

Karakterisasi Miselium Jamur Sebagai Alternatif Komposit Kemasan Berbasis Ekologis

Characterization of a Mushroom Mycelium Composite Material as an Eco-based Packaging Solution

Rahma Yanti T^{1*}, Muhammad Asfar²

¹Program Studi Teknologi Rekyasa Pangan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Indonesia

²Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Indonesia

*Corresponding Author: rahmayantitajuddin@politanisamarinda.ac.id

Abstrak

Lignoselulosa merupakan material alam yang berlimpah dan sebagian besar menjadi limbah. Pemanfaatan lignoselulosa menjadi media tumbuh jamur selain menghasilkan buah jamur, juga dapat menghasilkan komposit. Berbeda dengan berbudidaya jamur pada umumnya, komposit miselium merupakan inovasi yang memanfaatkan akar jamur (miselia) sebagai lem perekat untuk menyatukan bahan lignoselulosa menjadi komposit yang didesain sebagai kemasan. Penelitian ini mengkaji tentang karakterisasi dari kemasan yang dibuat dari berbagai jenis lignoselulosa (serbuk kayu, jerami, kapuk) dan jenis media tumbuh jamur tiram (jagung, sorgum, gabah). Adapun hasil yang didapatkan bahwa jenis lignoselulosa mempengaruhi karakter dari komposit, hal ini karena kandungan lignin yang dikandungnya. Lignoselulosa serbuk kayu (P1) memiliki karakteristik terbaik karena memiliki nilai porositas yang lebih rapat (0,75 μm) sehingga menghasilkan komposit yang kokoh. Namun dilain sisi, serbuk kayu juga sangat rentan terhadap perubahan akibat kelembapan dan perubahan suhu hal ini dilihat dari persentase kadar air dan daya serap air yang tinggi. P1 memiliki kadar air sebesar 10,84% dan daya serap air sebesar 265,39%. Komposit miselium jamur dari semua perlakuan memiliki kandungan air yang tinggi bila dibandingkan dengan kemasan konvensional dan juga sebagai penanda bahwa kemasan ini berkemampuan untuk terurai secara alami.

Kata kunci : miselium, komposit, kemasan, ekologi

Abstract

Lignocellulose is a natural material that is abundant and usually ends up getting discarded. Utilization of lignocellulose in mushroom growing media can also produce composites in addition to the production of mushroom fruit. In contrast to mushroom cultivation in general, the mycelial composite is an innovation that uses the mushroom roots (mycelia) as an adhesive glue to bind lignocellulosic materials into composites that are designed as packaging. This study investigates the characterization of packaging made from different types of lignocellulose (sawdust, straw, kapok) and types of oyster mushroom growing media (corn, sorghum, grain). The results obtained show that the type of lignocellulose has an effect on the character of the composite, which is due to the lignin content that it contains. Lignocellulosic sawdust (P1) has the best properties because it has tighter porosity (0.75 μm), giving a strong composite. On the other hand, as shown by the percentage of moisture content and high water absorption, sawdust is also very sensitive to changes due to humidity and temperature changes. P1 has a moisture content of 10.84% and a water absorption of 265.39%. Mushroom mycelium composites from all treatments have a high water content compared to conventional packaging and also indicate that this packaging has the ability to decompose naturally.

Keywords: mycelium, composite, packaging, ecology

I. PENDAHULUAN

Jamur umumnya dijadikan sebagai sumber nutrisi, obat-obatan dan juga bahan penambah rasa. Jenis jamur sangat beragam di alam, beberapa jamur mengandung racun dan berbahaya sebaliknya beberapa jamur justru sangat aman bahkan bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia.

Jamur memiliki peran penting dalam ekosistem sebagai pengurai bahan organik dan memainkan peran penting dalam siklus nutrisi. Saat ini, penelitian tentang jamur semakin berkembang, termasuk pemanfaatannya sebagai material komposit berkelanjutan (Alaneme *et al.*, 2023).

Komposit miselium jamur merepresentasikan terobosan inovatif dalam

bidang material berkelanjutan yang mengedepankan prinsip-prinsip desain ekologis. Desain memfokuskan pada pemanfaatan jaringan miselium jamur sebagai perekat alami (*bio-adhesive*) yang secara intrinsik mampu mengikat berbagai substrat organik.

Studi menjelaskan bahwa jamur memiliki kandungan kitin pada miseliumnya yang dapat meningkatkan sifat mekanik media tumbuhnya (Ahmadi *et al.*, 2022). Potensi transformatif komposit ini terletak pada kemampuannya untuk menawarkan alternatif berkelanjutan terhadap bahan pengemasan konvensional, yang seringkali bergantung pada sumber daya yang tidak terbarukan dan proses manufaktur yang membutuhkan lebih banyak energi tidak terbarukan (Jones *et al.*, 2017).

Dalam konteks meningkatnya kekhawatiran lingkungan dan dorongan global menuju ekonomi sirkular, komposit miselium jamur muncul sebagai kandidat yang menjanjikan untuk berbagai aplikasi, yang mencakup pengemasan, konstruksi, dan bahkan desain produk (Elsacker *et al.*, 2020).

Komposit miselium ini tidak dapat secara penuh menggantikan kemasan konvensional karena keterbatasan inherennya seperti sifat mekanik yang belum optimal, sensitivitas terhadap fluktuasi kelembapan dan suhu, serta adanya perbedaan struktur material yang bergantung pada kepadatan miselium sehingga mempengaruhi durasi pemakaian (Peng *et al.*, 2023).

Desain komposit dirancang berdasarkan karakteristik miselium yang ditentukan dari pemilihan jenis jamur dengan mempertimbangkan laju pertumbuhan, kemampuan substrat, serta karakteristik degradasi miselium. Jamur jenis Jamur tiram banyak digunakan karena kemampuannya dalam mendegradasi serat kayu dan termasuk jamur yang dapat dikonsumsi, tidak menimbulkan alergi serta spora yang tidak beracun (Girometta *et al.*, 2019).

Komposit miselium jamur menawarkan proposisi yang menarik dengan memanfaatkan limbah organik sebagai substrat pertumbuhan dan menghasilkan material yang pada akhir masa pakainya dapat terurai secara hayati, sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan berbasis fosil dan mengurangi akumulasi limbah di lingkungan.

Penggunaan serat alam sebagai penguat dalam komposit merupakan alternatif yang menjanjikan dibandingkan dengan serat sintetis karena ketersediaannya yang melimpah, biaya yang lebih rendah, densitas rendah, dan sifatnya yang ramah lingkungan serta dapat terurai secara hayati (Saefullah & Syahbuddin, 2021).

Serat alam memiliki kandungan selulosa dan lignin yang tinggi, sehingga berpotensi untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan komposit (Nurfatihayati & Maharani, n.d.).

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh dari jenis media tumbuh miselium jamur terhadap berbagai jenis limbah lignoselulosa.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Hasanuddin dan bahan lignoselulosa didapatkan dari limbah yang berada di sekitar daerah Makassar-Gowa Sulawesi Selatan. Adapun bibit jamur tiram yang digunakan didapatkan dari PT. Celebes Mushroom Farm dan toko jamur online yang berada di Jawa.

Penelitian ini terdiri dari dua perlakuan yaitu perbedaan jenis media bibit jamur (jagung, sorgum dan gabah) dan jenis lignoselulosa (jerami padi, serbuk kayu dan kapuk). Adapun miselium jamur yang digunakan yaitu *Pleurotus ostreatus* (Jamur Tiram).

Table 1. The combination of lignocellulose and culture media to search the best characteristic of mycelium composite.

Sample	Oyster Mushroom (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	
	Lignocelullose	Culture media of mycelium
P1	Sawdust	Corn
P2	Straw	Corn
P3	Straw & cotton	Sorghum
P4	Sawdust	Sorghum
P5	Straw	Sorghum
P6	Straw & cotton	Rice

Prosedur Penelitian

a. Persiapan media dan substrat jamur tiram
Media yang digunakan terdiri dari tiga jenis yaitu media biji jagung, biji sorgum dan gabah. Media ini didapatkan dari pembudidaya jamur tiram yang dibeli secara online. Adapun substrat yang dipilih pada

penelitian ini yaitu serbuk kayu, jerami padi, serta kapuk. Substrat merupakan limbah organik yang banyak mengandung lignoselulosa sehingga bisa dimanfaatkan kembali untuk menumbuhkan miselium jamur. Jerami dicacah lalu disaring bersamaan dengan serbuk gergaji untuk mendapatkan ukuran yang seragam.

b. Pembuatan sampel

Substrat diberi air, batasan ukuran air yang digunakan yaitu ketika substrat diperas air tidak ada yang menetes. Setelah itu substrat dibungkus menggunakan *aluminium foil* lalu disterilisasi dengan *press cooker* selama 2 jam.

c. Inokulasi

Inokulasi dilakukan pada tempat yang bersih dimana semua peralatan dan lingkungan kerja harus disemprotkan alkohol 70%. Substrat dimasukkan ke dalam wadah lalu ditambahkan dengan tepung beras ketan dan media jamur tiram dengan perbandingan berat yaitu 10:1:1 (substrat:media:tepung). Semua bahan dimasukkan ke dalam cawan petri (sampel) dan wadah plastik sebagai cetakan untuk membentuk *biofoam*.

d. Pencetakan

Pencetakan merupakan proses membentuk substrat agar miselium dapat tumbuh mengikuti bentuknya. Pencetakan dilakukan 2 jenis yaitu dilakukan dengan memasukkan substrat pada cawan petri.

e. Inkubasi

Penumbuhan miselium jamur dinamakan dengan proses inkubasi yaitu penyimpanan substrat yang telah dicampur dengan media bibit jamur pada suhu ruang selama 30 hari atau hingga miselium menyelimuti semua permukaan substrat.

f. Pengeringan

Tahapan pengeringan atau pemanenan miselium jamur merupakan tahapan akhir dari pembuatan *biofoam*. Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air *biofoam* dan menghentikan proses pertumbuhan dari miselium. *Biofoam* yang tidak dioven akan memiliki struktur yang rapuh dan mudah rusak sehingga dengan pengeringan akan berubah menjadi lebih kaku dan ringan. Pengovenan dilakukan selama 12 jam pada suhu 60°C.

Parameter Penelitian

a. Porositas

Besaran porositas sampel diukur menggunakan *software ImageJ* dan *Origin*

yang diambil dari data primer berupa hasil SEM. Porositas ditentukan dengan melihat sebaran diameter serat pada gambar SEM yang diukur secara manual menggunakan *scale* pada aplikasi *ImageJ* (Götz *et al.*, 2020). Data yang didapatkan kemudian dianalisis di *software Origin* dengan menghasilkan histogram dan nilai rata-rata dari panjang diameter gambar serat.

b. Kadar air

Pengujian kadar air *biofoam* dilakukan dengan metode gravimetri (Wulan *et al.*, 2020) dimana cawan kosong dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 20 menit. Setelah dipanaskan lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang untuk mengambil berat cawan kosong. Lalu sampel *biofoam* ditimbang ±2gr dan dimasukkan ke dalam cawan yang kemudian di oven lagi selama 4 jam dengan suhu 105°C. Setelah dioven sampel dimasukkan dalam desikator untuk penimbangan berat kering sampel yang kemudian ditentukan persentase kadar airnya menggunakan rumus;

$$KA (bb) = (W_b - W_k / W_b) \times 100\% \dots \dots (1)$$

Keterangan:

KA (bb) : kadar air bahan berdasarkan bahan basah (%)

W_b : berat basah bahan atau sebelum pengeringan (gram)

W_k : berat bahan kering atau setelah pengeringan (gram)

c. Daya serap air

Pengukuran kemampuan *biofoam* menyerap air dilakukan mengikuti metode dari Sivaprasad *et al.* (2021) dengan merendam *biofoam* di dalam wadah berisi air aquades. *Biofoam* dipotong persegi dengan ukuran 2x2 cm lalu di rendam selama 0,1,2 dan 4 jam. *Biofoam* diangkat dan dikeringkan dibawah tisu kering selama 1 menit lalu ditimbang berat akhirnya.

Rumus daya serap air bahan komposit:

$$DS = (W_a - W_b / W_a) \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan.

DS : daya serap bahan melalui proses perendaman (%)

W_a : berat bahan sebelum di rendam (gram)

W_b : berat bahan setelah direndam (gram)



Figure 1. The procedure for making mycelium composite

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Porositas

Porositas adalah pori, rongga atau ruang kosong yang menjadi bagian dari struktur sebuah material. Setiap benda atau materi di alam memiliki porositas yang berbeda-beda dimana porositas ini menentukan daya serapnya. Pengujian porositas bertujuan untuk mengetahui banyaknya cairan yang dapat mengisi pori-pori atau persentase air yang diserap material *biofoam* selama perendaman di larutan aquades. Sehingga porositas dipengaruhi oleh kerapatan, besar

pori dan sifat bahan dari material uji (Astuti *et al.*, 2018).

Biofoam miselium jamur terbuat dari miselium yang ukurannya sangat kecil sehingga untuk mengetahui porositasnya diperlukan alat bantu contohnya dengan SEM. Penggunaan SEM akan memberikan informasi struktur dan distribusi dari miselium. Gambar SEM kemudian akan diolah menggunakan *software Origin* dan *ImageJ*.

Serat miselium diukur menggunakan *software Origin* dengan mengambil 100 sampel serat yang akan mewakili rata-rata diameter seratnya. Data yang dikumpulkan kemudian diolah menggunakan *software ImageJ* untuk mengolah secara statistik analitis yang dijelaskan dalam bentuk histogram dengan nilai R-square mendekati 1.

Dari data terlihat jika sebaran serat P1 (serbuk kayu, jagung) memiliki rata-rata nilai $0,75\mu\text{m}$ pada rentang nilai di antara $0,2-1,3\mu\text{m}$ dengan frekuensi data sekitar 80% dari jumlah data. Hal ini menggambarkan jika serat P1 memiliki ukuran yang hampir seragam di nilai $0,2-1,3\mu\text{m}$. Adapun P4 (serbuk kayu, sorgum) memiliki rata-rata di $1,98\mu\text{m}$ dengan rentang nilai di $1-2\mu\text{m}$ dengan frekuensi data 48% dari jumlah data. Hal ini menggambarkan jika ukuran serat P4 memiliki nilai yang berbeda-beda dan hal tersebut dapat memperbesar ruang atau rongga di antara seratnya. Bila dihubungkan antara substrat serbuk kayu dan perbedaan media strain jamur yang digunakan, maka dapat disimpulkan jika media strain jamur (jagung dan sorgum) dapat memberikan pengaruh pada besar serat miselium jamur.

Untuk mendukung pernyataan itu, dapat dilihat dengan membandingkan P1 (serbuk kayu, jagung), P2 (jerami, jagung) dan P3 (serbuk kayu, sorgum). Dimana data memperlihatkan bahwa P1 memiliki nilai besar serat berada di rentang angka $0,2-1,3\mu\text{m}$ (80%), sedangkan P2 (50%) dan P4 (48%) memiliki rentang nilai besaran serat yang sama di angka $1-2\mu\text{m}$. Hal ini menunjukkan jika media strain jagung yang ditambahkan pada substrat serbuk kayu dapat memperkecil dan memberikan ukuran serat yang seragam sedangkan substrat serbuk kayu dan jerami yang dicampurkan media strain sorgum menghasilkan ukuran serat yang lebih besar dan tidak seragam.

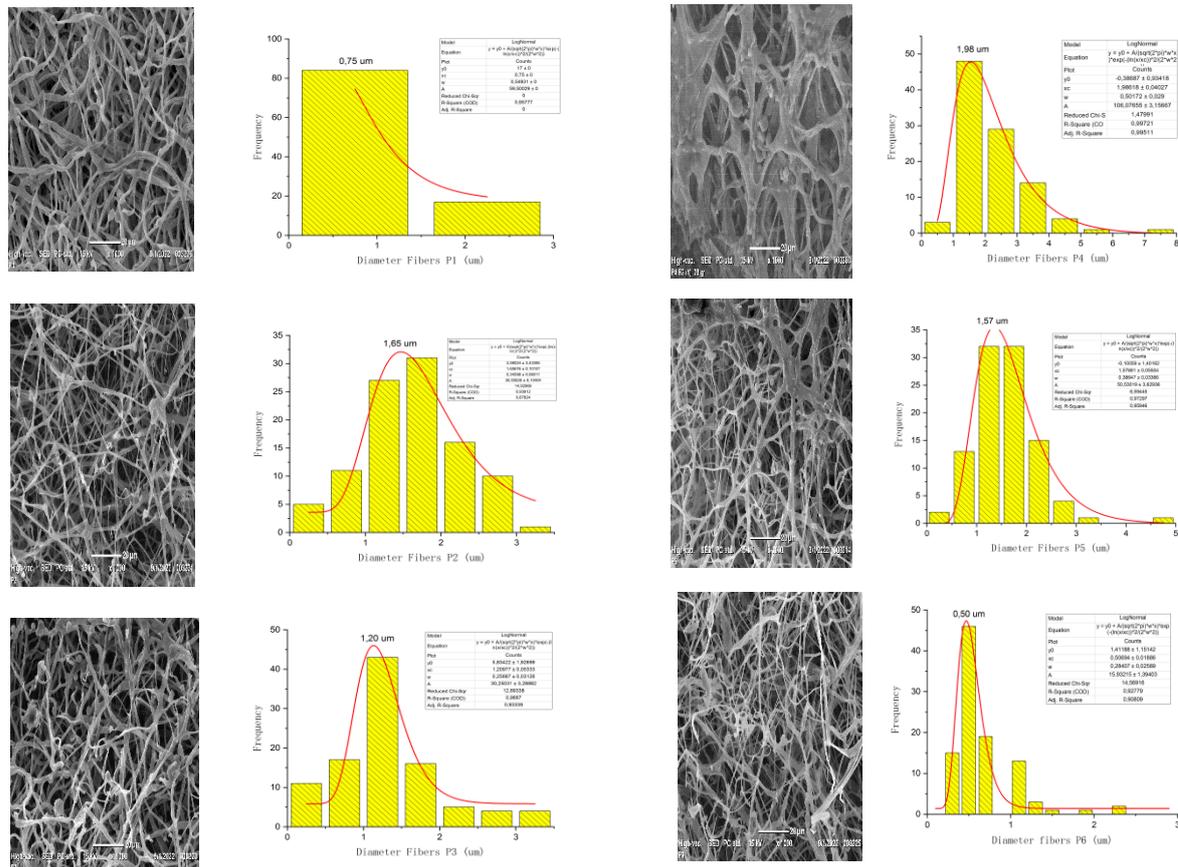


Figure 2. Porosity of mycelium composite based on SEM analysis and graphical using ImageJ method

Substrat dan media strain jamur memberikan pengaruh terhadap porositas dan sebaran serat komposit dapat dilihat juga dari membandingkan data P2 (jerami, jagung) dan P5 (jerami, sorgum). Dimana kedua perlakuan memiliki substrat yang sama yaitu jerami padi dengan perbedaan media strain jamur (jagung, sorgum). Data memperlihatkan nilai serat berada pada rentang 1-2 μm dengan frekuensi data P2 sebesar 55% dan P5 65%. Hal ini menunjukkan jika jerami padi memiliki serat yang besar dan tidak seragam dan adanya perbedaan media strain jamur memberikan pengaruh sekitar 10% terhadap besar serat dimana serat media jagung lebih kecil dibandingkan dengan media sorgum.

Pengaruh perlakuan substrat dan media strain jamur terlihat memiliki perbedaan yang jelas pada perlakuan P3 (jerami kapuk, sorgum) dan P6 (jerami kapuk, gabah), karena pada kedua perlakuan memiliki rata-rata rentang nilai dibawah 1 μm dan diatas 1 μm. Pada perlakuan P3 substrat jerami

kapuk yang dicampurkan media sorgum memiliki nilai serat pada rentang 1-1,5 μm (43%) yang memiliki ukuran serat besar seperti dengan perlakuan P4 dan P5. Sedangkan P6 memiliki nilai serat yang berbanding terbalik karena pada media starin jamurnya terdapat campuran gabah dan serbuk kayu yang dapat mempengaruhi pertumbuhannya. Namun campuran media tersebut masih perlu diteliti lebih lanjut.

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan jika porositas *biofoam* dilihat dari sebaran data serat dipengaruhi oleh komposisi substrat lignoselulosa dan media strain jamur yang digunakan. Dimana substrat serbuk kayu dan jagung memiliki serat yang kecil dan seragam sedangkan media strain dari sorgum menghasilkan ukuran serat pada rentang nilai 1-2 μm di hampir semua jenis substrat (serbuk kayu, jerami, jerami kapuk).

Hasil penelitian Peng, *et al* (2023) sebelumnya juga mengatakan bahwa densitas atau kerapatan dari substrat serbuk

kayu lebih besar dan menurut (Haneef *et al.*, 2017) diameter serat jamur bergantung pada substrat dan lingkungan hidupnya.

b. Kadar air

Pertumbuhan jamur membutuhkan kelembapan dan temperatur hangat yang memungkinkan *biofoam* mengandung banyak

air. Miselium jamur memiliki kandungan protein, glukukan dan kitin sehingga di proses akhirnya *biofoam* perlu dilakukan pengovenan. Pengeringan dengan oven bertujuan untuk menghentikan pertumbuhan miselium, mengurangi kadar air serta mendapatkan struktur yang lebih ringan dan kaku (Yang *et al.*, 2021).

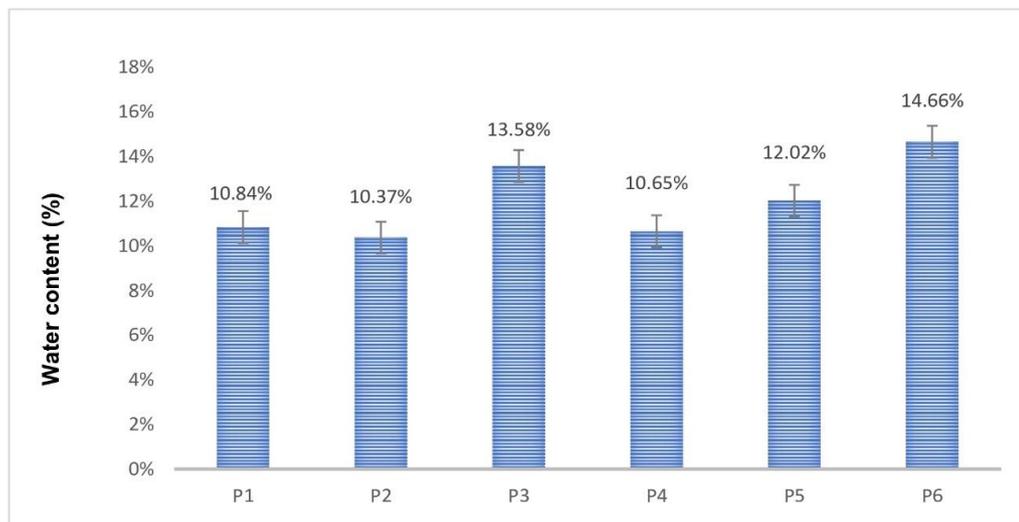


Figure 3. Percentage of water content of mycelium composite after drying

Kadar air adalah persentase jumlah air yang tersimpan pada *biofoam* setelah pengovenan. Tujuan pengujian kadar air *biofoam* dilakukan untuk acuan pertimbangan dalam memilih jenis produk yang dapat dikemas. Karena produk pangan terutama buah-buahan mengeluarkan molekul air (respirasi) selama proses pematangannya.

Hasil penelitian menunjukkan jika kadar air pada setiap perlakuan berbeda. Substrat serbuk kayu memiliki rata-rata kadar air yang lebih rendah yaitu P1 sebesar 10,84% dan P4 10,65%. Sedangkan jerami kapuk memiliki rata-rata kadar air yang paling tinggi yaitu P3 sebesar 13,58% dan P6 sebesar 14,66%.

Kadar air yang tinggi pada semua perlakuan kemungkinan disebabkan karena substrat berasal dari bahan organik yang dapat menyimpan air, selain itu besarnya partikel substrat memungkinkan untuk menyimpan cadangan air. Sehingga meskipun telah melalui proses pengeringan kandungan air sebagian akan tetap tersimpan (tidak menguap seluruhnya). (Appels *et al.*, 2019) di penelitiannya juga menyimpulkan

bahwa substrat kapas memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan dengan jerami.

Berdasarkan data *biofoam* pada P1 dan P4 menunjukkan hasil yang lebih baik di antara semua perlakuan. Menurut penelitian (Peng *et al.*, 2023) hasil uji FTIR menunjukkan jika pada sampel serbuk kayu mengalami pelemahan pita pada gugus O-H bila dibandingkan dengan substrat jerami padi dan ampas tebu. Penurunan gugus O-H diindikasikan adanya pengaruh pengeringan terhadap kadar air *biofoam* dimana setelah pengovenan kadar air substrat serbuk kayu relatif lebih rendah bila dibandingkan substrat lainnya.

c. Daya Serap air

Daya serap air adalah kemampuan *biofoam* dalam menyerap air selama perendaman yang dipengaruhi oleh bahan dan porositas dari material penyusunnya. Jumlah air yang diserap akan menentukan sifat hidrofobik dan ketahanan dari *biofoam*. Semakin besar daya serap air maka sifat hidrofobik akan semakin besar (Indarti *et al.*, 2023).

Serat alami merupakan bahan yang memiliki kecenderungan untuk menyerap air karena kaya akan selulosa. Proses daya serap air *biofoam* diawali dari adanya difusi air ke dalam celah mikro pada polimer *biofoam*. Difusi air terjadi karena sifat kapilaritas dari serat miselium dan substrat lignoselulosa

yang didukung dengan tersedianya rongga-rongga pada strukturnya. Proses kapilaritas yang terus menerus mengakibatkan *biofoam* menjadi lebih tebal atau terjadi kejenuhan akibat transportasi molekul air secara berlebihan (Muñoz & García-Manrique, 2015).

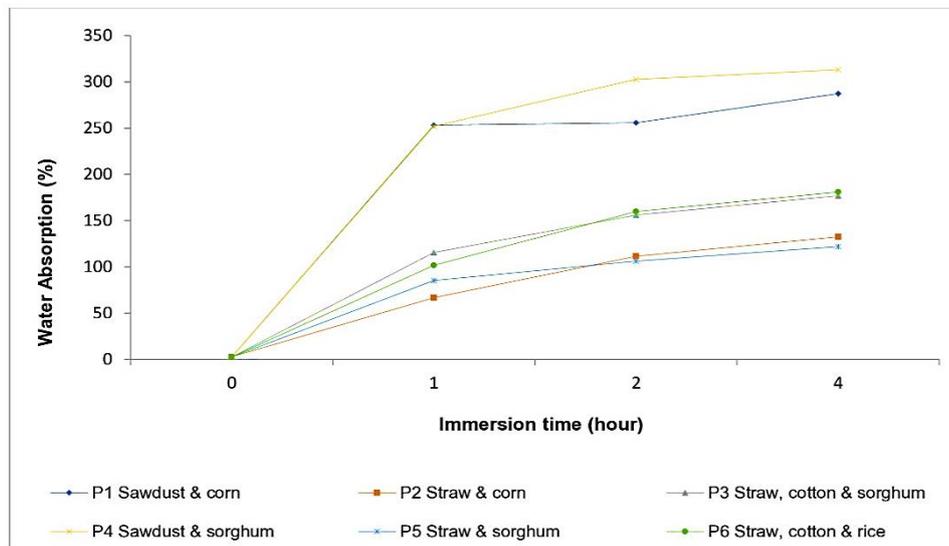


Figure 4. Graphical of mycelium composite to absorbing the water after immersion for 4 hours

Pengujian daya serap air dilakukan dengan mengapungkan *biofoam* diatas air aquades selama 4 jam. Tujuan dari pengapungan yaitu untuk mengetahui apakah bahan *biofoam* memiliki sifat yang bisa menyerap aquades dengan menimbang *biofoam* sebelum perendaman dan setelah direndam selama 1, 2 dan 4 jam. Berat sebelum dan sesudah perendaman akan mewakili nilai daya serap air *biofoam*.

Pengujian daya serap air (Gambar 4) menunjukkan bahwa *biofoam* miselium bersifat sangat hidrofobik karena peningkatan berat *biofoam* sangat terlihat jelas di 1 jam perendaman. Dimana *biofoam* substrat serbuk kayu meningkat sebesar 250%, jerami 85%-115% dan jerami kapuk 60-86%. Lalu di perendaman 2 dan 4 jam berikutnya persentase kenaikan daya serap air mulai menurun dan stabil.

Perendaman 2 jam memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan persentase daya serap air dari setiap perlakuan media strain jamur. Dimana substrat serbuk kayu P1 (jagung) meningkat 2,56% dan P4 (sorgum) 50,78%. Untuk substrat jerami P2 (jagung) meningkat sebesar 44,7% dan P5 (sorgum)

21,02%. Sedangkan substrat jerami kapuk P3 (sorgum) 40,51% dan P6 (gabah) 58,19%.

Perbedaan kenaikan persentase daya serap air pada 4 jam perendaman juga terlihat bahwa serbuk kayu P1 (jagung) meningkat sebesar 31,52% sedangkan P4 (sorgum) 10,28%, substrat jerami P2 (jagung) 21,16% sedangkan P5 (sorgum) 15,62%, lalu substrat jerami kapuk P3 (sorgum) 20,95% sedangkan P6 (gabah) 21,16%. Hal ini menunjukkan jika media jagung > gabah > sorgum. Dan dari sampel yang diuji, *biofoam* P4 dan P1 memiliki persentase daya serap air yang tertinggi di antara keenam sampel.

Data diatas menunjukkan bila substrat penyusun *biofoam* dan jenis media jamur memiliki perbedaan persentase daya serap air karena memiliki daya serap air yang dipengaruhi oleh adanya perbedaan substrat lignoselulosa. Lalu bila dihubungkan dengan nilai porositas dapat disimpulkan jika jenis media strain jamur juga memiliki pengaruh pada besarnya daya serap air.

P1 yang tersusun dari serbuk kayu dan jagung memiliki daya serap 265,39% dengan nilai porositas 0,2-1,3 (80%) sedangkan P4 serbuk kayu jagung memiliki daya serap air

289,36% dengan nilai porositas 1-2 (48%). Daya serap P1 lebih kecil karena memiliki porositas yang seragam dibandingkan dengan P4. Begitupun nilai daya serap P2 < P5 dan P6 < P4 karena nilai porositas dan keseragamannya lebih kecil.

Berdasarkan penelitian Peng *et al.*, (2023); Indarti *et al.*, (2023) bahwa daya serap air *biofoam* miselium jamur dipengaruhi kadar lignin, selulosa dan lignoselulosa dari substrat yang digunakan. Sehingga substrat serbuk kayu memiliki daya serap air tertinggi karena memiliki kadar lignin terbesar. Selain itu serbuk kayu memiliki sifat bahan yang mudah menyerap air, porositas kecil membuatnya mampung menampung air lebih banyak. Berbeda dengan penelitian (Appels *et al.*, 2019) yang menunjukkan bila komposit dengan substrat serbuk kayu yang ditumbuhkan miselium jamur *Trametes multicolor* memiliki daya serap air lebih rendah karena miseliumnya memiliki sifat yang tidak menyerap air.

Grafik pada Gambar 4 menunjukkan jika daya serap air meningkat selama waktu perendaman yang menandakan bahwa *biofoam* memiliki karakteristik menyerap air. Bila dibandingkan dengan *styrofoam*, *biofoam* miselium jamur masih belum bisa memberikan hasil yang lebih baik. Oleh karena itu perlu penelitian lebih lanjut untuk mengurangi penyerapan air, misalnya dengan pelapisan PLA dan PHA seperti yang telah diusulkan sebelumnya pada publikasi (Iwata, 2015).

IV. KESIMPULAN

Karakteristik komposit miselium jamur bergantung pada jenis lignoselulosa yang menyusunnya, dikarenakan setiap lignoselulosa mengandung kandungan lignin yang berbeda. Lignin ini digunakan miselium untuk berkembang dan memberikan hasil miselium dengan kerapatan dan diameter yang sama. Sehingga akan mempengaruhi nilai porositas, kadar air dan daya serap air komposit. P1 memiliki kerapatan miselium yang seragam dimana menghasilkan komposit yang lebih kokoh dan kemampuan daya serap air yang lebih baik bila dibandingkan dengan P4. Namun karena tersusun dari serbuk kayu P1 dan P4 memiliki kemampuan dalam menyerap air dan kelembapan yang sangat tinggi (bersifat hidrofobik). Sedangkan lignoselulosa jerami memiliki kemampuan menyerap air lebih

rendah di antara semua perlakuan. Kandungan air yang tinggi ini juga disebabkan karena material ini berasal dari bahan alam yang nantinya berfungsi dalam mempercepat proses pelapukan atau biodegradabilitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, H., O'Keefe, A., Bilek, M. A., Korehei, R., Sella Kapu, N., Martinez, M. D., & Olson, J. A. (2022). Investigation of properties and applications of cellulose-mycelium foam. *Journal of Materials Science*, 57(22). <https://doi.org/10.1007/s10853-022-07302-9>
- Alaneme, K. K., Anaele, J. U., Oke, T. M., Kareem, S. A., Adediran, M., Ajibuwa, O. A., & Anabaranze, Y. O. (2023). Mycelium based composites: A review of their bio-fabrication procedures, material properties and potential for green building and construction applications. In *Alexandria Engineering Journal* (Vol. 83, pp. 234–250). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.10.012>
- Appels, F. V. W., Camere, S., Montalti, M., Karana, E., Jansen, K. M. B., Dijksterhuis, J., Krijgsheld, P., & Wösten, H. A. B. (2019). Fabrication factors influencing mechanical, moisture- and water-related properties of mycelium-based composites. *Materials & Design*, 161, 64–71. <https://doi.org/10.1016/J.MATDES.2018.11.027>
- Astuti, N. H., Wibowo, N. A., & Ayub, M. R. S. S. N. (2018). The Porosity Calculation of Various Types of Paper Using Image Analysis. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 14(1), 46–51. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v14i1.9878>
- Elsacker, E., Vandeloock, S., Van Wylick, A., Ruytinx, J., De Laet, L., & Peeters, E. (2020). A comprehensive framework for the production of mycelium-based lignocellulosic composites. *Science of The Total Environment*, 725, 138431. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.138431>
- Girometta, C., Picco, A. M., Baiguera, R. M., Dondi, D., Babbini, S., Cartabia, M., Pellegrini, M., & Savino, E. (2019). Physico-mechanical and thermodynamic

- properties of mycelium-based biocomposites: A review. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 2).
<https://doi.org/10.3390/su11010281>
- Götz, A., Senz, V., Illner, S., & Grabow, N. (2020). Computed fiber evaluation of SEM images using DiameterJ. *Current Directions in Biomedical Engineering*, 6(3). <https://doi.org/10.1515/cdbme-2020-3113>
- Haneef, M., Ceseracciu, L., Canale, C., Bayer, I. S., Heredia-Guerrero, J. A., & Athanassiou, A. (2017). Advanced Materials from Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties. *Scientific Reports*, 7. <https://doi.org/10.1038/srep41292>
- Indarti, E., Muliani, S., & Yunita, D. (2023). Characteristics of Biofoam Cups Made from Sugarcane Bagasse with *Rhizopus oligosporus* as Binding Agent. *Advances in Polymer Technology*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/8257317>
- Iwata, T. (2015). Biodegradable and bio-based polymers: Future prospects of eco-friendly plastics. In *Angewandte Chemie - International Edition* (Vol. 54, Issue 11, pp. 3210–3215). Wiley-VCH Verlag.
<https://doi.org/10.1002/anie.201410770>
- Jones, M. P., Huynh, T., Dekiwadia, C., Daver, F., & John, S. (2017). Mycelium Composites: A Review of Engineering Characteristics and Growth Kinetics. *Journal of Bionanoscience*, 11, 241–257.
<https://doi.org/10.1166/jbns.2017.1440>
- Muñoz, E., & García-Manrique, J. A. (2015). Water absorption behaviour and its effect on the mechanical properties of flax fibre reinforced bioepoxy composites. *International Journal of Polymer Science*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/390275>
- Nurfatihayati, N., & Maharani, C. (n.d.). *Pembuatan Komposit dari Serat Sabut Kelapa dan Resin Polyester sebagai Material untuk Helm*. <https://www.researchgate.net/publication/377014382>
- Peng, L., Yi, J., Yang, X., Xie, J., & Chen, C. (2023). Development and characterization of mycelium bio-composites by utilization of different agricultural residual byproducts. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 8(1), 78–89.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joabab.2022.11.005>
- Saefullah, A., & Syahbuddin. (2021). Pengaruh Panjang Dan Volume Penguat Serat Daun Nanas Terhadap Komposit Epoksi. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 11(1), 62–67.
<https://doi.org/10.35814/teknobiz.v11i1.2069>
- Sivaprasad, S., Byju, S., Prajith, C., Shaju, J., & C R, R. (2021). Development of a novel mycelium bio-composite material to substitute for polystyrene in packaging applications. *Materials Today: Proceedings*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.622>
- Wulan, S. N., Rukmana, D., & Sjahrul, M. (2020). Utilization of Solid Waste from Refined Sugar Industry (Filter Cake) as Biodegradable Foam (Biofoam). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 473. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:219412751>
- Yang, L., Park, D., & Qin, Z. (2021). Material Function of Mycelium-Based Bio-Composite: A Review. In *Frontiers in Materials* (Vol. 8). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmats.2021.737377>