

Produksi Jamur Merang (*Volvariella volvacea* (Bull. ex. Fr) Sing). pada Dua Jenis Limbah Kapas

Production of Straw Mushrooms (*Volvariella volvacea* (Bull. ex. Fr) Sing). on Two Types of Cotton Wastes

LISDAR IDWAN SUDIRMAN*, IROS ROSITA, OKKY SETYAWATI DHARMAPUTRA

*Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University, Kampus IPB Darmaga,
Bogor 16680*

Diterima 15 Oktober 2024/Diterima dalam Bentuk Revisi 22 Desember 2024/Disetujui 27 Desember 2024

One of the substrates for the growth of straw mushrooms is cotton waste. Based on the cellulose content, trash cotton and dust cotton were selected as substrates. This research was conducted twice at the dry season. The 3,000 g production substrates were a mixture of trash cotton and straw in a ratio of 2:1 (T_2J_1) and 1:1 (T_1J_1), dust cotton and straw in a ratio of 2:1 (D_2J_1) and 1:1 (D_1J_1). Previously, cotton and straw with the addition of 8% rice bran and 3% lime were composted separately, then mixed, pasteurized and inoculated with 2.5% of spawn. The D_2J_1 substrate produced higher number and bigger of fruit bodies, with the biological efficiency (BE) of 21.22 and 23.03% for the first and the second experiments, while the BE of T_1J_1 were only 16.76% and 5.84% and those of D_1J_1 were 15.63% and 12.45%, those of T_2J_1 were 16.76% and 0.22% for the first and second experiment respectively. The lowest BE value in these experiments due to incomplete vegetative phase, along with the contamination of *Trichoderma* sp. In conclusion, the production of straw mushroom fruiting bodies depends on the type of cotton and its ratio to straw.

Key words: cotton wastes, biological efficiency, straw mushroom

PENDAHULUAN

Jamur merang termasuk jamur yang enak, bertekstur kenyal dan bergizi tinggi, serta sebagai sumber karbohidrat, lemak, protein, serat dan vitamin. Jamur ini baik untuk diet, bahkan telah dikembangkan menjadi tepung dalam pembuatan roti bebas gluten dengan kandungan protein mencapai 28.75% (Wei & Saidan 2022). Punitha & Rajasekaran (2015) melaporkan kandungan protein jamur merang bahkan mencapai 32%, sedangkan Hung dan Nhi (2012) melaporkan 36,5%. Berdasarkan hasil analisis dengan metode CC-MS ditemukan berbagai senyawa yang bersifat obat antara lain bersifat antimikrob, antiperbarahan, antihistamin, mencegah tumor dan kanker, mencegah arterosklerosis, antioksidan, antidiabetes, sebagai bahan kosmetik dan berbagai khasiat obat lainnya (Punitha & Rajasekaran 2015; Acharya *et al.* 2016; Ping *et al.* 2018; Gupta *et al.* 2021; Sangthong *et al.* 2022).

Jamur merang secara alami dapat tumbuh di daerah tropis yang panas, di substrat jerami, tandan kosong

kelapa sawit, limbah aren dan sagu (Paisey dan Abbas 2015), akan tetapi jamur ini telah dibudidayakan baik di substrat alaminya maupun pada berbagai macam limbah pertanian dan kehutanan baik di luar ruangan maupun di dalam ruangan. Yella *et al.* (2021) merangkum hasil penelitian tentang metode budidaya jamur merang, nutrisi dan khasiatnya sebagai obat. Demikian juga Amir *et al.* (2023) merangkum hasil penelitian tentang keragaman substrat produksi jamur merang, mengevaluasi keragaman teknologi budidaya serta merancang rumah jamur pintar dengan Internet of things (IoT).

Jamur merang umumnya dibudidayakan di substrat kompos jerami padi, tetapi jamur ini dapat juga dibudidayakan pada limbah tandan kosong kelapa sawit, limbah kertas (Sharifuddin *et al.* 2022), limbah kapas, campuran limbah kapas dengan jerami padi atau daun pisang kering dan kulit buah pala. Jamur merang umumnya tumbuh dan berproduksi lebih baik pada limbah lignoselulosa dengan kandungan selulosa yang tinggi dibandingkan kandungan lignin, berbeda dengan jamur kayu yang masih bisa tumbuh dan berproduksi pada limbah dengan kandungan lignin yang tinggi. Jadi budidaya jamur merang tidak

*Corresponding author:

E-mail: lisdarma@apps.ipb.ac.id

tergantung pada jerami, bahan baku utamanya dapat disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku tersebut di lokasi budidaya, seperti di daerah Ciamis, Jawa Barat, budidaya jamur merang menggunakan limbah dari proses pembuatan sagu dari pohon aren.

Menurut Hamlyn (1989) dan Reza *et al.* (2023) serat kapas merupakan bahan baku pembuatan tekstil. Secara umum limbah kapas berasal dari pengolahan mekanis kapas mentah sebelum dipintal. Sekitar 7-8% limbah serat dihasilkan dalam pemintalan. Limbah primer (limbah yang mengandung serat pendek yang dapat digunakan) ini cukup berharga dan dapat dimanfaatkan kembali dengan berbagai cara seperti menjadi benang yang lebih kasar, namun limbah sisa atau limbah sekunder yang diperoleh dari berbagai mesin pemintalan mempunyai nilai yang rendah sehingga menarik untuk tujuan budidaya jamur karena mengandung selulosa yang tinggi atau digunakan untuk bahan bakar (*biofuel*).

Umumnya produksi jamur merang pada substrat campuran lebih tinggi bila dibandingkan dengan substrat tunggal. Dusuqi (1991) melaporkan bahwa campuran jerami dan limbah kapas dengan perbandingan 4:1, 3:1, 2:1, dan 1:1 mempunyai nilai EB (efisiensi biologi) masing-masing sebesar 17,2%, 12,2%, 18%, dan 12,3%, lebih tinggi daripada jerami (3,8%) atau kapas saja (10%). Demikian juga campuran limbah kapas dan kelaras pisang dengan perbandingan 4:1, 3:1, 2:1, dan 1:1 lebih tinggi dibandingkan dengan limbah kapas atau kelaras saja (Noviawati 1990; Irawati *et al.* 1999). Menurut Oei (2016), substrat untuk produksi jamur merang dapat merupakan campuran limbah kapas berkisar 50-75% dengan jerami berkisar 25-50% dari bobot kering.

PT. Argo Pantes Tangerang memiliki beberapa jenis limbah kapas hasil proses mekanis pada saat pemintalan benang, yaitu kapas *trash*, kapas AC (*Air Conditioner*), limbah kapas tanpa debu, dan limbah kapas debu. Menurut hasil analisis kimia, kandungan lignin dan selulosa keempat jenis limbah kapas tersebut berbeda, kapas *trash* mengandung 17,78% lignin dan 52,76% selulosa, kapas AC 16,18% lignin dan 73,70% selulosa, limbah kapas tanpa debu 3,67% lignin dan 52,75% selulosa dan limbah kapas debu 4,63% lignin dan 78,77% selulosa (Sudirman, tidak dipublikasikan). Menurut petani jamur merang, produksi jamur merang pada jenis kapas *trash* lebih tinggi dibandingkan dengan jenis kapas lainnya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi yang akurat mengenai jenis limbah kapas yang paling baik sebagai media produksi jamur merang. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui jenis limbah kapas dan komposisi campuran antara limbah kapas dan jerami padi yang paling baik sebagai media produksi jamur merang.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan Biakan Murni dan Biakan Induk.

Biakan murni jamur merang diperoleh dengan mengisolasi dari basidioma jamur merang tingkat primordium (telur) yang diperoleh dari pasar Bogor. Pembuatan biakan murni dilakukan dengan cara mengambil jaringan bagian dalam basidioma berukuran $\pm 2,5 \times 2,5 \times 2,5$ mm dan diinokulasikan pada media agar-agar sukrosa kentang (ASK) di dalam cawan Petri (diameter 9 cm) yang mengandung antibiotik kloramfenikol (500 mg/L). Kemudian cawan diinkubasi pada suhu ruang ($\pm 27^\circ\text{C}$) (Chang dan Miles 2004). Apabila kultur telah murni, selanjutnya inokulum berukuran $\pm 2,5 \times 2,5$ mm diinokulasikan ke media ASK miring untuk pembuatan biakan stok. Biakan induk dibuat dengan cara meremajakan isolat dari biakan stok, yaitu inokulum berukuran $\pm 2,5 \times 2,5$ mm ditumbuhkan pada media ASK di dalam cawan Petri berdiameter 9 cm, kemudian diinkubasi pada suhu ruang ($\pm 27^\circ\text{C}$) sampai miselium memenuhi seluruh permukaan media.

Pembuatan Bibit Induk dan Bibit Produksi.

Pembuatan bibit induk dilakukan dengan cara mengambil tiga potong inokulum berukuran $\pm 1 \times 1$ cm dari biakan induk untuk diinokulasikan ke dalam 100 g bobot basah media bibit induk steril di dalam botol bervolume 330 ml yang terdiri atas 83,5% potongan merang padi (± 2 cm) yang sebelumnya telah direndam di dalam air leding selama satu malam, 15% bekatul, dan 1,5% kapur. Selanjutnya media diinkubasi pada suhu ruang ($\pm 27^\circ\text{C}$) sampai miselium tumbuh memenuhi seluruh permukaan media bibit induk.

Pembuatan bibit produksi dilakukan dengan cara mengambil sekitar satu sendok teh bibit induk untuk diinokulasikan ke dalam 75 g bobot basah media bibit produksi di dalam kantong plastik bening berukuran 25×12 cm. Media bibit produksi terdiri atas campuran jerami dan merang padi dengan perbandingan 1:1, 15% bekatul, dan 1,5% kapur. Kemudian media diinkubasi pada suhu ruang sampai miselium memenuhi seluruh permukaan media, selanjutnya media tersebut siap untuk digunakan.

Pembuatan Media Produksi Jamur Merang.

Bahan baku media produksi jamur merang terdiri atas kapas *trash*, kapas debu yang diperoleh dari PT. Argo Pantes Tangerang, dan jerami padi yang diperoleh dari Cikarawang, Kecamatan Darmaga, Bogor dengan bahan tambahan berupa bekatul dan kapur. Pada penelitian pertama (A) dan kedua (B), umur kapas masing-masing 1 dan 4 bulan sejak menjadi limbah hasil proses pemintalan dan jerami padi masing-masing berumur 1 bulan sejak panen. Setiap 3.000 g (bobot basah) media produksi terdiri

atas 89% bahan baku (campuran kapas *trash* dan jerami padi atau kapas debu dan jerami padi yang telah didekomposisi) ditambah dengan 8% bekatul dan 3% kapur (CaCO_3).

Pengomposan Bahan Baku Media Produksi Jamur Merang. Kapas *trash*, kapas debu, dan jerami padi masing-masing dikomposkan secara terpisah. Apabila setiap perlakuan dibutuhkan media produksi 3.000 g (bobot basah) dengan tiga ulangan, maka untuk empat perlakuan, bobot basah kapas *trash* dan kapas debu yang dibutuhkan untuk pengomposan masing-masing minimal 9.345 g, jerami padi minimal 13.350 g, bekatul 2.880 g (8%) dan kapur 1.080 g (3%). Apabila diasumsikan penyusutan media produksi berkisar 13,75% (Sudirman, tidak dipublikasikan) maka untuk mengatasi penyusutan bahan selama pengomposan, maka bobot basah kapas *trash* dan kapas debu yang dibutuhkan masing-masing menjadi 10.680 g, jerami menjadi 14.240 g. Pada proses pengomposan 8% bekatul dan 3% kapur ditambahkan secara bertahap (Sukendro *et al.* 2001).

Pengomposan diawali dengan merendam masing-masing bahan di dalam air leding selama 2 jam (Irawati *et al.* 1999; Sukendro *et al.* 2001), kemudian diperas sampai tidak ada air menetes ketika digenggam untuk memperkirakan bahwa kadar air telah memadai, akan tetapi dilakukan juga penentuan kadar air. Sebelum pengomposan, baik kapas *trash*, kapas debu maupun jerami masing-masing dibagi menjadi tiga bagian secara merata untuk memudahkan dalam mencampur bahan tambahan, kemudian diberi kapur 2% secara merata. Setelah diberi kapur, masing-masing bagian tersebut dicampur dan dibuat tumpukan berukuran $60 \times 60 \times 20$ cm. Kemudian ditutup rapat dengan plastik dan didiamkan sampai kompos matang dengan ciri kompos tidak berbau amoniak lagi.

Selama pengomposan dilakukan dua kali pembalikan kompos, yaitu pada hari ke-5 dan ke-10 dengan cara bagian bawah kompos diletakkan pada bagian atas kompos. Untuk semua jenis bahan kompos pada hari ke-5 ditambahkan 1% kapur dan 4% bekatul, sedangkan pada hari ke-10 ditambahkan 4% bekatul. Cara pemberian kapur dan bekatul sama seperti yang diterangkan pada pemberian kapur di awal pengomposan. Setelah kompos tidak berbau lagi, kompos siap digunakan sebagai media produksi.

Setelah pengomposan, masing-masing kompos diukur nilai pH dan kadar airnya. Sebelum kompos dicampur untuk media produksi, masing-masing kompos dianalisis nilai rasio C/N. Kadar C-organik total dan N-total kompos ditentukan berdasarkan Horwitz (2005). Kemudian masing-masing kompos dicampur sesuai perlakuan. Perlakuan terdiri atas kapas *trash* dan jerami padi dengan perbandingan 2:1 (T_2J_1) dan 1:1 (T_1J_1); kapas debu dan jerami padi

dengan perbandingan 2:1 (D_2J_1) dan 1:1 (D_1J_1). Setiap perlakuan dibuat tiga ulangan, sehingga terdapat 12 unit percobaan. Setiap 3.000 g media produksi ditempatkan pada kotak-kotak kayu berukuran $45 \times 25 \times 10$ cm. Selanjutnya dari setiap perlakuan diambil sampel untuk penentuan kadar air media produksi sebelum media dipasteurisasi. Kadar air ditentukan berdasarkan AOAC (1980). Pengukuran setiap sampel dilakukan duplo.

Pasteurisasi Media Produksi dan Penanaman Bibit Jamur Merang. Media produksi ditempatkan pada rak pasteurisasi yang berukuran $75 \times 36 \times 74$ cm dan terdiri atas dua tingkat, sehingga hanya memuat empat kotak kayu untuk satu kali pasteurisasi. Kemudian rak ditutup rapat dengan plastik bening lembaran tahan panas dan diberi lubang pada salah satu bagian samping untuk memasukkan selang tempat mengalirkan uap panas. Pasteurisasi dilakukan dengan cara mengalirkan uap panas (suhu $\pm 60^\circ\text{C}$) melalui selang tersebut dan dipertahankan selama 6 jam. Setelah itu suhu media dibiarkan turun hingga mencapai $34\text{--}38^\circ\text{C}$ (Oei 2016). Selanjutnya media produksi diinokulasi dengan 2,5% bibit produksi (Noviawati 1990), kemudian media ditutup kulit sintetik bahan kursi berwarna hitam steril, suhu dipertahankan 35°C tetapi tidak melebihi 40°C (Oei 2016) dan ditempatkan pada rak pemeliharaan jamur berukuran $83 \times 59,5 \times 180$ cm untuk diinkubasi dengan tujuan merangsang pertumbuhan miselium.

Pemeliharaan dan Pemanenan Jamur Merang. Plastik penutup kotak kayu dibuka setelah miselium memenuhi media produksi. Kemudian media disemprot air leding dari botol semprot supaya tetap lembab dan ditempatkan kembali pada rak pemeliharaan untuk dipelihara hingga masa panen selesai. Rak jamur ditutup rapat dengan plastik bening lembaran dan dibuat jendela di bagian depan dan samping rak supaya memudahkan penyiraman sewaktu pemeliharaan. Basidioma jamur dipanen pada tingkat primordium telur. Masa panen berhenti ketika media tidak menghasilkan basidioma jamur lagi.

Peubah yang diamati yaitu bobot basah, jumlah, tinggi, dan diameter basidioma jamur merang selama produksi. Selain itu diamati pula suhu dan kelembaban relatif di dalam rak pemeliharaan, suhu dan pH media produksi, serta organisme kontaminan yang tumbuh pada media produksi selama pemeliharaan. Pengamatan suhu dan kelembaban relatif dilakukan pada waktu pagi, siang dan sore hari masing-masing pada pukul 06.00-08.00, 11.00-13.00, dan 16.00-18.00 WIB.

Pencegahan kontaminan dilakukan dengan menyemprotkan 0,5% air kapur pada media produksi (Oei 2016). Pada penelitian ini, kontaminan *Trichoderma* pada media produksi dihambat

pertumbuhannya dengan cara menyemprotkan air kapur 2% pada koloni *Trichoderma*. Kontaminan *Coprinus* dihilangkan dengan cara mengambilnya secara manual, kemudian dibuang supaya tidak mengganggu perkembangan basidioma jamur merang.

Efisiensi Biologi Jamur Merang. Efisiensi biologi (EB) jamur ditentukan dengan rumus (Chang & Miles 2004):

$$EB = \frac{BB \text{ total basidioma (total panen)} \times 100\%}{\text{Bobot kering substrat}}$$

keterangan:

BB : bobot basah

HASIL

Bibit Induk dan Bibit Produksi. Miselium biakan induk memenuhi media ASK di dalam cawan Petri (diameter 9 cm) setelah 9 hari inkubasi. Sementara itu miselium memenuhi 100 g bibit induk di dalam botol bervolume 330 ml berkisar 14-17 hari tetapi inokulum dari bibit induk memenuhi permukaan 75 g media bibit produksi setelah 6-7 hari yang segera diinokulasikan ke media produksi.

Pengomposan. Kadar air masing-masing bahan setelah direndam dan setelah pengomposan dapat dilihat pada Tabel 1. Setelah pengomposan, kadar air kapas trash menurun dari 80,63% menjadi 74,20% (penelitian A) dan dari 76,44 menjadi 68,30% (penelitian B), kapas debu menurun dari 78,37% menjadi 49,04% (penelitian A) dan dari 72,88% menjadi 71,51% (penelitian B), sedangkan untuk jerami, kadar air meningkat dari 67,80% menjadi 73,78% (penelitian A) dan menurun dari 81,18% menjadi 69,03% (penelitian B). Baik penelitian A maupun B, pH bahan setelah pengomposan yaitu 6,9. Nilai C-organik total, N-total, dan nilai rasio C/N bahan kompos setelah pengomposan pada penelitian B dapat dilihat pada Tabel 2. Analisis bahan kompos tidak dilakukan pada penelitian A dengan asumsi bahan dan metode pengomposan pada penelitian A dan B sama.

Baik penelitian A maupun B, pengomposan dilakukan selama 10 hari. Pada hari ke-10 pengomposan terdapat miselium berwarna putih memenuhi permukaan masing-masing bahan kompos. Warna kompos pada kapas trash dan kapas debu sedikit kehitaman dengan struktur kompos cukup remah, sedangkan kompos jerami berwarna kecoklatan dengan struktur kompos remah.

Fase Vegetatif Jamur Merang. Pada penelitian A, fase vegetatif (miselium) jamur merang memenuhi media T_2J_1 , T_1J_1 , D_2J_1 , dan D_1J_1 masing-masing pada kisaran hari ke-8-13, hari ke-7, hari ke-7, dan kisaran hari ke-7-11 setelah inokulasi (SI). Kulit sintetik penutup kotak dibuka secara bersamaan pada hari

ke-7. Hampir semua permukaan media D_2J_1 dan D_1J_1 terlihat basidioma kontaminan *Coprinus*. Pada hari ke-13, salah satu ulangan dari perlakuan T_2J_1 pada permukaan medianya dipenuhi miselium kontaminan *Trichoderma*.

Pada penelitian B, miselium memenuhi media T_2J_1 , T_1J_1 , D_2J_1 , dan D_1J_1 masing-masing pada hari ke-11, hari ke-8, hari ke-8, dan kisaran hari ke-10-20 SI. Kulit sintetik penutup kotak dibuka secara bersamaan pada hari ke-8. Pada media T_2J_1 miselium tipis, tidak menyebar dan terlihat basidioma kontaminan *Coprinus*.

Fase Reproduksi Jamur Merang. Miselium kemudian berkembang memasuki fase reproduktif yang terdiri atas tingkat primordium pentul, kancing, dan telur (Gambar 1). Pemanenan dilakukan pada tingkat telur. Pada penelitian A dan B, tingkat telur terbentuk masing-masing pada hari ke-13-18 dan hari ke-13-26 SI dengan periode panen berlangsung masing-masing selama 14-23 hari dan 13-29 hari.

Hasil Panen Jamur Merang. Pada ke dua penelitian (A dan B), bobot basah total tubuh buah jamur merang dari media D_2J_1 berbeda nyata dengan media T_2J_1 , tetapi pada penelitian B, bobot basah total tubuh buah jamur merang dari media D_1J_1 juga berbeda nyata dengan media T_2J_1 . Media D_2J_1 menghasilkan bobot basah total tertinggi dibandingkan dengan ketiga media lainnya, baik pada penelitian A (212,63 g) maupun penelitian B (230,75 g) (Gambar 2). Hasil ini sejalan dengan jumlah basidioma dan ukuran basidioma. Media D_2J_1 menghasilkan jumlah basidioma tertinggi dibandingkan dengan ketiga media lainnya, baik pada penelitian A (45 buah) maupun penelitian B (31 buah) dan ukuran yang relatif lebih besar, baik pada penelitian A (2,0-4,0 cm × 1,6-3,0 cm) maupun penelitian B (2,0-4,5 cm × 1,7-3,2 cm).

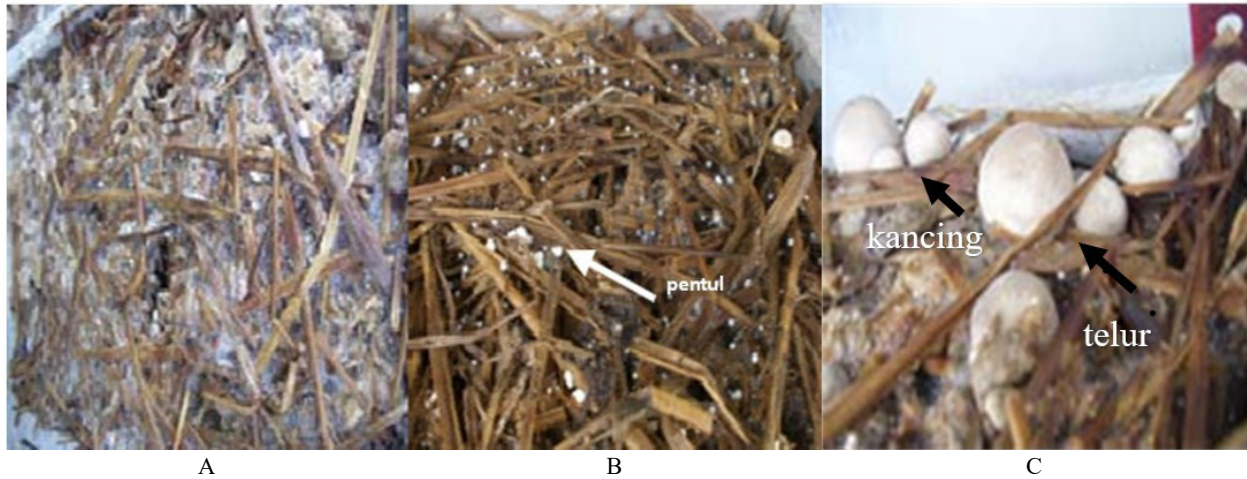
Tabel 1. Kadar air bahan untuk substrat produksi jamur merang

Bahan	Setelah direndam		Setelah pengomposan	
	Kadar air (%) ^A	Kadar air (%) ^B	Kadar air (%) ^A	Kadar air (%) ^B
Kapas trash	80,63	76,44	74,20	68,30
Kapas debu	78,37	72,88	49,04	71,51
Jerami padi	67,80	81,18	73,78	69,03
T_2J_1			TD	71,64
T_1J_1			TD	69,12
D_2J_1			TD	66,60
D_1J_1			TD	67,34

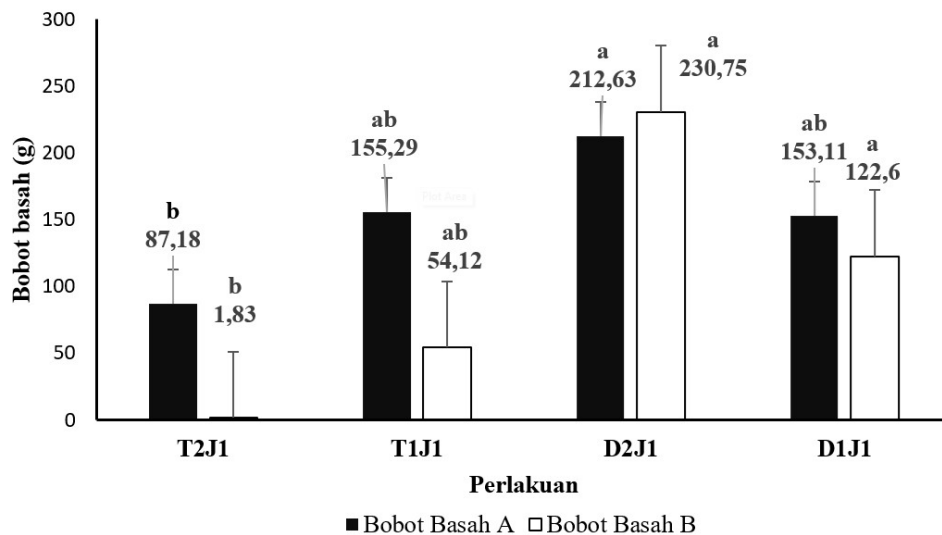
^A: penelitian A, ^B: penelitian B, T: kapas trash, D: kapas debu, J: jerami padi, 2 dan 1: 2:1, TD: tidak dianalisis

Tabel 2. Nilai C-organik total, N-total, dan rasio C/N bahan setelah pengomposan (penelitian B)

Bahan	C-organik total	N-total %	Rasio C/N
Kapas trash	35,57	1,82	19,50
Kapas debu	27,07	0,78	34,70
Jerami padi	31,93	1,02	31,30



Gambar 1. Kolonisasi miselium dan produksi tubuh buah jamur merang. (A) Fase vegetatif pada media D₂J₁, (B) fase reproduktif (tingkat primordium pentul) pada media T₁J₁, (C) tingkat primordium kancing dan telur pada media D₁J₁



Gambar 2. Rata-rata bobot basah total basidioma jamur merang dari total panen pada penelitian A (bar hitam) dan penelitian B (bar putih). T: kapas trash, D: kapas debu, J: Jerami padi, 2 dan 1: 2:1. Nilai bobot basah merupakan rata-rata dari 3 ulangan; angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada bar yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Kadar air tubuh buah jamur merang masing-masing berkisar 92,02-93,36% (penelitian A) dan 89,23-91,35% (penelitian B).

Kemunculan tubuh buah jamur dapat terjadi apabila suhu dan kelembaban relatif di dalam rak pemeliharaan, serta suhu dan pH media produksi sesuai dengan syarat yang dibutuhkan oleh jamur merang. Pada penelitian A, suhu yang teramati di dalam rak pemeliharaan pada pagi, siang, dan sore hari relatif lebih rendah dibandingkan pada penelitian B dengan kelembaban relatif pada pagi, siang, dan sore hari tidak terlalu berbeda pada ke dua penelitian (Tabel 3).

Kisaran suhu media produksi penelitian A ketika plastik penutup kotak dibuka berkisar 23-33°C dan penelitian B 24-38°C dengan pH media produksi pada penelitian A dan B masing-masing berkisar 6,6-7,0 dan 6,5-7,0 (Tabel 4).

Pemanenan jamur merang berhenti pada hari ke-39 SI karena media produksi sudah tidak menghasilkan

Tabel 3. Kisaran suhu dan kelembaban lingkungan pada rak pemeliharaan jamur merang

Pengamatan	Penelitian A		Penelitian B	
	Suhu (°C)	Kelembaban relatif (%)	Suhu (°C)	Kelembaban relatif (%)
Pagi	22-28	100	24-37	68-100
Siang	32-37	61-87	31-42	53-98
Sore	28-35	64-100	28-38	78-100

Tabel 4. Kisaran suhu dan pH media produksi jamur merang

Perlakuan	Suhu (°C)		pH	
	Penelitian A	Penelitian B	Penelitian A	Penelitian B
T2J1	23-32	24-37	6,6-7,0	6,5-7,0
T1J1	23-33	25-38	6,7-7,0	6,8-7,0
D2J1	23-33	24-36	6,8-7,0	6,8-7,0
D1J1	23-32	24-35	6,8-7,0	6,8-7,0

basidioma jamur merang. Baik penelitian A maupun B, cendawan yang mengkontaminasi media produksi yang dapat dilihat secara visual dari awal sampai

akhir pemeliharaan, ialah *Trichoderma* sp., *Coprinus* sp., *Peziza* sp., dan *Stemonitis*. *Trichoderma* sp. lebih banyak terdapat pada kayu kotak dibandingkan dengan pada permukaan media. Basidioma *Coprinus* sp. muncul setelah fase vegetatif jamur merang. *Peziza* sp. diikuti *Stemonitis* ditemukan saat media produksi sudah tidak menghasilkan basidioma jamur.

Efisiensi Biologi Jamur Merang. Pada ke dua penelitian (A dan B), efisiensi biologi (EB) jamur merang untuk media D_2J_1 berbeda nyata dengan media T_2J_1 . Media D_2J_1 menghasilkan EB tertinggi dibandingkan dengan ketiga media lainnya, baik pada penelitian A (21,22%) maupun penelitian B (23,03%) (Gambar 3).

PEMBAHASAN

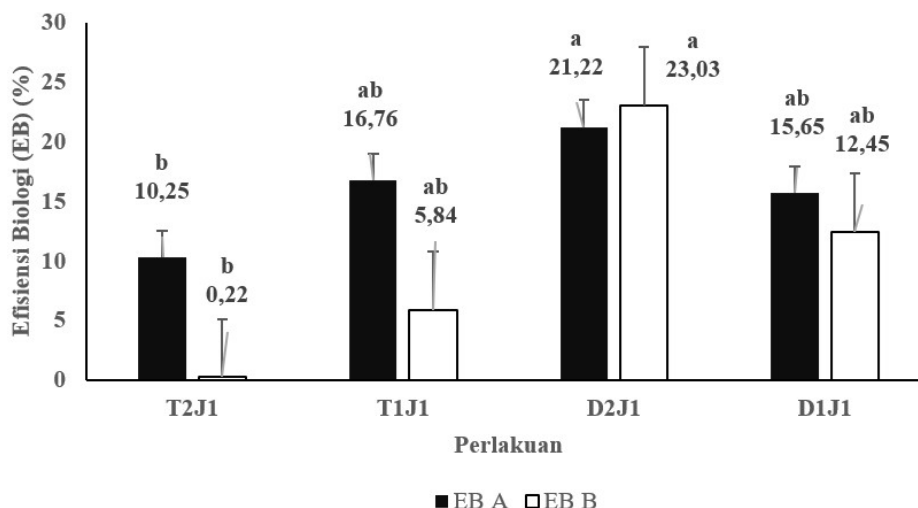
Jamur merang pada penelitian ini tumbuh dan berproduksi dengan baik, yang diawali dengan pembuatan biakan murni pada media agar sukrosa kentang. Isolat jamur merang juga dapat tumbuh pada media lain, bahkan menurut Abon *et al.* (2020) tumbuh lebih baik pada media *Sabouraud dextrose agar*. Selanjutnya biakan induk dari biakan murni digunakan untuk pembuatan bibit induk dan bibit produksi. Kualitas bibit sangat menentukan keberhasilan budidaya jamur. Bibit yang baik mempunyai ciri-ciri antara lain miselium jamur mengkolonisasi substrat secara merata, bibit harus bebas dari kontaminan, umurnya tidak tua dan bertahan dalam penyimpanan.

Pada penelitian ini, miselium jamur merang memenuhi media bibit induk yang terdiri atas merang padi, bekatul, dan kapur di dalam botol (volume 330 ml) setelah 14-17 hari. Menurut Chang dan Miles (2004), miselium dari biakan murni akan memenuhi media bibit induk berkisar 10-18 hari bergantung pada jenis bahan dan kemasan media bibit. Media bibit induk dapat menggunakan bahan lain seperti daun

teh yang sudah digunakan, batang merang kering, limbah kapas atau kapuk dengan penambahan jerami padi, daun teh dengan penambahan bahan lain untuk memperbaiki aerasi, serbuk gergajian kayu dengan daun petai cina (Oei 2016)

Substrat utama untuk pertumbuhan dan produksi jamur merang terdiri atas lignoselulosa dengan kandungan selulosa yang tinggi tetapi selulosa perlu diuraikan dari lignin melalui pengomposan (Chang & Miles 2004). Disamping itu substrat harus mengandung bahan tambahan yang terdiri atas berbagai unsur, diantaranya nitrogen, mineral, dan vitamin (Anke 1997; Kaul 1997). Pada penelitian ini, sumber karbon, nitrogen, dan mineral didapatkan dari kompos kapas trash, kapas debu, dan jerami. Bekatul yang ditambahkan pada masing-masing bahan kompos merupakan sumber nitrogen, vitamin dan meningkatkan pertumbuhan mikrob (Jana *et al.* 2022). Selain bekatul, suplemen lain yang dapat digunakan antara lain dedak padi, dedak gandum, tepung kacang arab (*chick pea*) dan tepung kacang polong (*pea grain*) yang masing-masing dicampur dengan jerami padi (Jana *et al.* 2022).

Jamur merang dapat tumbuh dan berproduksi pada berbagai macam limbah pertanian seperti tandan kosong kelapa sawit (Triyono *et al.* 2019), kulit kopi (*coffee husk*) (Mayun 2007), ampas kopi (*coffee ground*) (Masyura *et al.* 2020), kulit buah pala (Sinaga 2007), daun pisang (klaras) (Fajarudin *et al.* 2022), bonggol jagung (Elawati dan Dewi 2021), alang-alang, jerami (Sukmawati *et al.* 2024). Substrat campuran antara lain klaras dan serbuk gergajian kayu (Markson *et al.* 2012), klaras dan kulit jagung (Suparti & Safitri 2020), jerami dan tongkol jagung (Asyarita dan Lestari 2021), jerami, serat kapas dan kulit kopi (Anjani *et al.* 2022). Demikian juga Jana *et al.* (2022) melaporkan berbagai macam substrat produksi jamur merang yaitu jerami gandum (*wheat*) dengan berbagai campuran,



Gambar 3. Nilai rata-rata efisiensi biologi (EB) jamur merang pada penelitian A (bar hitam) dan penelitian B (bar putih). T: kapas trash, D: kapas debu, J: Jerami padi, 2 dan 1: 2:1. Nilai EB merupakan rata-rata dari 3 ulangan; angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada bar yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%

masing-masing dengan dedak padi, dedak gandum, dan ampas tebu.

Berdasarkan hasil analisis kimia, kapas *trash* dan kapas debu masing-masing mengandung selulosa sebesar 43,93% dan 77,34% sedangkan kandungan lignin masing-masing 33% dan 2,64%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media D_2J_1 dan D_1J_1 mengandung selulosa lebih tinggi dibandingkan dengan media T_2J_1 dan T_1J_1 serta mengandung lignin yang sangat rendah. Hal ini mendukung bobot basah jamur merang yang diperoleh dan efisiensi biologi media D_2J_1 dan D_1J_1 lebih tinggi dibandingkan dengan media T_2J_1 dan T_1J_1 . Pada penelitian ini, media D_2J_1 mempunyai EB sebesar 21,22% (penelitian A) dan 23,03% (penelitian B), nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai EB media T_2J_1 , T_1J_1 , dan D_1J_1 pada ke dua penelitian dan juga lebih tinggi dari penelitian yang dilakukan oleh Dusuqi (1991) yaitu sebesar 12,20% pada substrat yang sama. EB media D_2J_1 juga lebih tinggi dari masing-masing substrat tunggal jerami padi, daun pisang, limbah kapas, tandan kosong kelapa sawit, serbuk gergajian kayu, jerami gandum, eceng gondok, ampas tebu dengan EB berkisar 3,60-18,46% yang dikutip dari beberapa hasil penelitian oleh Amir *et al.* (2023). Efisiensi biologi jamur merang tetap lebih rendah apabila dibandingkan dengan EB jamur kancing dan jamur tiram.

Selain itu media D_2J_1 dan D_1J_1 juga menghasilkan basidioma dengan jumlah, tinggi, dan diameter yang relatif lebih besar dibandingkan dengan media T_2J_1 dan T_1J_1 . Menurut Chang dan Hayes (1978), standar lokal diameter basidioma jamur merang tingkat primordium telur yang dapat diterima pasar berkisar 2,5-3,5 cm atau berdasarkan ASEAN standart for straw mushroom masuk tingkat telur (kelas 1-3) (ASEAN 2020). Pada penelitian ini, diameter basidioma jamur merang tingkat telur berkisar 1,3-3,6 cm, kisaran diameter tersebut mendekati kisaran standar, masuk kelas 3 namun masih ada basidioma jamur merang yang memiliki diameter lebih rendah dari kisaran standar atau masuk kelas lebih besar dari 3.

Substrat untuk pertumbuhan jamur merang dengan kualitas baik harus didukung oleh kadar air dan rasio C/N bahan yang sesuai selama pengomposan berlangsung. Selama pengomposan, mikroba memecah senyawa karbon sebagai sumber energi dan menggunakan nitrogen untuk sintesis protein. Ryckeboer *et al.* (2003) menyatakan bahwa nitrogen berlebih akan menjadi amonia, namun adanya aktinomiset dapat mereasimilasi amonia. Pada penelitian ini ditemukan aktinomiset dengan koloni berwarna putih sewaktu pengomposan. Menurut Chang dan Miles (2004), rasio C/N optimum substrat kompos untuk pertumbuhan jamur merang berkisar 40-60, meskipun Oei (2016) mengatakan jenis karbon (selulosa) lebih penting daripada rasio C/N sedangkan pada substrat jamur

kancing (*Agaricus sp.*) rasio C/N sangat penting. Pada penelitian ini, rasio C/N kompos kapas debu dan kompos jerami berumur 10 hari masing-masing sebesar 34,70 dan 31,30, sedangkan rasio C/N kompos kapas *trash* sebesar 19,50, lebih rendah dari rasio C/N optimum sehingga diduga kapas *trash* sudah sangat terdegradasi. Hal ini menjelaskan produksi tubuh buah jamur pada perlakuan campuran kapas *trash* dan jerami padi (2:1) lebih rendah dibandingkan perlakuan lain, disamping karena penyebab lainnya, antara lain jenis kapas dan kehadiran kontaminan *Trichoderma sp.*

Kadar air merupakan faktor penting dalam pengomposan karena komunitas mikroba yang membantu proses pengomposan. Bila kadar air terlalu rendah (< 30%) dapat mengakibatkan berkurangnya aktivitas mikroba yang membantu proses pengomposan, bahkan mikroba dapat menjadi dorman. Sebaliknya apabila pada awal pengomposan kadar air bahan kompos lebih dari 65%, sebagian nutrisi mungkin telah hilang karena tercuci (Ryckeboer *et al.* 2003). Pada penelitian ini, kadar air kapas *trash*, kapas debu, dan jerami sebelum pengomposan (setelah perendaman) masing-masing berkisar 67,80%, 80,63% dan 72-81,18%, sedikit lebih tinggi dari batas kadar air untuk proses pengomposan (65%), namun cukup mendukung proses pengomposan. Chang dan Miles (2004) menyatakan bahwa kisaran kadar air maksimum substrat yang mendukung pertumbuhan jamur sebagian besar basidiomiset ialah 50-75%. Kisaran kadar air yang baik untuk pertumbuhan jamur merang ialah 60-65%. Pada penelitian ini, kisaran kadar air setiap perlakuan media produksi setelah dikomposkan ialah 66,60-71,64% dan kisaran kadar air tersebut mendukung pertumbuhan jamur merang.

Substrat kompos yang baik untuk pertumbuhan jamur merang harus berbau enak, tidak ada sisa amoniak, dan pH optimum 7,0 (Chang dan Miles 2004). Pada penelitian ini, nilai pH pada media produksi berkisar 6,5-7,0. Disamping itu kompos jerami berwarna gelap, coklat merata dan ditemukan noda *Actinomycetes*, kompos mudah dibagi, bentuk tidak berubah ketika diperas dan tidak mengeluarkan cairan (kadar air 60-65%) dan rasio C/N 40-60 (Chang dan Miles 2004). Pada penelitian ini, warna kompos kehitaman pada kapas *trash* dan kapas debu, serta kecoklatan pada jerami dengan struktur kompos yang remah di akhir pengomposan, tidak berbau amoniak, juga ditemui koloni *Actinomycetes* yang berwarna putih. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga bahan kompos tersebut telah mengalami dekomposisi, sehingga dapat dijadikan substrat produksi jamur merang. Chang dan Miles (2004) menyatakan bahwa warna kompos coklat kehitaman disebabkan karena meningkatnya residu karbon sebagai akibat dari pemecahan senyawa karbohidrat kompleks seperti lignin dan selulosa oleh mikroba selama pengomposan.

Pertumbuhan dan perkembangan jamur merang juga dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, cahaya, aerasi, kandungan nutrisi dan pH substrat, serta kehadiran mikroba lain pada substrat, seperti *Trichoderma* spp. (Kaul 1997). Suhu media ketika fase vegetatif atau kolonisasi miselium jamur merang disyaratkan berkisar 35-38°C, sedangkan suhu media ketika pembentukan primordium berkisar 32-35°C, dan suhu lingkungan pembentukan primordium 30-33°C (Oei 2016). Stamets (1993) menjelaskan suhu lingkungan berbeda untuk setiap fase yaitu suhu lingkungan ketika fase vegetatif berkisar 24-35°C, suhu lingkungan ketika pembentukan primordium berkisar 27-32°C.

Suhu yang lebih tinggi atau lebih rendah dari suhu optimum dapat menghambat munculnya primordium jamur. Produksi tubuh buah jamur merang pada media produksi D₂J₁ pada penelitian B lebih tinggi karena pada penelitian B, kisaran suhu di dalam rak pemeliharaan (24-42°C) dan suhu media produksi D₂J₁ (24-36°C) lebih tinggi, dibandingkan dengan penelitian A dengan kisaran suhu di dalam rak pemeliharaan (22-35°C) dan suhu media produksi D₂J₁ (23-33°C) lebih rendah (Tabel 3 dan 4). Rendahnya produksi jamur pada media T₂J₁ (penelitian A dan B) karena pertumbuhan miselium sangat tipis, meskipun suhu lingkungan dan suhu media produksi serta kelembaban relatif di dalam rak pemeliharaan (53%-100%) mendukung. Menurut Oei (2016) kelembaban relatif optimum rumah jamur ketika pembentukan primordium berkisar 95-100%.

Adanya kontaminan *Trichoderma* sp. selama pemeliharaan di penelitian A didukung oleh suhu media di pagi hari yang rendah berkisar 22-28°C. Menurut Fletcher *et al.* (1989), suhu optimum untuk pertumbuhan *Trichoderma* sp. berkisar 22-26°C, dan cendawan ini lebih banyak mengkolonisasi kayu kotak media dan permukaan media. Menurut Gao *et al.* (2007) dan Sun *et al.* (2009), rasio C/N optimum substrat untuk pertumbuhan *T. viride* adalah 10:1-40:1 dengan sporulasi optimum pada rasio C/N 10:1. Pada penelitian ini, rasio C/N kompos kapas *trash*, kapas debu dan kompos jerami tunggal berumur 10 hari masing-masing sebesar 19,50, 34,70 dan 31,30. Berdasarkan nilai rasio C/N tersebut memungkinkan *Trichoderma* sp. untuk tumbuh pada semua media perlakuan, terutama media T₂J₁ karena *Trichoderma* sp. berpeluang bersporulasi lebih besar pada media tersebut yang menghambat pertumbuhan dan perkembangan basidioma jamur merang. Dharmaputra *et al.* (1999) melaporkan bahwa *T. aureoviride* yang diuji interaksinya secara *in vitro* dengan jamur merang menunjukkan persentase hambatan sebesar 100%. Selain itu, berdasarkan pengamatan secara mikroskopis hifa jamur merang dibelit secara intensif oleh *T. aureoviride* dan menyebabkan hifa jamur di daerah kontak mengalami pembesaran, lisis, kemudian mati.

Pada penelitian ini, *Coprinus* sp. banyak terdapat pada media sebelum masa panen dan semakin berkurang selama masa pemeliharaan. Fletcher *et al.* (1989) menyatakan bahwa *Coprinus* sp. merupakan jamur yang umum dijumpai pada bedengan jamur merang dan biasanya terdapat dalam jumlah besar sebelum periode panen pertama. Menurut Oei (2016) *Coprinus* sp. muncul karena suhu di bedengan di atas 38°C atau substrat diberi suplemen dengan urea atau bahan kaya nitrogen. Jamur ini tumbuh lebih cepat daripada jamur merang. Kehadiran *Trichoderma* sp. dan *Coprinus* sp. disebabkan karena antara lain pasteurisasi yang tidak tepat, pasteurisasi kimia dan tergantung strain isolat jamur merang yang digunakan (Sakib *et al.* 2022). *Peziza* ditemukan pada media produksi yang lembab dan mulai membusuk di akhir pemeliharaan jamur merang dengan tubuh buah berwarna jingga. *Stemonitis* mempunyai struktur seperti rambut yang memadat dan ditemukan baik pada kotak kayu maupun media produksi di akhir pemeliharaan jamur merang.

Produksi jamur merang perlu memperhatikan banyak pertimbangan, antara lain strain yang unggul; ketersediaan bahan baku lignoselulosa utama di dekat lokasi budidaya; keragaman substrat produksi; kombinasi substrat campuran dengan kandungan selulosa yang tinggi; pengomposan yang tepat yang menghasilkan kompos yang baik; pasteurisasi yang benar; rumah jamur dengan suhu, kelembaban dan faktor fisik lainnya yang sesuai dengan fase vegetatif atau fase produksi jamur, pemeliharaan yang baik sehingga terhindar dari hama dan penyakit yang menyerang substrat tumbuh atau tubuh buah jamur. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi keragaman limbah kapas atau bahan dengan kandungan selulosa yang tinggi sebagai substrat campuran budidaya jamur merang dengan kondisi budidaya dan rumah jamur yang dapat dikendalikan.

Kesimpulannya, hasil panen tubuh buah jamur merang pada penelitian ini lebih baik pada limbah kapas debu dengan kandungan selulosa yang tinggi dibandingkan dengan limbah kapas *trash*. Hasil panen juga lebih tinggi pada penelitian B ketika penelitian dilakukan pada kondisi suhu lingkungan dan suhu media lebih tinggi, sesuai dengan syarat pertumbuhan dan produksi tubuh buah jamur merang.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1980. Official Methods of Analysis, 13th ed. Washington DC: Association of Official Analytical Chemist.
- Abon MD, Dulay RMR, Kalaw SP, Romero-Roman ME, Arana-Vera LP, Reyes-Borja WO, Reyes RG. 2020. Effects of culture media and physical factors on the mycelial growth of the three wild strains of *Volvariella volvacea* from Ecuador. *Journal of Applied Biology & Biotechnology* 8:60-63.

- Acharya K, Ghosh S, Kundu I. 2016. Pharmacognostic standardization of a well known edible mushroom, *Volvariella volvacea*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 6:185-190. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2016.601129>
- Amir NF, Mohd-Aris A, Mohamad A, Abdullah S, Yusof FZ, Umor NA. 2023. Spawn production and cultivation technology for *Volvariella volvacea*: a perspective. *Food Research* 7:93 - 101. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(S4\).12](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(S4).12)
- Anjani T, Abadi S, Bayfurqon FM. 2022. Pengaruh berbagai kombinasi media limbah agroindustri terhadap pertumbuhan dan hasil jamur merang (*Volvariella volvacea*). *Jurnal Pertanian Persisi* 6:96-107. <https://doi.org/10.35760/jpp.2022.v6i2.6940>
- Anke T. 1997. Fungal Biotechnology. London: Chapman & Hall.
- ASEAN. 2020. ASEAN Standard for Straw Mushroom. Available at: <https://asean.org/wp-content/uploads/11.-ASEAN-Standard-for-Straw-Mushroom-FINAL.pdf>. [Date accessed: 13 October 2024]
- Asyarita S, Lestari A. 2021. Uji produktivitas jamur merang (*Volvariella volvacea*) bibit F4 asal cilamaya dengan berbagai konsentrasi media tanam substitusi tongkol jagung. *Agrotekma* 5:122-131. <https://doi.org/10.31289/agr.v5i2.4670>
- Chang ST, Hayes WA. 1978. The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. New York: Academic Pr.
- Chang ST, Miles PG. 2004. Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. 2nd ed. New York: CRC Pr.
- Dharmaputra OS, Gunawan AW, Wulandari R, Basuki T. 1999. Cendawan kontaminan dominan pada bedengan jamur merang dan interaksinya dengan jamur merang secara *in vitro*. *J Mikrobiol Indones* 4 :14-18.
- Dusuqi LA. 1991. Campuran kompos jerami- kapas limbah sebagai medium produksi jamur merang (*Volvariella volvacea* (Bull. ex. Fr) Sing) [Skripsi]. Bogor, Indonesia: FMIPA IPB.
- Elawati NE, Dewi SP. 2021. Pengaruh pemberian air cucian beras terhadap produktivitas jamur merang (*Volvariella volvacea*) pada media bonggol jagung. *Indonesian Journal of Biomedical Science and Health* 1:1-10.
- Fajarudin I, Sugiono D, Lestari A. 2021. Pengaruh substitusi proporsi daun pisang kering (klaras) dan arang sekam terhadap pertumbuhan dan hasil jamur merang (*Volvariella volvacea*) F3 maja di Kabupaten Karawang. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 7:226-233.
- Fletcher JT, White PF, Gaze RH. 1989. Mushrooms: Pest and Disease Control. 2nd ed. Newcastle: Intercept.
- Gao L, Sun MH, Liu XZ, Che YS. 2007. Effects of carbon concentration and carbon to nitrogen ratio on the growth and sporulation of several biocontrol fungi. *Mycol Res* 111:87-92. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2006.07.019>
- Gupta PP, Chandrakar S, Roy A, Verma S, Gupta N, Sahu RK. 2021. Assessment of antidiabetic activity of hydroalcoholic extract of *Volvariella volvacea*. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 8:1499-1509.
- Hamlyn PF. 1989. Cultivation of edible mushrooms on cotton waste. *The Mycologist* 3:171-173. [https://doi.org/10.1016/S0269-915X\(89\)80111-9](https://doi.org/10.1016/S0269-915X(89)80111-9)
- Horwitz W. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Washington DC: Association of Official Analytical Chemist. <https://doi.org/10.4236/ns.2015.713059>
- Hung PV, Nhi NNY. 2012. Nutritional composition and antioxidant capacity of several edible mushrooms grown in the Southern Vietnam. *International Food Research Journal*. 19: 611-615.
- Irawati M, Gunawan AW, Dharmaputra OS. 1999. Campuran kapas dan kelaras pisang sebagai media tanam jamur merang. *J Mikrobiol Indones* 4:27-29.
- Elawati NE, Dewi SP. 2021. Pengaruh pemberian air cucian beras terhadap produktivitas jamur merang (*Volvariella volvacea*) pada media bonggol jagung. *Indonesian Journal of Biomedical Science and Health* 1:1-10.
- Jana S, Das S, Pattanayak S. 2022. Impact of various substrates for enhancement and mass production of paddy straw mushroom. *The Pharma Innovation Journal* 11:1966-1971.
- Kaul TN. 1997. Introduction to Mushroom Science (Systematic). New Hampshire: Science Publishing.
- Markson, Aniedi-Abasi A, Madunagu, Bene, Basseyy, Glory. 2012. Assessment of growth support potentials of different substrates for the cultivation of *Volvariella volvacea*. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 2:52-58.
- Masyura I, Samingan, Artika W. 2020. Produktivitas jamur merang (*Volvariella volvacea* (Bull.) Fries) pada kombinasi media tanam jerami dan ampas kopi. *Jurnal Biologi Edukasi Edisi* 25 12:65-69. <https://doi.org/10.24815/jbe.v12i2.19345>
- Mayun IA. 2007. Pertumbuhan jamur merang (*Volvariella volvacea*) pada berbagai medium tumbuh. *Agritrop* 26:124-128.
- Noviawati E. 1990. Penggunaan limbah pertanian kapas, jerami, dan kelaras daun pisang untuk produksi jamur merang (*Volvariella volvacea* (Bull. ex. Fr) Sing) [Skripsi]. Bogor, Indonesia: FMIPA IPB.
- Oei P. 2016. Mushroom cultivation IV: appropriate technology for mushroom growers. ECO Consult Foundation, Amsterdam, The Netherlands.
- Paisey EC, Abbas B. 2015. Morphological characteristics and nutritional values of wild types of sago mushrooms (*Volvariella* sp.) that growth naturally in Manokwari, West Papua. *Natural Science* 7:599-604. <https://doi.org/10.4236/ns.2015.713059>
- Ping C, Hui-Juan Q, Yuan-Wei L, Guo-Xu M, Jun-Shan Y, Qi W. 2018. Study on chemical constituents of an edible mushroom *Volvariella volvacea* and their antitumor activity *in vitro*. *Natural Product Research* 34: 1417-1422. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1509324>
- Punitha SC, Rajasekaran M. 2015. Proximate, elemental and GC-MS study of the edible mushroom *Volvariella volvacea* (Bull Ex Fr) singer. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 7:511-518.
- Reza MM, Begum HA, Uddin AJ. 2023. Potentiality of sustainable corn starch-based biocomposites reinforced with cotton filter waste of spinning mill. *Heliyon* 9:1-14. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15697>
- Ryckeboer J, Mergaert J, Vaes K, Klammer S, De clerq D, Coosemans J, Nsam H, Swings J. 2003. A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes. *Ann of Microbiol* 53:349-410.
- Sakib N, Farahanaz Rasool F, Jan SK, Amreena Sultan. 2022. Cultivation of paddy straw mushroom (*Volvariella volvacea*) under Kashmir conditions. *The Pharma Innovation Journal* 11:397-399.
- Sangthong S, Pintathong P, Pongsua P, Jirarat A, Chaiwut P. 2022. Polysaccharides from *Volvariella volvacea* mushroom: extraction, biological activities and cosmetic efficacy. *J Fungi* 8:572. <https://doi.org/10.3390/jof8060572>
- Sharifuddin AS, Ahmad LWZ, Mohamad A, Sidik NJ, Yunus NM, Yusof SCM, Nur D, Osman ND, Rusli IS. 2022. Growth performance and fruiting body characterisation of the paddy straw mushroom (*Volvariella volvacea*) cultivated on different types of solid wastes. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology* 28:1-7.
- Sinaga MS. 2007. Jamur Merang dan Budidayanya. Jakarta: Swadaya.
- Stamets P. 1993. Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Berkeley: Ten Speed Press
- Sukendro L, Gunawan AW, Dharmaputra OS. 2001. Pengaruh waktu pengomposan limbah kapas terhadap produksi jamur merang. *J Mikrobiol Indones* 6:19-22.
- Sukmawati, Aisah J, Mulyadi. 2024. Pertumbuhan dan hasil jamur merang (*Volvariella volvacea*) pada berbagai media tanam limbah pertanian. *Jurnal Agrotek UMMAT* 11:266-282. <https://doi.org/10.31764/jau.v11i3.25101>
- Sun MH, Gao L, Liu XZ, Wang JL. 2009. Fungal sporulation in two-stage cultivation. *Mycosystema* 28:64-72.
- Suparti, Safitri WA. 2020. Media alternatif campuran daun pisang kering dan kulit jagung untuk meningkatkan produktivitas jamur merang (*Volvariella volvacea* (bull)singer.) dalam keranjang. *Journal Bioeksprimen* 6:69-73.
- Triyono S, Haryanto A, Telaumbanua M, Dermiyati, Lumbanraja J, To F. 2019. Cultivation of straw mushroom (*Volvariella volvacea*) on oil palm empty fruit bunch growth medium. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 8:381-392. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0259-5>
- Wei XS, Noor HBS. 2022. Effect of straw mushroom (*Volvariella volvacea*) flour supplemented in gluten-free bread. *AIP Conf Proc* 2454:020014.
- Yella VK, Chadrapati A, Kuri A, Miglani I, Andrews AA, Singh S. 2021. Cultivation technology and spawn production of *Volvariella volvacea*: Paddy straw mushroom. *Pharm. Innov. J* 10:1184-1190.