yaitu amilosa dan amilopektin. Lalu muncul spektrum $2922,00\text{ cm}^{-1}$, $2922,34\text{ cm}^{-1}$, dan $2922,93\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus C-H. Kemudian muncul spektrum $1720,01\text{ cm}^{-1}$, $1720,52\text{ cm}^{-1}$, dan $1719,73\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus C=O. Setelah itu, muncul spektrum $1249,17\text{ cm}^{-1}$, $1251,52\text{ cm}^{-1}$, dan $1252,15\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus C=C. Selanjutnya muncul spektrum $1017,55\text{ cm}^{-1}$, $1013,35\text{ cm}^{-1}$, dan $1015,20\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus C-O. Selain itu, pada variasi suhu 125°C tidak muncul spektrum namun pada suhu 150°C dan 175°C muncul spektrum $836,50\text{ cm}^{-1}$ dan $835,39\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus C-H

Pada Gambar 3 (D), (E), dan (F) adanya spektrum $3300,21\text{ cm}^{-1}$, $3293,65\text{ cm}^{-1}$, dan $3290,17\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus O-H. Selanjutnya muncul spektrum $2922,98\text{ cm}^{-1}$, $2922,48\text{ cm}^{-1}$, dan $2922,27\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus C-H. Kemudian muncul spektrum $1720,84\text{ cm}^{-1}$, $1719,75\text{ cm}^{-1}$, dan $1720,30\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus C=O. Setelah itu, muncul spektrum $1249,61\text{ cm}^{-1}$, $1251,00\text{ cm}^{-1}$, dan $1250,44\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus C=C. Lalu juga muncul spektrum $1023,09\text{ cm}^{-1}$, $1017,22\text{ cm}^{-1}$, dan $1019,31\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus C-O. Selain itu muncul spektrum $833,92\text{ cm}^{-1}$, $834,65\text{ cm}^{-1}$, dan $834,64\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus C-H.

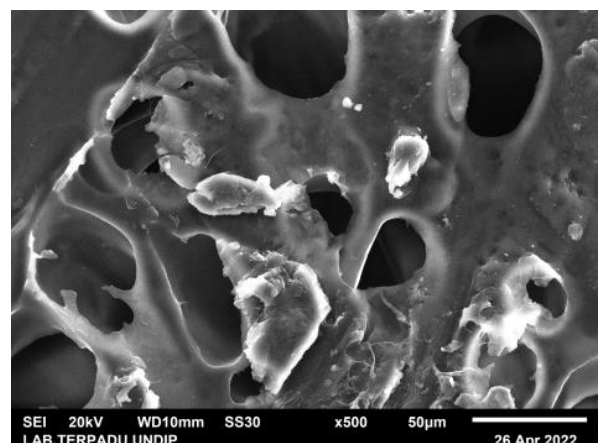
Berdasarkan analisis gugus fungsi FTIR di atas, terdapat gugus O-H dan C-O yang membuat biofoam mudah terdegradasi di dalam tanah. Hal ini disebabkan karena gugus O-H dan C-O bersifat hidrofilik atau mudah menyerap air. Hasil spektrum masing-masing biofoam dengan filler 0% dan 25% tidak menunjukkan adanya gugus fungsi baru yang terbentuk.

3.5. Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Untuk mengetahui morfologi pada permukaan biofoam dilakukan uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Uji SEM dapat mengetahui struktur dari biofoam berbahan campuran pati sorgum, jerami padi, dan PVOH. Berdasarkan uji daya serap air diperoleh biofoam dengan variasi terbaik yaitu sampel dengan suhu *thermopressing* 125°C dengan penambahan filler 0% dan 25%. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan hasil uji SEM masing-masing sampel biofoam tersebut.



Gambar 4. Uji SEM permukaan biofoam pada variasi suhu *thermopressing* 125°C dengan filler 0%

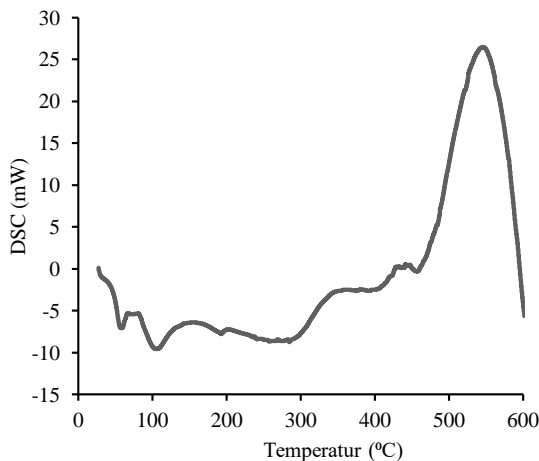


Gambar 5. SEM permukaan biofoam pada variasi suhu *thermopressing* 125°C dengan filler 25%

Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5, permukaan kedua biofoam terlihat granul-granul dan memiliki pori. Granul-granul tersebut kemungkinan besar adalah PVOH yang tidak tercampur dengan pati atau selulosa yang menyebabkan struktur permukaan biofoam tidak rata. Pada Gambar 5 terlihat bahwa struktur biofoam tidak rapat di mana masih terdapat rongga yang artinya filler tidak mengisi seluruh rongga di dalam biofoam.

3.6. Uji DSC (Differential Scanning Calorimetry)

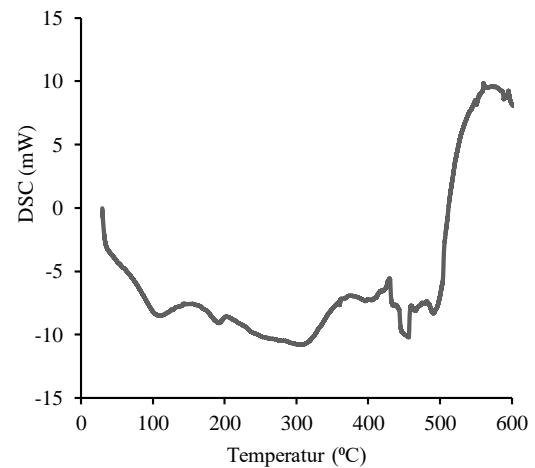
Uji DSC (Differential Scanning Electron) dilakukan untuk mengetahui sifat termal dari biofoam. Dari uji ini dapat diketahui transisi gelas dan titik leleh dari biofoam berbahan pati sorgum dan jerami padi. Dalam hal ini biofoam diharapkan mampu menahan panas untuk diaplikasikan pada kemasan makanan.



Gambar 6. Uji DSC biofoam pada variasi suhu *thermopressing* 125°C dengan *filler* 0%

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa uji DSC biofoam pada variasi suhu *thermopressing* 125°C dengan *filler* 0% memiliki titik transisi gelas pada suhu 58,44°C dan titik leleh (T_m) berada pada suhu 105,57°C. Sedangkan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa uji DSC biofoam pada variasi suhu *thermopressing* 125°C dengan *filler* 25% memiliki dua titik transisi gelas yaitu 109,24°C dan 191,75°C.

Adanya dua titik transisi gelas ini menunjukkan bahwa biofoam terdiri dari beberapa bahan yang memiliki transisi gelas yang berbeda. Biofoam dengan penambahan filler terdiri dari pati dan selulosa jerami padi, di mana masing-masing bahan tersebut memiliki titik transisi gelas yang berbeda. Selain itu, titik leleh biofoam berada pada suhu 456,36°C. Hasil uji DSC pada penelitian ini menunjukkan titik leleh yang cukup tinggi sehingga biofoam dapat diaplikasikan sebagai kemasan anti panas.

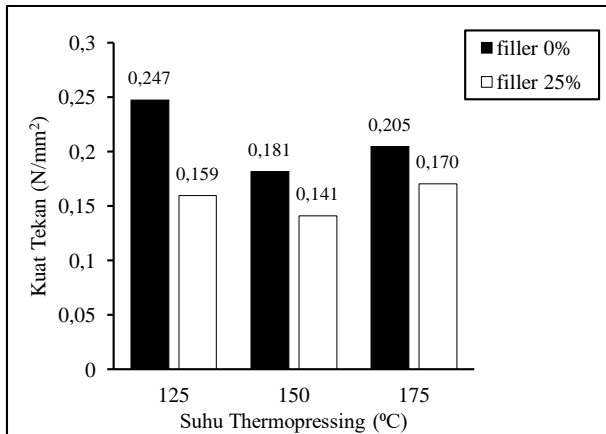


Gambar 7. Hasil DSC biofoam pada variasi suhu *thermopressing* 125°C dengan *filler* 25%

3.7. Uji Kuat Tekan

Gambar 8 menunjukkan pengaruh variasi suhu *thermopressing* dan komposisi *filler* terhadap kuat tekan biofoam. Nilai kuat tekan biofoam tertinggi terdapat pada variasi suhu *thermopressing* 125°C dengan *filler* 0% yaitu sebesar 0,247 N/mm². Dalam hal ini, penambahan filler berupa selulosa jerami padi dapat menurunkan nilai kuat tekan biofoam. Hal ini disebabkan karena tingginya kadar selulosa yang digunakan dalam pembuatan biofoam yaitu sebesar 25%. Kadar selulosa yang tinggi dapat menyebabkan air tidak dapat terikat sempurna dengan adonan sehingga kekentalan adonan menjadi rendah (Coniwati dkk, 2018). Kekentalan yang rendah dapat menyebabkan terjadinya ekspansi yang

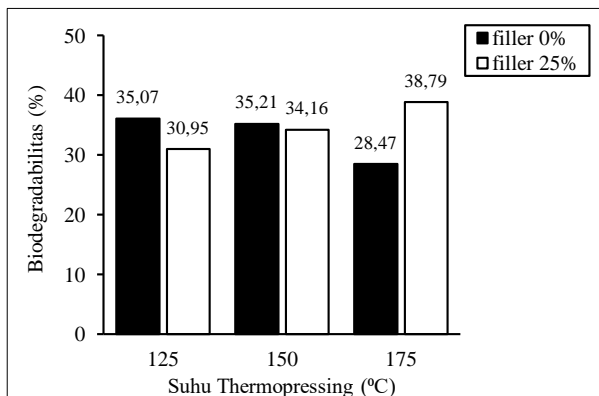
berlebihan sehingga biofoam menjadi lebih rapuh. Selain itu, komposisi filler yang rendah pada pembuatan biofoam akan meningkatkan kuat tekan, namun ketika komposisi filler melewati titik optimum maka partikel filler akan mengalami aglomerasi sehingga mengurangi nilai kuat tekan (Yudanto & Pudjihastuti, 2020).



Gambar 8. Pengaruh variasi suhu thermopressing dan komposisi filler terhadap kuat tekan biofoam

3.8. Uji Biodegradasi

Uji ini dilakukan untuk mengetahui waktu terurai biofoam di dalam tanah. Uji ini dilakukan berdasarkan EN13432 menggunakan metode soil burial test di mana sampel biofoam ditanam di dalam tanah pada selama waktu tertentu dengan mengamati perubahan berat sampel setiap hari.



Gambar 9. Pengaruh suhu thermopressing dan komposisi filler terhadap biodegradasi biofoam

Pada penelitian ini, penanaman sampel dilakukan selama 14 hari. Gambar 9 menunjukkan pengaruh suhu thermopressing dan komposisi filler terhadap biodegradasi biofoam. Berdasarkan European Union Standard (EN 13432), waktu maksimal yang dibutuhkan untuk biodegradable foam terurai dalam tanah adalah 6 sampai 9 bulan. Pada penelitian ini, waktu degradasi biofoam selama 14 hari berkisar antara 28,47-38,79% hal ini berarti selama ±50 hari biofoam telah terdegradasi secara sempurna di dalam tanah.

Tabel 2. Perbandingan antara biofoam berbahan baku pati sorgum dengan styrofoam dan biofoam komersil

Parameter	Styrofoam (EPS industry, ASTM C578 Type 1)	Biofoam komersial (Synbra technology)	Biofoam Sorgum
Densitas	0,014 gr/cm ³	0,66 gr/cm ³	0,449 gr/cm ³
Daya serap air	<4%	<2%	28,47%
Kuat tekan	0,068 N/mm ²	0,2 N/mm ²	0,247 N/mm ²
Biodegradasi	>100 tahun	<6 minggu	<8 minggu

4. Kesimpulan

Biofoam dari campuran pati sorgum, jerami padi dan PVOH dapat menjadi alternatif kemasan pengganti styrofoam. Hasil terbaik dari penelitian ini ialah biofoam pada variasi suhu thermopressing 125°C dengan penambahan filler 25%, yaitu densitas sebesar 0,449 gr/cm³, daya serap air sebesar 28,368%, kuat tekan sebesar 0,159 N/mm², biodegradasi selama 14 hari sebesar 30,95% dan titik leleh (T_m) sebesar 456,36°C.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Staff Laboratorium Kimia Terapan Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung. Staff Laboratorium Terpadu Universitas

Diponegoro. Staff Laboratorium Terpadu Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Staff LPPT Universitas Gajah Mada. Staff Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.

DAFTAR PUSTAKA

ABNT NBR NM ISO 535. 1999. Errata 1:2002

[ASTM] American Society for Testing And Materials. Standard Test Methods for Flexural Properties of Underforced And Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials Philadelphia, USA, ASTM (Annual Book of ASTM Standard)

CNN Indonesia. (2022). www.cnnindonesia.com/nasional/20220225173203-20764215/sampah-plastik-2021-naik-ke-116-juta-ton-khlk-sindir-belanja-online/amp

Coniwanti, P., Mu'in, R., Saputra, H. W., RA, M. A., & Robiansyah, R (2018). Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Rasio Serat daun Nanas dan Ampas Tebu pada Pembuatan Biofoam. *Jurnal Teknik Kimia*. 24(1), 1-7

EPS Industry Alliance. Properties, Performance and Design Fundamentals of Expanded Polystyrene Packaging. www.epsindustry.org

Ela, E., Rochmawati, R., & Selviana, S. (2016). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penggunaan Wadah Styrofoam Sebagai Kemasan Makanan Pada Penjual Makanan Jajanan Di Kota Pontianak Tahun 2016. *Jumantik*, 3(1).

Darni, Y., Aryanti, A., Utami, H., Lismeri, L., & Haviz, M. (2021). Kajian Awal Pembuatan Biofoam Berbahan Baku Campuran Pati dan Batang Sorgum. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri*, 2(2), 13-19.

Irawana, C., & Aliaha, A. (2018). Biodegradable Foam dari Bonggol Pisang dan Ubi Nagara sebagai Kemasan Makanan yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 10(1), 33.

Iriani, E. S. (2013). Pengembangan produk biodegradable foam berbahan baku campuran tapioka dan ampok.

Saini, J. K., Saini, R., & Tewari, L. (2015). Lignocellulosic agriculture wastes as biomass feedstocks for second-generation bioethanol production: concepts and recent developments. *3 Biotech*, 5(4), 337-353.

Salgado, P. R., Schmidt, V. C., Ortiz, S. E. M., Mauri, A. N., & Laurindo, J. B. (2008). Biodegradable foams based on cassava starch, sunflower proteins and cellulose fibers obtained by a baking process. *Journal of Food engineering*, 85(3), 435-443.

Suarni. (2004). Evaluasi Sifat Fisik dan Kandungan Kimia Biji Sorgum Setelah Yudanto, Y. A., & Pudjihastuti, I. (2020). Characterization of physical and mechanical properties of Biodegradable foam from maizena flour and paper waste for Sustainable packaging material. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 5(8), 1-8. Penyosohan. *Jurnal Stigma* xii(1), 88 – 91.

Yudanto, Y. A., & Pudjihastuti, I. (2020). Characterization of Physical and Mechanical Properties of Biodegradable Foam from Maizena Flour and Paper Waste for Sustainable Packaging Material. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 5(8), 1-8.