

ISSN : 2086-8227

Volume 06 No. 01 April 2015

SILVIKULTUR TROPIKA

Journal of Tropical Silviculture Science and Technology

PENERBIT (*PUBLISHER*):

**Departemen Silvikultur
Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
(*Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University*)**

ISI (CONTENT)

Artikel (Articles)

Volume 06 No. 01 April 2015

- Keragaman Genetik Mindi (*Melia azedarach* L.) pada Hutan Rakyat di Jawa Barat dengan Penanda Mikrosatelit** 1-8
Genetic Diversity of Mindi (Melia azedarach L.) in Community Forests West Java Assessed by Microsatellite Markers
Laswi Irmayanti, Iskandar Z. Siregar dan Prijanto Pamoengkas
- Pertumbuhan Bibit *Shorea stenopthera* Burck. F. terhadap Aplikasi Kompos Serasah *Shorea* sp. dan Fungi *Scleroderma columnare* pada Tanah Latosol** 9-14
Growth of Shorea stenopthera Burck. F. Seed on Application Composting Litter Shorea sp. and Fungi Scleroderma columnare on Latosol Soil
Mohamad Saefudin, Basuki Wasis dan Erdy Santoso
- Komposisi Jenis dan Struktur Hutan Mangrove di Pulau Sebuku, Kalimantan Selatan** 15-26
Species Composition and Mangrove Forest Structure in Pulau Sebuku, South Kalimantan
R Rodlyan Ghufrona, Cecep Kusmana dan Omo Rusdiana
- Potensi *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. sebagai Agens Hayati terhadap *Botryodiplodia* sp. Penyebab Penyakit Mati Pucuk pada Jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq)** 27-32
Potency of Biological Agent Trichoderma harzianum and Gliocladium sp. on Pathogenic Fungi Botryodiplodia sp. causes Dieback Disease of Jabon (Anthocephalus cadamba (Roxb.) Miq.)
Eti Artiningsih Octaviani, Achmad dan Elis Nina Herliyana
- Kultivasi Jamur *Pleurotus* Ramah Lingkungan dengan Mendaur Ulang Limbah Substrat Jamur dan Penambahan Pupuk Organik** 33-42
Cultivation of Pleurotus Environmental Friendly by Recycling Substrate Waste of Fungus and Organic Fertilizer Addition
Elis Nina Herliyana, Mira Febrianti, Abdul Munif dan Hanifah Nuryani Lioe
- Hubungan Faktor Iklim dengan Kejadian Kebakaran Hutan di KPH Bogor Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten** 43-48
Correlation of Weather Factors and Forest Fire Occurrence in KPH Bogor, Perum Perhutani Unit III West Java and Banten
Lailan Syaufina dan Nova Puspitasari
- Analisis Kromosom Tanaman Jati (*Tectona grandis* Lf) dengan Metode Pewarnaan** 49-54
Analysis of Teak (Tectona grandis Lf) Chromosome by Staining Method
Arum Sekar Wulandari dan Tofan Randy Wijaya
- Pertumbuhan Radial dan Produksi Biomassa Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* pada Berbagai Media** 55-58
Radial Growth and Biomass Production of Entomopathogenic Fungal Beauveria bassiana on Various Media
Dewi Ramdhania, Achmad dan Noor Farikhah Haneda
- Karakteristik Biofisik pada Berbagai Kondisi Hutan Kerangas di Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung** 59-65
Biophysical Characteristic in Various Conditions of Heath Forest in East Belitung Residence, Province of Bangka Belitung Islands
Iwan Hilwan
- Patogenisitas dan Keefektifan Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* sp. terhadap Penggerek Umbi Kentang *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)** 66-70
Pathogenicity and Effectiveness of Entomopathogen Nematode Heterorhabditis sp. to Potato Tuber Moth Phthorimaea operculella (Zeller)(Lepidoptera: Gelechiidae)
Lufthi Rusniarsyah, Aunu Rauf, Supramana, dan Samsudin

Terbit tiga kali setahun



9 772086 822043

KULTIVASI JAMUR *Pleurotus* RAMAH LINGKUNGAN DENGAN MENDAUR ULANG LIMBAH SUBSTRAT JAMUR DAN PENAMBAHAN PUPUK ORGANIK

Cultivation of Pleurotus Environmental Friendly by Recycling Substrate Waste of Fungus and Organic Fertilizer Addition

Elis Nina Herliyana¹, Mira Febrianti¹ Abdul Munif² dan Hanifah Nuryani Lioe³

¹Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB

²Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB

³Departemen Ilmu Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian

elisherliana@yahoo.com; munif22@yahoo.com; hanilioe@hotmail.com; mirafebianti@gmail.com

ABSTRACT

White mushroom or *Pleurotus ostreatus* (Jacq:Fr) Kummer is one of wearthered wood that commonly found in nature. Some kinds of wood fungi, included white mushroom have been generally marketed in fresh form or in its cultivation such fungi chips. Substrate that commonly used for development of mushroom culture is saw powder of sengon wood. The more the cultivation of fungus and waste of the substrate is a lot of wasted, while its waste still has nutrition that can be recycled and reused for culturing mushroom, so that will be ecosystem friendly. The aim of this study is to learn about effect of application substrate waste of mushroom and addition of organic fertilizer on yield of white mushroom culture. Stages on this study are the making of substrate, spawning, maintenance and observation of fungus development, and analysis of chemical composition. Conducted observations are growth vegetative phase and reproductive phase, morphological character of body fruit, and result of chemical composition analysis of white mushroom body fruit. Medium composition 75% waste of mushroom substrate are mixed with 25% new substrate, showed the good growth and good yields. Addition of liquid organic fertilizer [0.2%] and [0.5%] gave the good yields. Moreover, medium and genetic factors, environmental factor specially temperature and moisture really affected growth and the yields of white oyster mushroom.

Key words: fungus culture, mushroom, *Pleurotus*, liquid organic fertilizer,

PENDAHULUAN

Banyak jenis jamur yang tumbuh secara alami di hutan. Beberapa jenis jamur bersifat tidak beracun dan dapat dimakan oleh manusia. Menurut Suriawiria (2002), jamur memiliki potensi yang sangat tinggi di bidang pertanian, kehutanan, industri, lingkungan, bahan makan, dan sebagai bahan berkhasiat obat. Jamur kayu sudah banyak dibudidayakan, di Indonesia, diantaranya adalah jamur tiram, jamur kuping, dan jamur shiitake.

Jamur tiram putih atau *Pleurotus ostreatus* (Jacq:Fr) Kummer merupakan jenis jamur pelapuk kayu yang banyak ditemukan di alam. Hibbett *et al.* (2007) dan Mancalvo *et al.* (2000) dalam Herliyana (2014) mengklasifikasikan jamur tiram putih ke dalam Kingdom Fungi, Filum Basidiomycota, Subfilum Agaricomycotina, Kelas Agaricomycetes, Subkelas Agaricomycetidae, Ordo Agaricales, Famili Pleurotaceae, Genus *Pleurotus*, dan spesies *Pleurotus ostreatus*. Jamur tiram putih mempunyai karakteristik hifa yang bersekat, membentuk tubuh buah, membentuk sambungan apit (*clamp connection*) dan berkembang biak secara aseksual maupun seksual. Reproduksi seksual dicirikan oleh adanya peleburan dua inti dengan urutan terjadinya plasmogami, kariogami dan meiosis.

Alat kelamin jantan dan betina tidak dapat dibedakan (Kaul 1997 dalam Mutakin 2006).

Budi daya jamur tiram dapat dilakukan dalam skala kecil maupun skala besar. Jenis bahan baku yang banyak digunakan oleh masyarakat untuk budi daya jamur adalah serbuk gergaji kayu, diantaranya adalah serbuk gergaji kayu sengon (*Falcataria moluccana*), kayu karet (*Hevea brasiliensis*), dan kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*). Media yang umumnya digunakan untuk budidaya jamur tiram adalah serbuk gergaji kayu sengon yang diketahui baik untuk penanaman jamur tiram.

Limbah substrat jamur atau *Spent Mushroom Substrate* (SMS) merupakan limbah sisa budi daya jamur yang sudah habis masa reproduktifnya. Substrat tersebut oleh kebanyakan petani jamur dibuang begitu saja. Jika tidak ada tindakan lanjutan, maka limbah substrat tersebut bisa menumpuk menjadi sampah dan mencemari lingkungan. Sementara dalam komposisinya, nutrisi pada limbah substrat jamur masih dapat dimanfaatkan kembali untuk budi daya jamur. Dalam penelitian ini, limbah substrat jamur tiram digunakan kembali untuk pertumbuhan jamur tiram dan diberi perlakuan pemberian pupuk organik cair untuk memperoleh hasil panen yang optimal.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh penggunaan limbah substrat jamur tiram dan pemberian pupuk organik cair terhadap hasil panen budi daya jamur tiram putih.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pemanfaatan limbah substrat jamur tiram untuk digunakan dalam budi daya jamur. Serta informasi mengenai penambahan nutrisi berupa pupuk organik cair terhadap hasil panen budi daya jamur.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian dilakukan selama 4 bulan, yaitu pada bulan Agustus 2013 – Desember 2013. Lokasi penelitian yaitu kumbung jamur, Gunung Batu, Bogor, dan Laboratorium Patologi Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit jamur tiram putih (*P. ostreatus*), serbuk gergaji kayu sengon, dedak padi, gips (CaSO_4), kapur (CaCO_3), air, *Spent Mushroom Substrate* (SMS) yang berasal dari petani jamur di Lembang Bandung. Baglog dengan komposisi utama serbuk gergajian sengon tersebut sudah selesai 4 kali panen selama 3 bulan, dan Pupuk Organik Cair BioHara-Plus (POC) yang merupakan hasil fermentasi dari beberapa jenis kotoran hewan ditambah beberapa jenis tumbuhan tanaman obat yang berfungsi sebagai pestisida organik.

Alat

Alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah plastik PP (*polypropilen*), kapas, ring (cincin) plastik, kertas penutup, karet gelang, pinset, timbangan digital, drum kukusan, kompor, *sprayer*, alkohol 70%, spidol *marker*, penggaris, alat tulis, kamera, sudip, dan *software* SPSS 15.0.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Media

Bahan-bahan ditimbang sesuai dengan komposisinya. Perbandingan komposisi media baku adalah 82.5% serbuk gergaji sengon, 15% dedak padi, 1.5% gips (CaSO_4), 1% kapur (CaCO_3) dan air secukupnya sehingga mencapai kadar air $\pm 50\%$ (Herliyana *et al.* 2008). Bahan-bahan tersebut disebut SSB atau substrat sengon baru. Pada penelitian ini, bobot per media baglog yaitu 400 gram sebanyak 10 ulangan. Pupuk organik cair dilarutkan dalam air. Konsentrasi POC yang digunakan yaitu 0%, 0.2%, 0.3%, dan 0.5%.

Bahan-bahan tersebut dicampur sesuai komposisinya, diaduk hingga rata dan tidak ada bahan yang menggumpal. Kemudian ditambahkan air yang sudah diberi POC hingga kelembaban media mencapai $\pm 50\%$.

Bahan yang sudah tercampur kemudian dikomposkan selama 1 hari. Selanjutnya, bahan-bahan tersebut dibuat menjadi *baglog* yang dikemas dengan plastik. *Baglog* adalah substrat jamur dalam kantong, merupakan modifikasi dari budi daya jamur dengan *log* kayu. Pada mulut *baglog* diberi cincin dan kapas, ditutup dengan kertas, kemudian diikat dengan karet gelang. *Baglog* selanjutnya dikukus dalam drum untuk *pasteurisasi* selama 8 jam, dalam suhu $80^\circ - 100^\circ\text{C}$.

Pembibitan

Pembibitan/*spawning* atau inokulasi bibit jamur dilakukan dalam keadaan aseptik. Ruangan untuk *spawning* sebaiknya tertutup dari aliran udara dari luar, dan sebelumnya disterilkan dengan menyemprot sekeliling ruangan dengan alkohol atau dengan formalin kemudian didiamkan selama 1 hari. Bibit jamur tiram putih diambil dengan sudip yang telah steril, kemudian dimasukkan ke dalam *baglog* sebanyak ± 10 gram. Saat memasukkan bibit, *baglog* didekatkan dengan bunsen untuk mencegah kontaminasi. Kemudian tutup kembali *baglog* dengan kapas baru. *Baglog* tersebut kemudian disimpan di ruang inkubasi untuk masuk dalam fase vegetatif.

Perawatan dan Pengamatan

Baglog jamur tiram disimpan dalam ruang inkubasi selama fase vegetatif, dan dalam kumbung jamur selama fase reproduktif. Kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban diamati dan dicatat saat pagi, siang dan sore hari. Pemeliharaan berupa *baglog* disiram dengan *sprayer* pada pagi dan sore hari, dibersihkan dari debu dan kotoran, serta *baglog* yang terkontaminasi dibuang.

Pengamatan dilakukan selama fase vegetatif dan fase reproduktif. Fase vegetatif diamati dari saat hari pertama inkubasi hingga seluruh *baglog* penuh oleh miselium atau *full growth mycelium*. Pengukuran yang dilakukan adalah tinggi miselium, lama fase vegetatif, serta hama dan penyakit yang menyerang. Fase reproduktif diamati dari sejak *baglog* dibuka untuk pertumbuhan tubuh buah hingga panen terakhir. Pengukuran yang dilakukan adalah hasil panen berupa total bobot basah, nilai Efisiensi Biologi (EB), diameter tudung buah, panjang tangkai buah, lebar tangkai buah, jumlah panen, serta lama fase reproduktif.

Analisis Polisakarida (β -glukan), Total Protein dan Total Fenol Tubuh Buah Hasil Panen *Pleurotus ostreatus*

Analisis polisakarida (β -glukan) tubuh buah jamur dilakukan dengan metode analisis berdasarkan Megazyme (2008). Analisis total protein dan total fenol tubuh buah jamur kelompok *Pleurotus* dilakukan dengan beberapa metode dalam Petre *et al.* (2010) dan metode Lowry *et al.* (1951).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Rancangan ini terdiri atas 2 faktor perlakuan, diuraikan sebagai berikut :

1. Faktor A, adalah faktor perlakuan komposisi media yang terdiri atas 5 tingkat, yaitu:
 - KSMS (kontrol SMS) = 100% SMS dengan 0% SSB
 - 75:25 = 75% SMS dengan 25% SSB
 - 50:50 = 50% SMS dengan 50% SSB
 - 25:75 = 25% SMS dengan 75% SSB
 - KSSB (kontrol SSB) = 0% SMS dengan 100% SSB
2. Faktor B, adalah faktor perlakuan pemberian POC, yang terdiri atas 4 dosis anjuran, yaitu:
 - [0] = 0% POC
 - [0.2] = 0.2% POC
 - [0.3] = 0.3% POC
 - [0.5] = 0.5% POC

Kombinasi perlakuan dapat dilihat di Tabel 1. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap pertumbuhan jamur maka dilakukan uji F. Apabila sidik ragam memberikan hasil nyata, selanjutnya dilakukan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95% untuk mengetahui beda antar perlakuan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Office Excel 2010* dan *software SPSS 15.0*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jamur *Pleurotus* disebut juga jamur tiram karena pileus atau tudung buahnya seperti kerang/tiram. Jenis *P. ostreatus* telah banyak dimanfaatkan sebagai makanan atau untuk kebutuhan pengobatan dalam waktu yang lama, dan kini telah memegang peran penting sebagai jamur konsumsi secara komersil (Chang dan Miles 2004).

Fase Vegetatif dan Fase Reproduksi

Ada dua fase hidup jamur, yaitu fase vegetatif dan fase reproduktif. Fase vegetatif adalah dari awal

inokulasi bibit sampai kantong penuh dengan miselium sampai bawah (kolonisasi penuh/*full growth mycelium*). Fase reproduktif adalah setelah fase vegetatif selesai sampai beberapa kali panen tubuh buah sampai bahan substrat habis dan tidak terbentuk lagi tubuh buah, umumnya sampai 8 kali panen bahkan lebih. Jumlah panen adalah berapa kali suatu isolat jamur menghasilkan tubuh buah selama fase reproduktif. Panen pertama dimulai setelah fase vegetatif selesai sampai panen ke-1. Panen kedua dimulai setelah panen ke-1 selesai (Herliyana 2007). Pada setiap perlakuan, fase vegetatif jamur tiram putih berlangsung dalam waktu 5-19 hari. Perlakuan 75:25 [0.2] dan KSMS [0.2] mempunyai fase vegetatif paling cepat, yaitu 5 hari. Sementara perlakuan KSSB [0.2] dan KSSB [0] mempunyai fase vegetatif paling lama, yaitu 19 hari. Perbedaan waktu tersebut bisa pula karena pengaruh tinggi media baglog. Ukuran media baglog KSSB paling tinggi diantara semua perlakuan yaitu 13 cm, sedangkan baglog KSMS paling pendek yaitu 8 cm. Hal tersebut dipengaruhi oleh kadar air bahan substrat. Saat akan dibuat menjadi media, SSB dalam keadaan kering, dan kadar airnya sangat rendah. Sementara SMS sudah agak lembab, kadar airnya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan SSB. Sehingga walaupun bobot antara keduanya sama, ukurannya berbeda.

Pada setiap fase pertumbuhan jamur sangat dipengaruhi oleh lingkungan, yaitu suhu, kelembaban relatif, waktu, kandungan CO₂, dan cahaya (Suriawiria 2002). Saat pertumbuhan miselium, jamur tidak memerlukan cahaya. Maka ruang inkubasi dibuat tertutup agar tidak ada cahaya yang masuk. Suhu ruang inkubasi saat penelitian berkisar antara 36-38°C dan kelembaban 40-45%. Selama fase vegetatif, jamur tiram memerlukan suhu udara antara 24°C-29°C, kelembaban 90-100%, dan cahaya 500-1000 lux (Widyastuti dan Tjokrokusumo 2008).

Tabel 1 Kombinasi perlakuan komposisi media dan POC

Perlakuan	Ulangan	[0]	[0.2]	[0.3]	[0.5]
KSMS	1	KSMS [0] 1	KSMS [0.2] 1	KSMS [0.3] 1	KSMS [0.5] 1
	2	KSMS [0] 2	KSMS [0.2] 2	KSMS [0.3] 2	KSMS [0.5] 2
	3	KSMS [0] 3	KSMS [0.2] 3	KSMS [0.3] 3	KSMS [0.5] 3
75:25	1	75:25 [0] 1	75:25 [0.2] 1	75:25 [0.3] 1	75:25 [0.5] 1
	2	75:25 [0] 2	75:25 [0.2] 2	75:25 [0.3] 2	75:25 [0.5] 2
	3	75:25 [0] 3	75:25 [0.2] 3	75:25 [0.3] 3	75:25 [0.5] 3
50:50	1	50:50 [0] 1	50:50 [0.2] 1	50:50 [0.3] 1	50:50 [0.5] 1
	2	50:50 [0] 2	50:50 [0.2] 2	50:50 [0.3] 2	50:50 [0.5] 2
	3	50:50 [0] 3	50:50 [0.2] 3	50:50 [0.3] 3	50:50 [0.5] 3
25:75	1	25:75 [0] 1	25:75 [0.2] 1	25:75 [0.3] 1	25:75 [0.5] 1
	2	25:75 [0] 2	25:75 [0.2] 2	25:75 [0.3] 2	25:75 [0.5] 2
	3	25:75 [0] 3	25:75 [0.2] 3	25:75 [0.3] 3	25:75 [0.5] 3
KSSB	1	KSSB [0] 1	KSSB [0.2] 1	KSSB [0.3] 1	KSSB [0.5] 1
	2	KSSB [0] 2	KSSB [0.2] 2	KSSB [0.3] 2	KSSB [0.5] 2
	3	KSSB [0] 3	KSSB [0.2] 3	KSSB [0.3] 3	KSSB [0.5] 3

Keterangan: Perlakuan KSSB adalah kontrol SSB (substrat sengan baru). Perlakuan KSMS adalah kontrol SMS (*Spent Mushroom Substrate*). Angka dalam kurung merupakan konsentrasi pupuk organik cair yang diberikan. Angka perbandingan dalam perlakuan merupakan perbandingan SMS dengan SSB.

Jika *baglog* telah penuh dengan miselium, maka *baglog* harus dipindahkan dari ruang inkubasi ke kumbung jamur dan dibuka ikatannya supaya miselium dapat berkembang membentuk tubuh buah. Fase ini disebut fase reproduktif. Perlakuan KSMS merupakan media yang paling cepat muncul tubuh buahnya. Sementara, perlakuan KSSB paling terakhir muncul tubuh buah pertamanya. Perlakuan KSMS dan KSSB menunjukkan secara umum bahwa semakin lama semakin sedikit jumlah tubuh buah dalam sekali panennya dan semakin kecil bobot tubuh buah yang dipanen.

Fase reproduktif tiap perlakuan bervariasi. Perlakuan yang paling lama fase reproduktifnya adalah pada 75:25 [0.3], yaitu 75 hari. Sementara jumlah panen paling banyak yaitu perlakuan 75:25 [0.5], dan 75:25 [0.3], dengan jumlah panen adalah 4 kali panen (Tabel 2). Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan komposisi media dan pemberian POC tidak berpengaruh nyata terhadap fase reproduktif jamur tiram putih, namun berpengaruh nyata terhadap jumlah panennya.

Total panen tubuh buah jamur tiram putih paling besar adalah pada perlakuan 75:25 [0], dengan nilai 101.7 gram. Sementara paling sedikit rata-rata total panennya adalah KSSB [0.2] yaitu 35.0 gram. Hal

tersebut karena pada perlakuan KSSB [0.2], hanya ada satu ulangan yang disebabkan ulangan yang lainnya terkontaminasi sehingga total panennya sedikit, dapat dilihat pada Tabel 3. Dari panen I hingga panen selanjutnya, umumnya bobot hasil panen tubuh buahnya semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin berkurangnya nutrisi dalam media *baglog*.

Efisiensi biologi (EB) merupakan nilai yang menunjukkan kemampuan satu satuan media untuk menghasilkan satuan berat tubuh buah jamur (Widiastuti dan Panji 2008). Nilai Efisiensi Biologi atau EB dapat dihitung berdasarkan bobot total panen jamur yang dihasilkan dibagi bobot kering media *baglog* (Chang 1982 dalam Kartika 1992). Nilai EB paling besar yaitu pada perlakuan 75:25 [0] dengan nilai rata-rata 50.8% (Tabel 4). Menurut Gunawan (1992a) dalam Kartika (1992), EB *Pleurotus* spp. pada media serbuk gergaji kayu sengon dapat mencapai 52.6%. Bahkan menurut Widiastuti dan Gunawan (1991) EB pada media campuran serbuk gergaji kayu sengon dengan limbah pabrik kertas mencapai 126%. Setelah dilakukan uji sidik ragam, diketahui bahwa pemberian perlakuan berpengaruh nyata terhadap total panen tubuh buah jamur dan nilai EB.

Tabel 2 Fase vegetatif, fase reproduktif, dan jumlah panen jamur tiram putih

Perlakuan	Fase vegetatif (hari)	Rata-rata lama panen ke- (hari)				Rata-rata fase reproduktif (hari)	Total fase reproduktif (hari)	Jumlah panen
		I	II	III	IV			
KSMS [0]	12.0 bc	18.7	17.0	16.5	-*	17.4	52.0	3.0
KSMS [0.2]	5.0 e	14.0	16.0	-	-	15.0	30.0	2.0
KSMS [0.3]	7.0 ef	30.7	14.0	-	-	22.4	45.0	2.0
KSMS [0.5]	12.0 bc	16.7	24.0	26.0	-	22.2	67.0	3.0
75:25 [0]	12.0 bc	23.3	8.7	4.0	-	12.0	36.0	3.0
75:25 [0.2]	5.0 e	13.3	16.3	23.0	-	17.5	53.0	3.0
75:25 [0.3]	12.0 bc	22.7	11.0	15.0	26.0	18.7	75.0	4.0
75:25 [0.5]	12.0 bc	18.7	15.0	6.0	6.0	11.4	46.0	4.0
50:50 [0]	12.0 bc	32.0	11.0	25.0	-	22.7	68.0	3.0
50:50 [0.2]	12.0 bc	29.3	19.0	20.0	-	22.8	68.0	3.0
50:50 [0.3]	10.0 cd	24.7	-	-	-	24.7	25.0	1.0
50:50 [0.5]	12.0 bc	32.0	21.0	-	-	26.5	53.0	2.0
25:75 [0.2]	12.0 bc	25.7	16.0	-	-	20.9	42.0	2.0
25:75 [0.3]	7.0 ef	25.3	17.0	17.0	-	19.8	59.0	3.0
25:75 [0.5]	12.0 bc	25.7	19.0	-	-	22.4	45.0	2.0
KSSB [0]	19.0 a	34.0	-	-	-	34.0	34.0	1.0
KSSB [0.2]	19.0 a	53.0	-	-	-	53.0	53.0	1.0
KSSB [0.3]	12.0 bc	26.7	20.0	-	-	23.4	47.0	2.0
KSSB [0.5]	14.0 a	25.7	9.7	-	-	17.7	35.0	2.0

Keterangan: I, II, III, IV = panen ke-...; Fase vegetatif terhitung mulai inokulasi bibit sampai kolonisasi penuh; Huruf yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($P > 0.05$); * = tidak ada panen lagi. Perlakuan KSSB adalah kontrol SSB (substrat sengon baru). Perlakuan KSMS adalah kontrol SMS (*Spent Mushroom Substrate*). Angka dalam kurung merupakan konsentrasi pupuk organik cair yang diberikan. Angka perbandingan dalam perlakuan merupakan perbandingan SMS dengan SSB.

Tabel 3 Nilai rata-rata total panen tubuh buah jamur tiram putih

Perlakuan	Bobot total panen per kantong substrat (gram)			Bobot total panen dari 3 ulangan (gram)	Rata-rata bobot total panen per kantong substrat (gram)
	1	2	3		
KSMS [0]	55.0	55.0	60.0	170.0	56.7 abcdef
KSMS [0.2]	44.0	30.0	23.0	97.0	32.3 cdef
KSMS [0.3]	20.0	35.0	15.0	70.0	23.3 def
KSMS [0.5]	69.0	45.0	79.0	193.0	64.3 abcd
75:25 [0]	95.0	121.0	89.0	305.0	101.7 a
75:25 [0.2]	53.0	42.0	85.0	180.0	60.0 abcde
75:25 [0.3]	113.0	82.0	84.0	279.0	93.0 ab
75:25 [0.5]	91.0	65.0	74.0	230.0	76.7 abc
50:50 [0]	68.0	-*	-	68.0	68.0 def
50:50 [0.2]	55.0	45.0	104.0	204.0	68.0 abcd
50:50 [0.3]	61.0	78.0	70.0	209.0	69.7 abcd
50:50 [0.5]	92.0	-	-	92.0	92.0 cdef
25:75 [0.2]	67.0	65.0	55.0	187.0	62.3 abcd
25:75 [0.3]	69.0	57.0	76.0	202.0	67.3 abcd
25:75 [0.5]	97.0	22.0	82.0	201.0	67.0 abcd
KSSB [0]	45.0	-	-	45.0	45.0 ef
KSSB [0.2]	35.0	-	-	35.0	35.0 f
KSSB [0.3]	52.0	42.0	46.0	140.0	46.7 bcdef
KSSB [0.5]	38.0	90.0	46.0	174.0	58.0 abcde

Keterangan: 1, 2, 3 = ulangan; Huruf yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($P > 0.05$); * = tidak ada ulangan

Tabel 4 Perbandingan nilai EB jamur tiram putih

Perlakuan	EB per kantong substrat (%)			EB dari 3 ulangan (%)	Rata-rata EB per kantong substrat
	1	2	3		
KSMS [0]	27.5	27.5	30.0	85.0	28.3 abcdef
KSMS [0.2]	22.0	15.0	11.5	48.5	16.2 cdef
KSMS [0.3]	10.0	17.5	7.5	35.0	11.7 def
KSMS [0.5]	34.5	22.5	39.5	96.5	32.2 abcd
75:25 [0]	47.5	60.5	44.5	152.5	50.8 a
75:25 [0.2]	26.5	21.0	42.5	90.0	30.0 abcde
75:25 [0.3]	56.5	41.0	42.0	139.5	46.5 ab
75:25 [0.5]	45.5	32.5	37.0	115.0	38.3 abc
50:50 [0]	34.0	-*	-	34.0	34.0 def
50:50 [0.2]	26.5	22.5	52.0	101.0	33.7 abcd
50:50 [0.3]	30.5	39.0	35.0	104.5	34.8 abcd
50:50 [0.5]	46.0	-	-	46.0	46.0 cdef
25:75 [0.2]	33.5	32.5	27.5	93.5	31.2 abcd
25:75 [0.3]	34.5	28.5	38.0	101.0	33.7 abcd
25:75 [0.5]	48.5	131.0	41.0	100.5	33.5 abcd
KSSB [0]	22.5	-	-	22.5	22.5 ef
KSSB [0.2]	17.5	-	-	17.5	17.5 f
KSSB [0.3]	26.0	21.0	23.0	70.0	23.3 bcdef
KSSB [0.5]	19.0	45.0	23.0	87.0	29.0 abcde

Keterangan: Nilai EB (Efisiensi Biologi): merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan; Cara menghitung nilai EB: bobot (basah tubuh buah/bobot kering substrat) * 100%; Huruf yang berbeda menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($P < 0.05$); * = tidak ada ulangan

Selama fase reproduktif, faktor lingkungan sangat mempengaruhi pertumbuhan tubuh buah jamur tiram putih. Dalam kumbung jamur, suhu saat pagi hari adalah 24-34°C dengan kelembaban 52-95%. Pada siang hari, suhu mencapai 30-37°C dengan kelembaban 66-90%. Saat fase reproduktif, dibutuhkan suhu sebesar 21-28°C, kelembaban 90-95%, dan cahaya lebih dari 1000 ppm (Widyastuti dan Tjokrokusumo 2008). Selain itu, faktor internal seperti sifat genetik jamur tersebut dan nutrisi dalam media baglog juga berpengaruh terhadap fase reproduktif serta hasil panennya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media baglog dengan komposisi 75% SSB dan 25% SMS paling bagus dilihat dari parameter total panen, nilai EB, dan fase reproduktifnya. Hal ini diduga karena nutrisi dalam SSB masih banyak, dan mendapatkan nutrisi lebih pula dari campuran SMS yang memang masih memiliki nutrisi. Campuran komposisi kedua bahan tersebut menghasilkan pertumbuhan yang baik bagi jamur tiram dan hasil panen yang bagus.

Selama fase vegetatif dan fase reproduktif, ditemukan banyak baglog yang terkontaminasi. Hal tersebut diduga disebabkan faktor lingkungan yang tidak mendukung, yaitu suhu dan kelembaban yang cukup tinggi. Umumnya patogen yang mengkontaminasi adalah *Trichoderma* sp. yang berwarna hijau dan *Mucor* sp. yang berwarna bercak hitam berukuran kecil. *Trichoderma* sp. disebut pula *green mold*. Biasanya *Trichoderma* berkembang dalam bahan kompos yang berasal dari gandum. Berdasarkan penelitian oleh Rinker dan Alm (1997) dalam Chang dan Miles (2004), *Trichoderma* dapat ditemukan dalam bibit jamur dengan gandum dan bibit jamur dengan kompos, serta dapat menurunkan hasil panen jamur secara cepat dan sangat merugikan.

Baglog yang terkontaminasi harus segera dibuang supaya tidak menyebar ke baglog lainnya. Untuk mengatasi *Trichoderma*, dapat dilakukan dengan cara pencegahan dan pengendalian. Kebersihan dalam areal budi daya jamur harus sangat diperhatikan.

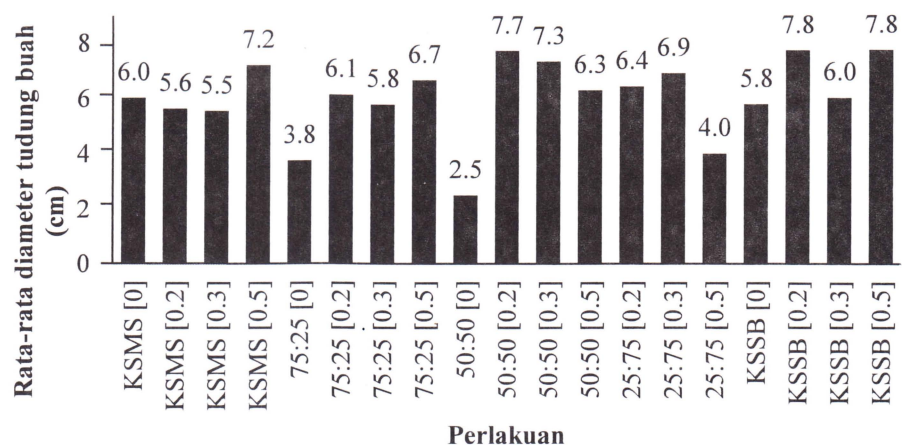
Pengendalian dengan memakai fungisida juga dapat dilakukan, tentunya dengan kadar yang secukupnya (Grogan *et al.* 1997). Salah satu fungisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan *Trichoderma* yaitu Benlate (benomyl). Fungisida Benlate tersebut dicampur dengan gipsum, jeruk nipis, atau kapur, kemudian digunakan untuk melapisi bibit jamur yang akan digunakan (Chang dan Miles 2004). Namun pemberian fungisida kimia tersebut tidak dianjurkan pada budi daya jamur secara organik, karena akan memberikan dampak negatif pada konsumen.

Karakter Morfologi Tubuh Buah Secara Makroskopis

Menurut Chang dan Miles (1989), jamur tiram putih (*P. ostreatus*) memiliki ciri-ciri tubuh buah berwarna putih atau putih kekuningan, tudung buah atau *pileus* berbentuk seperti tiram dengan bagian atas lebih lebar, bagian bawah agak runcing, dan bentuknya seperti lidah. Pada bagian bawah tudung terbentuk lapisan seperti insang (*gills*), ada yang bertangkai dan ada pula yang tidak/pendek, serta penempelan tangkai biasanya tidak tepat di tengah melainkan menyamping. Warna dari tudung buah jamur tiram putih bergantung pada intensitas cahaya, jika intensitasnya rendah maka warna tudungnya akan menjadi pucat (Chang dan Miles 2004).

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa pemberian perlakuan berpengaruh nyata terhadap karakter morfologi jamur tiram seperti diameter tudung, panjang tangkai, dan lebar tangkai tubuh buah. Selain itu, lingkungan juga berpengaruh terhadap karakter morfologi tubuh buah jamur tiram putih.

Diameter tudung buah jamur tiram putih paling besar rata-rata adalah 7.8 cm pada perlakuan KSSB [0.2] dan KSSB [0.5]. Jika diperhatikan, terlihat bahwa respon perlakuan dengan konsentrasi POC 0.5% dan 0.2% memberikan hasil diameter tudung buah yang cukup baik (Gambar 1).



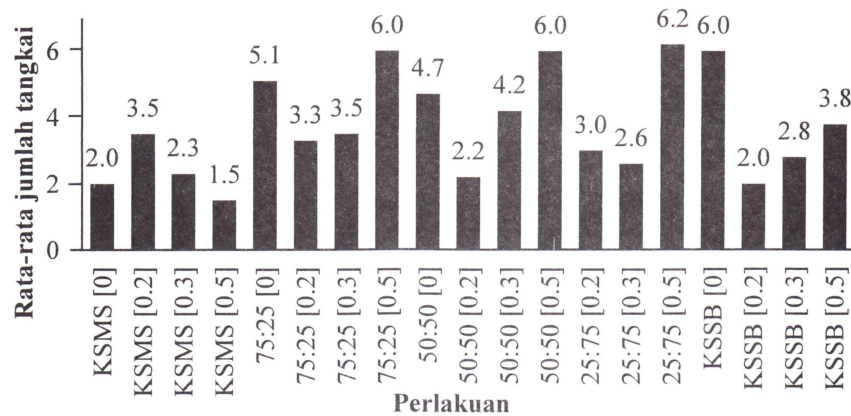
Gambar 1 Perbandingan rata-rata diameter tudung buah jamur tiram putih. Perlakuan KSSB adalah kontrol SSB (substrat sengon baru). Perlakuan KSMS adalah kontrol SMS (*Spent Mushroom Substrate*). Angka dalam kurung merupakan konsentrasi pupuk organik cair yang diberikan. Angka perbandingan dalam perlakuan merupakan perbandingan SMS dengan SSB.

ga dapat cukupnya ng dapat na yaitu dicampur emudian ng akan emberian ada budi nberikan

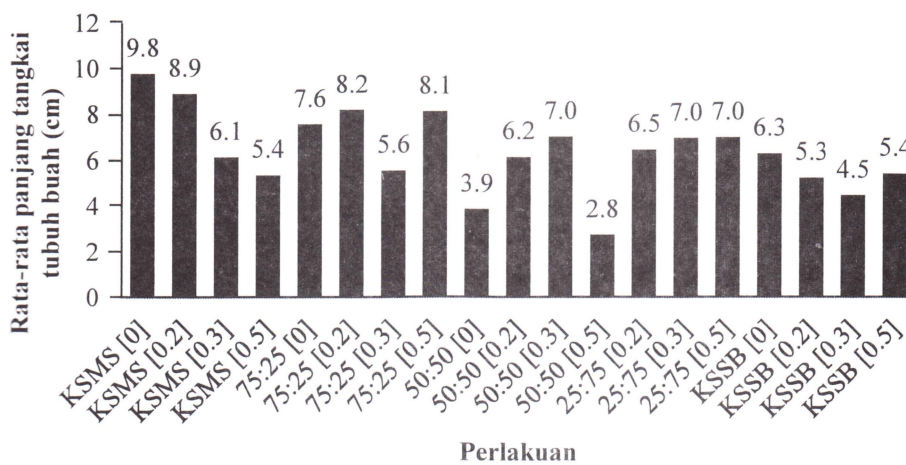
Secara

am putih erwarna u *pileus* h lebar, seperti lapisan ada pula biasanya Warna ng pada a warna (2004). bahwa erhadap tudung, Selain karakter

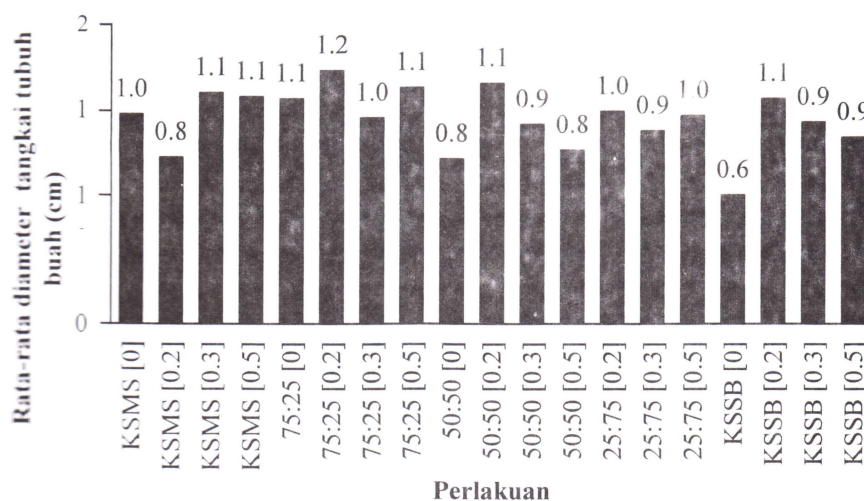
paling rlakuan terlihat C 0.5% h yang



Gambar 2 Perbandingan rata-rata jumlah tangkai jamur tiram putih



Gambar 3 Perbandingan rata-rata panjang tangkai tubuh buah jamur tiram putih



Gambar 4 Perbandingan rata-rata diameter tangkai tubuh buah jamur tiram putih

Jumlah tangkai tubuh buah jamur tiram putih umumnya berbanding terbalik dengan diameter tudung buahnya. Seperti pada perlakuan KSSB [0.2], rata-rata diameter tudung perlakuan KSSB [0.2] yaitu 7.8 cm, sementara rata-rata jumlah tangkainya hanya 2 tangkai saja. Dapat dilihat pula pada perlakuan 75:25 [0], rata-rata diameter tudung buahnya adalah 3.8 cm, sementara jumlah tangkainya banyak yaitu 5 tangkai. Rata-rata

jumlah tangkai jamur tiram putih dapat dilihat pada Gambar 2.

Panjang tangkai tubuh buah jamur tiram putih rata-rata berkisar antara 2.8-9.8 cm. Paling besar rata-rata panjang tangkai pada tubuh buah adalah perlakuan KSMS I, dan paling kecil rata-ratanya adalah perlakuan 50:50 [0.5] (Gambar 3).

SSB dalam kuan

Karakter morfologi tubuh buah yang diamati terakhir yaitu lebar tangkai tubuh buah. Meskipun respon perlakuan terhadap lebar tangkai berpengaruh nyata, namun tiap perlakuan tidak berbeda nyata rata-rata lebar tangkai tubuh buahnya. Rata-rata lebar tangkai paling besar adalah 1.2 cm pada perlakuan 75:25 [0.2] (Gambar 4).

Hasil Uji Proksimat

Jamur tiram putih memiliki kandungan nutrisi baik yang berguna bagi manusia. Untuk mengetahui nutrisi dalam jamur tiram putih, maka dilakukan analisis uji proksimat. Uji proksimat atau analisis proksimat adalah suatu metode analisis yang menggolongkan komponen yang ada pada makanan. Analisis ini didasarkan atas komposisi susunan kimia dan kegunaannya (Tilman *et al.* 1998). Analisis proksimat dilakukan oleh PT Saraswanti Indo Genetech. Hasil uji proksimat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil analisis komposisi kimia jamur tiram putih

Parameter	Unit	Hasil
Energi total	kcal/100 g	54.1
Kadar air	%	86.6
Kadar abu	%	1.0
Lemak total	%	0.9
Protein	%	2.7
Karbohidrat total	%	8.7
Natrium	mg/100 g	2.0
Serat pangan	%	8.6
Vitamin E	mg/100 g	0.1
Vitamin B1	mg/100 g	0.6
Vitamin C	mg/100 g	ttt*
Senyawa fenolik	mg/100 g	1.8
β -glukan	%	6.7

Penelitian Vieira *et al.* (2013) menemukan bahwa jamur tiram putih jenis *P. ostreatus* mengandung zat antioksidan, begitu pula dengan penelitian oleh Palacios *et al.* (2011). Penelitian tersebut menunjukkan hasil bahwa terdapat zat antioksidan pada jamur tiram putih yang berasal dari senyawa fenolik. Jamur tiram putih yang dianalisis memiliki senyawa fenolik sebesar 1.8%, dan kadar abu sebanyak 1 mg/100 g. Energi total pada jamur tiram putih juga sangat banyak yaitu 54.1 kkal/100 g. Kandungan gizi lainnya dalam jamur tiram putih seperti protein, karbohidrat, dan serat pangannya juga relatif tinggi. Namun, kandungan lemaknya rendah hanya sebesar 0.9% (Tabel 5). Dengan demikian, jamur tiram putih merupakan bahan pangan bergizi. Nilai pH tubuh buah jamur tiram putih yaitu 6.57.

Senyawa β -glukan adalah polisakarida rantai panjang yang terdapat pada dinding sel fungi, ragi, beberapa bakteri dan tanaman (Brown dan Gordon 2003 dalam Maji *et al.* 2013). Apabila dikonsumsi, senyawa ini dapat langsung mengaktifkan leukosit dan fagosit, dan juga merangsang mediator proinflamasi seperti sitokin dan kemokin, dan memiliki anti-tumor, anti-oksidatif, kegiatan anti-inflamasi dan imunomodulasi.

Berbagai polisakarida peningkat imun dari jamur dapat dimakan dan jamur hybrid telah diteliti sebelumnya (Maji *et al.* 2013). Senyawa β -glukan pada *Pleurotus* sp. telah banyak digunakan sebagai suplemen makanan, salah satunya berfungsi sebagai prebiotik (Synytsya *et al.* 2009).

Kandungan β -glukan jamur tiram putih hasil panen adalah sebesar 6.7 g/100 g, atau 6.7% dari berat basah tubuh buah, sebesar 77% dari total karbohidrat yang dikandung. Penelitian - penelitian sebelumnya menemukan kadar β -glukan dalam beberapa jenis bahan pangan, yaitu gandum *barley* dengan kadar 3.0-7.0% (Dickin *et al.* 2011), gandum *oat* 10-20% (Lee *et al.* 2009), dan jamur Chaga (*Inonotus obliquus*) 10.1-10.7% (Rhee *et al.* 2008). Jika dibandingkan, kadar β -glukan pada jamur tiram putih dalam penelitian ini hampir sama dengan kadar pada gandum *barley*, dan sedikit lebih kecil daripada pada jamur Chaga dan gandum *oat* yang sudah dimanfaatkan, sehingga jamur tiram putih dapat dijadikan sebagai sumber β -glukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil uji sidik ragam, penggunaan limbah substrat jamur tiram atau SMS dan juga pemberian nutrisi tambahan berupa POC berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil panen budidaya jamur tiram. SMS dapat memberikan nutrisi tambahan lebih untuk pertumbuhan jamur tiram, mempercepat waktu panen pertama walaupun bobot total tubuh buah yang panen tidak begitu banyak. Perlakuan yang tepat untuk budidaya jamur tiram yaitu 75% SMS dan 25% SSB, dengan konsentrasi POC 0.2% atau 0.5%. Jamur tiram putih hasil budidaya memiliki komposisi gizi dan komponen bioaktif seperti senyawa β -glukan yang relatif tinggi.

Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk lebih mengetahui pengaruh pupuk organik cair terhadap hasil panen jamur tiram, dengan konsentrasi berbeda dan waktu penelitian yang lebih lama. Penelitian tentang penggunaan kembali limbah substrat jamur tiram dari bahan baku yang berbeda juga perlu dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan sebagian dari Penelitian Fundamental untuk Perguruan Tinggi dengan Skema: Penelitian Dasar untuk Bagian BOPTN dapat diselesaikan. Laporan ini disusun berdasarkan hasil kegiatan yang didanai oleh Dana DIPA IPB Tahun Anggaran 2014 Kode Mak : 102/IT3.11/LT/2014. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Analytical Communities. 2012. Insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods. Di dalam: Latimer GW, editor. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Volume 2. *Enzymatic-gravimetric-liquid chromatography*. Maryland (US): AOAC International. Chapt 32 hlm 31-41.
- [AOAC] Association of Analytical Communities. 2012. Sodium in fruits and fruit products. Di dalam: Latimer GW, editor. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Volume 2. *Flame spectrophotometric method*. Maryland (US): AOAC International. Chapt 37 hlm 8.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*. Jakarta (ID): Dewan Standardisasi Nasional.
- Ake M, Fabre H, Malan AK, Mandrou B. 1998. Column liquid chromatography determination of vitamins A and E in powdered milk and local flour: a validation procedure. *J Chromatogr A*. 826:183-189.
- Aslam J, Mohajir MS, Khan SA, Khan AQ. 2003. HPLC analysis of water-soluble vitamins (B1, B2, B3, B5, B6). *Afr J Biotechnol*. 7(14):2310-2314.
- Chang ST, Miles PG. 1989. *Edible Mushroom and Their Cultivation*. Florida (US): CRC Press.
- Chang ST, Miles PG. 2004. *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. Florida (US): CRC Press.
- Dickin E, Steele K, Frost G, Edward-Jones G, Wright D. 2011. Effect of genotype, environment and agronomic management on β -glucan concentration of naked barley grain intended for health food use. *Journal of Cereal Science*. 54(1):44-52. doi: 10.1016/j.jcs.2011.02.009.
- Grogan HM, Noble R, Gaze RH, Fletcher JT. 1997. Compost inoculation and control of *Trichoderma harzianum* - a weed mold of mushroom cultivation. *Mushroom News*. 45(4):29-36.
- Herliyana EN. 2007. Potensi lignolitik jamur pelapuk kayu kelompok *Pleurotus* [disertasi]. Bogor (ID): Sekolah Pascasarjana IPB.
- Herliyana EN, Nandika D, Sudirman LL, Witarto AB. 2008. Biodegradasi substrat gergajian kayu sengon oleh jamur kelompok *Pleurotus* asal Bogor. *J Trop. Wood Sci Technol*. 6(2):75-84.
- Herliyana EN. 2014. *Biodiversitas Cendawan & Potensinya di Indonesia*. Bogor (ID): IPB Press.
- Lee S, Inglett GE, Palmquist D, Warner K. 2009. Flavor and texture attributes of foods containing β -glucan-rich hydrocolloids from oats. *LWT - Food Science and Technology*. 42(1):350-357. doi: 10.1016/j.lwt.2008.04.004.
- Liu J, Sun L, Hu Z, Wang S, Zhu H, Qiao J. 2013. A comparison of low temperature alkali and high temperature acid pretreatments for improving saccharification of spent mushroom substrate. *IERI Procedia*. 5:184-188. doi: 10.1016/j.ieri.2013.11.090.
- Maji PK, Sen IK, Devi KSP, Maiti TK, Sikdar SR, Islam SS. 2013. Structural characterization of a biologically active glucan isolated from a hybrid mushroom strain *pfl1v* of *Pleurotus florida* and *Lentinula edodes*. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 2:73-83. doi: 10.1016/j.bcdf.2013.09.002.
- Megazyme. 2008. Mushroom and yeast beta-glucan assay procedure K-YBGL 04/2008. Irelandia: Megazyme International Ireland Ltd.
- Mutakin J. 2006. Uji kultivasi dan efisiensi biologi jamur tiram (*Pleurotus* spp.) liar dan budidaya [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kartika L. 1992. Pertumbuhan jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) (Jacq. Fr.) Kummer) pada campuran serbuk gergaji kayu jeungjing dan tongkol jagung [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Palacios I, Lozano M, Moro C, Arrigo MD, Rostagno MA, Martinez JA, Garcia-Lafunte A, Guillamón E, Villares A. 2011. Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushroom. *Food Chem*. 128(3):674-678. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.03.085.
- Pourali A, Afrouziyeh M, Moghaddaszadeh-ahrabi S. 2014. Extraction of phenolic compounds and quantification of the total phenol of grace pomace. *Eur J Exp Bio*. 4(1):174-176.
- Rodriguez RMA, Oderiz VML, Hernandez LJ, Lozano SJ. 1992. Determination of vitamin C and organic acids in various fruits by HPLC. *J Chromatogr Sci*. 30(11):433-437.
- Rhee SJ, Cho SY, Kim KM, Cha DS, Park HJ. 2008. A comparative study of analytical methods for alkali-soluble β -glucan in medicinal mushroom, Chaga (*Inonotus obliquus*). *LWT - Food Science and Technology*. 41(3):545-549. doi: 10.1016/j.lwt.2007.03.028.
- Suriawiria U. 2002. *Budidaya Jamur Tiram*. Yogyakarta (ID): Penerbit Kanisius.
- Synytysya A, Mičková K, Synytysya A, Jablonský, Spěváček J, Erban V, Kovářiková E. 2009. Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity. *Carbohydrate Polymers*. 76(4):548-556. doi: 10.1016/j.carbpol.2008.11.021.

- Vieira PAF, Gontijo DC, Vieira BC, Fontes EAF, Assunção LS, Leite JPV, Oliveira MGA, Kasuya MCM. 2013. Antioxidant activities, total phenolics and metal contents in *Pleurotus ostreatus* mushroom enriched with iron, zinc or lithium. *LWT - Food Science and Technology*. 54(2):421-425. doi: 10.1016/j.lwt.2013.06.016.
- Widiastuti H, Gunawan AW. 1991. Pemanfaatan limbah pabrik kertas sebagai campuran medium dalam budidaya jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*). *Seminar Ilmiah dan Kongres Biologi Nasional X*; 1991 Sep 24-26; Bogor, Indonesia.
- Widiastuti H, Panji T. 2008. Produksi dan kualitas jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) pada beberapa konsentrasi limbah *sludge* pabrik kertas. *Menara Perkebunan*. 76(2):104-116