

## EKSTRAKSI DAN PENGERINGAN POLISAKARIDA DARI JAMUR MERANG SAWIT *VOLVARIELLA VOLVACEAE*

### EXTRACTION AND DRYING OF POLYSACCHARIDES FROM PALM MERANG MUSHROOMS *VOLVARIELLA VOLVACEAE*

Rahmadina Purwita, Pintaka Kusumaningtyas\*, Revi Susanti, Dewi Anjarwati, Shinta Febriyanti,  
Alfiqi Gilang Nur Romadhan G.F.F

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman  
Jalan Muara Pahu Kampus Gunung Kelua, Samarinda

\*E-mail: pintaka@fkip.unmul.ac.id

Diterbitkan: 31 Oktober 2024

#### ABSTRACT

Polysaccharides are the main component in edible mushrooms and have an important role in food and medicine. Polysaccharide extraction methods and drying of mushroom *simplicia* are very important to obtain high polysaccharide soaks. The aim of this research was to determine the effect of adding pressure and alkali on the results of polysaccharide soaking extracted using the hot water extraction method, and the effect of different drying methods (food dehydrator and freeze drying) on the results of polysaccharide soaking. Stages in the research include: (1) collecting palm fungal biomass that grows on empty oil palm bunches, (2) preparing mushroom powder, (3) drying palm fungus biomass using a food dehydrator at a temperature of 70°C, (4) extracting dry palm fungus biomass using hot water, pressurized hot water and alkali, (5) determination of polysaccharide soak. The research results showed that the hot water extraction method without applying pressure gave a soaking yield of 3.85%, while with applying pressure the soaking yield was 8.29%. Re-extraction with the addition of alkaline solvent was able to increase the yield of polysaccharide soak by 5.08%. The research results also showed that the drying method influenced the results of the polysaccharide soak obtained. Drying with a food dehydrator was able to obtain higher soaking results (13.37%) compared to freeze drying (6.02%). Thus, it can be concluded that the oil palm mushroom *simplicia* which is dried with a food dehydrator and extracted using the hot water extraction method with pressure and alkali is able to increase the highest yield of polysaccharide soak.

**Keywords:** *hot water extraction, food dehydrator, freeze drying*

#### PENDAHULUAN

Tandan kosong kelapa sawit sebagai limbah pengolahan kelapa sawit yang memiliki kandungan selulosa 40% dan lignin 28% serta hemiselulosa 22%. Kandungan selulosa yang tinggi pada limbah tandan kosong kelapa sawit memungkinkan limbah ini menjadi media tumbuh berbagai jamur, termasuk diantaranya jamur merang (Fadhilah, 2018). Jamur merang (*Volvariella volvaceae L.*) telah dikenal dan dibudidayakan sebelum abad ke-18 di Cina. Jamur merang ini diintroduksi oleh orang-orang Cina ke daerah Filipina, Malaysia dan Negara-negara Asia Tenggara lainnya. Di Indonesia, jamur merang mulai dikembangkan sejak tahun 1955. Jamur merang merupakan bahan makanan yang kaya akan protein, mineral, dan vitamin (Popang et al., 2016). Jamur merang memiliki kandungan nutrisi yang terdiri dari 90 % air, protein 25,9 %, serat, vitamin, lemak 5,7 %, karbohidrat 56,8 %, asam amino, asam lemak tak jenuh, mineral, dan memiliki kalori yang rendah (Safitri & Lestari, 2021). Sehingga, senyawa utama dalam jamur adalah protein dan karbohidrat. Kadar karbohidrat yang diperoleh menunjukkan jamur merupakan sumber pasokan energi yang baik (Elawati et al, 2022).

Jamur merang mengandung berbagai senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan, seperti polisakarida, asam organik, lipid, steroid, dan triterpen tetrasiklik. Jamur merang kaya akan karbohidrat, yaitu lebih dari setengah berat keringnya. Karbohidrat pada

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



jamur merupakan komponen terbesar penyusun tubuh jamur, yaitu sebesar 50-65% (Amalia et al., 2017). Karbohidrat terbesar dalam bentuk heksosan dan pentosan polimer karbohidrat dapat berupa glikogen, kitin dan sebuah polimer N-asetil glikosamin yang merupakan komponen struktural sel jamur. Fungsi utama karbohidrat adalah sebagai sumber karbon. Karbon dibutuhkan untuk keperluan energi dan struktural sel jamur (Noris & Suparti, 2020). Beberapa polisakarida yang terkandung didalam jamur merang diantaranya kitin, hemiselulosa, manan,  $\alpha$ -glukan dan  $\beta$ -glukan. Polisakarida utama dalam *V. volvaceae* adalah beta-glukan yang memiliki aktivitas antioksidan, antitumor, antiglikemik, antivirus, immunomodulator (Zhao et al., 2023), sehingga berpotensi sebagai bahan baku obat, kosmetik, dan pangan fungsional.  $\beta$ -glukan digunakan untuk kolesterol tinggi dan untuk menyeimbangkan tingkat glikemia darah puasa, diabetes, kanker, dan HIV/AIDS.  $\beta$ -glukan juga digunakan untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh pada orang yang pertahanan tubuhnya melemah karena kondisi seperti sindrom kelelahan kronis, stres fisik dan emosional atau dengan perawatan seperti radiasi atau kemoterapi.  $\beta$ -glukan juga digunakan untuk pilek (*commoncold*), flu (*influenza*), flu H1N1 (babi), alergi, hepatitis, penyakit Lyme, asma, infeksi telinga, *rheumatoidarthritis* dan *multiple sclerosis* (Barros et al., 2016).

Dalam pengembangan jamur pangan sebagai sumber polisakarida untuk bahan baku obat dan pangan fungsional, metode pengeringan dan ekstraksi polisakarida merupakan hal penting yang harus diperhatikan, karena proses pengeringan dan ekstraksi polisakarida yang digunakan harus dapat mempertahankan zat gizi dan zat aktif yang terkandung dalam bahan baku tersebut. Oleh karena itu dalam penelitian ini, metode pengeringan dan metode ekstraksi akan diteliti untuk menghasilkan bahan baku jamur yang dapat dikembangkan sebagai bahan baku obat dan pangan fungsional. Pada proses pemisahan senyawa fungsional, terdapat beberapa macam ekstraksi yang bisa digunakan untuk mengetahui rendamen polisakarida yang akan dihasilkan. Secara umum, ekstraksi air panas adalah teknologi yang paling banyak digunakan untuk ekstraksi polisakarida, namun perlu dicatat bahwa ekstraksi polisakarida dengan air panas dikaitkan dengan hasil yang lebih rendah, waktu ekstraksi yang lama dan suhu yang tinggi, sehingga diinginkan untuk menemukan teknologi baru yaitu ekstraksi air panas bertekanan dan alkali (Liu et al, 2023). Metode ekstraksi air panas bertekanan tinggi dapat mengekstraksi secara efisien, karena tekanan tinggi dapat menyebabkan deformasi sel dan kerusakan dinding sel, serta mempercepat laju perpindahan massa dan ekstraksi beberapa komponen (Hu et al, 2022). Metode alkali panas merupakan metode yang digunakan untuk ekstraksi jamur merang sawit. Larutan alkali yang dapat digunakan untuk membantu proses ekstraksi ini adalah larutan basa NaOH. Metode ini dapat menghasilkan polisakarida yang tinggi, serta untuk mengetahui metode yang tepat dengan efisiensi waktu dan mutu yang baik untuk ekstraksi jamur merang sawit (Djrumudi et al., 2022).

Metode pengeringan yang dilakukan untuk pengembangan jamur pangan sebagai sumber polisakarida yaitu *food dehydrator* dan *freeze dryer*. Hal ini dikarenakan *food dehydrator* dalam penggunaannya menggunakan elemen pemanas untuk menyebarkan hawa panas dan terdapat kipas angin didalamnya untuk menyebarkan udara panas pada bahan makanan yang akan dikeringkan, kemudian akan dikeluarkan melalui suatu ventilasi udara agar bahan makanan yang diproses cepat kering, serta baki-baki makanan tersebut untuk menampung kadar air yang menetes dari bahan makanan tersebut (Rosadi et al., 2023). Selain itu *food dehydrator* memiliki keunggulan lebih hemat biaya dalam penggunaannya, tetapi dalam proses pengeringannya membutuhkan waktu yang lama (Afolabi, 2014). Metode pengeringan selanjutnya yaitu menggunakan *freeze dryer* dimana proses pengeringannya dengan prinsip sublimasi, yaitu perubahan air dalam bentuk padat (beku) menjadi uap air (fase gas) tanpa melalui proses pencairan. Proses sublimasi dalam *freeze dryer* ini dapat menghilangkan kandungan air yang terkandung dalam sebuah produk pangan (Valentina et al., 2016). Serta dalam proses *freeze dryer* bahan makanan dapat terhindar dari kerusakan kimia dan mikrobiologi. Tetapi dari proses *freeze dryer* memakan banyak tenaga dan biaya yang mahal (Habibi et al., 2019). Oleh karena itu tujuan penelitian ini untuk membandingkan metode pengeringan dan metode ekstraksi yang dapat meningkatkan hasil polisakarida yang tinggi pada jamur merang sawit.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman. Sampel yang digunakan, yaitu jamur merang sawit pada fase mature yang

tumbuh di tandan kosong kelapa sawit yang didapatkan di beberapa perkebunan sawit yang berada di Kalimantan Timur, Indonesia. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *freeze dryer*, *food dehydrator*, sentrifugasi, refluks, botol schoot 500 mL, labu erlenmayer 250 mL, gelas kimia 500 mL, kaca arloji, corong kaca, neraca analitik, dan hot plate. Tahapan penelitian sebagai berikut:

### **Persiapan bubuk Jamur**

Tubuh buah jamur dikeringkan menggunakan 2 metode berbeda: (1) *food dehydrator* makanan pada suhu 70°C selama 4 jam, (2) *freeze dryer*. Jamur kering kemudian digiling hingga menjadi bubuk halus dan diayak dengan ayakan 80 mesh. Jamur bubuk disimpan pada suhu -20°C untuk analisis lebih lanjut.

### **Pengeringan Biomassa Jamur Sawit Menggunakan *food dehydrator***

Lapisi baki *food dehydrator* dengan bungkus plastik tahan *microwave*. Tuang jamur hingga ketebalan  $\frac{1}{2}$  hingga  $\frac{1}{4}$  inci. Atur dehidrator pada suhu 70°C dan biarkan jamur mengalami dehidrasi selama 40 jam (Languille et al, 2021).

### **Ekstraksi Biomassa Jamur Sawit**

#### **Ekstraksi dengan Metode Air Panas (*Hot Water*)**

Polisakarida diekstraksi menggunakan metode dari Yap dan NG (Yap dan Ng, 2001), yaitu sebanyak 20 gram sampel jamur bubuk kering ditambahkan dengan 200 mL akuades (rasio 1 : 10). Setelah itu, sampel direfluks selama 3 jam kemudian disaring dan hasil filtrat dikumpulkan didalam botol. Ekstraksi diulang sebanyak 2 kali, dan hasil filtratnya dikumpulkan. Filtrat kemudian ditambahkan etanol sebanyak 3 kali volume dari banyak filtrat yang diperoleh dan dibiarkan pada suhu 4°C selama semalam.

#### **Ekstraksi dengan Metode Air Panas Bertekanan (*Pressured Hot Water*) dan Alkali**

Ekstraksi dilakukan dalam 2 tahap, yaitu: ekstraksi dengan air panas bertekanan, kemudian dilanjutkan dengan ekstraksi dengan alkali.

##### **Ekstraksi Tahap Pertama**

Polisakarida diekstraksi dengan menggunakan metode dari Yap dan NG (Yap dan Ng, 2001) dengan modifikasi penambahan tekanan uap. Sebanyak 30 g jamur bubuk kering disuspensikan dalam 300 mL akuades (rasio 1 : 10), dan dipanaskan dengan tekanan 70 KPa selama 30 menit, kemudian campuran distirer pada suhu 80–90°C selama 1 jam. Setelah pendinginan pada suhu kamar, fraksi terlarut dari dikumpulkan dengan penyaringan menggunakan penyaring dari kain dan kemudian disaring kembali dengan kertas saring Whatman No.1. Residu jamur diekstraksi kembali dengan air panas bersuhu 80–90°C selama 1 jam. Fraksi terlarut disaring, dan filtratnya dikumpulkan dengan filtrat pertama. Residu jamur selanjutnya diekstraksi kembali pada tahap kedua.

##### **Ekstraksi Tahap Kedua**

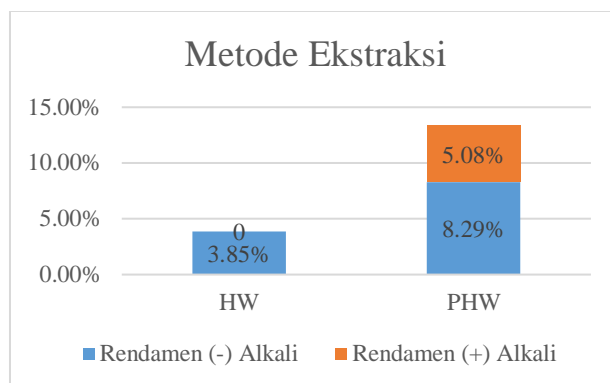
Residu jamur pada ekstraksi tahap pertama diekstraksi lebih lanjut dengan menambahkan larutan NaOH 1 M hingga pH-nya menjadi 10,0, kemudian diaduk pada suhu kamar selama 1 jam. Kemudian fraksi yang larut dalam basa disaring dengan menggunakan kain saring terlebih dahulu dilanjutkan dengan kertas saring Whatman No.1. Filtratnya kemudian dinetralkan hingga pH 7,0 dengan HCl 1 M, dan ditampung dengan filtrat yang larut dalam air.

### **Penentuan rendamen polisakarida kasar**

Seluruh filtrat yang diperoleh dari masing-masing tahap ekstraksi dipekatan pada suhu 60°C menjadi  $\frac{1}{2}$  volume. Ekstrak diendapkan dengan penambahan 3 kali lipat volume etanol absolut dan disimpan 24 jam pada suhu 4°C untuk *recovery* polisakarida kasar. Selanjutnya endapan yang diperoleh disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit dan dikeringkan selama 6 jam dalam *food dehydrator* pada suhu 40°C.

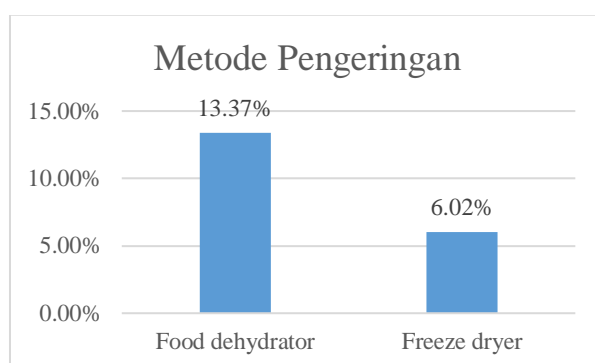
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui metode ekstraksi yang dapat menghasilkan polisakarida yang tinggi dengan membandingkan dua metode yaitu *hot water* dan *pressure hot water* serta menggunakan penambahan alkali dapat disajikan berupa diagram batang dibawah ini.



**Gambar 1.** Rendamen Polisakarida Metode Ekstraksi

Pada gambar 1 menunjukkan bahwa metode ekstraksi dengan *hot water* dan *pressure hot water* memiliki nilai rendamen yang berbeda berdasarkan perlakuan penambahan alkali. Pada metode *hot water* tanpa diberikan pelarut alkali diketahui memiliki nilai rendamen sebesar 3,85%. Sedangkan pada metode ekstraksi *pressure hot water* tanpa penambahan alkali didapatkan rendamen sebesar 8,29% dan ketika diberikan penambahan pelarut alkali, polisakarida yang terkandung dalam jamur masih dapat terekstrak sebesar 5,08%. Hal ini dikarenakan pada *pressure hot water* dapat menyebabkan deformasi sel dan kerusakan dinding sel, serta mempercepat laju perpindahan massa dan ekstraksi beberapa komponen (Hu et al., 2022). Metode dengan penambahan alkali Metode ini dapat menghasilkan ekstrak polisakarida kasar yang tinggi, serta untuk mengetahui metode yang tepat dengan efisiensi waktu dan mutu yang baik untuk ekstraksi jamur merang sawit (Djrumudi et al., 2022).

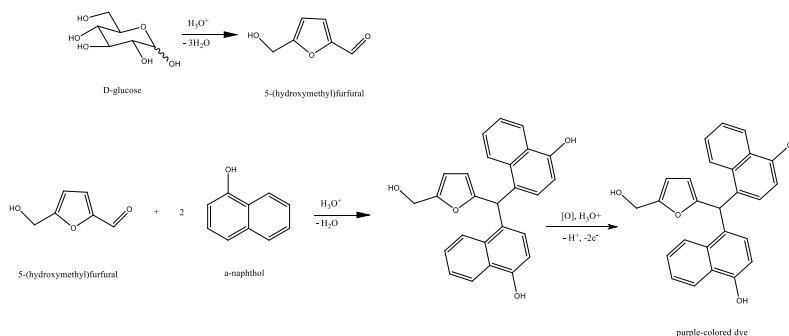


**Gambar 2.** Rendamen Polisakarida Metode Pengeringan

Pada gambar 2 menunjukkan perbedaan nilai rendamen pada metode pengeringan. Dalam penelitian ini setelah mengetahui ekstraksi yang efisien, maka selanjutnya membandingkan hasil rendamen polisakarida berdasarkan dua metode pengeringan yaitu *food dehydrator* dan *freeze dryer*. Pada *food dehydrator* diperoleh hasil rendamen ekstrak polisakarida kasar sebesar 13,37% sedangkan pada *freeze dryer* diperoleh hasil rendamen ekstrak polisakarida kasar sebesar 6,02%. Hal ini karena Semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan menandakan nilai ekstrak yang dihasilkan semakin banyak (Tutik et al., 2022). Selain itu pengeringan menggunakan *food dehydrator* dapat menghilangkan kadar air sebesar 100% sementara pengeringan menggunakan *freeze dryer* dapat menghilangkan kadar air sebesar 84,3%. Sehingga, pengeringan *food dehydrator* dapat menghasilkan

polisakarida yang lebih besar (Ikhsan et al., 2022). Pengeringan dengan udara panas menggunakan *food dehydrator* dapat membantu merusak dinding sel jamur, sehingga memudahkan pelarutan polisakarida dalam air panas (Moldovan et al., 2021).

Sampel	Uji Molish	Kesimpulan
Ekstrak Polisakarida Kasar	(+)	Terbentuk Cincin Ungu



Uji Molisch dilakukan untuk membuktikan karbohidrat secara umum. Karbohidrat bila bereaksi dengan  $H_2SO_4$  pekat mengalami dehidrasi untuk membentuk furfural (dalam kasus pentosa) atau turunan furfural (heksosa dan heptosa). Senyawa ini berkondensasi dengan  $\alpha$ -naftol untuk membentuk cincin berwarna ungu kemerahan. Oligosakarida dan polisakarida pertama-tama dihidrolisis menjadi monosakarida kemudian didehidrasi. Pentosa menghasilkan furfural dan heksosa menghasilkan 5- hidrosimetilfurfural (Nurprialdi et al., 2023). Jika terbentuk cincin ungu di antara dua larutan tersebut maka ekstrak polisakarida kasar tersebut positif mengandung karbohidrat. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ekstrak polisakarida kasar positif mengandung karbohidrat yang ditandai dengan terbentuknya cincin ungu.

## KESIMPULAN

Penambahan tekanan dan alkali berpengaruh terhadap hasil rendamen polisakarida yang diekstraksi dengan metode air panas, hal ini dibuktikan dengan hasil rendamen polisakarida yang dapat terekstrak sebesar 5,08%. Metode pengeringan *food dehydrator* memiliki pengaruh terhadap hasil rendamen polisakarida dengan nilai rendamen sebesar 13,37% dikarenakan Pengeringan dengan udara panas menggunakan *food dehydrator* dapat membantu merusak dinding sel jamur, sehingga memudahkan pelarutan polisakarida dalam air panas.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afolabi, I. S. (2014). Moisture Migration and Bulk Nutrients Interaction in a Drying Food Systems: A Review. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 692-714.
- [2] Amalia, Samingan, & Thomy, Z. (2017). Pengaruh Beberapa Komposisi Media Tumbuh Terhadap Kandungan Protein, Lipid, dan Karbohidrat pada Tubuh Buah Jamur Merang (*Volvariella volvacea*). *Jurnal EduBio Tropika*, 5(2), 103-106.
- [3] Barros, A. B., Bell, V., Ferrão, J., Calabrese, V., & Fernandes, T. H. (2016). Mushroom biomass: Some clinical implications of  $\beta$ -glucans and enzymes. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 4(2), 37-47. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.4.SPECIAL-ISSUE-OCTOBER.06>
- [4] Elawati dan Nunung, E. (2022). Proximate Analysis of Merang Mushrooms (*Volvariella volvacea*) Cultivated on Corncob and Rice Bran Media. *Natural Sciences Engineering & Technology Journal (NASSET Journal)*. 2(2). 73-78.
- [5] Djurumudi, S. L., Montolalu, R. I., Pongoh, J., Dotulong, V., Lohoo, H. J., & Makapedua, D. M. (2022). Mutu Karagenan dengan Menggunakan Pelarut dan Metode Ekstraksi Berbeda. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 10(2), 80-85.

- [6] Habibi, N. A., Fathia, S., & Utami, C. T. (2019). Perubahan Karakteristik Bahan Pangan pada Keripik Buah dengan Metode Freeze Drying (Review). *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 5(2). <https://doi.org/10.32487/jst.v5i2.634>
- [7] Fadhilah, H., dan Budiyo, 2018. Pengaruh Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Media Tumbuh Jamur Terhadap Produksi Dan Sifat Fisik Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*). *Jurnal Agroindustri*, 8(1). 80-96.
- [8] Hu, X., Yu, C., Ahmadi, S., Wang, Y., Ye, X., Hou, Z., & Chen, S. (2022). Optimization of high-pressure processing-assisted extraction of pectic polysaccharides from three berries. *Food Quality and Safety*, 6, 1–12. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyac051>
- [9] Ikhsan, L. N., Chin, K. Y., & Ahmad, F. (2022). Methods of the Dehydration Process and Its Effect on the Physicochemical Properties of Stingless Bee Honey: A Review. *Molecules*, 27(21), 1–24. <https://doi.org/10.3390/molecules27217243>
- [10] Languille, J., Luther, D., Pennington, T., dan Wells, S. (2021). *The Prepper's Ultimate Food-Storage Guide Your Complete Resource to Create a Long-Term, Lifesaving Supply of Nutritious, Shelf-Stable Meals, Snacks, and More*. United States: Ulysses Press.
- [11] Liu, F., Huanjun, C., Lei, Q., Akram, A. N. M. A., Jin, X., Weizheng, Z., Shunni, Z., dan Zhongming, W. (2023). Effect and characterization of polysaccharides extracted from *Chlorella* sp. by hot-water and alkali extraction methods. *Algal Research*, 70, 102970.
- [12] Moldovan, C., Frumuzachi, O., Babotă, M., Menghini, L., Cesa, S., Gavan, A., Sisea, C. R., Tanase, C., Dias, M. I., Pereira, C., Ferreira, I. C. F. R., Crişan, G., Mocan, A., & Barros, L. (2021). Development of an optimized drying process for the recovery of bioactive compounds from the autumn fruits of *berberis vulgaris* L. and *crataegus monogyna* Jacq. *Antioxidants*, 10(10), 1–21. <https://doi.org/10.3390/antiox10101579>
- [13] Noris, M., & Suparti, S. (2020). Produktivitas Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*) Pada Media Jerami Dengan Penambahan Batang Pisang Yang Ditanam Dalam Keranjang. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 6(2), 154–162. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v6i2.10539>
- [14] Nurprialdi, B., Gani, V. O. T., Halda, S., Pratama, P. A., & Panjaitan, R. S. (2023). Qualitative and Quantitative Identification of Carbohydrates in Commercial Yoghurt Products. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Research*, 2(2), 11–21. <https://doi.org/10.31869/ijpr.v2i2.4134>
- [15] Popang, E. ginsel, Khotimah, K., & Lisnawati, A. (2016). Optimasi Pengolahan Tepung Jamur Merang Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Seminar Nasional Pembangunan Pertanian*, 1, 1–6.
- [16] Rosadi, N. A., Novida, S., Syuhriatin, S., & Juniawan, A. (2023). Pelatihan Pembuatan Produk Keripik Melon Menggunakan Alat Dehydrator bagi Kelompok UMKM Inkubator Bisnis Teknologi (ITe) Unizar. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 4(3), 572. <https://doi.org/10.33394/jpu.v4i3.7837>
- [17] Safitri, S. A., & Lestari, A. (2021). Uji Produktivitas Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*) Bibit F4 Asal Cilamaya Dengan Berbagai Konsentrasi Media Tanam Substitusi Tongkol Jagung. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 5(2), 122–131. <https://doi.org/10.31289/agr.v5i2.4670>
- [18] Tutik, T., Putri, G. A. R., & Lisnawati, L. (2022). Perbandingan Metode Maserasi, Perkolasi, dan Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, 9(3), 913–923. <https://doi.org/10.33024/jikk.v9i3.5634>
- [19] Valentina, V., Pratiwi, A., Hsiao, P., Tseng, H., Hsieh, J., & Chen, C. (2016). Sensorial Characterization of Foods Before and After Freeze-drying. *Austin Food Sciences Open*, 1(6), 1–5. [www.austinpublishinggroup.com](http://www.austinpublishinggroup.com)
- [20] Zhao, Q., Jiang, Y., Zhao, Q., Patrick Manzi, H., Su, L., Liu, D., Huang, X., Long, D., Tang, Z., & Zhang, Y. (2023). The benefits of edible mushroom polysaccharides for health and their influence on gut microbiota: a review. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.121300>