

Efektivitas Senyawa Antioksidan Sarang Burung Walet dari Lombok

Alvin Juniawan¹, Arista Suci Andini¹, Halia Wanadiatri^{2*}

¹ Department of Biology, Faculty of Science, Universitas Islam Al-Azhar, Jl. Unizar. No. 20, Turida, Mataram, 83237.

² Department of Pharmacology, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Al-Azhar, Jl. Unizar. No. 20, Turida, Mataram, 83237.

* Corresponding Author e-mail: dr.halia.wd@gmail.com

Sejarah Artikel

Diterima: 18-09-2024

Direvisi: 24-10-2024

Dipublikasi: 30-10-2024

Kata Kunci:

antioksidan; sonikasi;
sarang burung walet

Abstrak

Studi ini menyelidiki aktivitas antioksidan sarang burung walet yang dikenal dengan Edible Bird Nests (EBNs) yang berasal dari spesies burung walet *Collocalia linchi*, terutama yang bersumber dari Lombok, Indonesia dengan berbagai manfaat kesehatan, termasuk potensinya sebagai antioksidan. Penelitian ini menggunakan sampel sarang burung walet yang diambil dari 3 lokasi berbeda yaitu : Lombok timur, lombok Tengah dan Lombok Barat. Metode ekstraksi yang digunakan yaitu dengan pemanasan dan sonikasi. Aktivitas antioksidan dinilai secara kuantitatif menggunakan metode DPPH dan diukur dengan spektrofotometri UV-Vis. Hasil menunjukkan nilai IC₅₀ yang bervariasi di seluruh waktu ekstraksi yang berbeda, dengan nilai tertinggi tercatat pada 3818,47 mg/mL dan terendah pada 2331,47 mg/mL, dibandingkan dengan kontrol (asam askorbat) pada 35,22 mg/mL. Semakin tinggi nilai IC₅₀ maka efektivitas antioksidan semakin rendah begitu juga sebaliknya. Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak EBNs relatif lemah jika dibandingkan dengan asam askorbat. Studi ini berkontribusi pada pemahaman teknik ekstraksi yang dioptimalkan dengan pemanasan dan sonikasi untuk membuka potensi penuh hasil ekstraksi senyawa bioaktif

Effectiveness of Antioxidant Compounds in Swallow's Nest from Lombok

Article History

Received: 18-09-2024

Revised: 24-10-2024

Published: 30-10-2024

Keywords: antioxidant;
sonication; swallow's
nest

Abstract

This study investigated the antioxidant activity of swallow nests known as Edible Bird Nests (EBNs) derived from the swallow species *Collocalia linchi*, especially those sourced from Lombok, Indonesia with various health benefits, including their potential as antioxidants. This study used swallow nest samples taken from 3 different locations, namely: East Lombok, Central Lombok and West Lombok. The extraction method used is heating and sonication. Antioxidant activity was assessed quantitatively using the DPPH method and measured by UV-Vis spectrophotometry. Results showed varying IC₅₀ values across different extraction times, with the highest values recorded at 3818.47 mg/mL and the lowest at 2331.47 mg/mL, compared to the control (ascorbic acid) at 35.22 mg/mL. The higher the IC₅₀ value, the lower the effectiveness of antioxidants and vice versa. These findings suggest that the antioxidant activity of EBNs extracts is relatively weak when compared to ascorbic acid. This study contributes to the understanding of optimized extraction techniques by heating and sonication to unlock the full potential of the extraction results of bioactive compounds.

How to Cite: Juniawan, A., Andini, A., & Wanadiatri, H. (2024). Effectiveness of Antioxidant Compounds in Swallow's Nest from Lombok. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(5), 1090-1098. doi:<https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i5.13169>



<https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i5.13169>

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



PENDAHULUAN

Walet linchi (*Collocalia linchi*) merupakan salah satu jenis burung yang memanfaatkan air liurnya dalam pembuatan sarang (C. H. Lee et al., 2023). Salah satu penghasil sarang burung walet terbesar di dunia adalah Indonesia (Ito et al., 2021). Wilayah NTB merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi komoditas sarang burung walet luar biasa khususnya pada pulau Lombok karena potensi ini, NTB juga bisa menjadi pusat industri sarang burung walet. Berdasarkan data Karantina, setiap tahun ada 21 ton rata-rata sarang burung walet yang ke luar daerah (*An Economic Nesting Ground*, 2018).

Pengusaha-pengusaha luar daerah mengeksportnya ke berbagai negara, Sarang burung walet adalah salah satu komoditas ekspor utama di Indonesia memenuhi 80% kebutuhan sarang walet dunia dan China adalah sebagai konsumen sarang burung walet terbesar di dunia (Thorburn, 2014). Sarang walet atau yang biasa dikenal dengan *Edible Bird's Nests* (EBNs) memiliki banyak manfaat baik di bidang industri maupun bidang kesehatan seperti digunakan sebagai bahan makanan, dan pengobatan untuk regenerasi kulit (Chu Yan et al., 2019; Loh et al., 2022; Wong, 2013).

Sarang burung walet juga dapat berkhasiat sebagai antioksidan (Chok et al., 2021; T. Lee et al., 2021). Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron pada radikal bebas reaktif, sehingga radikal bebas tersebut menjadi tidak reaktif (Wang et al., 2019). Sarang burung walet dari Indonesia memiliki kandungan protein yang tinggi yaitu sekitar 59,8%-65,8%. Komponen karbohidrat terdiri dari 9% asam sialat, 7,2% galaktosamin, 5,3% glukosamin, 16,9 % galaktosa, dan 0,75 fruktosa (Loh et al., 2022). Sarang burung walet kaya akan asam amino esensial dan non-esensial dengan kandungan sistein dan arginin yang cukup tinggi (Nasir et al., 2021).

Sifat antioksidan sarang burung walet berkaitan dengan beberapa komponen bioaktif (Ma & Liu, 2012), termasuk asam amino, asam sialat, triasilgliserol, vitamin, laktoferin, asam lemak, mineral, dan glukosamin (Choy et al., 2021; Harahap et al., 2023; Loh et al., 2022). Penelitian terkait ekstraksi senyawa antioksidan dengan sarang burung walet sudah pernah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan berbagai metodologi dan instrumentasi. Adapun metode yang telah dikembangkan untuk mengekstrak senyawa bioaktif Asam Sialat dari sarang burung walet yaitu Ekstraksi tanpa menggunakan pelarut air menggunakan pelarut metanol, kloroform dan DMSO (Chua & Zukefli, 2016). Ekstraksi asam sialat dengan cara dialisis (Kedare & Singh, 2011), Ekstraksi asam sialat dengan enzimatis menggunakan nuarminidase, pepsein dan papain (Cheeseman et al., 2021; Haghani et al., 2017; Wang et al., 2019).

Pada penelitian ini dikaji metode ekstraksi sarang burung walet sebagai antioksidan dengan menggunakan proses pemanasan dan sonikasi menggunakan air. Dimana metode ini relatif murah dan sederhana serta dengan menggunakan pemanasan dan sonikasi dapat diperoleh ekstrak senyawa bioaktif yang lebih optimal (Ranjha et al., 2021; Shen et al., 2023).

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu: Pipet volume, Pipet tetes, Gelas ukur, Labu ukur 100 mL dan 50 mL, Erlenmeyer 250 mL, Beaker glass 250 mL, Kertas saring Whatman, Corong pisah, Neraca analitik, Vortex, Sonikator, Spektrofotometri UV-vis.

Bahan yang digunakan yaitu: Sarang burung walet jenis Linchi diambil di 3 lokasi yang berbeda, Etanol, 1,1 difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), Vitamin C, dan Aquades.

Ekstraksi Sampel

Pada penelitian ini menggunakan metode ekstraksi dengan pemanasan dan sonikasi. Sebanyak tiga sampel sarang burung walet jenis linchi mentah yang belum diproses diperoleh dari tiga daerah berbeda di pulau Lombok (Lombok timur, lombok Tengah dan Lombok Barat) dikumpulkan selama musim kawin sarang burung walet dari Maret hingga Agustus. Sampel dibersihkan secara manual dari kotoran, dan bulu yang terlihat dihilangkan. Sarang burung walet kemudian digiling halus menggunakan blender.

Sebanyak 5 mg/kg sarang burung walet kering direndam dalam akuades selama 3 jam. Kemudian sarang burung walet yang telah direndam dalam air direbus selama 30 menit pada suhu 80 °C dengan perbandingan padat-cair 1:10 (g/mL) dan disonikasi dengan sonikator selama dengan variasi waktu 10, 20, 30 dan 60 menit. Kemudian disaring untuk memisahkan filtrat dari endapannya. Proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Filtrat yang telah diperoleh kemudian diuji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (Cheeseman et al., 2021).



Gambar 1. Proses Ekstraksi Sarang Burung Walet dengan Metode Pemanasan dan Sonikasi

Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan beberapa tahap (Cheeseman et al., 2021), seperti:

Pembuatan Larutan DPPH

Serbuk DPPH ditimbang sebanyak 0,007 gram kemudian dilarutkan dengan 50 mL etanol, divortex sampai larut. Selanjutnya larutan DPPH diambil 1 mL kemudian ditambahkan etanol sampai 5 mL dan diamkan selama 30 menit. Dimasukan ke dalam botol gelap.

Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum DPPH

Larutan diambil menggunakan pipet sebanyak 1 mL kemudian ditambahkan 5 mL larutan etanol dan dibiarkan selama 30 menit ditempat gelap dan diukur serapannya pada panjang gelombang 400-800 nm menggunakan spektrofotometer UV-vis (Prasetyo et al., 2021).

Pembuatan Larutan Blanko

Larutan DPPH diambil sebanyak 1 ml dengan pipet ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan etanol p.a sebanyak 5 mL. Tutup dengan aluminium foil kemudian di vortex dan diinkubasi dalam ruangan gelap selama 30 menit.

Pembuatan Larutan Standar

Larutan uji ekstrak sarang burung walet dengan dibuat berbagai konsentrasi (20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm) didiamkan selama 30 menit kemudian dibaca panjang gelombang maksimal 515 nm (de Menezes et al., 2021), dengan larutan pembanding kontrol positif) vitamin C konsentrasi (2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8, ppm, dan 10 ppm) dengan perlakuan yang sama. Dibuat kurva absorbansinya.

Pemeriksaan Konsentrasi Antioksidan Sarang Burung Walet Linchi

Semua larutan control, larutan ekstrak sarang burung walet dan larutan control positif (vitamin C) masing-masing diambil 0,2 mL, 0,4 mL, 0,6 mL, 0,8 mL, dan 1,0 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 2 mL larutan DPPH 0,1 mM kemudian diamkan selama 30 menit dalam keadaan gelap (ditutup aluminium foil). Hal ini untuk menghindari larutan DPPH yang mudah didegradasi oleh cahaya.

Penentuan Nilai IC₅₀

Nilai IC₅₀ yaitu konsentrasi yang menyebabkan hilangnya 50% aktivitas DPPH (Martinez-Morales et al., 2020). Untuk menghitung nilai IC₅₀ diperlukan persen inhibisi (Garcia-Molina et al., 2022). Persen inhibisi dihitung menggunakan rumus berikut.

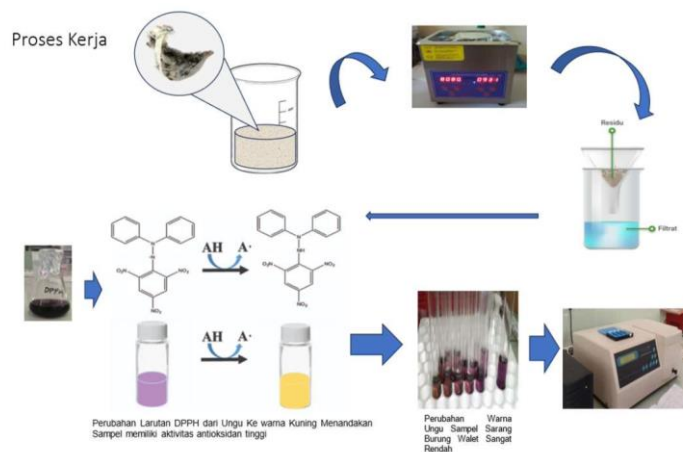
$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi blank} - \text{absorbansi blanko}}{\text{absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Konsentrasi sampel dan persen inhibisi yang diperoleh diplot masing-masing pada sumbu x dan y pada persamaan regresi linier. Persamaan tersebut digunakan untuk menentukan nilai IC₅₀ dari masing-masing sampel dinyatakan dengan nilai y sebesar 50 dan nilai x yang akan diperoleh sebesar IC-50 (Prasetyo et al., 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

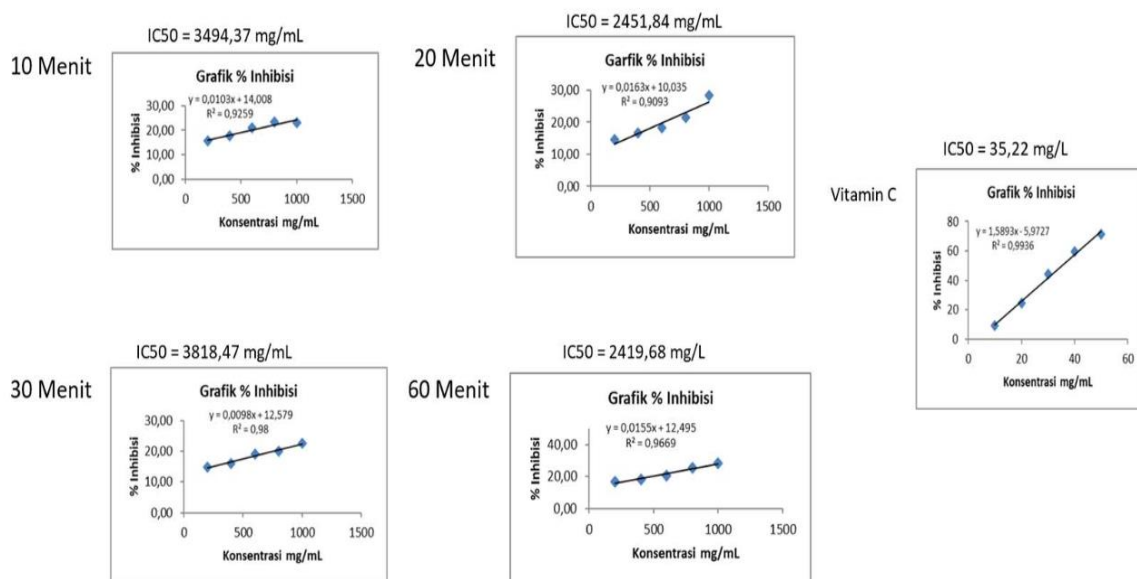
Uji Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan secara kuantitatif dengan berbagai variasi konsentrasi menggunakan metode DPPH yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil uji antioksidan pada ekstrak sarang burung dengan pemanasan dan sonikasi diperoleh yaitu pada ekstraksi dengan waktu 10 menit menghasilkan nilai IC₅₀ 2995,24 mg/mL, pada 20 menit menghasilkan nilai IC-50 2356,95 mg/mL, pada waktu 30 menit menghasilkan nilai IC₅₀ 3818,47 mg/mL, dan pada waktu 60 menit menghasilkan IC₅₀ 2331,47 mg/mL. sedangkan nilai IC-50 kontrol dengan asam askorbat (Vitamin C) sebesar 35,22 mg/mL (Munteanu & Apetrei, 2021). Nilai IC₅₀ didefinisikan sebagai besarnya konsentrasi senyawa uji yang dapat meredam radikal bebas sebanyak 50%. Semakin kecil nilai IC₅₀ maka aktivitas peredaman radikal bebas akan semakin tinggi (Olszowy-Tomczyk, 2021). Senyawa antioksidan yang diekstrak dari sarang burung walet dengan metode pemanasan dan sonikasi menggunakan air menghasilkan efek antioksidan yang sangat lemah hal ini dapat dilihat dari tingginya rata-rata nilai IC-50 yang diperoleh.

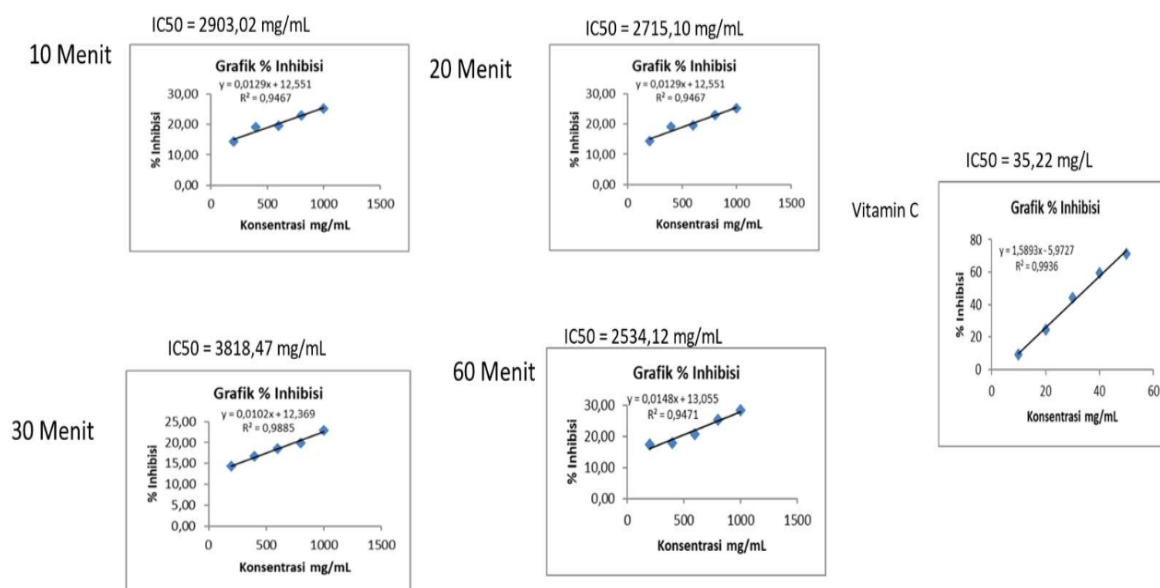


Gambar 3. Proses Uji Antioksidan dengan melihat perubahan warna senyawa DPPH pada sampel menggunakan spektrofotometri UV-Vis

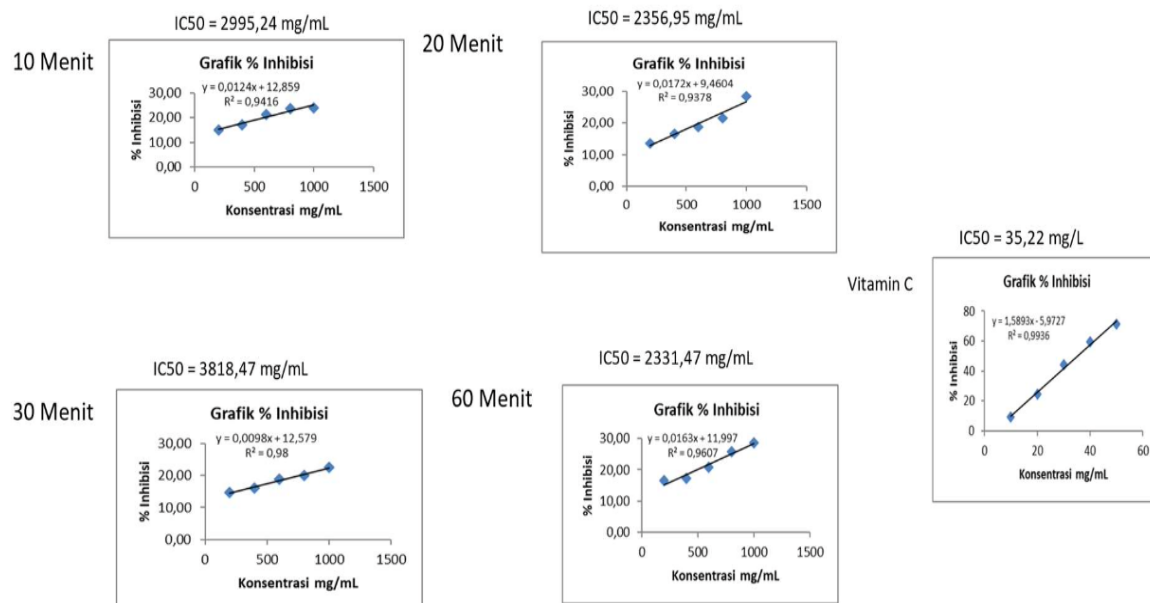
Hasil Uji Aktivitas Antioksidan



Gambar 4. Grafik variasi waktu persen (%) inhibisi DPPH pada sampel sarang burung walet dari Lombok Timur



Gambar 5. Grafik variasi waktu persen (%) inhibisi DPPH pada sampel sarang burung walet dari Lombok Tengah



Gambar 6. Grafik variasi waktu persen (%) inhibisi DPPH pada sampel sarang burung walet dari Lombok Barat

Pengujian aktivitas antioksidan secara kuantitatif dengan berbagai variasi konsentrasi menggunakan metode DPPH yang diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis (Celiz et al., 2020). Hasil uji antioksidan pada ekstrak sarang burung dari Lombok Tengah, Lombok Timur dan Lombok Barat dengan pemanasan dan sonikasi dapat dilihat berturut-turut pada Gambar (4, 5 dan 6) di atas, dimana diperoleh hasil yaitu pada ekstraksi dengan waktu 10 menit menghasilkan nilai IC_{50} 2995,24 mg/mL, pada 20 menit menghasilkan nilai IC_{50} 2356,95 mg/mL, pada waktu 30 menit menghasilkan nilai IC_{50} 3818,47 mg/mL, dan pada waktu 60 menit menghasilkan IC_{50} 2331,47 mg/mL. sedangkan nilai IC_{50} kontrol dengan asam askorbat (Vitamin C) sebesar 35,22 mg/mL.

Nilai IC_{50} didefinisikan sebagai besarnya konsentrasi senyawa uji yang dapat meredam radikal bebas sebanyak 50 %. Semakin kecil nilai IC_{50} maka aktivitas peredaman radikal bebas akan semakin tinggi (Olszowy-Tomczyk, 2021). Senyawa antioksidan yang diekstrak dari sarang burung walet dengan metode pemanasan dan sonikasi menghasilkan efek antioksidan yang sangat lemah hal ini dapat dilihat dari tingginya rata-rata nilai IC_{50} yang diperoleh. Hal ini berkaitan dengan jumlah senyawa metabolit sekunder yang terlarut pada ekstrak dan memiliki aktivitas antioksidan. Senyawa glikoprotein diduga berpotensi besar sebagai antioksidan dalam sarang burung walet (Bai et al., 2023). Hal ini dikarenakan tidak semua ikatan peptida pada sampel terpecah sempurna melalui pemanasan dan sonikasi sehingga tidak menghasilkan efek antioksidan yang optimal (Bikaki et al., 2021). Ikatan peptida pada sarang burung walet dapat diputus dengan cara hidrolisis menggunakan asam, atau enzim (Gan et al., 2020). Metode ekstraksi dan sonikasi dapat meningkatkan perolehan senyawa antioksidan. Pada penelitian selanjutnya akan di kaji tentang pengaruh hidrolisis asam melalui metode pemanasan dan sonikasi untuk memperoleh senyawa bioaktif antioksidan yang tinggi.

KESIMPULAN

Aktivitas antioksidan dari ekstrak sarang burung walet dievaluasi melalui metode DPPH yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstraksi dengan pemanasan dan sonikasi pada berbagai waktu menghasilkan nilai IC_{50} yang

bervariasi, dengan nilai tertinggi mencapai 3818,47 mg/mL dan nilai terendah 2331,47 mg/mL. Sebagai perbandingan, nilai IC₅₀ kontrol dengan asam askorbat adalah 35,22 mg/mL, menunjukkan bahwa ekstrak sarang burung walet memiliki aktivitas antioksidan yang sangat lemah. Penemuan ini mengindikasikan bahwa jumlah senyawa metabolit sekunder yang terlarut dalam ekstrak berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan, dan senyawa glikoprotein dalam sarang burung walet berpotensi sebagai sumber antioksidan.

REKOMENDASI

Rencana penelitian selanjutnya yaitu melengkapi data uji senyawa asam sialat yang terdapat pada ekstrak sarang burung walet dengan menggunakan metode HPLC/LC-MS, dan untuk riset selanjutnya menggunakan metode ekstraksi hidrolisis dengan Asam dan Reaksi enzim (menggunakan Pemanasan dan sonikasi).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Kemdikbud Ristek yang telah memberikan hibah penelitian dengan skema penelitian dosen pemula tahun 2024, dan juga kami ucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Islam Al-Azhar yang telah mengawal penelitian kami.

DAFTAR PUSTAKA

- An *economic nesting ground*. (2018, October 10). Nationthailand. <https://www.nationthailand.com/perspective/30356222>
- Bai, W., Liu, X., Fan, Q., Lian, J., & Guo, B. (2023). Study of the antiaging effects of bird's nest peptide based on biochemical, cellular, and animal models. *Journal of Functional Foods*, 103, 105479. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105479>
- Bikaki, M., Shah, R., Müller, A., & Kuhnert, N. (2021). Heat induced hydrolytic cleavage of the peptide bond in dietary peptides and proteins in food processing. *Food Chemistry*, 357, 129621. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129621>
- Celiz, G., Renfige, M., & Finetti, M. (2020). Spectral analysis allows using the DPPH* UV–Vis assay to estimate antioxidant activity of colored compounds. *Chemical Papers*, 74(9), 3101–3109. <https://doi.org/10.1007/s11696-020-01110-8>
- Cheeseman, J., Kuhnle, G., Spencer, D. I. R., & Osborn, H. M. I. (2021). Assays for the identification and quantification of sialic acids: Challenges, opportunities and future perspectives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 30, 115882. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2020.115882>
- Chok, K. C., Ng, M. G., Ng, K. Y., Koh, R. Y., Tiong, Y. L., & Chye, S. M. (2021). Edible Bird's Nest: Recent Updates and Industry Insights Based On Laboratory Findings. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 746656. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.746656>
- Choy, K. W., Zain, Z. M., Murugan, D. D., Giribabu, N., Zamakshshari, N. H., Lim, Y. M., & Mustafa, M. R. (2021). Effect of Hydrolyzed Bird's Nest on β -Cell Function and Insulin Signaling in Type 2 Diabetic Mice. *Frontiers in Pharmacology*, 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2021.632169>
- Chua, L. S., & Zukefli, S. N. (2016). A comprehensive review of edible bird nests and swiftlet farming. *Journal of Integrative Medicine*, 14(6), 415–428. [https://doi.org/10.1016/S2095-4964\(16\)60282-0](https://doi.org/10.1016/S2095-4964(16)60282-0)

- ChuYan, W., LiJun, C., Bing, S., ZhiLing, Y., YanQiu, F., & ShuHuan, L. (2019). Antihypertensive and antioxidant properties of sialic acid, the major component of edible bird's nests. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 17(4), 376–379.
- de Menezes, B. B., Frescura, L. M., Duarte, R., Villetti, M. A., & da Rosa, M. B. (2021). A critical examination of the DPPH method: Mistakes and inconsistencies in stoichiometry and IC50 determination by UV–Vis spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 1157, 338398. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2021.338398>
- Gan, J. Y., Chang, L. S., Mat Nasir, N. A., Babji, A. S., & Lim, S. J. (2020). Evaluation of physicochemical properties, amino acid profile and bioactivities of edible Bird's nest hydrolysate as affected by drying methods. *LWT*, 131, 109777. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109777>
- Garcia-Molina, P., Garcia-Molina, F., Teruel-Puche, J. A., Rodriguez-Lopez, J. N., Garcia-Canovas, F., & Muñoz-Muñoz, J. L. (2022). The Relationship between the IC50 Values and the Apparent Inhibition Constant in the Study of Inhibitors of Tyrosinase Diphenolase Activity Helps Confirm the Mechanism of Inhibition. *Molecules*, 27(10), 3141. <https://doi.org/10.3390/molecules27103141>
- Haghani, A., Mehrbod, P., Safi, N., Kadir, F. A. A., Omar, A. R., & Ideris, A. (2017). Edible bird's nest modulate intracellular molecular pathways of influenza A virus infected cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1498-x>
- Harahap, M. A., Sjoefjan, O., Radiati, L., Natsir, H., Syahputra, R., & Nurkolis, F. (2023). A current insight and future perspective of edible bird nest as caviar of the east. *Pharmacia*, 70, 1135–1155. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.70.e112494>
- Ito, Y., Matsumoto, K., Usup, A., & Yamamoto, Y. (2021). A sustainable way of agricultural livelihood: Edible bird's nests in Indonesia. *Ecosystem Health and Sustainability*, 7(1), 1960200. <https://doi.org/10.1080/20964129.2021.1960200>
- Kedare, S. B., & Singh, R. P. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 412–422. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0251-1>
- Lee, C. H., Lee, T. H., Wong, S. L., Nyakuma, B. B., Hamdan, N., Khoo, S. C., Ramachandran, H., & Jamaluddin, H. (2023). Characteristics and trends in global Edible Bird's Nest (EBN) research (2002–2021): A review and bibliometric study. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(5), 4905–4926. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02006-3>
- Lee, T., Wani, W., Lee, C. H., Cheng, K., Shreaz, S., Syie Luing, W., Hamdan, N., & Azmi, A. (2021). Edible Bird's Nest: The Functional Values of the Prized Animal-Based Bioproduct From Southeast Asia–A Review. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 626233. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.626233>
- Loh, S.-P., Cheng, S.-H., & Mohamed, W. (2022). Edible Bird's Nest as a Potential Cognitive Enhancer. *Frontiers in Neurology*, 13, 865671. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.865671>
- Ma, F., & Liu, D. (2012). Sketch of the edible bird's nest and its important bioactivities. *Food Research International*, 48(2), 559–567. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.001>
- Martinez-Morales, F., Alonso-Castro, A. J., Zapata-Morales, J. R., Carranza-Álvarez, C., & Aragon-Martinez, O. H. (2020). Use of standardized units for a correct interpretation of

- IC50 values obtained from the inhibition of the DPPH radical by natural antioxidants. *Chemical Papers*, 74(10), 3325–3334. <https://doi.org/10.1007/s11696-020-01161-x>
- Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3380. <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>
- Nasir, N. N. M., Ibrahim, R. M., Bakar, M. Z. A., Mahmud, R., & Razak, N. A. A. (2021). Characterization and Extraction Influence Protein Profiling of Edible Bird's Nest. *Foods*, 10(10), 2248. <https://doi.org/10.3390/foods10102248>
- Olszowy-Tomczyk, M. (2021). How to express the antioxidant properties of substances properly? *Chemical Papers*, 75(12), 6157–6167. <https://doi.org/10.1007/s11696-021-01799-1>
- Prasetyo, E., Kiromah, N. Z. W., & Rahayu, T. P. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) Terhadap Ekstrak Etanol Kulit Buah Durian (*Durio zibethinnus* L.) dari Desa Alasmalang Kabupaten Banyumas. *Jurnal Pharmascience*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.20527/jps.v8i1.9200>
- Ranjha, M., Irfan, S., Lorenzo, J. M., Shafique, B., Kanwal, R., Pateiro, M., Arshad, R., Wang, L., Nayik, G., & Qazalbash, U. (2021). Sonication, a Potential Technique for Extraction of Phytoconstituents: A Systematic Review. *Processes*, 9, 1406. <https://doi.org/10.3390/pr9081406>
- Shen, L., Pang, S., Zhong, M., Sun, Y., Qayum, A., Liu, Y., Rashid, A., Xu, B., Liang, Q., Ma, H., & Ren, X. (2023). A comprehensive review of ultrasonic assisted extraction (UAE) for bioactive components: Principles, advantages, equipment, and combined technologies. *Ultrasonics Sonochemistry*, 101, 106646. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106646>
- Thorburn, C. (2014). The Edible Birds' Nest Boom in Indonesia and South-east Asia: A Nested Political Ecology. *Food, Culture and Society: An International Journal of Multidisciplinary Research*, 17. <https://doi.org/10.2752/175174414X14006746101439>
- Wang, C.-Y., Cheng, L.-J., Shen, B., Yuan, Z.-L., Feng, Y.-Q., & Lu, S. (2019). Antihypertensive and Antioxidant Properties of Sialic Acid, the Major Component of Edible Bird's Nests. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 17(4), 376–380.
- Wong, R. S. Y. (2013). Edible bird's nest: Food or medicine? *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 19(9), 643–649. <https://doi.org/10.1007/s11655-013-1563-y>