

Optimasi Jenis Jamur Pelapuk Putih dan Bahan Lignoselulosik Limbah Pertanian dalam Pembuatan Biokomposit Berbasis Miselium

Maghfira Rizki Rahmadiani, Aris Mumpuni*, Nuraeni Ekowati

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto 53122, Indonesia

*Corresponding author, Email: aris.mumpuni@unsoed.ac.id

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 18/08/2023

Disetujui : 21/03/2024

Abstract

The abundant availability of lignocellulosic materials in the form of sugarcane bagasse waste and corn plant stalks waste as well as the ability of white rot fungi *Ceriporia lacerata* and *Auricularia auricula* to degrade lignocellulosic can be utilized for the development of mycelium-based biocomposites. This study aims to determine the effect of white rot fungi and agricultural waste lignocellulosic material composition on the quality of the resulting biocomposite products and to obtain the optimal types of white rot fungi and agricultural waste lignocellulosic materials for the manufacture of mycelium-based biocomposites. This study used an experimental method, with a completely randomized design with 10 treatments repeated 3 times. The independent variable was the type of lignocellulosic material from agricultural waste and the type of white rot fungus, while the dependent variable was the quality of the mycelium-based biocomposite produced. The main parameters were fungal growth on composite materials, composite density, moisture content, thickness swelling, modulus of elasticity and modulus of rupture of composites. The supporting parameters are composite biodegradability. The results showed that white rot fungi and lignocellulosic material composition had a significant difference in the quality of the resulting biocomposite except for the parameters of air content and modulus of rupture. The results for the parameters of mycelium growth, composite density, air content, thickness swelling, modulus of elasticity, and modulus of rupture ranged from 9,8-18,49 mm/day, 0,11-0,21 g/cm³, 8,34%-16,19%, 3,01%-10,93%, 1188,33-1487,33 MPa, and 1,76-25,11 MPa. Based on the biocomposite scoring carried out, the treatment of *C. lacerata* with a composition of 100% bagasse resulted in the best biocomposite quality.

Key Words: Agricultural waste, biocomposite, lignocellulosic material, white rot fungus.

Abstrak

Melimpahnya ketersediaan bahan lignoselulosik berupa limbah ampas tebu dan batang tanaman jagung serta kemampuan jamur pelapuk putih *Ceriporia lacerata* dan *Auricularia auricula* mendegradasi lignoselulosik dapat dimanfaatkan sebagai pengembangan biokomposit berbasis miselium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh antara jenis jamur pelapuk putih dengan komposisi bahan lignoselulosik limbah pertanian terhadap kualitas produk biokomposit yang dihasilkan serta mendapatkan jenis jamur pelapuk putih dan jenis substrat bahan lignoselulosik limbah pertanian yang optimal dalam pembuatan biokomposit berbasis miselium. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap dengan 10 perlakuan dan 3 kali ulangan. Variabel bebas berupa jenis bahan lignoselulosik limbah pertanian dan jenis jamur pelapuk putih, sedangkan variabel terikat yaitu kualitas biokomposit berbasis miselium yang dihasilkan. Parameter utama yaitu pertumbuhan jamur pada bahan komposit, kerapatan komposit, kadar air, pengembangan tebal komposit, modulus elastisitas dan modulus patah komposit. Parameter pendukungnya berupa biodegradabilitas komposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur pelapuk putih dan komposisi bahan lignoselulosik yang berbeda berpengaruh secara nyata terhadap kualitas biokomposit yang dihasilkan kecuali pada parameter kadar air dan modulus patah. Hasil penelitian untuk parameter pertumbuhan miselium, kerapatan komposit, kadar air, pengembangan tebal, modulus elastisitas, dan modulus patah secara berturut-turut berkisar antara 9,38-18,49 mm/hari, 0,11-0,21 g/cm³, 8,34%-16,19%, 3,01%-10,93%, 1188,33-1487,33 MPa, dan 1,76-25,11 MPa. Berdasarkan hasil skoring biokomposit yang dilakukan, perlakuan *C. lacerata* dengan komposisi pada ampas tebu 100% menghasilkan kualitas biokomposit terbaik.

Kata kunci: Bahan lignoselulosik, biokomposit, jamur pelapuk putih, limbah pertanian

PENDAHULUAN

Biokomposit merupakan jenis material komposit yang tersusun dari dua bahan atau lebih dengan sifat yang berbeda, yaitu berupa serat alami dan matriks alami, sehingga akan menghasilkan material baru (Wisnujati & Yudhanto, 2018). Serat berfungsi sebagai pengisi atau penguat dan matriks sebagai perekat. Serat yang digunakan dapat berasal

dari serat tumbuhan yang diperoleh dari limbah pertanian. Limbah tanaman pertanian yang cukup melimpah di antaranya yaitu ampas tebu dan batang tanaman jagung. Menurut Chong *et al.*, (2020) ampas tebu yang berasal dari sisa penggilingan tebu mengandung 57,40% selulosa, 24,50% hemiselulosa dan 24,35% lignin. Komponen lignoselulosik yang terdapat pada batang jagung memiliki potensi sebagai

alternatif untuk kebutuhan industri karena mengandung 35% selulosa, 25% hemiselulosa, dan 35% lignin. Ketersediaan limbah pertanian dengan kandungan lignoselulosik dapat dimanfaatkan oleh jamur pelapuk putih sebagai substrat pertumbuhannya. Jamur pelapuk putih merupakan jamur yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi lignin menggunakan enzim ekstraseluler.

Ceriporia lacerata dan *Auricularia auricula* merupakan kelompok jamur pelapuk putih. *C. lacerata* dapat hidup liar pada batang pohon mati maupun hidup, sehingga memiliki miselium yang sangat kuat karena memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi. Menurut Hadi *et al.*, (2020) *A. auricula* merupakan kelompok jamur pelapuk putih yang hidup pada substrat kayu dan memiliki kemampuan mendegradasi komponen lignoselulosik pada kayu.

Melimpahnya bahan lignoselulosik ampas tebu dan batang tanaman jagung yang dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan jamur serta kemampuan *C. lacerata* dan *A. auricula* dalam mendegradasi bahan lignoselulosik berpotensi sebagai pengembangan biokomposit berbasis miselium dengan memanfaatkan miselium jamur sebagai perekat serat bahan lignoselulosik. Komponen lignoselulosik yang dimiliki ampas tebu dan batang tanaman jagung berbeda, sehingga komposisi tertentu pencampuran ampas tebu dan batang jagung akan berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur sehingga akan mempengaruhi kualitas produk biokomposit yang dihasilkan.

Prinsip pembuatan biokomposit berbasis miselium yaitu menggunakan kemampuan jamur untuk mengikat serat sebagai media tumbuh (Rafiee *et al.*, 2021). Miselium jamur akan menguraikan bahan lignoselulosik dan membentuk jaringan yang kompleks kemudian mengikat substrat dengan kuat sehingga akan menghasilkan bahan biokomposit. Penggunaan biokomposit berbasis miselium ramah lingkungan karena bersifat *biodegradable* dan harga murah (Butu *et al.*, 2020).

Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh jenis jamur pelapuk putih dengan bahan lignoselulosik limbah pertanian terhadap kualitas produk biokomposit yang dihasilkan dan mendapatkan jenis jamur pelapuk putih dengan komposisi bahan lignoselulosik limbah pertanian yang optimal untuk pembuatan biokomposit berbasis miselium.

MATERI DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat jamur *C. lacerata* yang diisolasi dari Baturraden dan *A. auricula* yang berasal dari Agro Jamur Pabuwaran (Purwokerto, Banyumas), ampas tebu, batang jagung, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), alkohol 70%, air destilasi, jagung giling, dedak, kapur, kapas, dan *aluminium foil*.

Alat digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf, *laminar air flow*, *box* cetakan kayu 30 x 30 x 5 cm (PxLxT), kontainer plastik, cawan Petri, tabung reaksi, gelas ukur, cawan porslen, timbangan, botol kaca, plastik *wrap*, jarum ose, bunsen, timbangan analitik, oven, labu Erlenmeyer, gelas piala, corong, batang pengaduk, kamera, dan *furnace*.

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode eksperimental Rancangan Acak Lengkap dengan 10 perlakuan menggunakan 3 kali ulangan, sehingga terdapat 30 unit percobaan, yaitu:

- C1: *C. lacerata* pada ampas tebu 100%
- C2: *C. lacerata* pada ampas tebu 75% + batang tanaman jagung 25%
- C3: *C. lacerata* pada ampas tebu 50% + batang tanaman 50%
- C4: *C. lacerata* pada ampas tebu 25% + batang tanaman jagung 75%
- C5: *C. lacerata* pada batang tanaman jagung 100%
- C6: *A. auricula* pada ampas tebu 100%
- C7: *A. auricula* pada ampas tebu 75% + batang tanaman jagung 25%
- C8: *A. auricula* pada ampas tebu 50% + batang tanaman 50%
- C9: *A. auricula* pada ampas tebu 25% + batang tanaman jagung 75%
- C10: *A. auricula* pada batang tanaman jagung 100%

Parameter utama penelitian yaitu pertumbuhan miselium, kadar air, pengembangan tebal, modulus patah, dan modulus elastisitas. Parameter pendukung yaitu biodegradabilitas biokomposit.

1. Membuat media PDA

Kentang dipotong sebanyak 200 g, ditambahkan dengan 500 ml akuades kemudian dipanaskan hingga kentang menjadi lunak. Ekstrak kentang disaring kemudian ditambahkan dekstrosa 20 g, agar 15 g, dan akuades hingga mencapai 1000 ml dan dipanaskan kembali hingga mendidih. Media tersebut dituang ke dalam tabung reaksi dan disterilisasi menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dengan tekanan 2 atm (Sardar *et al.*, 2015).

2. Penyiapan inokulum jamur

Inokulum jamur *A. auricula* dan *C. lacerata* diremajakan pada medium PDA dalam cawan petri, diinkubasi pada suhu ruang selama 5-7 hari. Kemudian diinokulasikan kepada media sorgum. Media sorgum yang telah diinokulasi jamur kemudian diinkubasi pada suhu ruang sampai miselium memenuhi media.

3. Penyiapan bahan lignoselulosik

Bahan lignoselulosik berupa ampas tebu dan batang tanaman jagung dikeringkan dan digiling menggunakan mesin penggiling kemudian diayak menggunakan ayakan menjadi potongan 1-5 cm. Bahan tersebut dicampur sesuai komposisi pada perlakuan dan dimasukkan ke dalam plastik *polypropylene* ukuran 25 x 40 x 0,06 cm, dibentuk seperti baglog dengan berat 450 g dan disterilkan

menggunakan autoklaf dengan suhu 90°C dan tekanan 1 atm selama 6-8 jam.

4. Inokulasi jamur dan inkubasi

Inokulum jamur diinokulasikan sebanyak 10 g/baglog yang berisi bahan lignoselulosik yang telah disterilkan (Widiastuti & Panji, 2008). Kemudian diinkubasi pada suhu ruang hingga kolonisasi jamur mencapai 75%. Miselium jamur dipindah ke dalam cetakan secara aseptis dengan cara menghancurkan log tersebut menggunakan tangan, kemudian dihomogenkan, tiga baglog untuk mengisi satu box cetakan kemudian ditutup dengan plastik wrap dan diinkubasi pada suhu ruang sampai koloni jamur menutup seluruh permukaan bahan. Kemudian semua sampel dikeluarkan dari semua cetakan dan di oven pada suhu 70°C selama 5-10 jam (Elsacker *et al.*, 2019).

5. Pengukuran parameter

a. Pertumbuhan miselium pada bahan komposit

Pengukuran dilakukan di empat sisi baglog dengan menarik garis lurus dari bagian atas baglog sampai batas tumbuh baglog dengan menandai dan mengukur pertambahan panjang miselium pada masing-masing baglog perlakuan selama 7 hari sekali hingga pertumbuhan miselium hingga 75% dari baglog.

b. Kerapatan komposit

Sampel uji berukuran (p) 10 cm, (l) 10 cm, dan (t) 1 cm keadaan kering udara ditimbang. Kemudian panjang, lebar, dan tebal papan komposit diukur. Besarnya kerapatan papan komposit dihitung menggunakan persamaan berikut (Ruhendi & Putra, 2011):

$$\rho = m/V$$

Keterangan:

ρ : Kerapatan papan komposit (g/cm³)
m : Massa papan komposit (g)
V : Volume papan partikel (panjang x lebar x tinggi)

c. Kadar air komposit

Sampel uji berukuran (p) 10 cm, (l) 10 cm, dan (t) 1 cm ditimbang kemudian papan komposit tersebut dikeringkan dalam oven selama 6 jam pada suhu $\pm 100^\circ\text{C}$. Setelah dikeringkan maka papan komposit ditimbang kembali. Besarnya kadar air dihitung menggunakan persamaan berikut (Ruhendi & Putra, 2011):

$$\text{KA} = \frac{m_a - m_k}{m_k} \times 100\%$$

Keterangan:

KA : Kadar air papan komposit (%)
m_a : massa awal papan komposit (g)
m_k : massa kering papan komposit (g)

d. Pengembangan tebal komposit

Sampel uji berukuran (p) 5 cm, (l) 5 cm, dan (t) 1 cm disiapkan dan tebal papan komposit diukur. Papan komposit tersebut direndam dalam air dingin selama 24 jam. Setelah direndam, maka papan komposit diukur kembali. Besarnya tebal komposit dihitung menggunakan persamaan berikut (Ruhendi & Putra, 2011):

$$\text{PT} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100\%$$

Keterangan:

PT: Besar pengembangan tebal papan komposit (%)

t₁: Tebal papan komposit sebelum direndam (cm)

t₂: Tebal papan komposit setelah direndam (cm)

e. Modulus Elastisitas (Modulus of Elasticity (MoE)) Komposit

Sampel uji (p) 15 cm, (l) 10 cm, dan (t) 1 cm diukur, hasilnya dimasukkan ke dalam komputer mesin pengontrol. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *universal testing machine* dengan jarak sangga 15 cm dan kecepatan 10mm/menit. Kemudian diberikan beban pada bagian tengah, pembebanan dilakukan sampai batas titik elastis pengujian, diamati dari grafik komputer. Besarnya perubahan defleksi yang terjadi dicatat. Nilai modulus elastisitas dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Fauziah *et al.*, 2014):

$$\text{MoE} = \frac{\Delta P \times L^3}{4 \times \Delta Y \times b \times d^2}$$

Keterangan:

MoE : Modulus elastisitas (MPa)

P : Beban maksimum (N)

L : Jarak sangga (cm)

ΔP : Perubahan beban

ΔY : Perubahan defleksi (cm)

b : lebar uji papan (cm)

d : tebal uji papan (cm)

f. Modulus Patah (Modulus of Rupture (MoR)) Komposit

Pengujian MoR dilakukan dengan melanjutkan uji MoE sampai batas patah komposit. Secara umum, modulus patah dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Allison, 1923):

$$\text{MoR} = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

Keterangan:

MoR : Modulus patah (MPa)

P : Beban maksimum (N)

L : Jarak sangga (cm)

d : lebar uji papan (cm)

b : tebal uji papan (cm)

g. Pengukuran Biodegradabilitas Komposit

Komposit ukuran 4 cm x 4 cm dikomposkan pada tumpukan serbuk gergaji keras yang dicampur kompos dan ditambahkan starter pengomposan (EM4). Pengomposan dilakukan di udara terbuka dan setiap interval 10 hari selama 1 bulan diamati biodegradabilitasnya dengan mengukur kadar abunya dengan menimbang sampel uji sebanyak 5 g. Kemudian dimasukkan dalam *furnace* dan dipanaskan sampai temperatur 575°C selama 4 jam. Selanjutnya sampel didinginkan dan ditimbang. Kadar abu dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Berat abu}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Skoring Papan Biokomposit (Dalimunthe, 2021)

Pemberian skor papan biokomposit dilakukan untuk menentukan kualitas papan biokomposit berbasis miselium. Skoring dilakukan dengan melibatkan parameter uji dan pencapaian standar JIS A 5098 (2003). Kriteria penentuan skor meliputi:

1. Nilai skor untuk parameter pertumbuhan miselium, kerapatan biokomposit, MoE, dan MoR dibagi menjadi 5. Skor 1 untuk nilai sampel uji terendah dan skor 5 untuk nilai sampel uji tertinggi.
2. Nilai skor untuk kadar air dan pengembangan tebal dibagi menjadi 5. Skor 1 untuk nilai sampel uji tertinggi dan skor 5 untuk nilai sampel uji terendah.
3. Nilai skor untuk pencapaian standar JIS A 5098 (2003) dibagi menjadi 2. Skor 0 untuk nilai uji sampel yang tidak memenuhi yang standar dan skor 1 untuk nilai uji sampel yang memenuhi standar.
4. Kualitas papan biokomposit terbaik ditentukan berdasarkan jumlah skor total paling tinggi yang diperoleh

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan miselium

Berdasarkan hasil ANOVA diketahui seluruh perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan miselium dengan rata-rata. Berdasarkan Gambar 1. pertumbuhan miselium pada baglog berkisar antara 9,38-18,49 mm/hari. Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan C1 tidak berbeda nyata dengan C2, C3, dan C4 namun berbeda nyata dengan perlakuan lain.

Pertumbuhan miselium *C. lacerata* lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan miselium *A. auricula*. Jamur *C. lacerata* memiliki pertumbuhan miselium cepat karena memiliki miselium yang melekat erat pada substrat. Hal tersebut sesuai dengan Wahab *et al.*, (2018), *C. lacerata* memiliki miselium yang kuat sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan miseliumnya. Perlakuan C1 memiliki pertumbuhan paling cepat disebabkan kandungan

lignin pada tebu lebih rendah dibandingkan dengan kandungan lignin pada batang tanaman jagung dan tebu memiliki kandungan selulosa yang lebih tinggi dibandingkan dengan batang tanaman jagung. Menurut Nunilawati *at al.*, (2020) komponen selulosa merupakan sumber nutrisi bagi jamur namun tertutupi oleh kandungan lignin yang keras, sehingga media tanam jamur dengan kandungan lignin tinggi akan memperlambat pertumbuhan miselium jamur

B. Kerapatan biokomposit

Uji Anova menunjukkan seluruh perlakuan berpengaruh nyata terhadap kerapatan komposit. Berdasarkan uji Duncan, perlakuan C1 tidak berbeda nyata dengan C3, C4, C5, dan C8 namun berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Rata-rata kerapatan biokomposit yaitu 0,11-0,21 g/cm³ sehingga pada tidak memenuhi standar (Gambar 2). Nilai standar JIS A 5908-2003 terkait kerapatan komposit berkisar antara 0,40 hingga 0,90 g/cm³.

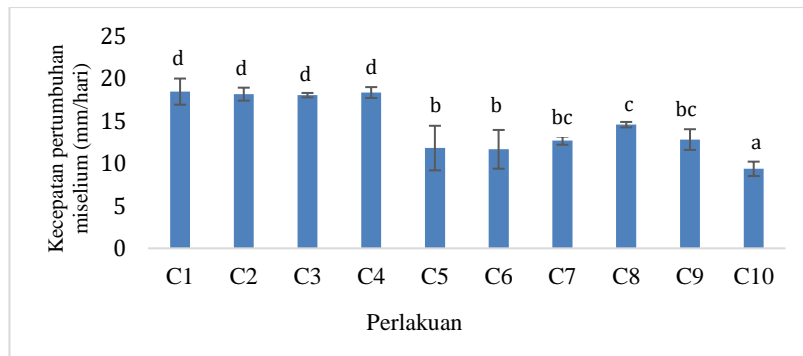
Hasil kerapatan C1 yang tinggi disebabkan oleh liatnya pertumbuhan miselium jamur pada bahan lignoselulosik yang digunakan. Semakin liat pertumbuhan jamur dengan bahan lignoselulosik maka akan semakin rapat biokomposit, karena jamur sebagai perekat akan semakin mengikat kuat antar partikel serat bahan lignoselulosik. Sesuai dengan Wahab *et al.*, (2018) *C. lacerata* merupakan jamur resupinata yang dapat melekat erat pada substrat dan ditemukan hidup pada batang pohon hidup dan mati.

Kerapatan biokomposit juga dapat dipengaruhi oleh kuatnya tekanan yang diberikan kepada biokomposit. Semakin kuat tekanan yang diberikan akan menyebabkan nilai kerapatan komposit semakin besar, sehingga matriks semakin melekat pada serat. Hal tersebut sesuai dengan Karyawan *et al.*, (2017) semakin kuat tekanan yang diberikan pada komposit menyebabkan kerapatan papan komposit yang dihasilkan semakin besar.

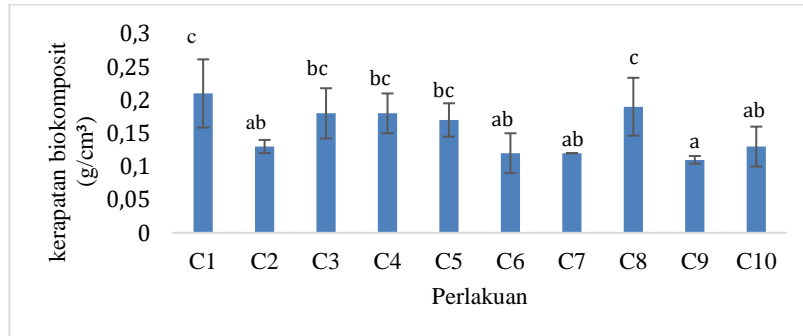
C. Kadar air biokomposit

Berdasarkan uji ANOVA, jenis jamur pelapuk putih dan komposisi bahan lignoselulosik yang berbeda berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air. Kadar air yang diperoleh pada penelitian berkisar antara 8,34%-16,19% (Gambar 3). JIS A 5908-2003 menetapkan nilai standar kadar air berkisar antar 5-13%, sehingga perlakuan yang memenuhi standar yaitu C1, C4, C6, C7, C8, dan C9.

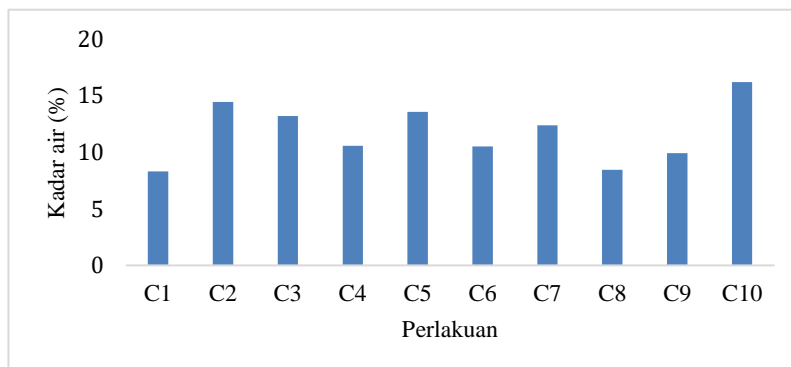
Kadar air dipengaruhi oleh kerapatan biokomposit. Perlakuan C1 memiliki kerapatan biokomposit yang paling tinggi, menyebabkan sedikitnya rongga yang terdapat pada biokomposit. Sesuai dengan pengujian yang dilakukan Malau *et al.*, (2015), dalam pengujian kualitas papan partikel dengan menggunakan batang pisang, menunjukkan nilai kerapatan yang semakin tinggi akan menyebabkan rongga udara akan semakin kecil, hal tersebut akan menyebabkan air akan sulit mengisi rongga tersebut.



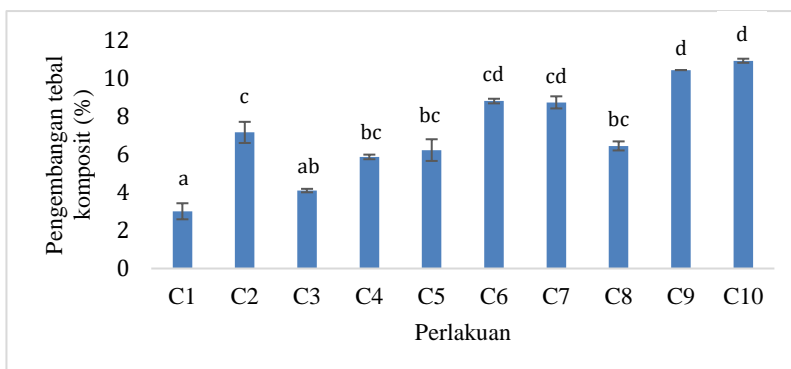
Gambar 1. Histogram kecepatan pertumbuhan miselium (mm/hari) pada komposisi bahan lignoselulosik



Gambar 2. Histogram kerapatan (g/cm^3) papan biokomposit yang dibuat menggunakan jamur *C. lacerata* dan *A. auricula* serta bahan lignoselulosik ampas tebu dan batang tanaman jagung



Gambar 3. Histogram kadar air (%) papan biokomposit yang dibuat menggunakan jamur *C. lacerata* dan *A. auricula* serta bahan lignoselulosik ampas tebu dan batang tanaman jagung



Gambar 4. Histogram pengembangan tebal (%) papan biokomposit yang dibuat menggunakan jamur *C. lacerata* dan *A. auricula* serta bahan lignoselulosik ampas tebu dan batang tanaman jagung

Keterangan: C1(*C. lacerata* diinokulasi pada ampas tebu 100%), C2(*C. lacerata* diinokulasi pada ampas tebu 75%+ batang tanaman jagung 25%), C3(*C. lacerata* diinokulasi pada ampas tebu 50%+ batang tanaman 50%), C4(*C. lacerata* diinokulasi pada ampas tebu 25%+ batang tanaman jagung 75%), C5(*C. lacerata* diinokulasi pada batang tanaman jagung 100%), C6(*A. auricula* diinokulasi pada ampas tebu 100%), C7(*A. auricula* diinokulasi pada ampas tebu 75%+ batang tanaman jagung 25%), C8(*A. auricula* diinokulasi pada ampas tebu 50%+ batang tanaman 50%), C9(*A. auricula* diinokulasi pada ampas tebu 25%+ batang tanaman jagung 75%), C10(*A. auricula* diinokulasi pada batang tanaman jagung 100%)

Kadar air biokomposit juga dipengaruhi karena ampas tebu dan batang jagung bersifat higroskopis. Ampas tebu memiliki sifat dapat menyerap kelembaban karena memiliki kandungan gabus yang tebal (An'amie & Nugraha, 2014). Pengujian yang dilakukan Karyawan *et al.*, (2017) dalam pengujian kualitas papan partikel menggunakan limbah batang jagung dan perekat limbah plastik PVC diketahui bahwa sifat higroskopis yang dimiliki batang jagung menyebabkan air mudah masuk ke dalam rongga papan biokomposit.

D. Pengembangan tebal biokomposit

Uji ANOVA menunjukkan jenis jamur pelapuk putih dan komposisi bahan lignoselulosik yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal. Berdasarkan uji Duncan, perlakuan C1 tidak berbeda nyata dengan C3 namun berbeda nyata dengan perlakuan lain. Nilai pengembangan tebal biokomposit yang diperoleh berkisar antara 3,01% hingga 10,93% (Gambar 4) sehingga semua perlakuan memenuhi standar JIS A 5098 (2003), yaitu maksimum pengembangan komposit sebesar 13%.

Perlakuan C1 memiliki nilai pengembangan terendah karena karena penyebaran miselium yang merata dan liat, sehingga sebagai perekat, miselium pada mengikat kuat serat bahan lignoselulosiknya. Kerapatan biokomposit yang rendah akan mengakibatkan banyaknya rongga-rongga udara yang terdapat pada biokomposit, sehingga semakin banyak air yang diserap komposit disebabkan karena batang jagung memiliki kemampuan mudah menyerap air akan menyebabkan lemahnya ikatan antara perekat dan serat biokomposit yang mengakibatkan tingginya pengembangan papan komposit. Fauziah *et al.*, (2014) dalam uji kualitas papan partikel menggunakan sekam padi, bahwa pengembangan tebal komposit berkaitan dengan kemampuan menyerap air oleh komposit. Semakin tingginya penyerapan air akan menyebabkan lemahnya ikatan antar partikel sehingga mengakibatkan papan akan mengembang.

Pengembangan tebal komposit juga dipengaruhi oleh sifat higroskopis bahan yang digunakan. Ampas tebu memiliki empulur (*pith*) yang merupakan bahan penyerap air (Alghiffari, 2008). Pengujian yang dilakukan Astari *et al.*, (2019) dalam uji kualitas papan partikel menggunakan jagung, menunjukkan bahwa pengembangan tebal sehingga akan menyebabkan pengembangan tebal yang tinggi.

E. Modulus Elastisitas Biokomposit

Berdasarkan hasil ANOVA, jenis jamur pelapuk putih dan komposisi bahan lignoselulosik yang berbeda berpengaruh nyata terhadap modulus elastisitas. Uji Duncan menunjukkan, perlakuan C2 tidak berbeda nyata dengan C1, C3, C4, C6, dan C8 namun berbeda nyata dengan perlakuan lain. Rata-rata modulus elastisitas yang dihasilkan berkisar

antara 1188,33 MPa hingga 14873,33 MPa (Gambar 5). Standar nilai modulus elastisitas menurut JIS A 5098-2003 minimal diatas 2000 MPa, sehingga nilai modulus elastisitas yang didapatkan hampir semua memenuhi standar JIS A 5098-2003, kecuali perlakuan C5 atau *C. lacerata* yang diinokulasi pada batang tanaman jagung 100%.

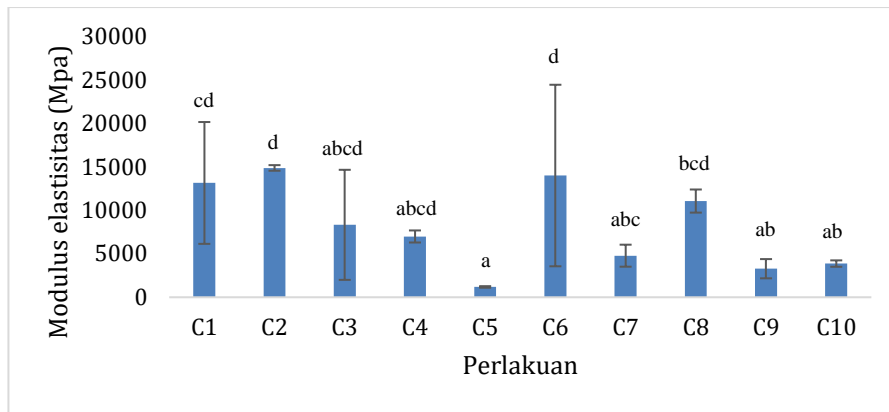
Modulus elastisitas dipengaruhi oleh kerapatan yang dimiliki oleh biokomposit. Perlakuan C2 memiliki kerapatan yang tinggi, sehingga menghasilkan biokomposit dengan sifat mekanik lebih kuat untuk menahan beban. Pengujian yang dilakukan Haryanti *et al.*, (2019) dalam uji kualitas papan partikel menggunakan sabut kelapa dan ampas tebu, menunjukkan peningkatan nilai modulus elastisitas pada komposit disebabkan kerapatan komposit yang tinggi sehingga menghasilkan struktur komposit yang kuat dalam menahan beban.

Modulus elastisitas juga dipengaruhi oleh keseragaman bahan yang digunakan. Perlakuan C2 memiliki keteguhan lentur yang tinggi, karena bahan yang digunakan seragam. Menurut Nasution & Mora (2018) dalam pengujian uji kualitas papan partikel menggunakan campuran ampas tebu dan tempurung kelapa dengan perekat resin epoksim menunjukkan semakin homogen bahan yang digunakan akan menyebabkan komposit yang dihasilkan lebih rapat. Pengujian yang dilakukan Roihan *et al.*, (2015) dalam uji kualitas papan partikel menggunakan batang kelapa sawit dan mahoni dengan perekat fenol foemaldehida, nilai modulus elastisitas yang dihasilkan bervariasi dapat disebabkan karena kurang meratanya perekat dengan bahan yang digunakan pada biokomposit. Kurang meratanya perekat dengan bahan akan menyebabkan ketahanan lentur hanya terdapat pada beberapa bagian biokomposit.

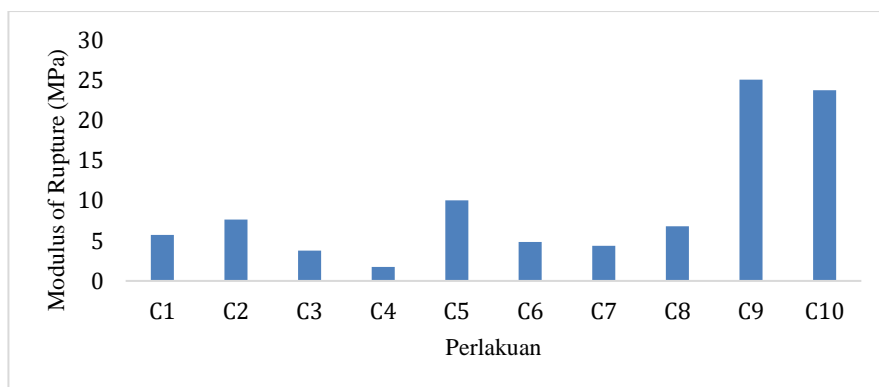
F. Modulus patah biokomposit

Berdasarkan hasil ANOVA, jenis jamur pelapuk putih dan komposisi bahan lignoselulosik yang berbeda berpengaruh tidak nyata terhadap modulus patah biokomposit. Rata-rata modulus patah yang didapatkan pada pengujian berkisar antara 1,76-25,11 Mpa (Gambar 6). Standar JIS A 5908 (2003) terkait nilai MoR yaitu minimal 8 MPa, sehingga hanya perlakuan C5, C9, dan C10 yang memenuhi Standar JIS A 5098.

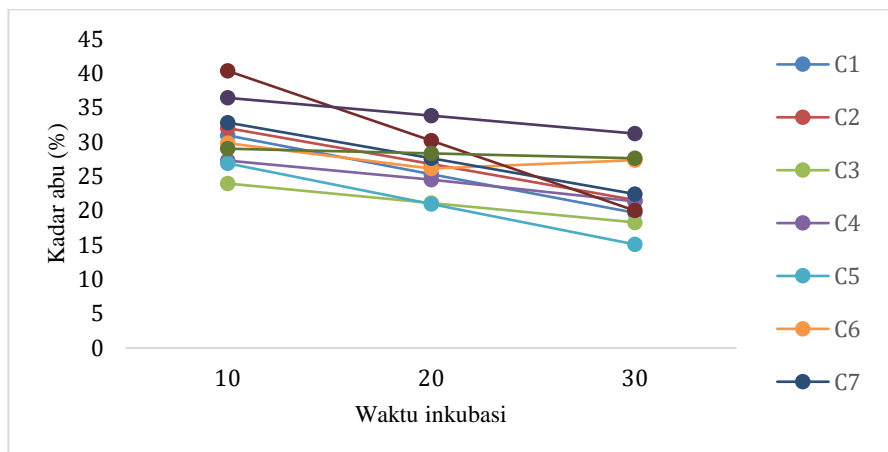
Meskipun demikian, perlakuan C9 memiliki kekuatan patah tertinggi. Modulus patah dipengaruhi oleh ukuran bahan lignoselulosik. Panjang rata-rata batang jagung yang digunakan yaitu 2 – 4.5 cm dan panjang ampas tebu yang digunakan yaitu 1,5 hingga 2,5 cm. Menurut *et al.*, (2019) kekuatan papan partikel bergantung pada homogenitas papan komposit. penyusun komposit yang semakin homogen menyebabkan rongga udara sedikit. Bervariasinya nilai modulus patah disebabkan oleh tidak meratanya perekat dengan serat (Roihan *et al.*, 2015).



Gambar 5. Histogram modulus elastisitas (MPa) papan biokomposit yang dibuat menggunakan jamur *C. lacerata* dan *A. auricula* serta bahan lignoselulosik ampas tebu dan batang tanaman jagung



Gambar 6. Histogram modulus patah (MPa) papan biokomposit yang dibuat menggunakan jamur *C. lacerata* dan *A. auricula* serta bahan lignoselulosik ampas tebu dan batang tanaman jagung



Gambar 7. Grafik kadar abu papan biokomposit (%) menggunakan jamur *C. lacerata* dan *A. auricula* serta bahan lignoselulosik ampas tebu dan batang tanaman jagung

Ket: C1(*C. lacerata* diinokulasi pada ampas tebu 100%), C2(*C. lacerata* diinokulasi pada ampas tebu 75%+ batang tanaman jagung 25%), C3(*C. lacerata* diinokulasi pada ampas tebu 50%+ batang tanaman 50%), C4(*C. lacerata* diinokulasi pada ampas tebu 25%+ batang tanaman jagung 75%), C5(*C. lacerata* diinokulasi pada batang tanaman jagung 100%), C6(*A. auricula* diinokulasi pada ampas tebu 100%), C7(*A. auricula* diinokulasi pada ampas tebu 75%+ batang tanaman jagung 25%), C3(*A. auricula* diinokulasi pada ampas tebu 50%+ batang tanaman 50%), C4(*A. auricula* diinokulasi pada ampas tebu 25%+ batang tanaman jagung 75%), C5(*A. auricula* diinokulasi pada batang tanaman jagung 100%)

Tabel 1. Skoring biokomposit berbasis miselium

Parameter	Perlakuan									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
▪ Pertumbuhan miselium (mm/hari)	129,47	127,37	126,50	128,67	83	81,83	88,93	102,13	89,80	65,70
▪ Skoring	5	4	4	5	2	1	2	3	3	1
▪ Kerapatan (g/cm ³)	0,21	0,13	0,18	0,18	0,17	0,12	0,12	0,19	0,11	0,13
▪ Skoring	5	3	4	4	3	2	2	5	1	3
▪ JIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
▪ Kadar Air (%)	8,34	14,45	13,19	10,56	13,58	10,51	12,39	8,45	9,93	16,19
▪ Skoring	5	1	2	3	2	4	3	5	4	1
▪ JIS	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0
▪ Pengembangan Tebal (%)	3,01	7,16	4,10	5,87	6,23	8,81	8,74	6,45	10,44	10,93
▪ Skoring	5	3	5	4	4	2	2	3	1	1
▪ JIS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
▪ MOE (MPa)	13148,67	14873,33	8329	6991,67	1188,33	14001,67	4781,67	11065,33	3285	3874
▪ Skoring	4	5	3	2	3	5	2	4	1	1
▪ JIS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
▪ MOR (MPa)	5,72	7,67	3,78	1,76	10,07	4,86	4,37	6,81	25,11	23,79
▪ Skoring	3	4	1	1	4	2	2	3	5	5
▪ JIS	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
▪ Total nilai	30	22	21	22	21	19	22	26	19	15

Keterangan

Standar JIS A 5908 (2003)

Memenuhi = 1, Tidak memenuhi = 0

Skoring: 1-5

1= Sangat buruk, 2= Buruk, 3= Sedang, 4= Bagus, 5= Sangat bagus

G. Biodegradabilitas biokomposit

Hasil biodegradabilitas menunjukkan kemampuan daya urai yang berbeda pada setiap biokomposit. Waktu pengomposan yang semakin lama mengakibatkan degradasi biokomposit semakin meningkat, sehingga kadar abu semakin rendah. Kadar abu yang semakin rendah menunjukkan kualitas biokomposit semakin baik, karena dapat terurai dengan cepat. Sesuai dengan Bhernama *et al.*, (2020) abu merupakan zat organik sisa hasil pembakaran. Kadar abu yang semakin rendah menunjukkan kemurnian sampel semakin tinggi. Hal tersebut sesuai dengan pengujian yang dilakukan (Gambar 7) yaitu semua sampel biokomposit mengalami peningkatan biodegradasi ditunjukkan dengan semakin menurunnya kadar abu setiap interval 10 hari, sehingga menunjukkan bahwa sampel biokomposit berbasis miselium bersifat *biodegradable material*.

Biodegradasi terjadi karena adanya proses penguraian bahan organik yang diuraikan oleh organisme hidup. Pengujian biodegradabilitas pada penelitian ini menggunakan pupuk EM4 untuk mempercepat proses penguraian. EM4 dapat digunakan sebagai pengurai bahan organik di tanah. Hal tersebut sesuai dengan Harunsyah *et al.*, (2020) penambahan pupuk EM4 digunakan untuk proses biodegradasi karena mengandung campuran mikroorganisme yaitu bakteri *Lactobacillus*, *Actinomyces*, *Streptomyces*, ragi jamur, dan bakteri

fotosentik yang bekerja saling mendukung dalam penguraian bahan organik.

H. Skoring papan biokomposit

Penentuan kualitas biokomposit berbasis miselium dilakukan dengan melakukan skoring biokomposit dengan melibatkan parameter uji dan pencapaian standar yang digunakan. Skoring biokomposit disajikan pada Tabel 1. berdasarkan tabel 1 biokomposit dengan perlakuan C1 atau jamur *C. lacerata* dan bahan lignoselulosik ampas tebu 100% memperoleh nilai total skor tertinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas terbaik yang dihasilkan pada penelitian ini adalah biokomposit berbasis miselium *C. lacerata* dengan komposisi ampas tebu 100%. Hasil skoring yang tinggi menunjukkan bahwa *C. lacerata* pada komposisi ampas tebu 100% merupakan jenis jamur dan bahan yang optimal dalam pembuatan biokomposit berbasis miselium.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan yaitu jenis jamur pelapuk putih dan bahan lignoselulosik berpengaruh terhadap kualitas biokomposit yang dihasilkan, kecuali pada parameter kadar air dan modulus patah serta jenis jamur dan bahan lignoselulosik yang optimal dalam pembuatan biokomposit berbasis miselium adalah *Ceriporia lacerata* pada komposisi ampas tebu 100%.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis sampaikan kepada LPPM Universitas Jenderal Soedirman. Penelitian ini dilaksanakan menggunakan pendanaan LPPM Universitas Jenderal Soedirman skema Riset Dasar Tahun 2021.

DAFTAR REFERENSI

- Allison, R.V., 1923. The Modulus of Rupture of a Soil as an Index of Its Physical Structure. *Agronomy Journal*, 15(10), pp.409-415.
- Alghiffari, A.F., 2008. Pengaruh Kadra Resin Perekat Urea Formaldehida terhadap Sifat-Sifat Papan Partikel dari Ampas. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- An'amie, N.L. & Nugraha, A., 2014. Pemanfaatan Limbha Ampas Tebu Melalui Desain Produk Perlengkapan Rumah. *Jurnal Tingkat Sarjana Senirupa dan Desain*, 1(1), pp.1-7.
- Astari, L., Syamani, F.A. & Prasetyo, K.W., 2019. Fisik, Mekanik, dan Akustik Papan Partikel Berbahan Dasar Batang Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 11(1), pp.41-52.
- Bhernama, B.G., Nasution, R.S. & Nisa, S.Y., 2020. Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) dengan Variasi Konsentrasi Asam HCl. *Jurnal Sains Struktural Universitas Nusa Bangsa*, 10(2), pp.43-54.
- Butu, A., Rudino, S., Miu, B. & Butu, M., 2020. Mycelium-Based Materials for The Ecodesign of Bioeconomy. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 15(4), pp.1129-1140.
- Chong, T.Y., Law, M.C. & Chan, Y.S., 2020. The Potentials of Corn Waste Lignocellulosic as an Improved Reinforced Bioplastic Composite. *Journals of Polymers and the Environment*.
- Dalimunthe, A.M., 2021. Pengaruh Rasio Limbah Kotoran Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) dan Serutan Kayu Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Fauziah., Wahyuni, D. & Lapanoro, B.P., 2014. Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel Berbahan Dasar Sekam Padi. *Positron*, 4(2), pp.60-63.
- Hadi, A.W.P.P., Dewi, R.S. & Sari, A.A., 2020. Aktivitas Lakase Isolat Jamur *Auricularia* sp., *Trametes* sp., dan *Pholiota* sp. pada Pewarna Remazol Brilliant Blue R dengan Variasi Ph.
- BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(1), pp.67-73.
- Harunsyah., Sari, R., Yunus, M. & Fauzan, R., 2019. Pemanfaatan Serat Ampas Tebu Sebagai Bahan *Biodegradable Foam* Pengganti *Styrofoam* sebagai Bahan Kemasan Makanan yang Ramah Lingkungan. *Proceeding Seminar Nasional PoliteknikNegeri*, 4(1), pp.216-223.
- Haryanti, N., Faryuni, A.D. & Hasanuddin., 2019. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit Berbasis Sabut Kelapa dan Ampas Tebu dengan Variasi Urea Formaldehid. *Prisma Fisika*, 7(3), pp.216-223.
- Japanese Standard Association., 2003. *Japanese Industrial Standard Particle Board*. JIS A 5098. Jepang: Japanese Standard Association.
- Karyawan, I.K.E., Karyasa, I.W. & Wiratma, I.G.L., 2017. Pembuatan Papan Komposit dari Limbah Plastik *Polyvinyl Chlorid* (PVC) dan Limbah Batang Jagung. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 11(2), pp. 94-106.
- Malau, J.C., Sucipto, T. & Iswanto, A.H., 2015. Kualitas Papan Partikel Batang Pisang Barangan Berdasarkan variasi Kadar Perekat Phenol Formaldehida. *Peronema Forestry Science*, 5, pp.1-9
- Nunilahwati, H., Syafrullah. & Kurniawan, R., 2020. Pertumbuhan Produksi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Perbedaan Komposisi Tanam Media Tanam. *Klorofil*, 15(1). Pp.45-49.
- Nasution, W. & Mora, 2018. Analisis Pengaruh Komposisi Partikel Ampas Tebu dan Partikel Tempurung Kelapa terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Papan Partikel Perekat Resin Epoksi. *Jurnal Fisika Unand*, 7(2), pp.117-123.
- Rafiee, K., Kaur, G. & Brar, S.K., 2021. Fungal Biocomposites: How Process Engineering Affects Composition and Properties?. *Bioresource Technology Reports*, 14(2021), pp.1-11.
- Roihan, A., Hartono, R. & Sucipto, T., 2015. Kualitas Papan Partikel dari Komposisi Partikel Batang Kelapa Sawit dan Mahoni dengan Berbagai Variasi Kadar Perekat Phenol Foemaldehida. *Peronema Forestry Science Journal*, 4(2), pp.1-9.

- Ruhendi, S. & Putra, E., 2011. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Batang dan Cabang Kayu Jabon (*Anthhocephalus cadamba* Miq). *Jurna Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 4(1), pp.14-21.
- Sardar, H., Ali, A.M. Ayyub, C.M. & Ahmad, R., 2015. Effects of Different Culture Media, Temperature, and pH Levels on TheGrowth of Wild and Exotic *Pleurotus* Species. *Pakistan Journal ofPhytopathology*, 27(02), pp.139-145.
- Suryani, R., Muldarisnur. & Yetri, Y., 2019. Pengaruh Konsentrasi Parafin dalam Campuran Perekat Tanin Terhadap Karakteristik Fisis dan Emisi Formaldehida Papan Partikel Batang Jagung (*Zea mays*). *Jurnal ITEKIMA*, 4(2), pp.21-34.
- Wahab, A., Ryvardeen, L., Pfister, D.H., Sirajuddin. & Khalid., 2018. *Ceriporia lacerate* (Phanerochaetaceae, Basidiomycota): A New Record From Pakistan. *Asian Journal of Mycology*, 1(1), pp.9-14.
- Wisnujati, A., & Yudhanto, F., 2018. Analisis Kekuatan Mekanik *Exhaust Cover* Komposit *Hybrid* untuk Sepeda Motor dengan Metode *Vacuum Infusion*. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, 7(1), Pp. 48-56.