

**BIOKONVERSI SERBUK GERGAJI KAYU HUTAN TANAMAN SEBAGAI
MEDIA JAMUR PANGAN *Pleurotus* spp.
(*Bioconversion of Plantation Forest Wood Sawdust as Medium of Edible
Mushroom Pleurotus spp.*)**

Djarwanto, Sihati Suprapti, & Agus Ismanto

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor. 16610. Telp. (0251) 8633378, Fax. (0251) 8633413
E-mail: djarwanto2006@yahoo.com; sihatisuprapti@yahoo.com

Diterima 16 Maret 2016, Direvisi 10 Juni 2016, Disetujui 22 September 2016

ABSTRACT

Pleurotus spp. for food has been cultivated on various lignocellulose wastes. This paper studies the feasibility of fast grown wood species sawdust waste as medium for the cultivation of edible mushroom, *Pleurotus* spp. Wood species studied were mangium (*Acacia mangium*), damar (*Agathis borneensis*) and rubberwood (*Hevea brasiliensis*). Twenty percent rice bran, 1% CaCO₃; 1% gypsum; 0.1%, 0.3% and 0.5% urea fertilizer as well as TSP (tri-superphosphate); and distilled water, were added to each wood sawdust formula. The results showed that sawdust from those three wood species could indicatively be utilized as medium for cultivating *Pleurotus* spp. Supplementation of urea into the media performed better result than that of TSP. The highest Biological Conversion Efficiency (BCE) value was obtained on rubberwood containing 0.3 % fertilizer. With respect to the mushroom species in their ability to convert wood sawdust into mushroom biomass, the highest BCE value was recorded from *Pleurotus ostreatus*, then *P. flabellatus*, while *P. sajor-caju* was recorded as the lowest. Inoculation of *Pleurotus* mushroom at rubber-wood sawdust decreased the C/N ratio, although the used-medium was un-ripe compost.

Keywords: Plantation-forest wood species, sawdust, fertilizer, cultivation medium, *Pleurotus* mushrooms

ABSTRAK

Jamur *Pleurotus* spp. untuk pangan dapat dibudidayakan pada berbagai macam limbah lignoselulosa. Tulisan ini bertujuan untuk menguji pemanfaatan limbah serbuk gergajian kayu cepat tumbuh sebagai media jamur pelapuk kayu yang dapat dimakan, *Pleurotus* spp. Jenis kayu yang digunakan adalah mangium (*Acacia mangium*), damar (*Agathis borneensis*), dan karet (*Hevea brasiliensis*). Dalam serbuk gergaji masing-masing jenis kayu ditambahkan dedak 20%, CaCO₃ 1%, gypsum 1%, urea atau TSP (trisuperfosfat) sebanyak 0,1; 0,3; dan 0,5%, serta air suling secukupnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga jenis kayu tersebut dapat digunakan untuk media produksi jamur *Pleurotus* spp. Penambahan pupuk urea ke dalam media memberikan pertumbuhan lebih baik dibandingkan pupuk TSP. Konsentrasi pupuk 0,1-0,3% mampu meningkatkan produksi jamur. Efisiensi konversi biologi (EKB) tertinggi (63,56%) diperoleh dari media yang mengandung pupuk 0,3%, dan terendah (55,84%) pada media dengan kandungan pupuk 0,5%. Kemampuan mengkonversi serbuk gergaji kayu menjadi biomassa jamur yang dapat dimakan berturut-turut *P. ostreatus*, *P. flabellatus*, dan *P. sajor-caju*. Inokulasi jamur *Pleurotus* pada serbuk gergaji kayu karet dapat menurunkan nilai C/N media, meskipun bekas medianya masih berupa kompos yang belum matang.

Kata kunci: Kayu hutan tanaman, serbuk gergaji, pupuk, media kultivasi, jamur *Pleurotus*

I. PENDAHULUAN

Kayu mangium (*Acacia mangium* Willd.), damar (*Agathis borneensis* Warb.) dan kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.), merupakan jenis pohon cepat tumbuh (*fast growing species*), yang dikembangkan sebagai pohon hutan tanaman industri di Indonesia. Di dalam pengolahan kayu, kayu karet dapat digunakan untuk bahan non struktural, misalnya mebel sebagai substitusi kayu ramin, dan kayu mangium dapat dimanfaatkan untuk kayu konstruksi, mebel, pulp, dan barang kerajinan (Ginoga, 1997; Rachman & Hadjib, 2008). Pengolahan kayu yang kurang efisien memungkinkan timbulnya limbah. Limbah pengolahan kayu (*sawmilling waste*) di pabrik berkisar antara 40-60% dolok kayu, yang berupa serbuk gergaji dan simpiran (Rachman, Widarmana & Suryokusumo, 1988). Guna mengantisipasi dampak negatif terhadap lingkungan akibat adanya limbah dengan volume bertambah besar serta dalam rangka efisiensi sumberdaya, maka diusahakan alternatif pengolahannya. Inokulasi atau penularan jamur *Pleurotus* ke dalam limbah kayu tersebut diharapkan memberikan nilai tambah berupa biomassa tumbuhan yang dapat dimakan yaitu tubuh buah jamur dan mempercepat proses perombakan limbah lignoselulosa menjadi kompos, sehingga dapat dimanfaatkan kembali oleh tumbuhan sebagai hara.

Hampir semua kerabat jamur *Pleurotus* termasuk jamur kayu yang dapat dimakan, yang dikenal dengan nama jamur tiram (*oyster mushrooms*). Jamur tersebut tumbuh alami pada tunggak pohon dan dolok kayu yang telah mati. *Pleurotus* spp. adalah jamur terbesar ketiga dunia yang sudah diproduksi secara komersial (Chang, 1999). Jamur *Pleurotus* dikenal memiliki nilai manfaat medis dan telah digunakan dalam pengobatan tradisional rakyat seluruh dunia sejak zaman dulu sebagai sumber makanan sehat yang istimewa. *Pleurotus ostreatus* memiliki pengaruh anti HIV, anti tumor, antioksidan, menurunkan kadar gula dan kolesterol dan dapat memecahkan masalah kekurangan gizi, sedangkan jamur *P. sajor-caju* berfungsi sebagai anti HIV, anti tumor dan menurunkan tekanan darah (Patel, Naraian, & Singh, 2012; Gregory, Svagelj, & Pohleven, 2007). Di Indonesia beberapa jenis jamur *Pleurotus* telah

dimanfaatkan sebagai bahan sayuran yang dijual di pasar tradisional. Jamur tersebut mengandung protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Nilai gizi jamur *Pleurotus* lebih baik dibandingkan dengan sayuran dan buah-buahan (Suprapti & Djarwanto, 2014). Jamur ini dapat dibudidayakan pada berbagai macam limbah lignoselulosa (Suprapti & Djarwanto, 2009). Tulisan ini mempelajari hasil uji coba budidaya jamur tiram pink (*Pleurotus flabellatus*), jamur tiram putih (*P. ostreatus*), dan jamur tiram abu-abu (*P. sajor-caju*) pada media serbuk gergaji kayu hutan tanaman, untuk mengetahui pertumbuhan, produktivitas, dan biokonversinya.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan yang dipakai dalam pembuatan media kultivasi jamur yaitu serbuk gergaji tiga jenis kayu hutan tanaman yaitu mangium (*Acacia mangium* Willd.), damar (*Agathis borneensis* Warb.) dan kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) yang berasal dari Jasinga, Bogor; dedak, CaCO₃, gipsum, trisuperfosfat (TSP), urea, air suling, kantong plastik PVC, cincin paralon, dan kapas. Jamur tiram yang diuji yaitu jamur tiram pink (*Pleurotus flabellatus* Berk & Br.), jamur tiram putih (*P. ostreatus* Jacq.ex Fr. Kummer), dan jamur tiram abu-abu (*P. sajor-caju* (Fr.) Sing).

B. Metode

1. Pembuatan media-agar

Media-agar yang digunakan adalah *Malt Extract Agar* (MEA) dengan komposisi malt-ekstrak 3% dan bacto-agar 2% dalam air suling. Cara pembuatan dan perbanyakkan biakan murni untuk bibit seperti metode Suprapti dan Djarwanto (2009). Pertumbuhan miselium di permukaan media-agar diamati setiap hari sampai pertumbuhan miseliumnya memenuhi seluruh permukaan. Pertumbuhan miselium yang tidak serempak, terlalu tipis atau terlalu tebal maka biakan tersebut tidak digunakan untuk bibit. Apabila miselium tumbuh rata dan tebal maka bibit ini siap untuk diinokulasikan pada media kultivasi.

2. Pembuatan media kultivasi

Media dibuat dari serbuk gergaji masing-masing jenis kayu (78,0-77,5%) ditambah dengan dedak 20%, CaCO_3 1%, gipsum 1%, trisuperfosfat (TSP) dan atau urea 0%, 0,1%, 0,3% dan 0,5%, serta air suling secukupnya seperti metode Suprapti dan Djarwanto (2009). Masing-masing komposisi bahan tersebut dicampur sampai rata dan dimasukkan ke dalam kantong plastik PVC sebanyak 500 g per kantong, lalu ditutup dengan kapas steril, kemudian disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C , tekanan 1,5 atmosfer selama 30 menit. Media steril yang telah dingin dibagi tiga kelompok, masing-masing diinokulasi biakan murni jamur tiram (*Pleurotus flabellatus*, *P. ostreatus*, dan *P. sajor-caju*) dan selanjutnya diinkubasikan di ruangan tertentu pada suhu sekitar 25°C sampai pertumbuhan miseliumnya rata dan menebal (Suprapti & Djarwanto, 2009).

Apabila telah terlihat penebalan miselium sebagai tanda akan terbentuknya tubuh buah maka kantong media dibuka tutupnya dan diletakkan di ruang kultivasi (penumbuhan jamur). Penyiraman dilakukan setiap hari agar kondisi lingkungannya lembab. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai umur lima bulan setelah diinokulasi. Tubuh buah jamur dipanen jika telah masak petik dengan tanda mekar sempurna, kemudian ditimbang untuk mendapatkan data produksi. Efisiensi Konversi Biologi (EKB) dihitung berdasarkan bobot jamur segar dibagi bahan media kering dan dinyatakan dalam persen (Suprapti & Djarwanto, 2014). Derajat metabolisme respirasi (*Respiratory metabolism rate*) dihitung mengikuti cara Liu (1994) yaitu berdasarkan berat kering media produksi yang hilang (perbedaan berat media kering sebelum dan sesudah fermentasi) terhadap berat kering bahan media dan dinyatakan dalam persen.

Empat bulan setelah inokulasi, sebagian media kayu karet (*Hevea brasiliensis*) dianalisis kandungan unsur C menurut Walkey dan Black, dan unsur Ca, K, Mg, Na, dan P dengan metode spektrofotometri sedangkan unsur N dengan metode Kjeldahl, seperti yang dilakukan Djarwanto (2009). Analisis kimia tersebut dilakukan di Pusat Penelitian Tanah, Bogor.

C. Analisis Data

Data bobot tubuh buah, frekuensi panen dan nilai efisiensi konversi biologi (EKB) dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) model faktorial $3 \times 3 \times 2 \times 4$ (jenis kayu, jenis jamur, jenis pupuk dan dosis pupuk) dengan lima kali ulangan (Steel & Torrie, 1990). Jika hasil analisis berbeda nyata maka penelaahan dilanjutkan dengan uji beda Tukey.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan miselium jamur *Pleurotus ostreatus* dan *P. sajor-caju* telah merata pada minggu keempat setelah inokulasi, sedangkan miselium jamur *P. flabellatus* pada umur tersebut telah menunjukkan penebalannya dan calon tubuh buah (*primordia*). Penebalan miselium yang cepat terlihat pada media kayu karet (*H. brasiliensis*) dan yang lambat pada media kayu damar (*A. borneensis*). Hal ini mungkin disebabkan adanya resin pada kayu damar yang dapat menghambat pertumbuhan jamur. Laporan sebelumnya menunjukkan bahwa pertumbuhan miselium *P. ostreatus* dan *P. sajor-caju* telah merata pada minggu keempat setelah inokulasi (Djarwanto & Suprapti, 2010; Djarwanto, Suprapti, Yamto, & Roliadi, 2004). Menurut Islam, Rahman, dan Hafiz (2009); Khan et al. (2012), pertumbuhan miselium jamur telah memenuhi permukaan media (*substrate*) berkisar antara 25-30 hari (*P. flabellatus*) dan 26,5-45 hari setelah inokulasi (*P. sajor-caju*). Lin (2004) menyatakan bahwa dalam kondisi lingkungan yang sesuai, pertumbuhan miselium jamur *P. ostreatus* pada umur 4-5 minggu setelah inokulasi sudah siap panen. Menurut Kihumbu, Shitandi, Maina, Khare, dan Sharma (2008) pertumbuhan miselium jamur *P. sajor-caju* telah merata sempurna pada 14 hari setelah inokulasi.

Apabila tubuh buah telah mekar sempurna yang umumnya pada hari ketiga sejak munculnya calon tubuh buah (*primordia*) maka jamur dianggap masak petik untuk dipanen. Narh, Obodai, Baka, dan Dzomeku (2011); Djarwanto dan Suprapti (2010); Suprapti dan Djarwanto (2009) menyatakan bahwa usia masak petik jamur *P. ostreatus*, *P. flabellatus*, dan *P. sajor-caju* adalah umur 3-4 hari setelah *primordia* muncul. Rata-rata permulaan panen jamur *P. flabellatus* adalah 34,29 (24-47) hari, *P. ostreatus* 40,21 (23-93) hari, dan *P.*

sajor-caju 65,04 (30-91) hari setelah inokulasi. Rata-rata permulaan panen jamur pada media kayu karet (*H. brasiliensis*) paling cepat (40,35 hari) dan yang lambat pada kayu damar (*A. borneensis*) dan mangium (*A. mangium*) masing-masing 50,25 dan 51,84 hari setelah inokulasi. Berdasarkan laporan Suprpti dan Djarwanto (2014), permulaan panen jamur pada media kayu karet adalah pada hari ke-26-45 (*P. flabellatus*), *P. ostreatus* (31-33 hari), dan *P. sajor-caju* (40-96 hari) setelah inokulasi.

Rata-rata pertumbuhan dan produksi jamur *Pleurotus* disajikan pada Tabel 1, 2, dan 3. Menurut Suprpti dan Djarwanto (2014) permulaan panen jamur tiram tersebut berbeda dengan hasil penelitian pada media kompos serbuk gergaji yang

mengandung pupuk nitrogen yaitu pada hari ke-34 untuk *P. flabellatus*, ke-42 untuk *P. ostreatus* dan untuk *P. sajor-caju* pada hari ke-81, setelah inokulasi. Djarwanto, Suprpti, Yamto, dan Roliadi, (2004); Suprpti dan Djarwanto (2014) menyatakan bahwa permulaan panen jamur tiram berkisar antara 25-51 hari (*P. ostreatus*), 25-30 hari (*P. flabellatus*), 36-61 hari (*P. sajor-caju*) setelah inokulasi bibit. Shah, Ashraf, dan Ishtiaq (2004) menyatakan bahwa tubuh buah jamur *P. ostreatus* dipanen pada hari ke 27-34 setelah inokulasi, sedangkan Pathmashini, Arulnandhy, dan Wijeratnam (2008) menyatakan awal panen jamur *P. ostreatus* terjadi sekitar 31-43 hari setelah inokulasi.

Tabel 1. Hasil panen *Pleurotus flabellatus* dan nilai efisiensi konversi biologinya (EKB)
Table 1. The yield of *Pleurotus flabellatus* and its biological conversion efficiency (BCE) value

Jenis kayu (<i>Wood species</i>)	Pupuk (<i>Fertilizers</i>)	Konsentrasi (<i>Concentration, %</i>)	Awal panen (<i>The first harvesting, hari, day</i>)	Frekuensi panen (<i>Harvesting frequency, kali, times</i>)	Bobot jamur (<i>Mushroom weight, g</i>)	Jumlah pileus (<i>Pileus number</i>)	EKB (<i>BCE, %</i>)
<i>Acacia mangium</i>	Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	47	5,4	83,6	26,4	55,91
		0,1	44	7,2	98,4	23,4	66,26
		0,3	41	7,2	91,8	25,4	58,80
		0,5	43	6,8	90,8	26,0	57,42
	Urea	0,0	47	4,6	79,0	24,4	52,84
		0,1	42	6,4	96,8	27,4	61,53
		0,3	32	5,2	105,2	21,6	70,97
		0,5	33	6,2	102,4	29,6	64,98
<i>Agathis borneensis</i>	Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	36	5,8	81,6	29,8	48,90
		0,1	39	7,4	128,6	29,2	74,59
		0,3	36	5,2	67,8	23,8	41,01
		0,5	35	5,6	65,4	18,2	38,34
	Urea	0,0	36	5,8	77,4	27,4	46,01
		0,1	26	7,4	89,4	29	51,98
		0,3	27	7,0	109,7	28,6	63,77
		0,5	44	3,8	53,2	9,8	31,80
<i>Hevea brasiliensis</i>	Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	27	7,2	146,6	34,8	75,98
		0,1	25	6,2	109,8	30,6	58,50
		0,3	34	6,4	99,4	24,8	58,25
		0,5	26	6,0	98,0	27,6	53,30
	Urea	0,0	27	7,0	137,4	32,4	71,21
		0,1	24	7,8	122,2	34,2	66,50
		0,3	24	7,2	123,2	34,8	67,61
		0,5	28	5,8	117,6	34,0	64,74

Keterangan (*Remarks*): Rata-rata dari lima ulangan (*Average of five replications*)

Tabel 2. Hasil panen *Pleurotus ostreatus* dan nilai efisiensi konversi biologinya (EKB)
Table 2. The yield of *Pleurotus ostreatus* and its biological conversion efficiency (BCE) value

Jenis kayu (<i>Wood species</i>)	Pupuk (<i>Fertilizers</i>)	Konsentrasi (<i>Concentration, %</i>)	Awal panen (<i>The first harvesting, hari, day</i>)	Frekuensi panen (<i>Harvesting frequency, kali, times</i>)	Bobot jamur (<i>Mushroom weight, g</i>)	Jumlah pileus (<i>Pileus number</i>)	EKB (<i>BCE, %</i>)
<i>Acacia mangium</i>	Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	36	4,0	114,0	13,2	76,24
		0,1	41	4,6	92,8	16,8	62,49
		0,3	40	4,0	97,0	14,4	62,13
		0,5	47	3,4	109,2	17,4	69,06
	Urea	0,0	36	4,4	120,0	16,2	80,26
		0,1	39	2,8	95,2	11,8	60,51
		0,3	40	3,8	109,0	16,6	73,53
		0,5	48	4,0	115,4	21,0	73,23
<i>Agathis borneensis</i>	Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	43	4,4	109,4	21,4	65,63
		0,1	44	4,6	147,2	25,2	85,38
		0,3	45	4,4	100,8	17,2	60,96
		0,5	46	2,6	74,2	12,4	43,50
	Urea	0,0	43	4,8	112,2	23,4	66,69
		0,1	46	4,2	118,2	21,8	68,49
		0,3	27	5,2	122,6	21,4	71,33
		0,5	93	2,4	70,8	12,8	42,33
<i>Hevea brasiliensis</i>	Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	30	5,0	130,0	22,0	67,38
		0,1	30	4,4	117,2	26,6	62,44
		0,3	34	5,2	126,8	22,2	74,30
		0,5	44	4,0	124,2	19,0	67,55
	Urea	0,0	30	3,8	118,8	21,2	61,58
		0,1	31	5,6	149,2	29,4	81,2
		0,3	29	4,4	137,0	20,4	75,19
		0,5	23	2,8	116,2	16,4	63,86

Keterangan (*Remarks*): Rata-rata dari lima ulangan (*Average of five replications*)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata jumlah *pileus* (tudung jamur) adalah 27,22 (9,8-34,8) buah untuk *P. flabellatus*, 19,18 (11,8-29,4) buah untuk *P. ostreatus* dan untuk *P. sajor-caju* 15,25 (10,0-26,4) buah. Frekuensi panen tertinggi didapatkan dari jamur *P. flabellatus* (Tabel 4). Frekuensi panen yang tinggi menunjukkan bahwa jenis jamur tersebut cepat beregenerasi yaitu apabila terjadi luka akibat pencabutan tubuh buah maka miseliumnya segera tumbuh menutup luka tersebut dan kemudian menebal kembali. Frekuensi panen tersebut umumnya lebih rendah dibandingkan dengan laporan sebelumnya yaitu 7,3 kali (*P. flabellatus*), 4,4 kali (*P. ostreatus*), dan 4,6

kali untuk jamur *P. sajor-caju* (Suprapti & Djarwanto, 2014).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa jenis kayu, jenis pupuk, dosis pupuk, dan jenis jamur mempengaruhi bobot tubuh buah, frekuensi panen dan nilai EKB-nya ($p \leq 0,05$). Pada Tabel 4 ditunjukkan bahwa bobot dan nilai EKB jamur *P. ostreatus* lebih tinggi dibandingkan dengan *P. flabellatus* dan *P. sajor-caju*, kedua jenis jamur ini tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji beda Tukey ($p \leq 0,05$). Laporan sebelumnya menunjukkan bahwa bobot dan nilai EKB tertinggi didapatkan pada jamur *P. ostreatus*, kemudian diikuti oleh dua jenis jamur lainnya yaitu

Tabel 3. Hasil panen *Pleurotus sajor-caju* dan nilai efisiensi konversi biologinya (EKB)
Table 3. The yield of *Pleurotus sajor-caju* and its biological conversion efficiency (BCE) value

Jenis kayu (<i>Wood species</i>)	Pupuk (<i>Fertilizers</i>)	Konsentrasi (<i>Concentration, %</i>)	Awal panen (<i>The first harvesting, hari, day</i>)	Frekuensi panen (<i>Harvesting frequency, kali, times</i>)	Bobot jamur (<i>Mushroom weight, g</i>)	Jumlah pileus (<i>Pileus number</i>)	EKB (<i>BCE, %</i>)		
<i>Acacia mangium</i>	Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	43	2,8	78,6	22,6	52,57		
		0,1	90	3,4	81,0	16,2	54,55		
		0,3	90	2,8	84,0	14,4	53,80		
		0,5	89	3,8	84,4	15,0	53,37		
	Urea	0,0	43	2,8	79,2	14,2	52,97		
		0,1	51	2,6	73,6	14,4	46,78		
		0,3	91	4,0	108,8	16,6	73,40		
		0,5	91	3,4	105,0	10,8	66,63		
		<i>Agathis borneensis</i>	Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	53	3,2	77,4	13,4	46,01
				0,1	90	2,0	67,8	11,4	39,32
0,3	33			3,8	81,8	16,8	49,47		
0,5	79			3,6	76,6	10,2	44,90		
Urea	0,0		53	3,8	80,2	15,8	47,67		
	0,1		51	3,4	101,6	18,0	59,07		
	0,3		88	2,6	110,0	26,4	64,00		
	0,5		93	2,8	85,6	12,0	51,17		
	<i>Hevea brasiliensis</i>		Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	88	3,0	95,4	13,8	49,44
				0,1	46	34,4	81,4	10,0	43,37
0,3		31		3,4	102,4	17,8	60,01		
0,5		30		3,6	122,2	20,2	66,46		
Urea		0,0	88	3,0	101,2	13,2	52,45		
		0,1	46	3,4	120,0	14,0	65,31		
		0,3	45	3,8	119,6	17,2	65,64		
		0,5	59	2,4	95,6	20,2	52,54		

Keterangan (*Remarks*): Rata-rata dari lima ulangan (*Average of five replications*)

Tabel 4. Rata-rata hasil panen dan nilai efisiensi konversi biologi (EKB) jamur tiram
Table 4. Average yield of mushroom and biological conversion efficiency (BCE) of oyster mushroom

Jenis jamur (<i>Mushroom species</i>)	Bobot (<i>Weight, g</i>)	Frekuensi panen (<i>Harvesting frequency, kali, times</i>)	EKB (BCE, %)
<i>P. flabellatus</i>	98,98 b	6,28 a	58,37 b
<i>P. ostreatus</i>	113,64 a	4,12 b	67,28 a
<i>P. sajor-caju</i>	92,23 b	3,23 c	54,62 b

Keterangan (*Remarks*): Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda pada uji beda Tukey $p \leq 0,05$ (*The number within each column followed by the same letter, means non-significantly different, Tukey test $p \leq 0.05$*).

P. sajor-caju dan *P. flabellatus* (Suprapti & Djarwanto, 1995, 2014). Jamur ini telah umum dimanfaatkan untuk dikomsumsi sebagai sayuran. Jamur tiram putih (*P. ostreatus*) merupakan salah satu jamur unggulan yang telah menembus pasar, sedangkan jamur *Pleurotus* lainnya kurang dikenal.

Nilai EKB yang dihasilkan oleh *P. ostreatus* umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan *P. sajor-caju* (Suprapti & Djarwanto, 2014). Beberapa peneliti mendapatkan nilai EKB bervariasi untuk kelompok jenis jamur yang sama, dinyatakan bahwa nilai EKB *P. ostreatus* adalah

62,1-64,7% (Shah, Ashraf, & Ishtiaq, 2004) dan 59,8% (Narh, Obodai, Baka, & Dzomeku, 2011) dan menurut Villaceran, Kalaw, Nital, Abella, dan Reyes (2006) nilai EKB *P. sajor-caju* adalah 24%, sedangkan menurut Khan et al. (2012) nilai EKB *P. flabellatus* 50,1-70,6%. Mshandete dan Cuff (2008); Obodai, Vowotor, dan Marfo (2002) menyatakan bahwa nilai EKB *P. ostreatus* 50,9 %, dan *P. sajor-caju* 34,5%.

Pada Tabel 5, serbuk gergaji kayu karet merupakan bahan media yang baik untuk media produksi jamur *Pleurotus*, yang tidak berbeda nyata ($p \leq 0,05$) dengan kayu mangium. Hasil terendah didapatkan pada media dari kayu damar. Suprapti dan Djarwanto (1995) menyatakan bahwa produksi jamur dan nilai EKB tertinggi terjadi pada media dari serbuk gergaji kayu karet. Rata-rata nilai EKB pada media dari tiga jenis kayu hutan tanaman tersebut sekitar 60%, ini menunjukkan bahwa media telah banyak yang dikonversi menjadi biomasa berupa tubuh buah jamur. Hal ini mungkin disebabkan oleh kayu tersebut termasuk kayu muda sehingga jamur mudah tumbuh dan mudah mengkonversi media menjadi biomasa tubuh buah. Laporan sebelumnya menunjukkan bahwa kayu karet termasuk kelompok kayu tidak-tahan atau kelas awet IV, sedangkan kayu damar dan mangium termasuk kelompok kayu agak-tahan atau kelas awet III (Djarwanto & Suprapti, 1998). Menurut Martawijaya dan Barly (2010), kayu kelas awet III, IV dan V umumnya mudah diserang atau dirombak oleh jamur, sehingga jenis kayu yang termasuk kelas awet tinggipun apabila masih muda maka kemungkinan kelas awetnya rendah,

yang baik digunakan sebagai media-kultivasi jamur yang dapat dimakan sebab cenderung lebih mudah dirombak oleh jamur.

Penambahan pupuk pada media dapat meningkatkan hasil panen dan nilai EKB jamur. Pada Tabel 6, disajikan data hasil panen dan nilai EKB jamur pada media yang ditambah pupuk urea lebih baik dibandingkan dengan pada media yang ditambah pupuk trisuperfosfat. Kurtzman dan Zadrazil (1982) menyatakan bahwa urea berperan lebih baik dalam menyokong pertumbuhan jamur dibandingkan dengan nitrat dan amonium. Nitrogen sangat penting untuk pertumbuhan semua organisme. Nitrogen tersebut diperlukan untuk pembentukan nukleat, protein dan chitin untuk dinding sel. Suprapti dan Djarwanto (2014) menyatakan bahwa penambahan urea pada media memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penambahan amonium sulfat. Hal ini dapat dimungkinkan karena peran kandungan nitrogen pada urea yang lebih tinggi dibandingkan dengan nitrogen pada amonium sulfat (Novizan, 2002). Menurut Suprapti dan Djarwanto (2009), penambahan urea ke dalam media berkisar antara 0,5-1,0% dari bobot bahan media kering. Tabel 7 menunjukkan bahwa hasil tertinggi diperoleh dari media yang ditambah pupuk 0,3% dan hasil terendah didapatkan dari media yang ditambah pupuk 0,5%. Media yang ditambah urea 0,5% nampak kaku dan keras atau regas sehingga mempengaruhi pembentukan dan pertumbuhan tubuh buah jamur. Konsentrasi pupuk 0,1-0,3% meningkatkan hasil panen dan nilai EKB.

Tabel 5. Rata-rata hasil panen jamur dan nilai efisiensi konversi biologi pada tiga jenis kayu
Table 5. Average yield of mushrooms and BCE value at the sawdust medium from each of three wood species

Jenis kayu (Wood species)	Bobot (Weight, g)	Frekuensi panen (Harvesting frequency, kali, times)	EKB (BCE, %)
<i>Acacia mangium</i>	95,63 b	4,40 a	62,51 a
<i>Agathis borneensis</i>	92,06 b	4,43 a	54,22 b
<i>Hevea brasiliensis</i>	117,15 a	4,78 a	63,53 a

Keterangan (Remarks): Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda pada uji beda Tukey $p \leq 0,05$ (The number within each column followed by the same letter, means non-significantly different, Tukey test $p \leq 0,05$)

Tabel 6. Rata-rata hasil panen jamur dan nilai efisiensi konversi biologi (EKB) pada media yang ditambah pupuk

Table 6. Average yield of the harvested mushrooms and BCE value of the medium added with trisuperphosphate and urea fertilizer

Jenis pupuk (<i>Fertilizer types</i>)	Bobot (<i>Weight, g</i>)	Frekuensi panen (<i>Harvesting frequency, kali, times</i>)	EKB (BCE, %)
Trisuperphosphate (TSP)	98,27 b	4,62 a	58,24 b
Urea	104,96 a	4,46 a	61,94 a

Keterangan (*Remarks*): Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda pada uji beda Tukey $p \leq 0,05$ (*The number within each column followed by the same letter, means non-significantly different, Tukey test $p \leq 0.05$*)

Tabel 7. Rata-rata hasil panen jamur dan nilai efisiensi konversi biologi (EKB) pada media yang mengandung pupuk

Table 7. Average yield of mushroom and biological conversion efficiency (BCE) of media that contained fertilizer

Konsentrasi pupuk (<i>Concentration of fertilizer, %</i>)	Bobot (<i>Weight, g</i>)	Frekuensi panen (<i>Harvesting frequency, kali, times</i>)	EKB (BCE, %)
0,0	101,22 ab	4,49 ab	59,37 ab
0,1	105,02 a	4,86 a	61,57 a
0,3	105,38 a	4,76 a	63,56 a
0,5	94,83 b	4,06 b	55,84 b

Keterangan (*Remarks*): Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda pada uji beda Tukey $p \leq 0,05$ (*The number within each column followed by the same letter, means non-significantly different, Tukey test $p \leq 0.05$*)

Setelah jamur tiram tumbuh, sebagian media dirombak dan dikonversi menjadi biomasa tubuh buah yang dapat dimakan, sebagian yang lain digunakan untuk metabolisme, dan sisanya masih tersimpan dalam kompos berupa sisa media (*spent compost*), berikut miselium. Kompos tersebut dapat digunakan untuk campuran dalam media persemaian tanaman kehutanan. Data derajat metabolime respirasi media disajikan pada Tabel 8. Rata-rata tingkat metabolisme yang tinggi terjadi pada media kayu karet, kemudian diikuti mangium dan yang rendah pada media kayu damar.

Pada Tabel 9 dan 10 disajikan data nilai C/N dan kandungan bioelemen media kayu karet. Data nilai C/N pada masing-masing komposisi media terlihat bervariasi, dan inokulasi jamur tiram menurunkan nilai C/N. Pada masa empat bulan

setelah inokulasi, penyusutan nilai C/N belum mencapai yang diharapkan yaitu mendekati kompos. Nilai C/N kompos dari sampah organik yang memenuhi SNI 19-7030 (2004) adalah 10-20 kompos Bidlingmaier yakni 12,9-24,2, (Djarwanto, 2009) dan yang memenuhi standar kompos Jepang yaitu < 35 (Komarayati & Pasaribu, 2005). Oleh karena itu, pemanfaatan sisa media untuk pertumbuhan tanaman sebaiknya dicampur dengan tanah, karena selama proses degradasi media masih berlangsung dan tubuh buah jamur dapat muncul walaupun dicampur di dalam tanah. Komarayati, Gusmailina, dan Djarwanto (2012) menyebutkan nilai C/N sisa media jamur *Pleurotus ostreatus* yang berumur 5 bulan setelah inokulasi (empat bulan masa produksi jamur) adalah 39,80%. Menurut Departemen Pertanian (2009) persyaratan teknis

Tabel 8. Rata-rata nilai derajat respirasi metabolisme media dari tiga jenis kayu
Table 8. Average respiratory metabolism respiracy of media from three wood species

Jenis kayu (<i>Wood species</i>)	Pupuk (<i>Fertilizer</i>)	Konsentrasi (<i>Concentration, %</i>)	Derajat metabolisme respirasi (<i>Respiratory metabolisme respiracy, %</i>)		
			<i>P. flabellatus</i>	<i>P. ostreatus</i>	<i>P. sajor-caju</i>
<i>Acacia mangium</i>	Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	48,69	65,19	46,70
		0,1	57,64	50,05	39,11
		0,3	51,49	56,16	45,18
		0,5	51,23	62,74	48,13
	Urea	0,0	27,07	72,62	45,42
		0,1	54,33	53,30	48,08
		0,3	59,93	55,93	49,61
		0,5	56,07	64,40	60,63
<i>Agathis borneensis</i>	Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	43,36	56,21	41,06
		0,1	57,90	66,26	32,24
		0,3	35,90	54,27	43,97
		0,5	33,49	32,40	39,92
	Urea	0,0	43,43	57,21	39,77
		0,1	45,31	62,86	54,18
		0,3	54,54	59,38	54,96
		0,5	28,84	37,31	45,21
<i>Hevea brasiliensis</i>	Trisuper-phosphate (TSP)	0,0	64,38	58,28	40,20
		0,1	49,90	57,62	37,77
		0,3	51,61	66,25	52,16
		0,5	45,57	60,42	58,45
	Urea	0,0	60,09	53,35	45,75
		0,1	57,36	66,31	55,90
		0,3	55,17	63,53	56,99
		0,5	55,53	57,12	45,10

Tabel 9. Nilai C/N media *Hevea brasiliensis* pada umur empat bulan setelah inokulasi jamur
Table 9. The C/N ratio in the medium of *Hevea brasiliensis* wood sawdust, four months after mushroom inoculation

Pupuk (<i>Fertilizers</i>)	Konsentrasi (<i>Concentration, %</i>)	Nilai C/N media awal (<i>C/N ratio initial media</i>)	Nilai C/N media setelah difermentasi jamur (<i>C/N ratio fermented media</i>)		
			<i>P. flabellatus</i>	<i>P. ostreatus</i>	<i>P. sajor-caju</i>
Kontrol (<i>Control</i>)	0,0	117,68	95,84	75,43	84,22
Trisuper-phosphate (TSP)	0,1	116,96	85,24	76,52	83,37
	0,3	114,51	56,03	35,53	71,51
	0,5	114,55	95,48	56,05	83,42
Urea	0,1	104,43	29,09	39,57	50,13
	0,3	89,95	65,53	50,46	69,00
	0,5	81,64	66,39	64,58	71,08

Table 10. Kandungan unsur hara media *Hevea brasiliensis* pada umur empat bulan setelah diinokulasi jamur**Table 10. Nutrient content in *Hevea brasiliensis* sawdust media, four months after mushroom inoculation**

Pupuk (Fertilizers)	Jenis jamur (Mushroom species)	CaO (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)
Urea 0,1%	Kontrol (Control)	2,18	0,23	0,19	0,02	0,30
	<i>P. flabellatus</i>	2,11	0,26	0,16	0,07	0,18
	<i>P. ostreatus</i>	1,29	0,23	0,12	0,01	0,16
	<i>P. sajor-caju</i>	2,19	0,11	0,15	0,06	0,11
Urea 0,3%	Kontrol (Control)	2,19	0,23	0,20	0,02	0,30
	<i>P. flabellatus</i>	1,59	0,11	0,10	0,02	0,11
	<i>P. ostreatus</i>	3,32	0,32	0,24	0,07	0,28
	<i>P. sajor-caju</i>	1,46	0,22	0,13	0,04	0,16
Urea 0,5%	Kontrol (Control)	2,19	0,23	0,19	0,02	0,30
	<i>P. flabellatus</i>	2,67	0,14	0,19	0,08	0,47
	<i>P. ostreatus</i>	3,11	0,20	0,19	0,07	0,55
	<i>P. sajor-caju</i>	1,79	0,15	0,14	0,07	0,32

minimal pupuk organik dengan nilai C/N berkisar antara 15-25. Menurut Liu (1994), Komarayati et al. (2012) penyusutan nilai C/N dipengaruhi oleh lamanya waktu inkubasi. Semakin lama waktu inkubasi, semakin besar nilai perbandingan unsur karbon (C) dengan Nitrogen (N). Pada Tabel 10 menunjukkan bahwa kandungan kalium (K) dan magnesium (Mg) cenderung menurun setelah diinokulasi jamur, sedangkan kandungan kalsium (Ca) dan natrium (Na) cenderung meningkat, walaupun demikian, hal tersebut kurang berarti karena kadar unsur hara tersebut umumnya rendah. Kandungan unsur hara dalam media jamur adalah fosfor (P₂O₅) 0,11-0,55%, kalium (K₂O) 0,11-0,32%, kalsium (CaO) 1,29-3,11% dan magnesium (MgO) 0,10-0,24% tersebut, nilainya dibawah standar kompos perhutani yaitu P₂O₅ 0,90%, K₂O 0,60%, CaO 4,9% dan MgO 0,70% (Komarayati & Pasaribu, 2005), serta di bawah batas minimum kompos Bidlingmaier (Djarwanto, 2009). Selain itu kadar unsur hara tersebut berbeda dengan hasil penelitian Komarayati et al. (2012) yaitu P₂O₅ 0,48%, K₂O 0,46%, CaO 1,38% dan MgO 0,21%, dan hasil penelitian Mindawati (Komarayati & Pasaribu, 2005) yakni P₂O₅ 0,18-0,28%, K₂O 0,18-0,22%, CaO 0,23-0,32% dan MgO 0,15-0,30%. Rata-rata kandungan unsur hara dalam kompos

Bidlingmaier antara lain P₂O₅ yaitu 0,9(0,3-1,8) %, K₂O: 0,6 (0,2-1,4)%, MgO: 0,7(0,3-1,6)%, dan CaO: 4,9(2,7-6,2)% (Djarwanto, 2009).

IV. KESIMPULAN

Kayu mangium (*Acacia mangium*), damar (*Agathis borneensis*) dan kayu karet (*Hevea brasiliensis*) dapat digunakan untuk media produksi jamur *Pleurotus ostreatus*, *P. flabellatus*, dan *P. sajor-caju*. Pengaruh penambahan pupuk urea (nitrogen) ke dalam media lebih baik dibandingkan dengan pupuk trisuperfosfat (TSP). Penambahan pupuk pada konsentrasi 0,1-0,3 % dapat meningkatkan hasil panen jamur. Efisiensi konversi biologi (EKB) tertinggi didapatkan pada media yang mengandung pupuk 0,3% (63,56%) dan yang terendah pada media yang mengandung pupuk 0,5% (EKB 55,84%). Kemampuan mengkonversi serbuk gergaji kayu menjadi biomassa jamur yang dapat dimakan tertinggi didapatkan pada *P. ostreatus* diikuti *P. flabellatus* dan kemampuan yang terendah terjadi pada *P. sajor-caju*. Tingkat metabolisme respirasi yang tinggi terjadi pada media kayu karet, kemudian diikuti mangium dan yang rendah pada media kayu damar. Inokulasi ketiga jenis jamur *Pleurotus* pada

serbuk gergaji kayu karet dapat menurunkan nilai C/N, meskipun bekas media jamur tersebut masih berupa kompos yang belum matang.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, S.T. (1999). World production of mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushroom*, 1, 1-8.
- Chang, S.T. & Miles, P.G. (2004). Mushrooms cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact (2nd Ed) 477 p. Boca Raton London New York Washington, D.C.: CRC Press.
- Departemen Pertanian. (2009). Persyaratan teknis minimal pupuk organik. S.K. Menteri Pertanian no. 28/Permentan/SR.130/5/2009, tanggal 22 Mei 2009.
- Djarwanto. (2009). Studi pemanfaatan tiga jenis fungi pada pelapukan daun dan ranting mangium di tempat terbuka. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 27(4), 314-322.
- Djarwanto & Suprapti, S. (1998). Decay resistance of three wood species against some wood destroying fungi. *Proceedings of The Second International Wood Science Seminar*, November 6-7, 1998, Serpong. p.: C57-C63. Indonesia: Research and Development Center For Applied Physics, LIPI.
- Djarwanto & Suprapti, S. (2010). Pengaruh sumber bibit terhadap pertumbuhan jamur tiram. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(2), 156-168.
- Djarwanto, Suprapti, S., Yamto & Roliadi, H. (2004). Cultivation of edible mushroom in Karo, North Sumatera. Dalam A.N. Gintings, H. Daryanto & H. Roliadi (Eds.) *Proceeding of The International Workshop "Better Utilization of Forest Biomass for Local Community and Environment*, March 16-17, 2004, Bogor-Indonesia. p.: 199-210.
- Ginoga, B. (1997). Beberapa sifat kayu mangium (*Acacia mangium* Willd.) pada beberapa tingkat umur. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 15(2), 132-149.
- Gregory, A., Svagelj, M., & Pohleven, J. (2007). Cultivation techniques and medicinal properties of *Pleurotus* spp. *Food Technology Biotechnol.*, 45(3), 236-249.
- Islam, M.Z., Rahman, M.H., & Hafiz, F. (2009). Cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus flbellatus*) on different substrates. *International Journal of Sustainable Crop Production* 4(1), 45-48.
- Khan, N.A., Ajmal, M., Imam ul haq, M., Javed, N., Asif Ali, M., Benyamin, R., & Khan, S. A. (2012). Impact of sawdust using various woods for effective cultivation of oyster mushroom. *Pakistan Journal of Botany* 44(1), 399-402.
- Kihumbu A.G., Shitandi, A.A., Maina, M.S., Khare, K.B., & Sharma, H.K. (2008). Nutritional composition of *Pleurotus sajor-caju* grown on water hyacinth, wheat straw and corncob substrate. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(4), 321-326.
- King, T.A. (1993). Mushrooms, the ultimate health food but little research in U.S. to prove it. *Mushroom News*, 41, 29-46.
- Komarayati, S., & Pasaribu, R.A. (2005). Pembuatan pupuk organik dari limbah padat industri kertas. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23(1), 35-41.
- Komarayati, S., Gusmailina & Djarwanto. (2012). Pemanfaatan sisa media tumbuh jamur tiram untuk arang kompos. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI IX*, tanggal 2 November 2011, Yogyakarta. Hal: 889-894.
- Kurztman, R.H., & Zadrazil, F. (1982). Physiological and taxonomic consideration for cultivation of *Pleurotus* mushrooms. Dalam S.T. Chang & T.H. Quimio (Eds.) *Tropical mushrooms: biological nature and cultivation methods*. Hong Kong: The Chinese University Press. p.: 277-380.
- Lin, Z. (2004). Mushroom growers' handbook. Oyster mushroom cultivation. Diakses dari www.fungifun.org/mushworld/Oyster-mushroom-cultivation/mushroom pada 18 April 2013.

- Liu, B. (1994). Conversion of mulberry waste by *Lentinula edodes*. Dalam X.C. Luo, & M. Zang (Eds). *Proceeding-II: The Biology and Technology of Mushroom*. China Agricultural Sciencetech Press. p: 71-73.
- Martawijaya, A., & Barly. (2010). *Pedoman pengawetan kayu untuk mengatasi jamur dan rayap pada bangunan rumah dan gedung*. Bogor: IPB Press. 77 p.
- Mshandete, A.M., & Cuff, J. (2008). Cultivation of three types of indigenous wild edible mushrooms: *Coprinus cinereus*, *Pleurotus flabellatus* and *Volvariella volvacea* on composted sisal decortications residue in Tanzania. *African Journal Biotechnology*, 7(4), 4551-4562.
- Narh, D.L., Obodai, M., Baka, D., & Dzomeku, M. (2011). The efficiency of sorghum and millet grains in spawn production and carpophore formation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) Kummer. *International Food Research Journal*, 18(3), 1143-1148.
- Novizan. (2002). *Petunjuk pemupukan yang efektif*. Jakarta: AgroMedia Pustaka. 114 p.
- Obodai, M., Vowotor, K.A. & Marfo, K. (2002). Performance of various strains of *Pleurotus* species under Ghanaian conditions. Dalam Sanchez, G. Huerta, & E. Montiel. *Mushroom Biology and Mushroom Products*. Ed. UAEM. ISBN 968-878-105-3. p.: 461-466.
- Patel, Y., Naraian, R., & Singh, V.K. (2012). Medicinal properties of *Pleurotus* species (oyster mushroom): A review. *World Journal of Fungal and Plant Biology*, 3(1), 1-12. doi: 10.5829/idosi.wjfpb.2012.3.1.303.
- Pathmashini, L., Arulnandhy, V., & Wijeratnam, R.S.W. (2008). Cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on sawdust. *Ceylon Journal of Science (Biological Sciences)* 37(2), 177-182.
- Rachman, O. & Hadjib, N. (2008). Keteguhan lentur statis sambungan jari pada beberapa jenis kayu hutan tanaman. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 26 (4), 252-360.
- Rachman, O., Widarmana, S., & Suryokusumo, S. (1988). Pengaruh pola penggergajian terhadap rendemen dan waktu menggergaji kayu meranti. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 5(5), 249-258.
- Shah, Z.A., Ashraf, M., & Ishtiaq Ch. M. (2004). Comparative study on cultivation and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates (wheat straw, leaves, sawdust). *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(3), 158-160.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2004). *Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik*. (SNI 19-7030). Badan Standardisasi Nasional.
- Steel, R.G.D., & Torrie, J.H. (1990). *Principles and procedure of statistic*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Suprapti, S., & Djarwanto. (1995). Screening and selection of edible mushroom that have high economic value and utilize wood waste as media. *Research Report*. Hah, Y.C. (Ed.). Unesco Regional Network For Microbiology in Southeast Asia, Korea.
- Suprapti, S., & Djarwanto. (2009). *Pedoman budidaya jamur shiitake dan jamur tiram*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. 60 hal.
- Suprapti, S., & Djarwanto. (2014). Produktivitas jamur *Pleurotus* spp. pada kompos serbuk gergaji kayu *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XVI*, 6 November 2013), Balikpapan, Kalimantan Timur. Hal. 278-283.
- Villaceran, A.B., Kalaw, S.P., Nitural, P.S., Abella, E.A., & Reyes, R.G. (2006). Cultivation of Thai and Japanese strains of *Pleurotus sajor-caju* on rice-straw-based *Volvariella volvacea* mushroom spent and composted rice straw in Central Luzon Region, Philippines. *Journal of Agricultural Technology*, 2(1), 69-75.