

Kajian Awal Pembuatan Biofoam Berbahan Baku Campuran Pati dan Batang Sorgum

Yuli Darni*, Annisa Aryanti, Herti Utami, Lia Lismeri, Muhammad Haviz

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

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

Abstrak

Biofoam merupakan produk kemasan yang dapat menggantikan *styrofoam* untuk mengurangi penggunaan *styrofoam* yang terbuat dari bahan baku alami berupa pati dengan tambahan serat untuk memperkuat strukturnya. Di Indonesia berpotensi besar untuk membuat *biodegradable foam* karena banyak tanaman penghasil pati yang tumbuh seperti tanaman Sorgum (*Sorgum bicolor L.*) Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah produk biofoam dengan bahan baku pati dan batang sorgum dapat menjadi alternatif penggunaan *styrofoam*. Variasi komposisi pada penelitian ini yaitu komposisi batang sorgum 0% dan 5% dari berat kering dan komposisi PVOH 0% dan 30% dari berat kering. Pembuatan Biofoam ini dilakukan dengan metode *thermopressing*. hasil terbaik dari penelitian ini ialah biofoam 4 dengan variasi komposisi pati : batang : pvoh yaitu 6,5:0,5: 3 dengan densitas sebesar 0,72 gr/cm³, daya serap air sebesar 25%, kuat tekan sebesar 0,384 Mpa, biodegradasi 55,5% selama 60 hari dan titik leleh (Tm) 93,25°C.

Kata kunci: Biofoam, Pati Sorgum, Batang Sorgum, PVOH

1. Pendahuluan

Ketergantungan masyarakat Indonesia terhadap plastik masih relatif tinggi hingga saat ini. Karena plastik lebih murah, lebih mudah dibuat, tidak mudah pecah dan lebih ringan dibandingkan dengan material lain seperti logam dan kaca. Plastik yang sering digunakan masyarakat sampai saat ini merupakan plastik konvensional yang terbuat dari petroleum atau minyak bumi yang sulit diurai sehingga membuat plastik terus menerus mengotori bumi, dari daratan hingga lautan. Menurut Jambeck (2015), Indonesia berada di peringkat kedua dunia sebagai penghasil sampah plastik ke laut yang mencapai sebesar 187,2 juta ton setelah China yang mencapai 262,9 juta ton. Cordova (2019) menyatakan bahwa dari 59% sampah plastik yang mengalir di sembilan muara sungai di sekitar Jakarta, sampah yang mendominasi adalah sampah *styrofoam*. *Styrofoam* adalah nama dagang dari *polystyrene* ini berdampak negatif untuk lingkungan. Menurut Dinas Lingkungan Hidup (2019),

Sampah *styrofoam* tidak bisa terurai di tanah sehingga hanya bisa menumpuk dan merusak lingkungan. *Styrofoam* sebenarnya tidak cocok digunakan untuk kemasan produk makanan dan minuman karena *styrofoam* juga memberi dampak negatif bagi kesehatan tubuh. *Styrofoam* mengandung zat yang karsinogenik dan saat terkena suhu panas, *polystyrene* dapat melepaskan *styrene* yang dapat mengganggu sistem syaraf dan otak, serta dapat berdampak pada genetik, paru-paru, hati dan kekebalan tubuh (Warlina, 2019).

Solusi dari masalah penumpukan sampah *styrofoam* ini salah satunya adalah membuat plastik yang mudah diurai atau disebut dengan *biodegradable foam* atau biofoam. Biofoam terbuat dari bahan-bahan yang dapat diurai oleh pengurai seperti bahan yang berasal dari tumbuhan yaitu pati. Pati merupakan biopolimer karbohidrat yang dapat terdegradasi secara mudah di alam dan bersifat dapat diperbarui. Di Indonesia berpotensi besar untuk

membuat *biodegradable foam* karena banyak tanaman penghasil pati yang tumbuh seperti tanaman Sorgum (*Sorgum bicolor L.*) merupakan tanaman serelia yang beberapa bagiannya dapat dimanfaatkan sebagai bahan membuat *biodegradable foam* seperti biji sorgum dan batangnya. Biji Sorgum memiliki kandungan pati yang cukup tinggi yaitu 80,42% (Suarni, 2004).

Pada penelitian kali ini akan dilakukan pembuatan biofoam dari pati biji sorgum, serbuk batang sorgum dan PVOH sebagai polimer sintetik. Proses pembuatannya menggunakan teknologi *Thermopressing*. Biofoam dianalisis dengan uji kuat tekan, densitas, daya serap air, DSC (*Differential Scanning Calorimetry*), SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan Biodegradasi. Dengan bahan baku pati sorgum yang memiliki kandungan pati yang cukup tinggi dan batang sorgum yang memiliki serat tinggi serta PVOH sebagai polimer sintetik diharapkan menghasilkan *biodegradable foam* yang dapat menggantikan penggunaan *styrofoam*.

2. Metodologi

Bahan baku yang digunakan ialah pati sorgum, batang sorgum, polivinil alkohol (PVOH), aquades. Variasi komposisi pada penelitian ini yaitu komposisi batang sorgum 0% dan 5% dari berat kering dan komposisi PVOH 0% dan 30% dari berat kering. Pada penelitian ini menggunakan metode *thermopressing* dengan cetakan berbentuk lingkaran dengan diameter 7 cm.

2.1. Preparasi bahan baku pati dan batang sorgum

Pati sorgum dihasilkan dari biji sorgum, mula-mula biji sorgum direndam dalam air sampai empuk, lalu ditiriskan. Setelah ditiriskan, biji sorgum ditumbuk hingga halus. Setelah itu serbuk dikeringkan dengan dijemur sampai beratnya konstan. Serbuk sorgum rendam

dengan aquades dengan perbandingan 1:2 dan disimpan di dalam kulkas bersuhu 4°C selama 12 jam. Setelah direndam, rendaman sorgum disaring dan endapan dikeringkan dengan oven pada suhu 105 °C sampai kadar airnya dibawah 14%. Pati yang sudah dikeringkan ditumbuk sampai halus. Setelah itu pati biji sorgum disimpan di dalam *ziplock bag*.

Batang sorgum dibersihkan lapisan pembungkus batang dan dipotong dengan ukuran 30 cm. Kemudian batang sorgum dicuci dan disikat hingga bersih lalu dikeringkan di bawah sinar matahari untuk mengurangi kadar airnya sampai batang menyusut. Setelah itu, batang sorgum dicacah agar dapat digiling dengan *disk mill*. Setelah batang sorgum menjadi serbuk diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Serbuk dikeringkan kembali menggunakan oven sampai beratnya konstan. Setelah itu, serbuk disimpan di dalam *ziplock bag*.

2.2. Prosedur pembuatan biofoam

Sebelum membuat biofoam terlebih dahulu ditentukannya kondisi proses *thermopressing*. Kondisi yang ditentukan meliputi suhu proses, lama waktu proses dan volume adonan. Menurut penelitian Iriani (2013), suhu yang diujikan sekitar 140°C – 180°C, lama waktu proses *thermopressing* selama 2-5 menit dan jumlah adonan 50-80 gram. Karakterisasi biofoam dilakukan dengan mengamati secara visual (melihat warna dan penampakan) biofoam yang dihasilkan.

Menurut Iriani (2013), prosedur pembuatan biofoam yaitu bahan baku pati sorgum, batang sorgum dan PVOH ditimbang sesuai perbandingan yang ditentukan. Bahan kering dicampurkan menggunakan *mixer* selama 5 menit. Buat adonan dengan menambahkan aquades (1:1) ke dalam campuran bahan kering dan di *mixer* selama 5 menit. Kemudian adonan bahan dicetak dengan menggunakan alat *thermopressing* selama kurang lebih 2-5 menit

dengan suhu 140°C – 180°C. Biofoam yang sudah dicetak didinginkan selama 30 menit. Selanjutnya biofoam dilepaskan dari cetakan dan dimasukkan ke dalam *zip bag lock* agar terlindungi sebelum di uji.

2.3. Uji Densitas

Densitas adalah pengukuran massa benda per unit volume. Prosedur penentuan densitas biofoam yaitu dengan ASTM D 792-08 untuk geometri material. Sampel di potong dengan ukuran tertentu dan 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 (cm³)

2.4. Uji Daya Serap Air

Daya serap air diuji berdasarkan prosedur ABNT NBR NM ISO 535 (1999). Sampel biofoam dipotong kira-kira 25 x 50 mm², sampel ditimbang lalu dicelupkan ke dalam air selama 1 menit. Setelah itu sisa air pada permukaan dikeringkan dengan tisu dan ditimbang kembali dan dihitung pertambahan berat sampel dengan persamaan sebagai berikut:

$$DSA (\%) = \left(\frac{\text{berat sampel setelah dicelup} - \text{berat sampel awal}}{\text{berat sampel awal}} \right) \times 100\%$$

2.5. Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*)

SEM (*Scanning Electron Microscopy*) adalah sebuah mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk mendapatkan gambar bentuk permukaan sampel. Analisis SEM dapat mengetahui struktur morfologi suatu sampel. Prinsip kerja dari SEM adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi.

2.6. Uji Differential Scanning Calorimetry (DSC)

Uji Differential Scanning Calorimetry (DSC) untuk mengetahui titik leleh dan titik transisi gelas (Tg) dari biofoam. DSC adalah teknik analisis termal yang mengukur energi yang diserap oleh sampel sebagai fungsi waktu atau suhu. Ketika transisi termal terjadi pada sampel, DSC memberikan pengukuran kalorimetri dari energi transisi dari temperatur tertentu.

2.7. Uji Kuat tekan

Pengukuran kuat tekan dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)*. Biofoam berdiameter 7 cm ditekan pada kecepatan 1 mm/s. pengukuran kuat tekan adalah besarnya gaya tekan yang diterima sampel per satuan luas dan dinyatakan dalam MPa.

2.8. Biodegradasi

Biodegradable foam harus dapat terdegradasi dalam waktu maksimal 6 bulan sampai 9 bulan. Sampel biofoam diuji biodegradasi dengan ditanam dalam tanah dan dihitung berapa lama sampai terurai dengan sempurna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Komposisi Batang Sorgum

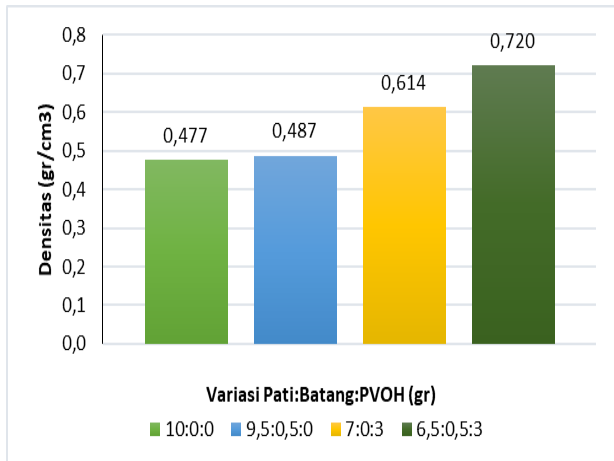
Tabel 1. Komposisi Batang Sorgum

Pati (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Abu (%)	Serat (%)	Kadar Air (%)
24,4	2,18	0,23	6,51	28,79	14,68

Pada penelitian ini batang sorgum sebagai serat pengisi biofoam lignoselulosa pada batang sorgum yaitu Hemiselulosa 23,475%, Selulosa 42,033%, dan Lignin 12,619% sebelum delignifikasi (Darni, 2019). Akan tetapi, pada Komposisi **Tabel 1** menunjukkan bahwa batang sorgum masih memiliki banyak pati yang akan menambahkan bahan baku utama yaitu pati dari biji sorgum.

3.2. Uji Densitas

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



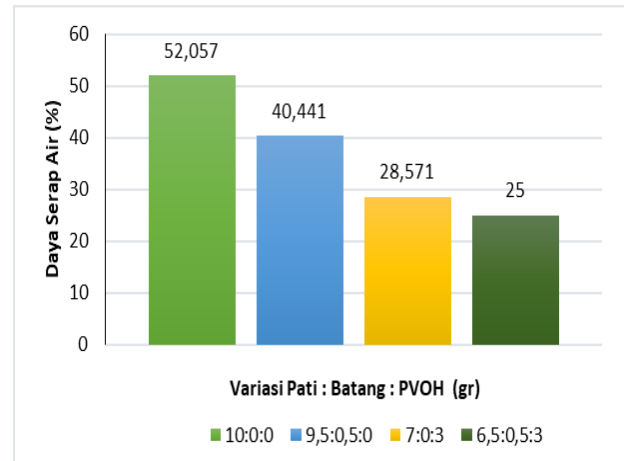
Gambar 1. Pengaruh variasi Pati: Batang: PVOH dengan Densitas

Pada **Gambar 1** menunjukkan bahwa pada variasi pati : batang : PVOH yaitu 6,5:0,5:3 memiliki nilai densitas yang besar dibanding yang lainnya karena adanya penambahan batang sorgum dan PVOH. 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). Akan tetapi pada Biofoam komersil milik *Synbra Technology* 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 Scmidt dan Laurindo (2010) menghasilkan biofoam dengan densitas berkisar 0,63-1,3 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 batang sorgum dan PVOH memiliki daya serap air yang besar karena pada biofoam pati saja memiliki rongga-rongga yang besar dan banyak sehingga air dapat mudah terserap.

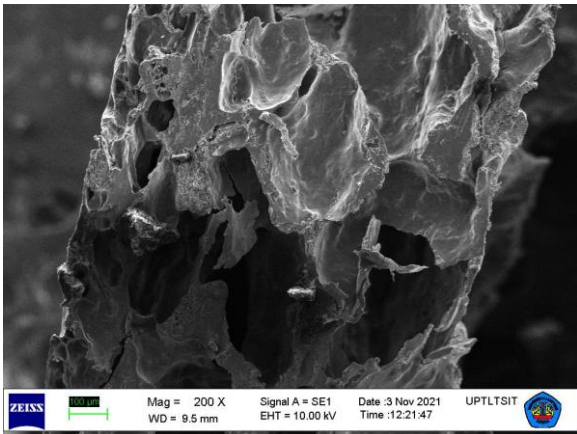


Gambar 2. Pengaruh variasi Pati: Batang: PVOH dengan Daya Serap Air

Pada **Gambar 2** menunjukkan bahwa Biofoam dengan variasi pati:batang:pvoH 6,5:0,5:3 memiliki daya serap air yang lebih rendah dibandingkan dengan variasi biofoam lainnya. Penambahan PVOH dapat menurunkan daya serap air karena PVOH mengisi rongga-rongga pada biofoam sehingga air sulit terserap di rongga-rongga biofoam.

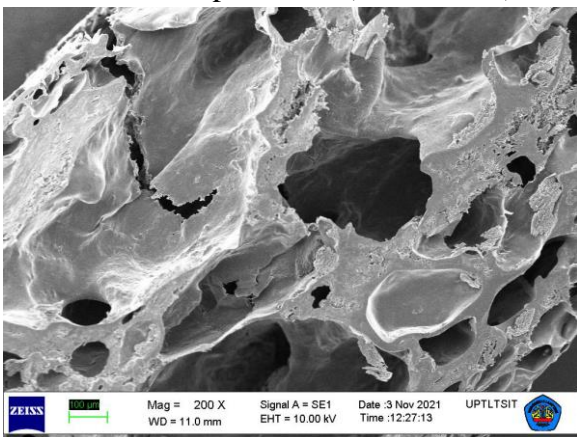
3.4. Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Untuk mengetahui morfologi pada biofoam dilakukannya uji Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Dengan uji ini dapat mengetahui struktur dari biofoam berbahan campuran pati sorgum, batang sorgum dan PVOH.



Gambar 3. SEM pada Biofoam 1 dengan komposisi pati:batang:PVOH yaitu 10:0:0

Pada **Gambar 3** menunjukkan bahwa dengan komposisi 100% pati sorgum memiliki banyak rongga-rongga foam yang besar dan tipis. Struktur biofoam akan mempengaruhi kuat tekannya. Semakin banyak dan besar ukuran rongga akan menyebabkan penurunan kekuatan biofoam terhadap tekanan (Iriani, 2013).



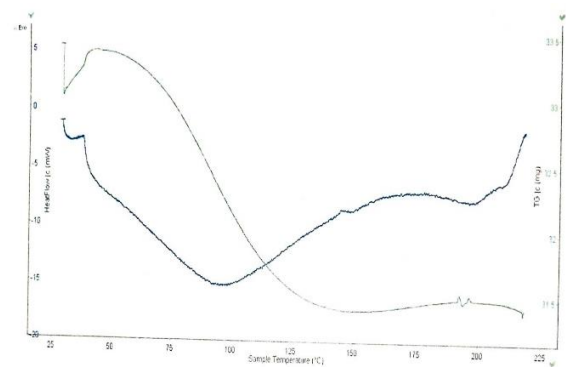
Gambar 4. SEM pada Biofoam 2 dengan komposisi pati:batang:PVOH yaitu 6,5:0,5:3

Pada **Gambar 4** menunjukan bahwa biofoam dengan variasi pati:batang:pvoH 6,5:0,5:3 memiliki bentuk *sandwich*. bentuk *sandwich* yang dimaksud ialah pada bagian luar atau permukaan terdiri dari sel yang kecil dan rapat sedangkan bagian tengah terdiri sel yang besar. Hal ini sejalan dengan penelitian Iriani (2013) dan Cinelli et al (2006). Pada gambar 4 juga terlihat adanya rongga yang terisikan oleh PVOH. Pada saat proses *Thermopressing*,

PVOH akan meleleh dan lelehannya mengisi rongga yang terbentuk pada biofoam. Dengan penambahan PVOH akan meningkatkan densitas dan juga kuat tekan pada biofoam.

3.5. Uji Differential Scanning Calorimetry (DSC)

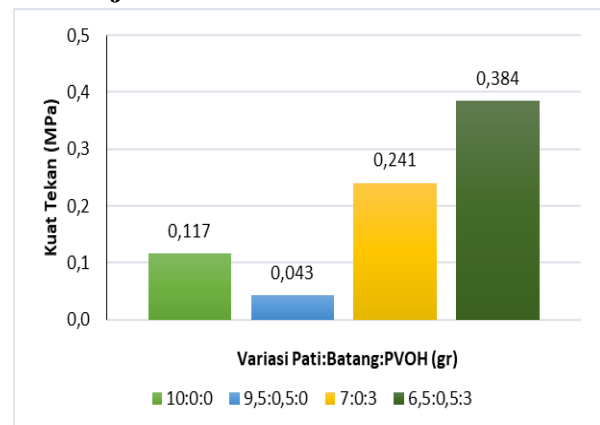
Uji DSC dilakukan untuk mengetahui sifat termal dari biofoam. Dari uji ini dapat diketahui titik leleh dari biofoam berbahan pati dan batang sorgum. Dalam hal ini biofoam diharapkan dapat tahan terhadap panas untuk aplikasi pada kemasan makanan.



Gambar 5. Uji DSC pada biofoam variasi 6,5:0,5:3

Pada **Gambar 5** menunjukkan termogram pada *heatflow* pada biofoam 6,5:0,5:3. Titik leleh (T_m) pada biofoam sebesar 93,25 °C dengan *heatflow* sebesar -15,28 mW. Pada penelitian ini biofoam yang dihasilkan memiliki titik leleh (T_m) yang cukup rendah sehingga masih belum bisa dijadikan kemasan yang anti panas.

3.6. Uji Kuat tekan

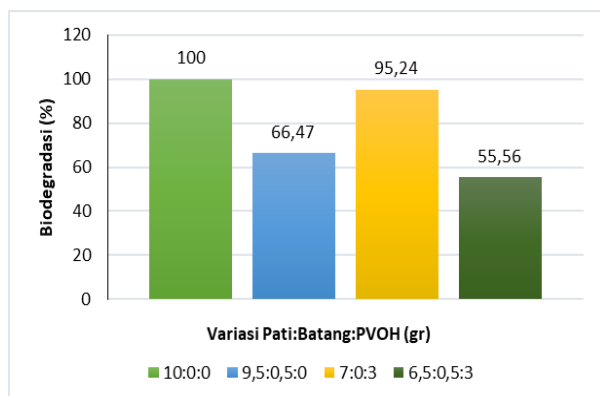


Gambar 6. Pengaruh variasi pati: batang: PVOH terhadap kuat tekan

Pada **Gambar 6** menunjukkan bahwa penambahan batang sorgum dapat menurunkan kuat tekan pada biofoam. Batang sorgum masih belum mampu untuk memperkuat struktur biofoam. Oleh karena itu dilakukannya penambahan PVOH sebagai polimer sintetik untuk memperkuat struktur biofoam. Biofoam yang ditambahkan PVOH memiliki kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan biofoam yang tidak ditambahkan PVOH. Hal ini dikarenakan saat proses *thermopressing* PVOH akan meleleh dan lelehannya akan masuk ke rongga-rongga foam yang terbentuk. Pati dan PVOH memiliki gugus hidroksil yang akan saling membentuk ikatan hidrogen yang kuat (Iriani, 2013). Sehingga biofoam dengan penambahan PVOH akan lebih kuat terhadap tekanan.

3.7. Biodegradasi

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 60 hari.



Gambar 7. Pengaruh variasi pati:batang:PVOH terhadap biodegradasi

Pada **Gambar 7** menunjukkan bahwa biofoam 1 terurai sempurna selama 60 hari. Hal ini dikarenakan pati sorgum bersifat hidrofilik sehingga dapat mengikat molekul air dan mudah terurai. Persentase paling kecil pada

biofoam 4 karena adanya batang sorgum dan PVOH. PVOH merupakan polimer sintetik sehingga cukup lama terurainya. Berdasarkan *Standard European Union* (EN 13432), *Biodegradable foam* harus dapat terdegradasi dalam waktu maksimal 6 bulan sampai 9 bulan.

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

Parameter	Styrofoam (EPS industry, ASTM C578 Type 1)	Biofoam komersial (<i>Synbra technology</i>)	Biofoam Sorgum
Densitas	0,014gr/cm ³	0,66gr/cm ³	0,72 gr/cm ³
Daya serap air	<4%	<2%	25%
Kuat tekan	0,068 MPa	0,2 MPa	0,384 MPa

Pada **Tabel 2** menunjukkan bahwa biofoam hasil dari penelitian ini memiliki aspek yang cukup dari standar yang ada. dan biofoam 4 dengan perbandingan komposisi pati, batang dan PVOH yaitu 6,5:0,5:3 dapat menjadi kemasan alternatif dalam penggunaan *styrofoam* berlebih.

4. KESIMPULAN

Biofoam dari campuran pati dan batang sorgum dapat menjadi alternatif kemasan pengganti styrofoam. Dari hasil penelitian ini variasi komposisi pati : batang : pvoH yang optimum ialah 6,5:0,5: 3 dengan densitas sebesar 0,72 gr/cm³, daya serap air sebesar 25%, kuat tekan sebesar 0,384 Mpa, biodegradasi 55,5% selama 60 hari dan titik leleh (*Tm*) 93,25°C. Penambahan batang sorgum menurunkan kuat tekan pada biofoam. Jika ditambahkan PVOH akan menambahkan kuat tekan pada biofoam. Pengaruh Penambahan PVOH yaitu dapat meningkatkan densitas dan kuat tekan serta mengurangi daya serap air pada biofoam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Staff Laboratorium Kimia Terapan Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung. Staff Laboratorium UPT LTSIT Universitas Lampung. Staff Laboratorium Terpadu Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Staff Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) dan Staff Balai Pengujian Mutu dan Sertifikasi Pakan.

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 Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Material. Philadelphia, USA, ASTM (Annual Book of ASTM Standards)
- Cinelli, P., Chiellini, E., Lawton, J. W. & Iman, S. H. 2006. Foamed articles based on potato starch, corn fibers and poly(vinyl alcohol). Polymer Degradation and Stability, Science Direct, ELSEVIER
- Cordova, M. R. & Nurhati, I. S. 2019. Major Sources and monthly variations in the release of land-derived marine debris from the Greater Jakarta area, Indonesia. *SCIENTIFIC REPORTS*. 9:18730
- Darni, Yuli & Darmansyah. 2016. *Komposisi Bioplastik yang dapat Terbiodegradasi dengan Pengisi Serat Batang Sorgum dan Proses Pembuatannya*. Bandar Lampung : LPPM Universitas Lampung. IDP000066973
- Darni, Yuli, Lismeri, Lia., Hanif, Muhammad, Sarkowi. & Evaniya, Dita S. 2019. Peningkatan Kuat Tarik Bioplastik dengan Filler Microfibrillated Cellulose. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*. Vol. 18, No. 2, 37-41. ISSN 1693-9433
- Dinas Lingkungan Hidup. 2019. STYROFOAM ATAU STEREOFAM. Artikel dari Website Resmi Pemerintah Kabupaten Buleleng .<https://www.bulelengkab.go.id/detail/artikel/styrofoamatausterefoam64#:~:text=Di%20samping%20berbahaya%20bagi%20tubuh,justru%20tidak%20pernah%20dapat%20terurai>. [diakses pada 16 Juli 2020]
- EPS Industry Alliance. Properties, Performance and Design Fundamentals of Expanded Polystyrene Packaging. www.epsindustry.org
- Iriani, E. S. 2013. *Pengembangan Produk Biodegradable Foam Berbahan Baku Campuran Tapioka dan Ampok*. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Jambeck. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *SCIENCE*, 768.
- Schmidt VC, Laurindo JB. 2010. Characterization of foam obtained from cassava starch, cellulose fibres and dolomitic limestone by a thermopressing process. *Braz Arch BiolTechnol*.53(1):185-192.
- Suarni. 2004. Evaluasi Sifat Fisik dan Kandungan Kimia Biji Sorgum Setelah Penyosohan, *Jurnal Stigma* xii(1), 88 – 91.
- Warlina, L. 2019. Pengelolaan Sampah Plastik Untuk Mitigasi Bencana Lingkungan.