

KODE: STAP 012

## PENGARUH METODE PENGERINGAN TERHADAP KANDUNGAN FENOL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN POLLEN KELAPA SAWIT

Diyanah Sylvia Eka Putri, Osfar Sjojfan\*, Heli Tistiana

Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya

Email: [osfar@ub.ac.id](mailto:osfar@ub.ac.id)

### ABSTRAK

Serbuk sari kelapa sawit berfungsi sebagai aditif pakan kaya protein alami yang berasal dari kelompok bunga *Elaeis guineensis* Jacq. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode pengeringan terhadap kandungan fenol, flavonoid dan antioksidan serbuk sari kelapa sawit. Metode yang digunakan percobaan laboratorium dengan tiga perlakuan P0 : pengeringan di bawah sinar matahari, P1: pengeringan beku, P2 : pengeringan oven pada suhu 60°C selama 4 jam. Eksperimen ini menggunakan desain acak 3 perlakuan dan 7 ulangan. Variabel yang diamati adalah kandungan aktivitas antioksidan, fenol, dan flavonoid. Data dianalisis dengan Rancangan Acak Lengkap dan dilanjutkan Uji Jarak Berganda Duncans. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ( $P<0,01$ ) terhadap kandungan aktivitas antioksidan, fenol, dan flavonoid. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan penggunaan pengeringan oven pada suhu 60°C selama 4 jam memberikan terkontrol menawarkan keseimbangan optimal antara efisiensi, dan retensi nutrisi. Pengeringan beku memberikan pengawetan antioksidan dan senyawa fenol yang unggul, sehingga cocok untuk aditif pakan berkualitas premium. Pengeringan di bawah sinar matahari mengakibatkan hilangnya nutrisi yang signifikan karena paparan panas dan radiasi UV yang berkepanjangan. Metode pengeringan oven dan beku direkomendasikan untuk memproduksi aditif pakan serbuk sari kelapa sawit berkualitas tinggi untuk peningkatan nutrisi unggas yang berkelanjutan.

**Kata kunci:** Aktivitas Antioksidan, Fenolik, Flavonoid, Kelapa Sawit

### ABSTRACT

Palm pollen serves as a natural protein-rich feed additive derived from the *Elaeis guineensis* Jacq flower group. This study aims to determine the drying method of the phenol, flavonoid and antioxidant content of palm pollen. The method used was laboratory experiments with three treatments P0: drying in the sun, P1: freeze-drying, P2: drying the oven at 60°C for 4 hours. This experiment used a random design of 3 treatments and 7 replicates. The observed variables were the content of antioxidant, phenol, and flavonoid activity. The data were analyzed with the Complete Random Design and extended Duncans Multiple Distance Test. The results showed that the treatment had a very real effect ( $P<0.01$ ) on the content of antioxidant, phenol, and flavonoid activity. From the results of the study, it can be concluded that the use of oven drying at a temperature of 60°C for 4 hours provides a controlled offering an optimal balance between efficiency, and nutrient retention. Freeze drying provides superior preservation of antioxidants and phenol compounds, making it suitable for premium quality feed additives. Drying in the sun results in significant nutrient loss due to prolonged exposure to heat and UV radiation. Oven and freeze drying methods are recommended to produce high-quality palm pollen feed additives for the continuous improvement of poultry nutrition.

**Keywords:** Antioxidant Activity, Flavonoids, Phenolic, Pollen, Oil Palm

### PENDAHULUAN

Serbuk sari kelapa sawit (*pollen*) merupakan produk samping perkebunan yang memiliki nilai nutrisi tinggi, kaya akan protein, asam amino esensial, antioksidan, dan berbagai senyawa bioaktif. Namun, kandungan air yang tinggi membuat serbuk sari mudah rusak akibat aktivitas

mikroorganisme dan reaksi enzimatik. Pengeringan menjadi langkah untuk mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpan, namun metode yang dipilih memberikan dampak signifikan terhadap retensi kandungan nutrisi produk akhir.

Tiga metode pengeringan yang umum digunakan pengeringan cahaya matahari, pengeringan beku, dan pengeringan oven memiliki karakteristik dan dampak yang berbeda terhadap kualitas nutrisi. Pengeringan cahaya matahari, meskipun memiliki modal rendah dan kesederhanaan operasional (Fang et al., 2016), menunjukkan kelemahan. Waktu pengeringan yang panjang meningkatkan risiko kontaminasi debu dan serangga, serta menghasilkan pengeringan yang tidak seragam (Zhou et al., 2021). Sebaliknya, pengeringan beku merupakan metode paling efektif dalam mempertahankan kualitas nutrisi. Proses sublimasi pada suhu rendah meminimalkan kerusakan struktur sel dan reaksi kimia yang dapat mendegradasi nutrisi. Wang et al. (2024) menyatakan bahwa pengeringan beku mampu mempertahankan kadar protein, antioksidan, dan senyawa bioaktif pada tingkat tertinggi. Metode ini juga unggul dalam menjaga mikrostruktur sehingga menghasilkan preservasi nutrisi yang sangat baik (Fang et al., 2016; Khan et al., 2024). Namun, investasi peralatan yang sangat tinggi dan konsumsi energi yang besar menjadi keterbatasan ekonomis metode ini. Pengeringan oven menawarkan alternatif yang menjembatani kedua metode tersebut. Dengan waktu pengeringan lebih cepat dan lingkungan lebih terkontrol (Fang et al., 2016; Bi et al., 2022), metode ini mengurangi risiko kontaminasi dan menghasilkan hasil yang lebih seragam. Oladeji et al. (2025) melaporkan bahwa pengeringan oven mampu mempertahankan kandungan protein yang relatif tinggi, serta menghasilkan kandungan lemak, dan serat yang tinggi (Uddin et al., 2024). Namun, paparan suhu tinggi dapat menyebabkan kehilangan kelembaban, lemak, dan karbohidrat (Iombor et al., 2014), serta retensi antioksidan dan senyawa fenolik yang lebih rendah dibandingkan pengeringan beku (Mudau & Ngezimana, 2014; Khan et al., 2024). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh ketiga metode pengeringan terhadap kandungan nutrisi serbuk sari kelapa sawit. Dengan menganalisis perubahan kandungan antioksidan, fenol, dan flavonoid, penelitian ini diharapkan memberikan informasi ilmiah untuk pengembangan teknologi pascapanen yang optimal, mempertimbangkan keseimbangan antara retensi nilai gizi, dan efisiensi proses dalam implementasinya.

## METODE PENELITIAN

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk sari kelapa sawit yang diperoleh dari perkebunan kelapa sawit Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi. Serbuk sari kelapa sawit yang telah mengalami pengeringan awal selama 12 jam kemudian dibagi ke dalam tiga perlakuan pengeringan berbeda. Penelitian ini menggunakan Rancangan eksperimental 3 perlakuan metode pengeringan, yaitu P0 serbuk sari tanpa pengeringan lanjutan yang hanya menggunakan pengeringan alami cahaya matahari selama 12 jam, P1 (pengeringan beku) yaitu serbuk sari yang telah dikeringkan awal kemudian diproses menggunakan metode *freeze drying* untuk mempertahankan kualitas nutrisi optimal, dan P2 (pengeringan oven) berupa

serbuk sari yang telah dikeringkan awal selanjutnya dikeringkan lanjutan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 4 jam untuk mempercepat proses pengeringan dengan kondisi terkontrol. Eksperimen ini menggunakan desain acak 3 perlakuan dan 7 ulangan. Variabel yang diamati adalah kandungan antioksidan, fenol, dan flavonoid. Data dianalisis dengan Rancangan Acak Lengkap dan Uji Jarak Berganda Duncans.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kandungan antioksidan, fenol, dan flavonoid dimaksudkan untuk menentukan metode pengeringan terbaik yang dapat digunakan untuk mempertahankan kualitas penyimpanan *pollen* dalam jangka waktu yang panjang. Hasil analisis kandungan antioksidan, fenol, dan flavonoid tersaji dalam tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata kandungan antioksidan, fenol dan flavonoid *pollen* kelapa sawit berdasarkan perbedaan metode pengeringan.

Parameter	Perlakuan		
	P0	P1	P2
Antioksidan	59,74 ± 1,36 <sup>c</sup>	77,92 ± 2,37 <sup>a</sup>	71,92 ± 1,81 <sup>b</sup>
Fenol	80,47 ± 2,28 <sup>c</sup>	121,31 ± 1,77 <sup>a</sup>	115,70 ± 2,53 <sup>b</sup>
Flavonoid	48,86 ± 7,14 <sup>c</sup>	77,26 ± 3,51 <sup>b</sup>	84,36 ± 2,26 <sup>a</sup>

Ket : Huruf a,b,c superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap kandungan aktivitas antioksidan, fenol, dan flavonoid ( $P < 0,01$ ).

### Aktivitas Antioksidan

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa metode pengeringan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap aktivitas antioksidan *pollen* ( $p < 0,01$ ). Pengeringan beku (P1) menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi dengan rata-rata 77,93%, diikuti oleh pengeringan oven (P2) 71,93%, dan pengeringan matahari (P0) menunjukkan nilai terendah sebesar 59,75%. Bi et al. (2024) melaporkan bahwa pengeringan beku mampu mempertahankan aktivitas antioksidan paling tinggi pada serbuk sari lebah dibandingkan metode konvensional lainnya. Keunggulan pengeringan beku dalam mempertahankan aktivitas antioksidan dijelaskan melalui mekanisme sublimasi yang terjadi pada suhu rendah, sehingga meminimalkan kerusakan termal terhadap senyawa antioksidan sensitif.

Penelitian yang dilaksanakan oleh Wang et al. (2024) menggunakan pendekatan proteomik kuantitatif menemukan bahwa pengeringan beku menghasilkan retensi protein antioksidan yang lebih baik, yang berkorelasi langsung dengan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa suhu rendah selama proses pengeringan beku mencegah denaturasi protein dan degradasi enzim antioksidan endogen seperti superoxide dismutase dan catalase. Kondisi ini berbeda dengan pengeringan matahari yang melibatkan paparan panas berkepanjangan dan radiasi ultraviolet yang dapat memicu reaksi oksidasi dan merusak struktur molekul antioksidan. Uddin et al. (2024) juga mengonfirmasi bahwa paparan sinar matahari

langsung menyebabkan fotodegradasi senyawa antioksidan, terutama karotenoid dan vitamin yang sensitif terhadap cahaya dan oksigen.

Pengeringan oven pada suhu 60°C selama 4 jam menunjukkan hasil yang cukup baik dengan aktivitas antioksidan 71,93%, meskipun masih lebih rendah dibandingkan pengeringan beku. Hasil ini sejalan dengan penelitian Khan et al. (2024) yang menyatakan bahwa pengeringan oven pada suhu sedang masih dapat mempertahankan sebagian besar aktivitas antioksidan, meskipun terjadi beberapa kehilangan akibat degradasi termal. Bi et al. (2022) menjelaskan bahwa suhu pengeringan 60°C berada pada rentang optimal yang dapat mempercepat proses pengeringan tanpa menyebabkan kerusakan berlebihan pada komponen bioaktif. Pada suhu ini, laju evaporasi air cukup tinggi untuk menghambat aktivitas mikroorganisme dan enzim degradatif, namun masih di bawah titik kritis yang dapat menyebabkan denaturasi protein dan oksidasi lipid secara masif.

### **Kandungan Fenolik Total**

Analisis statistik kandungan fenolik total menunjukkan hasil yang sangat nyata ( $p < 0,01$ ). Pengeringan beku (P1) menghasilkan kandungan fenolik total tertinggi dengan rata-rata 121,31 mg GAE/g, diikuti pengeringan oven (P2) sebesar 115,70 mg GAE/g, dan pengeringan matahari (P0) dengan nilai terendah 80,47 mg GAE/g. Perbedaan yang sangat nyata ini mengindikasikan bahwa senyawa fenolik sangat sensitif terhadap kondisi pengeringan, terutama suhu dan durasi paparan panas. Zhou et al. (2021) yang menyatakan bahwa pengeringan matahari menyebabkan penurunan kandungan asam fenolik yang signifikan pada serbuk sari lebah, dengan kehilangan mencapai 30-40% dibandingkan dengan bahan segar.

Mudau dan Ngezimana (2014) menjelaskan bahwa degradasi senyawa fenolik selama pengeringan matahari terjadi melalui beberapa mekanisme, termasuk oksidasi enzimatis oleh polifenol oksidase dan peroksidase yang masih aktif pada suhu rendah hingga sedang, serta oksidasi non-enzimatis yang dipicu oleh radiasi UV dan keberadaan oksigen. Penelitian mereka menunjukkan bahwa pengeringan beku mampu menginaktivasi enzim oksidatif sejak awal proses melalui pembekuan cepat, sehingga mencegah degradasi enzimatis senyawa fenolik. Khan et al. (2024) menambahkan bahwa struktur kristal es yang terbentuk selama pembekuan dapat melindungi senyawa fenolik dari paparan oksigen, menciptakan semacam barier fisik yang memperlambat reaksi oksidasi.

Pengeringan oven menunjukkan retensi fenolik yang cukup baik dengan nilai 115,70 mg GAE/g, hanya sekitar 4,6% lebih rendah dari pengeringan beku. Hasil ini mengindikasikan bahwa dengan pengaturan suhu yang tepat, pengeringan oven dapat menjadi alternatif yang efektif untuk mempertahankan kandungan fenolik. Uddin et al. (2024) melaporkan pengeringan oven pada suhu 60°C menghasilkan retensi fenolik yang mendekati pengeringan beku. Mereka menjelaskan bahwa suhu 60°C cukup untuk menginaktivasi enzim oksidatif seperti polifenol oksidase tanpa menyebabkan degradasi termal yang berlebihan terhadap senyawa fenolik. Bi et al. (2022) juga menemukan bahwa pada rentang suhu 50-70°C, laju degradasi termal senyawa

fenolik masih relatif lambat, sehingga dengan waktu pengeringan yang singkat (4 jam), akan kehilangan fenolik dapat diminimalkan.

### **Kandungan Flavonoid Total**

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa metode pengeringan berpengaruh sangat signifikan terhadap kandungan flavonoid total ( $p < 0,01$ ). Hasil analisis kandungan flavonoid yang terdapat pada tabel 1, pengeringan oven (P2) menunjukkan hasil tertinggi dengan rata-rata 84,36 mg QE/g, diikuti oleh pengeringan beku (P1) sebesar 77,26 mg QE/g, dan pengeringan matahari (P0) dengan nilai terendah 48,86 mg QE/g. Metode pengeringan oven dalam prosesnya sangat mudah digunakan dan hemat biaya. Kelemahan metode ini adalah kebutuhan suhu yang tergolong tinggi dengan periode pengeringan yang memakan waktu. Proses pengeringan yang berkepanjangan dapat mengakibatkan hilangnya senyawa-senyawa volatil atau kemungkinan terjadinya dekomposisi (Sari, dkk, 2024).

Menurut Bi et al. (2024) dalam penelitiannya tentang pengaruh metode pengeringan terhadap senyawa volatil dan asam amino menemukan bahwa beberapa senyawa flavonoid tertentu dapat mengalami transformasi struktural selama proses pengeringan termal yang justru meningkatkan deteksi mereka dalam analisis kolorimetri. Mereka menjelaskan bahwa pemanasan moderat dapat memfasilitasi pelepasan flavonoid yang terikat pada protein atau polisakarida, sehingga meningkatkan flavonoid yang dapat diekstrak. Hipotesis ini didukung oleh penelitian Uddin et al. (2024) yang menemukan bahwa pengeringan oven pada suhu 60-70°C dapat meningkatkan ekstraktabilitas flavonoid hingga 15-20% dibandingkan dengan bahan segar atau yang dikering bekukan, meskipun kandungan flavonoid absolut mungkin tidak meningkat.

Penjelasan lain dari perspektif hidrolisis glikosida flavonoid. Khan et al. (2024) melaporkan bahwa panas moderat dapat mendorong hidrolisis parsial glikosida flavonoid menjadi aglikon yang memiliki reaktivitas lebih tinggi dalam uji kolorimetri aluminium klorida yang umum digunakan untuk kuantifikasi flavonoid. Proses hidrolisis ini tidak terjadi secara signifikan pada pengeringan beku karena suhu yang sangat rendah, sehingga sebagian besar flavonoid tetap dalam bentuk glikosida yang memiliki reaktivitas lebih rendah dalam uji tersebut. Namun, bentuk glikosida flavonoid seringkali memiliki bioavailabilitas yang lebih baik dalam sistem biologis, sehingga nilai nutrisi aktual mungkin tidak langsung berkorelasi dengan hasil analisis kolorimetri.

Pengeringan matahari menunjukkan kandungan flavonoid yang sangat rendah, dengan kehilangan mencapai 42% dibandingkan pengeringan oven. Zhou et al. (2021) menjelaskan bahwa flavonoid sangat sensitif terhadap fotodegradasi, terutama keberadaan oksigen dan kelembaban. Paparan sinar UV selama pengeringan matahari dapat memicu reaksi fotooksidasi yang merusak struktur flavonoid, menghasilkan produk degradasi yang tidak memiliki aktivitas antioksidan. Selain itu, waktu pengeringan yang panjang pada pengeringan matahari memberikan kesempatan lebih besar untuk terjadinya oksidasi enzimatik dan non-enzimatik. Wang et al. (2024) menambahkan bahwa degradasi flavonoid selama pengeringan matahari juga



dapat disebabkan oleh reaksi kondensasi dengan protein yang dikatalisasi oleh enzim polifenol oksidase, membentuk kompleks yang tidak dapat diekstrak dengan metode konvensional.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Metode pengeringan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kandungan fenol, flavonoid dan antioksidan serbuk sari kelapa sawit. Pengeringan beku menunjukkan keunggulan sangat baik dibandingkan metode oven dan cahaya matahari, namun membutuhkan biaya yang jauh lebih mahal.

### Saran

Dari hasil penelitian disarankan metode pengeringan oven dan beku direkomendasikan untuk memproduksi aditif pakan serbuk sari kelapa sawit berkualitas tinggi untuk peningkatan nutrisi unggas yang berkelanjutan.

## UCAPAN DAN TERIMAKASIH

Diucapkan terima kasih kepada hibah Penelitian Dasar Unggulan sesuai dengan kontrak nomor : 01046.22/UN10.A0501/B/KS/2025.

## REFERENSI

- Bi, Y., Ni, J., Xue, X., Wu, L., Zhang, W., Wu, Z., Li, Y., dan Fang, X. 2024. Effect of different drying methods on the amino acids,  $\alpha$ -dicarbonyls and volatile compounds of rape bee pollen. *Food Science and Human Wellness*, 13(1), 517-527. <https://doi.org/10.26599/FSHW.2022.9250045>
- Bi, Y. X., Zielinska, S., Ni, J. B., Xue, X. F., Wu, L. M., Zhang, W., Wu, Z. H., Li, Y., dan Fang, X. M. 2022. Effects of hot-air drying temperature on drying characteristics and color deterioration of rape bee pollen. *Food Chemistry: X*, 16, 100501. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100464>
- Fang, X., Wang, H. 2022. Effects of pulsed vacuum drying temperature on drying kinetics, physicochemical properties and microstructure of bee pollen. *Food Science and Technology*, 169, 113966. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113966>
- Iombor, T. T., Olaitan, I. N., dan Ede, R. A. 2014. Proximate composition, antinutrient content and functional properties of soursop flour as influenced by oven and freeze drying methods. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 2(2), 106-110. <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.2.2.08>
- Khan, A. B. S., Ullah, M. R., Akhter, M., Hasan, M. M., Yasmin, F., Bosu, A., dan Ali, M. Z. 2024. Effect of distinct drying approach on bioactive compounds and nutritional profiling of *Ulva intestinalis* and *Padina tetrastomatica* from the Bay of Bengal, Bangladesh. *Food Chemistry Advances*, 5, 100778. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100778>
- Mudau, F. N., Tshivhandekano, I., Ntushelo, K., Ngezimana, W., Tshikalange, T. E. 2014. Chemical compositions and antimicrobial activities of *Athrixia phylicoides* DC. (bush tea), *Monsonia burkeana* (special tea) and synergistic effects of both combined herbal teas. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 7, S448-S453. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(14\)60273-X](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60273-X)
- Oladeji, O. S., Said, F. M., Daud, N. F. S., Hosnee, S. A. N. M., Maspan, N. A., Zakuan, N. S., dan Zakil, F. A. 2025. Effect of preservation techniques on the phytochemical profile, antioxidant activity, and glucose adsorption capacity of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). *South African Journal of Botany*, 184, 838-848. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2025.06.042>

- Sari, I. P., Sjoefjan, O., dan Widodo, E. 2024. Pengaruh metode pengeringan oven dan microwave terhadap kualitas fisik pakan. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 7 (1), 34 - 44. <https://doi.org/10.21776/ub.jnt.2024.007.01.5>
- Uddin, I., Jahan, E., Sultana, A., Jannat, N., Dilu, D. H., dan Haque, M. A. 2024. Effect Of Different Drying Methods On Nutritional Composition, Antioxidant Activity And Phytochemicals Of Enhydra Fluctuans. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 16(2). 10.34302/crpjfst/2024.16.2.13
- Wang, S., Chen, L., Li, S., dan Hu, F. 2024. Uncovering proteome variations and concomitant quality changes of differently drying-treated rape (*Brassica napus*) bee pollen by label-free quantitative proteomics. *Food Chemistry*, 434, 137559. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137559>
- Zhou, Z. D., Peng, W. J., Ni, J. B., Bi, Y. X., Fang, X. M., dan Liu, S. C. 2021. Effects of different drying methods on color, phenolic acids contents and antioxidant activity of rape bee pollen. *Food Science*, 42 (17) : 76 – 83. [10.7506/spkx1002-6630-20210204-071](https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-20210204-071)