Hayati, Juni 1995, hlm. 23-27
ISSN 0854-8587

Vol. 2, No. 1

Campuran Serbuk Gergaji Kayu Sengon dan Tongkol Jagung sebagai Media untuk Budi Daya Jamur Tiram Putih

(*Mixture of Sawdust of Sengon Wood and Corn Cob as Medium for White Oyster Mushrooms Cultivation*)

LILY KARTIKA, YUSTINA M.P.D. PUDYASTUTI, DAN AGUSTIN WYDIA GUNAWAN*
Jurusan Biologi FMIPA IPB, Jalan Raya Pajajaran, Bogor 16144

Diterima 13 Januari 1995/Disetujui 4 April 1995

In addition to corn cobs, sawdust is the most common cultivation medium for white oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kummer). Mixtures of compost made from *sengon* (*Paraserianthes falcataria* (L.) Fosb.) wood sawdusts and corn cobs ground with ratio 4:0, 3:1, 1:1, 1:3, and 0:4 were used as medium of white oyster mushroom. The medium were placed in two shelves with different height. The results showed that the mycelia grew significantly faster on the mixed medium than that on the single component medium. The mushrooms also grew better in the medium placed in the lower shelf than that in the upper shelf. However, the lenght of time needed for the appearance of the primordia, the weight of mushroom caps and stipes, cap diameter, and the number of basidioma were not significantly affected by both the medium and the placement of the cultures. The biological efficiency of the white oyster mushroom was approximately 38 to 43%.

PENDAHULUAN

Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kummer) merupakan jamur pangan yang cukup bergizi (Crisan dan Sands, 1978; Chang dan Miles, 1989).

Jamur tiram putih (JTP) dapat dibudidayakan pada batangan kayu atau media tanam. Media tanam dapat berasal dari limbah pertanian seperti serbuk gergaji kayu dan tongkol jagung (Chang dan Miles, 1989). Produksi kayu gergajian di Indonesia, jumlahnya dari tahun ke tahun semakin meningkat, tahun 1986 sebanyak 2.64 juta m^3 dan pada tahun 1989 menjadi 10. 24 juta m^3 (Biro Pusat Statistik, 1991). Rendemen penggergajian berkisar antara 50-60% atau rata-rata 55%, berarti sisa kayu yang tidak terpakai sekitar 45% dan 15% dari jumlah tersebut berupa serbuk gergaji (Suryaningrat *et al.*, 1989). Produksi jagung juga semakin meningkat sehingga limbah tongkolnya semakin banyak. Pada tahun 1987 produksi jagung di Indonesia ialah 5155.7 ton dan pada tahun 1990 meningkat menjadi 6734.4 ton (Biro Pusat Statistik, 1991).

Pemanfaatan jenis-jenis limbah untuk budi daya jamur akan membantu memecahkan masalah penumpukan limbah, menciptakan lapangan kerja baru, serta meningkatkan pendapatan bagi petani dan pengusaha (Winarno, 1985).

Hasil penelitian Widiastuti dan Gunawan (1991) menunjukkan bahwa pencampuran serbuk gergaji kayu sengon dengan limbah pabrik kertas dapat meningkatkan produksi JTP. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan jamur tiram putih pada campuran kompos serbuk gergaji kayu sengon dan kompos tongkol jagung, pada dua ketinggian rak, dan menghitung efisiensi biologinya.

*Penulis untuk korespondensi

BAHAN DAN METODE

Media Bibit dan Pembibitan. Biakan murni diperoleh dengan cara mengisolasi jaringan antara tudung dan tangkai dari basidioma jamur tiram putih dewasa yang diperoleh dari satu perusahaan jamur tiram putih di Bogor. Bagian tersebut dibelah secara longitudinal, kemudian diambil jaringan sebesar 2 mm x 2 mm, lalu diinokulasikan ke dalam tabung yang berisi media Agar Sukrosa Kentang (ekstrak dari umbi kentang 200 g, sukrosa 20 g, agar-agar batang 20 g, air suling sehingga media mecapai satu liter) dan diinkubasikan pada suhu ruang (23-30°C) (Gunawan, 1991).

Media bibit JTP dibuat dengan menggunakan biji sorgum (Gunawan, 1992) sebagai berikut: biji sorgum sebanyak 100 g direbus selama 15 menit, ditiriskan dan dimasukkan ke dalam botol bibit yang bersih. Selanjutnya botol disumbat dengan kapas lalu ditutup dengan kertas dan diikat dengan karet, kemudian disterilkan. Sterilisasi dilakukan di dalam autoklaf pada tekanan 2 kg/cm^2 selama 15 menit, lalu didinginkan. Biakan murni JTP pada media Agar Sukrosa Kentang (0.5 cm x 0.5 cm) diinokulasikan pada media biji sorgum steril secara aseptik, kemudian diinkubasikan selama 2-3 minggu dalam ruangan yang agak gelap pada suhu ruang.

Media Tanam dan Penanaman. Bahan yang digunakan sebagai media tanam ialah serbuk gergaji kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Fosb.) dan tongkol jagung Serbuk gergaji kayu sengon diperoleh dari tempat penggergajian kayu Parung Kuda Sukabumi, sedangkan tongkol jagung diperoleh dari kebun percobaan Budi Daya Pertanian Faperta IPB Bogor. Tongkol jagung dihancurkan dengan mesin pemecah biji-bijian jenis Hammermil sehingga mempunyai diameter dua milimeter, ukuran ini hampir sama dengan ukuran serbuk gergaji kayu yang digunakan.

Serbuk gergaji kayu sengon sebanyak 86.5 kg dicampur dengan 10 kg dedak, 1.5 kg gips, 1.5 kg kapur dan 0.5 kg kotoran ayam. Semua bahan dicampur sampai rata sambil dibubuhi air sehingga campuran tersebut jika digenggam tetap menggumpal dan tidak ada air yang menetes. Komposisi campuran yang sama dikerjakan untuk tongkol jagung. Selanjutnya bahan ini dikomposkan, masing-masing dibuat gundukan setinggi satu meter dan ditutup plastik hitam tebal selama sepuluh hari. Selama pengomposan dilakukan dua kali pembalikan gundukan bahan yaitu pada hari ke-3 dan ke-7. Suhu kompos diukur pada kedalaman 20 cm dari permukaan gundukan setiap pagi. Pada akhir masa pengomposan dilakukan pengukuran pH, nisbah C/N, dan kadar air dari kedua bahan kompos.

Kedua bahan kompos tersebut dicampur sebagai media tanam dengan perbandingan kompos serbuk gergaji kayu sengon (S) dan kompos tongkol jagung (J) untuk masing-masing perlakuan sebagai berikut 4:0, 3:1, 1:1, 1:3, dan 0:4 berdasarkan bobot kompos. Selanjutnya kelima macam campuran disebut sebagai media tanam S4J0, S3J1, S1J1, S1J3, dan S0J4. Media tanam masing-masing sebanyak 9 kg dimasukkan ke dalam kantung plastik tahan panas yang berukuran 18 cm x 25 cm dan dibentuk seperti botol. Lubang pada leher botol disumbat dengan kapas yang dibungkus dengan plastik (Gunawan, 1991). Setelah itu kantung berisi media ini disterilkan di dalam autoklaf pada tekanan 2 kg/cm^2 selama dua jam.

Penanaman bibit dilakukan jika media tanam telah dingin. Sebanyak dua sendok teh bibit diinokulasikan ke dalam tiap-tiap kantung media tanam secara aseptik. Kemudian sumbat diganti dengan kapas steril yang baru, lalu ditutup dengan kertas.

Penempatan Media Tanam. Media tanam yang telah diberi bibit ditempatkan pada dua tingkat rak di dalam rumah jamur. Rak atas dengan ketinggian 140 cm dari permukaan tanah, sedangkan rak bawah dengan ketinggian 80 cm dari permukaan tanah.

Pemeliharaan. Kantung-kantung media tanam diinkubasi di dalam rumah jamur sampai miselium JTP memenuhi seluruh permukaan media. Selanjutnya, kertas penutup sumbat dibuka dan media tanam mulai disiram setiap hari.

Rancangan Percobaan. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan lima perlakuan media tanam yaitu S4J0, S3J1, S1J1, S1J3, dan S0J4. Masing-masing perlakuan diletakkan pada dua tingkat rak sebagai kelompok dan pada masing-masing perlakuan dari setiap kelompok diulang sebanyak 20 kali.

Pengamatan. Peubah yang diamati yaitu laju pertumbuhan miselium, waktu munculnya primordium, bobot dan diameter tudung, bobot tangkai dan jumlah basidioma.

Pertumbuhan miselium pada media tanam diukur setiap dua hari sekali sampai miselium memenuhi media. Ketika miselium telah memenuhi media kertas, penutup sumbat dibuka, dan media tanam mulai disiram setiap hari. Waktu yang diperlukan untuk pembentukan primordium dicatat kemudian diamati perkembangannya sampai menjadi dewasa. Basidioma dewasa dipanen, kemudian ditimbang bobot tudung dan tangkai, serta diukur diameter tudung, dan jumlah basidioma. Pengamatan basidioma dewasa dilakukan sampai tiga kali panen. Bobot total jamur digunakan untuk menghitung efisiensi biologi (Chang, 1980).

Selama pertumbuhan dan perkembangan jamur, suhu minimum dan maksimum di dalam rumah jamur diukur setiap hari. Untuk mengetahui kelembaban relatif setiap hari dilakukan pengukuran dengan pH-meter pada pukul 08.00, 12.00 dan 16.00.

HASIL

Pertumbuhan Miselium pada Media Agar dan Media Biji Sorgum. Biakan murni JTP yang dibuat dengan teknik kultur jaringan pada media Agar Sukrosa Kentang mulai memperlihatkan pertumbuhan pada hari ke-3 setelah inokulasi. Miselium JTP ini terus berkembang dan memenuhi media ini pada hari ke-12.

Media biji sorgum yang digunakan sebagai media bibit mempunyai kadar air 58.7% dengan pH 5.8. Miselium JTP yang berasal dari biakan murni mulai tampak tumbuh pada media biji sorgum pada hari ke-2 setelah inokulasi, dan pada hari ke-16 sudah menutupi seluruh biji sorgum. Pada percobaan ini bibit yang digunakan berumur 18 hari.

Kompos sebagai Media Tanam. Selama pengomposan serbuk gergaji kayu dan tongkol jagung terjadi kenaikan suhu dan pada hari ke-10 suhu masih cukup tinggi (Tabel 1). Kedua jenis kompos ini berwarna coklat kehitaman. Kompos serbuk gergaji kayu sengon mempunyai pH awal 5.4, nisbah C/N 67.8, serta kadar air 51.9%, sedangkan kompos tongkol jagung mempunyai pH awal 7.7, nisbah C/N 51.6, serta kadar air 50.7%.

Tabel 1. Suhu selama Pengomposan Serbuk Gergaji Kayu Sengon dan Tongkol Jagung

Hari ke	Temperatur (°C) Serbuk Gergaji Kayu Sengon	Temperatur (°C) Tongkol Jagung
1	39.0	42.3
2	44.8	51.0
3[a]	46.0	51.6
4	47.0	52.2
5	42.3	50.7
6	39.3	47.9
7[b]	37.3	49.0
8	39.8	51.5
9	39.0	50.7
10	35.6	45.0

[a] Waktu pembalikan pertama, [b] waktu pembalikan kedua

Pertumbuhan Miselium pada Media Tanam. Pertumbuhan miselium JTP pada media tanam mulai tampak pada hari ke-4 setelah inokulasi. Waktu yang diperlukan untuk pertumbuhan miselium dari bagian leher menuju bagian bawah media yang tingginya 13 cm dengan bobot 9 kg antara 17 sampai 19 hari. Pertumbuhan miselium JTP di dalam media campuran kompos serbuk gergaji kayu dan tongkol jagung dapat dibedakan dengan nyata jika dibandingkan dengan media kompos serbuk gergaji kayu ataupun tongkol jagung saja (Tabel 2).

Waktu Munculnya Primordium dan Perkembangannya. Primordium JTP muncul antara 39 sampai 45 hari setelah tanam (Tabel 2). Semua media yang dicobakan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap waktu munculnya

Tabel 2. Pengaruh Media Tanam terhadap Laju Pertumbuhan Miselium serta Munculnya Primordium

Media Tanam*	Laju Pertumbuhan Miselium (mm/hari)	Waktu Munculnya Primordium (hari)
S4J0	7.1 a	42 a
S3J1	7.6 b	39 a
S1J1	7.7 b	42 a
S1J3	7.5 b	42 a
S0J4	7.1 a	45 a

Angka-angka pada tiap kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%

*S: Kompos serbuk gergaji kayu sengon, J: kompos tongkol jagung, angka menunjukkan komposisi campuran berdasarkan bobot kompos

primordium. Selanjutnya primordium berkembang menjadi basidioma dewasa dan mencapai stadium panen dalam waktu 2-3 hari.

Bobot Tudung dan Tangkai Jamur. Rata-rata bobot tudung dan tangkai jamur pada semua media memberikan hasil yang tidak berbeda nyata (Tabel 3). Basidioma dewasa terdiri dari tangkai dan tudung, kira-kira 20% dari beratnya merupakan tangkai, sedangkan 80% nya ialah tudung.

Diameter Tudung dan Jumlah Basidioma. Diameter tudung dan jumlah basidioma pada semua media tanam tidak memberikan hasil yang berbeda nyata (Tabel 3). Diameter tudung pada media S4J0, S3J1, S1J1, S1J3, dan S0J4 berturut-turut antara 4.0-13.6 cm, 4.0-14.7 cm, 4.0-15 cm, 4.0-12.5 cm, dan 4.0-12.3 cm dengan rata-ratanya antara 6.7-6.8 cm.

Tabel 3. Pengaruh Media Tanam Terhadap Rata-rata Bobot Tudung dan Tangkai Jamur, serta Diameter Tudung dan Jumlah Basidioma pada Ketiga Panenan

Media Tanam*	Bobot Tudung (g/kantung)	Bobot Tangkai (g/kantung)	Diameter Tudung (cm)	Basidioma per Kantung (buah)
S4J0	144.9	40.0	6.7	20
S3J1	145.2	42.4	6.7	21
S1J1	142.2	38.5	6.7	20
S1J3	137.7	40.4	6.7	22
S0J4	133.1	35.4	6.8	20

*S: Kompos serbuk gergaji kayu sengon, J: kompos tongkol jagung, angka menunjukkan komposisi campuran

Rata-rata bobot tudung dan tangkai untuk setiap kali panen menurun sebesar 18.2% pada panen ke-2 dan 20.0% pada panen ke-3 untuk tudung, dan 39.5% pada panen ke-2, serta 39.7% pada panen ke-3 untuk tangkai (Tabel 4).

Pengaruh Ketinggian Rak. Pengelompokan dilakukan berdasarkan asumsi adanya perbedaan suhu dan kelembaban pada rak yang berbeda ketinggiannya. Pada saat inkubasi media tanam di dalam rumah jamur, rata-rata suhu minimum rak atas 22.2°C, dan rata-rata suhu maksimumnya 31.7°C. Sedangkan pada rak bawah rata-rata suhu minimum 22.4°C, dan rata-rata suhu maksimum 29.2°C. Rata-rata kelembaban relatifnya pada pagi hari 95.8%, siang hari 87.9% dan sore hari 91.8%.

Tabel 4. Rata-rata Bobot Tudung dan Tangkai pada Setiap Panen

Panen ke	Bobot Tudung (g/kantung)	Bobot Tangkai (g/kantung)
1	57.0	20.0
2	46.6	12.1
3	37.3	7.3

Ketinggian rak ternyata hanya memberikan pengaruh yang berbeda nyata untuk pertumbuhan miselium JTP (Tabel 5). Laju pertumbuhan miselium pada rak bawah lebih cepat daripada rak atas. Selanjutnya ketinggian rak tidak berpengaruh terhadap waktu munculnya primordium setelah pembibitan, bobot rata-rata tudung dan tangkai jamur, diameter dan jumlah basidioma jamur. Namun, ada kecenderungan pada rak bawah hasil yang diperoleh untuk tiga peubah yang pertama lebih baik daripada rak atas.

Efisiensi Biologi. Efisiensi biologi (EB) JTP pada media S3J1 memberikan nilai yang paling tinggi yaitu 43.0% sedangkan yang paling rendah dijumpai pada media S0J4 yaitu 38.0% (Tabel 6). Efisiensi biologi ini dihitung berdasarkan bobot total jamur segar yang dihasilkan dibagi berat kering media tanam (Chang, 1980).

Tabel 5. Pengaruh Ketinggian Rak terhadap Rata-rata Laju Pertumbuhan Miselium, Waktu Munculnya Primordium setelah Tanam, Rata-rata Bobot Tudung dan Tangkai, Diameter Tudung serta Jumlah Basidioma

Peubah yang Diamati	Rak Atas	Rak Bawah
Laju Pertumbuhan Miselium (mm/hari)	7.2 a	7.6 b
Waktu Munculnya Primordium (hari)	40.9 a	42.8 a
Rata-rata Bobot Tudung (g/ kantung)	137.4 a	144.9 a
Rata-rata Bobot Tangkai (g/ kantung)	38.9 a	40.0 a
Diameter Tudung (cm)	6.7 a	6.7 a
Jumlah Basidoma (per kantung)	22.0 a	21.0 a

Angka-angka pada tiap baris yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%

Tabel 6. Efisiensi Biologi Jamur Tiram Putih

Media* Tanam	Bobot Hasil Panen I (g)	Bobot Hasil Panen II (g)	Bobot Hasil Panen III (g)	Bobot Total (g)	Efisiensi Biologi (%)
S4J0	79.1	57.0	48.8	184.9	42.7
S3J1	84.6	61.4	41.6	187.6	43.0
S1J1	80.4	61.5	38.8	180.7	41.2
S1J3	74.5	59.2	44.4	178.1	40.3
S0J4	64.3	54.5	49.7	168.5	38.0

*S: Kompos serbuk gergaji kayu sengon, J: Kompos tongkol jagung, angka menunjukkan komposisi campuran berdasarkan bobot kompos

PEMBAHASAN

Laju pertumbuhan miselium pada media campuran kompos serbuk gergaji kayu sengon dan kompos tongkol jagung lebih cepat daripada media tunggal (serbuk gergaji saja atau tongkol jagung saja). Hal ini karena media tanam yang berupa media campuran menghasilkan tekstur yang lebih baik sehingga miselium lebih mudah masuk di antara partikel substrat media, dan menyerap nutrisi yang tersedia dari hasil pengomposan. Di samping itu JTP merupakan cendawan lignoselulolitik sehingga setelah tumbuh dapat merombak lignin dan selulosa dengan enzim ekstraseluler yang dihasilkannya. Namun, kelima perlakuan media tanam tidak mempengaruhi waktu munculnya primordium (Tabel 2).

Pada media tunggal kompos tongkol jagung (S0J4) rata-rata bobot tudung dan tangkai jamur dihasilkan kurang dari media tanam lainnya (Tabel 3). Hal ini diduga karena kandungan lignin dan selulosa pada tongkol jagung rendah sehingga nutrisi yang tersedia bagi JTP sedikit. Tongkol jagung mengandung lignin 5.8% dan selulosa 33.8%. Sedangkan, serbuk gergaji kayu sengon mengandung lignin 27.3% dan selulosa 48.3% (Nurhayati, 1988).

Diameter dan jumlah tudung tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada semua media tanam (Tabel 3). Perbedaan diameter tudung biasanya bergantung pada banyaknya primordium yang tumbuh. Jika primordiumnya banyak maka diameter tudungnya tidak terlalu besar karena nutrisi yang terdapat dalam media tanam akan tersebar pada setiap primordium. Demikian juga sebaliknya jika primordium yang tumbuh sedikit, maka nutrisi yang tersedia untuk setiap primordium akan lebih banyak.

Dalam percobaan ini JTP dapat dipanen tiga kali (Tabel 4). Pada panen ke-2 dan ke-3 terjadi penurunan produksi karena nutrisi di dalam media sudah berkurang. Penurunan produksi JTP setelah panen juga dikemukakan oleh Gunawan (1993).

Nilai nyata rata-rata bobot tudung dan tangkai jamur pada rak bawah cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan bobot jamur pada rak atas (Tabel 5). Hal ini diduga karena suhu pada rak bawah lebih rendah, sehingga kandungan air jamur lebih banyak daripada rak atas. Walaupun demikian produksi jamur yang dihasilkan tidak berbeda nyata pada rak yang berbeda ketinggiannya.

Efisiensi biologi JTP pada media serbuk gergaji kayu sengon sebesar 73.74% (Suprapti, 1988); 52.6% (Gunawan, 1992). Percobaan lain yang dilakukan pada bulan-bulan yang tidak terlalu panas, suhu tidak melebihi 30°C, EB JTP dapat mencapai 89.9-115.3% (Gunawan, 1993). Pada media campuran serbuk gergaji kayu sengon dan limbah pabrik kertas diperoleh nilai EB JTP sampai 126% (Widiastuti dan Gunawan, 1991). Chang (1980) mengemukakan bahwa EB *Pleurotus* dapat mencapai 100% dalam waktu 30-45 hari, berarti setiap satu kilogram bahan kering media tanam dapat menghasilkan satu kilogram jamur segar. Ini berarti bahwa EB JTP yang diperoleh untuk setiap perlakuan pada percobaan ini masih rendah (38-43%). Hal ini kemungkinan antara lain disebabkan oleh kondisi lingkungan dan kualitas media tanam yang berbeda. Suhu merupakan salah satu faktor yang berperan dalam pembentukan primordium. Jika suhu harian mencapai 30°C atau lebih, pembentukan primordium terhambat, kadang kala primordium yang baru muncul tidak dapat berkembang. Suhu untuk pembentukan basidioma umumnya lebih rendah daripada suhu untuk pertumbuhan miselium. Pertumbuhan optimum miselium JPT memerlukan suhu 30°C (Zadrazil, 1978). Media tanam juga berpengaruh bagi pertumbuhan JTP. Selain nutrisi dan teksturnya, pH media agaknya berperan juga bagi pertumbuhan JTP. Block *et al.* (1959) mengemukakan pH optimum untuk pertumbuhan jamur tiram 5.0-6.2. Nilai pH pada kompos tongkol jagung yang cukup tinggi (pH 7.7) agaknya kurang mendukung pertumbuhan JTP. Efisiensi biologi yang paling rendah pada percobaan ini ialah pada kompos tongkol jagung (EB = 38%).

Dari hasil percobaan ini dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan miselium pada media campuran kompos serbuk gergaji kayu sengon dan kompos tongkol jagung lebih cepat dibandingkan dengan media yang hanya terdiri dari satu jenis kompos saja. Namun, semua perlakuan yang dicobakan ternyata tidak mempengaruhi waktu munculnya primordium, bobot tudung, bobot tangkai, diameter tudung dan jumlah basidioma JTP. Rak yang berbeda ketinggiannya menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan miselium, namun tidak diikuti oleh peubah lainnya. Efisiensi biologi paling tinggi (43%) dijumpai pada media campuran serbuk gergaji kayu sengon dan tongkol jagung dengan perbandingan 3:1 dan yang paling rendah (38%) terjadi pada media yang terdiri dari kompos tongkol jagung saja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. B. H. Tampubolon yang telah membantu dalam pengadaan tongkol jagung.

DAFTAR PUSTAKA

Biro Pusat Statistik. 1991. *Statistical Pocketbook of Indonesia*. Jakarta: Biro Pusat Statistik.

Block, S.S., G. Tsao, and L. Hans. 1959. Experiment in the Cultivation of *Pleurotus ostreatus. Mush. Sci.*4:309-323.

Chang, S.T. 1980. Mushroom as Human Food. *Bioscience* 30:399-401.

Chang, S. T. and P.G. Miles. 1989. *Edible Mushrooms and Their Cultivation*. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc.

Crisan, E.V. and A. Sands. 1978. Nutritional Value, p. 137-165. *In* S.T. Chang and W.A. Hayes. (ed.), *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. New York: Academic Press.

Gunawan, A.W. 1991. *Budidaya Jamur*. Bogor: PAU Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor.

Gunawan, A.W. 1992. Budidaya Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Serbuk Gergaji Jeungjing (*Paraserianthes falcataria*). *Tech. Notes* 4(1):20-26.

Gunawan, A.W. 1993. Tiga Metode Aerasi pada Budidaya Jamur Tiram Putih. *J. Mikrobiol. Indon.* 2(2):10-13.

Nurhayati, T. 1988. Analisis Kimia 75 Jenis Kayu dari Beberapa Lokasi di Indonesia. *J. Pen. Has. Hut.* 5(1):6-11.

Suprapti, S. 1988. Pembudidayaan Jamur Tiram pada Serbuk Gergaji dari Lima Jenis Kayu. *J. Pen. Has. Hut.* 5(4):207-210.

Suryaningrat, M., Zuwendra, R. Atmawidjaja, dan S. Manan. 1989. Potensi dan Pemanfaatan Limbah Kayu, hlm. 39-45. *Di dalam* F.G. Suratmo, I. Soerianegara, C.G. Sarajar, dan S. Ruhendi (ed.), *Pemanfaatan Limbah Kayu*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Widiastuti, H. dan A.W. Gunawan. 1991. Pemanfaatan Limbah Pabrik Kertas sebagai Campuran Media dalam Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*), hlm. 70-77. *Di dalam* D. Darnaedi, A.W. Gunawan, A. Hartana, F.X. Koesharto, W.G. Piliang, S.N. Priyono, D.S. Slamet, dan U. Sutisna (ed.), *Biologi Menunjang Ketahanan Bangsa Melalui Perbaikan Mutu Pangan, Kesehatan, dan Lingkungan.* Prosiding Seminar Ilmiah dan Kongres Nasional Biologi X Volume I. Bogor: Perhimpunan Biologi Indonesia dan PAU Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor.

Winarno, F.G. 1985. Penanganan Limbah Tanaman Pangan, hlm. 11-17. *Di dalam* F.G. Winarno, A.F.S. Boediman, T. Silitonga dan B. Soewardi (ed.), *Limbah Pertanian.* Jakarta: Kantor Menteri Muda Urusan Peningkatan Produksi Pangan.

Zadrazil, F. 1978. Cultivation of *Pleurotus*, p. 521-556. *In* S.T. Chang and W.A. Hayes (ed.), *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms.* New York: Academic Press.