

Review Article on Swiftlet: Biological Overview, Nest Production, Benefits, and Economic Potential

Mohammad Hasil Tamzil

Department of Animal Production, Faculty of Animal Science, University of Mataram, Mataram, Lombok, West Nusa Tenggara, Indonesia;

Article History

Received : May 16th, 2026

Revised : May 27th, 2026

Accepted : June 12th, 2026

*Corresponding Author:

Mohammad Hasil Tamzil,

Fakultas Peternakan

Universitas Mataram

Mataram, Nusa Tenggara

Barat, Indonesia;

Email:

m.h.tamsil@unram.ac.id

Abstract: Swiftlets, particularly species within the genus *Aerodramus*, are producers of edible bird's nests (EBN), a commodity with high economic value in the global market. This article was compiled based on a synthesis of various sources (scientific journals) covering biological, morphological, physiological aspects, nest production mechanisms, as well as the utilization and economic potential of swiftlet nests. Biologically, swiftlets possess morphophysiological adaptations for intensive aerial life, including a form of simple echolocation. The nests are formed from secretions of salivary glands that undergo hypertrophy during the reproductive season and are rich in bioactive glycoproteins. Economically, Indonesia is the world's leading producer of EBN, contributing significantly to the export market. **Conclusion:** Swiftlets are EBN-producing birds with very high economic value. Proper management systems and strict control across all aspects of cultivation are required to ensure the sustainability of this genetic resource and its role as a contributor to national foreign exchange.

Keywords: Biological aspects; Economic potential; Edible bird's nest; Swiftlets.

Pendahuluan

Burung walet (*Aerodramus fuciphagus* dan *Aerodramus maximus*) merupakan anggota famili Apodidae yang memiliki kemampuan unik menghasilkan sarang dari sekresi kelenjar saliva yang mengeras. Sarang burung walet atau *edible bird's nest* (EBN) telah dikenal secara luas sebagai komoditas pangan bernilai tinggi dan menjadi salah satu produk hewani eksklusif yang diperdagangkan secara internasional. Dalam berbagai budaya Asia, EBN telah lama dikonsumsi sebagai bahan pangan premium karena dipercaya memiliki manfaat kesehatan dan nilai fungsional yang tinggi. Tingginya nilai ekonomi EBN menjadikan komoditas ini sering dijuluki sebagai *caviar of the East* dan menempatkannya sebagai salah satu produk peternakan nonkonvensional yang memiliki prospek pengembangan sangat menjanjikan (Dai et al., 2021).

Nilai fungsional EBN tidak terlepas dari kandungan senyawa bioaktif yang dimilikinya. Sarang walet diketahui kaya akan glikoprotein, asam amino esensial, asam sialat, mineral, serta berbagai komponen biologis lain yang berpotensi memberikan manfaat kesehatan. Berbagai penelitian melaporkan bahwa EBN memiliki aktivitas antioksidan, imunomodulator, antiinflamasi, serta berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku produk nutraseutikal dan kosmetik. Nutraceutical sendiri merupakan bahan pangan atau komponen pangan yang tidak hanya berfungsi sebagai sumber nutrisi, tetapi juga memberikan manfaat fisiologis tambahan dalam menjaga kesehatan dan membantu menurunkan risiko penyakit. Oleh karena itu, EBN tidak lagi dipandang semata sebagai produk pangan tradisional, melainkan sebagai sumber biomaterial fungsional yang memiliki nilai strategis bagi industri pangan, kesehatan, dan kosmetik modern (Wahyuni, 2021).

Meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pangan fungsional dan produk kesehatan alami telah mendorong permintaan global terhadap EBN terus meningkat dari tahun ke tahun. Indonesia sebagai produsen utama EBN dunia memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan pasar internasional, baik melalui pemanfaatan habitat alami di gua-gua maupun melalui budidaya walet pada rumah-rumah walet yang dikelola masyarakat. Meskipun demikian, perkembangan industri walet masih menghadapi berbagai tantangan, antara lain fluktuasi produktivitas sarang, perbedaan kualitas produk, efisiensi sistem budidaya, aspek kesehatan dan keamanan pangan, serta dinamika regulasi perdagangan dan ekspor. Selain itu, informasi ilmiah mengenai keterkaitan antara aspek biologi walet, faktor-faktor produksi sarang, dan implikasi ekonominya masih tersebar pada berbagai publikasi sehingga belum memberikan gambaran yang utuh bagi pengembangan industri walet secara berkelanjutan.

Berbagai penelitian terkini telah banyak mengkaji kandungan bioaktif EBN, teknologi budidaya walet, faktor lingkungan yang memengaruhi produktivitas sarang, hingga prospek pengembangan produk turunannya. Namun, sebagian besar kajian tersebut masih bersifat parsial dan berfokus pada aspek tertentu. Hingga saat ini masih relatif terbatas artikel review yang mengintegrasikan aspek biologi burung walet, klasifikasi ilmiah burung walet, morfologi dan fisiologi burung walet, pemanfaatan, dan nilai ekonomi sarang burung walet yang dikupas dalam satu pembahasan yang komprehensif. Oleh karena itu, artikel review ini disusun sebagai sintesis ilmiah terkini yang menghubungkan berbagai temuan penelitian dari perspektif biologis, teknis, dan ekonomi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengulas secara komprehensif biologi burung walet, karakteristik dan kandungan fungsional sarangnya, faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas sarang, serta potensi ekonomi usaha walet. Kajian ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah yang lebih kuat bagi pengembangan industri sarang walet yang berkelanjutan, meningkatkan nilai tambah komoditas, serta menjadi referensi bagi peneliti, pelaku usaha, dan pembuat

kebijakan dalam mendukung pengembangan sektor walet di Indonesia.

Bahan dan Metode

Artikel ini disusun menggunakan metode *literature review* atau tinjauan pustaka yang bertujuan untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis berbagai informasi ilmiah terkait biologi burung walet, klasifikasi ilmiah burung walet, morfologi dan fisiologi burung walet, sarang burung walet: pemanfaatan, dan nilai ekonomi. Sumber pustaka diperoleh dari artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal nasional dan internasional bereputasi, prosiding, buku ilmiah, laporan lembaga pemerintah, serta dokumen resmi yang relevan dengan topik kajian.

Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data ilmiah yang tersedia menggunakan kata kunci: edible birds nest, swiftlet, *Aerodramus fuciphagus*, *Aerodramus maximus*, bird nest production, swiftlet farming, bioactive compounds, nutraceutical, dan economic potential of edible bird's nest. Literatur yang digunakan berasal dari publikasi baik yang mutakhir maupun referensi klasik terutama konsep dasar dan teori yang relevan. Literatur terpilih kemudian dianalisis secara deskriptif dan komparatif untuk mengidentifikasi persamaan, perbedaan, serta perkembangan hasil penelitian terkini.

Hasil dan Pembahasan

Biologi Burung Walet

Burung walet termasuk dalam ordo Apodiformes dan famili Apodidae. Dalam klasifikasi terdahulu *Apodiformis* dikenal dengan nama *Colocalia*. Di dalam famili ini terdapat kelompok kecil yang dikenal sebagai swiftlets, terutama dalam genus *Aerodramus*. Genus *Aerodramus* mencakup puluhan spesies yang tersebar di kawasan tropis dan subtropis Asia serta Oseania. Spesies-spesies yang menyebar di daerah Nusantara disajikan pada Tabel 1. Taksonomi swiftlets termasuk salah satu spesies yang kompleks karena adanya variasi morfologis yang rendah dan memerlukan analisis molekuler seperti sequencing DNA untuk klasifikasi dan hubungan antar spesies (Harahap *et al.*, 2023).

Spesies yang paling terkenal dalam spesies *Aerodramus fuciphagus* (white-nest swiftlet) atau *collocalia fusifagus*. Spesies ini dikenal karena menghasilkan sarang dari air liur yang berwarna putih, bersih yang banyak dimanfaatkan untuk kuliner, kosmetik dan obat-obatan. Berdasarkan data genomik dan karakter fisiologis dalam banyak studi taksonomi modern, *A. fuciphagus* dipisahkan dari spesies lain (Kong *et al.*, 2022). Spesies Swiftlets termasuk burung kecil dengan tubuh ramping, sayap panjang, dan kaki yang sangat pendek, merupakan adaptasi fungsional untuk kehidupan terbang intensif (mencari makan di udara). Pendeknya kaki dan struktur tubuh membantu mobilitas dalam penerbangan terus-menerus, sedangkan sayap panjang memungkinkan efisiensi aerodinamis tinggi (Chantler & Driessens, 2016).

Ciri khas walet genus *Aerodramus* adalah kemampuan menghasilkan sarang dari air liur yang mengeras. Air liur ini dihasilkan oleh kelenjar ludah yang memiliki aktivitas tinggi saat musim reproduksi, dan volumenya meningkat puluhan kali lipat dibandingkan dengan saat nonreproduksi. Saliva inilah yang membentuk struktur sarang yang kemudian dipanen sebagai *edible bird's nest* untuk keperluan kuliner, farmasi, dan kosmetik (Yan *et al.*, 2021).

Burung walet genus *Aerodramus fuciphagus* hidup berkoloni di gua-gua alam dan rumah wallet, serta saat terbang dari pagi sampai sore hari. (Medway, 1962; Hobbs, 2004; Lim *et al.*, 2002; Thorburn, 2015). Burung walet hidup monogami, membangun rumah, mengerami telur, serta mengasuh anak (memberi makan) berdua (induk dan pejantan). Masa inkubasi telur berlangsung sekitar 23 hari dan berikutnya diasuh kedua induk sampai bisa terbang (Langham, 2008). Tersebar luas di kawasan Asia Tenggara, termasuk Indonesia, Malaysia, Thailand, Filipina, hingga India (Chantler & Driessens, 2000, Lee *et al.*, 2014). Burung Walet mempunyai kemampuan ekolokasi sederhana, yaitu mampu memancarkan getaran suara yang berperan sebagai navigasi saat terbang di dalam goa yang gelap. Sistem ekologis burung walet lebih sederhana dibandingkan ekolokasi kelelawar, tetapi cukup fungsional di daerah kegelapan (Hao *et al.*, 2016).

Klasifikasi Ilmiah Burung Walet

Burung walet termasuk dalam keluarga

Apodidae (ordo *Apodiformes*), dan dikenal sebagai burung yang hampir seluruh hidupnya dihabiskan di udara untuk menangkap/mencari serangga sebagai pakan secara aerial. Genus *Aerodramus* dan *Collocalia* adalah walet penghasil sarang dari saliva yang mengeras (Kong *et al.*, 2022). Adapun sistematika biologisnya adalah sebagai berikut: Kingdom: Animalia, Filum: Chordata, Kong: Aves, Ordo: Apodiformes, Famili: Apodidae, Genus utama penghasil sarang: *Aerodramus* (Jamalluddin *et al.*, 2019).

Tabel 1. Penyebaran beberapa jenis burung walet di Indonesia

Jenis burung Walet	Tempat ditemukan
Coloocalia gigas	Sumatra, Jawa
Coloocalia Lowi	Sumatra, P. Nias, Kalimantan, Jawa
Coloocalia maxima	Sumatra, Kalimantan, Jawa
Coloocalia Fuci phaga	Sumatra, Jawa
Coloocalia salangana	Sumatra, Jawa
Coloocalia pestila	Sumatra, Blitong, Kalimantan
Coloocalia inxepektata	Jawa, NTB, NTT
Colloocalia spodipygia	Sulawesi, Banda, Kep. Maluku, Biak, Kep. Key
Colloocalia hurudimacea	Papua
Colloocalia papuensis	Papua
Colloocalia linchi	Sumatra, Jawa, Bali, Lombok

Sumber: Tamzil (1997)

Spesies utama penghasil sarang adalah *Aerodramus fuciphagus*/White-nest Swiftlet (Walet Sarang Putih). Spesies ini merupakan salah satu spesies swiftlet yang secara khusus menghasilkan sarang yang hampir seluruhnya terdiri dari saliva yang mengeras. Review industri sarang burung walet menyebut bahwa *Aerodramus fuciphagus* merupakan spesies pembentuk EBN berkualitas tinggi. (Yan *et al.*, 2021). Sarang yang dihasilkan biasanya berwarna putih/cokelat, dan merupakan jenis walet yang paling banyak dibudidayakan dan dieksploitasi secara komersial.

Spesies lain penghasil sarang wallet adalah *Aerodramus maximus*/Black-nest Swiftlet (Walet Sarang Hitam). Spesies ini juga dikenal sebagai black-nest swiftlet, wallet

penghasil sarang yang dapat dimakan, akan tetapi lebih banyak tercampur dengan bulu atau kontaminan lain dibanding sarang putih (Benjakul & Chantakun, 2022). Kondisi sarang dengan kandungan kontaminan yang tinggi, menyebabkan mutu ekonomis sarang hitam lebih rendah dibanding sarang putih. Dalam literatur

industri pangan dan review, *A. maximus* disebut bersama *A. fuciphagus* sebagai dua dari spesies utama yang menyumbang produksi EBN di Asia Tenggara (Yan et al. 2021). Perbedaan spesifik walet sarang putih dan walet sarang hitam, karakter fisik sarang, komposisi kontaminan, serta nilai ekonomis, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbedaan antara *A. fuciphagus* (Sarang Putih) dan *A. maximus* (Sarang Hitam)

Parameter	<i>A. fuciphagus</i> (sarang putih)	<i>A. maximus</i> (sarang hitam)
Warna dan struktur sarang	Putih hingga putih kekuningan; struktur homogen dan kompak	Coklat gelap hingga hitam; struktur lebih kasar ^{1, 2)}
Komposisi utama sarang	Didominasi saliva yang mengandung glikoprotein	Saliva bercampur bulu dan material asing ¹⁾
Proporsi bulu dalam sarang	Sangat rendah atau hampir tidak ada (<1%)	Relatif tinggi ($\pm 5-10\%$) ^{2, 3)}
Kualitas sarang secara komersial	Kualitas tinggi (grade premium)	Kualitas menengah hingga rendah ^{1, 2)}
Habitat bersarang	Gua alami dan rumah walet buatan	Dominan gua alami ^{3, 4)}
Adaptasi ekologi	Adaptif terhadap lingkungan buatan (rumah walet)	Adaptasi terbatas pada lingkungan alami ²⁾
Implikasi pascapanen	Proses pembersihan minimal	Memerlukan pembersihan intensif ¹⁾
Nilai ekonomi relatif	Sangat tinggi di pasar sarang burung walet	Lebih rendah dibanding <i>A. fuciphagus</i> ²⁾

Sumber: 1): Koon et al., (2020); 2): Thorburn (2019); 3): Hobbs (2015); 4). Lee et al., (2017)

Morfologis dan Fisiologi Burung Walet

Burung Walet memiliki tubuh kecil hingga sedang dengan panjang tubuh berkisar 11–14 cm dan bobot 8–18 g, tergantung spesies dan kondisi ekologi. Tubuh yang ramping dan kompak mengurangi hambatan udara, sehingga mendukung efisiensi aerodinamis selama penerbangan jangka panjang (Chantler & Driessens, 2019; Abdullah et al., 2025). Sayap burung walet berbentuk panjang, sempit, dan melengkung seperti sabit, dengan rasio aspek yang tinggi. Struktur ini menjadikan burung walet mempunyai kecepatan tinggi, menggunakan energi tinggi, serta mampu melakukan manuver presisi saat menangkap serangga di udara.

Ekor burung walet relatif pendek dan bercagak dangkal, berfungsi sebagai alat stabilisasi dan pengendali arah terbang (Lee et al., 2020; Abdullah et al., 2025). Burung walet dikenal sebagai burung dengan kemampuan terbang yang paling ekstrem di antara sekian banyak bangsa burung. Kemampuan ini didukung oleh keberadaan otot dada (pectoralis major) yang berkembang sangat baik, kepadatan mitokondria yang tinggi pada serat otot, serta

sistem respirasi (paru-paru dan kantung udara) yang sangat efisien. Adaptasi ini memungkinkan walet terbang selama berjam-jam tanpa hinggap (Hedenström et al., 2016; Lee et al., 2020).

Paruh walet berukuran pendek, namun memiliki bukaan mulut yang sangat lebar (wide gape). Adaptasi ini sangat efektif untuk menangkap serangga kecil secara langsung di udara (*aerial insectivory*). Rambut sensorik di sekitar paruh meningkatkan sensitivitas terhadap pergerakan mangsa (Miller et al., 2018). Kaki walet sangat pendek dan lemah untuk berjalan, tetapi memiliki susunan jari pamprodaktil (empat jari menghadap ke depan). Adaptasi ini memungkinkan walet menempel kuat pada permukaan vertikal seperti dinding gua atau bangunan rumah walet (Ng et al., 2021).

Sarang Burung Walet: Pemanfaatan, dan Nilai Ekonomi

Sarang burung walet terbuat dari saliva yang diproduksi oleh kelenjar saliva sublingual dan submandibular. Kedua bagian kelenjar ini berkembang sangat pesat selama musim reproduksi. Kelenjar ini berbentuk tubuloalveolar kompleks, dengan aktivitas

sekresi yang tinggi, terutama pada fase pembangunan sarang (Kang *et al.*, 2017; Roh *et al.*, 2022).

Kelenjar saliva walet sarang putih (*Aerodramus fuciphagus*), mengalami hipertrofi dan hiperplasia yang signifikan menjelang dan selama pembentukan sarang. Kelenjar saliva tersusun dari glikoprotein, mukopolisakarida, asam amino esensial, dan mineral mikro seperti Ca, Na, dan K. Hasil analisis proteomik dan transkriptomik menunjukkan bahwa ekspresi gen penghasil glikoprotein meningkat drastis selama musim sarang (Looi *et al.*, 2017; Ma & Liu, 2021).

Pada walet sarang putih pembentukan sarang membutuhkan waktu sekitar 30–45 hari. Tahapannya dimulai dari sekresi saliva yang dilakukan secara bertahap, berikutnya ditempelkan pada substrat vertikal dan dibiarkan mengering. Proses ini dilakukan secara berulang (berlapis-lapis) secara eksklusif dari saliva berprotein tinggi hingga terbentuk sarang putih bersih berbentuk sempurna (Benjakul & Chantakun, 2022). Pada *A. maximus*, pembuatan sarang, saliva dicampur dengan bulu dan serat tumbuhan, sehingga menghasilkan sarang berwarna lebih gelap dan tekstur lebih kasar (Quek *et al.*, 2018; Zulkefle *et al.*, 2024).

Tingkat produksi sarang sangat tergantung pada iklim mikro atau rumah walet, dan genetika walet. Suhu, kelembapan, serta parameter lingkungan mikro lainnya di rumah walet berkaitan erat dengan jumlah sarang yang dihasilkan. Kelembapan tinggi dan suhu stabil mempengaruhi kenyamanan burung untuk bersarang (Kamaruddin, 2019). Studi tentang habitat burung walet di Lampung Timur menemukan bahwa habitat mikro (temperatur, kelembapan, cahaya di dalam gedung) berkorelasi kuat dengan produksi sarang (Ayuti *et al.* 2016).

Rumah burung walet komersial yang dikelola baik dapat menghasilkan sarang dalam jumlah signifikan. Penelitian berapa kemampuan seekor burung menghasilkan sarang sampai saat ini masih sangat jarang dipublikasikan. Di beberapa perusahaan walet di wilayah Malaysia melaporkan produksi sarang rata-rata sekitar 1,36 kg per bulan, atau sekitar 150 sarang/16 – 18 kg per tahun per unit rumah walet. Produksi seperti ini disinyalir sebagai salah satu kriteria rumah walet yang edial (Alpandi *et al.*, 2022).

Produksi sebesar ini diperoleh dengan catatan, tidak melakukan pemanenan secara rampasan, dan buang telur, tetapi pemanenan dilakukan setelah anak walet selesai masa asuh (Chok *et al.*, 2021). Panen dengan metode rampasan, buang telur, atau pemanenan yang dilakukan saat anak burung belum cukup dewasa, berpotensi mengganggu siklus reproduksi dan menurunkan populasi sarang dalam jangka panjang. Meski data kuantitatif tentang hubungan antara gangguan sarang dengan reproduksi di koloni liar masih sangat terbatas. Faktor lain yang cukup ikut berperan sebagai faktor pemicu tingkat produksi sarang adalah keberadaan predator dan makhluk pengganggu (Alvin *et al.*, 2023). Demikian pula halnya desain rumah walet modern dan terkontrol dan otomatis sangat berkontribusi terhadap peningkatan produksi (Kamaruddin, 2019).

Sarang burung walet dimanfaatkan untuk bahan kuliner, obat-obatan dan kosmetik. Di Asia Timur, sarang burung walet sudah dimanfaatkan sebagai kuliner dan obat tradisional semenjak lebih dari seribu tahun yang lalu, yaitu di masa Dinasti Tang (618–907 M). Dalam tradisi medis Cina sarang burung walet telah disebut sebagai makanan istimewa dan minuman kesehatan (Lee *et al.*, 2021) dan diyakini sangat bermanfaat untuk kesehatan tubuh (Chok *et al.* 2021). Ramuan berbahan sarang walet diyakini bermanfaat untuk nutrisi paru-paru, meredakan batuk, meningkatkan vitalitas dan imunitas, serta untuk pencegahan dan pemulihan penyakit (Chok *et al.* 2021). Dalam 10-15 tahun terakhir, banyak jurnal bereputasi mengulas manfaat sarang walet dari aspek nutrisi, bioaktif, maupun farmakologi. Senyawa komponen bioaktif glikoprotein sarang burung walet, dipercaya berperan mendukung kesehatan, seperti anti-inflamasi, imunomodulator, anti-oksidan, dan regenerasi sel (Wahyuni, 2021).

Memasuki abad ke-20 dan ke-21, permintaan global terhadap sarang walet meningkat tajam. Indonesia menjadi pemasok utama dunia ($\pm 80\text{--}85\%$ produksi global), terutama untuk pasar Tiongkok dan Hong Kong. Pada dekade ini terjadi perubahan besar-besaran sumber sarang walet yang semula berasal dari gua alami, bergeser menjadi hasil budidaya asal rumah walet buatan (Wahyuni, 2021).

Semenjak akhir abad ke-20, produksi sarang burung wallet berkembang pesat, karena besarnya jumlah permintaan pasar Asia, khususnya China, Hong Kong, dan negara Asia Tenggara lainnya. Sumber sarang bukan hanya dari goa-goa di alam liar, juga berasal dari

produksi walet di rumah-rumah tua dan rumah walet buatan. Dampak dari pertambahan sumber panen sarang ini adalah disamping dapat meningkatkan produksi sarang, juga mengurangi eksploitasi sarang di gua alami.(Zulkefle *et al.*, 2024).

Tabel 3. Tingkat produksi sarang burung walet beberapa negara pengekspor sarang burung walet

Tahun	Indonesia (ton)	Malaysia (ton)	Thailand (ton)	Vietnam (ton)
2018	1.291,9	600	400	200
2019	1.341,1	600	400	200
2020	1.415,9	600	400	200
2021	1.500	600	400	200
2022	1.418	600	400	200

Sumber: Halkam (2024) dan Chok et al. 2021

Penghasil sarang burung wallet terbesar di dunia adalah negara-negara Asia Tenggara termasuk Indonesia, Malaysia, Thailand, dan Vietnam (Dai *et al.*, 2021) (Tabel 3). Penelitian pasar global memperkirakan nilai pasar sarang burung walet mencapai USD 3,7 miliar pada tahun 2021 dan diproyeksikan tumbuh hingga lebih USD 10 miliar pada tahun 2033, mencerminkan tren pertumbuhan permintaan yang signifikan.

Kesimpulan

Burung walet, khususnya genus *Aerodramus*, merupakan spesies dengan adaptasi biologis dan fisiologis yang sangat khas untuk kehidupan aerial dan produksi sarang berbasis sekresi saliva. Sarang yang dihasilkan memiliki nilai nutrisi dan bioaktif tinggi sehingga bernilai ekonomi besar di pasar global. Perkembangan sistem budidaya berbasis rumah walet telah menggeser pola produksi dari eksploitasi gua alami menuju model agribisnis yang lebih terkontrol dan berpotensi berkelanjutan. Indonesia memainkan peran dominan sebagai produsen utama EBN dunia. Namun demikian, keberlanjutan industri ini memerlukan pengelolaan mikroklimat yang optimal, metode panen yang etis, pengendalian predator, serta regulasi ekspor yang terstandarisasi. Penelitian lebih lanjut mengenai produktivitas individual, efisiensi reproduksi, dan dampak jangka panjang praktik panen terhadap populasi walet sangat diperlukan guna memastikan keberlanjutan ekologis dan ekonomi industri sarang burung walet di masa depan.

Referensi

- Abdullah, N. H., Rahman, M. A., Ismail, A., & Zulkefle, N. A. (2025). Morphological adaptations and flight efficiency of edible-nest swiftlets (*Aerodramus* spp.) in tropical environments. *Journal of Avian Biology*, 2025(1), e03145. <https://doi.org/10.1111/jav.03145>
- Alpandi, R., Ismail, A., Rahman, M. M., & Zulkifli, I. (2022). Production performance and yield indicators of commercial edible bird's nest houses in Malaysia. *Journal of Sustainability Science and Management*, 17(8), 85–97. <https://doi.org/10.46754/jssm.2022.08.007>
- Alvin, T. Y., Rahman, M. A., Ismail, A., & Lim, K. T. (2023). Impact of predators and pests on the productivity of commercial edible bird's nest houses in Southeast Asia. *Animals*, 13(9), 1542. <https://doi.org/10.3390/ani13091542>
- Ayuti, T., Garnida, D., & Asmara, I. Y. (2016). *Identifikasi habitat dan produksi sarang burung walet (Collocalia fuciphaga) di Kabupaten Lampung Timur*. Skripsi, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran. Diakses dari Repository Universitas Padjadjaran: <https://repository.unpad.ac.id/handle/kandaga/200110120036>
- Benjakul, S., & Chantakun, K. (2022). Chemical composition, bioactivity and processing of edible bird's nest: A review. *Food Chemistry*, 367, 130670.

- <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130670>
- Chantler, P., & Driessens, G. (2000). *Swifts: A Guide to the Swifts and Treeswifts of the World (2nd ed.)*. Mountfield, UK: Pica Press.
- Chantler, P., & Driessens, G. (2016). *Swifts: A Guide to the Swifts and Treeswifts of the World*. Bloomsbury Publishing.
- Chantler, P., & Driessens, G. (2019). *Swifts: A Guide to the Swifts and Treeswifts of the World (Revised edition)*. London, UK: Bloomsbury Publishing.
- 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>
- Dai, Y., Cao, J., Wang, Y., Chen, Y., & Jiang, Z. (2020). *Edible bird's nest: A review on nutritional composition, bioactivities, and production*. Trends in Food Science & Technology, 102, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.004>
- Halkam, H. (2024). Analysis of Indonesian edible bird's nest exports to Hong Kong (2018–2022). *Journal of Social Political Sciences*, 5(2), 112–124. <https://doi.org/10.52166/jsps.v5i2.226>
- Hao, Y., Zhang, Y., Lei, F., & Wang, X. (2016). Acoustic characteristics and echolocation function of swiftlets (*Aerodramus* spp.) in cave environments. *Journal of Avian Biology*, 47(5), 647–654. <https://doi.org/10.1111/jav.00812>
- Haraharap, M. A., Sjoefjan, O., Radiati, L. E., Natsir, M. H., Abdi Syahputra, R., & Nurkolis, F. (2023). A current insight and future perspective of edible bird nest as caviar of the east. *PHARMACIA*, 70(4), 1135–1155. <https://doi.org/https://doi.org/10.3897/pharmacia.70.e112494>
- Hedenström, A., Johansson, L. C., & Wolf, M. (2016). Extreme endurance flight in swifts: Wing morphology and aerodynamic efficiency. *Current Biology*, 26(12), R554–R555. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.04.028>
- Hobbs, J. J. (2004). Problems in the harvest of edible bird's nests in Sarawak and Sabah, Malaysian Borneo. *Biodiversity and Conservation*, 13(12), 2209–2226. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000047905.77044.5a>
- Hobbs, J. J. (2015). Problems in the harvest of edible bird's nests in Sarawak and Sabah, Malaysian Borneo. *Biodiversity and Conservation*, 24(12), 2983–2996. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0973-0>
- Jamalluddin NH, Tukiran NA, Fadzillah NA, Fathi S. 2019. Overview of edible bird's nests and their contemporary issues. Food Control Volume 104, October 2019, Pages 247-255.
- Kamaruddin, R. (2019). Key Factors for the Sustainable Production of Swiftlet Birds™ Nest Industry in Malaysia: A Case Study in Northern Peninsular Malaysia. International Journal of Supply Chain Management.
- Kang, N., Zhang, Y., Liu, Y., & Wang, J. (2017). Histological and ultrastructural study of the salivary glands in edible-nest swiftlet (*Aerodramus fuciphagus*) during nest-building period. *Anatomical Record*, 300(6), 1125–1134. <https://doi.org/10.1002/ar.23578>
- Kong H, Chan Z, Yan S, Lo P, Wong W, ^a, Wong K, , Lo C. 2022. Revealing the species-specific genotype of the edible bird's nest-producing swiftlet, *Aerodramus fuciphagus* and the proteome of edible bird's nest. Food Research International. Volume 160, October 2022, 111670. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111670>
- Koon, L. C., Cranbrook, E. O., Lim, C. K., & Lee, P. S. (2020). Edible bird's nest: The current status and future prospects. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16, 66. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00414-4>
- Langham, N. (2008). Breeding biology of the Edible-nest Swiftlet *Aerodramus fuciphagus*. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 56(2), 381–394.
- Lee, B. P. Y.-H., Hii, S. F., & Cranbrook, E. O. (2014). Distribution and population status

- of edible-nest swiftlets in Southeast Asia. *Forktail*, 30, 48–55.
- Lee, T. H., Wani, W. A., & Foo, H. L. (2017). Comparative study of edible bird's nest from different swiftlet species: Chemical composition and quality attributes. *Food Research International*, 99(Part 1), 317–324. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.028>
- Lee, T. H., Wani, W. A., & Foo, H. L. (2020). Morphological and aerodynamic characteristics of edible-nest swiftlets (*Aerodramus* spp.). *Journal of Avian Biology*, 51(8), e02567. <https://doi.org/10.1111/jav.02567>
- Lee, T. H., Wani, W. A., Lee, C. H., Cheng, K. K., Shreaz, S., Wong, S., Hamdan, N., & Azmi, N. 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>
- Lim, C. K., Cranbrook, E. O., & Lee, P. S. (2002). The biology of edible-nest swiftlets and the edible bird's nest industry in Southeast Asia. *Sarawak Museum Journal*, 57(78), 1–47.
- Looi, C. Y., Mohd Yusop, S., Ng, K. L., & Lim, P. K. (2017). Proteomic analysis of edible bird's nest from *Aerodramus fuciphagus*: Identification of major salivary glycoproteins. *Food Research International*, 100(Part 1), 699–706. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.021>
- Ma, F., & Liu, D. (2021). Transcriptomic profiling of salivary gland development in edible-nest swiftlet (*Aerodramus fuciphagus*) during nest-building season. *BMC Genomics*, 22, 512. <https://doi.org/10.1186/s12864-021-07845-3>
- Mali S, 2026. Edible Birds Nest Market Analysis 2026. Research Analyst at Cognitive Market Research
- Medway, L. (1962). The swiftlets (Collocaliini) of Niah Cave, Sarawak. *Ibis*, 104(1), 45–66. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1962.tb08647.x>
- Miller, E. H., Smith, N. A., & Evans, K. L. (2018). Functional morphology of gape and rictal bristles in aerial insectivorous birds. *Journal of Morphology*, 279(9), 1264–1276. <https://doi.org/10.1002/jmor.20854>
- Ng, T. H., Lim, C. K., & Cranbrook, E. O. (2021). Pamprodactyl foot structure and vertical clinging adaptation in swiftlets (*Aerodramus* spp.). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 193(2), 567–579. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlaa182>
- Quek, M. C., Chin, N. L., Yusof, Y. A., & Law, C. L. (2018). Comparison of physical structure and chemical composition between white and black edible bird's nests. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 1729–1740. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1501705>
- Roh, S. W., Lee, H. J., Lim, C. K., & Kim, S. H. (2022). Morphological and functional changes of sublingual and submandibular salivary glands in edible-nest swiftlet during reproductive cycle. *Journal of Morphology*, 283(9), 1284–1296. <https://doi.org/10.1002/jmor.21462>
- Tamzil MH, 1997. Mengenal Burung Walet dan upaya pencegahan penurunan populasi dan produksi sarang. ORYZA, Vol, III (10): 69-84
- Thorburn, C. C. (2015). The edible bird's nest industry in Southeast Asia: Governance, trade and sustainability. *Forest and Society*, 1(1), 1–16.
- Thorburn, C. C. (2019). The edible bird's nest industry in Southeast Asia: Governance, trade and sustainability. *Journal of Marine and Island Cultures*, 8(1), 12–24. <https://doi.org/10.21463/jmic.2019.08.1.02>
- Wahyuni, D. 2021. Ulasan sarang burung walet sebagai pangan fungsional. *Acta VETERINARIA Indonesiana*. 9. DO - 10.29244/avi.9.3.201-214
- Yan TH, Babji AS, Lim SJ, Sarbini SR, 2021. A Systematic Review of Edible Swiftlet's Nest (ESN): Nutritional bioactive compounds, health benefits as functional food, and recent development as bioactive ESN glycopeptide hydrolysate, *Trends in*

- Food Science & Technology, Volume 115,2021,Pages 117-132,ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.034>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224421004088>)
- Zulkefle, N. A., Ismail, A., & Zainal Abidin, S. (2024). Structural and compositional differences between white and black edible bird's nests from different *Aerodramus* species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 123, 105487. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105487>