

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI FISIK *BIODEGRADABLE FOAM* PATI KULIT PISANG DAN SELULOSA AMPAS TEBU

Heni Febriani ¹, Kahfi Imam Faqih Kurnia ², Zulkaisi Dwi Pangarso ³

¹ Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia.

² Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia.

³ Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia.

¹henifebriani89@gmail.com

²kahfiimam.2018@student.uny.ac.id, ³zulkaisi.dwi@gmail.com

Abstract

Styrofoam is widely used for fast food and beverage packaging. However, styrofoam has a negative impact on health and the environment and cannot even be broken down by soil microorganisms. So to replace it, we need a package whose characteristics must be close to that of styrofoam in the form of biofoam from starch and cellulose. The purpose of this study was to determine the physical properties and decomposition ability of the banana peel-bagasse biofoam. The method for making biofoam uses thermopressing. Based on the results obtained from the experiment, it can be concluded that the physical properties of biofoam in the form of water absorption, the value is close to styrofoam. The characteristics of biofoam are influenced by the characteristics of the raw material and the conditions of the manufacturing process. The addition of bagasse cellulose can increase the density of the biofoam and its compressive strength value. On the other hand, banana peel and bagasse biofoam can be decomposed by soil microorganisms within 10 days.

Keywords: *Sugarcane bagasse, biofoam, banana peels, styrofoam*

Pendahuluan

Pemakaian *styrofoam* untuk pembungkus makanan sudah tidak asing lagi bagi masyarakat. *Styrofoam* ini merupakan senyawaan kimia polimer yang tersusun atas bagian-bagian kecil penyusunnya (monomer). Nama kimia dari *styrofoam* ini adalah polistirena, sedangkan nama *styrofoam* hanyalah nama dagangnya. Pada umumnya polistirena digunakan sebagai bahan pelindung barang-barang untuk menghindari benturan, seperti barang elektronik atau pun pecah belah. Berdasarkan sifatnya yang kuat itulah polistirena digunakan sebagai wadah makanan dan minuman cepat saji. *Styrofoam* banyak digunakan dikarenakan keunggulannya seperti tidak mudah bocor, praktis, ringan, dapat menahan panas, dan dingin serta lebih ekonomis.

Akan tetapi *styrofoam* juga memiliki dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan. *Styrofoam* terbukti tidak ramah lingkungan, karena tidak dapat diuraikan sama sekali. Bahkan pada proses produksinya sendiri, menghasilkan limbah yang tidak sedikit, sehingga dikategorikan sebagai penghasil limbah berbahaya ke-5 terbesar di dunia oleh EPA (*Environmental Protection Agency*) (Hendrawati, 2015). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2016, produksi sampah provinsi DKI Jakarta mencapai 7.099,08 m³. Namun, hanya 84,7 persen dari jumlah sampah tersebut yang bisa terangkut. Sisanya terbuang di alam, termasuk mengalir ke laut. Sampah yang tak terangkut ke tempat pembuangan dan sebagian mengalir ke laut tersebut didominasi oleh *styrofoam* dan jenis plastik lainnya. Penyumbang terbesar sampah *styrofoam* adalah non-rumah tangga sebanyak 11,9 ton per bulan. Sementara, rumah tangga menyumbang sebanyak 9,8 ton per bulan. Persentase sampah *styrofoam* mencapai 1,14% dari 12% sampah plastik yang terkumpul setiap bulannya (Saputra, 2016).

Demi menggantikan posisi *styrofoam* sebagai kemasan pangan maka dibutuhkan kemasan yang karakteristiknya harus mendekati karakteristik *styrofoam* seperti, memiliki bobot ringan, tahan terhadap air, dan mampu menahan suhu panas maupun dingin, serta harga produksinya yang murah. Kemasan alternatif tersebut haruslah bersumber dari bahan baku yang dapat diperbaharui, dapat terurai serta tidak beracun atau berbahaya bagi lingkungan serta kesehatan.

Pati dan selulosa merupakan bahan yang potensial untuk dibuat menjadi kemasan alternatif. Kedua bahan tersebut keberadaannya sangat melimpah di alam bahkan terdapat pada limbah-limbah organik. Salah satu sumber pati yang mudah didapatkan yaitu dari karbohidrat limbah kulit pisang. Karbohidrat yang terkandung dalam kulit pisang adalah amilum (pati), sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan tepung. Sedangkan sumber selulosa yang digunakan adalah dari limbah ampas tebu. Ampas tebu mengandung hemiselulosa 20%, selulosa 52,7% dan lignin 24,2% (Samsuri, 2007).

Hal inilah yang melatar belakangi peneliti untuk membuat kemasan alternatif sebagai pengganti *styrofoam* yang berbahaya yaitu biofoam. Biofoam

merupakan pengganti *styrofoam* yang terbuat dari pati yang berasal dari bahan organik dengan tambahan selulosa untuk memperkuat strukturnya. Biofoam ini memiliki sifat *biodegradable* dan *renewable*. *Biodegradable* memiliki arti bahwa produk dapat terurai dengan sendirinya secara alami karena sifatnya yang terbuat dari bahan organik dan *renewable* yang berarti dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Biofoam ini diharapkan dapat menjadi kemasan produk makanan dan minuman yang aman bagi manusia maupun lingkungan.

Metode Penelitian

A. Variasi Sampel

Tabel 1. Variasi Sampel Biofoam Kulit Pisang-Ampas Tebu'

Sampel	Pati	Selulosa	Magnesium Stearat 5%	PVA 10%	Total
S1	30 g	12,5 g	2,5 g	5 g	50 g
S2	25 g	17,5 g	2,5 g	5 g	50 g
S3	20 g	22,5 g	2,5 g	5 g	50 g

B. Alat dan Bahan

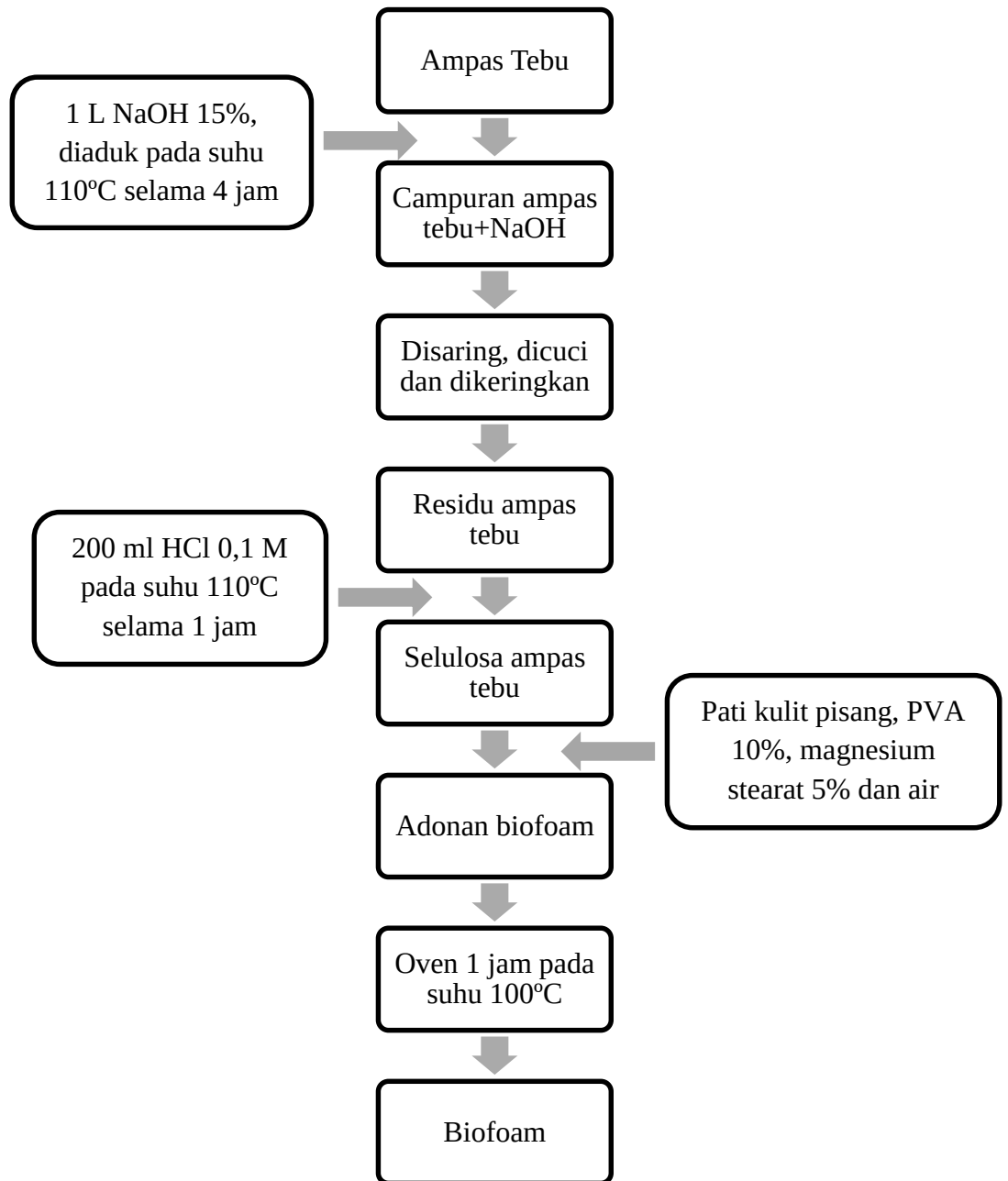
1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: oven, *mixer*, cetakan biofoam (mangkuk *stainless steel*), timbangan, pemberat 4 kg, *magnetic stirrer*, *heater*, erlenmayer, corong, labu ukur, gelas beker, dan gelas ukur.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kertas saring, kulit pisang, ampas tebu, natrium hidroksida, HCl, PVA, natrium metabisulfit, aquades, dan air.

C. Prosedur Penelitian



D. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengujian daya serap air

Pengujian *water absorbtion* mengacu pada standart ABNT NBR NM ISO 535, 1999. Dengan mengadaptasi metode (Hendrawati, 2015) seperti berikut:

- a. biofoam dipotong dengan ukuran 2,5 x 5 cm, dilakukan penimbangan.
- b. biofoam direndam didalam air selama 60 detik.
- c. biofoam diangkat, kemudian dikeringkan menggunakan tisu untuk menghilangkan sisa air yang menempel pada foam.
- d. dilakukan penimbangan lagi dan dicatat sebagai berat akhir foam. Perbedaan berat biofoam awal dan akhir dicatat sebagai banyaknya air yang terserap oleh biofoam.

2. Pengujian densitas

Densitas dihitung mengikuti metode Polat dengan mengadaptasi metode (Etikaningrum, 2017) dilakukan dengan cara:

- a. sampel biofoam yang dipotong dengan ukuran 3cm x 3cm kemudian ditimbang untuk mengetahui massanya.
- b. volume biofoam dihitung dengan cara mengalikan panjang, lebar dan tebal potongan sampel biofoam dengan jangka sorong.

Rumus dalam menghitung densitas yaitu:

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

dengan ρ = massa jenis (g/cm^3), m = massa (g), v = volume (cm^3)

3. Pengujian Kuat Tekan

Pengukuran kuat tekan dilakukan dengan menggunakan *texture analyzer* (TA). Biofoam ditekam dengan menggunakan probe TA41 pada kecepatan 0,5 mm/s. Pengukuran kuat tekan yaitu besarnya gaya tekan yang diterima sampel per satuan luas dan dinyatakan dalam N/mm^2 .

4. Pengujian biodegradability

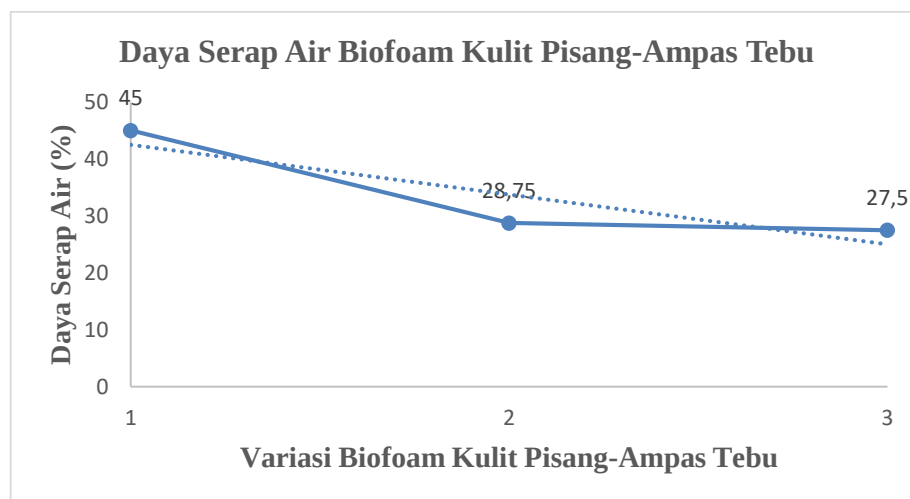
Pengujian biodegradability dengan mengadaptasi metode (Hendrawati, 2015) dilakukan dengan cara:sebagai berikut:

- a. sampel biofoam ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik untuk mengetahui beratnya.
- b. sampel biofoam dipendam dalam tanah selama 10 hari.

Hasil dan Pembahasan

A. Daya Serap Air

Pengujian daya serap air untuk mengetahui ketahanan produk biofoam terhadap penyerapan air. Biofoam yang bahan utamanya berupa pati sangat rentan terhadap air karena memiliki sifat hidrofilik. Molekul air akan menyerang ikatan hidrogen pati, sehingga akan menurunkan sifat fungsional dari biofoam.

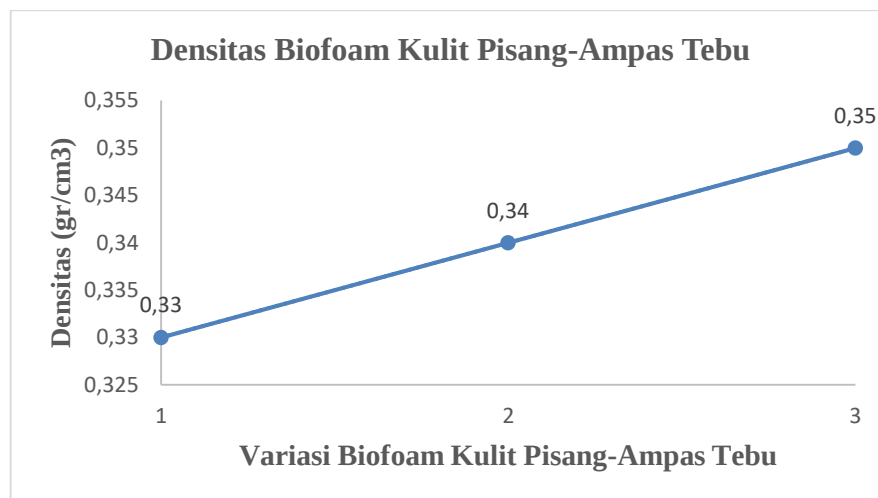


Gambar.1 Grafik daya serap biofoam kulit pisan-ampas tebu

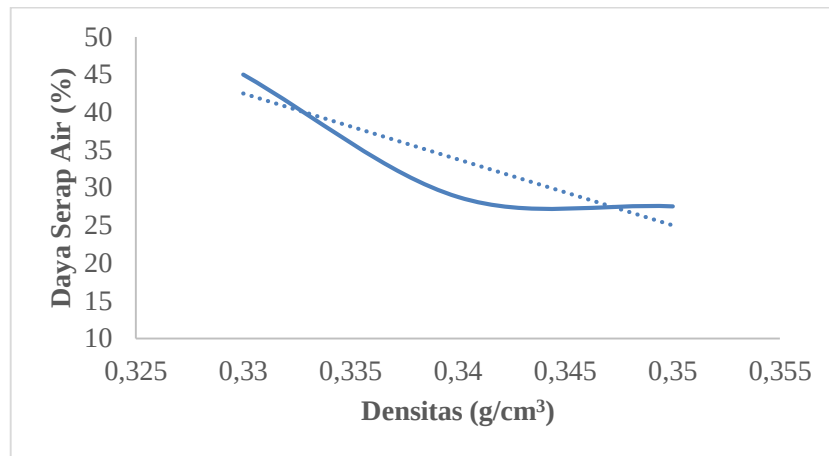
Daya serap air mengalami penurunan secara signifikan dari sampel 1 ke sampel 2 dan 3. Penurunan daya serap air ini disebabkan karena jumlah serat selulosa ampas tebu yang bertambah dan jumlah pati yang berkurang. Penambahan serat mampu meningkatkan kristalinitas dari biofoam yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena serat yang mengandung selulosa memiliki daerah kristalin yang lebih besar dibanding pati. Struktur mikrofibril yang rapat menyebabkan proses penyerapan air terhambat sehingga daya serap air pada biofoam akan berkurang (Ban *et. al*, 2006). Hal tersebut juga diakibatkan pengurangan jumlah pati yang sifatnya hidrofilik, menyebabkan daya serap air biofoam juga menurun.

B. Densitas

Pengujian densitas bertujuan untuk mengetahui pengaruh pada bobot produk, daya serap air, dan sifat mekanik. Biofoam yang memiliki densitas yang kecil menandakan memiliki berat yang kecil. Densitas yang didapatkan pada penelitian ini berkisar 0,33-0,35 g/cm³. Bila dibandingkan dengan densitas *styrofoam* sebesar 0,035 g/cm³, maka densitas biofoam yang dihasilkan pada penelitian ini masih tinggi. Akan tetapi nilai densitas ini masih lebih rendah dari penelitian biofoam sebelumnya seperti Salgado *et al.* (2008) yang menggunakan bahan baku tapioka dengan tambahan berupa isolat protein bunga matahari dan serat selulosa dengan densitas 0,456-0,587 g/cm³. Serta penelitian Schmidt dan Laurindo (2010) yang juga menggunakan bahan baku tapioka, serat selulosa dan CaCO₃ menghasilkan foam dengan densitas 0,63-1,3 g/cm³.



Gambar.2 Grafik densitas biofoam kulit pisan-ampas tebu



Gambar 3. Korelasi antara densitas dan daya serap air pada biofoam

Pada proses pembuatan biofoam, proses ekspansi yang terjadi akan menghasilkan biofoam dengan struktur berongga. Namun bila adonan ditambahkan serat selulosa maka rongga yang terbentuk akan mengecil karena terhambatnya proses ekspansi. Terhambatnya proses ekspansi menghasilkan biofoam yang lebih padat dengan densitas yang tinggi. Hal ini juga mengakibatkan air yang terserap mengisi rongga tersebut juga semakin sedikit. Sehingga nilai daya serap air berkurang. Selain itu, terganggunya proses ekspansi akan berdampak pada porositas biofoam yang menurun dan meningkatnya densitas biofoam yang dihasilkan.

C. Kuat Tekan Biofoam

Sifat mekanik yang diuji pada penelitian ini adalah kuat tekan dari biofoam. Tujuan pengamatan kuat tekan adalah untuk mengetahui kekuatan biofoam sehingga dapat melindungi produk yang dikemas. Biofoam dengan nilai kuat tekan yang cukup tinggi diharapkan dapat menjadi bahan pengemas yang kuat, tidak mudah patah dan dapat mempertahankan bentuk selama digunakan sebagai wadah pengemas (Iriani, 2013).

Tabel 2. Nilai kuat tekan biofoam kulit pisang-ampas tebu

No	Sampel	Kuat tekan (N/mm ²)
1	Sampel 1	0.0132
2	Sampel 2	0.0168
3	Sampel 3	0.0161

Penambahan selulosa ampas tebu dapat meningkatkan nilai kuat tekan biofoam. Hal ini sejalan dengan pendapat Salgado *et al.* (2008); Ganjyal *et al.* (2004); Kaisangsri *et al.* (2012) yang mengatakan bahwa penambahan serat dapat membantu meningkatkan sifat mekanik dari biofoam. Menurut Gaspar *et al.* (2005), penambahan serat berfungsi sebagai *reinforcing filler* karena serat yang ditambahkan akan mengisi celah pada matriks pati sehingga mempunyai nilai kuat tekan yang besar.

Akan tetapi pada variasi 3 terdapat penurunan nilai kuat tekan walau tidak terlalu signifikan. Hal tersebut diduga karena tidak adanya *compatibilizer*. *Compatibilizer* berfungsi untuk meningkatkan adhesi permukaan dan menurunkan tegangan permukaan antara dua bahan yang berbeda sifat (Waryat *et al.*, 2013). Selulosa memiliki sifat hidrofobik sedangkan pati memiliki sifat yang berlawanan yaitu hidrofilik, karena tidak adanya penghubung antara kedua bahan tersebut membuat campuran tidak *compatible*. Selain itu, peningkatan selulosa dapat menghasilkan kuat tekan yang semakin rendah dikarenakan rendahnya adhesi dan kurang homogenya dua polimer yang berbeda polaritas (Lopes and Sergipe, 2015).

Nilai kuat tekan pada penelitian ini jauh lebih rendah dibandingkan penelitian Iriani (2013) sebesar 27,31 N/mm² yang terbuat dari tapioka dan ampok. Etikaningrum (2017) sebesar 4,34-13,92 N/mm² yang terbuat dari serat tandan kosong. Rendahnya nilai kuat tekan ini dikarenakan beberapa hal. Pertama, pada proses pencampuran setiap bahan di mana bahan belum tercampur secara homogen dan tidak bertekstur kental seperti adonan kue. Kekentalan adonan yang terlalu rendah mengakibatkan ekspansi yang berlebih sehingga biofoam yang dihasilkan menjadi rapuh (Coniwanti *et al.*, 2018). Kedua, proses *thermopressing* tidak sesuai standar sehingga menghasilkan biofoam yang kaku dan retak-retak.

D. Uji Biodegradability

Semakin cepat biofoam diuraikan oleh tanah maka biofoam semakin baik (Onteniente, 2000). Pada semua variasi biofoam mengalami penguraian

yang ditandai dengan berkurangnya sebagian kecil dari biofoam sehingga bentuknya sedikit berubah.

Tabel 3. Degrabilitas Biofoam Kulit Pisang-Ampas Tebu

Sampel	Hari ke-	
	0	10
S1		
S2		
S3		

Berdasarkan hasil uji selama 10 hari, sampel 1 mengalami proses degradasi lebih optimal dibandingkan dengan sampel 2 dan sampel 3. Hal ini dikarenakan kandungan lignoselulosa ampas tebu merupakan polimer alami yang memiliki sifat resisten terhadap degradasi baik secara biologi maupun kimia (Coniwanti *et al* 2018). Proses pendegradasian terjadi akibat pemotongan rantai polimer menjadi monomer-monomer yang lebih sederhana. *Standar European Union* (EN 13432) tentang biodegradasi plastik, di mana plastik *biodegradable* harus mampu terdekomposisi menjadi karbondioksida, air, dan substansi humus dalam rentang waktu maksimal 6 hingga 9 bulan (Sarka *et al*,

2011). Dalam hal ini, biofoam belum terdegradasi secara menyeluruh karena waktunya pembedaman di dalam tanah belum lama. Biofoam kulit pisang-ampas tebu ini masih memiliki potensi untuk diuraikan jika dipendam dalam tanah dalam jangka waktu 1-2 bulan lagi.

Kesimpulan

1. Sifat fisik biofoam dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku dan kondisi proses pembuatannya. Biofoam kulit pisang dan ampas tebu memiliki sifat fisik yang mendekati *styrofoam* yaitu pada daya serap air. Selain itu densitas biofoam dapat memengaruhi penurunan daya serap air.
2. Berdasarkan hasil uji *biodegradability* biofoam kulit pisang dan ampas tebu memiliki kemampuan untuk terurai oleh mikroba tanah.

Daftar Pustaka

- Ban WP, Song JG, Argyropoulos DS, Lucia LA. (2006). Improved the physical dan chemical functionality of starch-derived films with biopolymer. *JAppl Polym Sci*.100:2542-2548.
- Coniwanti, P. *et al.* (2018) 'Pengaruh konsentrasi naoh serta rasio serat daun nanas dan ampas tebu pada pembuatan biofoam', *Jurnal Teknik Kimia*, 24(1), pp. 1–7.
- Etikaningrum, (2017). Pengaruh Penambahan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong Sawit Pada Sifat Fungsional Biodegradable Foam. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 13(3).
- Ganjyal, G. M. *et al.* (2004) 'Biodegradable Packaging Foams of Starch Acetate Blended with Corn Stalk Fibers', *Journal of Applied Polymer Science*, 93, pp. 2627–2633. doi: 10.1002/app.20843.
- Gaspar, M. *et al.* (2005) 'Reducing water absorption in compostable starch-based plastics', *Polymer Degradation and Stability*, 90, pp. 563–569. doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2005.03.012.

- Hendrawati, N., (2015). Pengaruh Penambahan Magnesium Stearat dan Jenis Protein Pada Pembuatan Biodegradable Foam Dengan Metode Baking Process. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4 (2), pp. 34-39.
- Iriani, E. S. (2013) *Pengembangan Produk Biodegradable Foam Berbahan Baku Campuran Tapioka Dan Ampok*. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Kaisangsri, N., Kerdchoechuen, O. and Laohakunjit, N. (2012) 'Biodegradable foam tray from cassava starch blended with natural fiber and chitosan Biodegradable foam tray from cassava starch blended with natural fiber and chitosan', *Industrial Crops & Products*. Elsevier B.V., 37(1), pp. 542–546. doi: 10.1016/j.indcrop.2011.07.034.
- Lopes, E. and Sergipe, U. F. De (2015) 'Influence of PP-g-MAH Compatibilizer Characteristics on Interphase and Mechanical Properties of Glass Fiber Reinforced Polypropylene Composites', (October).
- Onteniente JP, Abbes B, Safa LH. (2000). Fully biodegradable lubricated thermoplastics wheat starch: mechanical and reological properties of an injection grade. *Starch-Starke*. 52:112-117
- Salgado, P. R. *et al.* (2008) 'Biodegradable foams made of cassava starch and fibers : Influence in the mechanical properties Biodegradable foams based on cassava starch , sunflower proteins and cellulose fibers obtained by a baking process', *Journal of Food Engineering*, 85(January), pp. 435–443. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2007.08.005.
- 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.
- Samsuri, (2007). Pemanfaatan selulosa bagas untuk produksi etanol melalui sakarifikasi danfermentasi serentakdengan enzim xylanase. *Makara Teknologi*, pp. 17-24.
- Sarka, E., *et al.*. (2011). Application of Wheat B--Starch in Biodegradable Plastic Materials. *Czech Journal of Food Science*, 29(3), 232–242.

Saputra, Yuli. 2016. <https://www.rappler.com/indonesia/149920-bahaya-styro-foam-kesehatan-lingkungan> (diakses tanggal 31 Januari 2019)

Selpiana, d., (2015). *Sintesa Bioplastik Komposit Limbah Ampas Tahu dan Ampas Tebudengan Teknik Solution Casting*. Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.

Waryat *et al.* (2013) 'Karakteristik Mekanik, Permeabilitas dan Biodegradabilitas Plastik Biodegradable Berbahan Baku Komposit Pati Termoplastik-LLDPE', *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 23(2), pp. 153–163.