

Karakterisasi *Biofoam* Berbasis Pati Sagu dan Ampas Tebu dengan Penambahan Polivinil Alkohol (PVA)

Characterization of Sago Starch and Sugarcane Bagasse Based Biofoam with Polyvinyl Alcohol (PVA) Addition

Yasin Arifin Dayaka¹, Y. Erning Indrastuti^{2*}

^{1,2*}Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Pontianak, Indonesia.

*Corresponding Author: indrastuti_erning@yahoo.com

Abstrak

Polystyrene foams populer digunakan sebagai pengemas makanan, namun sulit terdegradasi secara alami, sehingga digantikan dengan pati dan serat yang *biodegradable (biofoam)*. *Biofoam* dari pati dan serat mempunyai ketahanan terhadap air yang buruk sehingga ditambahkan polyvinil alkohol (PVA). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penambahan PVA terhadap karakteristik *biofoam* berbasis pati sagu dan ampas tebu yang dibuat dengan menggunakan metode *baking process*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan penambahan PVA sebanyak 0, 5, 10 dan 15% pada *biofoam* berbasis sagu dan ampas tebu. Penambahan PVA memengaruhi kadar air, daya serap air, biodegradasi, morfologi permukaan *biofoam*, warna dan tekstur *biofoam*, sedangkan aroma tidak dipengaruhi oleh penambahan PVA. Semakin besar penambahan PVA, kadar air dan daya serap air semakin rendah, morfologi permukaan *biofoam* dan tekstur semakin halus, namun penambahan PVA mengurangi biodegradasi *biofoam* meskipun masih sesuai dengan standar. Penambahan PVA 15% menghasilkan *biofoam* dengan kadar air 9,54%, daya serap air 8,11%, biodegradasi 81,34 % selama 7 hari pada tanah gambut, warna putih kecoklatan sampai agak putih, dan tekstur halus sampai sedikit halus.

Kata kunci : *biodegradable foam, baking process, polivinil alkohol*

Abstract

Polystyrene foams are popularly used as food packaging, but they are difficult to degrade naturally, so they are replaced with biodegradable starch and fiber (*biofoam*). *Biofoam* from starch and fiber has poor water resistance so polyvinyl alcohol (PVA) is added. The purpose of this study was to analyze the effect of PVA addition on the characteristics of *biofoam* based on sago starch and bagasse made using the baking process method. This study used a completely randomized design (CRD) with the addition of PVA as much as 0, 5, 10 and 15% on *biofoam* based on sago starch and bagasse. The addition of PVA affects the moisture content, water absorption, biodegradation, surface morphology of *biofoam*, color and texture of *biofoam*, while aroma is not affected by the addition of PVA. The greater the addition of PVA reduces the moisture content, water absorption, surface morphology of *biofoam* and the smoother the texture, but the addition of PVA reduces the biodegradation of *biofoam* although it is still in accordance with the standard. The addition of 15% PVA produced *biofoam* with a moisture content of 9.54%, water absorption of 8.11%, biodegradation of 81.34% for 7 days in peat soil, brownish white to slightly white color, and smooth to slightly smooth texture.

Keywords: *biodegradable foam, baking process, polyvinyl alcohol*

I. PENDAHULUAN

Polystyrene foams banyak digunakan sebagai pengemas makanan karena sifatnya yang ringan, ekonomis, mudah dibentuk, tahan air, mampu menahan panas dan dingin sehingga sangat praktis digunakan. Namun dibalik keuntungan penggunaannya, *polystyrene foam* berbahaya bagi lingkungan karena sulit terdegradasi secara alami. Beberapa penelitian telah mengganti

polystyrene dengan bahan *biodegradable* yaitu pati (Hendrawati dkk., 2015; Chaireh et al., 2020; Hevira dkk., 2021).

Pati adalah bahan yang murah dan mudah didapat, namun *biodegradable foam (biofoam)* dari pati memiliki sifat mekanik dan ketahanan air yang buruk, sehingga perlu ditambahkan filler sebagai penguat yaitu lignin (Luo et al., 2013), eceng gondok (Chaireh et al., 2020), serat batang pisang (Berutu dkk., 2022), dan ampas tebu (Hevira dkk., 2021).

Interaksi antara pati dan serat dapat meningkatkan viskositas matriks pati, akibatnya ikatan hidrogen terbentuk yang dapat mengurangi mobilitas pati dan membuatnya lebih padat (Bergel *et al.*, 2021). Selain itu *biofoam* dari pati cenderung rapuh dan mudah patah. Penelitian oleh (Marlina dkk., 2021; Sarlinda dkk., 2022) menunjukkan bahwa *polyvinil alcohol* (PVA) dapat digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas, kuat tarik dan ketahanan terhadap air pada *biofoam* pati. *Biofoam* yang berbentuk mangkuk digunakan untuk menampung air, sehingga harus tahan bocor, jika ditambahkan PVA diharapkan dapat meningkatkan sifat barrier terhadap air.

Pembuatan *biofoam* dari pati sagu sudah dilakukan oleh Lubis dkk. (2022) namun menggunakan filler Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan menggunakan metode *thermopressing*. Selain *thermopressing* metode lain untuk membuat *biofoam* adalah metode *baking process* (Hendrawati dkk., 2015), metode ini memerlukan magnesium stearat agar foam yang terbentuk dapat dilepaskan dari cetakan. Terlepas dari penelitian sebelumnya tentang *biofoam* pati, masih ada kekurangan informasi tentang *biofoam* berbentuk mangkuk dari pati sagu dan ampas tebu yang ditambahkan PVA dengan menggunakan metode *baking process*. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penambahan PVA terhadap karakteristik *biofoam* berbasis pati sagu dan ampas tebu yang dibuat dengan menggunakan metode *baking process*.

II. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah oven Memmert, oven kabinet, mikroskop, hammer mill, ayakan, gelas beaker, botol timbang, sikat kawat, pisau. Bahan yang digunakan adalah pati sagu, ampas tebu, *polyvinil alcohol* (PVA), magnesium stearat, aquades.)

Pembuatan tepung ampas tebu

Pembuatan tepung ampas tebu dilakukan sesuai prosedur Hevira dkk. (2021) yaitu merendam ampas tebu selama 1 (satu) hari dengan perbandingan ampas tebu dan air 1:2. Ampas tebu yang sudah direndam kemudian ditiriskan dan dicuci tiga kali untuk

menghilangkan sisa gula. Ampas tebu dikecilkan ukurannya sebelum pengeringan dalam oven kabinet pada suhu 60°C selama 12 jam. Ampas tebu kering digiling menggunakan *hammer mill* dan diayak sehingga menjadi tepung ampas tebu.

Pembuatan *biofoam* dengan metode *baking process*

Pembuatan *biofoam* dilakukan berdasarkan prosedur Hevira dkk. (2021) dengan modifikasi pada pati sagu dan PVA. Bahan-bahan untuk pembuatan *biofoam* disiapkan dengan formula seperti pada Tabel 1. Bahan-bahan diaduk hingga homogen menggunakan magnetic stirrer 100°C dengan kecepatan 6 – 8 rpm. Kemudian, adonan dicetak menggunakan mangkuk stainless kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100°C selama 6 jam untuk menghilangkan kadar air. Selanjutnya *biofoam* dikeluarkan dari oven dan didinginkan pada suhu ruang.)

Tabel 1. Komposisi Bahan pada Pembuatan *Biofoam*

PVA (%)	Pati sagu (g)	Ampas tebu (g)	Mg stearat (g)	Aquades (g)
0	36	1,5	2	50
5	36	1,5	2	50
10	36	1,5	2	50
15	36	1,5	2	50

Analisis *biofoam*

Analisis kadar air *biofoam* dilakukan dengan penimbangan sampel dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 60 menit. Selanjutnya didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang beratnya. Perlakuan ini diulangi sampai diperoleh berat konstan. Kadar air adalah rasio antara berat air dalam bahan tersebut dengan berat bahan basah (AOAC, 2011).

Analisis daya serap dilakukan sesuai prosedur Hendrawati dkk. (2020) dengan memotong *biofoam* dengan ukuran 2,5cm x 5cm, ditimbang sebagai berat *biofoam* awal. Kemudian *biofoam* direndam dalam air selama 60 detik dan dihilangkan sisa air pada *biofoam* dengan menggunakan kertas tisu. Penimbangan dilakukan lagi dan dicatat berat akhir *biofoam*. Perbedaan berat foam awal dan akhir dicatat sebagai banyaknya air yang

terserap oleh biofoam. Analisis permukaan biofoam menggunakan mikroskop stereo (XT-3C).

Analisis Biodegradasi untuk mengetahui laju degradasi bahan akibat adanya aktifitas mikroorganisme terhadap biofoam dalam jangka waktu pengamatan 7 hari, sehingga akan diperoleh persentase kerusakan. Tanah yang digunakan tanah gambut karena tanah tersebut banyak terdapat di Kalimantan Barat dan sering dijadikan tempat pembuangan sampah. Analisis ini menggunakan metode soil burial test yaitu menanamkan biofoam dengan ukuran yang sama ke dalam tanah dengan kedalaman 10 cm dari permukaan tanah dan dilakukan pengamatan berat bioform (Hevira dkk., 2021).

Analisis organoleptik biofoam dilakukan dengan melibatkan 25 panelis yang terdiri dari mahasiswa Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Pontianak. Panelis diminta untuk menilai warna (1= coklat; 2= agak coklat; 3= putih kecoklatan; 4= agak putih; 5= putih), aroma (1= sangat asam; 2= agak asam, 3= sedikit asam; 4= tidak asam), dan tekstur (1= sangat halus; 2= halus; 3= sedikit halus; 4= sedikit kasar; 5= kasar; 6= sangat kasar) pada biofoam.

Analisis Statistika

Analisis kadar air dan daya serap menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan pengulangan tiga kali, jika terdapat perbedaan nyata diantara variabel bebas maka dilakukan uji lanjut dengan BNT $\alpha=0,05$. Data organoleptik dianalisis menggunakan uji beda Kruskal Wallis, jika berbeda nyata dilakukan analisis lanjut Mann-Whitney Test. Analisis data menggunakan software statistika SPSS 26).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Salah satu parameter penting yang menentukan kualitas *biofoam* adalah kadar air, karena dapat mempengaruhi awet atau tidaknya *biofoam*. *Biofoam* dengan kadar air tinggi akan mudah rusak dan ketahanan terhadap air menjadi rendah. Nilai kadar air *biofoam* pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2 dimana kadar air *biofoam* berkisar antara 9,54,28-11,22 %. Kadar air *biofoam* berbasis pati sagu dan ampas tebu ini tinggi jika dibandingkan dengan *polystyrene foam* konvensional yaitu 1,11% (Kaisangsri *et al.*,

2012). Kadar air *biofoam* yang tinggi karena pati, ampas tebu dan PVA bersifat hidrofilik, selain itu pati mempunyai sifat higroskopis yang dapat menyerap kelembaban dari lingkungan sekitarnya.

Tabel 2. Pengaruh Penambahan PVA pada Kadar Air *Biofoam*

Penambahan PVA (%)	Kadar Air (%)
0	11,22±0,10 d
5	10,67±0,05 c
10	10,37±0,09 b
15	9,54±0,16 a

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf yang tidak sama berbeda nyata pada uji BNT $\alpha = 0,05$

Air pada pembuatan *biofoam* merupakan blowing agent yaitu dapat menghasilkan struktur berongga sehingga dapat menghasilkan adonan yang mengembang (Putri dkk., 2021). Namun kadar air yang terlalu besar menyebabkan berkurangnya ketahanan *biofoam* terhadap air. Tabel 2. menunjukkan penambahan PVA memengaruhi kadar air *biofoam*. Semakin besar penambahan PVA maka semakin kecil kadar air *biofoam*, hal ini diduga hidrofobisitas PVA lebih besar dibanding pati sagu dan ampas tebu. Kadar air *biofoam* terendah yaitu pada penambahan PVA 15% yaitu 9,54%.

Daya serap air

Daya serap air adalah banyaknya air yang diserap oleh *biofoam* setelah dimasukkan ke dalam air. Semakin rendah nilai daya serap air maka sifat barrier terhadap air akan semakin baik, sebaliknya semakin tinggi daya serap air maka *biofoam* semakin mudah rusak (Coniwanti dkk., 2018) dan semakin kurang tahan terhadap air. Daya serap air yang tinggi kurang diharapkan karena mempengaruhi kualitas kemasan sehingga menjadi mudah rusak. Tabel 3 menunjukkan daya serap air *biofoam* pati sagu dan ampas tebu dengan penambahan PVA antara 8,11 -16,83%. Daya serap *biofoam* ini lebih kecil dari daya serap yang ditetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 26,12% (Harunsyah dkk., 2020).

Tabel 3. Pengaruh Penambahan PVA pada Daya Serap Air *Biofoam*

Penambahan PVA (%)	Daya Serap Air (%)
0	16,83±1,63 d
5	14,13±0,45 c
10	9,12±0,64 b
15	8,11±0,54 a

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha = 0,05$

Tabel 3 menunjukkan penambahan PVA memengaruhi daya serap air *biofoam*. Semakin besar penambahan PVA maka daya serap air *biofoam* semakin kecil. Hal ini sesuai dengan penelitian (Purnavita & Rastono, 2021) dimana semakin banyak PVA yang ditambahkan maka penyerapan air yang semakin kecil. PVA memiliki gugus hidroksil dan memiliki sifat hidrofilik, namun diduga PVA lebih hidrofobik dibanding pati sagu. Menurut (Rusdianto dkk., 2022) PVA sulit menyerap air saat direndam karena memiliki karakteristik hidrofobik dan berfungsi sebagai perekat diantara bahan penyusun *biofoam*. Fungsi PVA sebagai perekat dan protective colloid bagi proses emulsi polimerisasi serat (Purnavita & Rastono, 2021), menyebabkan semakin sedikit penambahan PVA (0 dan 5%) maka adonan *biofoam* kurang homogen, sehingga banyak retakan di permukaan *biofoam*. Retakan ini menyebabkan semakin banyak air yang masuk saat perendaman, akibatnya daya serap air meningkat. Daya serap air paling rendah yaitu pada *biofoam* dengan penambahan PVA 15% yaitu 8,11%.

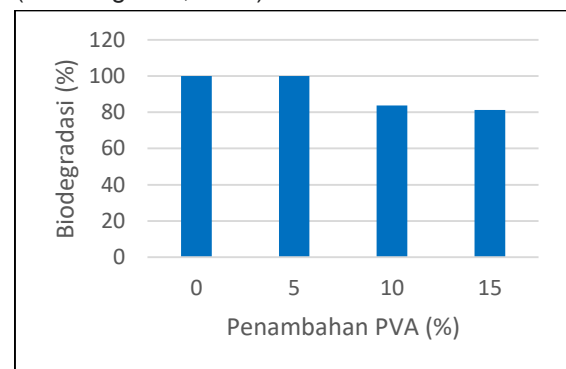
Biodegradasi

Analisis biodegradasi bertujuan untuk mengetahui berapa banyak komponen *biofoam* yang mampu terurai secara alami di tanah, pada penelitian ini menggunakan tanah gambut. Kemampuan biodegradasi akan memberikan dampak yang baik bagi lingkungan karena mampu terurai secara alami jika dibandingkan dengan produk-produk konvensional seperti plastik ataupun styrofoam.

Penambahan PVA 0% dan 5% menyebabkan *biofoam* terdegradasi 100% selama 7 hari, sedangkan degradasi *biofoam* paling rendah yaitu penambahan PVA 15% sebesar 81,34%, meskipun masih sesuai standar SNI yaitu terurai 100% selama 60 hari

(Hevira dkk., 2021). Semakin besar penambahan PVA pada *biofoam* menyebabkan tingkat biodegradasi menurun. Hal ini dikarenakan meskipun PVA bersifat biodegradable tapi masih lebih sulit untuk diurai daripada bahan organik lainnya (pati sagu dan ampas tebu).

Selain PVA proses biodegradasi lebih dipengaruhi oleh adanya pati yang berada dalam *biofoam*. Keberadaan pati menyebabkan mikroorganisme tumbuh dan mikroorganisme menghasilkan enzim yang dapat mendegradasi *biofoam* dengan cara memutus ikatan polimer menjadi monomer (Limbong dkk., 2022).



Gambar 1. Pengaruh Penambahan PVA terhadap biodegradasi *biofoam* pada tanah gambut selama 7 hari

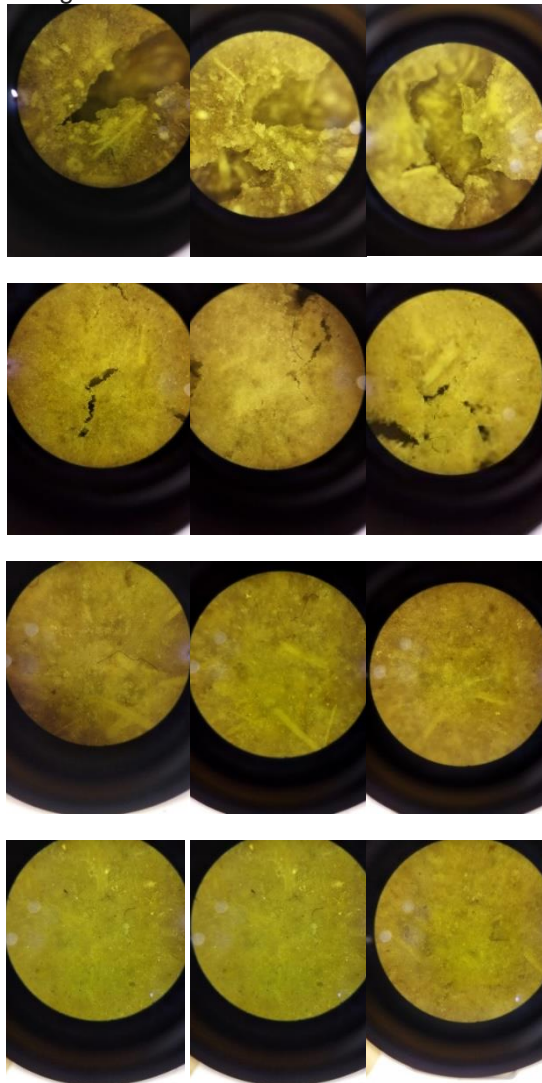
Morfologi Permukaan Biofilm

Morfologi permukaan biofilm dilihat dengan menggunakan foto optik. Uji ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran lensa 2x. Gambar 2 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi PVA yang ditambahkan maka penampakan permukaan *biofoam* yang dihasilkan menjadi halus dan tidak terjadi keretakan. Berdasarkan hasil pengujian terhadap uji foto optik pada *biofoam* dari pati sagu dan ampas tebu dengan penambahan konsentrasi PVA diperoleh hasil pengujian foto optik memiliki tingkat penampakan keretakan dan kehalusan yang terendah pada perlakuan penambahan PVA 0%.

Pada perlakuan tidak adanya penambahan PVA sebagai perekat dan emulsifier menyebabkan adonan tidak homogen sehingga struktur *biofoam* menjadi retak dan kasar saat pencetakan dan pengeringan. Tingkat penampakan keretakan dan kehalusan *biofoam* tertinggi ditunjukkan

pada perlakuan penambahan PVA 15%, yang disebabkan karena adanya penambahan PVA yang berfungsi untuk memadatkan struktur dari *biofoam* sehingga akan terlihat kokoh dan padat (Hevira dkk., 2021).

Permukaan *biofoam* yang retak dan kasar menyebabkan air lebih mudah masuk sehingga daya serap air menjadi semakin besar. Hal ini terkonfirmasi pada analisis daya serap air. Air yang masuk ke dalam *biofoam* akan menyebabkan kebocoran, hal ini tidak dikehendaki pada *biofoam* yang berbentuk mangkuk



Gambar 2. Foto Optik *Biofoam* dengan Penambahan PVA 0%, 5%, 10%, dan 15% (berturut-turut dari atas ke bawah)

Analisis Organoleptik

Analisis organoleptik *biofoam* yaitu menggunakan indra manusia untuk mengukur warna, aroma dan tekstur *biofoam*. Tabel 4. menunjukkan pengaruh penambahan PVA pada warna, aroma dan tekstur *biofoam*.

Tabel 4. Pengaruh Penambahan PVA pada Pengamatan Organoleptik

PVA (%)	Warna	Aroma	Tekstur
0	3,68±0,56 ^b	2,24±0,78	5,16±1,28 ^b
5	2,88±1,09 ^a	2,60±0,58	2,28±1,43 ^a
10	2,96±1,14 ^a	2,28±0,84	2,48±1,05 ^a
15	3,64±0,70 ^b	2,40±0,58	2,52±1,50 ^a

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha = 0,05$

Warna merupakan aspek penting terhadap kualitas suatu produk agar dapat diterima oleh masyarakat. Penambahan PVA memengaruhi warna *biofoam*. Penambahan PVA 0% berbeda tidak nyata dengan penambahan PVA 15% yaitu antara putih kecoklatan dan agak putih. Penambahan PVA 5% dan 10% berbeda tidak nyata, yaitu agak coklat sampai putih kecoklatan. Warna *biofoam* dipengaruhi oleh bahan penyusunnya yaitu pati sagu dan ampas tebu yang berwarna putih kecoklatan. Sedangkan menurut (Saxena, 2004) PVA adalah bubuk granular transparan, berwarna putih.

Aroma merupakan salah satu parameter dalam analisis organoleptik dengan menggunakan indra penciuman. Penambahan PVA tidak memengaruhi aroma *biofoam* (Tabel 4). Aroma *biofoam* hanya dipengaruhi oleh pati sagu yang beraroma asam akibat fermentasi pada proses pengolahannya, sedangkan PVA yang tidak berbau dan tidak berasa (Saxena, 2004).

Tekstur merupakan salah satu sifat dari produk yang dapat dirasakan menggunakan sentuhan kulit. Pada produk kemasan makanan, tekstur menjadi sangat penting karena dapat meningkatkan minat konsumen. Tekstur yang dianalisis oleh panelis adalah tekstur permukaan *biofoam*. Tabel 4 menunjukkan penambahan PVA memengaruhi tekstur *biofoam*. Penambahan 0% menghasilkan *biofoam* kasar sampai sangat kasar, sedangkan penambahan PVA

5%; 10%; 15% tekstur *biofoam* berbeda tidak nyata yaitu antara halus dan sedikit halus. Penambahan PVA dapat memperbaiki tekstur *biofoam*, hal ini sesuai dengan penelitian (Hevira dkk., 2021) yang menyatakan bahwa perbaikan karakteristik fisikokimia sering dilakukan dengan menambahkan PVA yang berfungsi untuk memadatkan struktur *biofoam* sehingga akan terlihat lebih kokoh dan padat. Hal ini juga terkonfirmasi dengan analisis morfologi menggunakan foto optik.

IV. KESIMPULAN

Pati sagu dan ampas tebu mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku *biofoam*. Penambahan PVA memengaruhi karakteristik *biofoam* berbasis pati sagu dan ampas tebu yang dibuat dengan menggunakan metode *baking process*. Karakteristik utamanya yaitu ketahanan terhadap air. Perlakuan penambahan PVA mengakibatkan kadar air berkisar 9,54 - 11,22%, daya serap air 8,11 - 16,83%, biodegradasi menggunakan tanah gambut selama 7 hari berkisar antara 81,34 - 100%, analisis organoleptik warna antara putih kecoklatan sampai agak coklat, tekstur kasar sampai sangat halus. Semakin besar penambahan PVA dapat mengurangi kadar air, daya serap air, morfologi permukaan *biofoam* dan tekstur semakin halus, namun *biofoam* mengurangi biodegradasi meskipun masih sesuai dengan standar. Penambahan PVA 15% menghasilkan *biofoam* terbaik diantara seluruh variabel yang dianalisis dengan kadar air 9,54%, daya serap air 8,11%, biodegradasi 81,34 % selama 7 hari pada tanah gambut, warna putih kecoklatan sampai agak coklat, dan tekstur halus sampai sedikit halus.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (2011). *Official methods of analysis of the AOAC* (18th ed. R). Association of official analytical chemists.
- Bergel, B. F., Araujo, L. L., & Santana, R. M. C. (2021). Effects of the addition of cotton fibers and cotton microfibers on the structure and mechanical properties of starch foams made from potato starch. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100167. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2021.100167>
- Berutu, F. L., Dewi, R., Muhammad, M., Ginting, Z., & ZA, N. (2022). *Biofoam* Berbahan Pati Sagu (*Metroxylon rumphii* m) Dengan Bahan Pengisi (Filler) Serat Batang Pisang Dan Kulit Pisang Menggunakan Metode Thermopressing. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(1), 61. <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i1.6420>
- Chaireh, S., Ngasatool, P., & Kaewtatip, K. (2020). Novel composite foam made from starch and water hyacinth with beeswax coating for food packaging applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 165, 1382–1391. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.10.007>
- Coniwanti, P., Mu'in, R., Wijaya Saputra, H. W., M. Andre R.A., & Robinsyah. (2018). Pengaruh konsentrasi NaOH serta rasio serat daun nanas dan ampas tebu pada pembuatan *biofoam*. *Jurnal Teknik Kimia*, 24(1), 1–7. <https://doi.org/10.36706/jtk.v24i1.411>
- Harunsiyah, Sari, R., Yunus, M., & Fauzan, R. (2020). *Pemanfaatan Serat Ampas Tebu Sebagai Bahan Biodegradable foam Pengganti Styrofoam Sebagai Bahan Kemasan Makanan Yang Ramah Lingkungan*. 4(1), 114–120.
- 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. <https://doi.org/10.15294/jbat.v4i2.4166>
- Hendrawati, N., Wibowo, A. A., & Chrisnandari, R. D. (2020). Biodegradable Foam dari Pati Sagu Terasitilasi dengan Penambahan Blowing Agent NaHCO₃. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 4(2), 186. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v4i2.168>
- Hevira, L., Ariza, D., & Rahmi, A. (2021). *Pembuatan Biofoam Berbahan Dasar Ampas Tebu dan Whey*. 43(2), 75–81.
- Kaisangsri, N., Kerdchoechuen, O., & Laohakunjit, N. (2012). *Biodegradable foam tray from cassava starch blended with natural fiber and chitosan*. 37, 542–546. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.07.034>
- Limbong, S. F., Harsojuwono, B. A., & Hartiati,

- A. (2022). Pengaruh Pengaruh Konsentrasi Polivinil Alkohol dan Lama Pengadukan Pada Proses Pemanasan terhadap Karakteristik Komposit Biotermoplastik Maizena dan Glukomanan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 7(1), 37. <https://doi.org/10.24843/jitpa.2022.v07.i01.p05>
- Lubis, N. rizqi F., Dewi, R., Sulhatun, S., Ginting, Z., & Muhammad, M. (2022). Biofoam Berbahan Pati Sagu Dengan Penguat Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Kemasan Makanan Dengan Metode Thermopressing. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(3), 95. <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i3.6419>
- Luo, X., Mohanty, A., & Misra, M. (2013). Lignin as a reactive reinforcing filler for water-blown rigid biofoam composites from soy oil-based polyurethane. *Industrial Crops and Products*, 47, 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.01.040>
- Marlina, R., Sumantri, Y., Kusumah, S. S., Syarbini, A., Cahyaningtyas, A., Petanian, T. I., Ilmu, F., Halal, P., & Djuanda, U. (2021). Karakterisasi Komposit Biodegradable Foam Dari Kemasan Pangan. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 43(1), 1–11. <http://dx.doi.org/10.24817/jkk.v43i1.6765>
- Purnavita, S., & Rastono, N. K. (2021). Modifikasi Pati Aren dengan Crosslinking Agent STPP (Sodium Tri Poly Phospate) dan Penambahan Poli Vinil Alkohol terhadap Karakteristik Bioplastik. *Seminar Nasional Teknik Dan Manajemen Industri*, 1(1), 256–261. <https://doi.org/10.28932/sentekmi2021.v1i1.73>
- Putri, M., Putri, D. K., & Putri, A. (2021). Pengaruh Penambahan Gliserin dan Polivinil Alkohol Terhadap Karakteristik Biofoam dari Kulit Singkong dan Daun Angsana. *REACTOR: Journal of Research on Chemistry and Engineering*, 2(1), 15. <https://doi.org/10.52759/reactor.v2i1.19>
- Rusdianto, A. S., Amilia, W., Choiron, M., Wiyono, A. E., Hidayati, U. N., & Kunci, K. (2022). Karakteristik Biodegradable Foam Berbasis Pati Singkong Dengan Variasi Penambahan Tepung Ampas Tebu dan Polyvinyl Alcohol Characteristics of Biodegradable Foam Based on Cassava Starch with Variations of Additional Powdered Bagasse and Polyvinyl Alcohol. 1(3), 140–150.
- Sarlinda, F., Hasan, A., & Ulma, Z. (2022). Pengaruh Penambahan Serat Kulit Kopi dan PVA terhadap Karakteristik Biodegradable Foam dari Pati Kulit Singkong. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 4(2), 9–20. <https://doi.org/10.35970/jppl.v4i2.1430>
- Saxena, S. K. (2004). *Polyvinil Alcohol (PVA) Chemical and Technical Assessment*. The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 61st Meeting, Rome, 1-3.