

Kajian Sifat Morfologi dan Mekanis Biofoam dari Tepung Tapioka dan Serat Limbah Batang Jagung

Siswo Sumardiono¹, Isti Pudjihastuti², Rizka Amalia^{2*}

¹Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto Tembalang Semarang, Indonesia

²Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto Tembalang Semarang, Indonesia
Email: riz.chemicalia@gmail.com

Abstrak

Styrofoam atau polystyrene (PS) foam yang diolah, umumnya digunakan sebagai kemasan makanan. Rendahnya tingkat daur ulang pada polystyrene menyebabkan adanya polusi lingkungan yang merupakan ancaman serius terhadap kehidupan dan kesehatan manusia. Penggunaan styrofoam harus dihentikan dan dilakukan upaya alternatif bahan pengemas lain yang ramah lingkungan. Salah satu alternatif pengganti styrofoam adalah biofoam yang menggunakan bahan baku utama limbah batang tanaman jagung sebagai sumber serat utama dan tepung tapioka sebagai sumber pati. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan inovasi produksi biofoam biodegradabel dari tepung tapioka dan limbah batang jagung sebagai pengganti styrofoam sintesis di pasaran. Pengaruh penambahan bahan baku limbah batang jagung, tepung tapioka, dan polivinil alcohol (PVA) terhadap sifat fisis produk biofoam telah dipelajari dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil pengujian biofoam terbaik diperoleh dari komposisi pati tapioka 56,25 g, serat jagung 18,75 g dan PVA 25 g. Hasil pengujian SEM, menunjukkan bahwa permukaan biofoam tidak lebih rata dibandingkan styrofoam. Pada hasil foto SEM masih terlihat adanya sedikit granula pati utuh karena pada proses gelatinisasi mengalami pembengkakan (swelling) tetapi belum terdisintegrasi (breakdown). Namun, sebagian besar granula lain mengalami retrogradasi akibat gelatinisasi. Biofoam hasil penelitian memiliki nilai kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan Styrofoam komersial dengan nilai kuat tekan sebesar 14.162 MPa.

Kata kunci : Biofoam, Tapioka, Batang Jagung, SEM, Kuat Tekan

Abstract

Morphological Analysis and Mechanical Properties of Biofoam from Tapioca Starch and Corn Stalk Waste Fiber

Styrofoam or polystyrene (PS) foam is generally used as food packaging. The low recycling rate of polystyrene causes environmental pollution which is a serious threat for human life and health. The use of styrofoam must be stopped and the substituent of packaging materials which environmentally friendly are needed. One of the alternatives is biofoam, which uses the main raw material from corn plant waste as the main source of fiber and tapioca flour as the source of starch. This study aims to develop an innovative biodegradable biofoam production from tapioca flour and corn stalk waste as a substitute for synthetic styrofoam. The effect of adding corn stalks, tapioca flour, and polyvinyl alcohol (PVA) to the physical properties of biofoam products was studied. The best biofoam obtained from the composition of tapioca starch 56,25 g, corn fiber 18,75 g and PVA 25 g. Scanning Electron Microscopy test results showed that there are found a few intact starch granules due to the gelatinization process. The granules were swelling but have not been disintegrated. However, most of the granules were

retrogradated due to gelatinization. In this research, biofoam product obtain a higher hardness value than commercial Styrofoam with a compressive strength value of 14,162 MPa.

Keywords: Biofoam, Tapioca, Corn Stalks, SEM, Compressive Strength

PENDAHULUAN

Styrofoam atau *polystyrene* (PS) foam yang diolah, umumnya digunakan sebagai kemasan makanan. Rendahnya tingkat daur ulang pada *polystyrene* menyebabkan adanya polusi lingkungan yang merupakan ancaman serius terhadap kehidupan dan kesehatan manusia. Berbagai upaya untuk mengurangi dan mendaur ulang limbah *styrofoam* telah dilakukan seperti penguburan, insinerasi, dan penggunaan mikroba pengurai plastik (Nukmal *et al.*, 2018). Data dari *Environment Protection Agency* (EPA) menyebutkan bahwa limbah hasil *styrofoam* ditetapkan sebagai limbah berbahaya ke lima terbesar di dunia (Friend, 2005, Iriani *et al.*, 2013, dan Ho *et al.*, 2017). Penggunaan *styrofoam* harus dihentikan dan dilakukan upaya alternatif bahan pengemas lain yang ramah lingkungan (Iriani *et al.*, 2013).

Biodegradable foam merupakan kemasan alternatif pengganti *styrofoam* yang menggunakan bahan baku utama berupa pati sehingga kemasan tersebut dapat terurai secara alami. Pati di percaya memiliki biodegradabilitas yang tinggi, harga yang murah dan tidak toksik. Salah satu sumber pati yang produksinya cukup tinggi adalah tapioka mengingat harganya yang lebih murah bila dibandingkan dengan sumber pati lainnya. Tapioka memiliki kadar protein, kadar lemak serta amilosa yang lebih rendah dibandingkan jenis pati lainnya (Breuninger *et al.*, 2009; Iriani *et al.*, 2013).

Namun demikian, pati sebagai bahan baku biofoam memiliki beberapa kelemahan antara lain daya tahan panas yang rendah, tidak terlalu fleksibel dan memakan waktu yang lama dalam pencetakan. Selain itu, produk yang dihasilkan dari pati tersebut umumnya rapuh, kaku dan bersifat hidrofilik. Untuk memperbaiki kelemahan ini penambahan pemlastis, memodifikasi (pati), natural polimer, serat, dan beberapa bahan lainnya diperlukan (Debiagi *et al.*, 2011; Kaisangsri *et al.*, 2014) agar dapat dihasilkan produk kemasan sesuai dengan karakteristik yang diinginkan.

Perlu diperhatikan bahwa pemanfaatan pati,

sebagai bahan baku biofoam akan berkompetisi dengan kebutuhan pangan, sehingga dalam penggunaannya perlu dikombinasikan dengan bahan lain yang potensial, seperti limbah pertanian. Salah satu sumber bahan baku biofoam yang potensial adalah limbah batang tanaman jagung. Batang tanaman jagung memiliki 90% selulosa. Ketersediaan selulosa dalam jumlah besar akan membentuk serat yang kuat, tidak larut dalam air dan pelarut organik serta berwarna putih (Hauw, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan inovasi produksi biofoam biodegradabel dari tepung tapioka dan limbah batang jagung sebagai pengganti *styrofoam* sintesis di pasaran. Pengaruh penambahan bahan baku limbah batang jagung, tepung tapioka, dan polivinil alkohol terhadap sifat fisis produk biofoam dipelajari dalam penelitian ini.

METODOLOGI

Bahan baku utama yang digunakan pada penelitian pembuatan biofoam antara lain : tepung tapioka, limbah batang jagung dan bahan kimia sorbitol, magnesium stearat, polivinil alkohol serta bahan analisis lain.

Pembuatan biofoam dilakukan dengan metode *thermopresing*. Peralatan utama dalam penelitian ini adalah alat pencetakan pada suhu panas dengan pemberian tekanan dalam oven listrik. Oven ini memiliki control suhu dan waktu proses. Peralatan pendukung lainnya antara lain neraca analitik, cetakan adonan, beaker glass, gelas ukur, pengaduk, baskom, pisau, blender, dan *Hollander beater*. Sampel pati didapatkan dari tepung tapioka. Tepung tapioka yang digunakan pada penelitian adalah tepung tapioka yang diproduksi oleh PT. BUDI ACID JAYA Tbk.

Serat batang jagung diperoleh dengan cara memotong limbah batang jagung dilanjutkan dengan pemasakan batang jagung pada

konsentrasi alkali (NaOH) 15% selama 1,5 jam dan suhu pemasakan 100°C. Perbandingan bobot potongan batang jagung terhadap larutan pemasak adalah 1:12 (b/v) dan tekanan 1 atmosfer. Potongan batang jagung hasil pemasakan dipisahkan dari larutan pemasak dan dicuci sampai bebas dari sisa larutan pemasak dan dikeringkan

Ke dalam serat batang jagung ditambahkan sorbitol 5% dan magnesium stearate 1,5% dari berat kering. Kemudian polivinil alkohol (PVA) dimasukkan dalam satu wadah, dan diaduk menggunakan *mixer* hingga adonan mengembang. Tambahkan pati dari tepung tapioka dan serat yang telah dihaluskan ke dalam adonan. Selanjutnya adonan dituang ke dalam petridish untuk dicetak. Masukkan adonan yang telah dicetak ke dalam oven pada suhu 100°C selama 1 jam. Setelah itu, dinginkan foam pada muhu ruang selama 4 hari (Hendrawati, *et al.*, 2015).

Produk biofoam yang dihasilkan selanjutnya dilakukan pengujian daya serap air menggunakan metode ABNT NBR NM ISO 535, analisis menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi permukaan dan uji kuat tekan bahan untuk mengetahui kekuatan biofoam sebagai pengemas. Kuat tekan adalah maksimal beban persatuan luas, yang dapat menyebabkan benda uji hancur jika dibebani dengan gaya tekan tertentu oleh mesin tekan. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban hingga

benda uji runtuh. Perhitungan kuat tekan bahan menggunakan rumus sebagai berikut :

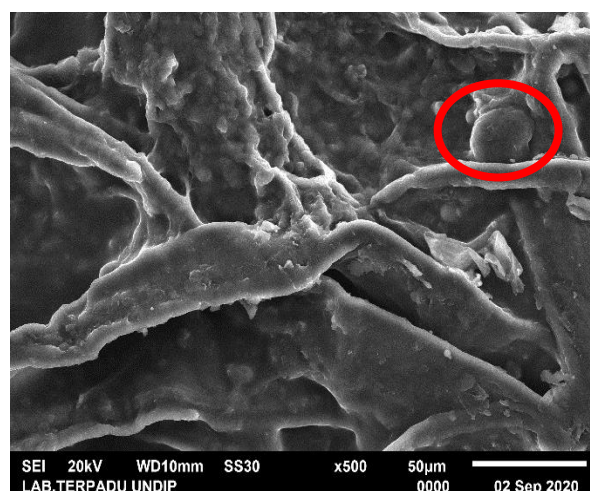
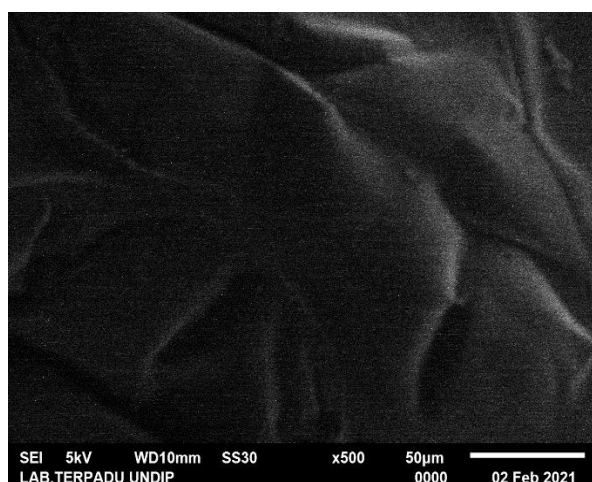
$$f_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan : f_c = Kuat tekan bahan; P = Tekanan; A = luas permukaan bahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biofoam dengan bahan baku pati bersifat hidrofilik sehingga molekul air dapat dengan mudah melawan ikatan hidrogen pada pati. Hal ini dapat mengurangi fungsi biofoam sebagai pengemas. Pemilihan sampel untuk di uji SEM dan kuat tekan dipilih berdasarkan nilai daya serap air yang terendah. Daya serap air yang kecil menunjukkan bahwa biofoam lebih kuat dan tidak mudah sobek. Formulasi biofoam terbaik didapatkan pada komposisi 56,25 gram tepung tapioka, 18,75 gram serat batang jagung dan 25 gram Polivinil Alkohol dengan nilai daya serap air sebesar 10,75–20,05% (Sumardiono *et al.*, 2021).

Hasil analisis morfologi pada sampel *styrofoam* dan biofoam dengan SEM perbesaran 500 kali menunjukkan bahwa permukaan biofoam tidak lebih rata dibandingkan *styrofoam*. Pada hasil foto SEM masih terlihat adanya sedikit granula pati. Karena proses gelatinisasi, granula pati ini mengalami pembengkakan (*swelling*) namun belum terdisintegrasi (*breakdown*) sehingga masih terlihat utuh. Namun beberapa granula yang lain mengalami retrogradasi karena gelatinisasi.



Gambar 2. Morfologi *Styrofoam* (kiri) dan Biofoam (kanan) dengan perbesaran 500 x

Tabel 1. Daya Serap Air Biofoam pada berbagai Rasio Berat Komposisi Bahan Baku

Variabel	Tepung Tapioka (g)	Serat batang jagung (g)	PVA (g)	Daya Serap Air (%)		
				t ₁	t ₂	t ₃
1	21,25	63,75	15	15,75	21,55	25,45
2	63,75	21,25	15	10,95	18,75	20,25
3	18,75	56,25	25	14,25	19,05	22,35
4	56,25	18,75	25	10,75	17,25	20,05

Keterangan : t₁ = waktu pemanasan 5 menit; t₂ = waktu pemanasan 10 menit; t₃ = waktu pemanasan 15 menit

Morfologi biofoam memberikan pengaruh pada nilai kuat tekan, dimana biofoam yang memiliki ukuran rongga yang besar dan *porous* mengindikasikan bahwa biofoam yang terbentuk memiliki nilai kuat tekan yang rendah (Iriani *et al.*, 2013 dan Soykeabkaew *et al.*, 2004). Hal ini disebabkan adanya rongga menunjukkan pori-pori yang tipis, sehingga bersifat rapuh apabila dikenai beban atau tekanan, begitu pula sebaliknya.

Hasil uji kuat tekan *Styrofoam* dan biofoam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa biofoam hasil penelitian memiliki nilai kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan *Styrofoam* komersial. Hal ini disebabkan adanya serat dalam biofoam yang dapat mengisi rongga pada matriks pati, sehingga dapat meningkatkan sifat kekerasannya (Salgado, *et al.*, 2008 dan Kaisangsri, *et al.*, 2012). Dengan demikian, biofoam yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat menjadi pengemas yang kuat, tidak rapuh, dan dapat menjaga bentuk saat difungsikan sebagai pengemas.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan

Bahan	Kuat Tekan (MPa)
<i>Styrofoam</i>	1,91
Biofoam	14,162
SNI	29,16

KESIMPULAN

Biofoam terbaik diperoleh dari komposisi pati tapioka 56,25 g, serat jagung 18,75 g dan PVA 25 g. Hasil pengujian SEM, menunjukkan bahwa permukaan biofoam tidak lebih rata dibandingkan styrofoam. Sebagian besar granula mengalami retrogradasi akibat gelatinisasi. Biofoam hasil

penelitian memiliki nilai kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan *Styrofoam* komersial dengan nilai kuat tekan sebesar 14.162 MPa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Diponegoro yang telah memberi dukungan financial terhadap penelitian ini melalui skema Riset Pengembangan dan Penerapan Tahun 2021, dengan nomor kontrak 233-139/UN7.6.1/PP/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Breuninger, W.F., Piyachomkwan, K., & Sriroth. K., 2009, Tapioca/Cassava Starch: Production and Use, Bemiller, J. dan R. Whistler (Eds) Starch: Chemistry and Technology, 547-555, Elsevier Inc, New York,
- Debiagi, F., Mali, S., Grossman, M.V.E., & Yamashita, F., 2011, Biodegradable Foams Based on Starch, Polyvinyl Alcohol, Chitosan and Sugarcane Fibers Obtained by Extrusion, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54(5):1043-1052.
- Friend, 2005. Conserving Natural Resources in Illinois. University of Illinois Extension: College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences
- Hauw, A.R., 2017, Pengaruh *Pretreatment* Inokulum EM4, Suhu, Waktu Dan Tekanan Terhadap Fermentasi Kelobot Jagung (*Zea Mays L.*), Skripsi, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Hendrawati, N., Sofiana, A.R., & Widyantini, I.N., 2015, Pengaruh Penambahan Magnesium Stearat dan Jenis Protein Pada Pembuatan

- Biodegradable Foam Dengan Metode Baking Process, *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(2):34-39.
- Ho, B.T., Roberts, T.K., & Lucas S., 2017, An overview on biodegradation of polystyrene and modified polystyrene: the microbial approach, *Crit Rev Biotechnol*, 38(2):308-320.
- Iriani, E.S., Irawadi, T.T., Sunarti, T.C., Richana, N., & Yuliasih, I., 2013, Corn Hominy, A Potential Material For Biodegradable Foam. *Proceeding International Maize Confernce*, Bogor.
- Kaisangsri, N., Kerdchoechuen, O., & Laohakunjit, N., 2012, Biodegradable Foam Tray from Cassava Starch Blended with Natural Fiber and Chitosan, *Journal Industrial Crops*, 37:542-546.
- Kaisangsri, N., Kerdchoechuen, O., & Laohakunjit, N., 2014. Characterization of cassava starch based foam blended with plant proteins, kraft fiber, and palm oil, *Carbohydr Polym*, 110: 70-77.
- Nukmal, N., Umar, S., Amanda, S.P., & Kanedi, M., 2018, Effect of Styrofoam Waste Feeds on the Growth, Development and Fecundity of Mealworms (*Tenebrio molitor*), *Online Journal of Biological Sciences*, 18(1):24-28.
- 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 fiber obtained by a baking process. *Journal of Food Engineering*. 85(3):435-443.
- Soykeabkaew N., Supaphol, P., & Rujiravanit, R., 2004, Preparation and Characteization of Jute and Flax Reinforced Starch Based Composite Foams, *Carbohydrate Polymer*, 58(1):53-63.
- Sumardiono, S., Pudjihastuti, I., Amalia, R., & Yudanto, Y.A., 2021, Characteristics of Biodegradable Foam (Bio-foam) Made from Cassava Flour and Corn Fiber, *International Conference on Chemical and Material Engineering 2021*, Semarang.