

Pengaruh Penambahan Limbah Kertas 80% dan Kayu 20% Sebagai Alternatif Media Tanam Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*)

Effects of Addition of 80% Paper Waste and 20% Wood as Alternative White Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Growing Media

**Isnawati^a, Irkham Mahmudi^b, Dian N. Khayati^c, Tri W. Utami^d,
Kiki E. Purwanti^e dan Maria Ulfa^f**

^aJurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
Corresponding Author Email : isnawai@unesa.ac.id

^bJurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
Email : irkhammahmudi16030204046@mhs.unesa.ac.id

^cJurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
Email : diankhayati16030204063@mhs.unesa.ac.id

^dJurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
Email : triutami16030204075@mhs.unesa.ac.id

^eJurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
Email : kikipurwanti16030204084@mhs.unesa.ac.id

^fJurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
Email : mariaulfa16030204097@mhs.unesa.ac.id

Abstract

Paper waste is an organic residual that has not been widely utilized and its existence around us. The high cellulose content in paper waste allows it to be used as a media for cultivating white oyster mushrooms. This aims to compare the speed of mycelium propagation from different concentration of paper in each growing medium. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with six treatments and five repetition. The treatment used is the difference in the composition of 0% paper waste media (control); 20% of paper waste; 40% of paper waste; 60% of paper waste; 80% of paper waste; and 100% of waste paper. The data were obtained from six time observations in the form of mycelium propagation (cm) and tested with anava. The results were not significant at 1,65 using correction factor 2,53. Mycelium propagation speed was influenced by environmental factors such as temperature, light intensity, humidity, and air circulation.

Keywords: Paper waste, growing media, mycelium, *Pleurotus ostreatus*

Abstrak

Limbah kertas merupakan limbah organik yang belum banyak dimanfaatkan dan keberadaannya masih sangat banyak. Kandungan selulosa yang tinggi pada limbah kertas memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai media budidaya jamur tiram putih. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kecepatan perambatan miselium dari perbedaan konsentrasi kertas pada masing-masing media tumbuh. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan enam perlakuan masing - masing pengulangan sebanyak lima kali. Perlakuan yang digunakan adalah perbedaan komposisi media limbah kertas 0% (kontrol); limbah kertas 20%; limbah kertas 40%; limbah kertas 60%; limbah kertas 80%; dan limbah kertas 100%. Data diperoleh dari enam kali pengamatan berupa perambatan miselium (cm) diuji dengan anava. Hasil perhitungan tidak signifikan sebesar 1,65 pada faktor koreksi 2,53. Kecepatan rambat miselium dipengaruhi oleh faktor lingkungan berupa suhu, intensitas cahaya, kelembaban, dan sirkulasi udara.

Kata Kunci : Limbah kertas, media tumbuh, miselium, *Pleurotus ostreatus*

PENDAHULUAN

Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) adalah salah satu jenis jamur konsumsi yang mengandung protein nabati jika dibandingkan dengan jamur kayu yang lainnya. Jamur tiram memiliki kandungan protein, lemak, karbohidrat yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan jamur kuping dan jamur merang (Suharjo, 2015). Dalam 100 gram jamur tiram putih mengandung 10,5-30,4 gram protein (Ginting, Herlina, & Tyasmoro, 2013). Hal tersebut meningkatkan tingginya permintaan jamur tiram putih di pasaran. Meskipun saat ini jamur tiram banyak dibudidayakan namun pemenuhan kebutuhan jamur tiram di pasaran belum mencukupi. Jumlah permintaan jamur tiram lebih tinggi daripada jumlah produksi.

Kelebihan jamur tiram putih banyak dibudidayakan adalah karena mudah beradaptasi dengan lingkungannya, dapat dipanen berkali-kali dan tidak dipengaruhi oleh musim (Amelia, 2017). Disamping itu, budidaya jamur tiram putih memiliki kekurangan yaitu hanya dapat dibudidayakan pada media yang mengandung kayu seperti serbuk kayu (Suharjo, 2015).

Media tanam jamur harus mengandung karbohidrat, protein, vitamin, dan mineral. Jamur tiram tumbuh pada tempat yang mengandung cukup karbon dalam bentuk karbohidrat dan nitrogen dalam bentuk garam amonium yang akan diubah menjadi protein. Jamur tiram putih memerlukan nutrisi yang mudah diserap seperti vitamin dan mineral untuk memenuhi aktivitas metabolisme selnya (Istiqomah & Fatimah, 2014).

Umumnya jamur tiram ditanam dalam media yang terdiri dari serbuk kayu, kapur, bekatul serta dapat ditambahkan sekam padi, jerami, kapas, ampas tebu, jagung dan bahan-bahan yang lainnya. Serbuk kayu kayu merupakan bahan utama media tanam jamur tiram karena mengandung selulosa yang digunakan sebagai sumber energi

pertumbuhannya. Kapur diperlukan untuk mengatur keasaman media tanam dan sebagai sumber kalsium. Kapur yang digunakan adalah kapur kalsium karbonat atau kapur bangunan (Sunarni & Suparinto, 2010). Bekatul digunakan sebagai bahan tambahan untuk sumber nutrisi seperti karbohidrat, karbon, nitrogen, dan vitamin B kompleks (Soenanto, 2000). Jamur tiram memerlukan lignin sebagai sumber nutrisi dengan mengubah karbohidrat menjadi molekul gula sederhana dengan bantuan enzim ligninase yang dihasilkannya. Keberadaan lignin terdapat pada hampir semua limbah pertanian yang mengandung hemiselulosa, selulosa, makro elemen penting, protein dan vitamin (Sutarman, 2012).

Serbuk kayu semakin sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan hasil produksi jamur dibutuhkan bahan media tanam yang lain. Salah satu contohnya yaitu limbah kertas. Limbah kertas sangat mudah didapatkan dan belum banyak dimanfaatkan. Limbah kertas mengandung selulosa dan lignin yang dapat digunakan sebagai sumber energi jamur tiram putih (Coniwanti, Anka, & Sanders, 2015). Selain itu, limbah kertas yang telah dijadikan bubur juga mengandung air dan garam kalsium karbonat (Wijaya, 2008). Dengan demikian maka dalam penelitian ini, digunakan limbah kertas sebagai salah satu bahan media jamur tiram putih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi penggunaan limbah kertas sebagai media tanam jamur tiram putih yang sesuai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan tipe rancangan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian dilakukan di kumbung jamur jurusan biologi FMIPA Unesa pada Februari-April 2019. Alat yang digunakan adalah timbangan, cincin paralon. Bahan yang digunakan meliputi limbah kertas, bekatul,

serbuk kayu, kapur, jamur tiram putih F3, plastik PP dan alkohol 70%.

Penelitian ini menggunakan enam perlakuan yaitu media dengan perbandingan serbuk kayu dan limbah kertas 100% : 0% (sebagai kontrol), 80% : 20%, 60% : 40%, 40% : 60%, 20% : 80%, 0% : 100%. Pengulangan perlakuan dalam penelitian ini adalah sebanyak 5 kali sehingga terdapat 30 unit eksperimen.

Prosedur penelitian ini meliputi persiapan media, pembuatan media, inokulasi, dan pengamatan. Dalam tahap persiapan media, limbah kertas dijadikan bubuk dengan cara dipotong kecil-kecil kemudian direndam air selama satu malam, persiapan serbuk kayu, bekatul, kapur dan peralatan yang dibutuhkan. Pada tahap pembuatan media, bahan ditimbang sesuai perbandingan komposisi setiap perlakuan dengan ditambah bekatul 10%, kapur sebanyak 1% dan air hingga kelembapan berkisar 60%-70%. Bahan yang telah dicampur dimasukkan ke dalam plastik PP kemudian mulut plastik diberi cincin paralon dan disumbat menggunakan kapas. Media disterilisasi menggunakan autoklaf dengan tekanan 0,8 bar suhu 120°C selama 8 jam. Inokulasi biakan F3 jamur tiram putih dilakukan secara aseptis di ruang inokulasi yang telah disterilisasi sebelumnya. Pengamatan kecepatan pertumbuhan miselium dilakukan setiap 3 kali sehari hingga miselium memenuhi baglog. Setelah miselium memenuhi baglog maka kapas penutup dibuka untuk tempat munculnya tubuh buah jamur. Tubuh buah jamur yang telah siap panen dicabut dan dibersihkan dari sisa media kemudian ditimbang massa tubuhnya.

Data yang diperoleh merupakan hasil pengamatan kecepatan pertumbuhan miselium jamur tiram putih dan massa tubuh buah jamur yang dipanen pertama kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memperoleh hasil berupa kecepatan perambatan miselium yang diukur setiap 3 hari setelah tujuh hari inokulasi dilakukan hingga salah satu media telah dipenuhi oleh miselium (Gambar 1). Rancangan penelitian ini disajikan dalam tabel 1. dan hasil pengamatan kecepatan perambatan miselium tersaji pada Tabel 2.



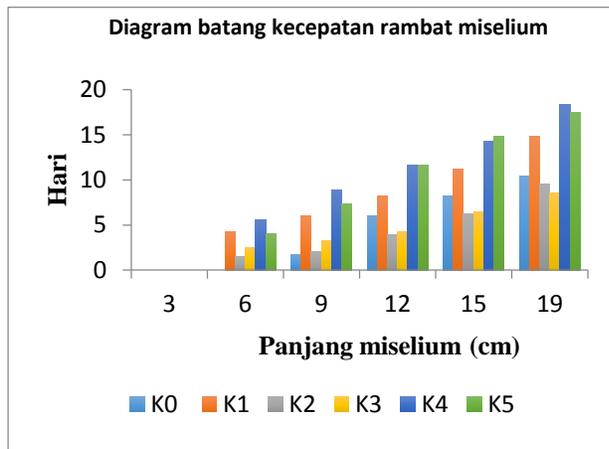
Gambar 1. Media F4 yang dipenuhi miselium.

Tabel 1. Kecepatan perambatan miselium (cm) jamur tiram putih (*P. ostreatus*) setiap 3 hari pada konsentrasi campuran media kertas yang berbeda.

Perlakuan	Konsentrasi kertas (%)
K0	0
K1	20
K2	40
K3	60
K4	80
K5	100

Tabel 2. Kecepatan perambatan miselium (cm) jamur tiram putih (*P. ostreatus*) setiap 3 hari pada konsentrasi campuran media kertas yang berbeda.

Hari ke- (setelah inokulasi)	Pertumbuhan miselium (cm)					
	K0	K1	K2	K3	K4	K5
3	0	0	0	0	0	0
6	0	4,24	1,50	2,50	5,57	3,99
9	1,76	5,96	2,06	3,28	8,68	7,37
12	6,02	8,26	3,97	4,26	11,60	11,60
15	8,20	11,22	6,25	6,45	14,29	14,84
18	10,46	14,83	9,57	8,53	18,35	17,45



Gambar 2. Diagram kecepatan perambatan miselium (cm) jamur tiram putih (*P. ostreatus*) setiap 3 hari pada konsentrasi campuran media kertas yang berbeda.

Data hasil pengamatan kecepatan perambatan miselium pada Tabel 2. menunjukkan bahwa kecepatan perambatan miselium pada konsentrasi campuran media kertas 80% dan 100% memiliki nilai rata-rata tertinggi. Sedangkan konsentrasi campuran media kertas 40% memiliki rata-rata kecepatan perambatan miselium setiap 3 hari dengan nilai paling kecil diantara konsentrasi media kertas lainnya.

Berdasarkan hasil uji Anava terlihat bahwa semua komposisi media memberikan hasil yang tidak signifikan sebesar 1,65 pada faktor koreksi 2,53 untuk kecepatan perambatan miselium. Jadi tidak ada pengaruh penambahan kertas terhadap pertumbuhan miselium jamur putih.

Kertas Sebagai Media Tanam Jamur

Jamur memerlukan substrat yang tepat sebagai sumber nutrisi utama, nutrisi-nutrien baru dapat diserap dan dimanfaatkan sesudah jamur mengsekresikan enzim-enzim ekstraseluler. Enzim berperan untuk mengurai senyawa-senyawa kompleks dari substrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana yang dapat diserap dan dimanfaatkan jamur (Gandjar, 2006).

Kertas dapat digunakan sebagai alternatif media tanam jamur tiram putih karena kertas terbuat dari serat-serat alami dari tumbuhan yang mengandung sumber selulosa yang dapat digunakan sebagai media tumbuh jamur tiram putih yang merupakan tumbuhan saprofit (Apriliyani,

2017). Penelitian Shweta (2010) yang membudidayakan jamur tiram putih menggunakan media pokok limbah kardus hasilnya yaitu jamur tersebut bebas dari cemaran bahan kimia dan tumbuh dengan normal. Hal ini mengindikasikan bahwa kardus tersebut memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan merupakan media yang baik. Potensi kandungan selulosa yang tinggi juga dimiliki oleh limbah kertas yang lain seperti kertas majalah.

Berdasarkan hasil pengamatan panjang rambat miselium pada tabel 2, komposisi campuran media kertas 80% merupakan media dengan total panjang rambat miselium yang paling cepat dan baik, yaitu 18,35 cm pada hari ke 18 setelah inokulasi. Banyaknya Limbah kertas yang sebelumnya telah melalui proses pengomposan sehingga senyawa-senyawa yang terkandung dalam kertas terdegradasi sehingga lebih sederhana (Fatimah, 2018).

Nurul (2014) dalam penelitian terkait berbagai media tanam jamur menjelaskan bahwa komposisi kimia kayu sebagai bahan dasar kertas yaitu selulosa dengan kandungan serat panjang 42%, serat pendek 40%, hemiselulosa dengan kandungan serat panjang 27%, serat pendek 30%, lignin dengan kandungan serat panjang 28%, serat pendek 28%, zat ekstraktif dengan kandungan serat panjang 5%, serat pendek 3%, dan bukan kayu 0%. Bahan lain dalam pembuatan pulp yaitu kertas bekas dari berbagai jenis kertas dan karton sebagai bahan baku pulp.

Nutrisi dari dalam kertas akan diserap oleh miselium dengan baik karena pada dasarnya kertas memiliki berbagai senyawa dan unsur hara yang serupa dengan serbuk gergaji, seperti kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin, unsur karbon, sedikit nitrogen, dan kalium (Suharjo, 2015).

Gandjar (2006) menjelaskan bahwa selulosa termasuk salah satu komponen pembangun tumbuhan termasuk jamur yang didapatkan dari lingkungan jamur tersebut tinggal. Jamur diketahui dapat melakukan dekomposisi selulosa secara aktif di alam dengan menghasilkan enzim selulase ekstraseluler. Selulosa merupakan suatu polimer yang tersusun atas unit-unit glukosa melalui ikatan α -1,4 glikosida. Enzim yang dapat mengurai selulosa tersebut adalah enzim selulase yang merupakan enzim kompleks yang terdiri dari 3

komponen yaitu: Endoglukonase; mengurai polimer selulosa secara random pada ikatan internal a-1,4-glikosida untuk menghasilkan oligodekstrin dengan panjang rantai yang bervariasi, Eksoglukanase (selodekstrinase dan selobiohidrolase); mengurai selulosa dari ujung pereduksi dan non pereduksi untuk menghasilkan selobiosa atau glukosa. Enzim aglukosidase mengurai selobiosa untuk menghasilkan glukosa (Gandjar dkk., 2006). Glukosa diserap oleh miselium jamur yang akan dicerna melalui proses glikolisis dan proses siklus Krebs untuk menghasilkan energi bagi perkembangan miselium jamur. Pada proses katabolisme glukosa menghasilkan molekul karbon yang penting sebagai materi structural pembentuk dinding sel jamur, jamur tiram memiliki struktur dinding sel berupa kitin dan juga glukagon. Semakin cepat suplai glukosa didapat oleh jamur maka semakin cepat pula pembentukan energi dan karbon untuk pemanjangan miselium.

Pada penelitian ini menggunakan kayu sebanyak 20% sebagai perangsang tumbuh miselium jamur, karena pada dasarnya jamur tiram merupakan jamur kayu yang mendegradasi senyawa kompleks substranya (Sari, 2016). Kelebihan penggunaan serbuk kayu sebagai medium tumbuh antara lain mudah dicampur dengan bahan-bahan lain sebagai pelengkap nutrisi, serta mudah dibentuk dan dikondisikan. Hanya saja, kandungan nutrisinya sangat terbatas. serbuk kayu yang digunakan sebagai tempat tumbuh jamur mengandung karbohidrat, serat lignin, selulosa, hemiselulosa, dan unsur karbon ((Handayani, 2018).

Menurut Cahyana *et al.* (1997), bahan utama untuk membuat media tanam jamur tiram adalah serbuk kayu. Untuk melengkapi kandungan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh jamur, serbuk kayu harus dicampur dengan beberapa bahan media lain, seperti kapur. Kapur (CaCO₃) merupakan sumber kalsium dan berfungsi untuk mengontrol pH media tanam agar sesuai dengan syarat tumbuh jamur tiram putih.

Bekatul juga mengandung beberapa nutrisi yang diperlukan dalam pertumbuhan dan perkembangan jamur. Nutrisi yang dibutuhkan dalam bentuk unsur hara seperti nitrogen, fosfor, belerang, karbon serta beberapa unsur yang lain

terdapat pada serbuk gergaji dalam jumlah yang terbatas sehingga diperlukan penambahan nutrisi yang bisa didapatkan dari bekatul. Bekatul mengandung protein, selulosa, serat, nitrogen, dan lemak (Mufarrihah, 2009). Selain itu, menurut Cahyana *et al.* (1997), bekatul juga kaya akan karbohidrat, karbon, nitrogen, dan vitamin B kompleks yang bisa mempercepat pertumbuhan miselium dan mendorong perkembangan tubuh buah jamur. Mufarrihah (2009), menerangkan bahwa dengan adanya media yang mengandung nitrogen dapat mengakibatkan pertumbuhan miselium menjadi tebal dan kompak. Sedangkan vitamin B kompleks diperlukan untuk pertumbuhan miselium dan pembentukan tubuh buah pada jamur tiram putih.

Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Miselium

Hasil perhitungan panjang rambat miselium pada semua konsentrasi menunjukkan tidak signifikan. Pada dasarnya miselium dapat merambat pada media kayu dan turunannya dengan baik. Namun terdapat faktor seperti kelembapan, suhu ruang, dan sirkulasi udara yang kurang optimal pada ruang inkubasi. Hal ini dikarenakan lokasi inkubasi (kumbung) terletak di daerah yang terpapar panas dan kurangnya sirkulasi udara (Ginting, Herlina, & Tyasmoro, 2013).

Paparan panas dan kurangnya sirkulasi udara akan meningkatkan suhu ruang secara signifikan dan berlangsung pada waktu yang lama. Kelembaban ruangan akan berkurang walaupun intensitas penyiraman sudah ditingkatkan. Dampaknya uap air dengan suhu yang lebih tinggi justru akan meningkatkan suhu ruang dan mempengaruhi proses pembelahan sel hifa, dampaknya pertumbuhan rambat miselium terhambat dan lebih lama (Suharjo, 2015).

Fatimah (2018) dalam penelitiannya mengenai pemanfaatan limbah kardus (sejenis kertas) sebagai media tumbuh jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) menjelaskan bahwa perbandingan konsentrasi campuran media pertumbuhan jamur paling optimal dan hasil perhitungan data menggunakan anava signifikan yaitu limbah kertas 50%, bekatul 30%, kapur 12%, dan jagung halus 8%. Perbandingan berdasarkan berat total baglog 1,2 kg.

KESIMPULAN

Potongan kertas dapat digunakan sebagai alternatif media tumbuh jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan berbagai konsentrasi, Hasil rambat meselium paling baik dalam penelitian ini pada konsentrasi kertas 80% dari berat total baglog dengan total 18,35 cm pada hari ke-18, Penyebaran miselium jamur dipengaruhi oleh perlakuan media, Kecepatan rambat miselium dipengaruhi oleh faktor lingkungan berupa suhu, intensitas cahaya, kelembaban, dan sirkulasi udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, F. (2017). Pengaruh Suhu dan Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram di Tangerang. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 5.
- Apriliyani, A., dkk. *Pemanfaatan Limbah Ampas Teh dan Kardus Sebagai Media Pertumbuhan dan Produktivitas Jamur Tiram Putih*. bogor. 2017.
- Cahayana, Muchroji, dan M. Bakrun, 1997. *Jamur Tiram*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Coniwanti, P., Anka, M. P., & Sanders, C. (2015, Agustus). Pengaruh Konsentrasi, Waktu dan Temperatur Terhadap Kandungan Lignin Pada Proses Pemutihan Bubur Kertas Bekas. *Jurnal Teknik Kimia*, 21.
- Fatimah, A. (2018). Limbah Kardus Sebagai Media Tumbuh Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *repository.radenintan.ac.id.*, diakses pada 7 Mei 2019
- Gandjar I, Sjamsuridjal W, dan Oetari A, 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Ginting, A. R., Herlina, N., & Tyasmoro, S. Y. (2013, Mei). Studi Pertumbuhan dan Produksi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Pada Media Tumbuh Gergaji Kayu Sengon dan Bagas Tebu. *Jurnal Produksi Tanaman*, 1.
- Handayani, N. P. (2018). Pertumbuhan dan Produktivitas Jamur Tiram Putih Sari, I. (2016). Pengaruh Penggunaan Kertas Sebagai Media Tanam Terhadap Kandungan Cr Dalam Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Media Campuran Serbuk Gergaji Kayu Sengon, Ampas Tebu, dan Arang Sekam. *journal.uin-alauddin.ac.id*.
- Istiqomah, N., & Fatimah, S. (2014, Oktober). Pertumbuhan dan Hasil Jamur Tiram Pada Berbagai Komposisi Media Tanam. *Ziraa'ah*, 39, 95-99.
- Mufarrihah, L. 2009. *Pengaruh Penambahan Bekatul Dan Ampas Tahu Pada Media Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Jamur Tiram Putih (Pleurotus ostreatus)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri (UIN) Malang, Malang.
- Nurul I, Siti F. 2014. *Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Tiram Pada Berbagai Komposisi Media Tanam (Growth And Yield Of Oyster Mushrooms In Various Composition Of Planting Media)*. Jakarta: Ziraa'ah. Vol ,39. No 3.
- Sari, I. (2016). Pengaruh Penggunaan Kertas Sebagai Media Tanam Terhadap Kandungan Cr Dalam Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *journal.student.uny.ac.id*.
- Shweeta Kulshreshtha, Nupur Mathur, and Pradeep Bhatnagar. (2010). *Pros and cons of P. Florida Cultivation for Managing Waste of Handmade Paper and Cardboard Industries*. The IIOAB Journal. Vol 2 Issue 1 2011. Hlm 45-48
- Suharjo, E. (2015). *Budidaya Jamur Tiram Media Kardus*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Soenanto, H. 2000. *Jamur Tiram, Budidaya dan Peluang Usaha*. Aneka Ilmu : Semarang.
- Sunarni, Y., & Suparinto, C. (2010). *Usaha 6 Jenis Jamur Skala Rumah Tangga*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sutarman. (2012). Keragaan dan Produksi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus Ostreatus*) Pada Media Serbuk Gergaji dan Ampas Tebu Bersuplemen Dedak dan Tepung Jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 163-168.

Wijaya, A. (2008). Limbah Bubur Kertas Untuk Papan Beton. *Media Teknik Sipil, 1*.