

## Jurnal Agrosilvopasture-Tech

Journal homepage: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/agrosilvopasture-tech>

### Sifat Kimia Konsentrat Protein Ulat Sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*) dengan Variasi Metode Pengeringan Awal

*Chemical Properties of Sago Grub (*Rhynchophorus ferrugineus*) Protein Concentrate With Different Initial Drying Method*

Mizel A. Y. Talakua, Helen C. D. Tuhumury\*, Priscillia Picauly

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura, Kampus Poka Ambon Indonesia 97233, Indonesia

\*Penulis korespondensi e-mail: [hcdtuhumury@gmail.com](mailto:hcdtuhumury@gmail.com)

#### ABSTRACT

**Keywords:**  
Sago grub  
Protein concentrate  
Drying  
Chemical properties

The sago grub (*Rhynchophorus ferrugineus*) is a kind of edible insect which can be utilized as an substitute source of protein in the form of concentrates. The extraction process of protein concentrate requires a proper drying technique for the starting material. This study was intended to determine the appropriate initial drying method for sago grub to produce protein concentrates with good chemical properties. In this study, cabinet dryer, sun, and oven drying methods were used to extract sago caterpillar protein concentrate with a block randomized design. The variables observed were the moisture, ash, protein, and fat contents of the sago grub protein concentrate. The results demonstrated that *cabinet dryers* are the most appropriate drying method for producing protein concentrate with the best chemical and functional characteristics. The drying method of the *cabinet dryer produces* a protein concentrate with a moisture content of 23%, an ash content of 11.26%, a protein content of 55.37%, and a fat content of 7.67%.

#### ABSTRAK

**Kata Kunci:**  
Ulat sagu  
Konsentrat protein  
Pengeringan  
Sifat kimia

Ulat sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*) merupakan jenis serangga *edible* yang dapat digunakan sebagai sumber protein alternatif dalam bentuk konsentrat. Proses ekstraksi konsentrat protein membutuhkan teknik pengeringan bahan awal yang tepat. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan metode pengeringan awal ulat sagu yang tepat untuk menghasilkan konsentrat protein ulat sagu dengan sifat kimia yang baik. Metode pengeringan *cabinet dryer*, matahari dan oven untuk ekstraksi konsentrat protein ulat sagu dengan Rancangan Acak Kelompok digunakan dalam penelitian ini. Variabel yang diamati adalah kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak dari konsentrat protein. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Cabinet dryer* merupakan metode pengeringan yang paling tepat dalam menghasilkan konsentrat protein dengan karakteristik kimia dan fungsional yang terbaik. Metode pengeringan *cabinet dryer* menghasilkan konsentrat protein dengan kadar air 23%, kadar abu 11,26%, kadar protein 55,37%, dan kadar lemak 7,67%.

#### PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia akan pangan sumber protein semakin beragam mulai dari protein hewani, protein nabati dan berbagai sumber protein lainnya. Kecenderungan untuk mengkonsumsi bahan pangan sumber protein hewani mulai bergeser karena dalam proses pemeliharaan ternak sumber protein hewani sering

mengakibatkan tekanan terhadap lingkungan (van Huis & Oonincx, 2017; van Huis, 2013, 2015), walaupun protein hewani mengandung asam amino esensial yang lengkap dan mudah untuk dicerna. Konsumsi beralih ke sumber protein nabati namun kelemahannya sumber protein nabati memiliki asam amino yang tidak lengkap (Day et al., 2022). Sumber protein lain yang sekarang dikembangkan adalah protein yang berasal dari serangga.

Serangga telah memberikan banyak kontribusi nutrisi manusia, khususnya kebutuhan protein karena banyak penduduk di belahan dunia yang menjadikannya sebagai bahan pangan, kegiatan yang turun temurun dilakukan di suatu tempat untuk makan serangga (entomofagus) (Zielińska et al., 2018). Konsumsi serangga sebagai bahan pangan ini lebih dominan dilakukan di negara-negara tropis dengan level biodiversitas serangga yang cukup tinggi (Melgar-Lalanne et al., 2019). Berbagai macam bentuk serangga dapat dikonsumsi manusia baik dari bentuk telur, ulat, pupa, maupun dewasa. Selain itu, dalam upaya mendapatkan serangga dari alam maupun budidayanya tidak memberikan tekanan terhadap lingkungan, sehingga konsumsi serangga yang dapat dimakan ini dapat menjadi solusi mendapatkan sumber protein yang lebih murah, selain manfaat nutrisinya (Patel et al., 2019).

Kelebihan sumber protein serangga menjadikannya sebagai incaran bahan yang digunakan dalam berbagai industri makanan maupun minuman. Hal ini karena serangga mengandung kurang lebih 40-70% protein. Protein dari serangga mendapat perhatian lebih dalam industri pangan karena memiliki kandungan protein; asam lemak tak jenuh yang lebih banyak dari yang jenuh; banyak memenuhi kebutuhan vitamin dan mineral; serta asam amino esensial yang lengkap dan daya cerna tinggi sekitar 76-89% dibandingkan protein nabati (van Huis, 2013). Salah satu jenis serangga yang dimakan dalam bentuk larva/ulat adalah ulat sagu atau larva dari kumbang dewasa *Rhynchophorus ferrugineus*. Ulat sagu sering dikonsumsi oleh penduduk di Maluku maupun Papua. Hasil penelitian Köhler et al. (2020) menunjukkan bahwa kandungan nutrisi ulat sagu meliputi protein sebesar 10,39 g/100 g, rasio asam lemak tidak jenuh terhadap jenuh sebesar 0,6, dan asam amino esensial sebesar 40%. Berbagai produk olahan pangan berbasis ulat sagu seperti bakso maupun kerupuk (Tuhumury et al., 2020).

Serangga dengan berbagai keuntungan manfaat nutrisinya masih belum bisa diterima secara luas sebagai bahan pangan. Salah satu cara yang digunakan untuk meningkatkan animo masyarakat mengkonsumsi serangga adalah dengan menjadikannya sebagai bubuk, atau konsentrat maupun isolat protein yang dapat digunakan sebagai bahan dasar produk olahan pangan berprotein tinggi. Untuk menggunakan protein serangga ke dalam berbagai produk pangan, karakteristik fungsional protein tersebut harus dipelajari dengan sangat teliti, melalui berbagai proses transformasinya.

Beberapa penelitian sudah mengembangkan metode ekstraksi seperti ekstraksi heksana dan ekstraksi air (Ndiritu et al., 2017). Metode *defatting* atau penghilangan lemak merupakan metode umum yang digunakan dalam proses pembuatan konsentrat protein. Namun untuk mencapai hasil ekstraksi yang maksimal diperlukan proses pengeringan sampel, karena proses pengeringan akan merusak struktur lipida, sehingga pelarut organik yang digunakan dapat dengan mudah menembus struktur bahan dan mengekstraksi minyak dari bahan dengan efektif (Maruatona et al., 2010).

Beberapa penelitian sudah menggunakan proses pengeringan awal bahan yang berbeda sebelum ekstraksi untuk mendapatkan konsentrat protein, seperti pada konsentrat protein paru sapi (Yunianto, 2014), hati sapi (Kariyanto, 2014) dan kepala ayam (Tafiany, 2021). Hasil-hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode pengeringan berpengaruh terhadap karakteristik fungsional konsentrat protein. Dengan demikian penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan metode pengeringan awal ulat sagu yang tepat untuk menghasilkan konsentrat protein ulat sagu dengan sifat kimia yang baik

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Ulat sagu yang diambil dari Negeri Hutumuri, Kecamatan Leitimur Selatan, Kota Ambon, Provinsi Maluku merupakan bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini. Bahan kimia lain yang digunakan antara lain heksan-teknis (Sinka), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck), HCl (Merck), NaOH (Merck), kloroform-teknis (Sinka).

### Prosedur

Ulat sagu dibersihkan menggunakan akuades dan ulat sagu dilepaskan kepalanya. Kemudian ulat sagu diletakan dalam nampan dan dikeringkan sesuai dengan perlakuan yaitu pengeringan menggunakan *cabinet*

*dryer* (50°C 24 jam), pengeringan menggunakan matahari (24 jam), dan pengeringan menggunakan oven (50°C 24 jam). Setelah itu dihaluskan dengan menggunakan *blender* dan dilakukan ekstraksi dengan menggunakan heksan.

Ekstraksi heksan dilakukan dengan cara ulat sagu dicampur dengan heksan dengan rasio 1:5. Campuran dihomogenkan dengan *shaker* mekanis selama 16 jam dan disaring. Residu kemudian dicuci dengan heksan untuk menghilangkan kandungan lemak. Campuran disaring lagi dengan residu dikeringkan pada suhu ruang dan residu disimpan pada suhu 25° C. Variabel yang diamati antara lain:

#### **Kadar Air** (AOAC, 2019)

Sampel konsentrat protein ulat sagu ditimbang sebanyak 3 g (C) ke dalam cawan porselen dengan berat yang sudah diketahui (A) dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 2 jam dan didinginkan dalam desikator dan diulang hingga lebih 30 menit dan ditimbang. Setelah itu diulang prosedurnya sampai didapatkan berat yang konstan (B).

Kadar air ditentukan dengan rumus:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{A - B}{C} \times 100\%$$

Keterangan: A = berat cawan dan sampel awal (g); B = berat cawan dan sampel setelah kering (g); C = berat sampel awal (g).

#### **Kadar Abu** (AOAC, 2019)

Cawan porselen yang telah bersih dimasukkan dalam tanur dengan suhu 400°C selama 1 jam sampai didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang sampai beratnya konstan (A). Sampel konsentrat protein ulat sagu ditimbang sebanyak 3 g dalam cawan porselen (B) kemudian dibakar dalam tanur dengan suhu 600°C selama 4 jam sampai diperoleh abu putih. Setelah itu sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan dipanaskan lagi dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Cawan dengan sampel didalamnya di dinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya. (C). Kadar abu ditentukan dengan rumus:

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan: A = berat cawan (g); B = berat cawan dan sampel (g); C = berat cawan dan sampel setelah menjadj abu (g).

#### **Kadar Protein**

Sampel konsentrat protein ulat sagu ditimbang sebanyak 2 g dan dimasukkan dalam labu Kjeldahl. 2 mL asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan 1 g Cu kompleks sebagai katalis ditambahkan kedalamnya. Proses destruksi dilakukan terhadap campuran ini di dalam lemari sampai menghasilkan warna hijau bening. Setelah itu didinginkan selama 30 menit. Ke dalam labu dituangkan 1 mL kloroform dan diencerkan dengan 100 mL akuades. 25 mL larutan tersebut dimasukkan dalam labu kjeldahl dengan ditetesi 7 tetes indikator pp dan NaOH 50% dan terbentuk larutan merah muda. Destilasi dilakukan dengan cara erlenmeyer diisi dengan asam boraks (H<sub>2</sub>BO<sub>2</sub>) sampai terbentuk larutan hijau dan berlangsung selama 15 menit. Asam HCl 0,1 N digunakan untuk titrasi destilat sampai berwarna biru. Kadar protein ditentukan dengan rumus:

$$\%N = \frac{mL \text{ HCl}}{\text{berat sampel (g)} 1000} \times NHCl \times 14,00 \times 100\%$$

$$\text{Kadar Protein} = \% N \times 6,25$$

#### **Kadar Lemak**

Sampel konsentrat protein ulat sagu ditimbang sebanyak 2 g (C) dan dimasukkan dalam selongsong penyaring. Setelah dioven selama 1 jam pada suhu 110°C, labu penyaring yang sudah kering ditimbang beratnya (A), dan dimasukkan dalam aparatus soxhlet. 30 mL dietil eter ditambahkan dan dimasukkan dalam waterbath 70°C dengan penyangga. Penyaringan dilakukan selama 5 jam dan dikeringkan dari dietil eter. Labu selanjutnya dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 110°C dan dinginkan dalam desikator selama 20 menit serta ditimbang (B). Kadar lemak ditentukan dengan rumus:

$$\% \text{ Lemak} = \frac{B - A}{C} \times 100\%$$

Keterangan: A = berat cawan dan sampel (g); B = berat cawan dan sampel setelah kering (g); C = berat sampel awal (g).

## Analisis Data

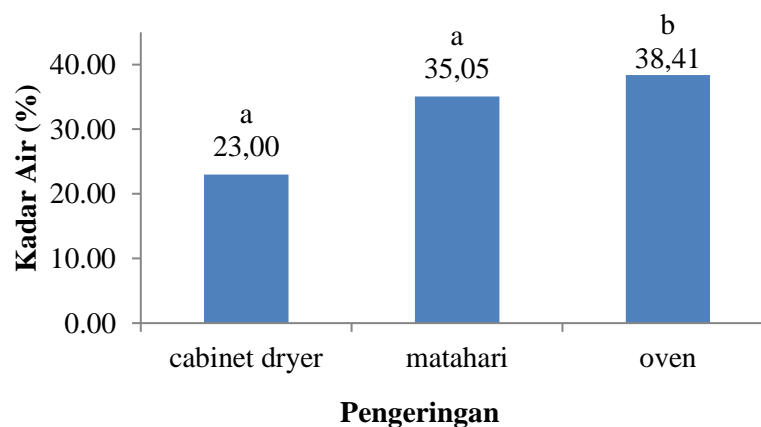
Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan melalui uji analisis atau variansi berdasarkan Rancangan Acak Kelompok. Hasil analisis ragam atau variasi yang diperoleh berpengaruh, dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Kimia Konsentrat Protein Ulat Sagu

#### Kadar Air

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa variasi metode pengeringan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air ulat sagu. Rataan nilai kadar air ulat sagu dengan metode pengeringan berkisar antara 23,00-38,40% (Gambar 1). Ulat sagu dengan metode pengeringan *cabinet dryer* menghasilkan kadar air terendah (23,00%), sedangkan metode pengeringan oven menghasilkan kadar air tertinggi (38,40%).



Gambar 1. Kadar air konsentrat protein ulat sagu

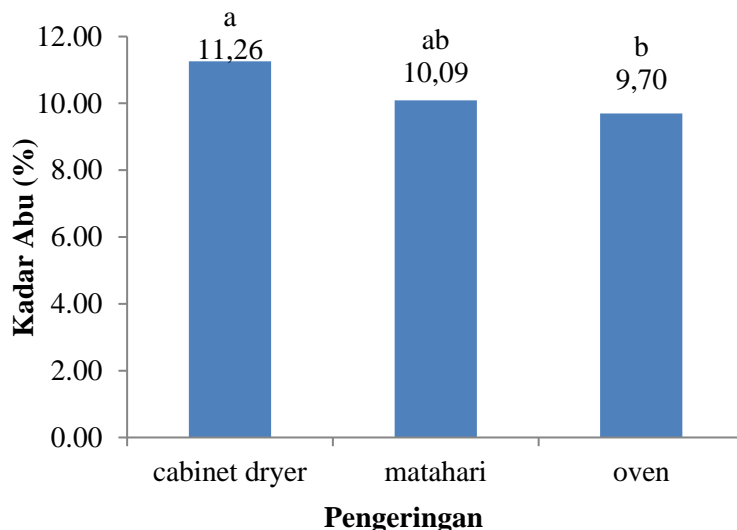
Beberapa hasil menunjukkan bahwa kadar air konsentrat protein kacang hijau adalah 8,54% (Oo *et al.*, 2017), sedangkan kadar air konsentrat protein ikan sekitar 9,34% (Rieuwpassa & Cahyono, 2019). Kadar air konsentrat protein ulat sagu ini cukup tinggi dibandingkan dengan kadar air konsentrat protein pada umumnya. Hal ini disebabkan metode pengeringan setelah proses ekstraksi dengan heksan adalah metode kering angin pada suhu ruang sedangkan hasil ekstraksi konsentrat yang lain dilakukan pengeringan dengan oven 45°C selama 8 jam (Rieuwpassa & Cahyono, 2019), sehingga kemungkinan penyerapan uap air dari udara ke dalam bahan akan tinggi dan mengakibatkan kadar air konsentrat protein menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain. Hasil penelitian terhadap konsentrat protein kacang cowpea juga menunjukkan pentingnya cara pengeringan yang digunakan setelah ekstraksi untuk menghasilkan konsentrat dengan kualitas yang baik (Mune & Sogi, 2015). Namun demikian, perlakuan pengeringan ulat sagu berpengaruh pada kadar air konsentrat yang dihasilkan, dimana pengeringan dengan *cabinet dryer* dan pengeringan matahari tidak berbeda nyata, tapi berbeda nyata dengan pengeringan oven. Dalam proses pengeringan, terjadi transfer panas dan transfer massa. Panas dari media pengeringan berkontak dengan produk sehingga air dalam produk akan menguap ke lingkungan.

#### Kadar Abu

Variasi metode pengeringan berpengaruh nyata terhadap kadar abu ulat sagu berdasarkan hasil analisis ragam. Rataan nilai kadar abu ulat sagu dengan metode pengeringan berkisar antara 9,70-11,26% (Gambar 2). Ulat sagu dengan metode pengeringan oven menghasilkan kadar abu terendah (9,70%) dan tidak berbeda nyata dengan pengeringan matahari namun berbeda dengan perlakuan pengeringan *cabinet dryer* yang menghasilkan kadar abu tertinggi (11,26%).

Kadar abu dari ulat sagu basah sekitar 6,34-7,64% (Abdel-Moniem *et al.*, 2017). Setelah dikeringkan dan diekstraksi dengan heksan, terjadi kenaikan kadar abu konsentrat protein ulat sagu. Hasil penelitian terhadap larva *R. phoenicis* juga menunjukkan trend yang sama kenaikan kadar abu dari 2% berat basah menjadi 5,53% saat dikeringkan dan bahkan menjadi 16,66% setelah diekstraksi dan menjadi bubuk

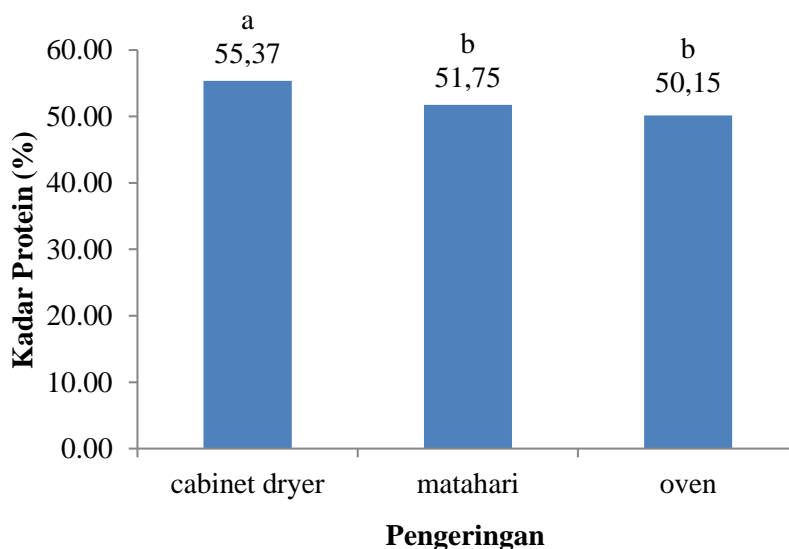
(Womeni et al., 2012). Hal ini disebabkan karena pengeringan mengurangi jumlah air dari bahan dan membuat kadar abu setelah diekstraksi menjadi semakin meningkat (Asgar et al., 2022).



Gambar 2. Kadar abu konsentrat protein ulat sagu

**Kadar Protein**

Variasi metode pengeringan ulat sagu berpengaruh nyata terhadap kadar protein konsentrat ulat sagu berdasarkan hasil analisis ragam. Rataan nilai kadar protein konsentrat ulat sagu dengan metode pengeringan berkisar antara 50,15-55,37% (Gambar 3). Kadar protein konsentrat tertinggi pada ulat sagu yang dikeringkan dengan metode *cabinet dryer* (55,37%) dan berbeda nyata dengan kadar protein dengan metode pengeringan matahari (51,75%) dan pengeringan oven (50,15%) yang tidak berbeda nyata satu dengan yang lain.



Gambar 3. Kadar protein konsentrat protein ulat sagu

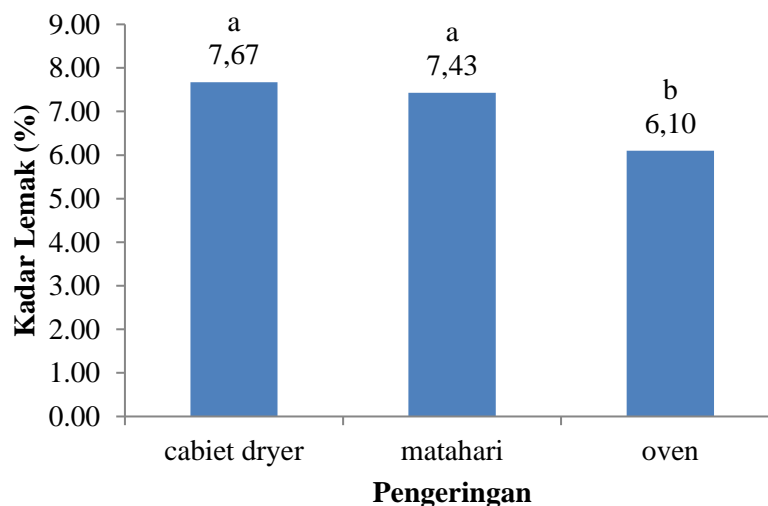
Penelitian Ndritu et al. (2017) dengan konsentrat protein jangkrik menggunakan metode ekstraksi heksan dan kering angin setelah ekstraksi menunjukkan kadar protein sekitar 76,63 %. Konsentrat protein cowpea dengan ekstraksi petroleum eter dan pengeringan berbeda setelah ekstraksi memiliki kadar protein sekitar 62,83-78,53% (Mune & Sogi, 2015). Konsentrat protein larva *R. phoenicis* dengan ekstraksi kloroform dan metanol menghasilkan konsentrat dengan kadar protein 67,09%. Hasil kadar protein konsentrat ulat sagu dengan metode pengeringan sebelum ekstraksi yang berbeda dalam penelitian ini lebih rendah dari penelitian-penelitian sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa metode ekstraksi maupun metode

pengeringan setelah ekstraksi dan jenis sumber bahan yang berbeda akan menghasilkan kadar protein yang berbeda.

Metode pengeringan oven terhadap bahan ulat sagu sebelum proses ekstraksi menghasilkan konsentrat protein yang lebih rendah yang berbeda metode pengeringan *cabinet dryer* namun tidak berbeda secara statistik dengan metode pengeringan matahari. Sangat penting mengeringkan bahan sebelum proses ekstraksi lemak (*deffatting*), karena banyak pelarut organik sangat tidak dapat bercampur dengan air dan akan terhalangi untuk melakukan penetrasi ke matriks bahan jika kandungan air tinggi dan ekstraksi tidak efisien (Hewavitharana *et al.*, 2020). Dalam penelitian ini tidak dilakukan pengukuran kadar air terhadap bahan setelah pengeringan, namun diduga kadar air setelah pengeringan dengan dengan *cabinet dryer* suhu 50°C selama 24 jam menghasilkan ulat sagu yang kandungan air lebih banyak dari peneringan matahari 24 jam dan pengeringan oven suhu 50°C selama 24 jam, sehingga efektifitas ekstraksi menjadi terhambat dan menghasilkan kadar protein konsentrat yang lebih rendah karena kandungan lemak sisa hasil ekstraksi masih lebih tinggi.

### Kadar Lemak

Variasi metode pengeringan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar lemak ulat sagu, berdasarkan hasil analisis ragam. Rataan nilai kadar lemak ulat sagu dengan metode pengeringan berkisar antara 6,10-7,67% (Gambar 4). Ulat sagu dengan metode pengeringan oven menghasilkan kadar lemak terendah (6,10%), sedangkan perlakuan pengeringan *cabinet dryer* menghasilkan kadar lemak tertinggi (7,67%). Suhu pengeringan yang terkontrol dapat menyebabkan tinggi rendahnya kadar lemak. Pengeringan oven diduga dapat menyebabkan kerusakan lemak sehingga kadarnya lebih sedikit dibandingkan dengan kadar lemak konsentrat yang dikeringkan dengan *cabinet dryer* dan matahari (Hewavitharana *et al.*, 2020).



Gambar 4. Pengaruh metode pengeringan terhadap kadar lemak konsentrat protein ulat sagu

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya untuk kadar protein kandungan air bahan sebelum proses ekstraksi sangat menentukan efektifitas ekstraksi dan kadar lemak akhir setelah ekstraksi. Sangat penting mengeringkan bahan sebelum proses ekstraksi lemak (*deffatting*), karena banyak pelarut organik sangat tidak dapat bercampur dengan air dan akan terhalangi untuk melakukan penetrasi ke matriks bahan jika kandungan air tinggi dan ekstraksi tidak efisien (Hewavitharana *et al.*, 2020). Dalam penelitian ini tidak dilakukan pengukuran kadar air terhadap bahan setelah pengeringan, namun diduga kadar air setelah pengeringan dengan dengan *cabinet dryer* suhu 50°C selama 24 jam menghasilkan ulat sagu yang kandungan air lebih banyak dari peneringan matahari 24 jam dan pengeringan oven suhu 50°C selama 24 jam, sehingga efektifitas ekstraksi menjadi terhambat dan menghasilkan kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode pengeringan yang lainnya.

### KESIMPULAN

*Cabinet dryer* merupakan metode pengeringan yang paling tepat dalam menghasilkan konsentrat protein dengan karakteristik kimia dan fungsional yang terbaik. Metode pengeringan *cabinet dryer*

menghasilkan konsentrat protein dengan kadar air 23%, kadar abu 11,26%, kadar protein 55,37%, dan kadar lemak 7,67%,

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Moniem, A. S. H., El-Kholy, M. Y., & Elshekh, W. E. A. (2017). The red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier, as edible insects for food and feed: A Case Study in Egypt. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 8(3), 1653–1658.
- AOAC. (2019). *Official Methods Of Analysis Book* (21st Edition). Association of Official Analytical Chemist. Inc. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>
- Asgar, A., Musaddad, D., Rahayu, S. T., & Levianny, P. S. (2022). Effect of temperature and drying time on chemical, physical, and organoleptic characteristics of dry winged beans. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1024:01200.
- Day, L., Cakebread, J. A., & Loveday, S. M. (2022). Food proteins from animals and plants: Differences in the nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 428–442. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.020>
- Hewavitharana, G. G., Perera, D. N., Navaratne, S. B., & Wickramasinghe, I. (2020). Extraction methods of fat from food samples and preparation of fatty acid methyl esters for gas chromatography: A review. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(8), 6865–6875.
- Kariyanto, R. A. (2014). *Pengaruh Pengeringan Sinar Matahari dan Oven Terhadap Emulsifikasi, Daya Buih, dan Daya Serap Minyak Pada Konsentrat Protein Hati Sapi* [Universitas Brawijaya]. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/137224/>
- Köhler, R., Irias-Mata, A., Ramandey, E., Purwestri, R., & Biesalski, H. K. (2020). Nutrient composition of the Indonesian sago grub (*Rhynchophorus bilineatus*). *International Journal of Tropical Insect Science*, 40(3), 677–686. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00120-z>
- Maruatona, G. N., Duodu, K. G., & Minnaar, A. (2010). Physicochemical, nutritional and functional properties of marama bean flour. *Food Chemistry*, 121(2), 400–405. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.054>
- Melgar-Lalanne, G., Hernández-Álvarez, A.-J., & Salinas-Castro, A. (2019). Edible insects processing: traditional and innovative technologies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4), 1166–1191. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12463>
- Mune, M. A. M., & Sogi, D. S. (2015). Emulsifying and foaming properties of protein concentrates prepared from cowpea and bambara bean using different drying methods. *International Journal of Food Properties*, 19(2), 371–384. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1023399>
- Ndiritu, A. K., Kinyuru, J. N., Kenji, G. M., & Gichuhi, P. N. (2017). Extraction technique influences the physico-chemical characteristics and functional properties of edible crickets (*Acheta domesticus*) protein concentrate. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(4), 2013–2021. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9584-4>
- Oo, Z. Z., Ko, T. L., & Than, S. S. (2017). Physico-chemical properties of extracted mung bean protein concentrate. *American Journal of Food Science and Technology*, 5(6), 265–269. <https://doi.org/10.12691/ajfst-5-6-7>
- Patel, S., Suleria, H. A. R., & Rauf, A. (2019). Edible insects as innovative foods: Nutritional and functional assessments. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 352–359. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.033>
- Rieuwpassa, F. J., & Cahyono, E. (2019). Karakteristik fisiko-kimia konsentrat protein ikan sunglir (*Elagatis bipinulatus*). *Jurnal MIPA UNSRAT*, 8(3), 164–167. <https://doi.org/https://doi.org/10.35799/jmuo.8.3.2019.26189>
- Tafiany, R. A. (2021). *Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Sifat Fungsional Konsentrat Protein Kepala Ayam* [Universitas Brawijaya]. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/188071/>
- van Huis, A. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology*, 58(1), 563–583. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153704>
- van Huis, A. (2015). Edible insects contributing to food security? *Agriculture & Food Security*, 4(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s40066-015-0041-5>
- van Huis, A., & Oonincx, D. G. A. B. (2017). The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(5), 43. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0452-8>

- Womani, H. M., Tiencheu, B., Linder, M., Nabayo, E. M. C., Tenyang, N., Mbiapo, F. T., Villeneuve, P., Fanni, J., & Parmentier, M. (2012). Nutritional value and effect of cooking, drying, and storage process on some functional properties of *Rhynchophorus phoenicis*. *Journal of Life Science and Pharma Research*, 2(203-219).
- Yunianto, W. T. (2014). *Pengaruh Pengeringan Dengan Sinar Matahari dan Oven Terhadap Emulsifikasi, Daya Serap Minyak, dan Daya Buih Pada Konsentrat Protein Paru Sapi* [Universitas Brawijaya]. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/137226/>
- Zielińska, E., Karaś, M., & Baraniak, B. (2018). Comparison of functional properties of edible insects and protein preparations thereof. *LWT*, 91, 168–174. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.058>