



Pengaruh Penambahan *Blowing Agent* pada Pembuatan Biofoam Berbasis Pati Sorgum dengan Metode *Cross-Linking*

Yuli Darni¹, Septiana Ekandari², Simparmin Br Ginting³, Lia Lismeri⁴, Nindya Indah Kusumawardani⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

Email : yuli.darni@eng.unila.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterima 10/11/2025
Direvisi 01/12/2025

Kata kunci:
Biofoam

Blowing agent

Pati sorgum

Polivinil Alkohol

ABSTRAK

Biofoam atau *Biodegradable foam* adalah kemasan ramah lingkungan pengganti *styrofoam* yang berbahan dasar pati dan polivinil alkohol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *blowing agent* pada pembuatan biofoam berbasis pati sorgum dengan metode *Cross-Linking*. Variabel yang digunakan yaitu konsentrasi *blowing agent* 0%, 10%, 12%, 15%, dan 18% w/w dari pati sorgum. Proses pembuatan *biofoam* menggunakan metode *Thermopressing* dengan suhu 125 °C selama 15 menit. Pada *biofoam* dilakukan uji sifat fisik yaitu densitas, daya serap air, uji biodegradasi untuk mengetahui waktu terurai *biofoam* di dalam tanah, dan uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam *biofoam* dan uji sifat mekanik yaitu kuat tekan. Hasil *biofoam* terbaik yaitu *biofoam* dengan penambahan *blowing agent* sebesar 10% dengan nilai densitas sebesar 0,661 gr/cm³, daya serap air sebesar 23,26%, biodegradasi selama 30 hari sebesar 73,585%, dan kuat tekan sebesar 0,192 MPa.

1. Pendahuluan

Salah satu alternatif untuk mengurangi bahaya negatif dari penggunaan *styrofoam* adalah menggunakan *biodegradable foam* yang lebih aman dan tidak mencemari lingkungan. *Biodegradable foam* dibentuk dari biopolimer yaitu bahan yang dihasilkan dari alam. Bahan yang banyak digunakan dalam pembuatan *biofoam* adalah pati. Pati merupakan salah satu hasil pertanian yang amat potensial menjadi bahan pembuatan barang sekali pakai karena biaya yang murah dan ketersediaannya berlimpah [10].

Pada penelitian kali ini akan dilakukan pembuatan *biofoam* menggunakan biji sorgum yang telah dimodifikasi menggunakan metode *Cross-Linking*

dengan penambahan monosodium fosfat (MSP). Keuntungan dari penggunaan metode *Cross-Linking* adalah dapat menghasilkan pati dengan *swelling power* yang kecil dimana hal ini akan memperkuat granula pati dan menjadikan pati lebih tahan terhadap medium asam dan panas sehingga tidak mudah pecah pada saat pemanasan. Selain itu penelitian [11] menyatakan bahwa metode *Cross-linking* dapat meningkatkan tekstur, viskositas, *paste clarity*, *gel strength*, dan *adhesiveness* pati. Di sisi lain, metode ini memiliki kekurangan yaitu menjadikan *solubility*, *sediment volume*, *gel elasticity*, dan *freeze-thaw stability* pati menurun. Metode *cross-linking* dilakukan dengan cara menambahkan granula pati dengan reagen *cross-linking*.

Pembuatan *biofoam* dalam penelitian ini juga ditambahkan PVOH sebagai bahan aditif yang dapat memperbaiki karakteristik sifat fisik dan mekanik dari *biofoam* yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian [6] penambahan bahan aditif PVOH dapat mengurangi daya serap air, seperti terjadinya penurunan daya serap air, penurunan kemampuan degradasi, peningkatan nilai kuat tarik, penurunan nilai densitas, dan peningkatan kemampuan ekspansi dibandingkan pati alami.

Selain itu, upaya memperbaiki karakteristik *biofoam* adalah dengan menambahkan natrium bikarbonat (NaHCO_3) sebagai *blowing agent* yang mampu melepaskan gas karbon dioksida selama reaksi dekomposisi dan menghasilkan rongga udara untuk meningkatkan nilai *swelling power* pada *biodegradable foam* yang dihasilkan. Menurut [9], konsentrasi natrium bikarbonat sebagai *blowing agent* bervariasi untuk menghasilkan morfologi dan sifat *biodegradable foam* yang diinginkan. Pada penelitiannya konsentrasi natrium bikarbonat terbaik yaitu 12% terhadap jumlah pati. Penelitian yang dilakukan [8], ditambahkan asam sitrat sebagai aktivator untuk meningkatkan gas yang dihasilkan oleh campuran natrium bikarbonat. Penambahan asam sitrat dalam pembuatan *biodegradable foam* dapat menghasilkan dua kali lebih banyak gas CO_2 . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi *blowing agent* yang paling tepat terhadap karakteristik *biodegradable foam* yang dihasilkan.

Biodegradable foam pada penelitian ini juga ditambahkan kitosan sebagai *filler* yang mampu meningkatkan karakteristik *biofoam* yang dihasilkan. Penambahan kitosan dinilai dapat mempengaruhi daya serap air, dimana semakin besar konsentrasi kitosan yang ditambahkan dalam adonan, *biofoam* yang dihasilkan akan bersifat sukar menyerap air. Pada penelitian [4] penambahan kitosan sebesar 20% w/w yang memiliki daya serap air 4,95%, densitas sebesar $1,2 \text{ g/m}^3$, kemampuan degradasi sebesar 25,12% dan kekuatan tarik sebesar 1,27 M.Pa.

2. Metodologi

2.1. Alat dan bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati. Salah satu pati yang digunakan dalam pembuatan *biodegradable foam* adalah pati sorgum. Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan tanaman asli daerah tropis dan subtropis di Pasifik Tenggara dan Australia, termasuk Australia, Selandia Baru dan Papua. Sorgum merupakan tanaman dari keluarga Poaceae. Sorgum memiliki 32 spesies, dan *Sorghum bicolor* (japonicum) adalah spesies yang paling sering dibudidayakan [12]. Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan tanaman serelia yang

banyak tumbuh di Indonesia dan dapat dimanfaatkan dalam pembuatan *biodegradable foam*. Bagian sorgum yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan *biodegradable foam* salah satunya adalah biji sorgum. Biji sorgum memiliki kandungan pati yang cukup tinggi yaitu 82,5% [3].

Selain pati, pembuatan *biodegradable foam* ini juga menggunakan monosodium fosfat, PVOH, NaHCO_3 sebagai *blowing agent*, dan aquades. Pembuatan *biodegradable foam* dalam penelitian ini menggunakan metode *Thermopressing* dengan cetakan berbentuk lingkaran yang berdiameter 7 cm. Variasi penambahan *blowing agent* pada penelitian ini adalah 0%, 10%, 12%, 15%, dan 18%.

2.2. Prosedur percobaan

Bagian sorgum yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan *biofoam* ini adalah bagian biji sorgum. Biji sorgum yang akan dipakai direndam dalam air hingga lunak agar mempermudah saat ditumbuk, kemudian ditiriskan. Setelah ditiriskan biji sorgum ditumbuk hingga halus, lalu dikeringkan hingga beratnya konstan. Serbuk sorgum direndam dengan aquades dengan perbandingan 1:2 dan disimpan di dalam kulkas dengan suhu 4°C selama 12 jam untuk memisahkan kotoran yang ada pada serbuk sorgum. Kemudian sorgum disaring dan endapannya dijemur di bawah sinar matahari hingga kadar airnya berkurang. Setelah itu endapan akan dikeringkan menggunakan oven hingga kadar airnya dibawah 14% dengan suhu 40°C . Serbuk sorgum yang dihasilkan ditumbuk kembali hingga halus kemudian pati yang dihasilkan disimpan di dalam *ziplock bag*.

Modifikasi pati sorgum pada penelitian ini menggunakan metode *Cross-Linking*. Pati sorgum ditimbang sebanyak 200 gram kemudian ditambahkan ke dalam 30 gram Natrium Sulfat (Na_2SO_4) yang telah dilarutkan dengan aquades sebanyak 300 ml. Monosodium Fosfat sebanyak 10 gram ditambahkan ke dalam larutan pati dan dilakukan pengadukan selama 10 menit. PH larutan diatur menjadi 9,5 menggunakan NaOH 0,5 M disertai pengadukan selama 20 menit dalam suhu ruang. Setelah itu larutan dipanaskan dengan suhu 45°C selama 30 menit di dalam *water bath*. Larutan ditambahkan HCl 1 M hingga pH mencapai 6 disertai pengadukan. Larutan difiltrasi menggunakan kertas saring dan *vacuum filter*. *Slurry* yang tertinggal dicuci dengan aquades hingga pH mencapai ± 7 . Endapan pati dikeringkan pada suhu 40°C hingga kering lalu diayak menggunakan ayakan 200 mesh, kemudian disimpan di dalam *ziplock bag*.

Pembuatan *biofoam* pada penelitian ini dilakukan dengan menambahkan variasi *blowing agent* 0%, 10%, 12%, 15%, dan 18%. Pati yang telah dimodifikasi ditimbang sebanyak 3,13 gram. Kemudian membuat

larutan kitosan sebanyak 1,2 gram dengan asam asetat lalu diaduk hingga homogen. Adonan *biofoam* dibuat dengan menambahkan larutan kitosan, 0,15 gram magnesium stearat, gliserol, 3,13 gram polivinil alkohol, isolat protein murni 0,31 gram dan *blowing agent* sesuai yang divariasikan. Aquades ditambahkan ke dalam campuran bahan lalu dilakukan pengadukan menggunakan spatula. Kemudian adonan dimasukkan ke dalam cetakan dan dilakukan proses *thermopressing* pada suhu 125°C selama 15 menit. *Biofoam* dikeluarkan dari cetakan dan dibiarkan selama 30 menit. Simpan *biofoam* dalam *ziplock bag* untuk selanjutnya dilakukan analisis.

2.3. Analisis

Biofoam yang telah terbentuk selanjutnya akan dilakukan analisis meliputi uji sifat fisik yaitu densitas, daya serap air, uji biodegradasi untuk mengetahui waktu terurai *biofoam* di dalam tanah, dan uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam *biofoam* dan uji sifat mekanik yaitu kuat tekan.

Pengujian densitas dilakukan dengan cara memotong *biofoam* berukuran 2 x 2,5 cm² kemudian

mengukur ketebalan *biofoam* menggunakan jangka sorong sehingga dapat dihitung volumenya. Pengujian daya serap air bertujuan untuk mengetahui seberapa besar *biofoam* mampu menyerap air pada saat dicelupkan ke dalam air selama waktu yang ditentukan. Uji daya serap air merupakan pengukuran daya serap air dengan cara membandingkan hasil presentase antara massa basah dan massa kering.

Uji kuat tekan yaitu pengukuran tekanan yang dibutuhkan untuk menghancurkan sampel *biofoam* dengan UTM dan bertujuan untuk mengetahui kekuatan *biofoam* dalam melindungi produk yang akan dikemas. Nilai yang tinggi menggambarkan bahwa sampel relatif keras sedangkan nilai rendah menunjukkan sampel lunak dan mudah ditekan [7]. Analisis gugus fungsi FTIR *biofoam* dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terkandung di dalam *biofoam*. Uji biodegradasi untuk mengetahui seberapa lama kemampuan terurainya *biofoam*. Uji ini dilakukan berdasarkan EN13432 dengan metode *soil burial test* yaitu dengan cara menguburkan *biofoam* di dalam tanah selama waktu tertentu. Pada penelitian ini dilakukan selama 30 hari..

3. Hasil dan pembahasan

Biodegradable foam dilakukan uji karakteristik fisik dan mekanik dan didapatkan hasil analisa hubungan antara daya serap air,

densitas, kuat tekan dan biodegradabilitas terhadap variasi *blowing agent* pada tabel berikut:

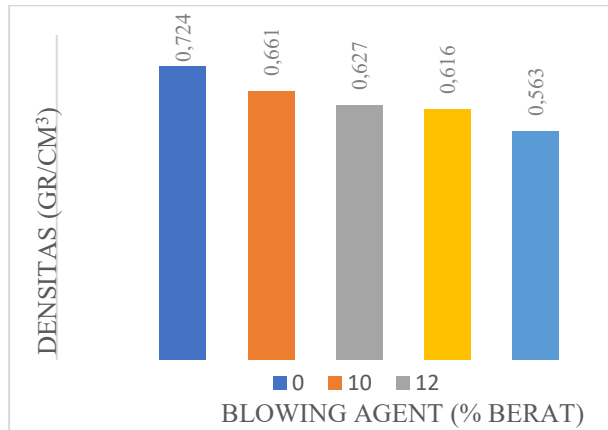
Sampel	<i>Blowing Agent</i> (%)	Densitas (gr/cm ³)	Daya Serap Air (%)	Biodegradabilitas (%)	Kuat Tekan (N/mm ²)
1	0	0,724	21,97	72,050	0,167
2	10	0,661	23,26	73,585	0,192
3	12	0,627	26,40	77,215	0,153
4	15	0,616	28,93	79,487	0,138
5	18	0,563	32,48	83,226	0,101
<i>Biofoam komersial</i> ^a	-	0,66	<2	-	0,2
<i>Styrofoam</i> ^b	-	0,014	<4	-	0,068

^a*Synbra Technology*

^b*EPS Industry* [2]

3.1 Hasil Uji Densitas *Biodegradable Foam*

Hasil uji densitas *biodegradable foam* dan hubungan antara nilai densitas dengan *blowing agent* dapat dilihat pada Gambar berikut:

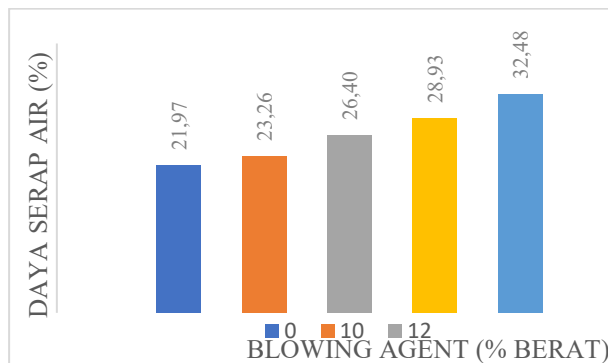


Gambar 1. Pengaruh Penambahan *Blowing Agent* Terhadap Densitas *Biofoam*

Pada **Gambar 1** menunjukkan bahwa *Biofoam* dengan variasi *blowing agent* 0% memiliki densitas *biofoam* lebih besar daripada variasi *blowing agent* pada *biofoam* yang lainnya yaitu sebesar 0,724 g/cm³. Jika dibandingkan dengan densitas *styrofoam* yaitu sebesar 0,014 g/cm³ maka densitas *biofoam* pada penelitian ini masih cukup tinggi, yang berkisar antara 0,563-0,724 g/cm³. Namun memenuhi standar dengan *biofoam* komersial milik *Synbra Technology* yang memiliki densitas sebesar 0,66 gr/cm³.

3.2 Hasil Uji Daya Serap Air *Biodegradable Foam*

Hubungan hasil uji daya serap air terhadap penambahan *blowing agent* pada *biodegradable foam* dapat dilihat pada gambar berikut:

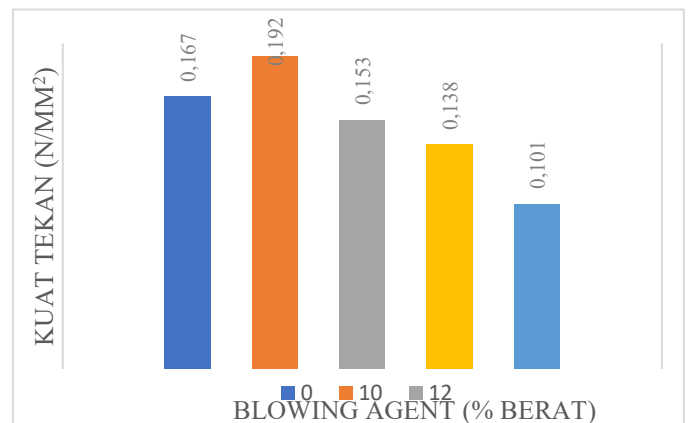


Gambar 2. Pengaruh Variasi *Blowing Agent* Terhadap Daya Serap Air *Biofoam*

Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada **Gambar 2** daya serap air pada *biofoam* meningkat seiring bertambahnya *blowing agent*. Hal ini dikarenakan penambahan *blowing agent* meningkatkan porositas dan ekspansi dari *biofoam*, sehingga semakin banyak *blowing agent* semakin besar juga daya serap airnya. Tingginya daya serap air pada *biofoam* juga disebabkan karena bahan baku yang digunakan yaitu pati dengan sifatnya yang hidrofilik. Pada penelitian ini, nilai daya serap air yang paling rendah ditemukan pada *biofoam* tanpa penambahan *blowing agent* yaitu sebesar 21,97%. Jika dibandingkan dengan *styrofoam* dan *biofoam* komersial yang memiliki daya serap air <4% dan <2%, maka daya serap air pada *biofoam* yang dihasilkan pada penelitian ini masih jauh lebih tinggi.

3.3 Hasil Uji Kuat Tekan *Biodegradable Foam*

Pengaruh variasi *blowing agent* terhadap hasil uji kuat tekan *biodegradable foam* dapat dilihat pada gambar berikut:



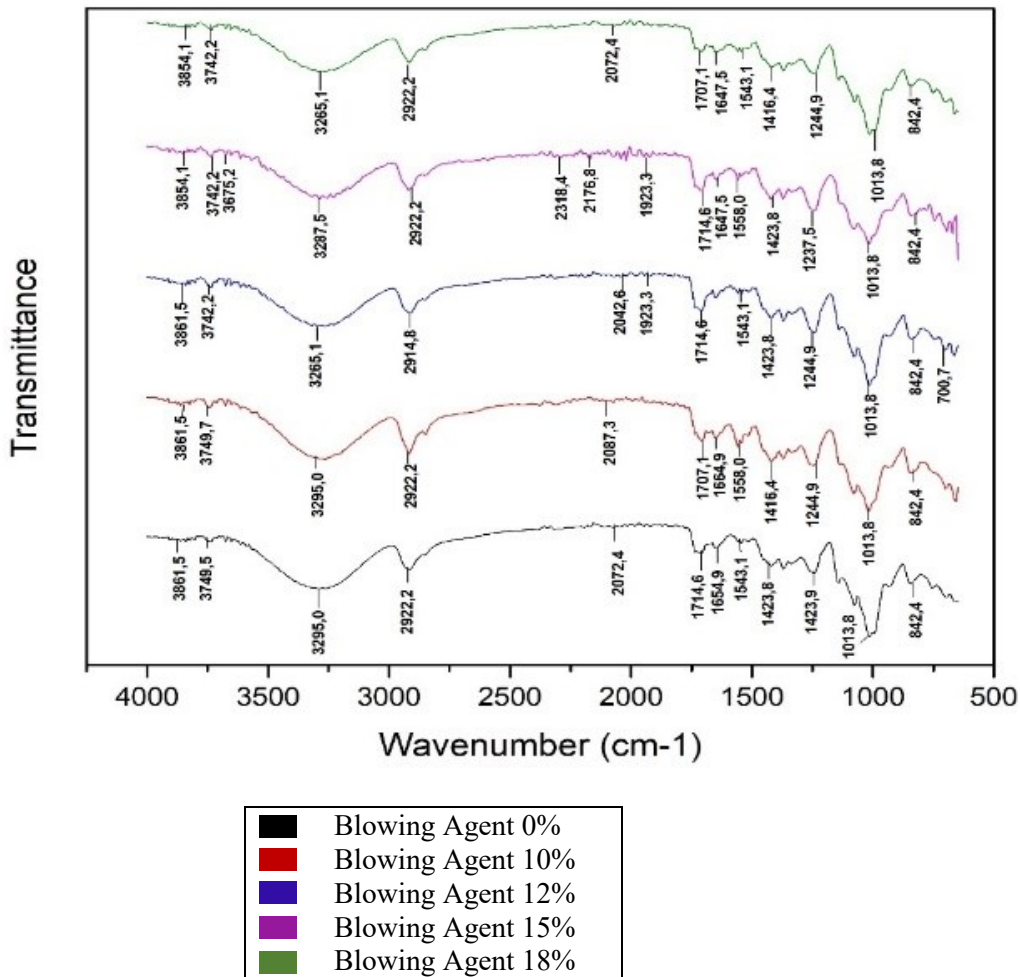
Gambar 3. Pengaruh Variasi *Blowing Agent* Terhadap Kuat Tekan *Biofoam*

Berdasarkan analisis yang ditunjukkan pada **Gambar 3** dapat dilihat bahwa kuat tekan pada sampel *biofoam* tertinggi terdapat pada penambahan *blowing agent* 10% yaitu sebesar 0,192 N/mm². Penurunan nilai kuat tekan berbanding lurus dengan penambahan *blowing agent* yang semakin besar. Hal ini dikarenakan penambahan *blowing agent* pada pembuatan *biofoam* berbasis pati sorgum akan mendorong terbentuknya porositas pada dinding sel sehingga sel mudah mengalami kerusakan (deformasi) yang menyebabkan nilai kuat tekan semakin menurun [5]. Jika dibandingkan dengan standar kuat tekan *styrofoam* yaitu 0,068 N/mm², nilai kuat tekan

biofoam yang dihasilkan dari penelitian ini yang berkisar antara 0,141 N/mm² – 0,246 N/mm² jauh lebih tinggi, namun mendekati standar *biofoam* milik *Synbra Technology* yang memiliki kuat tekan 0,2 N/mm².

3.4 Hasil Analisis Gugus Fungsi FTIR *Biodegradable Foam*

Analisis gugus fungsi FTIR *biofoam* dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terkandung di dalam *biofoam*, hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Grafik Gugus Fungsi FTIR pada Variasi *Blowing Agent*

Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada **Gambar 4** Hasil spektrum yang diperoleh pada *biofoam* tanpa penambahan *blowing agent* yaitu 3295,0 cm-1 menunjukkan daerah serapan 3100-3700 cm-1 yang merupakan daerah gugus fungsi O-H. Selanjutnya muncul spektrum 2922,2 cm-1 menunjukkan daerah serapan 2850-3000 cm-1 yang merupakan daerah gugus fungsi C-H dari alkana yang berasal dari senyawa polivinil alkohol. Spektrum 1714,6 cm-1 menunjukkan adanya gugus C=O dari keton. Spektrum 1543,1 cm-1 menunjukkan adanya gugus C=C. Kemudian

muncul spektrum 1013,8 cm-1 yang menunjukkan daerah serapan 1000-1300 cm-1 merupakan gugus fungsi C-O. Selain itu, muncul spektrum 842,4 cm-1 yang menunjukkan adanya gugus C-H aromatik.

Pada *biofoam* dengan penambahan *blowing agent* 10% diperoleh spektrum sebesar 3295,0 cm-1 menunjukkan adanya gugus fungsi O-H. Selanjutnya muncul spektrum 2922,2 cm-1 menunjukkan gugus fungsi C-H dan spektrum 1707,1 cm-1 menunjukkan adanya gugus C=O. Spektrum 1558,0 cm-1 menunjukkan adanya gugus C=C. Kemudian muncul spektrum 1013,8 cm-1

yang menunjukkan adanya gugus fungsi C-O. Selain itu, muncul spektrum 842,4 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus C-H aromatik.

Pada *biofoam* dengan penambahan *blowing agent* 12% diperoleh spektrum sebesar 3265,1 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus fungsi O-H. Selanjutnya muncul spektrum 2914,8 cm⁻¹ menunjukkan gugus fungsi C-H dan spektrum 1714,6 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C=O. Spektrum 1543,1 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C=C. Kemudian muncul spektrum 1013,8 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus fungsi C-O. Selain itu, muncul spektrum 842,4 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus C-H aromatik.

Pada *biofoam* dengan penambahan *blowing agent* 15% diperoleh spektrum sebesar 3287,5 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus fungsi O-H. Selanjutnya muncul spektrum 2922,2 cm⁻¹ menunjukkan gugus fungsi C-H dan spektrum 1714,6 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C=O. Spektrum 1558,0 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C=C. Kemudian muncul spektrum 1013,8 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus fungsi C-O. Selain itu, muncul spektrum 842,4 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus C-H aromatik.

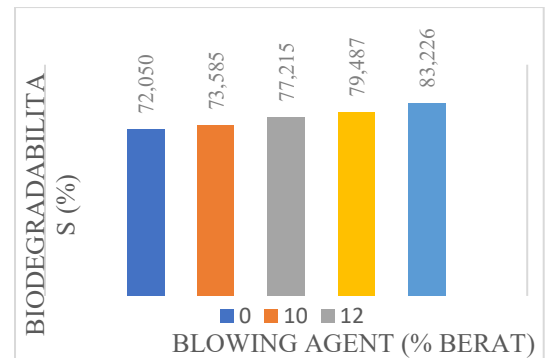
Pada *biofoam* dengan penambahan *blowing agent* 18% diperoleh spektrum sebesar 3265,1 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus fungsi O-H. Selanjutnya muncul spektrum 2922,2 cm⁻¹ menunjukkan gugus fungsi C-H dan spektrum 1707,1 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C=O. Spektrum 1543,1 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C=C. Kemudian muncul spektrum 1013,8 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus fungsi C-O. Selain itu, muncul spektrum 842,4 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus C-H aromatik.

Berdasarkan hasil analisis gugus fungsi FTIR, adanya gugus O-H, C-O, C=O yang bersifat hidrofilik dan mengikat molekul air menandakan kemampuan degradasi pada *biofoam*. Spektrum yang ditunjukkan pada masing-masing *biofoam* tidak menunjukkan adanya perbedaan dan gugus fungsi baru yang terbentuk.

3.5 Hasil Uji Biodegradasi *Biodegradable Foam*

Uji biodegradasi untuk mengetahui seberapa lama kemampuan terurainya *biofoam*. Uji ini dilakukan berdasarkan EN13432 dengan metode *soil burial test* yaitu dengan cara menguburkan *biofoam* di dalam tanah selama waktu tertentu.

Pada penelitian ini dilakukan selama 30 hari dan didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 5. Pengaruh Variasi *Blowing Agent* Terhadap Biodegradabilitas *Biofoam* selama 30 hari

Pada **Gambar 5** dapat dilihat laju degradasi sampel *biofoam* pada masing-masing variasi *blowing agent*. Berdasarkan analisis yang dilakukan selama 30 hari didapatkan laju degradasi sampel *biofoam* berkisar antara 72,050%–83,226%. Biodegradabilitas tertinggi terdapat pada sampel *biofoam* dengan penambahan *blowing agent* 18% yaitu sebesar 83,226%. Sedangkan biodegradabilitas terendah terdapat pada sampel *biofoam* tanpa penambahan *blowing agent* yaitu sebesar 72,050%. Perbedaan biodegradabilitas disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya bisa disebabkan oleh kondisi tanah. Tanah yang subur dan lembab mampu meningkatkan laju degradasi dibandingkan tanah yang kering. Berdasarkan *Standard European Union* (EN 13432), *biodegradable foam* harus dapat terdegradasi dalam waktu maksimal 6 bulan sampai 9 bulan [1].

4. Kesimpulan

Biofoam yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki karakteristik terbaik yaitu *biofoam* dengan variasi penambahan *blowing agent* sebesar 10%, yaitu dengan densitas sebesar 0,661 gr/cm², daya serap air sebesar 23,26%, kuat tekan sebesar 0,192 N/mm², dan biodegradasi selama 30 hari sebesar 73,585%. Berdasarkan hasil penelitian ini, daya serap air pada *biofoam* yang dihasilkan masih sangat tinggi disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan dengan perlakuan modifikasi pati yang tepat, optimasi rasio bahan-bahan yang digunakan dan juga penambahan filler yang bersifat hidrofobik untuk mengantisipasi terbentuknya gugus OH yang bersifat hidrofilik..

Daftar Pustaka

- [1] Darni, Y., Amalia, F., Azwar, E., Utami, H., Lismeri, L., Azhar, dan Haviz, M. Pemanfaatan Jerami Padi sebagai *Filler* dalam Pembuatan *Biodegradable Foam (Biofoam)*. Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri, 03(02), 018–026, 2022.
- [2] EPS *Industry Alliance*. *Properties, Performance and Design Fundamentals of Expanded Polystyrene Packaging*. [EPS Industry Alliance](#)
- [3] Suarni., Aqil, M. dan Firmansyah, I. U. Penanganan Pascapanen Sorgum. Sorgum Inovasi Teknologi dan Pengembangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Agroinovasi Sinar Tani, 2013.
- [4] Hendrawati, N., Dewi, E. N. dan Santosa, S. Karakterisasi *Biodegradable Foam* dari Pati Sagu Termodifikasi dengan Kitosan Sebagai Aditif, J. Tek. Kim. dan Ling., vol. 3, no. 1, hal. 47, 2019.
- [5] Hendrawati, N., Wibowo, A. A. dan Chrisnandari, R. D. *Biodegradable Foam* dari Pati Sagu Terasetilasi dengan Penambahan *Blowing Agent* NaHCO_3 . Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan, 4(2), 186–195, 2020.
- [6] Hendrawati, N., Wulansari, D., Prasetya, C.A. Pengaruh Penambahan Polivinil Alkohol (PVOH) pada Pembuatan *Biodegradable Foam* dari Pati Sagu Tidak Dimodifikasi dan Termodifikasi, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Kimia. Politeknik Negeri Malang, 2018.
- [7] Iriani, E. S. Pengembangan Produk *Biodegradable Foam* Berbahan Baku Campuran Tapioka dan Ampok. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, 2013.
- [8] Lansing, B. J. *Mechanical and Physical Characterization of Foams made of Gelatinized Starch and Prepolymer Polyurethane*, Thesis, Dept of Packaging Science Rochester Institute of Technology. New York. 2016.
- [9] Najib, N., Ariff, N., Manan, N., Bakar, A. dan Sipaut, C. *Effect of Blowing Agent on Cell Morphology and Acoustic Absorption of Natural Rubber Foam*, J. Phys. Sci., vol. 20, no. 1, hal. 13–25, 2009.
- [10] Nofar, M., Ameli, A. and Park, C. B. *Development of polylactide bead foams with double crystal melting peaks*. *Polymer*, 69, 83–94, 2015.
- [11] Raina, C., Singh, S., Bawa, A., and Saxena, D. *Some characteristics of acetylated, crosslinked and dual modified Indian rice starches: European Food Research and Technology*, v. 223, p. 561-570, 2006.
- [12] Rifa'i, H., Ashari, S. dan Damanhuri. *Appearance of 36 Accessions of Sorghum (Sorghum bicolor L.)*. Jurnal Produksi Tanaman. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya., vol. 3, no.4, hal 330 – 337, 2015.