



Analisa Lama Penggunaan Kumbung terhadap Produktivitas Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*)

Hulyadi

Prodi Pendidikan Kimia, FSTT, Universitas Pendidikan Mandalika, Jl. Pemuda No. 59 A, Mataram, Indonesia 83125

Email Korespondensi: hulyadi@undikma.ac.id

Abstrak

Lingkungan, kualitas media, teknik inokulasi bibit dan kualitas bibit menjadi beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas jamur merang. Kondisi lingkungan menjadi salah satu faktor utama. Kondisi lingkungan ideal harus terus dijaga petani jamur merang, produksi jamur merang tetap setabil. Suhu ruangan menjadi faktor yang harus diperhatikan untuk menjaga tumbuh kembang jamur merang. Suhu ruangan bisa ideal jika kondisi kumbung dan kualitas media terjaga. Peneliti ini bertujuan menganalisa produktivitas kumbung selama satu tahun pertama produksi. Produktivitas diukur melalui lama produksi dan massa jamur merang yang diperoleh. Produksi jamur merang rata-rata dalam setiap bulannya sebesar 103,7 Kg dengan lama produksi rata-rata 30 hari. Korelasi antara jumlah produksi dan lama panen berkorelasi positif ini dibuktikan dengan nilai R hitung $0,978 > R$ tabel 0,4575. Berdasarkan kajian lapangan dan analisis data diperoleh jumlah produksi berkorelasi positif dengan lama panen dan produksi jamur dan akan menurun seiring bertambahnya usia kumbung. Menurunnya produktivitas diakibatkan karena menurunnya kualitas media tanam. Kontaminan dan sulitnya merekayasa iklim kumbung menjadi faktor lain yang berpengaruh terhadap menurunnya jumlah dan lama produksi jamur merang.

Kata kunci: Produktivitas; Jamur Merang; *Volvariella volvaceae*

Analysis of the Length of Use of Kumbung on the Productivity of Straw Mushrooms (*Volvariella volvaceae*)

Abstract

The environment, the quality of the media, the inoculation technique of seedlings and the quality of seedlings are some of the factors that affect the productivity of the straw mushrooms. Environmental conditions are one of the main factors. Ideal environmental conditions must be maintained by straw mushroom farmers, the production of straw mushrooms remains as stable as possible. Room temperature is a factor that must be considered to maintain the growth and development of straw mushrooms. Room temperature can be ideal if the condition of the kumbung and the quality of the media are maintained. This researcher aims to analyze the productivity of the kumbung during the first year of production. Productivity is measured through the length of production and the mass of the acquired straw mushroom. The average production of straw mushrooms in each month is 103.7 Kg with an average production duration of 30 days. The correlation between the amount of production and the duration of harvest is positively correlated with the calculated R value of $0.978 > R$ table 0.4575. Based on field studies and data analysis, the amount of production is positively correlated with the length of harvest and mushroom production and will decrease with age. The decline in productivity is due to the decline in the quality of the growing media. Contaminants and the difficulty of engineering a continuous climate are other factors that influence the decrease in the number and duration of straw mushroom production.

Keywords: Productivity; straw mushroom; *Volvariella volvaceae*

How to Cite: Hulyadi, H. (2022). Analisa Lama Penggunaan Kumbung terhadap Produktivitas Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*). *Empiricism Journal*, 3(1) 9-16. <https://doi.org/10.36312/ej.v3i1.723>



<https://doi.org/10.36312/ej.v3i1.723>

Copyright©2022, Hulyadi

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Budidaya jamur merang di Indonesia merupakan komoditas pangan yang terbilang baru dikembangkan masyarakat jika dibandingkan dengan negara lain seperti China, Taiwan, Jepang, Italia, India, dan Amerika Serikat. Kondisi alam Indonesia dengan iklim tropis terbilang ideal dalam mengembangkan jamur merang. Jamur merang tumbuh maksimal pada suhu ruang sekitar 30-35°C dengan kelembapan sekitar 80-90%. Jamur merang sebagian besar diproduksi dari media tanam jerami. Indonesia dengan beras sebagai

makanan pokok penduduknya. Produksi beras yang masip berdampak pada tersedianya jerami sebagai bahan utama pembuatan jamur merang. Berdasarkan kondisi geografis budidaya jamur merang sangat menjanjikan untuk dikembangkan.

Jamur merang merupakan salah satu komoditas pertanian yang mempunyai masa depan baik untuk dikembangkan. Hingga kini sudah semakin banyak orang mengetahui nilai gizi jamur merang dan manfaatnya bagi kesehatan. Jamur diketahui memiliki protein yang mengandung asam amino esensial yang sangat berguna bagi kesehatan (Ba et al., 2021). Asam amino esensial merupakan agen pembentuk *antibody* (González et al., 2020). Jamur juga memiliki kalori rendah sehingga sangat baik dikonsumsi bagi orang-orang yang bermasalah dengan berat badan. Senyawa bioaktif dalam jamur diketahui memiliki kemampuan mengobati penyakit tumor. Selain itu juga jamur dilaporkan memiliki kemampuan sebagai anti oksidan dan anti kanker (Hamad et al., 2020), (Kostić et al., 2017) dan (Friedman, 2015). Jamur juga diketahui dapat menjaga fungsi hati tetap baik. Hati merupakan organ vital yang bertanggung jawab dalam proses pencernaan, menyimpan energy dalam bentuk glikogen dan menyaring racun yang masuk dalam tubuh (Ramsaha et al., 2016) dan (He et al., 2021). Begitu banyak manfaat jamur bila kita rajin mengkonsumsinya secara teratur. Jamur sebagai makanan dengan nutrisi tinggi yang sangat dibutuhkan oleh tubuh mulai banyak diminati oleh masyarakat. Tinggi permintaan jamur dipasar tradisional menjadi salah satu indikatornya. Tingginya permintaan belum diimbangi dengan jumlah produksi yang disediakan oleh petani jamur merang. Jamur sangat sensitif terhadap perubahan iklim dan nutrisi media tumbuhnya. Kondisi ini menyebabkan produksi jamur merang menjadi susah untuk dikendalikan oleh petani jamur merang.

Masalah budidaya yang biasanya dihadapi petani jamur adalah jumlah produksi yang tidak stabil dan kesulitan merekayasa lingkungan. Salah satu penyebabnya adalah jamur merupakan tanaman yang sangat sensitif terhadap perubahan iklim dan nutrisi media tumbuhnya (Chagas et al., 2018) dan (Zepp et al., 2011). Daerah dengan iklim tropis menjadi lingkungan terbaik dalam membudidayakan jamur karena jamur lebih menyukai daerah yang lebih hangat dan sedikit lembab (Thawthong et al., 2014). (Kamaliah et al., 2022) menyatakan kondisi media dan suhu ruangan berpengaruh signifikan dalam tumbuh kembang jamur. Jamur merang tumbuh maksimal jika nutrisi tumbuh kembangnya disediakan oleh media tanamnya. Jamur menyerap makanan berupa senyawa organik sederhana dari hasil penguraian bahan organik makromolekul seperti selulosa dan protein. Penguraian media tanam melalui proses pengomposan limbah organik makro moleku. (Meng et al., 2019) melaporkan dalam proses pengomposan mikroba sangat memerlukan sumber nitrogen dalam menguraikan senyawa makro molekul organik. Nitrogen dapat diperoleh dari bahan organik yang kaya dengan protein seperti limbah pengolahan tahu, bekatul, biji kapuk (Hulyadi et al., 2021). Selain nitrogen mikroba juga memerlukan udara segar dalam proses pengomposan sehingga media selama proses pengomposan perlu diberikan udara untuk membantu mikroba dalam menguraikan media tanam jamur merang.

Jerami, ampas sagu, tongkol sawit, serbuk kayu merupakan bahan organik berserat tinggi yang diuraikan mikroba sebagai sumber energinya. Penguraian bahan ini menghasilkan senyawa polisakarida yang diserap jamur dalam pembentukan badan buahnya. Senyawa kompleks ini juga membentuk makro molekul yang berperan sebagai pengikat air dan nutrisi yang dibutuhkan oleh jamur (Jianjun Zhang, et al, 2016). Bekatul, jagung, dan ampas tahu merupakan bahan yang digunakan sebagai sumber nitrogen oleh mikroba. Proses pengomposan bahan ini menghasilkan senyawa kompleks lipid-protein dalam bentuk koloid. Kombinasi bahan yang tinggi polisakarida dan protein merupakan penyumbang utama senyawa kompleks yang disebut lignin. Lignin dan lipid-protein kompleks merupakan senyawa penting dalam tumbuh kembang jamur (Ma et al., 2022), (Støpamo et al., 2021), (Lei Ma, et al., 2021). Proses pengomposan yang memerlukan mikroba dalam penguraian bahan organik atau bioremediasi. (Lin et al., 2022) melaporkan dalam proses bioremediasi akan berhasil jika kebutuhan mikroba terpenuhi. Mikroba membutuhkan C/N 25-30 %, kelembapan 55-65%, dan oksigen 10%. Teknik pengomposan menjadi bagian vital yang harus dikuasai petani jamur untuk dapat menghasilkan panen yang diharapkan. Bioremediasi juga memerlukan memperhatikan pH media. Mikroba berkebang dengan baik pada netral yaitu kisaran pH 7-8. Penambahan CaCO_3 salah satu tujuannya adalah

menyangga pH media sehingga tidak terlalu asam atau basa. Kehadiran ion NH_4^+ dan HCO_3^- diperlukan sebagai penyangga (F.Bastida, et al., 2016).

Beberapa hal yang mempengaruhi suhu ruang kumbung jamur adalah ketebalan media tanam, kelembapan udara, aktivitas mikroorganisme, sterilisasi media tanam dan kondisi kumbung jamur merang. Kumbung merupakan ruangan yang didesain sedemikian rupa sebagai tempat produksi jamur merang. Kumbung jamur merang di Indonesia didesain dengan beragam bentuk dengan bahan yang variatif. Sebagian besar kumbung jamur terbuat dari bambu. Bambu digunakan sebagai rangka bangunan kumbung dan alas media tanam yang tanam jamur. Bambu yang digunakan biasa jenis bambu yang tahan terhadap panas dan air. Selain bambu plastik merupakan bahan yang pital dalam pembuatan kumbung jamur. Plastik yang biasa digunakan petani jamur adalah jenis plastik UV. Plastik digunakan sebagai tutup selurung ruangan kumbung. Plastik digunakan untuk menjaga suhu ruangan tetap setabil. Identifikasi masalah yang dihadapi petani jamur merang perlu dilakukan untuk menjaga kesetabilan produksi jamur merang.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah jamur (kumbung) di Desa Taman Indah Kecamatan Pringgarata Kabupaten Lombok Tengah ketinggian tempat ± 360 m, suhu rata-rata 29°C dan suhu rata-rata didalam kumbung 32°C , dengan kelembapan udara 80-90%. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2019 sampai dengan Agustus 2021. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif korelasional. Data dikumpulkan melalui wawancara dan dokumentasi dengan petani jamur merang. Data dideskripsikan dalam tabel dan grafik. Data selanjutnya dianalisa korelasinya menggunakan teknik korelasi produk momen SPSS untuk menjabarkan hubungan masa panen dan jumlah produksi jamur merang. Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah timbangan elektrik dan kumbung jamur. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah jerami padi 80%, bekatul 7,5%, limbah pengolahan sagu 10%, kapur (CaCO_3) 2,5%, bibit jamur merang 20 baglog (kantong), kayu bakar dan air. Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati massa jamur merang yang diperoleh sampai habis panen dan lama panen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi total dan lama produksi jamur merang di rumah jamur Dusun Repok Tunjung Desa Taman Indah disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Produksi total dan lama produksi jamur merang

No	Bulan	Total Produksi	Lama Produksi
1	September	180 Kg	44 hari
2	Oktober	150 Kg	40 Hari
3	Nopember	150 Kg	44 Hari
4	Desember	130 Kg	37 Hari
5	Januari	100 Kg	30 Hari
6	Februari	80 Kg	28 Hari
7	Maret	85 Kg	27 Hari
8	April	90 Kg	27 hari
9	Mei	75 Kg	25 Hari
10	Juni	70 Kg	23 Hari
11	Juli	70 Kg	23 Hari
12	Agustus	65 Kg	20 Hari

Berdasarkan data pada Tabel 1 produksi jamur merang terus menurun seiring lama penggunaan kumbung. Jumlah produksi jamur merang berhubungan dengan waktu panen atau lama produksi. Kondisi kumbung ini berhubungan dengan iklim jamur. Jamur sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan sekitarnya. Semakin lama kumbung digunakan akan mengakibatkan menurunnya kualitas bangunan dan munculnya kontaminan. Kontaminan muncul karena sterilasinya tidak maksimal sehingga menyebabkan menurunnya kualitas media. Semua aspek ini saling berhubungan yang berimplikasi pada produktivitas jamur

yang menurun. Hal ini dapat dilihat pada analisis korelasi jumlah produksi dan waktu panen pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi total produksi dan lama panen

		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Pearson Correlation	1	.978**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	12	12
VAR00002	Pearson Correlation	.978**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	12	12

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Pengaruh kualitas kompos media tanam terhadap kualitas produksi jamur merang

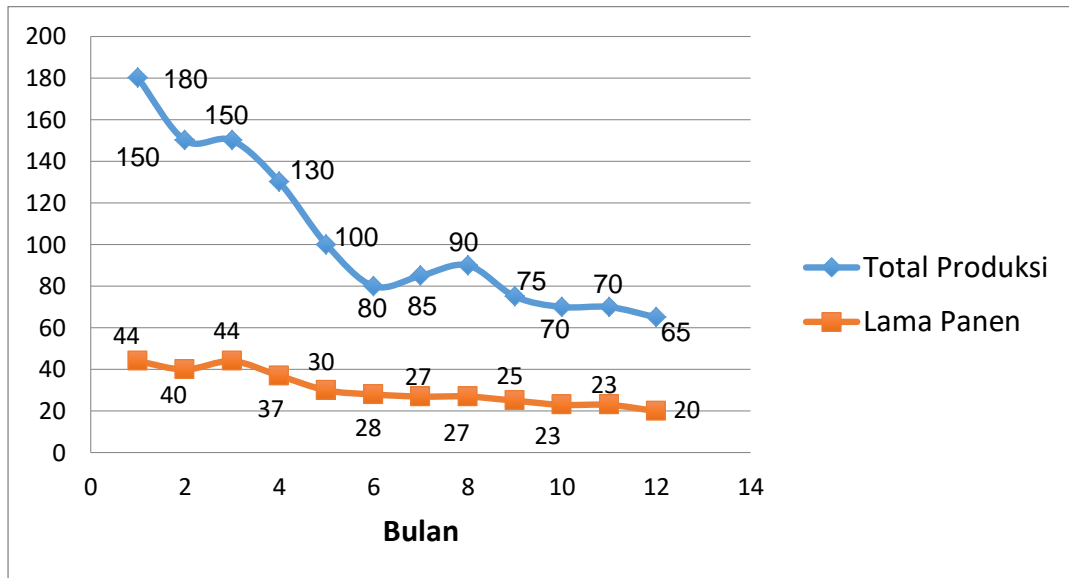
Jamur merang menyerap nutrisi untuk pertumbuhannya dari media tanamnya. Jamur tidak memiliki klorofil sehingga tidak dapat memproduksi makanannya sendiri. Jamur sangat bergantung pada media tumbuhnya. Jika nutrisi tersedia maksimal maka jamur akan tumbuh maksimal. Teknik pengomposan menjadi sangat penting harus dikuasai petani jamur untuk menghasilkan media tanam yang ideal untuk tumbuh kembang jamur. Teknik pengomposan yang digunakan dalam pembuatan kompos jamur merang adalah mengadopsi metode *Berkeley*. Teknik pengomposan ini adalah teknik pengomposan suhu tinggi sehingga media lebih cepat terurai (Precioso De Oliveira et al., 2022). Teknik pengomposan ini terlelak pada menjaga suhu media pada suhu 55 – 65 °C pada hari ke 5-8. Jika melihat kondisi ini petani jamur harus mengetahui teknik menjaga suhu kompos pada suhu tersebut. Jika dilihat dari teknik pengomposan oleh petani jamur merang dilombok. Petani kurang memperhatikan peran suhu dalam proses pengomposan. Berikut ini deskripsi umum teknik pengomposan petani jamur Lombok. Setelah semua bahan tersusun setinggi 1.5 – 2 meter bahan selajutnya ditutup terpal. Prosesnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Teknik pengomposan petani jamur.

Berdasarkan Gambar 2 suhu pada pase termofilik tidak bisa dipertahankan 3-4 hari hal ini disebabkan petani jamur tidak terlalu memperhatikan teknik penutupan kompos untuk mendapatkan suhu optimum dalam pengomposan. Petani menutup media tanam yang akan dikomposkan hanya dengan terpal. Usia pemakaian dan kualitas terpal juga kurang diperhatikan. Semakin lama terpal digunakan akan berdampak terhadap pori-pori terpal semakin besar. Lapisan plastik pada bagian dalam terus memuai karena pemanasan selama proses pengomposan. Hasil temuan ini menunjukkan bahwa semakin lama kompos akan kurang matang karena suhu tidak bisa dikontrol oleh petani jamur. Hasil temuan ini menjadi sebuah dasar dalam menyimpulkan kompos yang diperoleh belum matang. Hal ini terbukti dari kompos yang masih keras dan kelembapannya masih rendah. Kesalahan dalam

pengomposan dapat berakibat pada menurunnya kualitas kompos. Kompos berkualitas rendah akan menghasilkan jamur dengan kualitas yang sama (Lin et al., 2022). Hal ini disebabkan jamur hanya memperoleh makanan dari media tumbuhnya. Jika medianya berkualitas jamur akan tumbuh secara maksimal begitu juga sebaliknya (Kostić et al., 2017). Suhu dalam proses pengomposan sangat vital perannya dalam menghasilkan kompos yang berkualitas. Petani jamur harus memperhatikan turun naiknya suhu selama proses pengomposan media tanam jamur merang. Dampaknya penurunan produksi jamur petani karena menurunnya kualitas media karena teknik pengomposan yang tidak sempurna. Hasil temuannya dijabarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik total produksi dan lama panen

Suhu yang tinggi dalam proses pengomposan berguna dalam menghilangkan kontaminan dari mikroba dan jamur yang dapat terbawa oleh serangga atau udara yang hinggap pada media selama proses pengomposan. Suhu tinggi juga menyebabkan proses penguraian makromolekul seperti polisakarida, lipid, dan protein lebih cepat menjadi senyawa organik sederhana sehingga lebih mudah diserap oleh jamur. Aplikasi suhu tinggi dalam proses pengomposan berdampak pada media tanam jamur lebih cepat matang sehingga petani jamur dapat mengurangi waktu pengomposan yang biasanya dilakukan (Mengqi. Z., et al. 2021). (Ajmal et al., 2021) dan (Wen et al., 2021) menyatakan teknik pengomposan suhu tinggi akan menghasilkan kompos yang lebih berkualitas dibandingkan dengan teknik tradisional. Kesalahan kecil berdampak signifikan terhadap produktivitas jamur merang. Berikut disajikan grafik produksi dan lama produksi jamur merang selama 1 tahun. Selain teknik pengomposan petani jamur tidak pernah memperhatikan kontaminan. Petani jamur hanya melakukan sterilisasi menggunakan teknik pemanasan media tanam dan rumah jamur dengan menggunakan uap air selama 7-8 jam.

Hal utama yang perlu diperhatikan oleh petani jamur merang menjaga media tanam dan kumbung jamur tetap steril dan terbebas dari kontaminasi mikroba, jamur liar dan bakteri. Media tanam yang higienis akan menyebabkan jamur tumbuh dengan baik karena tidak memiliki kompetitor. Adanya kontaminan dalam kompos menyebabkan kualitas kompos menurun (Ezugworie et al., 2021). Jamur yang sangat bergantung pada media tumbuhnya akan terganggu karena nutrisinya digunakan oleh mikroba atau tumbuhan lain sehingga nutrisi yang diperoleh jamur tidak maksimal. Hal ini akan berdampak pada tumbuh kembang jamur yang tidak maksimal. Kontaminasi berasal mikroba dan jamur yang dapat terbawa oleh serangga yang hingga selama proses pengomposan. Salah satu teknik menghilangkan kontaminan pada kompos adalah sintesis kompos dengan menggunakan suhu tinggi. Suhu yang tinggi pada kompos akan dapat membunuh kontaminan yang rata-rata rentan dengan suhu tinggi (Qian et al., 2016) dan (J. Zhang et al., 2019). Selain pada media kontaminan juga bisa berada pada kumbung jamur yang sudah digunakan.

Indikator kontaminan dalam kumbung jamur adalah munculnya jamur lain selain jamur yang dibudidaya dan mikroba yang muncul pada media tanam yang telah lama digunakan. Salah satu teknik untuk menghilangkan kontaminan petani biasanya menggunakan uap air panas selama 7 jam sampai suhu 65-70 °C konstan selama 4-5 jam. Teknik ini pada awalnya terbukti efektif dengan tidak ditemukannya jamur liar pada media tumbuh jamur merang tetapi setelah berjalan 5 bulan petani jamur banyak mengeluhkan munculnya jamur liar pada media tanamnya. Hasil wawancara peneliti dengan petani menemukan petani belum melakukan teknik tambahan untuk mengurangi kontaminan pada media tanam dan kumbung jamur. Pemberian antibiotik pada kompos banyak dilakukan oleh peneliti dalam mengurangi kontaminan pada kompos (L. Zhang et al., 2017) dan (Cao et al., 2020). (Guo et al., 2019) kontaminan dari mikroba juga punya resistensi terhadap antibiotik dan suhu sehingga pemberian antibiotik dan suhu tinggi pada media tanam jamur tidak berarti apa-apa. Petani jamur belum memahi teknik menghilangkan kontaminan. Dampaknya kualitas dan kuantitas produksi menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil temuan dan kajian literasi dapat disimpulkan beberapa hal yang menyebabkan menurunnya kualitas dan kuantitas produksi petani jamur merang sebagai berikut:

1. Kualitas media tanam yang menurun karena teknik pengomposan yang perlu diperbaiki
2. Petani jamur belum menemukan teknik menghilangkan kontaminan dalam media tanam dan rumah jamur
3. Petani belum mampu merekayasa iklim rumah jamur.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil temuan dan kajian literasi peneliti disarankan beberapa hal yang perlu dilakukan untuk mengatasi permasalahan petani jamur:

1. Perlu dilakukn penelitian tentang pemantauan limbah lain yang kaya dengan protein dan polisakarida sehingga kualitas media tanam dapat ditingkatkan.
2. Perlu dilakukan penelitian teknik menghilangkan kontaminan yang lebih efektif untuk menghasilkan media tanam yang higienis
3. Perlu dilakukan penelitian tentang teknik rekayasa iklim kumbung atau rumah jamur merang untuk menciptakan lingkungan yang ideal untuk tumbuh kembang jamur.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajmal, M., Shi, A., Awais, M., Mengqi, Z., Zihao, X., Shabbir, A., Faheem, M., Wei, W., & Ye, L. (2021). Ultra-high temperature aerobic fermentation pretreatment composting: Parameters optimization, mechanisms and compost quality assessment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 105453. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105453>
- Ba, D. M., Gao, X., Al-Shaar, L., Muscat, J. E., Chinchilli, V. M., Beelman, R. B., & Richie, J. P. (2021). Mushroom intake and depression: A population-based study using data from the US National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 2005–2016. *Journal of Affective Disorders*, 294, 686–692. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.07.080>
- Cao, R., Wang, J., Ben, W., & Qiang, Z. (2020). The profile of antibiotic resistance genes in pig manure composting shaped by composting stage: Mesophilic-thermophilic and cooling-maturation stages. *Chemosphere*, 250, 126181. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126181>
- Chagas, F. O., Pessotti, R. de C., Caraballo-Rodríguez, A. M., & Pupo, M. T. (2018). Chemical signaling involved in plant–microbe interactions. *Chemical Society Reviews*, 47(5), 1652–1704. <https://doi.org/10.1039/C7CS00343A>
- Ezugworie, F. N., Igbokwe, V. C., & Onwosi, C. O. (2021). Proliferation of antibiotic-resistant microorganisms and associated genes during composting: An overview of the potential impacts on public health, management and future. *Science of The Total Environment*, 784, 147191. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147191>

- F.Bastida, et al. (2016). *The ecological and physiological responses of the microbial community from a semiarid soil to hydrocarbon contamination and its bioremediation using compost amendment—ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1874391915300774>
- Friedman, M. (2015). Chemistry, Nutrition, and Health-Promoting Properties of *Hericium erinaceus* (Lion's Mane) Mushroom Fruiting Bodies and Mycelia and Their Bioactive Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(32), 7108–7123. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02914>
- González, A., Cruz, M., Losoya, C., Nobre, C., Loredó, A., Rodríguez, R., Contreras, J., & Belmares, R. (2020). Edible mushrooms as a novel protein source for functional foods. *Food & Function*, 11(9), 7400–7414. <https://doi.org/10.1039/D0FO01746A>
- Guo, H., Gu, J., Wang, X., Tuo, X., Yu, J., & Zhang, R. (2019). Key role of cyromazine in the distribution of antibiotic resistance genes and bacterial community variation in aerobic composting. *Bioresource Technology*, 274, 418–424. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.12.005>
- Hamad, G. M., Elaziz, A. I. A., Hassan, S. A., Shalaby, M. A., & Mohdaly, A. A. A. azim. (2020). Chemical Composition, Antioxidant, Antimicrobial and Anticancer Activities of Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) Root and Its Application in Functional Yoghurt. *Journal of Food and Nutrition Research*, 8(12), 707–715.
- He, P., Zhang, Y., & Li, N. (2021). The phytochemistry and pharmacology of medicinal fungi of the genus *Phellinus*: A review. *Food & Function*, 12(5), 1856–1881. <https://doi.org/10.1039/D0FO02342F>
- Hulyadi, H., Indah, D. R., & Suyanti, I. (2021). Effect of Tauge Extract and Starter Volume on the Quality of Liquid Fertilizer Whey Tofu. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 8(1), 86–98.
- Jianjun Zhang, et al. (2016). *Extraction, characterization and antioxidant activity of polysaccharides of spent mushroom compost of Ganoderma lucidum—ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813015300222>
- Kamaliah, N., Salim, S., Abdullah, S., Nobilly, F., Mat, S., Norhisham, A. R., Tohiran, K. A., Zulkifli, R., Lechner, A. M., & Azhar, B. (2022). Evaluating the experimental cultivation of edible mushroom, *Volvariella volvacea* underneath tree canopy in tropical agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 96(1), 35–47. <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00685-9>
- Kostić, M., Smiljković, M., Petrović, J., Glamočlija, J., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R., Ćirić, A., & Soković, M. (2017). Chemical, nutritive composition and a wide range of bioactive properties of honey mushroom *Armillaria mellea* (Vahl: Fr.) Kummer. *Food & Function*, 8(9), 3239–3249. <https://doi.org/10.1039/C7FO00887B>
- Lei Ma, et al. (2021). *Functional characterization of a novel copper-dependent lytic polysaccharide monoxygenase TgAA11 from Trichoderma guizhouense NJAU 4742 in the oxidative degradation of chitin—ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861721000953>
- Lin, C., Cheruiyot, N. K., Bui, X.-T., & Ngo, H. H. (2022). Composting and its application in bioremediation of organic contaminants. *Bioengineered*, 13(1), 1073–1089. <https://doi.org/10.1080/21655979.2021.2017624>
- Ma, L., Li, G., Xu, H., Liu, Z., Wan, Q., Liu, D., & Shen, Q. (2022). Structural and functional study of a novel lytic polysaccharide monoxygenase cPMO2 from compost sample in the oxidative degradation of cellulose. *Chemical Engineering Journal*, 433, 134509. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.134509>
- Meng, Q., Xu, X., Zhang, W., Men, M., Xu, B., Deng, L., Bello, A., Jiang, X., Sheng, S., & Wu, X. (2019). Bacterial community succession in dairy manure composting with a static composting technique. *Canadian Journal of Microbiology*, 65(6), 436–449. <https://doi.org/10.1139/cjm-2018-0560>
- Mengqi, Z., et al. (2021). *Comprehensive review on agricultural waste utilization and high-temperature fermentation and composting | SpringerLink*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13399-021-01438-5>
- Precioso De Oliveira, B. M., Leal, M. A., França De Oliveira, D., & García, A. C. (2022). Chemical and spectroscopy characterization of a compost from food waste applying

- the hot composting Berkeley method. *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture*, 11(2), 153–164. <https://doi.org/10.30486/ijrowa.2021.1897439.1052>
- Qian, X., Sun, W., Gu, J., Wang, X.-J., Zhang, Y.-J., Duan, M.-L., Li, H.-C., & Zhang, R.-R. (2016). Reducing antibiotic resistance genes, integrons, and pathogens in dairy manure by continuous thermophilic composting. *Bioresource Technology*, 220, 425–432. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.08.101>
- Ramsaha, S., Neergheen-Bhujun, V. S., Verma, S., Kumar, A., Bharty, R. K., Chaudhary, A. K., Sharma, P., Singh, R. K., Beejan, P. H. F., Kyung-Sun, K., & Bahorun, T. (2016). Modulation of hepatocarcinogenesis in N-methyl-N-nitrosourea treated Balb/c mice by mushroom extracts. *Food & Function*, 7(1), 594–609. <https://doi.org/10.1039/C5FO00870K>
- Støpamo, F. G., Røhr, Å. K., Mekasha, S., Petrović, D. M., Vármai, A., & Eijsink, V. G. H. (2021). Characterization of a lytic polysaccharide monoxygenase from *Aspergillus fumigatus* shows functional variation among family AA11 fungal LPMOs. *Journal of Biological Chemistry*, 297(6), 101421. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2021.101421>
- Thawthong, A., Karunaratna, S., Thongklang, N., Chukeatirote, E., Kakumyan, P., Chamyuang, S., Rizal, L., Mortimer, P., Xu, J., Callac, P., & Hyde, K. (2014). Discovering and Domesticating Wild Tropical Cultivable Mushrooms. *Chiang Mai Journal of Science*, 41, 731–764.
- Wen, P., Tang, J., Wang, Y., Liu, X., Yu, Z., & Zhou, S. (2021). Hyperthermophilic composting significantly decreases methane emissions: Insights into the microbial mechanism. *Science of The Total Environment*, 784, 147179. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147179>
- Zepp, R. G., Iii, D. J. E., Paul, N. D., & Sulzberger, B. (2011). Effects of solar UV radiation and climate change on biogeochemical cycling: Interactions and feedbacks. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 10(2), 261–279. <https://doi.org/10.1039/C0PP90037K>
- Zhang, J., Lin, H., Ma, J., Sun, W., Yang, Y., & Zhang, X. (2019). Compost-bulking agents reduce the reservoir of antibiotics and antibiotic resistance genes in manures by modifying bacterial microbiota. *Science of The Total Environment*, 649, 396–404. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.212>
- Zhang, L., Gu, J., Wang, X., Sun, W., Yin, Y., Sun, Y., Guo, A., & Tuo, X. (2017). Behavior of antibiotic resistance genes during co-composting of swine manure with Chinese medicinal herbal residues. *Bioresource Technology*, 244, 252–260. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.07.035>