

Optimalisasi biomassa ampas tebu sebagai bahan baku tempat makanan ramah lingkungan dengan metode thermopressing

Kunthi Widhyasih ^{1,*}, Della Puspita Sari ²

Politeknik LPP Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia.

¹ knt@polteklpp.ac.id; ² adellapuspitas1409@gmail.com.

*Correspondent Author

Received: 13 September 2024

Revised: 10 December 2024

Accepted: 5 March 2025

KATAKUNCI

Ampas Tebu
Biofoam
Hot Press
Styrofoam
Tepung Sagu

KEYWORDS

Sugarcane Bagasse
Biofoam
Hot Press
Styrofoam
Sago Flour

ABSTRAK

Styrofoam merupakan salah satu bahan pembuat tempat makanan yang paling disukai oleh para pebisnis kuliner karena selain praktis juga menjadikan kemasan semakin menarik. Ironisnya *styrofoam* ini mengandung benzene yang berbahaya bagi kesehatan manusia, disamping itu bahan *styrofoam* sulit terurai secara alami sehingga menjadi salah satu penyebab pencemaran lingkungan. Salah satu alasan dilakukannya penelitian ini adalah memanfaatkan biomassa ampas tebu sebagai bahan dasar dalam pembuatan biofoam yang bisa digunakan untuk tempat makanan yang praktis, sehat, dan ramah lingkungan. Pembuatan biofoam pada penelitian ini menggunakan variasi berat ampas tebu 10gram, 20gram, dan 30gram dengan penambahan perekat tepung sagu sebanyak 30 gram. Metode yang digunakan adalah thermopressing pada suhu 170°C dengan tekanan 2 Bar selama 30 menit. Biofoam yang dihasilkan memiliki kuat tarik terbesar 8,79 N/mm², memiliki daya serap air yang lebih rendah dari Styrofoam komersial yaitu 19,28%, dan pada hari ke-10 sudah menunjukkan adanya proses peruraian di dalam tanah.

Optimization of sugarcane bagasse biomass as a raw material for environmentally friendly food containers using the thermopressing method

Styrofoam is one of the materials used to make food containers that is most preferred by culinary business people because apart from being practical, it also makes the packaging more attractive. Styrofoam is one of the things that pollutes the environment since it is difficult for the material to break down naturally and includes benzene, which is harmful to human health. This research aims to utilize sugarcane bagasse biomass as basic material for making biofoam, a practical, healthy and environmentally friendly food container. In this research, biofoam was made using varying weights of 10 grams, 20 grams and 30 grams of bagasse with the addition of 30 grams of sago starch adhesive. The process involves thermopressing for 30 minutes at 170°C and 2 Bar of pressure. The resulting biofoam has a tensile strength of 8,79 N/mm², has a lower water absorption capacity than commercial styrofoam, namely 19,28%, and it shows a decomposition process in the soil on the 10th day

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Pendahuluan

Salah satu faktor pendukung majunya bisnis kuliner adalah pemilihan kemasannya. Kemasan yang menarik dan praktis akan memberikan daya tarik tersendiri bagi konsumen disamping cita rasa makanan itu sendiri. *Styrofoam* atau *polystyrene* (PS) *foam* merupakan salah satu bahan yang sering digunakan dalam mengemas makanan. *Styrofoam* ini sifatnya ringan, mudah dibentuk, tahan bocor, tahan terhadap suhu panas serta dingin dan harganya yang sangat terjangkau, sehingga sering digunakan sebagai pembungkus bahan-bahan kebutuhan manusia, antara lain barang-barang elektronik, makanan maupun minuman siap saji [1]. *Styrofoam* ini disamping memiliki banyak manfaat, ternyata mempunyai dampak buruk bagi kesehatan manusia dalam jangka panjang dan sulit terurai di alam, *styrofoam* membutuhkan waktu 500 ribu hingga 1 juta tahun untuk dapat terurai[2]. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup RI kandungan *styrofoam* yang sangat berbahaya yaitu adalah polimer – polimer aditif yaitu *styrene*, *polystirena*, *butyl hidroksi toluene*, dan *CFC*

Dampak buruk pemakaian *styrofoam* sebagai wadah kemasan makanan terhadap kesehatan dimulai dari gangguan ringan seperti anemia hingga penyakit kanker. Hal ini disebabkan karena waktu kontak yang lama, suhu tinggi, dan kandungan lemak pada makanan dapat menyebabkan bahaya-bahaya kimia pembentuk *styrofoam* masuk ke dalam makanan [3]. Limbah *styrofoam* termasuk limbah golongan jenis limbah plastik yang sulit diuraikan apabila dibuang begitu saja ke lingkungan [4]. Berdasarkan data dari Asosiasi Industri Plastik dan Badan Pusat Statistik penggunaan *Styrofoam* di Indonesia mencapai 800 – 1000 ton per bulan di kurun waktu 2018, dan saat ini mengalami penurunan dengan pelarangan penggunaan menjadi 500 ton per bulan.[5] Beberapa cara telah dilakukan untuk mengurangi dan mendaur ulang *styrofoam* antara lain penanaman dalam tanah, insinerasi dan penggunaan mikroba pengurai plastik [6]. Penggunaan yang cukup tinggi tentunya menghasilkan sampah yang tinggi pula, sehingga perlu menciptakan alternatif wadah yang aman dan mudah terdegradasi.

Perlu adanya bahan pengganti *styrofoam*, yaitu *biodegradable foam* (*biofoam*) yang dapat digunakan sebagai kemasan bahan-bahan kebutuhan yang dapat melindungi bahan-bahan itu sendiri walaupun kualitas makanan dari waktu ke waktu, mudah dibawahi, nyaman digunakan, murah, dan dapat terurai secara alami sehingga tidak menyebabkan penumpukan limbah pada [7]. Bahaya pengganti tersebut berasal dari bahaya alam yang memiliki kandungan selulosa (serat) tinggi. Semakin banyak jumlah serat, semakin besar kuat tarik dan kuat tekan dari *biofoam* yang dihasilkan [2].

Bahaya alam yang dapat digunakan sebagai bahan dasar *biofoam* antara lain serat paku, kulit paku dengan perekat tepung sagu [8], kulit jagung dengan perekat tapioka [9], pati singkong dengan penambahan tepung ampas tebu dan PVA [10], selulosa dan tepung singkong [11], pati kulit singkong dengan penambahan serat kulit kopi [12], tepung pati dengan penambahan serat ampas tebu [13], dan kulit pisang dengan penambahan ampas tebu [14]. Daya serap air *biofoam* yang dihasilkan dari penelitian di atas masih cukup besar sehingga mempengaruhi nilai kuat tariknya. Pada pembuatan *biofoam* dari serat ampas tebu dengan perekat tepung maizena [15] menghasilkan *biofoam* dengan kuat tarik yang masih rendah. *Biofoam* dari serat jagung dan tepung tapioka memiliki nilai kuat tekan sebesar 14.162 MPa. Nilai tersebut lebih besar dibandingkan dengan *styrofoam* komersial, sehingga dapat menjadi bahan pengemas yang kuat, tidak rapuh, dan dapat menjadi bentuk sesuai difungsikan sebagai pengemas, namun permukaan *biofoam* yang dihasilkan tidak lebih rata dari *styrofoam* komersial [16]. Bahan alami yang mampu digunakan sebagai *biofoam* adalah bahan yang mengandung serat yang kokoh, tahan terhadap suhu, tidak mengandung bahan berbahaya, serta mudah terdegradasi. Ampas tebu mempunyai kadar serat yang relatif tinggi, sehingga bahan ini sangat cocok untuk dipakai sebagai bahan untuk *biofoam*, selain itu ampas tebu mudah diperoleh dan merupakan *by product* dari industri gula yang seharusnya memiliki nilai tambah yang lebih tinggi

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh serat ampas tebu dalam pembuatan *biofoam* dengan penambaihan perekat tepung sagu dan membandingkan kualitasnya dengan *styrofoam* yang tersedia di pasaran. Ampas tebu merupakan biomassa yang sudah mengalami penggilingan dalam proses pembuatan gulai dan pada umumnya digunakan sebagai bahan baku di pabrik gulai [17]. Terdapat beberapa unit pabrik gulai memiliki ampas tebu berlebih setelah digunakan sebagai bahan baku sehingga dimungkinkannya untuk dimanfaatkan menjadi bahan lain yang lebih bermanfaat, antara lain sebagai bahan dasar *biofoam*. Ampas tebu (*bagasse*) memiliki komposisi sekitar 3,3% gulai, 47,7% serat, dan kandungan air 48-52%. Serat dalam ampas tebu tidak dapat larut dalam air, dengan komposisi utamanya lignin, selulosa, dan pentosan [18]. Kandungan serat yang tinggi dalam ampas tebu ini sangat cocok sebagai bahan dasar pembuatan *biofoam* agar kokoh dan tidak mudah larut dalam air sehingga menunjang sifat fisik *biofoam*. Tepung sagu digunakan sebagai bahan perekat karena memiliki kandungan pati yang tinggi dengan kandungan glutennya yang sangat rendah [19] sehingga memberikan daya ikat yang tinggi, memberikan tekstur yang kuat dengan harga yang relatif murah. Pembuatan *biofoam* ini dibantu bahan tambahan lain yaitu kitosan, dan magnesium stearat yang memiliki fungsi untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik dari bahan-bahan alami tersebut.

Metode

Bahan utama pembuatan *biofoam* ini tentunya adalah ampas tebu dan bahan tambahan berupa kitosan yang berfungsi membantu mengikat serat-serat ampas tebu lebih kuat selama proses pressing dan magnesium stearat yang berfungsi untuk meningkatkan daya tahan panas produk selama proses *thermopressing*, membuat *biofoam* tidak mudah rusak pada suhu tinggi. Penelitian ada beberapa tahapan yang dilakukan yaitu :

1. Persiapan Bahan Baku Ampas Tebu

Serat ampas tebu dicuci bersih kemudian direndam selama satu hari untuk menghilangkan sisa rasa manisnya, setelah itu dilakukan pengeringan menggunakan oven 105°C dengan waktu 1 jam. Ampas tebu kering dicacah menggunakan grinding dan blender agar menjadi serat yang lebih kecil. Serbuk serat ampas tebu kemudian di ayak menggunakan ayakan 80 mesh.

2. Pembuatan Larutan Perekat

Larutan perekat yang digunakan pada penelitian ini dibuat dengan cara melarutkan 30 gram tepung sagu kedalam 300 ml aquades. Pemilihan tepung sagu pada penelitian ini karena tepung sagu memiliki kadar pati yang tinggi sebesar 85,08% yang terdiri dari 27% amilosa dan 73% amilopektin. Hal ini menyebabkan larutan perekat tepung sagu memiliki daya rekat yang tinggi. Disamping itu tepung sagu harganya relatif murah dan mudah diperoleh. Larutan tepung sagu dan aquades tersebut dihomogenkan, kemudian ditambahkan dengan kitosan dan magnesium stearate masing-masing sebanyak 2 gram lalu dipanaskan menggunakan hot plate dengan suhu 100°C selama 45 menit serta dilakukan pengadukan.

Kitosan, sejenis *biopolymer* selulosa, ditemukan pada kerangka luar hewan laut seperti udang, kerang, dan kepiting. Kitosan memiliki kemampuan untuk mencegah penyerapan lemak dan kolesterol dalam makanan [19]. Selain itu, kitosan ini berfungsi sebagai biofiller untuk meningkatkan karakteristik *biofoam* [20]. Magnesium stearate yang dipakai dalam penelitian ini memiliki peran sebagai agen pemisah, yang bertujuan untuk mencegah campuran melekat pada cetakan sehingga dapat dilepaskan dengan mudah dan mempertahankan struktur *biofoam* agar lebih tahan terhadap panas [21].

3. Pembuatan Biofoam

Serat ampas tebu (dilakukan variasi berat 10 gram, 20 gram dan 30 gram) ditambahkan pada larutan perekat tepung sagu di atas kemudian dicampur menggunakan mixer sampai terbentuk adonan seperti gel. Adonan tersebut dituangkan kedalam cetakan secara merata dan memadat kemudian dilapisi menggunakan aluminium foil pada bagian atas dan bawah agar tidak lengket pada saat pengepresan menggunakan metode thermopressing pada mesin hot press. Pencetakan dilakukan pada suhu 170°C dan tekanan 2 bar dalam waktu 30 menit. Pemilihan suhu, tekanan dan waktu tersebut dipilih dengan berdasar penelitian sebelumnya, dengan hasil optimum yang dihasilkan. Adapun range suhu yang optimum adalah 160-200°C, tekanan di 2-4 bar sedangkan waktu di range 15 – 45 menit.

4. Uji Analisa

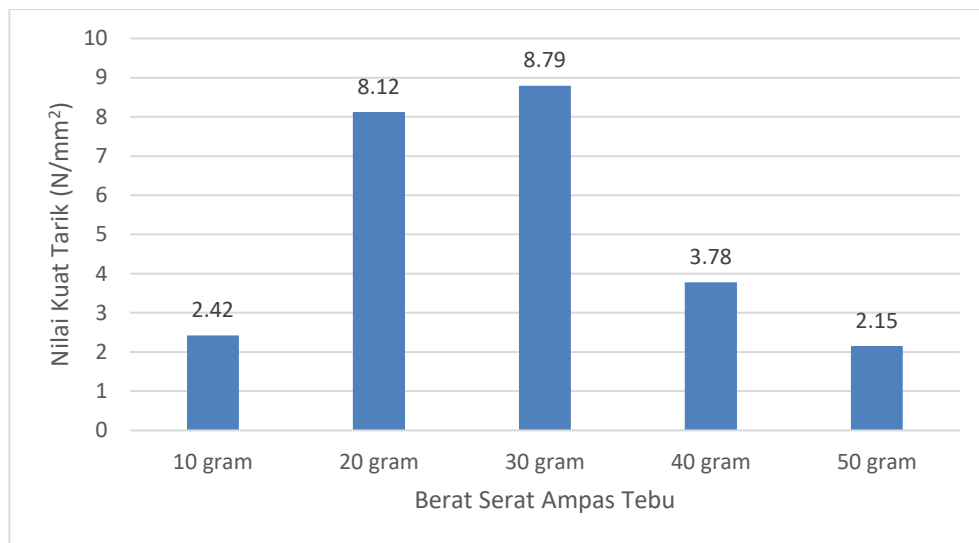
Uji Analisa yang dilakukan sesuai dengan SNI 8218:2015, untuk uji kuat tarik, uji daya serap air dan *uji biodegradability*. Sifat mekanis *biodegradable foam* dapat dilihat dari besarnya nilai kuat tarik. Tensile strength atau kuat tarik adalah kekuatan suatu bahan terhadap gaya tarik dengan cara menarik bahan tersebut hingga putus dan mengetahui bagaimana reaksinya terhadap tarikan tersebut hingga bertambah panjang [22] yang dihitung dari pembagian gaya maksimum yang mampu ditanggung bahan terhadap luas penampang bahan mula-mula. Sedangkan uji daya serap air adalah metode pengujian yang dilakukan untuk mengevaluasi tingkat ikatan, derajat, atau tingkat keteraturan ikatan antara air dengan biofoam, yang diukur melalui hasil persentase yang diperoleh. Uji yang terakhir adalah *uji biodegradability*, metode uji *biodegradability* diperlukan untuk mengetahui kemampuan biodegradabilitas secara alami pada biofoam. Metode yang diterapkan untuk uji biodegradasi adalah uji soil burial yang melibatkan kontak langsung antara sampel biofoam dengan tanah. Sampel dipotong dengan ukuran 2,5 cm x 5 cm dan direndam dalam air selama 1 menit sebelum ditimbang. Kemudian sampel ditanam dalam tanah selama 10 hari. Setelah periode tersebut sampel dibersihkan dari tanah dan ditimbang kembali.

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dihasilkan biofoam dengan bahan ampas tebu yang dibuat dengan metode thermopressing. Produk yang dihasilkan adalah biofoam dengan 3 variasi jumlah ampas tebu yang ditambahkan yaitu 10 gram, 20 gram, dan 30 gram. Adapun untuk mengetahui komposisi terbaik dari biofoam yang dihasilkan dilakukan 3 uji utama yaitu uji kuat tarik, uji daya serap, dan uji *biodegradability* dengan pembandingan SNI 8218:2015 dan styrofoam komersial.

1. Uji Kuat Tarik

Berikut adalah hasil pengujian perbandingan specimen *styrofoam* dan biofoam yang disajikan dalam gambar di bawah ini. Biofoam 1 menggunakan 10 gram serat ampas tebu, *Biofoam 2* menggunakan 20 gram serat ampas tebu, dan *Biofoam 3* menggunakan 30 gram serat ampas tebu, *Biofoam 4* menggunakan 40 gram serat ampas tebu, dan *Biofoam 5* menggunakan 50 gram serat ampas tebu sedangkan *Styrofoam* pada gambar di bawah adalah *Styrofoam* komersial.



Gambar 1. Pengaruh Penambahan Serat Ampas Tebu pada Jumlah Pelarut Tepung Sagu yang Tetap terhadap Nilai Kuat Tarik *Biofoam*

Kekuatan tarik *biofoam* dipengaruhi oleh kandungan serat, kandungan pati dalam hal ini adalah perekat yang digunakan, serta kesesuaian komposisi bahan. Uji kuat tarik menggunakan ASTM D 638 [20]. Pengujian dilakukan dengan cara memasang kedua ujung sampel yang telah dipotong sesuai standar di mesin pengujian. Jarak maksimum, kecepatan beban, dan rentang gaya diatur sesuai kebutuhan. Proses pengambilan sampel dilakukan secara perlahan hingga sampel pecah.

Penambahan serat dalam pembuatan *biofoam* secara teoritis akan meningkatkan nilai kuat tarik *biofoam* yang dihasilkan [4]. Berdasarkan penelitian Coniwati, peningkatan jumlah serat ampas tebu menyebabkan kadar selulosa bertambah sehingga kuat tarik *biofoam* juga akan meningkat [4]. Pada sampel *biofoam* 3 dengan komposisi penambahan ampas tebu 30 gram mempunyai nilai kuat tarik tertinggi sebesar 8,79 N/mm². Semakin tinggi nilai kuat tarik maka semakin bagus untuk produknya. Hal ini disebabkan karena tepung sagu memiliki karakteristik viskositas dan stabilitas pembekuan yang tinggi, serta adanya penambahan komposisi dengan perbandingan yang sama antara serat dari ampas tebu dan jumlah pati sagu sebagai perekat yaitu 1:1, sehingga membuat nilai kuat tarik pada *biofoam* lebih tinggi dari *styrofoam* komersial. Namun pada sampel *biofoam* 4 dan 5 ternyata nilai kuat tarik cenderung menurun karena peningkatan serat ampas tebu yang lebih tinggi menyebabkan kadar selulosa yang terlalu tinggi sehingga daya serap air menurun sehingga adonan menjadi tidak homogen, terdapat banyak rongga dalam adonan *biofoam* yang mengakibatkan *biofoam* menjadi rapuh. Perbandingan antara komposisi pati dan ampas tebu sangat mempengaruhi uji kuat tarik, pati berfungsi pengikat dan bersifat lentur, sedangkan serat selulosa dalam ampas tebu berfungsi sebagai penguat struktur serta bersifat kaku. Oleh karena itu dengan perbandingan serat yang semakin banyak dibandingkan pati maka struktur *biofoam* akan berubah menjadi kaku, rapuh dan getas, sehingga menurunkan kuat tariknya.

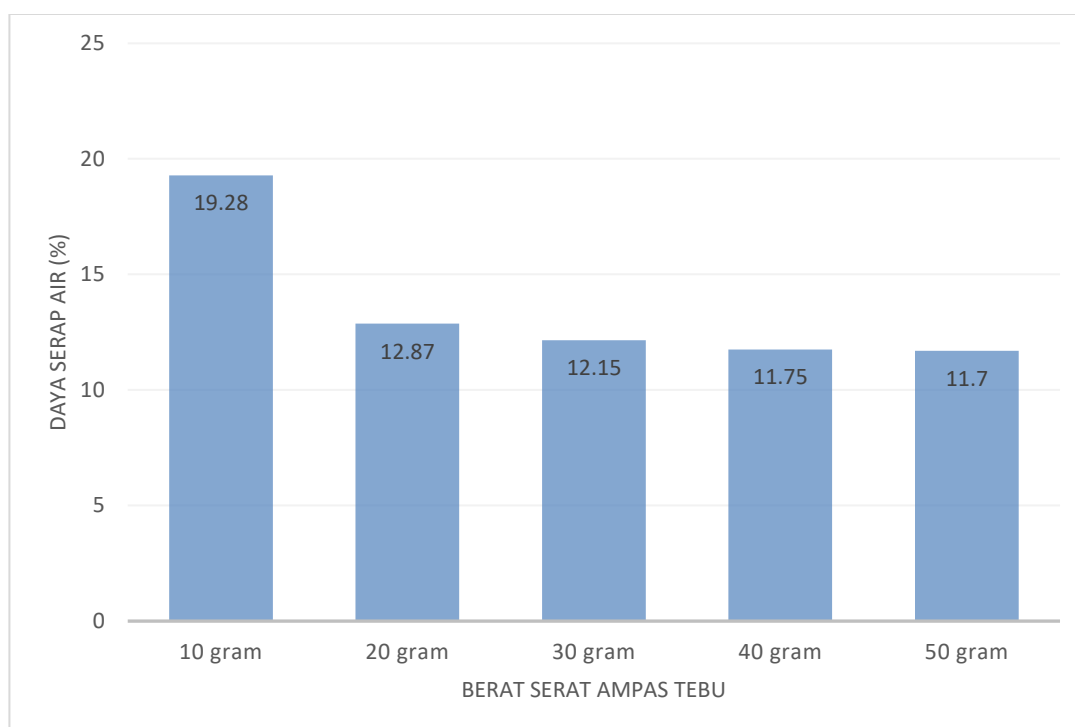
Nilai kuat tarik *biofoam* berdasarkan Standar Nasional Indonesia adalah 29,16 N/mm² [21]. Nilai kuat tarik *biofoam* yang dihasilkan pada penelitian masih belum memenuhi persyaratan SNI karena nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada *biofoam* 3 dengan perbandingan pati dan serat ampas 1:1 sebesar 8,79 N/mm².

2. Daya Serap Air

Pada uji daya serap air menjelaskan bahwa semakin rendah persentase daya serap,

semakin sedikit kemampuan penyerapan airnya, sehingga *biofoam* cenderung lebih lambat mengalami kerusakan. Sebaliknya, semakin tinggi daya serapnya, semakin besar kemampuan penyerapan air, dan *biofoam* cenderung lebih cepat mengalami kerusakan [22].

Pengujian daya serap air dilakukan dengan cara menimbang sampel sebelum dan setelah di rendam di dalam air dengan waktu 1 menit dalam tiga kali pengulangan sesuai dengan SNI 1969:2008 [23]. Hasil pengujian *biofoam* ampas tebu disajikan dalam gambar berikut ini.



Gambar 2. Pengaruh Berat Serat Ampas Tebu yang ditambahkan pada Jumlah Pelarut Tepung Sagu tetap terhadap Nilai Daya Serap Air *Biofoam*

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa penambahan serat ampas tebu pada *biofoam* menyebabkan semakin kecil daya serap airnya. Penurunan kemampuan penyerapan air ini terjadi karena peningkatan jumlah serat selulosa dari ampas tebu pada jumlah berat tepung sagu yang tetap. Penambahan serat meningkatkan kristalinitas dari *biofoam* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa serat yang mengandung selulosa memiliki daerah kristalin yang lebih besar dibandingkan dengan pati yang terkandung pada tepung sagu sebagai perekatnya. Kepadatan struktur mikrofibril yang meningkat menjadi penghambat pada proses penyerapan air, sehingga kemampuan *biofoam* untuk menyerap air berkurang. [14]. Menurut standar SNI, tingkat penyerapan air yang maksimum untuk *biofoam* adalah 26,12 % [8], sehingga semua *biofoam* hasil penelitian ini telah memenuhi standar tersebut. Adapun apabila dibandingkan dengan *styrofoam* komersial, berdasarkan penelitian Zang et al, bahwa *styrofoam* komersial yang terbuat dari polimer sintesis dari minyak bumi mempunyai daya serap yang sangat rendah yaitu di nilai 0,1 – 0,5% atau dikatakan sangat hidropobik sedangkan *biofoam* mempunyai sifat hidrofilik karena ada kandungan selulosa dan pati.

3. Biodegradability

Uji *biodegradability* dilakukan pada sampel *biofoam* 1, 2, dan 3 serta membandingkannya dengan *Styrofoam* komersial. Gambar berikut ini menunjukkan kondisi *biofoam* dan *Styrofoam* pada hari pertama atau awal penanaman di dalam tanah.



Gambar 3. Kondisi Awal *Styrofoam* dan *Biofoam* Sampel 1, 2, dan 3 pada saat Awal Uji *Biodegradability*

Uji *biodegradability* dilakukan selama 10 hari, dan hasilnya dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. Kondisi *Styrofoam* Komersial dan *Biofoam* Sampel 1, 2, dan 3 setelah 10 Hari Pemendaman di Dalam Tanah

Berdasarkan hasil uji selama 10 hari, sampel *styrofoam* komersial tidak mengalami perubahan sama sekali, sedangkan *biofoam* ampas tebu mengalami penguraian secara bervariasi yang ditandai dengan berkurangnya sebagian kecil dari *biofoam* sehingga bentuknya sedikit berubah. Dari hasil pengujian sampel yang banyak mengalami penguraian yaitu sampel 1, sedangkan yang paling sedikit terdapat pada sampel 3. Hal ini berkaitan dengan daya serap air yang sudah diujikan sebelumnya. Daya serap air yang paling tinggi dimiliki oleh *biofoam* sampel 1 dibandingkan dengan *biofoam* yang lainnya, sesuai dengan yang disampaikan oleh Lestari Berutu dkk [8] bahwa kadar air merupakan salah satu hal yang mempengaruhi proses biodegradasi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa aktivitas mikroorganisme di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh keberadaan air, semakin banyak serat ampas tebu, maka daya serap air akan semakin berkurang yang menyebabkan kemampuan *biofoam* untuk terdegradasi juga akan semakin menurun. Kandungan selulosa yang tinggi pada *biofoam* akan menghambat penyerapan proses biodegradasi karena sifat selulosa yang hidrofobik. Pada pengujian biodegradasi *biofoam* di atas menunjukkan bahwa pada hari ke-10 sudah terdapat tanda bahwa *biofoam* dari serat ampas tebu dengan perekat tepung sagu akan lebih mudah terurai di dalam tanah dibandingkan dengan *styrofoam* komersial, walaupun belum seluruhnya terurai dikarenakan *biofoam* akan terurai seluruhnya memerlukan waktu sekitar 60 hari [22].

Simpulan

Serat ampas tebu dan perekat tepung sagu berpotensi sebagai bahan pembuatan *biofoam*

atau *biodegradable foam* pengganti *styrofoam*. Semakin bertambah serat ampas tebu yang ditambahkan, akan menurunkan daya serap air biofoam yang dihasilkan. Nilai daya serap air *biofoam* pada penelitian ini sudah memenuhi SNI *biofoam*. Hal ini berkebalikan dengan hasil uji *biodegradability* nya, semakin banyak serat ampas tebu yang ditambahkan maka semakin sulit terurai namun masih lebih mudah terurai dibandingkan dengan *Styrofoam* komersial. Adapun pada nilai kuat tarik *biofoam* yang dihasilkan, dinyatakan bahwa pada kondisi tertentu penambahan serat ampas tebu ternyata akan menurunkan nilai kuat tarik *biofoam* yang dihasilkan, disamping itu besarnya nilai kuat tarik masih belum dapat memenuhi SNI yang dipersyaratkan sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut bagaimana cara meningkatkan nilai kuat tariknya agar *biofoam* yang dihasilkan dapat sesuai dengan SNI dan mampu memenuhi kebutuhan masyarakat. Peningkatan nilai kuat tarik ini perlu dilakukan dengan mencari lagi bahan tambahan sebagai perekat atau mencari formulasi perbandingan antara pati dan serat yang lebih optimal.

Daftar Pustaka

- [1] A. Akmal and E. Supriyo, "Optimasi Konsentrasi Selulosa pada Pembuatan Biodegradable Foam dari Selulosa dan Tepung Singkong," 2020.
- [2] B. Ifolala Harefa, M. Masyum Gilang Permana, and A. Ilcham, "Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia 'Kejuangan' Pembuatan Bahan Pengemas Alami dari Serat Nanas dan Serat Pandan dengan Pati Sagu sebagai Perekat," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia 'Kejuangan'*, Apr. 2019. Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: Google Scholar
- [3] I. Al Mukminah, "Bahaya Wadah Styrofoam dan Alternatif Penggantinya," *Farmasetika.com (Online)*, vol. 4, no. 2, May 2019, doi: 10.24198/farmasetika.v4i2.22589.
- [4] P. Coniwanti, R. Mu, H. Wijaya Saputra, and M. R. Andre, "Pengaruh konsentrasi NaOH serta rasio serat daun nanas dan ampas tebu pada pembuatan biofoam," *Jurnal Teknik Kimia No. 1*, vol. 24, pp. 1–7, Mar. 2018, [Online]. Available: Google Scholar
- [5] Data Asosiasi Industri Plastik dan BPS, "Penggunaan Sampah Plastik di Indonesia per Tahun," 2019. [Online]. Available: <https://indonesia.go.id/narasi/indonesia-dalam-angka/sosial/menenggelamkan-pembuang-sampah-plastik-di-laut>
- [6] N. Nukmal, S. Umar, S. P. Amanda, and M. Kanedi, "Effect of styrofoam waste feeds on the growth, development and fecundity of mealworms (*Tenebrio molitor*)," *Online J Biol Sci*, vol. 18, no. 1, pp. 24–28, 2018, doi: 10.3844/ojs.2018.24.28.
- [7] R. Priyadarshi and J. W. Rhim, "Chitosan-based biodegradable functional films for food packaging applications," Jun. 01, 2020, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.ifset.2020.102346.
- [8] F. Lestari Berutu, R. Dewi, and Z. Ginting, "BIOFOAM BERBAHAN PATI SAGU (Metroxylon rumphii m) DENGAN BAHAN PENGISI (FILLER) SERAT BATANG PISANG DAN KULIT PISANG MENGGUNAKAN METODE THERMOPRESSING," *Chemical Engineering Journal Storage*, vol. 2, no. 1, pp. 61–70, May 2022, Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index>
- [9] Y. Ruscahyani, S. Oktorina, and A. Hakim, "PEMANFAATAN KULIT JAGUNG SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIODEGRADABLE FOAM," *Jurnal Teknologi Technoscientia*, vol. 14, no. 1, pp. 25–30, Aug. 2021, Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: Google Scholar
- [10] S. Rusdianto *et al.*, "Karakteristik Biodegradable Foam Berbasis Pati Singkong Dengan Variasi Penambahan Tepung Ampas Tebu dan Polyvinyl Alcohol," *JOFE : Journal of Food Engineering / E-ISSN*, vol. 1, no. 3, p. 140, Jul. 2022, [Online]. Available: Google Scholar
- [11] A. Akmal and E. Supriyo, "Optimasi Konsentrasi Selulosa pada Pembuatan Biodegradable Foam dari Selulosa dan Tepung Singkong," *Pentana*, vol. 01, no. 1, pp. 27–40, 2020, Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: Google Scholar
- [12] F. Sarlinda *et al.*, "Pengaruh Penambahan Serat Kulit Kopi dan Polivinil Alkohol (PVA) terhadap Karakteristik Biodegradable Foam dari Pati Kulit Singkong," *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, vol. 4, no. 2, Sep. 2022, [Online]. Available: Google Scholar

-
- [13] Harunsyah, R. Sari, M. Yunus, and R. Fauzan, "Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe Pemanfaatan Serat Ampas Tebu Sebagai Bahan Biodegradable foam Pengganti Styrofoam Sebagai bahan Kemasan Makanan Yang Ramah Lingkungan," *Proceeding Seminar Nasional*, vol. 4, Nov. 2020, [Online]. Available: Google Scholar
- [14] H. Febriani, K. Imam, F. Kurnia, and Z. D. Pangarso, "PATI KULIT PISANG DAN SELULOSA AMPAS TEBU," *Jurnal Ilmiah Penalaran dan Penelitian Mahasiswa*, vol. 5, no. 1, pp. 1–13, 2021, [Online]. Available: Google Scholar
- [15] S. Bahri, Fitriani, and Jalaluddin, "Pembuatan Biofoam Dari Ampas Tebu dan Tepung Maizena," *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, vol. 10, no. 1, pp. 24–32, 2021, [Online]. Available: <https://ojs.unimal.ac.id/jtk/index>
- [16] S. Sumardiono, I. Pudjihastuti, and R. Amalia, "Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna Kajian Sifat Morfologi dan Mekanis Biofoam dari Tepung Tapioka dan Serat Limbah Batang Jagung," *Juni*, vol. 17, no. 1, pp. 22–26, 2021, doi: 10.14710/metana.v17i1.37911.
- [17] H. Rokhman, Taryono, and Supriyanta, "Jumlah Anakan dan Rendemen Enam Klon Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Asal Bibit Bagal, Mata Ruas Tunggal, dan Mata Tunas Tunggal," *Vegetalika*, vol. 3, no. 3, pp. 89–96, 2014, doi: <https://doi.org/10.22146/veg.5161>.
- [18] O. A. Manasikana, A. Mayasari, and N. Af, "PEMANFAATAN LIMBAH KULIT JAGUNG DAN AMPAS TEBU SEBAGAI KERTAS KEMASAN RAMAH LINGKUNGAN UTILIZATION OF CORN AND BAGGASE SKIN WASTE AS A PACKAGING PAPER ENVIRONMENTALLY FRIENDLY," *Jurnal Zarah*, vol. 7, no. 2, pp. 79–85, 2019.
- [19] P. Petandung, "Pengaruh Penambahan Perekat Tepung Sagu dan Bentonit Terhadap Briket Limbah Arang Tempurung Kelapa," *Jurnal Riset Teknologi Industri*, vol. 9, no. 1, pp. 13–19, 2015, [Online]. Available: Google Scholar
- [20] Y. Darni, "Penentuan Kondisi Optimum Ukuran Partikel dan Bilangan Reynold pada Sintesis Bioplastik Berbasis Sorgumtikel dan B," *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, vol. 8, no. 2, pp. 95–103, 2011.
- [21] Y. Ruscahyani, S. Oktorina, and A. Hakim, "PEMANFAATAN KULIT JAGUNG SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIODEGRADABLE FOAM," *Jurnal Teknologi Technoscientia*, vol. 14, no. 1, 2021.
- [22] J. Agus *et al.*, "Pengembangan Biodegradable Foam Berbahan Dasar Pati dari Ekstrak Jagung dengan Penambahan Serat dari Pelepah Pisang," *Jurnal Chemica*, vol. 24, no. 1, pp. 78–86, Jun. 2023.
- [23] Harunsyah, R. Sari, M. Yunus, and R. Fauzan, "Pemanfaatan Serat Ampas Tebu Sebagai Bahan Biodegradable Foam Pengganti Styrofoam Sebagai Bahan Kemasan Makanan Yang Ramah Lingkungan," in *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2020, pp. 114–120.