

Arsitektur sarang lebah tanpa sengat *Heterotrigona* (Cockerell) di Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan, Kabupaten Aceh Besar, Indonesia

Heterotrigona (Cockerell) stingless beehive architecture in the Pocut Meurah Intan Grand Forest Park, Aceh Besar District, Indonesia

DILLA SRIWAHYUNI, ALIA RIZKI, ZURIANA SIREGAR, SUWARNO*

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Syiah Kuala. Jl. Syech Abdur Rauf No.3, Banda Aceh 2311, Indonesia. Tel./fax.: +62-651-801-2505, *email: suwarno@usk.ac.id

Manuskrip diterima: 25 Maret 2023. Revisi disetujui: 5 Mei 2023.

Abstrak. Sriwahyuni D, Rizki A, Siregar Z, Suwarno. 2023. Arsitektur sarang lebah tanpa sengat *Heterotrigona* (Cockerell) di Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan Kabupaten Aceh Besar, Indonesia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 9: 37-44*. Koloni beberapa jenis lebah tanpa sengat telah dikembangkan di Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan, Kabupaten Aceh Besar, Indonesia. Lebah tanpa sengat hidup pada berbagai dimensi ruang seperti rongga batang pohon, kotak kayu, dinding rumah kayu dan celah batuan. Perbedaan dimensi ruang sarang lebah tanpa sengat diketahui dapat menciptakan arsitektur sarang yang bervariasi, salah satunya adalah jenis *Heterotrigona itama* Cockerell. Saat ini, informasi secara detil mengenai arsitektur sarang *H. itama* belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan pola arsitektur sarang dari lima koloni *H. itama* di Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan, Kabupaten Aceh Besar, Indonesia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi secara langsung terhadap sarang yang meliputi, bentuk, warna dan tekstur pintu masuk, model dan susunan sel anakan, warna, ukuran dan lokasi pot polen dan pot madu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pintu masuk sarang *H. itama* berwarna coklat muda hingga tua, dengan tekstur yang lunak dan bentuknya seperti tabung dengan panjang 2,5-18 cm. Struktur sarang dari lima koloni *H. itama* memiliki pola arsitektur dengan susunan sel anakan, pot polen, dan pot madu yang bervariasi. Koloni pertama menunjukkan pot madu dan pot polen umumnya terletak pada bagian topping (atas dan terpisah), sedangkan sel anakannya berada pada bagian bawah di dalam rongga batang pohon. Koloni ke-dua menunjukkan seluruh komponen sarangnya berada di dalam satu ruang kotak kayu, sedangkan koloni kelima menunjukkan semua komponen sarangnya terletak di dalam kotak kayu pada bagian hive (bawah). Koloni ke tiga dan ke-empat, semua komponen sarang ada di ruang berupa batang pohon dengan ukuran yang berbeda. Sel anakan pada kelima koloni *H. itama* disusun secara horizontal, berlapis dan terletak pada posisi tengah sarang. Sel anakan, pot polen, dan pot madu berbentuk oval dengan ukuran yang bervariasi untuk setiap sarang.

Kata kunci: Arsitektur, *Heterotrigona itama*, Meliponinae, pot polen, sel anakan

Abstrak. Sriwahyuni D, Rizki A, Siregar Z, Suwarno. 2023. *Heterotrigona* (Cockerell) stingless beehive architecture in the Pocut Meurah Intan Grand Forest Park, Aceh Besar District, Indonesia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 9: 37-44*. Colonies of several types of stingless bees have been developed in the Pocut Meurah Intan Grand Forest Park, Aceh Besar District, Indonesia. Stingless bees live in various spatial dimensions, such as hollow tree trunks, wooden boxes, wooden-house walls, and rock crevices. There are differences in the dimensions of stingless honeycomb spaces, which are known to create various nest architectures, one of which is *Heterotrigona itama* Cockerell. Detailed information about the nest architecture of *H. itama* has not been widely reported in the Pocut Meurah Intan Grand Forest Park. Therefore, this study aimed to describe the architectural patterns of the nests of five *H. itama* colonies in the Pocut Meurah Intan Grand Forest Park, Aceh Besar District, Indonesia. The method used in this study was direct observation of the hives, including the entrance's shape, color, and texture; the model and arrangement of the tiller cells; the color, size, and location of the pollen pots and honey pots. The results showed that the entrance to the nest of *H. itama* was light to dark brown, with a soft texture and a tube-like shape with a length of 2.5-18 cm. The nest structure of the five colonies of *H. itama* has architectural patterns with varying arrangements of tiller cells, pollen pots, and honey pots. The first colony shows the honey pot and pollen pot generally located on the top (above and separated), while the bee brood's cells are at the bottom in the cavity of the tree trunk. The second colony shows all the nest components in one wooden box, while the fifth colony shows all the nest components in a bottom hive wooden box. In the third and fourth colonies, all nest components are in tree trunk cavities of many sizes. The bee brood's cells in the five colonies of *H. itama* are arranged in horizontal layers and are located in the center of the nest. The tiller cells, pollen pots, and honey pots are oval, varying sizes for each hive.

Keywords: Architecture, bee brood cells, *Heterotrigona itama*, Meliponinae, pollen pot

PENDAHULUAN

Lebah tanpa sengat secara taksonomi termasuk ordo Hymenoptera, famili Apidae dan subfamili Meliponinae. Dua sub famili lainnya dari Apidae adalah Apinae (lebah madu), dan Bombiinae (lebah tanah). Secara morfologi ukuran tubuh dari sub famili Meliponinae lebih kecil dibanding kedua sub famili lainnya. Panjang tubuh lebah tanpa sengat 2-12 mm, berwarna hitam, coklat muda hingga kekuningan dengan kepala relatif besar dan rahang yang panjang (Rasmussen et al. 2010).

Lebah tanpa sengat sub famili Meliponinae sangat bervariasi secara morfologis dan memiliki keragaman jenis paling tinggi diantara lebah *corbiculate* (Apini, Bombini dan Meliponini) (Michener 2007; Rasmussen dan Cameron 2010). Sekitar 700 jenis lebah tanpa sengat telah diidentifikasi di seluruh dunia. Lebah tanpa sengat ini tersebar dari daerah tropis sampai sub tropis (Heard 1999). Di Indonesia lebah tanpa sengat ini dikenal dengan nama daerah kelulut (Kalimantan; Melayu), galo-galo (Sumatera Barat), klanceng (Jawa), opulo (Sulawesi) dan te'uweul (Sunda) (Erniwati 2013). Lebah tanpa sengat merupakan serangga sosial yang hidup berkoloni. Anggota koloni lebah tanpa sengat terdiri dari tiga kasta yaitu ratu, jantan, dan lebah pekerja (Salatnaya et al. 2020). Setiap kasta pada koloni lebah tanpa sengat ini memiliki tugas tersendiri. Kasta ratu dan jantan berperan dalam hal reproduksi, sementara kasta pekerja mempunyai tugas yang paling banyak, seperti mencari makan, merawat ratu, larva dan telur, membangun sel telur, membersihkan dan menjaga sarang (Heard 2016). Anggota-anggota koloni ini semuanya hidup di dalam satu sarang (Michener 2007).

Sarang lebah tanpa sengat dapat ditemukan pada rongga-rongga kayu yang sudah tua, balok kayu, dan celah celah dinding rumah. Sarang tersusun berupa ruang-ruang sesuai dengan fungsinya dan sebuah pintu masuk menuju ke sarang utama (Putra et al. 2021). Struktur sarang terbuat dari campuran resin, tanah dan lumpur yang berfungsi untuk melindungi sarang jika terjadi guncangan (Michener 2007). Struktur internal sarang lebah tanpa sengat terdiri dari pot madu, polen dan sel anakan (*brood cell*). Sel anakan berada di antara pot madu dan polen. Struktur sarang internal mengikuti bentuk dari tempat sarang berada. Lebah tanpa sengat membangun bagian sarang, mulai dari pintu masuk, sampai bagian dalam sarang. Setiap lubang selain pintu masuk sarang ditutup untuk menghindari terjadinya kebocoran (Putra et al. 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Azmi et al. (2019) menunjukkan bahwa lebah tanpa sengat *Heterotrigona itama* dari Taman Tropika Kenyir, Tasik Kenyir, Hulu Terengganu memiliki karakteristik arsitektur sarang yang unik dengan bentuk pintu masuk berupa silinder, bentuk pot madu oval dan sel anakannya berbentuk bulat. *H. itama* memiliki sarang yang warna pintu masuknya coklat muda. Selain itu *H. itama* memiliki pintu masuk yang sangat lembut dan mudah rapuh. Pujirahayu et al. (2020) dalam penelitiannya membuktikan bahwa pintu masuk sarang lebah *Trigona* sp. terbuat dari propolis yang berwarna hitam, berbentuk oval, dan melingkar. Pot polen dan madu

berbentuk oval dengan ukuran rata-rata diameter 1,01 cm yang berada di samping sel anakan.

Arsitektur sarang lebah tanpa sengat, sangat bervariasi baik dari bentuk, susunan, ukuran dan komposisi masing-masing bagiannya. Variasi arsitektur sarang ini dipengaruhi oleh volume ruang yang ditempati, usia koloni dan vegetasi sekitarnya. Jenis lebah tanpa sengat (*H. itama*) telah dikembangkan di Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan. Menurut Rasmussen (2013), setiap spesies menyukai dimensi rongga yang berbeda dan sebagian besar spesies memiliki tempat bersarang yang khas. Bentuk sarang yang beragam dapat menentukan perbedaan antara spesies satu dengan spesies lainnya.

Arsitektur sarang termasuk pintu masuknya (*entrance*) merupakan salah satu karakter spesifik untuk masing-masing jenis. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang arsitektur sarang dan perbedaan mendasar dari komponen sarang, agar dapat membantu data terkait pengembangan program (pusat pengembangan koloni) di Tahura PML. Program *breeding centre* ini merupakan kerjasama antara Yayasan Lebah Aceh dengan Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Aceh serta Dinas Tenaga Kerja dan Mobilisasi Penduduk Aceh.

BAHAN DAN METODE

Pengamatan dan pengukuran pintu masuk sarang

Pengamatan pintu masuk dilakukan pada sarang dari lima koloni *Heterotrigona itama* yang telah dibudidayakan dalam kotak kayu dan rongga batang di lokasi Tahura PMI. Pengamatan pintu masuk meliputi warna, tekstur, dan bentuk serta dilakukan pengukuran panjang dan diameter (cm) dari pintu masuk (Febrianti et al. 2020) dengan menggunakan penggaris (Viana et al. 2015).

Pengamatan arsitektur, pengukuran komponen sarang, dan pemindahan sarang

Rongga batang yang dijadikan sebagai tempat sarang dari tiga koloni *H. itama* dipotong dengan menggunakan pahat dan gergaji mesin (*chain saw*) secara hati-hati (Choudhary et al. 2021) agar sarang tidak rusak, sedangkan kotak kayu yang digunakan sebagai tempat sarang dari dua koloni dibuka pada bagian plastiknya menggunakan pisau secara perlahan. Selanjutnya, dilakukan pengamatan arsitektur sarang dengan mengamati bentuk susunan, posisi letak dan warna serta dilakukan perhitungan jumlah dan pengukuran dari 20 sel anakan, pot polen dan pot madu. Kemudian, komponen sarang dari lima koloni tersebut dipindahkan ke dalam kotak kayu yang baru. Pemindahan ini dilakukan dengan tujuan supaya komponen sarang dapat digunakan kembali oleh lebah *H. itama* untuk membangun sarang yang baru di dalam kotak kayu.

Analisis data

Hasil pengamatan arsitektur sarang dari lima koloni *H. itama* didokumentasikan dengan kamera dan dianalisis secara deskriptif, sedangkan data hasil pengukuran panjang dan diameter dari pintu sarang, diameter dan tinggi dari pot

polen, pot madu, dan sel anakan disajikan dalam bentuk nilai rata-rata (\bar{x}) dan standar deviasi ($\pm SD$).

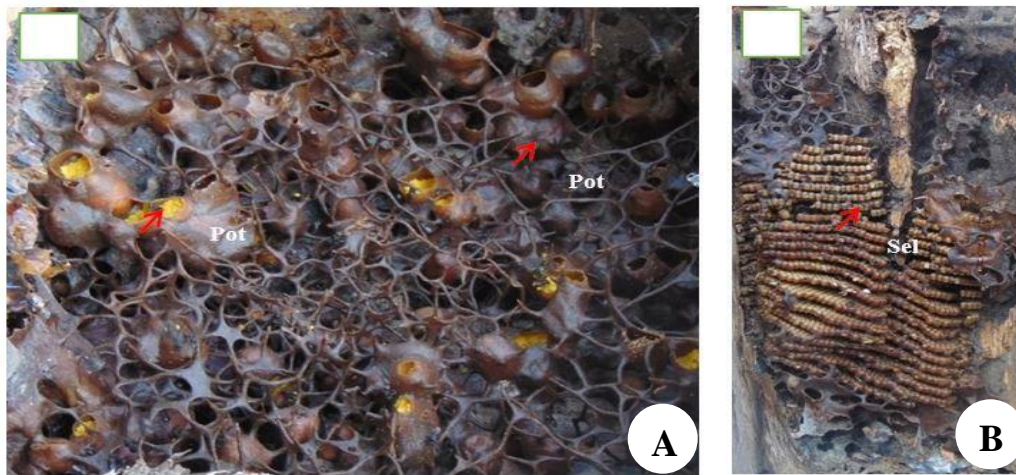
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan sarang dari lima koloni lebah tanpa sengat jenis *Heterotrigona itama* yang terdapat di Taman Hutan Raya menunjukkan bahwa sarang tersebut memiliki pola arsitektur dengan susunan sel anakan, pot polen, dan pot madu yang bervariasi. Koloni pertama menunjukkan pot madu dan pot polen umumnya terletak pada bagian topping (atas dan terpisah), sedangkan sel anakkannya berada pada bagian bawah di dalam rongga batang pohon (Gambar 1). Koloni ke-dua menunjukkan seluruh komponen sarangnya berada di dalam satu ruang kotak

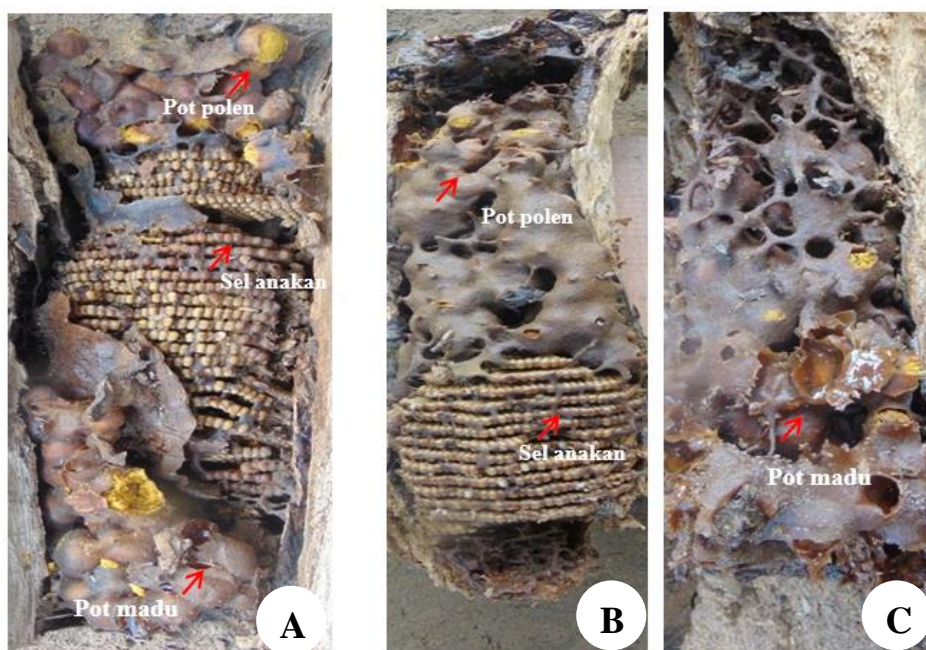
kayu, sedangkan koloni ke-lima menunjukkan semua komponen sarangnya terletak di dalam kotak kayu pada bagian *hive* (bawah) (Gambar 2). Koloni ke-tiga dan keempat, semua komponen sarang ada di ruang berupa batang pohon dengan ukuran yang berbeda (Gambar 3).

Pengamatan disekitar sarang dari lima koloni *H. itama* menunjukkan adanya batumen (Gambar 4). Selain batumen, di dalam sarang juga ditemukan involucrum yang berada disekitar sel anakan. Lapisan Involucrum mengelilingi sel anakan yang banyak ditemukan pada sarang *H. itama* koloni ke-dua dan ke-lima (Gambar 5).

Pintu masuk sarang pada lima koloni *H. itama* menunjukkan bentuk seperti tabung dengan ukuran yang bervariasi, teksturnya lunak, dan berwarna coklat muda dan coklat tua (Gambar 6).



Gambar 1. Struktur sarang *Heterotrigona itama* pada koloni 1. A. pot madu dan pot polen. B. sel anakan



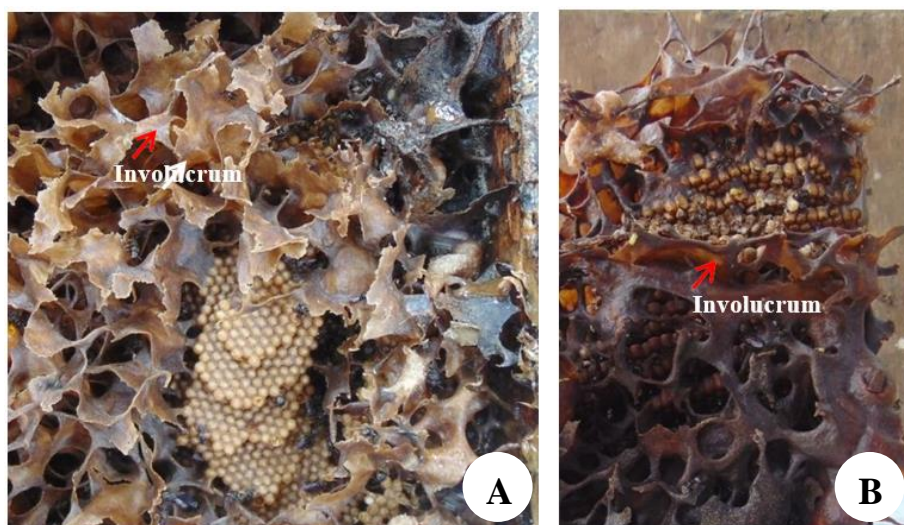
Gambar 2. Struktur sarang *Heterotrigona itama*. A. Koloni 3. B. Koloni 4 C. Koloni 4 150



Gambar 3. Struktur sarang *Heterotrigona itama*. A. Koloni 2. B. Koloni 5



Gambar 4. Struktur batumen di sekitar permukaan internal sarang yang ditemukan. A. rongga batang pohon. B. kotak kayu



Gambar 5. Lapisan involucreum yang dihubungkan oleh pilar-pilar disekitar sel anakan banyak ditemukan di dalam sarang lebah *H. itama* pada kotak kayu. A. involucreum koloni 2. B. involucreum koloni 5



Gambar 6. Pintu masuk sarang berbentuk tabung dari lima koloni *H. itama*. A. koloni 1. B. koloni 2. C. koloni 3. D. koloni 4. E. koloni 5

Pembahasan

Perbedaan pola arsitektur sarang lebah tanpa sengat dapat dilihat dari susunan, posisi letak, ukuran dari komponen sarang. Susunan komponen sarang pada lima koloni lebah tanpa sengat jenis *H. itama* menunjukkan hasil yang bervariasi. Hal ini terjadi karena dimensi ruang sarang. Menurut Narendra et al. (2021) lebah tanpa sengat dapat membangun sarangnya pada berbagai dimensi ruang seperti batang berongga, kotak kayu, celah dinding atau batuan. Halcroft (2012) menambahkan bahwa struktur sarang lebah tanpa sengat dapat disesuaikan dengan dimensi ruang sehingga hal ini akan menciptakan pola arsitektur yang berbeda-beda. Penelitian Putra et al. (2014) melaporkan bahwa susunan komponen yang bervariasi dapat ditemukan pada lebah tanpa sengat meskipun masih dalam satu spesies. Selain itu, hasil pengamatan disekitar sarang dari lima koloni *H. itama* ditemukan adanya batumen (Gambar 4.4) dan involucrum (Gambar 4.5). Batumen merupakan lapisan warna hitam (Jemberie et al. 2020), terbentuk dari campuran resin dan lilin (serumen) yang sudah mengeras (Pangestika et al. 2018). Batumen berfungsi sebagai pengikat struktur internal sarang (Putra et al. 2014) dan untuk melindungi sarang jika terjadi guncangan (Michener 2007), sedangkan involucrum terletak disekitar sel anakan. Involucrum berwarna coklat muda hingga tua, terhubung dengan pilar-pilar kecil dan melekat dengan batumen, serta tersusun dalam beberapa lapisan dengan teksturnya lunak.

Lapisan Involucrum mengelilingi sel anakan banyak ditemukan pada sarang *H. itama* koloni ke-dua dan ke-lima

(Gambar 4.5). Tidak semua sarang lebah tanpa sengat memiliki involucrum. Keberadaan involucrum dapat dipengaruhi oleh rongga sarang. Lebah tanpa sengat yang bersarang di dalam rongga kotak kayu memiliki lapisan involucrum yang lebih banyak (Torres et al. 2007) dibandingkan lebah tanpa sengat yang bersarang di dalam rongga batang pohon (Pangestika et al. 2018). Hal ini diduga karena sifat pohon yang dapat menjaga suhu bagian struktur internal sarang. Menurut Viana et al (2015) involucrum berfungsi untuk menjaga suhu di dalam sarang dengan memberikan kondisi kelangsungan hidup selama musim dingin (Ribeiro et al. 2003). Lebah tak bersengat merupakan spesies lebah yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungannya, terutama terhadap gelombang panas yang ekstrim. Penelitian Vollet et al (2015) menunjukkan bahwa pada suhu hingga 38 °C dapat menyebabkan kematian lebah terutama pada pupa. Pangestika et al (2018) menambahkan bahwa involucrum juga berfungsi untuk melindungi sel anakan agar tercegah dari serangan parasit.

Pintu masuk sarang pada lima koloni *H. itama* menunjukkan bentuk seperti tabung dengan ukuran panjangnya berkisar dari 2,5 cm hingga 18 cm dan diameter berkisar 1,5 cm hingga 4,5 cm. Ukuran diameter yang paling besar ditemukan pada pintu masuk koloni empat (Tabel 4.1). Hal ini diduga lebah pekerja pada koloni tersebut sangat aktif mencari makan. Penelitian Li et al. (2021) melaporkan bahwa diameter pintu masuk memiliki ukuran lebih besar ketika aktivitas lebah lebih aktif mencari makan, sementara ukuran diameter menjadi sempit

dikarenakan aktivitas mencari makan semakin berkurang. Selain itu, variasi ukuran pintu masuk antara koloni juga berhubungan dengan jumlah koloni lebah pekerja (Sakagami 1978), serangan dari predator (Alves et al. 2018) dan faktor lingkungan seperti hujan, angin dan matahari (Roubik 2006). Pintu masuk sarang lima koloni *H. itama* memiliki tekstur yang lunak, dan berwarna coklat muda dan coklat tua (Azmi et al. 2019). Penelitian Rachmawati et al. (2022) menyatakan bahwa lebah tanpa sengat dengan spesies yang sama memiliki warna pintu masuk yang bervariasi. Hal ini diduga karena perbedaan sumber resin yang didapatkan oleh lebah dan pengaruh dari faktor eksternal lainnya seperti umur sarang, cahaya, curah hujan, dan predasi (Sakagami et al. 1984; Wille dan Michener 1973).

Dari lima koloni, terlihat bahwa pot madu ataupun polen memiliki bentuk yang tidak beraturan. Bentuk tidak beraturan dipengaruhi oleh ruang untuk bersarang, lebah pekerja cenderung menempati sebagian besar ruang yang tersedia (Camargo 1970; Viana et al. 2015). Pot polen maupun pot madu dalam penelitian ini terlihat tidak semua pot tertutup, masih ada sebagian yang terbuka. Hal ini diduga karena belum terisi penuh oleh makanan (Michener 2007; Octoriadi 2015) dan kemungkinan masih adanya penambahan struktur untuk penyempurnaan bentuk pot menjadi oval atau membulat (Octoriadi 2015). Penutupan pot polen, saat pot tersebut penuh sehingga pot akan menyempit dan ditutup dengan serumen plug (Delgado et al. 2020). Pot madu dan polen dalam sarang *H. itama* menunjukkan adanya pemisahan pot yang ditandai dengan perbedaan warna. Pot polen berwarna coklat terang, dan pot madu berwarna coklat lebih gelap dengan madunya berwarna kuning (Al-Hatamleh et al. 2020). Pot madu biasanya terletak lebih dalam di dalam sarang dibandingkan pot polen. Pot polen membentuk massa padat dan sebagian besar potnya tersebar di sekitar ruang induk (Maia et al. 2022). Diantara pot madu dan polen memiliki struktur yang bentuknya seperti akar-akar. Struktur ini berfungsi sebagai penghubung antar pot dan juga berguna untuk menjebak predator (Pangestika et al. 2018).

Pot polen yang terdapat pada sarang terhadap lima koloni *H. itama* menunjukkan jumlah, diameter dan tinggi pot yang berbeda-beda. Koloni tiga memiliki jumlah pot polen yang paling banyak yaitu 81 pot dan memiliki ukuran rata-rata tinggi dan diameter pot polen tertinggi nilainya yaitu sebesar $2,8 \pm 0,6$ dan $2,3 \pm 0,7$ cm dibandingkan koloni lainnya. Hal ini terjadi karena perbedaan bentuk dan ukuran rongga bersarang yang tersedia bagi lebah untuk membuat pot (Duarte et al. 2016; Choudhary et al. 2021). Selain itu, jumlah dan ukuran pot polen juga dipengaruhi oleh produksi polen. Rendahnya produksi polen juga dapat disebabkan oleh rendahnya produktivitas ratu lebah di setiap sarang, yang berdampak pada rendahnya jumlah lebah pencari makan (Sihombing 2005).

Jumlah pot madu yang paling banyak ditemukan pada koloni pertama yaitu 63 pot madu. Hal ini terjadi kemungkinan pengaruh dari kapasitas penyimpangan pot madu (Viana et al. 2015). Ukuran rata-rata diameter dan tinggi pot madu *H. itama* yang paling besar masing-masing dengan nilai $2,0 \pm 0,5$ dan $2,4 \pm 0,5$ cm yang terdapat pada

koloni tiga. Hal ini diduga karena ukuran rongga yang dijadikan tempat bersarang lebah lebih besar dibandingkan koloni lainnya.

Struktur sarang pada lima koloni *H. itama* menunjukkan sel anakan berwarna kuning dan berbentuk bulat seperti manik-manik (Purwanto et al. 2022). Sel anakan yang belum matang berada paling atas (Shanks 2015) dan sel anakan yang sudah matang tersusun paling bawah (Sayusti et al. 2021). Sel anakan muda berwarna coklat tua, sedangkan sel anakan lainnya sudah tua dan akan menetas, dengan warna coklat muda (Shilan et al. 2022). Diantara sel anakan ditemukan calon sel ratu. Sel ratu dibangun di tepi sisir, posisi khas untuk kebanyakan lebah tak bersengat (Nogueira-Neto 1997; Maia et al. 2022). Seluruh sel-sel anakan terletak di tengah sarang yang dikemas oleh lapisan involucrum dengan menjauhi pintu masuk dan di sekitar sel-sel anakan dikelilingi oleh pot madu dan pot polen.

Sel anakan yang terdapat pada sarang dari lima koloni *H. itama* menunjukkan jumlah pot sel anakan yang bervariasi. Jumlah sel anakan yang paling banyak ditemukan pada koloni tiga yaitu 2.422 sel dibandingkan koloni lainnya. Hal ini diduga pengaruh dari ketersediaan polen dan produktivitas ratu lebah yang tinggi (Agus et al. 2019). Polen sebagai sumber nitrogen dikumpulkan oleh lebah pekerja yang sangat berperan dalam proses produksi telur (Sihombing 2005) dan berguna untuk memasok sel anakan (Ghazi et al. 2018). Produksi sel anakan dipengaruhi oleh jumlah polen yang disimpan dalam koloni lebah tak bersengat (Roubik dan Wheeler 1982).

Sel anakan pada lima koloni *H. itama* disusun secara horizontal dan berlapis. Setiap koloni *H. itama* memiliki lapisan sel anakan yang berjumlah >10 lapis. Hal ini menunjukkan bahwa koloni lebah *H. itama* yang diamati sudah dewasa. Penelitian Jaapar et al. (2016) melaporkan bahwa koloni lebah tanpa sengat dewasa terdiri dari 9 hingga 14 lapis sel anakan. Jumlah sel anakan yang berlapis akan berpengaruh terhadap susunan. Menurut Octoriadi (2015) semakin sedikit jumlah sel anakan mungkin susunan yang dibuat juga semakin sederhana. Dengan demikian, susunan sel anakan yang paling sederhana dalam penelitian ini ditemukan pada koloni lima. Hal ini terjadi karena jumlah pot sel anakan pada koloni tersebut lebih sedikit dibandingkan koloni lainnya.

Berdasarkan hal tersebut, hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa kebiasaan bersarang dan arsitektur sarang dengan susunan, letak posisi, dan ukuran komponen sarang sangat bervariasi tidak hanya di antara genera tetapi juga di antara spesies dalam genus (Faseeh dan Shanas 2019) sehingga penelitian ini dapat membantu mengidentifikasi spesies lebah tanpa sengat (Wille dan Michener 1973), memberikan informasi tambahan tentang ilmu pengetahuan biologi, serta dapat merancang sarang lebah dengan mempertimbangkan potensi peternakan lebah tanpa sengat secara komersial dan juga dapat digunakan untuk mempersiapkan rencana pengelolaan konservasi *H. itama* di lingkungan alaminya.

Dalam kesimpulan, pola arsitektur sarang dengan susunan, letak posisi dari komponen sarang serta ukuran diameter dan panjang pintu masuk, diameter dan tinggi dari

pot polen, pot madu, dan sel anakan dari lima koloni *H. itama* sangat bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus A, Agussalim, Umami N, Budisatria IGS. 2019. Effect of different beehives size and daily activity of stingless bee *Tetragonula laeviceps* on bee-pollen production. *Buletin Peternakan* 43 (4): 242-246. DOI: 10.21059/buletinpeternak.v43i4.47865.
- Al-Hatamleh MAI, Boer JC, Wilson KL, Plebanski M, Mohamud R, Mustafa MZ. 2020. Antioxidant-based medicinal properties of stingless bee products: Recent progress and future directions. *Biomolecules* 10: 2-28. DOI: 10.3390/biom10060923.
- Ali MAAC, Ilias B, Rahim NA, Shukor SAA, Adom AH, Saad MAH. 2021. A review on the stingless beehive conditions and parameters monitoring using IoT and machine learning. *J Phys: Conf Ser* 2107: 012040. DOI: 10.1088/1742-6596/2107/1/012040.
- Alvarez LJ, Reynaldi FJ, Ramello PJ, Garcia MLG, Sguazza GH, Abrahamovich AH, Lucia M. 2018. Detection of honey bee viruses in Argentinian stingless bees (Hymenoptera: Apidae). *Insect Soc* 65: 191-197 DOI: 10.1007/s00040-017-0587-2.
- Azmi WA, Ghazi R, Nasharuddin IS. 2019. Morphological, nest architecture and colony characteristics of stingless bees (Hymenoptera; Apidae; Meliponini) from Tasik Kenyir, Terengganu. In: Abdullah M, Mohammad A, Zalipah MN, Lola MS (eds). *Greater Kenyir Landscapes*. Springer, Cham.
- Chinh TX, Sommeijer MJ, Boot WJ, Michener CD. 2005. Nest and colony characteristics of three stingless bee species in Vietnam with the first description of the nest of *Lisotrigona carpenteri* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *J Kans Entomol Soc* 78: 363-372. DOI: 10.2317/0409.14.1.
- Choudhary A, Singh J, Chhuneja PK. 2021. Nest architecture and nesting site preference of *Tetragonula iridipennis* Smith in North-Western plains of India. *J Apic Sci* 65: 1-11. DOI: 10.2478/jas-2021-0003.
- Cortopassi-Laurino M, Imperatriz-Fonseca VL, Roubik DW, Dollin A, Heard T, Aguilar I, Nogueira-Neto P. 2006. Global meliponiculture: Challenges and opportunities. *Apidologie* 37 (2): 275-292. DOI: 10.1051/apido:2006027.
- Damara IMGW, Watiniasih NL, Suartini NM. 2017. Variation of entrances, food storage and brood cells of *Trigona laeviceps* bees from various habitat. *J Adv Trop Biodivers Environ Sci* 1: 50-53. DOI: 10.24843/ATBES.2017.v01.i02.p06
- Daud M, Iriyani S, Subhan, Akhir I, Akbar M, Marliani A, Saifuddin. 2017. Profil KPH Tahura Pocut Meurah Intan. *Penebar Media Pustaka*, Yogyakarta. [Indonesian]
- Delgado C, Mejía K, Rasmussen C. 2020. Management practices and honey characteristics of *Melipona eburnea* in the Peruvian Amazon. *Ciência Rural Santa Maria* 50: 1-10. DOI: 10.1590/0103-8478cr2019069.
- DLHK. 2021, November. UPTD-Tahura Pocut Meurah Intan. DLHK, Banda Aceh.
- Erniwati. 2013. Kajian biologi lebah tak bersengat (Apidae : Trigona) di Indonesia. *Fauna Indonesia* 12 (1): 29-34. [Indonesian]
- Erwan, Munaris, Muhsinin M. 2022. Study of morphological and morphometric characteristics of worker bees *Tetragonula clypearis* in North Lombok Regency, West Nusa Tenggara Province, Indonesia. *Jurnal Biologi Tropis* 22 (3): 989-998. DOI: 10.29303/jbt.v22i3.4132.
- Erwan, Purnamasari DK, Agustin W. 2020. Pengaruh desain kotak terhadap produktivitas lebah *Trigona* sp. *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan* 6 (2): 192-201. DOI: 10.29303/jstl.v6i2.206. [Indonesian]
- Faseeh P, Shanas S. 2019. Occurrence of multiple nest entrance in the stingless bee *Tetragonula travancorica* (Hymenoptera: Meliponini). *J Entomon* 44 (4): 275-282. DOI: 10.33307/entomon.v44i4.479.
- Febrianti, Iskandar AM, Muflihati. 2020. Bentuk pintu masuk sarang *Trigona* spp. di kawasan Hutan Mangrove Surya Perdana Mandiri Kelurahan Setapak Besar Singkwang Utara. *Jurnal Hutan Lestari* 8 (3): 620-627. DOI: 10.26418/jhl.v8i3.42349. [Indonesian]
- Ghazi R, Zulqurnain NS, Azmi WA. 2018. Melittopalynological studies of stingless bees from the east coast of peninsular Malaysia. In: Vit P, Pedro S, Roubik D (eds). *Pot-pollen in stingless bee melittology*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-61839-5_6.
- Halcroft MT. 2012. Investigations into the biology, behaviour and phylogeny of a potential crop pollinator: The Australian stingless bee, *Austroplebeia australis*. [Dissertation PhD]. University of Western Sydney, Australia.
- Harjanto S, Mujiyanto M, Arbainsyah, Ramlan A. 2020. Budidaya Lebah Madu Kelulut Sebagai Alternatif Mata Pencaharian Masyarakat. *Tropenbos Indonesia dan Swaraowa, Bogor*. [Indonesian]
- Hikmah AN. 2017. Analisis Strategi Pengembangan Usaha Madu Di Kecamatan Camba, Kabupaten Maros. [Skripsi]. Universitas Hasanuddin, Makassar. [Indonesian]
- Jaapar MF, Halim M, Mispan MR, Jajuli R, Saranum MM, Zainuddin MY, Ghani IA. 2016. The diversity and abundance of stingless bees (Hymenoptera: Meliponini) in peninsular Malaysia. *Adv Environ Biol* 10 (9): 1-7.
- Jemberie, Negash W, Alemu K, Tarekegn A, Brhan M, Raja N. 2020. stingless bee *Meliponula cockerell* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) ground nest architecture and traditional knowledge on the use of honey in the Amhara Region, Northwest Ethiopia Wondmeneh. *Israel J Entomol* 50 (1): 147-162. DOI: 10.5281/zenodo.4588315.
- Kelly N, Farisy MSN, Kumara TK, Marcela P. 2014. Species diversity and external nest characteristics of stingless bees in Meliponiculture. *Peranika Journal* 37 (3): 293 -298.
- Kerisna V, Diba F, Wulandari SR. 2019. Identifikasi jenis lebah *Trigona* spp. pada zona pemanfaatan Hutan Desa Menua Sadap Kecamatan Embaloh Hulu Kabupaten Kapuas Hulu. *Jurnal Tengawang* 9 (2): 82-91. DOI: 10.26418/jt.v9i2.36184. [Indonesian]
- Kwaping P, Aidoo K, Combey R, Karikari A. 2010. Stingless Bees, Importance, Management and Utilisation, A Training Manual For Stingless Beekeeping. Unimax MacMillan, Accra North.
- Latifa S. 2011. Analisis Spasial Wilayah Berpotensi Untuk Budidaya Lebah Madu Dalam Perspektif Sistem Informasi Geografis (SIG). [Skripsi]. Universitas Sumatra Utara, Medan. [Indonesian]
- Li YR, Wang ZW, Yu ZR, Corlett RT. Species diversity, morphometrics, and nesting biology of Chinese stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Apidologie* 52: 1239-1255. DOI: 10.1007/s13592-021-00899-x.
- Maia UM, Borges RC, Júnior JEDS, Dias VHP, Carvalho AT, Fonseca VLI, Guilherme Corrêa de Oliveira GC, Giannini TC. 2022. Species redescription and nest architecture of *Plebeia flavocincta* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Apidologie* 53: 63. DOI: 10.1007/s13592-022-00968-9.
- Michener CD. 1944. Comparative external morphology, phylogeny, and a classification of the bees. *Bull Am Mus Nat Hist* 20 (82): 151- 326.
- Michener CD. 2007. *The Bees of The World*. The John Hopkins Univ Pr, Baltimore.
- Mounika C, Saravanan PA, Srinivasan MR, Rajendran L. 2019. Colony propagation in stingless bees, *Tetragonula iridipennis* (Smith). *J Entomol Zool Stud* 7 (3): 754-757.
- Narendra T, Kennedy N, Rojeet T. 2021. Spatial and Temporal Distribution of Stingless Bees in Mid Hills of Meghalaya. *Indian Journal Hill Farming* 34: 110-120.
- Nelli. 2004. Waktu Pencarian Serbuk Sari Lebah Pekerja Trigona sp (Apidae: Hymenoptera). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor. [Indonesian]
- Neto AV, Menezes C, Fonseca VLI. 2015. Behavioural and developmental responses of a stingless bee (*Scaptotrigona depilis*) to nest overheating. *Apidologie* 46: 455-464. DOI: 10.1007/s13592-014-0338-6.
- Nogueira-Neto P. 1997. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo, Brazil.
- Nugroho BR. 2015. Aktivitas Mencari Makan Lebah pekerja, Trigona sp (Hymenoptera: Apidae) di Gunung Kidul Jurnal Biomedika 8 (1). DOI: 10.31001/biomedika.v8i1.193. [Indonesian]
- Nuraini, Trianto M, Sukmawati, Marisa F. 2020. Keanekaragaman sumber pakan dan perilaku mencari pakan lebah *Tetragonula laeviceps* (Hymenoptera: Meliponini) di Kecamatan Parigi Selatan. *JBE* 5: 173-184. DOI: 10.32938/jbe.v5i3.735. [Indonesian]
- Octoriadi T. 2015. Identifikasi dan Karakterisasi Struktur Sarang Lebah *Trigona* (Hymenoptera: Apidae) di Bogor. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pangestika NW, Atmowidi T, Kahono S. 2018. Additional nest structures and natural enemies of stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). *Jurnal Sumberdaya Hayati* 4: 42-47. DOI: 10.29244/jsdh.4.2.42-47.
- Pujirahayu N. 2020. Sebaran dan karakteristik sarang lebah tak bersengat di kawasan hutan kampus Universitas Halu Oleo. *Jurnal Kehutanan*

- Indonesia Celebica 1 (2): 120-129. DOI: 10.33772/jc.v1i2.16823. [Indonesian]
- Putra DP, Jasmi. 2021. Teknik perbanyak koloni *Trigona* spp. ke sarang buatan (*Stup*). UNES Journal of Scientech Research 1: 11-19. [Indonesian]
- Putra PAH, Watiniasih NL, Suartini NM. 2014. Struktur dan produksi lebah *Trigona* spp. pada sarang berbentuk tabung dan bola. Jurnal Biologi 18: 60-64. [Indonesian]
- Rachmawati RD, Agus A, Umami N, Agussalim, Purwanto H. 2022. Diversity, distribution, and nest characteristics of stingless bees (Hymenoptera: Meliponini) in Baluran National Park, East Java, Indonesia. Biodiversitas 23: 3890-3901. DOI: 10.13057/biodiv/d230805.
- Ribeiro MF, Imperatriz-Fonseca VL, Filho PSS. 2003. A interrupção da construção de células de cria e postura em *Plebeia remota* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). In: Melo GAR, Alves-Dos-Santos I (eds). Apoidea Neotropica: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Editora UNESCO, Criciúma.
- Roubik DW, Wheeler Q. 1982. Flightless beetles and stingless bees: Phoresy of scotocryptine beetles on their meliponine hosts. J Kans Entomol Soc 55 (1): 125-135.
- Roubik DW. 2006. Stingless bee nesting biology. Apidologie 37: 124-143. DOI: 10.1051/apido:2006026.
- Sadam B, Hariani N, Fachmy S. 2016. Jenis lebah madu tanpa sengat (*stingless bee*) di Tanah Merah Samarinda. In: Prosiding Seminar Tugas Akhir FMIPA UNMUL. Universitas Mulawarman, Samarinda, Maret 2016. [Indonesian]
- Sakagami SF. 1978. *Tetragonula* stingless bees of the continental Asia and Sri Lanka (Hymenoptera, Apidae). Zoology 21 (2): 165-247.
- Salatnaya H, Fuah AM, Widodo WD, Winarno. 2020. Aktivitas *Tetragonula laeviceps* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) pada perkebunan pala (*Myrciaca fragrans* Hout) monokultur dan polikultur di Jawa Barat. Koli Journal 1: 14-20. [Indonesian]
- Samsudin SF, Mamat MR, Hazmi IR. 2018. Taxonomic study on selected species of stingless bee (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in Peninsular Malaysia. Serangga 23 (2): 203-258.
- Sanjaya V, Astiani D, Sisillia L. 2019. Studi habitat dan sumber pakan lebah kelulut di kawasan Cagar Alam Gunung Nyiut Desa Pisak Kabupaten Bengkayang. Jurnal Hutan Lestari 7 (2): 786-798. DOI: 10.26418/jhl.v7i2.34072. [Indonesian]
- Sayusti T, Raffiudin R, Kahono S, Nagih T. 2021. Stingless bees (Hymenoptera: Apidae) in South and West Sulawesi, Indonesia: Morphology, nest structure, and molecular characteristics. J Apic Res 60 (1): 143- 420. DOI: 10.1080/00218839.2020.1816272.
- Shanahan M, Spivak M. 2021. Resin use by stingless bees: A review. Insects 12: 1-20. DOI: 10.3390/insects12080719.
- Shanks JL. 2015. *Tetragonula carbonaria* and disease: Behavioural and antimicrobial defences used by colonies to limit brood pathogens. University of Western Sydney, Australia.
- Shilan MST, Adam NA, Jamian S, Adnan WNAWM, Samsudin SA. 2022. Investigation of the best artificial propagation technique for stingless bee *Heterotrigona itama* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science. DOI: 10.47836/pjtas.45.2.02.
- Soh ZWW, Ascher JS, Xiong CS, Lee JXQ. 2022. Biodiversity record: Identity of a historical stingless bee nest entrance tube collected by H. N. Ridley from Pulau Ubin. Nat in Singapore 15: 1-4. DOI: 10.26107/NIS-2022- 429.
- Supratman. 2018. Karakteristik Habitat Tempat Bersarang Lebah (*Trigona* sp.) di Desa Pelat Kecamatan Untir Iwes Kabupaten Sumbawa Provinsi Nusa Tenggara Barat. [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar. [Indonesian]
- Taufik H. 2021. Keragaman Ukuran Tubuh Pot Polen dan Pot Madu Pada Lebah Tanpa Sengat *Geniotrigona thoracica*. [Skripsi]. Universitas Andalas, Padang. [Indonesian]
- Torres A, Hoffmann W, Lamprecht I. 2007. Thermal investigations of a nest of the stingless bee *Tetragonisca angustula* Illiger in Colombia. Thermochemica Acta 458: 118-123. DOI: 10.1016/j.tca.2007.01.024.
- Viana JL, Sousa HDAC, Alves RMDO, Pereira DG, Silva JC, Paixaõ JFD, Waldschmidt AM. 2015. Bionomics of *Melipona mondury* Smith 1863 (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) in relation to its nesting behavior. Biota Neotropica 15 (3): 1-7. DOI: 10.1590/1676-06032015009714.
- Vianti R, Abdullah, Rusdi M. 2018. Daya dukung masyarakat terhadap pengembangan ekowisata kawasan Tahura Pocut Meurah Intan Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Biotik 6: 97-100. DOI: 10.20527/jpg.v9i2.13996. [Indonesian]
- Wardiah, Nurhayati. 2013. Karakterisasi linchenes di taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Biologi Edukasi 5: 92-95. [Indonesian]