



## Penggunaan kapang *Rhizopus oligosporus* dalam pembuatan *biofoam cup* berbahan dasar sabut kelapa dan tepung kedelai

Dewi Yunita\*, Rafiqah, Ismail Sulaiman, Eti Indarti

*Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia*

### Article history

*Diterima:*

1 Desember 2021

*Diperbaiki:*

31 Maret 2022

*Disetujui:*

1 April 2022

### Keyword

*Biodegradable;*

*Biofoam cup;*

*Tempe yeast;*

*Rhizopus oligosporus;*

*Mycelium;*

*Coconut fibre.*

### ABSTRACT

*Biofoam is an alternative packaging to replace styrofoam because it is renewable and biodegradable. In this study, the coconut fibre were used in the production of biofoam cup with addition of commercial tempe yeast (*Rhizopus oligosporus*). The purpose of this study was to produce biofoam cup which has the characteristics of water resistant, not easily crushed, and easily decomposed. This study was conducted with a factorial Block Randomized Design (BRD) consisting of 2 factors (the amount of soybean flour (T) and the length of fermentation (S)). The first factor consisted of three levels (20 g, 24 g, and 28 g). The second factor consisted of three levels (3 days, 4 days, and 5 days). All treatments were carried out with 3 replications so there were 27 experimental units. The biofoam cup was analysed for physical (water absorption and porosity), mechanical (puncture strength and compressive strength), and biodegradability. The results showed that the best biofoam cup were obtained from a combination of using 28 g soybean flour and 3 days fermentation. The biofoam cup has the following characteristics: 73 % of water absorption capacity, 72.3 % of porosity value, 3.27 kg/cm<sup>2</sup> of puncture strength value, 3.17 kPa of compressive strength value. The average value of biodegradability value of biofoam cup made from coconut fibre was 48 % suggesting that the analysis should be done more than 14 days.*



*This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.*

\* Penulis korespondensi

Email : dewi\_yunita@unsyiah.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v17i1.12706

## PENDAHULUAN

*Styrofoam* merupakan kemasan makanan yang banyak digunakan produsen dalam mengemas produk makanan dan minuman sekali pakai. Berdasarkan hasil survei Indarti *et al.* (2021), penggunaan *styrofoam* sebagai kemasan makanan di Banda Aceh menunjukkan bahwa 7,5% responden melaporkan sangat sering memesan makanan secara *online* (setiap hari) dan 24,5% responden sering (tiga kali per minggu) memesan makanan secara *online* selama masa pandemi *Covid-19*. Penggunaan kemasan *styrofoam* menyebabkan masalah bagi lingkungan di tempat pembuangan sampah karena sifatnya yang tidak dapat diurai oleh alam (Fikri dan Veronica, 2018).

Untuk mengatasi masalah tersebut, kemasan ramah lingkungan atau *biodegradable foam* (*biofoam*) yang tidak berbahaya bagi lingkungan dan juga kesehatan menjadi sangat diperlukan. *Biofoam* merupakan kemasan yang ramah lingkungan (dapat diurai oleh alam) dan tidak berbahaya bagi kesehatan, sehingga dapat dijadikan alternatif untuk mengganti kemasan *styrofoam*. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan kemasan *biofoam* harus memenuhi beberapa syarat yaitu sumber daya alam harus bersifat *renewable* dan *biodegradable*, proses pembuatannya tidak mahal dan hemat energi, tidak berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan, dan limbah yang dihasilkan dapat didaur ulang kembali (Arifin dan Yusuf, 2013).

Dalam penelitian Ghazvinian *et al.* (2020), penggunaan serbuk gergaji, jerami dan miselium *Pleurotus Ostreatus* sebagai perekat menunjukkan *biofoam* dapat diaplikasikan sebagai material pasangan bata dalam arsitektur dengan karakteristik ringan, terdegradasi, dan *renewable*.

Beberapa penelitian telah membuat kemasan *biofoam* dari pati sagu, pati singkong, pati jagung, serat tandan kosong, bonggol pisang dan ubi angka sebagai bahan baku. Berdasarkan hasil penelitian Hendrawati *et al.* (2019), *biofoam* dari bahan baku pati sagu memiliki daya serap yang rendah dari pati singkong dan pati jagung. Untuk tingkat biodegradasi pati singkong lebih mudah terurai dari sampel yang terbuat dari pati sagu dan jagung. *Biofoam* yang berbahan baku pati sagu dengan penambahan kitosan 30 % w/w memiliki nilai kuat tarik yang paling tinggi yaitu sebesar 20 MPa. Penelitian ini tidak menggunakan pati

sebagai bahan baku karena proses untuk mendapatkan pati membutuhkan waktu yang lebih lama.

Salah satu serat alam yang cukup berpotensi dijadikan bahan baku *biofoam* adalah limbah sabut kelapa. Selama ini, limbah sabut kelapa hanya dijadikan kerajinan tangan atau bahan bakar. Oleh sebab itu, senyawa selulosa pada sabut kelapa dapat dikonversi menjadi bahan baku seperti bioplastik, bioetanol dan kemasan *biodegradable foam* (Jannah dan Aziz, 2017).

Dalam penelitian ini, pembuatan *biofoam cup* berbahan baku limbah sabut kelapa dilakukan dengan menambahkan kapang *Rhizopus oligosporus* (ragi tempe komersial). Sampai saat ini, *R. oligosporus* hanya digunakan dalam proses pembuatan tempe dan belum ada penelitian yang memanfaatkan miseliumnya sebagai perekat bahan dalam pembuatan kemasan *biofoam cup*. *R. oligosporus* dipilih sebagai perekat sabut kelapa karena memiliki ciri-ciri koloni berwarna putih abu-abu dan tinggi pertumbuhan ragi tempe bisa mencapai sekitar 1 mm, sehingga jika menutupi permukaan bahan dapat menyerupai *styrofoam* (Sine dan Soetarto, 2018).

Berdasarkan penelitian sebelumnya Indarti *et al.* (2021), pertumbuhan miselium belum maksimal sehingga *foam* yang dihasilkan masih sangat tipis dan belum menutupi permukaan serat sabut kelapa secara menyeluruh. Untuk meningkatkan pertumbuhannya, *R. oligosporus* sangat membutuhkan sumber energi. Menurut Arifin dan Yusuf (2013), *R. oligosporus* membutuhkan protein untuk menghasilkan miselium. Salah satu sumber protein yang tinggi dapat diperoleh pada kacang-kacangan. Dalam penelitian Wahyudi (2018), kacang kedelai mengandung protein sebesar 40%. Sedangkan kacang-kacangan lain mengandung protein sekitar 20-25 %. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengaplikasikan penggunaan kapang *R. oligosporus* pada media sabut kelapa dalam pembuatan *biofoam cup* dengan penambahan tepung kedelai.

## METODE

### Bahan dan Alat

Bahan utama pada penelitian ini adalah limbah sabut kelapa yang diperoleh dari lingkungan kampus Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, ragi tempe dan tepung kedelai. Alat yang digunakan terdiri dari set alat uji mekanik,

alat uji FTIR, alat uji TGA, penetrometer, *autoclave*, *oven*, inkubator, *laminar flow cabinet*, timbangan analitik, *texture analyzer*, gelas ukur, *beaker glass*, wadah/baskom, penjepit cawan, gunting, sikat kawat, plastik *warp*, dan pentul.

**Rancangan Penelitian**

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang tersusun atas 2 faktor dengan pola 3 x 3. Faktor pertama yaitu jumlah tepung kedelai (T) yang terdiri dari tiga taraf (20g, 24g, dan 28g). Faktor kedua yaitu lama fermentasi (S) yang terdiri dari tiga taraf (3 hari, 4 hari, dan 5 hari). Pengerjaan kelompok dilakukan berdasarkan faktor lama fermentasi (S). Penelitian dilakukan dengan tiga kali ulangan sehingga didapatkan 27 satuan percobaan.

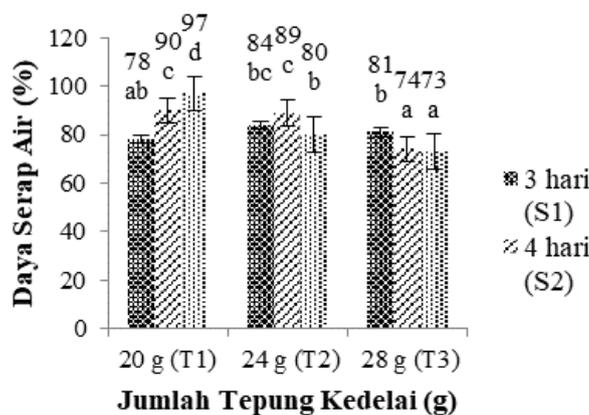
**Pembuatan Biofoam cup**

Proses pembuatan *biofoam cup* mengikuti Indarti *et al.* (2021) dengan beberapa modifikasi.

Kelapa dibersihkan dan dilakukan pengecilan ukuran hingga ±1 cm. Bahan sebanyak 200g disterilkan pada suhu 121°C selama 15 menit. Sabut kelapa yang telah dingin dicampurkan dengan 12g ragi tempe dan tepung kedelai sesuai perlakuan (20g, 24g, dan 28g) secara manual menggunakan spatula atau sendok yang telah disterilkan sebelumnya. Campuran seluruh bahan dimasukkan ke dalam cetakan plastik *polypropylene* berbentuk *cup* yang kemudian dipadatkan dengan memasukkan *cup* plastik lainnya. Bahan dan cetakannya dibungkus dengan plastik *wrap* dan diberi lubang kecil di seluruh permukaannya (Gambar 1). Sampel diinkubasi sesuai perlakuan (3 hari, 4 hari, dan 5 hari) pada suhu 35°C. Pertumbuhan miselium dihentikan dengan proses pemanasan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 46 jam.



Gambar 1 Cetakan plastik *polypropylene* dalam pembuatan *biofoam cup*



Gambar 2 Pengaruh interaksi jumlah tepung kedelai dan lama fermentasi pada daya serap air *biofoam cup* (nilai yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT<sub>0.05</sub> taraf 1= 24,32; taraf 2= 25,36; taraf 3= 26,05; taraf 4= 26,544; taraf 5= 26,92; taraf 6= 27,21; taraf 7= 27,45; taraf 8= 27,65; dan taraf 9= 27,65; KK= 25,95 %)

## Analisis Produk

Analisis yang dilakukan terhadap seluruh sampel yang dihasilkan meliputi sifat fisik (daya serap air (Etikaningrum *et al.*, 2016) dan porositas (Winda dan Mahyudin, 2018)), sifat mekanik (kuat tusuk (Marlina *et al.*, 2021) dan kuat tekan (Etikaningrum *et al.*, 2015)), dan sifat biodegradabilitas (daya urai (Hendrawati *et al.*, 2019)).

## Analisis Data

Data yang didapatkan dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Variance*). Apabila perlakuan yang diberikan menunjukkan pengaruh yang nyata atau sangat nyata antar perlakuan terhadap parameter yang diuji, maka dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisik *Biofoam Cup* Sabut Kelapa

#### Daya Serap Air

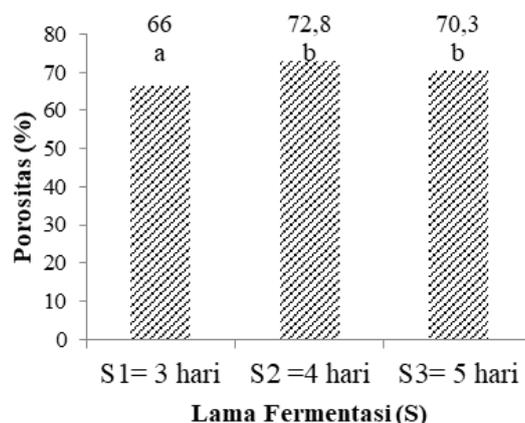
Daya serap air merupakan air yang diserap *biofoam* saat dicelupkan. Analisis daya serap air dilakukan untuk mengetahui ketahanan kemasan *biofoam* terhadap air (Etikaningrum *et al.*, 2016). Hasil sidik ragam uji DMRT<sub>0,05</sub> menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi tepung kedelai (T) berpengaruh nyata ( $P \leq 0,05$ ) terhadap daya serap air *biofoam*, sedangkan lama fermentasi (S) dan interaksi keduanya (TS) berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ ) terhadap daya serap air *biofoam*. Pengaruh interaksi jumlah tepung kedelai dan lama fermentasi pada daya serap air terhadap *biofoam cup* dapat dilihat pada Gambar 2.

Ada beberapa faktor yang memengaruhi kemampuan daya serap air *biofoam cup* yaitu jumlah kandungan protein dalam tepung kedelai, lama fermentasi dan serat pada bahan baku (Marlina *et al.*, 2021). Menurut Hendrawati *et al.* (2015), kandungan protein yang rendah dalam tepung kedelai dapat meningkatkan kemampuan daya serap air *biofoam cup* karena ada beberapa asam amino dengan gugus karbonil (*glutamate*, *valin*, dan *isoleusin*) bersifat hidrofobik.

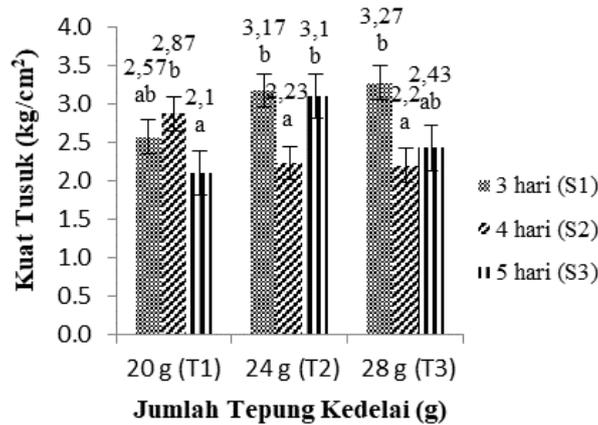
Selain itu, serat sabut kelapa memiliki kandungan selulosa 43,44 % dan hemiselulosa 19,9 %. Selulosa dan hemiselulosa memiliki sifat hidrofilik sehingga menyebabkan ketahanan sampel terhadap air semakin rendah. Oleh sebab itu, untuk menurunkan nilai persentase daya serap air pada penelitian lanjutan, gabus yang ada pada serat sabut kelapa diduga dapat tetap digunakan karena gabus tersebut mengandung suberin atau lilin yang memiliki sifat tidak tembus air (Jannah dan Aziz, 2017).

#### Porositas

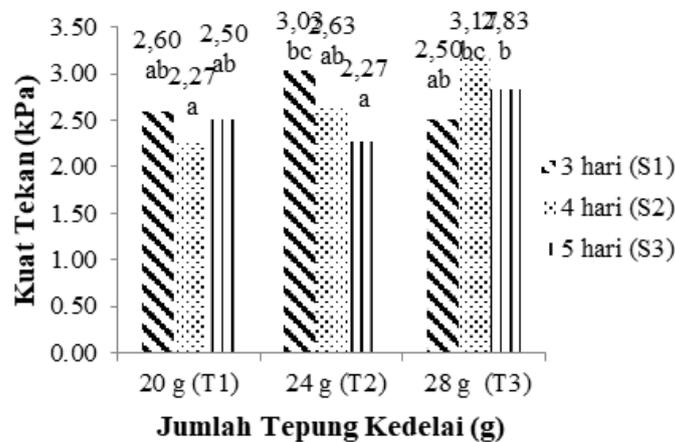
Porositas merupakan suatu perbandingan antara volume rongga-rongga pori terhadap volume total seluruh kemasan *biofoam* yang dinyatakan dalam persen (Ridha, 2016). Hasil sidik ragam uji DMRT<sub>0,05</sub> menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi tepung kedelai (T) dan interaksi kedua faktor (TS) tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap porositas *biofoam*, sedangkan lama fermentasi (S) berpengaruh nyata ( $P \leq 0,05$ ) terhadap porositas. Pengaruh lama fermentasi pada porositas terhadap *biofoam cup* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pengaruh lama fermentasi pada porositas *biofoam cup* (nilai yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT<sub>0,05</sub> taraf 1= 24,32; taraf 2= 25,36; taraf 3= 26,05; taraf 4= 26,544; taraf 5= 26,92; taraf 6= 27,21; taraf 7= 27,45; taraf 8= 27,65; dan taraf 9= 27,65; KK= 28,10 %)



Gambar 4 Pengaruh interaksi jumlah tepung kedelai dan lama fermentasi pada kuat tusuk *biofoam cup* (nilai yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT<sub>0,05</sub> taraf 1= 24,32; taraf 2= 25,36; taraf 3= 26,05; taraf 4= 26,544; taraf 5= 26,92; taraf 6= 27,21; taraf 7= 27,45; taraf 8= 27,65; dan taraf 9= 27,65; KK= 13,00 %)



Gambar 5 Pengaruh interaksi jumlah tepung kedelai dan lama fermentasi pada kuat tekan *biofoam cup* (nilai yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT<sub>0,05</sub> taraf 1= 24,32; taraf 2= 25,36; taraf 3= 26,05; taraf 4= 26,544; taraf 5= 26,92; taraf 6= 27,21; taraf 7= 27,45; taraf 8= 27,65; dan taraf 9= 27,65; KK= 11, 27 %)

Nilai porositas paling rendah diperoleh dari perlakuan lama fermentasi 3 hari (S<sub>1</sub>: 66 %). Faktor yang menyebabkan nilai porositas mengalami perbedaan adalah ketebalan *foam* yang dihasilkan miselium selama fermentasi. Pada *biofoam cup* dengan lama fermentasi 3 hari (S<sub>1</sub>), *foam* yang dihasilkan miselium masih belum merata dan tipis dari *biofoam cup* lainnya (S<sub>2</sub> dan S<sub>3</sub>). Hal ini menyebabkan permukaan *biofoam* belum tertutup sempurna oleh miselium, sehingga menyebabkan banyaknya rongga udara atau *void* yang dihasilkan. Menurut Mardiah (2018), rongga-rongga udara pada *biofoam* merupakan faktor yang memengaruhi presentase porositas karena menyebabkan bertambahnya volume pori, sehingga nilai porositas juga meningkat.

### Sifat Mekanik *Biofoam Cup* Sabut Kelapa Kuat Tusuk

Kuat tusuk dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan dan kelunakan *biofoam* yang diketahui hasilnya menggunakan pengukuran penetrometer (Putra *et al.*, 2013). Nilai kuat tusuk *biofoam cup* yang dihasilkan berkisar antara 2,1–3,27 kg/cm<sup>2</sup>, dimana nilai 2,66 Kg/cm<sup>2</sup>. Hasil sidik ragam uji DMRT<sub>0,05</sub> menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi tepung kedelai (T) berpengaruh nyata (P≤0,05) terhadap kuat tusuk pada *biofoam*, sedangkan lama fermentasi (S) dan interaksi keduanya (TS) berpengaruh sangat nyata (P≤0,01) terhadap kuat tusuk *biofoam*. Pengaruh interaksi jumlah tepung kedelai dan lama fermentasi pada kuat tusuk terhadap *biofoam cup* dapat dilihat pada Gambar 4.

Nilai kuat tusuk yang tertinggi terdapat pada *biofoam cup* T<sub>3</sub>S<sub>1</sub> (28 g tepung kedelai dan lama fermentasi 3 hari) yaitu 3,27 kg/cm<sup>2</sup>. Menurut Fitri dan Mora (2018), penambahan jumlah tepung kedelai yang tinggi dapat menghasilkan struktur *biofoam cup* lebih rapat dan mengurangi adanya rongga udara. Hal ini dapat memengaruhi ketahanan *biofoam* dalam menerima beban tusuk dari penetrometer karena serat dapat menunda penembusan secara cepat.

### **Kuat Tekan**

Kuat tekan merupakan maksimal beban persatuan luas, dimana *biofoam* akan hancur jika dibebani dengan gaya tekan tertentu oleh mesin tekan (Etikaningrum *et al.*, 2016). Nilai kuat tekan *biofoam* berkisar antara 2,27–3,17 kPa dengan nilai rata-rata 2,64 kPa. Hasil sidik ragam uji DMRT<sub>0,05</sub> menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi tepung kedelai (T) tidak berpengaruh nyata ( $P \geq 0,05$ ) terhadap kuat tekan pada *biofoam*, sedangkan pada lama fermentasi (S) dan interaksi keduanya (TS) berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ ) terhadap kuat tekan *biofoam*. Pengaruh interaksi jumlah tepung kedelai dan lama fermentasi pada kuat tekan terhadap *biofoam cup* dapat dilihat pada Gambar 5.

Penambahan tepung kedelai yang banyak dapat membentuk struktur yang lebih rapat dan lama fermentasi 3, 4, dan 5 hari miselium sudah hidup secara optimum, sehingga dapat meningkatkan nilai kuat tekan *biofoam cup*. Berdasarkan penelitian Sumardiono *et al.* (2021), morfologi *biofoam* menunjukkan permukaan *biofoam* tidak lebih rata dibandingkan *styrofoam*. *Biofoam* yang memiliki ukuran rongga yang besar menyebabkan nilai kuat tekan pada sampel rendah. Hal ini dikarenakan adanya rongga yang menunjukkan pori-pori tipis, sehingga bersifat rapuh apabila diberi beban atau tekanan.

### **Sifat Biodegradabilitas (Daya Urai)**

Analisis daya urai dilakukan untuk mengetahui seberapa besar sampel *biofoam* dapat terurai pada tanah (Marlina *et al.*, 2021). Pengukuran dilakukan dengan menanam sampel di dalam tanah selama 14 hari, kemudian dihitung perbedaan nilai massa *biofoam* sebelum dan sesudah sampel. Berdasarkan syarat *biodegradable foam* SNI 7188:2016, nilai maksimal daya urai *biofoam* yaitu 100 %.

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi tepung kedelai (T),

lama fermentasi (S) dan interaksi kedua faktor (TS) tidak berpengaruh nyata ( $P \geq 0,05$ ) terhadap daya urai. Nilai daya urai *biofoam cup* sabut kelapa adalah 41-57 % dengan rata-rata 48 %. Penyusutan berat sampel setelah ditanam tidak terlalu signifikan karena lama biodegradasi yang dilakukan hanya 14 hari. Sabut kelapa merupakan bahan baku utama dalam pembuatan *biofoam*, dimana mengandung senyawa selulosa dan lignin yang cukup tinggi yaitu 43,44 % dan 45,84 %. Menurut Ritonga *et al.* (2019), selulosa dan lignin memiliki struktur ikatan gugus fungsi C=C aromatik dan C=O karbonil yang bersifat hidrofilik, sehingga dapat mengikat molekul air dari sekitar lingkungan dan memudahkan terjadinya degradasi. Kemasan *biofoam* diduga akan terurai dan menyatu dengan tanah setelah 60 hari.

### **KESIMPULAN**

Pertumbuhan kapang *R. oligosporus* dengan penambahan 28 g tepung kedelai dan difermentasi 3 hari menunjukkan hasil yang optimal. Hal ini ditunjukkan dari *biofoam cup* yang dihasilkan memiliki karakteristik sebagai berikut: daya serap air 73 %, nilai porositas 72,3 %, nilai kuat tusuk 3,27 kg/cm<sup>2</sup>, dan nilai kuat tekan 3,17 kPa. Namun, pengujian sifat biodegradabilitas selama 14 hari menunjukkan nilai daya urai *biofoam cup* sabut kelapa hanya 48 %.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Arifin, Y.H., Yusuf, Y. 2013. Mycelium Fibers as New Resource for Environmental Sustainability. *Procedia Engineering*. 53: 504-508.
- Etikaningrum, N., Hermanianto, J., Iriani, E.S., Syarief, R., Permana, A.W. 2016. Pengaruh Penambahan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong Sawit pada Sifat Fungsional *Biodegradable Foam*. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 13(3): 146-155.
- Fitri, W., Mora, M. 2018. Pengaruh Persentase Serbuk Ampas Tebu terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Semen Partikel. *Jurnal Fisika Unand*. 7(4): 367-73.
- Ghazvinian, A., Farrokhsiar, P., Vieira, F., Pecchia, J., Gursoy, B. 2020. Mycelium-Based Bio-Composites For Architecture: Assessing the Effects of Cultivation Factors on Compressive Strength. *Journal Material Studies and Innovation*. 2:505–14.

- Hendrawati, N., Dewi, E.N., Santosa, S. 2019<sup>a</sup>. Karakterisasi *Biodegradable Foam* dari Pati Sagu Termodifikasi dengan Kitosan Sebagai Aditif. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. 3(1):47-52.
- Hendrawati, N., Sofiana, A.R., Wadyantini, 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.
- Indarti, E., Muliani, S., Wulya, S., Rafiqah, R., Sulaiman, I., Yunita, D. 2021. Development of Environmental-Friendly Biofoam Cup Made from Sugarcane Bagasse and Coconut Fiber. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 711(1): 1-8.
- Jannah, T.A., Miftahul, A. 2017. Pemanfaatan Sabut Kelapa Menjadi Bioetanol dengan proses *Delignifikasi Acid-Pretreatment*. *Jurnal Teknik Kimia*. 4(23): 245-251.
- Mardiah, R., Kamaldi, A., Olivia, M. 2018. Sebagai Substitusi Semen di Air Gambut. *Jurnal Teknik*. 5(2): 1-5.
- Marlina, R., Kusumah, S.S., Sumantri, Y., Syarbini, A., Cahyaningtyas, A.A., Ismadi. 2021. Karakterisasi Komposit *Biodegradable Foam* dari Limbah Serat Kertas dan Kulit Jeruk untuk Aplikasi Kemasan Pangan. *Jurnal Kimia dan Kemasan*. 43(1): 1-11.
- Putra, H.P., Nurali, E.J.N., Kaopaha, T., Lalujan, L.E. 2013. Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Pisang Gorocho (*Musa acuminata*) dengan Bahan Pengikat *Carboxymethyl Cellulose (CMC)*. *Cocos* 2(4): 50-59.
- Ridha, M., Darminto. 2016. Analisis Densitas, Porositas, dan Struktur Mikro Batu Apung Lombok dengan Variasi Lokasi menggunakan Metode Archimedes dan Software Image-J. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 12(3):120-123.
- Ritonga, A.U.M. 2019. Pembuatan dan Karakteristik Biofoam Berbasis Komposit Serbuk Daun Keladi yang Diperkuat oleh Polivinil Asetat (PVAc). Tesis. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sine, Y., Soetarto, E.S. 2018. Isolasi dan Identifikasi Kapang *Rhizopus* pada Tempe Gude (*Cajanus cajan* L.). *Jurnal Pertanian Konservasi Lahan Kering*. 3(24):67-68.
- Sumardiono, S., Pudjihastuti, I., Amalia, R., Yudanto, Y.A. 2021. Characteristics of Biodegradable Foam (Bio-foam) Made from Cassava Flour and Corn Fiber. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 1053(1):012082.
- Wahyudi, Agus. 2018. Pengaruh Variasi Suhu Ruang Inkubasi terhadap Waktu Pertumbuhan *Rhizopus oligosporus* pada Pembuatan Tempe Kedelai. *Jurnal Redoks*. 3(1):37-44.
- Winda, I.F., Mahyudin, A. 2018. Pengaruh Persentase Serat Sabut Pinang terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Resin Epoksi. 7(1):50-55.