



Karakter pintu masuk sarang kelulut (Apidae: Meliponinae) di Kawasan Konservasi Resort Belaban Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya Kalimantan Barat

Nest entrances characters of stingless bees (Apidae: Meliponinae) in Conservation Area of Belaban Resort, Bukit Baka Bukit Raya National Park West Borneo

Marsianus Marthin Rivaldy¹, Kustiati^{1*}, Diah Wulandari Rousdy¹, Hendro Priyandono²

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak 78124, Indonesia

²Balai Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya
Jalan Dr. Wahidin Soedirohoesodo, Sintang 78613, Indonesia

(diterima Januari 2023, disetujui Maret 2023)

ABSTRAK

Informasi karakter pintu masuk sarang kelulut (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) sebagai penciri identifikasi spesies kelulut belum pernah dilakukan lebih mendalam. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakter penciri morfologi pintu masuk sarang yang membedakan antar spesies kelulut yang ditemukan di kawasan konservasi Resort Belaban, Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya. Penelitian dilakukan pada tanggal 16–26 Maret 2022. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode jelajah dengan mengikuti arah jalur interpretasi Resort Belaban. Analisis data dilakukan dengan *software* PAST 4.03. Berdasarkan *sampling* dan identifikasi spesies, ditemukan 32 pintu masuk sarang dari 7 spesies kelulut, yaitu *Homotrigona fimbriata* (Smith), *Pariotrigona pendleburyi* (Schwarz), *Tetragonilla collina* (Smith), *Tetragonula iridipennis* Smith, *T. melanocephala* (Gribodo), *T. melina* (Gribodo), dan *Tetrigona apicalis* (Smith). Hasil PCA menunjukkan bahwa karakter morfometrik dan meristik paling menonjol dalam PC 1 (*eigenvalue* = 4,89; % *variance* = 44,51%) yang dapat digunakan sebagai penciri masing-masing pintu masuk sarang kelulut adalah luas bukaan rongga pintu masuk (0,66), variasi warna (0,78), paparan sinar matahari (0,85), dan variasi bentuk corong pintu masuk (0,57). Penelitian ini menunjukkan terdapat variasi karakter meristik dan morfometrik dari pintu masuk sarang kelulut. Meski demikian, identifikasi suatu spesies kelulut berdasarkan karakter pintu masuk sarang belum dapat digunakan secara valid sehingga hanya sebagai perkiraan sementara.

Kata kunci: identifikasi, karakter, kelulut, pintu masuk sarang

ABSTRACT

Information on the character of the stingless bee nest entrance (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) as a characteristic for identifying stingless bee species has never been carried out in depth. The purpose of this study was to determine the morphological characteristics of the nest entrance that differentiate between stingless bee species found in the Belaban Resort conservation area, Bukit Baka Bukit Raya National Park. The research was conducted on March, 16–26 2022. The method used in this study was the cruising method by following the direction of the Belaban Resort interpretation route. Data analysis was performed with PAST 4.03 software. Based on sampling and species identification, 32 nest entrances were found from 7 stingless bees species, namely *Homotrigona fimbriata* (Smith), *Pariotrigona pendleburyi* (Schwarz), *Tetragonilla collina* (Smith), *Tetragonula iridipennis* Smith, *T.*

*Penulis korespondensi: Kustiati. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak 78124, Indonesia, Email: kustiati@fmipa.untan.ac.id; Marsianus Marthin Rivaldy. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak 78124, Indonesia, Email: marsianus2503@gmail.com

melanocephala (Gribodo), *T. melina* (Gribodo), and *Tetrigona apicalis* (Smith). PCA results show that the most prominent morphometric characters in PC 1 (eigenvalue = 4.89; % variance = 44.51%) which can be used as identifiers for each stingless bee nest entrance width of the nest entrance opening cavity (0.66), color (0.78), sun exposure (0.85), and shape of nest entrance funnel (0.57). This research shows the variation of meristic and morphometric characters of stingless bee nest entrance. However, identification for stingless bee species based on nest entrance characters can't be used validly so it only as a provisional estimate.

Key words: characters, identification, nest entrance, stingless bee

PENDAHULUAN

Kelulut merupakan kelompok lebah dari Famili Apidae dan Subfamili Meliponinae dengan jumlah spesies yang teridentifikasi sebanyak 500 jenis (Winston & Michener 1977). Berdasarkan laporan Kahono et al. (2018), Indonesia memiliki 46 jenis kelulut yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia mulai dari Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan wilayah timur Indonesia, seperti Kepulauan Maluku dan Papua. Keanekaragaman jenis kelulut yang cukup tinggi di Indonesia mendukung dalam pengembangan sektor agribisnis berupa budi daya kelulut.

Budi daya kelulut merupakan salah satu prospek bisnis yang sudah banyak dikembangkan di berbagai daerah di Indonesia. Secara biologis, kelulut bersifat adaptif, dapat bersarang di beragam tempat, serta beberapa jenis lebih mudah untuk dibudidayakan. *Tetragonula laeviceps* (Smith) merupakan salah satu spesies kelulut yang tersebar luas budidayanya di Indonesia. Di Kalimantan sendiri, spesies kelulut yang paling banyak dibudidayakan selain *T. laeviceps* adalah *Tetragonula fuscobalteata* (Cameron), *Tetrigona apicalis* (Smith), *T. binghami* Distant, *Heterotrigona itama* (Cockerell), *Homotrigona fimbriata* (Smith), *Geniotrigona thoracica* Smith, dan *Lepidotrigona terminata* Smith (Buchori et al. 2022). Madu kelulut memiliki kandungan senyawa terpenoid alami yang terbukti memiliki sifat antimikroba sehingga berpotensi sebagai sumber pengobatan alternatif (Torres et al. 2018).

Budi daya kelulut menjadi peluang ekonomi yang cukup besar potensinya, khususnya bagi masyarakat sekitar kawasan hutan (Bradbear 2008). Masyarakat Desa Belaban, Kecamatan Menukung Kabupaten Melawi merupakan komunitas yang tinggal di dekat kawasan konservasi Resort Belaban Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya. Resort tersebut merupakan

kawasan hutan hujan tropis pegunungan yang termasuk ke dalam SPTN (Seksi Pengelolaan Taman Nasional) I Nanga Pinoh dan menjadi habitat satwa liar (MacKinnon et al. 2010; Auliyani 2017) termasuk 7 jenis kelulut, yaitu *Heterotrigona erythrogastra* (Cameron), *H. itama*, *Lepidotrigona latipes* (Friese), *T. fuscobalteata*, *T. melanocephala* (Gribodo), *Tetragonula melina* (Gribodo), dan *Tetrigona* sp. (Rivaldy 2021).

Kelulut diidentifikasi melalui pengamatan karakter morfologi tubuh dan morfometrik (Sakagami et al. 1990; Azizi et al. 2020; Anaktototy et al. 2021) maupun dengan pengamatan karakter venasi sayap (Laksono et al. 2020). Akan tetapi, kelemahan pada model identifikasi ini harus dilakukan secara langsung di bawah mikroskop karena karakter kunci, seperti *tibia* belakang, *basitarsus* belakang, jarak *malar*, *mandibula*, kepala, *clypeus*, *propodeum*, *mesoscutellum*, antena, mata, venasi sayap, dan *hamuli* (Smith 2012) terbilang sangat kecil untuk diamati secara langsung. Kondisi ini menyulitkan bagi para pembudidaya lokal yang tidak memiliki akses terhadap peralatan maupun pengetahuan dasar dari identifikasi menggunakan karakter morfologi.

Pendekatan lain terkait identifikasi kelulut, yaitu melalui pengamatan karakter pintu masuk sarang (Michener 1974; Roubik 1983). Pintu masuk sarang merupakan bagian dari kenampakan morfologi yang menjadi ciri arsitektural tempat tinggal suatu koloni kelulut. Wille & Michener (1973) menjelaskan bahwa karakter fenotipe, seperti struktur bagian luar sarang menjadi kajian sistematika yang dapat dipelajari lebih mendalam. Kelebihan dari pendekatan ini adalah tidak dibutuhkan peralatan khusus dan tanpa harus membongkar sarang untuk mendapatkan sampel. Namun, penelitian mengenai karakter pintu masuk sarang kelulut lokal Indonesia masih sangat minim ditemukan. Pengetahuan sederhana ini dapat digunakan sebagai dasar dari proses budi daya

dan konservasi terutama terkait dengan kelulut liar maupun yang dibudidayakan. Lebih lanjut lagi, berdasarkan pengetahuan ini masyarakat dapat diberdayakan untuk memperoleh dan mengelola madu alami kelulut sebagai salah satu hasil hutan bukan kayu (HHBK) serta mengetahui keberadaan kelulut-kelulut langka, khususnya di sekitar kawasan Resort Belaban SPTN wilayah 1 Nanga Pinoh, Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter penciri morfologi pintu masuk sarang spesies kelulut yang ditemukan di kawasan konservasi Resort Belaban, Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada 16–26 Maret 2022. Lokasi pengambilan sampel dan data dilakukan mulai dari kawasan Pusat Informasi menuju ke dalam hutan mengikuti jalur interpretasi yang merupakan *trail* wisata alam Resort Belaban SPTN wilayah 1 Nanga Pinoh (Gambar 1). Rentang waktu pengambilan sampel dan data adalah selama 10 hari. Lokasi sarang kelulut yang ditemukan ditandai dengan *global positioning system* Garmin 62s.

Penentuan sampel

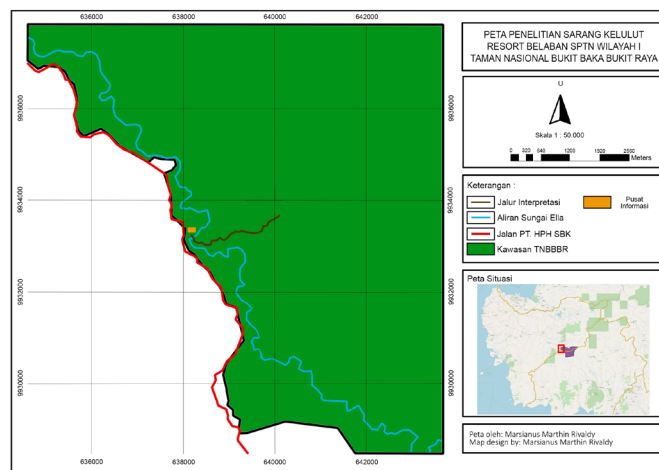
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode jelajah dengan menginventarisasi sarang dari koloni kelulut yang ditemukan di

jalur interpretasi Resort Belaban SPTN wilayah 1 Nanga Pinoh (Gambar 2). Waktu pengambilan data dilakukan pada pukul 08.00–16.00 WIB. Penentuan waktu pengambilan data didasarkan pada aktivitas kelulut yang lebih dominan di pagi hingga siang hari sebab kelulut merupakan hewan diurnal (Wille 1983) sehingga memudahkan ditemukan kelulut yang sedang terbang dan keluar masuk di sekitar sarang. *Start* titik penjelajahan dimulai dari Pos Pusat Informasi, kemudian dilanjutkan dengan perjalanan mengikuti arah jalur interpretasi. Penjelajahan dilakukan pada bagian sisi kiri dan kanan jalur interpretasi dengan rentang panjang sisi samping jalur yang diambil maksimal 50 m dan panjang maksimal jalur interpretasi yang dilalui, yaitu 2,5 km (Gambar 3).

Penelitian ini mengobservasi dua tipe umum posisi kelulut bersarang berdasarkan Eltz et al. (2003), yaitu sarang rongga batang atas dan sarang rongga batang bawah/dekat permukaan tanah. Sarang yang sudah diketahui posisinya dicatat menggunakan alat tulis dan diambil sampel kelulutnya. Kelulut ditangkap menggunakan jaring serangga dan dimasukkan dalam botol *vial* yang berisi alkohol 70% kemudian dicatat untuk mengetahui data lokasi dan urutan spesies yang ditemukan. Sarang dan karakter pintu masuk sarang yang ditemukan didokumentasikan menggunakan kamera digital *Canon SX400* dan *Canon SX60*.

Karakterisasi pintu masuk sarang kelulut

Karakter yang diperhatikan dari pintu masuk sarang kelulut dibagi menjadi dua kelompok



Gambar 1. Peta kawasan konservasi Resort Belaban, Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya, Kalimantan Barat.

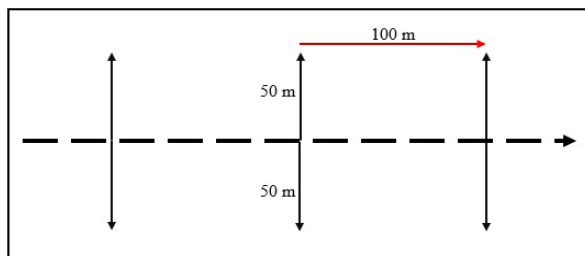
Figure 1. Map of conservation area Belaban Resort, Bukit Baka Bukit Raya National Park, West Kalimantan.

data berdasarkan jenisnya, yaitu data karakter meristik dan morfometrik. Data meristik diperoleh berdasarkan karakter variasi warna, paparan sinar matahari, kekakuan pintu masuk, keberadaan getah lengket, kenampakan pori, variasi bentuk rongga pintu masuk, variasi bentuk corong pintu masuk, serta variasi margin pintu masuk. Data karakter morfometrik diperoleh berdasarkan pengukuran tinggi pintu masuk dari permukaan tanah, luas bukaan rongga pintu masuk, dan panjang pintu masuk. Pengukuran tinggi dasar bibir pintu masuk dari permukaan tanah dilakukan menggunakan meteran jika sarang terletak pada bagian rongga batang pohon, atau menggunakan penggaris apabila pintu masuk sarang terletak di bagian dasar pohon (Gambar 4). Pengukuran diameter atau panjang dan lebar bukaan pintu masuk bagian depan serta panjang corong pintu masuk dilakukan menggunakan penggaris.



Gambar 2. Lokasi jalur interpretasi di kawasan Resort Belaban.

Figure 2. Location of interpretation route in Belaban Resort area.



Gambar 3. Ilustrasi metode jelajah yang dilakukan dengan mengikuti arah dari jalur interpretasi di kawasan Resort Belaban. Tanda garis putus-putus menunjukkan arah jalur interpretasi.

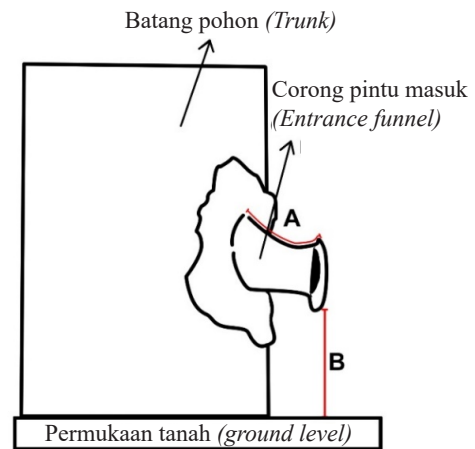
Figure 3. Illustration of the roaming method by following directions from the interpretation route in the Belaban Resort area. The dotted line indicates the direction of the interpretation route.

Identifikasi sampel kelulut

Kelulut yang ditangkap di lokasi pengambilan sampel diamati morfologinya menggunakan mikroskop USB *Digital Magnifier Monocular* perbesaran 500–1000x untuk identifikasi spesies. Karakter yang diamati meliputi ada-tidaknya corak *hair bands* di bagian mesotoraks, corak warna tubuh keseluruhan, ada tidaknya corak kutikula di bagian mesotoraks, bentuk dan ukuran skutelum, lebat-tidaknya rambut pada *propodeum*, lebar tibia, lebat-tidaknya rambut halus pada tibia, warna gradien sayap, jumlah hamuli, jumlah gigi pada *mandibula*, dan struktur gigi pada *mandibula* (Smith 2012). Kelulut yang telah diidentifikasi dipreservasi di Balai Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya.

Analisis data

Principal component analysis (PCA) dilakukan untuk menentukan karakter penciri morfologi pintu masuk sarang dari setiap spesies yang ditemukan. Analisis dilakukan menggunakan *software* PAST 4.03 dari data meristik dan



Gambar 4. Ilustrasi pengukuran yang dilakukan pada pintu masuk sarang. Garis merah A: berarti bahwa pengukuran dilakukan mengikuti lengkung permukaan corong; garis merah B: berarti bahwa pengukuran ketinggian sarang dari dasar bibir pintu masuk ke permukaan tanah.

Figure 4. Illustration of measurements taken at the nest entrance. The red line A: means that the measurement is taken to follow the curved surface of the funnel; the red line B: means that the height of the nest is measured from the base of the lip of the entrance to the ground level.

morfometrik berdasarkan hasil pengukuran dan observasi. Khususnya data meristik, data yang diperoleh dikonversi menjadi nilai angka dengan ketentuan parameter yang dijelaskan dalam Tabel 1, sedangkan data morfometrik menggunakan hasil rata-rata tinggi pintu masuk (TPM), luas bukaan rongga pintu masuk (LBR), dan panjang corong pintu masuk (PPM).

Penentuan karakter utama hasil PCA dilihat berdasarkan *eigenvalue* lebih dari satu dan persentase varian. Karakter utama yang menjadi penciri khas pintu masuk sarang kelulut diseleksi

berdasarkan nilai *loading score* tiap karakter. Parameter *loading score* yang digunakan dari hasil interpretasi data PCA, yaitu sebesar 0,5 (*very significant*) mengikuti Lombarte et al. (2012).

Perhitungan luas bukaan rongga pintu masuk sarang (*opening cavity*) merujuk Couvillon et al. (2008) (Gambar 5). Bukaan pintu masuk sarang berbentuk lingkaran/melingkar, menggunakan rumus:

$$A = \pi\left(\frac{1}{2}D\right)^2$$

A: luas permukaan (mm²); D: diameter (mm);

π : rasio keliling lingkaran dengan diameter (3,14).

Tabel 1. Parameter karakter meristik yang digunakan dalam PCA

Table 1. Meristic character parameters used in PCA

Karakter (<i>Character</i>)	Ketentuan parameter dan keterangan (<i>Parameters and description</i>)
Variasi warna (<i>Variation of color</i>) (VW)	1 (apabila memiliki 1 warna (<i>has 1 color</i>)); 2 (apabila memiliki 2 gradasi/tone warna (<i>have 2 gradations/tone colors</i>)); 3 (apabila memiliki 3 gradasi/ tone warna (<i>have 3 gradations/tone colors</i>)); 4 (apabila lebih dari 4 gradasi/tone warna (<i>have 4 gradations/tone colors</i>)); 5 (apabila data tidak dapat terambil (<i>data cannot be retrieved</i>))
Paparan sinar matahari (<i>Sun exposure</i>) (PSM)	1 (apabila terpapar sinar matahari (<i>exposed to sunlight</i>)); 2 (apabila tidak terpapar sinar matahari (<i>not exposed to sunlight</i>)); 3 (apabila terpapar dan tidak terpapar sinar matahari (<i>exposed and not exposed to sunlight</i>)); 4 (apabila data tidak dapat terambil (<i>data cannot be retrieved</i>))
Kekakuan pintu masuk (<i>Power of the entrance</i>) (KPM)	1 (apabila keras (<i>hard</i>)); 2 (apabila lunak (<i>soft</i>)); 3 (apabila data tidak dapat terambil (<i>data cannot be retrieved</i>))
Keberadaan getah lengket (<i>Latex presence</i>) (KGL)	1 (apabila memiliki getah lengket (<i>has latex</i>)); 2 (apabila tidak memiliki getah lengket (<i>has no latex</i>)); 3 (apabila data tidak dapat terambil (<i>data cannot be retrieved</i>))
Kenampakan pori (<i>Appearance of pore</i>) (KP)	1 (apabila tampak (<i>appear</i>)); 2 (apabila tidak tampak (<i>not appear</i>)); 3 (apabila data tidak dapat terambil (<i>data cannot be retrieved</i>))
Variasi bentuk rongga pintu masuk (<i>Variation shape of nest entrance opening cavity</i>) (VBR)	1 (apabila bentuk hanya lingkaran (<i>round shape</i>)); 2 (apabila bentuk hanya elips (<i>elliptical shape</i>)); 3 (apabila memiliki bentuk elips dan lingkaran (<i>round-shape and elliptical shape</i>)); 4 (apabila data tidak dapat terambil (<i>data cannot be retrieved</i>))
Variasi bentuk corong pintu masuk (<i>Variation shape of nest entrance funnel</i>) (VBC)	1 (apabila bentuk corong pipa memanjang (<i>if the funnel shape is elongated pipe</i>)); 2 (apabila bentuk corong pipa mengerucut (<i>if the funnel shape is conical pipe</i>)); 3 (apabila bentuk corong pipa pendek (<i>if the funnel shape is short pipe</i>)); 4 (apabila bentuk corong pipa memipih/pipih (<i>if the funnel shape is flattened</i>)); 5 (apabila memiliki lebih dari 1 bentuk corong (<i>have more than 1 funnel shape</i>)); 6 (apabila data tidak dapat terambil (<i>data cannot be retrieved</i>))
Variasi margin (<i>Variation of margins</i>) (VM)	1 (apabila margin tidak rata; memiliki 1 gradasi/tone warna (<i>uneven margins; has 1 gradation/tone color</i>)); 2 (apabila margin rata; memiliki 1 gradasi/tone warna (<i>flat margins; has 1 gradation/tone color</i>)); 3 (apabila margin tidak rata; memiliki >1 gradasi/tone warna (<i>uneven margins; have >1 gradations/tone colors</i>)); 4 (apabila margin rata; memiliki >1 gradasi/tone warna (<i>flat margins; have >1 gradations/tone colors</i>)); 5 (apabila data tidak dapat terambil (<i>data cannot be retrieved</i>))

Sementara, bukaan rongga pintu masuk berbentuk elips menggunakan rumus:

$$A = \pi R1R2$$

A: luas permukaan (mm²); π : rasio keliling lingkaran dengan diameter (3,14); $R1 = X/2$; sumbu horintal (mm); $R2 = Y/2$; sumbu vertikal (mm).

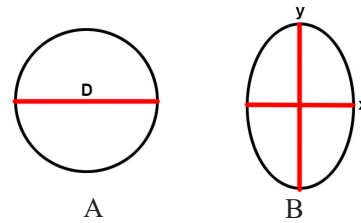
HASIL

Spesies dan variasi pintu masuk sarang kelulut yang ditemukan di Resort Belaban

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh sarang dari tujuh spesies kelulut (Gambar 6) di kawasan Resort Belaban di beberapa titik yang tertanda dari GPS (Tabel 2). Spesies *Pariotrigona pendleburyi* (Schwarz) (Gambar 6g) merupakan spesies kelulut terkecil yang ditemukan dengan panjang tubuh 2,1 mm. Spesies *T. apicalis* (Gambar 6a) merupakan spesies kelulut terbesar dengan panjang tubuh 1,1 cm. Sayap dari ketiga spesies, yaitu *T. apicalis*, *H. fimbriata* (Gambar 6b), dan *Tetragonilla collina* (Smith) (Gambar 6c) memiliki *tone* atau gradasi warna belang gelap-terang, sedangkan spesies lainnya tidak memiliki gradasi warna pada sayapnya.

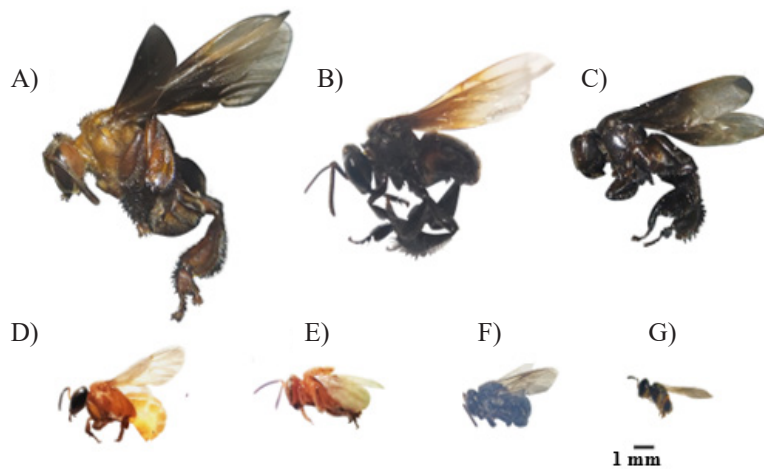
Pengamatan karakter pintu masuk sarang dilakukan secara langsung di lapangan terhadap 32 sarang dari 7 spesies kelulut yang ditemukan. Spesies kelulut yang ditemukan paling banyak bersarang adalah *P. pendleburyi* dengan jumlah

sarang yang ditemukan sebanyak 12 buah, sedangkan spesies kelulut yang hanya ditemukan bersarang paling sedikit adalah *Tetragonula iridipennis* Smith dan *T. melina* dengan masing-masing jumlah sarang yang ditemukan sebanyak 1 buah (Tabel 2). Beragam variasi dari bentuk, warna, dan panjang atau diameter bukaan rongga rongga pintu masuk, seperti yang terlampir pada Gambar 7; 8; 9; 10; 11; dan 12.



Gambar 5. A: diameter bukaan pintu masuk sarang jika bentuknya lingkaran; B: pengukuran sumbu x dan y apabila bukaan pintu masuk sarang berbentuk elips.

Figure 5. A: diameter of nest entrance opening cavity if it is round-shape; B: measurement of the x and y axes if the nest entrance opening cavity is elliptical.



Gambar 6. Spesies-spesies kelulut yang ditemukan di kawasan Resort Belaban selama penelitian. A: *Tetrigona apicalis*; B: *Homotrigona fimbriata*; C: *Tetragonilla collina*; D: *Tetragonula melanocephala*; E: *Tetragonula melina*; F: *Tetragonula iridipennis*; G: *Pariotrigona pendleburyi*.

Figure 6. Stingless bees species found in conservation area Belaban Resort during research. A: *Tetrigona apicalis*; B: *Homotrigona fimbriata*; C: *Tetragonilla collina*; D: *Tetragonula melanocephala*; E: *Tetragonula melina*; F: *Tetragonula iridipennis*; G: *Pariotrigona pendleburyi*.

Tabel 2. Koordinat ditemukannya spesies kelulut dan sarang

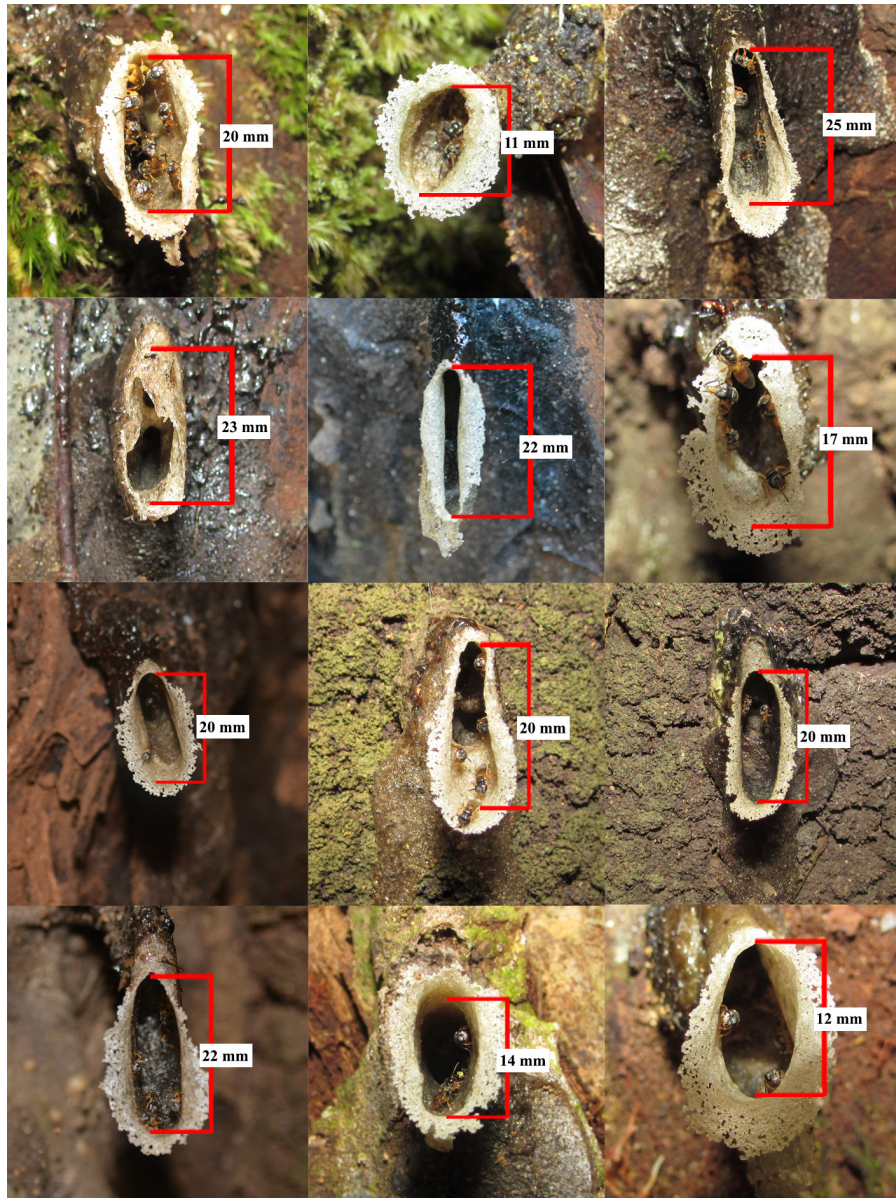
Table 2. Discovery coordinate of stingless bee species and the nests

Genus	Spesies (<i>Species</i>) kelulut	Koordinat ditemukan (<i>Coordinates found</i>)	Jumlah sarang (<i>Number of nests</i>)
Homotrigona	<i>H. fimbriata</i>	S 00°36'15,0"; E 112°14'30,8" S 00°36'12,1"; E 112°14'28,2" S 00°36'11,0"; E 112°14'28,0" S 00°36'05,9"; E 112°15'22,4"	4
Pariotrigona	<i>P. pendleburyi</i>	S 00°36'14,9"; E 112°14'33,9" S 00°36'03,9"; E 112°14'10,6" S 00°36'10,7"; E 112°15'08,3" S 00°36'15,0"; E 112°14'30,8" S 00°36'05,9"; E 112°15'22,4"	12
Tetragonilla	<i>T. collina</i>	S 00°36'03,9"; E 112°14'10,6"	6
Tetragonula	<i>T. iridipennis</i>	S 00°36'12,2"; E 112°14'29,2"	1
	<i>T. melanocephala</i>	S 00°36'15,0"; E 112°14'30,8" S 00°36'15,0"; E 112°14'30,8" S 00°36'10,9"; E 112°14'27,6" S 00°36'11,6"; E 112°14'27,5"	5
	<i>T. melina</i>	S 00°36'19,1"; E 112°14'36,3"	1
Tetrigona	<i>T. apicalis</i>	S 00°36'18,1"; E 112°14'33,1" S 00°36'04,0"; E 112°14'49,1" S 00°36'16,5"; E 112°14'50,7"	3



Gambar 7. Variasi pintu masuk sarang kelulut *Homotrigona fimbriata*.

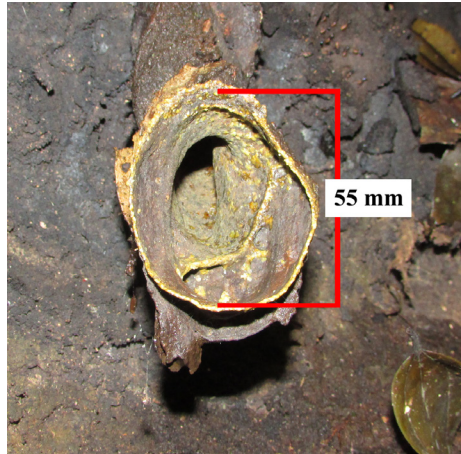
Figure 7. Variation of *Homotrigona fimbriata* nest entrance.



Gambar 8. Variasi pintu masuk sarang kelulut *Pariotrigona pendleburyi*.
Figure 8. Variation of *Pariotrigona pendleburyi* nest entrance.



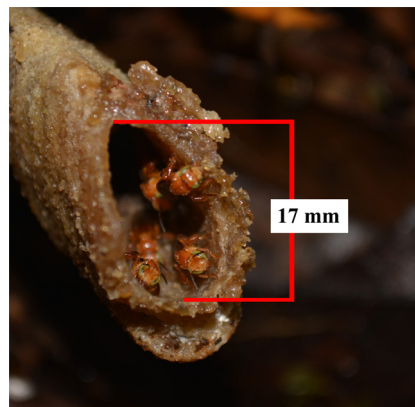
Gambar 9. Variasi pintu masuk sarang kelulut *Tetragonilla collina*.
Figure 9. Variation of *Tetragonilla collina* nest entrance.



Gambar 10. Variasi pintu masuk sarang kelulut *Tetragonula iridipennis*.
Figure 10. Variation of *Tetragonula iridipennis* nest entrance.



Gambar 11. Variasi pintu masuk sarang kelulut *Tetragonula melanocephala*.
Figure 11. Variation of *Tetragonula melanocephala* nest entrance.



Gambar 12. Variasi pintu masuk sarang kelulut *Tetragonula melina*.
Figure 12. Variation of *Tetragonula melina* nest entrance.

Bentuk bukaan rongga pintu masuk sarang kelulut

Bentuk bukaan pintu masuk sarang yang ditemukan dalam penelitian adalah bentuk elips dan bentuk lingkaran. Bentuk elips menjadi bentuk yang paling mendominasi dengan total enam dari tujuh spesies kelulut, yaitu *H. fimbriata*, *P. pendleburyi*, *T. iridipennis*, *T. melanocephala*, *T. melina*, dan *T. apicalis*. Spesies *H. fimbriata*, *T. collina*, dan *T. melanocephala* merupakan tiga spesies yang memiliki 2 bentuk bukaan pintu masuk sarang elips dan lingkaran (Tabel 3).

Luas bukaan rongga pintu masuk sarang kelulut

Luas bukaan rongga pintu masuk sarang dianggap sebagai luas bidang datar dan pengukurannya dilakukan secara kuantitatif menyesuaikan bentuk bukaan rongga pintu masuk yang teramati dan terukur. Observasi yang dilakukan pada rongga-rongga pintu masuk sarang di lapangan menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran bukaan rongga pintu masuk sarang maka semakin sedikit kelulut yang berjaga di bibir atau terbang di sekitar pintu masuk. Spesies

H. fimbriata memiliki ukuran luas bukaan pintu masuk sarang terbesar dari spesies lain, sedangkan bukaan pintu masuk sarang berbentuk elips dari spesies *T. melanocephala* memiliki luas bukaan terkecil (Tabel 3).

Panjang corong pintu masuk sarang kelulut

Panjang corong masing-masing spesies kelulut yang ditemukan bervariasi. Dari variasi yang ada, masing-masing spesies memiliki kecenderungan panjang corong yang tidak jauh berbeda antar koloninya. Rata-rata corong terpanjang dimiliki oleh spesies *T. melina*, yaitu sepanjang 24,50 cm, sedangkan rata-rata corong terpendek dimiliki oleh *P. pendleburyi*, yaitu 4,74 cm (Tabel 3). Spesies *T. apicalis* tidak dimasukkan data panjang corong sebab posisi sarang yang terlalu tinggi sehingga sulit untuk melakukan pengukuran langsung di lapangan.

Ketinggian pintu masuk sarang kelulut

Pintu masuk sarang tertinggi dimiliki oleh spesies *T. apicalis*, yaitu berkisar 503–892 cm. Pintu masuk sarang terendah yang

Tabel 3. Variasi bentuk bukaan rongga pintu masuk, rata-rata luas bukaan pintu masuk, dan panjang corong pintu masuk sarang kelulut

Table 3. Variation shape of nest entrance opening cavity, averages width of nest entrance opening cavity, and length of nest entrance funnel

Genus	Spesies (<i>Species</i>)	<i>n</i>	Karakter (<i>Character</i>)		
			VBR	(X) LBR (mm ²)	(X) PPM (cm)
Homotrigona	<i>H. fimbriata</i>	2	Elips (<i>Elliptical</i>)	30,61	12,60
		2	Lingkaran (<i>Round</i>)	26,53	24,00
Pariotrigona	<i>P. pendleburyi</i>	12	Elips (<i>Elliptical</i>)	9,30	4,74
Tetragonilla	<i>T. collina</i>	2	Elips (<i>Elliptical</i>)	8,90	6,40
		4	Lingkaran (<i>Round</i>)	12,92	21,15
Tetragonula	<i>T. iridipennis</i>	1	Elips (<i>Elliptical</i>)	17,27	13,50
		4	Elips (<i>Elliptical</i>)	4,94	5,00
	<i>T. melanocephala</i>	1	Lingkaran (<i>Round</i>)	20,26	7,47
		1	Elips (<i>Elliptical</i>)	16,01	24,50
Tetrigona	<i>T. apicalis</i> *	3	Elips (<i>Elliptical</i>)	-	-

Total bentuk bukaan rongga elips yang ditemukan = 25 buah

(*The total entrance opening cavity found is elliptical-shape = 25 pieces*)

Total bentuk bukaan rongga lingkaran yang ditemukan = 7 buah

(*The total entrance opening cavity found is round-shape = 7 pieces*)

*spesies tidak dapat diukur luas bukaan rongga pintu masuk dan panjangnya karena ketinggian yang tidak dapat dijangkau; *n*: jumlah pintu masuk sarang yang ditemukan; *X*: rata-rata; VBR: variasi bentuk bukaan rongga pintu masuk; LBR: luas bukaan rongga pintu masuk; PPM: panjang corong pintu masuk.

(*: *species with unmeasurable width of opening cavity and funnel length because unreachable height; n: number of nest entrance found; X: averages; VBR: variation shape of entrance opening cavity; LBR: width of nest entrance opening cavity; PPM: length of the entrance funnel*).

ditemukan berasal dari spesies *T. melanocephala*, yaitu 2,3 cm (Tabel 4). Berdasarkan posisinya, sebanyak 3 pintu masuk sarang dari spesies *T. apicalis* ditemukan berada di rongga batang atas (Gambar 13). Sebanyak 29 pintu masuk sarang dari spesies *H. fimbriata*, *P. pendleburyi*, *T. melanocephala*, *T. melina*, *T. iridipennis*, dan *T. collina* ditemukan di bagian batang pohon bawah dekat permukaan tanah.

Paparan sinar matahari terhadap pintu masuk sarang kelulut

Sebanyak 19 dari 32 pintu masuk sarang yang ditemukan terpapar oleh sinar matahari, sedangkan 13 sisanya tidak terpapar sinar matahari karena tertutupi oleh kanopi, tertutupi oleh banir pohon, atau berada pada bagian bawah pohon yang tumbuh di tanah terjal. Persentase terbesar pintu masuk sarang yang terpapar sinar matahari dimiliki oleh spesies *P. pendleburyi*, yaitu 42%. Pintu masuk sarang spesies *T. melina* dan *T. iridipennis* tidak terpapar sama sekali oleh sinar matahari, sedangkan semua pintu masuk sarang spesies *T. apicalis* yang ditemukan terpapar oleh sinar matahari. Spesies lainnya memiliki pintu masuk sarang yang dapat ditemukan terpapar dan tidak terpapar sinar matahari (Tabel 5).

Karakteristik permukaan dan kekakuan badan corong pintu masuk sarang kelulut

Tetrigona apicalis menjadi satu-satunya spesies yang bersarang pada ketinggian lebih dari 500 cm. Hal ini membuat tidak diperolehnya data mengenai karakter tekstur, luas bukaan rongga pintu masuk, dan ciri detail ornamen margin pintu masuk sarangnya. Meski demikian, dua karakter

yang masih dapat diperhatikan jelas, yaitu bukaan pintu masuk sarang berbentuk elips dan di sekitar pintu masuk sarang banyak diselimuti getah berwarna abu kehitaman. Getah berwarna abu kehitaman yang teramati tidak dapat dirasakan tekstur dan kelengketan getahnya sehingga tidak dapat dimasukkan ke dalam data hasil observasi.

Seluruh pintu masuk sarang yang ditemukan memiliki permukaan kasar, namun tidak semua memiliki getah yang lengket. Spesies *H. fimbriata* dengan tipe bentuk rongga pintu masuk elips dan *P. pendleburyi* memiliki lapisan getah yang lengket dan berwarna cokelat gelap dan hitam keabuan. Pintu masuk sarang *T. melanocephala*



Gambar 13. Pintu masuk sarang spesies kelulut *Tetrigona apicalis* yang dibangun di bagian batang atas pohon bengkirai (*Shorea laevis* Ridl.). Garis lingkaran merah menunjukkan pintu masuk sarang kelulut

Figure 13. Nest entrance of stingless bee species *Tetrigona apicalis* built on the middle of bengkirai (*Shorea laevis* Ridl.) tree trunk. Red circle line shows nest entrance.

Tabel 4. Hasil pengukuran ketinggian bibir margin pintu masuk sarang masing-masing spesies kelulut ke permukaan tanah

Table 4. The results of measuring the height of the outer margin from each stingless bee species nest entrance to the ground surface

Genus	Spesies (<i>Species</i>)	<i>n</i>	Ketinggian (<i>Elevation</i>) (cm)
Homotrigona	<i>H. fimbriata</i>	4	10,5–27,0
Pariotrigona	<i>P. pendleburyi</i>	12	7,0–48,0
Tetragonilla	<i>T. collina</i>	6	9,0–82,0
Tetragonula	<i>T. melanocephala</i>	5	2,3–27,4
	<i>T. melina</i>	1	12,4
	<i>T. iridipennis</i>	1	8,5
Tetrigona	<i>T. apicalis</i>	3	503–892

n: jumlah pintu masuk sarang yang ditemukan (*n*: number of nest entrances found).

Tabel 5. Persentase pintu masuk sarang yang terpapar dan tidak terpapar sinar matahari**Table 5.** Percentage of nest entrance exposed and not exposed to sunlight

Genus	Spesies (<i>Species</i>)	<i>n</i>	Terpapar sinar matahari (<i>Exposed to sunlight</i>)		Tidak terpapar sinar matahari (<i>Not exposed to sunlight</i>)	
			JPMS	(%)	JPMS	(%)
Homotrigona	<i>H. fimbriata</i>	4	1	5	3	23
Pariotrigona	<i>P. pendleburyi</i>	12	8	42	4	31
Tetragonilla	<i>T. collina</i>	6	4	21	2	15
Tetragonula	<i>T. melanocephala</i>	5	3	16	2	15
	<i>T. melina</i>	1	0	0	1	8
	<i>T. iridipennis</i>	1	0	0	1	8
Tetrigona	<i>T. apicalis</i>	3	3	16	0	0
Total		32	19	100	13	100

n: jumlah pintu masuk sarang yang ditemukan; JPMS: jumlah pintu masuk sarang (*n*: number of nest entrance found; JPMS: number of nest entrance).

Tabel 6. Karakter-karakter permukaan badan corong pintu masuk sarang kelulut**Table 6.** Funnel body surface characters of the stingless bee nest entrance

Spesies (<i>Species</i>)	Warna (<i>Color</i>)	Karakter permukaan (<i>Surface characters</i>)		
		Pori-pori tampak (<i>Appearance of pore</i>)	Keberadaan getah lengket (<i>Latex presence</i>)	Keras/lunak (<i>Hard/soft</i>)
<i>Homotrigona fimbriata</i>	Cokelat gelap dan cokelat karamel-putih (<i>Dark chocolate and caramel-white chocolate</i>)	-	√	Keras (<i>Hard</i>)
<i>Pariotrigona pendleburyi</i>	Hitam keabuan-putih (<i>Gray black-white</i>)	-	√	Lunak (<i>Soft</i>)
<i>Tetragonilla collina</i>	Cokelat karamel-putih dan putih kehijauan (<i>Caramel-white chocolate and greenish-white</i>)	√	-	Keras (<i>Hard</i>)
<i>Tetragonula iridipennis</i>	Hitam keabuan (<i>Gray black</i>)	-	-	Keras (<i>Hard</i>)
<i>Tetragonula melanocephala</i>	Hitam keunguan, cokelat karamel, merah maroon, dan sedikit kehijauan. (<i>Purplish black, caramel brown, maroon, and slightly greenish</i>)	-	√	Keras (<i>Hard</i>)
<i>Tetragonula melina</i>	Cokelat pucat-keputihan (<i>Pale brown-whitish</i>)	-	-	Keras (<i>Hard</i>)
<i>Tetrigona apicalis</i> *	Abu kehitaman (<i>Gray black</i>)	-	-	-

*: spesies tidak dapat diukur luas bukaan rongga pintu masuk dan panjangnya karena ketinggian yang tidak dapat dijangkau.
(*: *species with unmeasurable width of opening cavity and funnel length because unreachable height*).

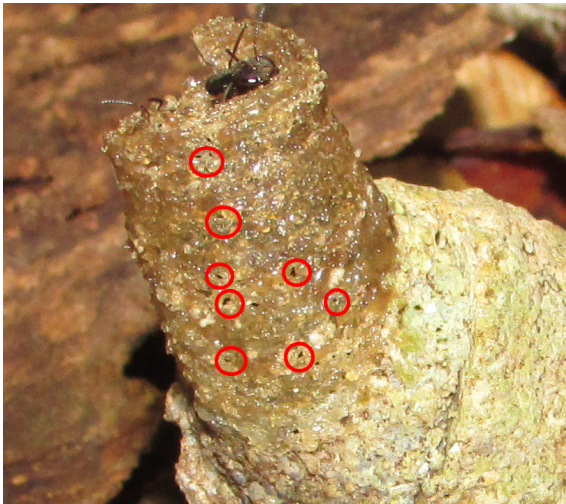
juga memiliki lapisan getah lengket di bagian permukaannya. Badan corong bagian tengah memiliki karakter kaku kokoh dan keras pada lima spesies kelulut yang ditemukan, kecuali spesies *P. pendleburyi* (Tabel 6).

Kenampakan pori merupakan ciri khusus yang hanya dimiliki spesies *T. collina* saja (Tabel 6). Pori-pori yang tampak muncul mulai dari margin bibir pintu masuk hingga mengarah ke badan corong. Pori-pori tersebut tersebar tidak beraturan dan tidak tampak lagi pada bagian tengah badan corong (Gambar 14).

Margin rongga pintu masuk sarang kelulut

Margin pada masing-masing pintu masuk spesies kelulut memiliki persamaan tipe yang tidak rata. Hal ini dapat terlihat dari wujud ornamen margin yang berbeda-beda dari masing-masing pintu masuk sarang. Meskipun termasuk ke dalam satu spesies yang sama, terdapat pintu masuk sarang dengan ornamen margin yang berbeda, seperti pada spesies *H. fimbriata* dan *T. melanocephala* (Gambar 15).

Spesies *H. fimbriata* dengan bentuk rongga pintu masuk elips (Gambar 15 C2) memiliki



Gambar 14. Kenampakan pori-pori pada permukaan corong pintu masuk sarang *Tetragonilla collina*. Lingkaran merah menunjukkan pori-pori.

Figure 14. Appearance of pores on the surface of the entrance funnel for *Tetragonilla collina* nests. Red circles indicate pores.

karakter margin yang tidak rata sebab tersusun atas pasir halus dan tetes getah yang telah mengering, dan memiliki bagian menanduk di atasnya. Spesies *H. fimbriata* dengan bentuk rongga pintu masuk lingkaran (Gambar 15 C1) memiliki karakter margin yang tidak rata, namun tidak memiliki ornamen khusus pada margin. Ornamen unik juga dimiliki pada bibir rongga pintu masuk sarang spesies *T. melanocephala* dengan bentuk rongga pintu masuk elips (Gambar 15 A1), yaitu adanya bintil-bintil getah berwarna kuning dan menyebar mengelilingi seluruh margin rongga pintu masuk sarang, sedangkan *T. melanocephala* dengan bentuk bukaan lingkaran (Gambar 15 A2) memiliki ornamen margin berupa pasir halus, dan tetes-tetes propolis yang lengket. Pada salah satu koloni spesies *T. melanocephala*, terdapat ornamen margin pintu masuk yang menyerupai bentuk matahari (Gambar 11). Selain bentuk matahari, margin yang membentuk sisi bukaan pintu masuk spesies *T. melanocephala* juga lebih beragam dilihat dari warna dan bentuknya.

Karakter margin pintu masuk sarang yang paling mencolok ditemukan pada spesies *P. pendleburyi*, yaitu terdapat ornamen berbentuk seperti jaring kecil dengan pori-pori kecil dan warnanya putih (Gambar 15 B). Margin pintu masuk sarang pada spesies *P. pendleburyi* seperti

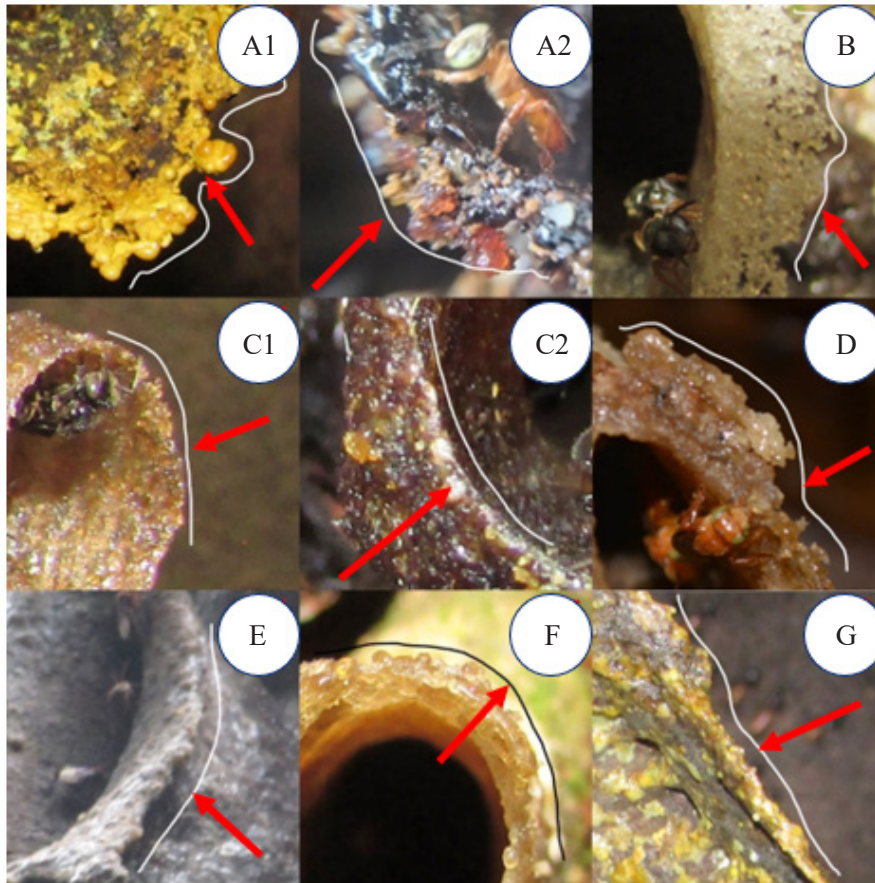
terbuka merekah di sisi rongga. Ornamen berupa jaring kecil ini bersifat lembut dan gampang robek sehingga ciri ini menjadi pembeda dengan spesies lainnya.

Tetragonula melina memiliki karakter margin yang tidak rata, tebal, dan memiliki pasir-pasir halus (Gambar 15 D). Margin ini sama dengan yang dimiliki spesies *T. collina*, *H. fimbriata*, dan *T. collina* dengan bentuk rongga pintu masuk lingkaran. Hal ini menunjukkan tidak terdapat karakter spesifik berupa fitur atau ornamen unik dari margin spesies-spesies tersebut.

Spesies *T. iridipennis* memiliki ciri margin pintu masuk sarang berwarna kuning, terdapat bintil-bintil getah kuning, dan terlihat beralur seperti garis tebal tidak rata, serta melingkar spiral ke arah dalam corong (Gambar 15 G). Garis kuning tersebut sebenarnya menjadi garis batas lekukan ke arah dalam dan disusun oleh resin khusus yang sepertinya sama dengan penyusun struktur bintil-bintil pada bibir pintu masuk sarang spesies *T. melanocephala* tipe 2. Meski sama-sama berwarna kuning, struktur bintil-bintil pada bibir rongga pintu masuk sarang tidak membentuk garis, melainkan menyebar pada margin bibir dan membentuk kerak kekuningan pada bagian permukaan dalam margin pintu masuk. Spesies *T. iridipennis* memiliki tekstur rongga pintu masuk sarang berpasir. Pasir yang menutupi rongga pintu masuk sarang berwarna kehitaman. Tekstur tersebut dipengaruhi oleh posisi bersarang di bagian perakaran pohon meranti merah (*Shorea johorensis* Foxw.) yang tumbuh di area tanah landai.

Variasi bentuk corong pintu masuk sarang kelulut

Bentuk corong pintu masuk sarang kelulut yang ditemukan di lapangan ada yang sama dan ada pula yang berbeda dan dapat diperhatikan dalam Tabel (7). Bentuk yang paling mendominasi adalah pipa mengerucut atau terompet (*trumpet*) dan pipa memipih. Khususnya pada spesies *H. fimbriata* dan *T. melanocephala*, bentuk yang dimiliki adalah lebih dari satu. Spesies *H. fimbriata* memiliki bentuk corong pipa memipih dan pipa memanjang, sedangkan *T. melanocephala* memiliki bentuk corong pipa pendek dan pipa mengerucut atau terompet.



Gambar 15. Karakter margin pintu masuk sarang pada masing-masing spesies kelulut yang ditemukan di Resort Belaban selama penelitian. Spesies A1: *Tetragonula melanocephala* bentuk rongga pintu masuk elips; A2: *T. melanocephala* bentuk rongga pintu masuk lingkaran; B: *Pariotrigona pendleburyi*; C1: *Homotrigona fimbriata* bentuk rongga pintu masuk lingkaran; C2: *H. fimbriata* bentuk rongga pintu masuk elips; D: *Tetragonula melina*; E: *Tetrigona apicalis*; F: *Tetragonilla collina*; G: *Tetragonula iridipennis*.

Figure 15. Margin characters of nest entrance from each species of stingless bee found in Belaban Resort during research. Species description A1: *Tetragonula melanocephala* with elliptical entrance opening shape; A2: *T. melanocephala* with circular entrance opening shape; B: *Pariotrigona pendleburyi*; C1: *Homotrigona fimbriata* with circular entrance opening shape; C2: *H. fimbriata* with elliptical entrance opening shape; D: *Tetragonula melina*; E: *Tetrigona apicalis*; F: *Tetragonilla colina*; G: *Tetragonula iridipennis*.

Tabel 7. Variasi bentuk corong pintu masuk sarang kelulut yang ditemukan selama penelitian

Table 7. Variation form of nest entrance body funnel which found during research

Genus	Spesies (<i>Species</i>)	Bentuk corong (<i>Funnel shape</i>)			
		1	2	3	4
<i>Homotrigona</i>	<i>H. fimbriata</i>	√	-	-	√
<i>Pariotrigona</i>	<i>P. pendleburyi</i>	-	-	-	√
<i>Tetragonilla</i>	<i>T. collina</i>	√	-	-	-
<i>Tetragonula</i>	<i>T. iridipennis</i>	-	√	-	-
	<i>T. melanocephala</i>	-	√	√	-
	<i>T. melina</i>	-	-	-	√
<i>Tetrigona</i>	<i>T. apicalis</i>	-	√	-	-

1: apabila bentuk corong pipa memanjang (*if the funnel shape is elongated pipe*); 2: apabila bentuk corong pipa mengerucut (*if the funnel shape is conical pipe*); 3: apabila bentuk corong pipa pendek (*if the funnel shape is short pipe*); 4: apabila bentuk corong pipa memipih/pipih (*if the funnel shape is flattened*); 5: apabila memiliki lebih dari 1 bentuk corong (*have more than 1 funnel shape*); 6: apabila data tidak dapat diambil (*data cannot be retrieved*).

Hasil principal component analysis (PCA) data morfometrik dan meristik pintu masuk sarang kelulut

Komponen utama yang memiliki nilai *eigenvalue* >1 adalah PC 1, PC 2, dan PC 3. Komponen utama PC 1 memiliki nilai *eigenvalue* dan persentase varian terbesar, yaitu 4,89% dan 44,51% (Tabel 8). Berdasarkan nilai *loading score*, karakter utama dan *loading score* dalam PC 1 adalah LBR (0,66), VW (0,78), PSM (0,85), dan VBC (0,57). Karakter utama dalam PC 2 adalah KP (0,69), VBR (0,83), VBC (0,62), dan VM (0,65) (Tabel 9). Biplot PCA hasil morfometrik dan meristik dapat dilihat pada Gambar 16.

Biplot karakter yang menjadi parameter dalam penelitian menunjukkan karakter morfologi spesifik penciri spesies kelulut, yaitu VM, VBR, VBC, VW, dan LBR dimiliki oleh spesies *T. melanocephala* dan *H. fimbriata* dalam kuadran I. Namun, ciri spesifik karakter-karakter tersebut lebih dekat dengan titik spesies *H. fimbriata*, khususnya pada kode Hf2, Hf3, dan Hf4.

Karakter KP, KPM, dan TPM dimiliki *T. iridipennis* dan *T. apicalis* dalam kuadran II. Namun, titik spesies *T. apicalis* berada jauh pada garis biplot karakter. Hal tersebut menunjukkan rentang data yang jauh dan karakter-karakter kuadran II hanya sebagai penanda morfologi,

Tabel 8. Summary results hasil PCA karakter morfometrik dan meristik

Table 8. PCA summary results based on morphometric and meristic character

PC	Eigenvalue	% varian
1	4,89	44,51
2	2,46	22,37
3	1,84	16,39
4	0,90	8,19
5	0,49	4,49
6	0,25	2,32
7	0,10	0,98
8	0,05	0,47
9	0,02	0,23
10	3,96E-32	3,60E-31
11	1,01E-32	9,19E32

Tabel 9. Loading score pada tiga komponen utama hasil PCA karakter morfometrik dan meristik

Table 9. PCA loading score from three principal components based on morphometric and meristic character

Komponen (Component)	PC 1	PC 2	PC 3
Morfometrik (Morphometric)			
TPM	-0,84	0,29	0,09
LBR	0,66	0,12	0,19
PPM	0,36	-0,41	0,52
Meristik (Meristic)			
VW	0,78	0,12	0,46
PSM	0,85	-0,35	-0,25
KPM	-0,77	0,18	-0,56
KGL	-0,81	-0,12	0,54
KP	-0,56	0,69	0,41
VBR	0,43	0,83	-0,12
VBC	0,57	0,62	-0,45
VM	0,37	0,65	0,43

TPM: tinggi pintu masuk (*height of the entrance*); LBR: lebar pintu masuk (*width of the nest entrance opening cavity*); PPM: panjang pintu masuk (*length of the entrance*); VW: variasi warna (*color*); PSM: paparan sinar matahari (*sun exposure*); KPM: kekakuan pintu masuk (*power of entrance*); KGL: keberadaan getah lengket (*latex presence*); KP: kenampakan pori (*appearance of pore*); VBR: variasi bentuk rongga pintu masuk (*variation shape of nest entrance opening cavity*); VBC: variasi bentuk corong pintu masuk (*variation shape of nest entrance funnel*); VM: variasi margin (*variation of margins*).

tetapi tidak menjadi karakter spesifik *T. apicalis*. Karakter-karakter kuadran II lebih dekat dengan *T. iridipennis* sehingga dapat dikatakan unik bagi spesies tersebut.

Karakter KGL dimiliki oleh spesies *P. pendleburyi*, *T. melina*, dan *T. collina* dalam kuadran III. PSM dan PPM dimiliki spesies *H. fimbriata* dan *T. collina* dalam kuadran IV. Titik spesies *T. collina* berada jauh dari biplot karakter sehingga karakter-karakter yang ditampilkan biplot bukanlah karakter-karakter unik penciri morfologi pintu masuk sarang.

Meskipun analisis biplot dapat menampilkan spesies yang memiliki karakter-karakter unik, tingkat variasi atau keragaman dari masing-masing biplot dapat dikatakan rendah. Garis biplot dari karakter-karakter pintu masuk sarang kelulut tidak ada yang melebihi nilai 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa karakter-karakter pintu sarang yang ada mungkin saja menjadi ciri morfologi dari suatu spesies kelulut, namun tidak dapat dijadikan patokan secara spesifik.

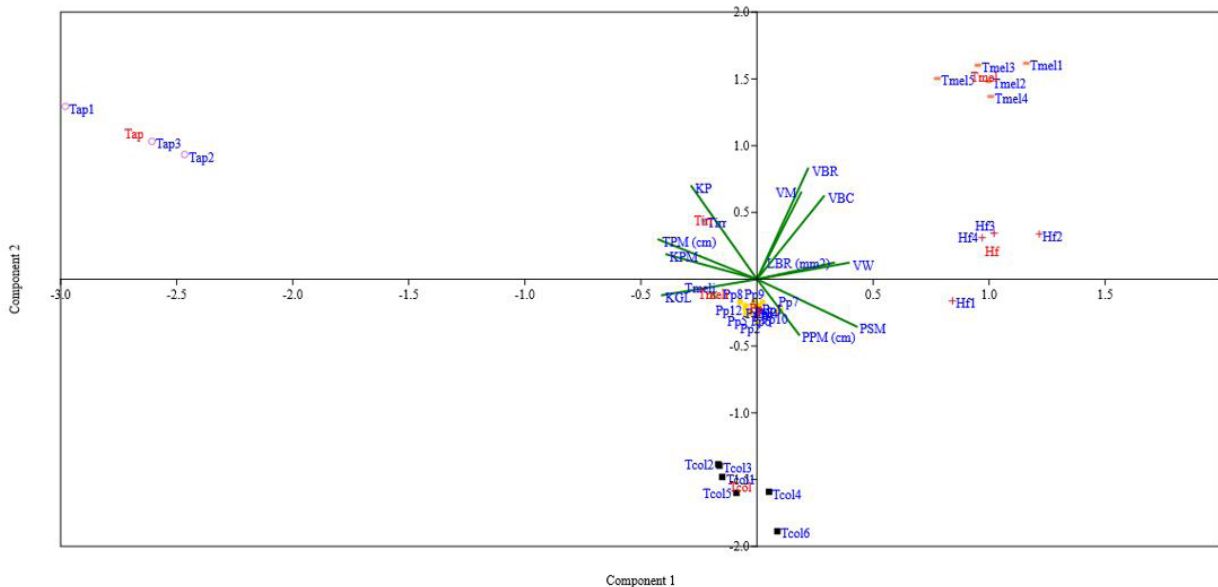
PEMBAHASAN

Analisis PCA karakter morfometrik dan meristik dapat dilakukan setelah terdapat data dan

parameter yang disesuaikan dari masing-masing karakter yang ditemukan di lapangan. Nilai *loading score* yang digunakan untuk melihat karakter utama dalam masing-masing PC menggunakan tiga parameter, yaitu $>0,3$ berarti *low significant*, $>0,4$ berarti *more significant*, dan $>0,5$ berarti *very significant* (Lombarte et al. 2012). Parameter yang digunakan dalam penentu karakter utama penelitian ini adalah $>0,5$ atau *very significant*.

Berdasarkan hasil PCA, karakter ukuran luas bukaan rongga pintu masuk (LBR) dalam PC 1 merupakan karakter yang berpengaruh terhadap morfologi dari pintu masuk sarang kelulut. Hal ini berhubungan dengan aktivitas keluar-masuk kelulut dan penjagaan terhadap gangguan faktor luar. Bentuk dan luas dari bukaan rongga pintu masuk dipengaruhi oleh faktor ukuran tubuh suatu spesies kelulut (Michener 2007). Semakin besar bukaan rongga pintu masuk kelulut maka akan semakin mempermudah dalam aktivitas keluar-masuk kelulut pekerja dan aktivitas penjagaan serta jumlah kelulut penjaga yang membantu untuk melakukan pengamatan musuh di luar sarang (Couvillon et al. 2008).

Bukaan rongga pintu masuk yang ditemukan dalam penelitian hanya disebutkan dalam dua bentuk, yaitu lingkaran dan elips. Hal tersebut guna menjelaskan secara spesifik bentuk yang



Gambar 16. Biplot PCA karakter-karakter morfometrik dan meristik pintu masuk sarang kelulut. Hf: *Homotrigona fimbriata*; Pp: *Pariotrigona pendleburyi*; Ti: *T. iridipennis*; Tmel: *T. melanocephala*; Tmeli: *T. melina*; Tc: *T. collina*; Tap: *T. apicalis*.

Figure 16. PCA biplot of morphometric and meristic characters of stingless bee nest entrance. Hf: *Homotrigona fimbriata*; Pp: *P. pendleburyi*; Ti: *Tetragonula iridipennis*; Tmel: *Tetragonula melanocephala*; Tmeli: *Tetragonula melina*; Tc: *Tetragonilla collina*; Tap: *Tetrigona apicalis*.

ditemukan dan rumus yang akan digunakan untuk menghitung luasnya. Meski demikian, selain elips dan lingkaran juga ditemukan bentuk bukaan rongga pintu masuk lain atau sebutan lain, seperti *circular* atau melingkar pada spesies *Geotrigona subterranea* (Friese) (Barbosa et al. 2013). Spesies *Tetragonula sapiens* (Cockerell) memiliki bentuk bukaan rongga pintu masuk ireguler, oval, elips, dan segitiga (Sayusti et al. 2020).

Ukuran panjang corong pintu masuk (PPM) sarang kelulut merupakan karakter yang dapat digunakan untuk menghindari serangan predator, seperti yang ditemukan pada spesies *T. melina* dan *H. fimbriata*. Semakin panjang corong pintu masuk sarang kelulut maka semakin banyak resin atau eksudat getah yang diperlukan untuk melapisi struktur corong (Michener 2000). Menurut Pujirahayu et al. (2020), arah corong yang panjang dan miring ke bawah membantu untuk menghindari tetesan air hujan masuk ke dalam sarang, sebab keberadaan sarang yang tidak terlindung oleh dedaunan yang padat. Corong pintu masuk sarang yang pendek, tetapi dilengkapi dengan fitur resin yang tebal dan lengket juga membantu dalam upaya perlindungan koloni kelulut terhadap predator yang mencoba masuk melalui pintu masuk sarang.

Perbedaan ketinggian dibangunnya sarang dengan pintu masuk sarang sebagai penanda membuktikan adanya preferensi posisi ketinggian yang disukai oleh spesies kelulut pada suatu rongga pohon, khususnya di kawasan konservasi Resort Belaban adalah pohon hidup. Studi terdahulu menunjukkan bahwa kebanyakan lebah sosial, seperti halnya kelulut membangun sarang pada rongga batang pohon hidup karena dapat menjadi sumber makanan utama (Maia-Silva et al. 2016; Orr et al. 2022). Ancaman simbiosis parasitisme dari serangga lain juga menyebabkan suatu koloni lebah membangun sarang dengan ketinggian tertentu (Moure-Oliveira 2019). Selain itu, dampak dari pemakaian pestisida menyebabkan penurunan efektifitas fungsi tanah ataupun *inbreeding* koloni (Woodcock et al. 2017).

Bagi spesies *T. apicalis* yang sarangnya terletak paling tinggi, ataupun spesies lainnya yang letaknya lebih rendah, kedua karakter tersebut tetap akan saling berhubungan. Hal ini dikaitkan dengan perilaku harian dan perilaku internal koloni suatu

spesies kelulut. Oleh karena preferensi ketinggian dibangunnya suatu sarang berbeda maka untuk menandakan keberadaan sarang koloni khususnya bagi kelulut pekerja adalah dengan keberadaan material penyusun pada pintu masuk (Breed et al. 1995). Semakin panjang suatu pintu masuk maka diperlukan material lebih banyak dan juga disesuaikan dengan material yang sering dipakai oleh koloni kelulut. Senyawa kimia dari material penyusun sarang, seperti *wax* atau getah dan resin dapat diketahui oleh kelulut karena sebagian dari senyawa tersebut juga menempel pada bagian kutikula dan kinerja dari sistem olfaktori kelulut (D’Ettorre et al. 2006).

Karakter variasi warna (VW) menjadi salah satu karakter utama pembeda pintu masuk sarang masing-masing spesies kelulut apabila dilihat berdasarkan garis biplot PCA. Pada spesies *T. iridipennis*, warna pintu masuk sarang yang ditemukan adalah hitam keabuan. Hal ini sejalan dengan penelitian Chauhan & Sing (2019) yang menemukan bahwa warna dari pintu masuk sarang *T. iridipennis* serupa dengan hasil pengamatan dalam penelitian ini. Warna dari masing-masing pintu masuk sarang yang ditemukan berbeda-beda karena eksudat getah ataupun resin dapat mengalami oksidasi, yang membuat warnanya dapat berubah menjadi lebih gelap dari warna sebelumnya. Beberapa jenis pohon juga menghasilkan warna getah ataupun resin yang berbeda (Syafrizal et al. 2014). Setiap warna getah dipengaruhi oleh produksi metabolit sekunder, seperti terpenoid dan dapat menjadi penanda karakter suatu pohon. Semakin banyak kandungan terpenoid yang dihasilkan maka semakin disukai oleh kelulut sebab berguna sebagai *repellent* serangga predator, serta sebagai antimikroba yang dapat digunakan untuk melindungi sarang koloni (Torres et al. 2018).

Kekhasan paling mencolok dari karakter-karakter pintu masuk dalam penelitian dapat ditemukan pada spesies *H. fimbriata* dan *T. melanocephala*. Selain karena kedua spesies tersebut memiliki dua bentuk rongga pintu masuk (lingkaran dan elips), kedua spesies tersebut juga memiliki kekhasan berupa perbedaan warna, margin dan ornamen, bentuk corong, dan karakter permukaan badan corong. Singkatnya, *H. fimbriata* dan *T. melanocephala* memiliki dua

tipe atau disebut juga dua rupa pintu masuk sarang yang berbeda.

Tidak hanya *H. fimbriata* dan *T. melanocephala* yang dalam penelitian ini ditemukan memiliki dua bentuk rongga pintu masuk dan bentuk corong. Beberapa penelitian melaporkan bahwa kelulut memiliki berbagai variasi bentuk rongga pintu masuk dan bentuk corong. Sayusti et al. (2020) melaporkan spesies dari genus *Tetragonula*, yaitu *T. clypearis*, *T. fuscobalteata*, dan *T. sapiens*, *L. terminata*, dan kelulut endemik Sulawesi Barat *Wallacetrigona incisa* (Sakagami & Inoue) memiliki bentuk rongga pintu masuk berbeda-beda, seperti bentuk segitiga, elips, tidak beraturan, dan pipih. Spesies yang juga diketahui memiliki bentuk rongga pintu masuk melingkar atau elips adalah *G. subterranea* (Barbosa et al. 2013), *G. thoracica*, *Tetragonisca angustula* (Latreille) (Roubik 2020), *Lepidotrigona ventralis* (Smith) (Vijayakumar 2014; Chauhan & Singh 2019).

Keragaman bentuk corong atau VBC berdasarkan hasil analisis PCA dalam penelitian ini menunjukkan bahwa karakter tersebut sesuai sebagai salah satu karakter utama pembeda pintu masuk sarang. Meski demikian, hasil ini dapat berbeda-beda karena bentuk corong juga dipengaruhi oleh keadaan lingkungan (Sayusti et al. 2020). Hal tersebut berhubungan dengan gangguan faktor lingkungan, baik predasi ataupun cuaca yang membuat kelulut perlu beradaptasi dalam menciptakan bentuk pintu masuk yang sesuai. Vijayakumar (2014) melaporkan bentuk corong dari *L. ventralis* adalah pipa mengerucut atau terompet, sama halnya seperti yang dimiliki oleh spesies *T. melanocephala* dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini, bentuk corong pipa pendek dimiliki spesies *T. melanocephala*. Bentuk serupa dimiliki oleh spesies *T. sapiens* dan *L. terminata* dan berfungsi sebagai pencegah kehadiran serangga, seperti semut. Spesies *T. sapiens* dan *L. terminata* juga memiliki bentuk corong pipa memanjang, sama halnya dengan spesies *H. fimbriata* dan *T. collina* dalam penelitian. Bentuk tersebut berguna untuk mencegah hujan lebat memasuki internal sarang (Alves et al. 2018).

Karakter margin pintu masuk sarang pada masing-masing spesies memiliki keunikan tersendiri, tetapi bukan menjadi karakter utama penciri morfologi pintu masuk sarang kelulut.

Namun, margin pada beberapa spesies tetap memiliki keunikan tersendiri yang membuatnya masih dapat dibedakan berdasarkan tujuh spesies yang ditemukan dari penelitian ini. Margin pada spesies *T. melanocephala* memiliki variasi warna yang beragam serta salah satunya berbentuk seperti matahari karena margin bukaan rongga pintu masuk membentuk *corona*. Karakter tersebut sama dengan yang dimiliki spesies *Tetragonula testaceitarsis* (Cameron) dan terlihat mencolok berwarna kuning kemerahan (Sanjaya et al. 2019). Margin pintu masuk sarang spesies *P. pendleburyi* merupakan yang terlembut dengan keunikan berupa pori-pori kecil. Bagian margin terlihat seperti ada robekan pori tidak rata, dan berwarna putih seperti jaring. Struktur ini berbeda dengan yang ditemukan pada spesies *P. klossi* Schwarz dengan struktur luar sarang yang berbentuk seperti koral, serta lebih keras (Banziger et al. 2011). Hal ini dapat menjadi petunjuk identifikasi dari karakter pintu masuk sarang genus *Pariotrigona*.

Permukaan badan corong pintu masuk merupakan salah satu karakter yang menonjol sebab dapat langsung dilihat dan dirasakan teksturnya. Tekstur dipengaruhi oleh lilin, getah, resin, material tambahan, seperti pasir halus atau kerikil, serta butiran-butiran propolis yang sengaja diletakkan di bagian dalam corong pintu masuk sarang kelulut. Lapisan getah atau lilin yang lengket dapat ditemukan pada pintu masuk sarang yang berukuran pendek, seperti yang dimiliki spesies *H. fimbriata* dengan tipe bentuk rongga mulut elips, *P. pendleburyi*, dan *T. melanocephala*. Resin, serumen, atau lilin pada pintu masuk sarang kelulut memiliki karakter berbau tak sedap dan tak menarik bagi semut yang dapat mengganggu koloni kelulut (Wille 1983; Alves et al. 2018).

Ciri unik permukaan corong yang hanya dimiliki spesies *T. collina* adalah adanya pori-pori (*pores*) pada badan corong. Keberadaan pori pada badan corong digunakan sebagai pengatur suhu dan sirkulasi udara bagi koloni kelulut. Karakter permukaan yang berpori juga ditemukan pada spesies *Tetragonisca angustula* (Latreille) dari Republik Panama (Roubik 2020).

Paparan sinar matahari berkorelasi dengan variasi bentuk rongga pintu masuk sarang kelulut. Semakin luas bukaan rongga pintu masuk maka semakin banyak energi yang bisa

masuk ke dalam sarang koloni kelulut. Sinar matahari juga membantu dalam mempertahankan viskositas kekentalan atau kelengketan getah yang melapisi badan corong pintu masuk ataupun pada sekitar margin pintu masuk. Hal tersebut sangat mendukung proteksi koloni kelulut (Izfa et al. 2019). Paparan sinar matahari juga mempengaruhi perilaku kelulut sebab kelulut merupakan serangga diurnal. Kelulut hanya aktif mencari makan atau beraktifitas lainnya ketika pagi hingga sore sehingga perilaku harian tersebut berhubungan dengan dibangunnya pintu masuk terhadap paparan sinar matahari (Michener 2000). Hal ini sesuai dengan hasil biplot PCA yang menunjukkan bahwa paparan sinar matahari sangat mempengaruhi dibangunnya pintu masuk sarang kelulut pada suatu titik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, *H. fimbriata*, *T. collina*, dan *T. melanocephala* memiliki ciri khas dua bentuk bukaan rongga pintu masuk, yaitu lingkaran dan elips. Hanya spesies *T. collina* yang memiliki pori-pori yang tampak di badan corong pintu masuk. *T. melina* merupakan spesies dengan corong terpanjang. *P. pendleburyi* memiliki margin rongga pintu masuk seperti jaring berwarna putih dan badan corong yang dilapisi getah lengket. *T. apicalis* menjadi satu-satunya spesies yang membangun pintu masuk dan sarang tertinggi dibandingkan dengan spesies lainnya. Hasil PCA belum dapat membuktikan karakter spesifik penciri suatu spesies kelulut di Kawasan Konservasi Resort Belaban sehingga hanya dapat dijadikan sebagai perkiraan sementara saja untuk mengidentifikasi suatu spesies.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya disampaikan kepada Balai Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya yang telah membantu mendanai penelitian dan memberi kesempatan melakukan penelitian ini di kawasan Resort Belaban Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya Kalimantan Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves A, Sendoya SF, Rech AR. 2018. Fortress with sticky moats: The functional role of small particles around *Tetragonisca angustula* Latreille (Apidae: Hymenoptera) nest entrance. *Sociobiology*. 65:330–332. DOI: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i2.1272>.
- Anaktototy Y, Priawandiputra W, Sayusti T, Lamerlabel JSA, Raffiudin R. 2021. Morfologi dan variasi morfometrik lebah tanpa sengat di Kepulauan Maluku, Indonesia. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 18:10–22. DOI: <https://doi.org/10.5994/jei.18.1.10>.
- Auliyani D. 2017. Aplikasi sistem informasi geografis dalam pemetaan kerentanan kawasan Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya, Provinsi Kalimantan Barat. *Majalah Ilmiah Globö*. 19:95–104. DOI: 10.24895/MIG.2017.19-1.565.
- Azizi MG, Priawandiputra W, Raffiudin R. 2020. Morphological identification of stingless bees from Belitung. *IOP Conference Series Earth & Environmental Science*. 457:012011. DOI: 10.1088/1755-1315/457/1/012011.
- Banziger H, Pumikong S, Srimuang K. 2011. The remarkable nest entrance of tear drinking *Priotrigona klossi* and other stingless bees nesting in limestone cavities (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*. 84:25–35. DOI: <https://doi.org/10.2317/JKES100607.1>.
- Barbosa FM, Alves RMO, Souza BA, Carvalho CAL. 2013. Nest architecture of the stingless bee *Geotrigona subterranea* (Friese, 1901) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Biota Neotrop*. 13:147–152. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000100017>.
- Bradbeer N. 2009. *Bees and Their Role in Forest Livelihood: A guide to the Services Provided by Bees and the Sustainable Harvesting, Processing and Marketing of Their Products*. Rome: FAO.
- Breed MD, Garry MF, Pearce AN, Hibbard BE, Bjostad LB, Page RE Jr. 1995. The role of wax comb in honeybee nestmate recognition. *Animal Behaviour*. 50:489–496.
- Buchori D, Rizali A, Priawandiputra W, Raffiudin R, Sartiami D, Pujiastuti Y, Jauharlina, Pradana MG, Meilin A, Leatemia JA, Sudiarta IP, Rustam R, Nelly N, Lestari P, Syahputra E, Hasriyanti, Watung JF, Daud IDA, Hariani N, Jihadi A, Johannis M. 2022. Beekeeping and managed bee diversity in Indonesia: Perspective and preference of beekeepers. *Diversity*. 14:52. DOI: <https://doi.org/10.3390/d14010052>.

- Chauhan A, Singh HK. 2019. Nest architecture of stingless bees *Tetragonula iridipennis* and *Lepidotrigona ventralis* in Nagaland. *Indian Journal of Entomology*. 81:613–617. DOI: 10.5958/0974-81722019001275.
- Couvillon MJ, Wenseleers T, Imperatriz-Fonseca VL, Nogueira-Neto P, Ratnieks FLW. 2008. Comparative study in stingless bees (*Meliponini*) demonstrates that nest entrance size predicts traffic and defensivity. *Journal of Evolutionary Biology*. 21:194–201. DOI: 10.1111/j.1420-9101.2007.01457x
- D’Ettorre P, Wenseleers T, Dawson J, Hutchinson S, Ratnieks FLW. 2006. Wax combs mediate nestmate recognition by guard honeybees. *Animal Behaviour*. 71:773–779. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.05.014>.
- Eltz T, Bruhl CA, Imiyabir Z, Linsenmair EK. 2003. Nesting and nest trees of stingless bees (*Apidae: Meliponini*) in lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. *Forest Ecology and Management*. 172:301–313. DOI: <https://doi.org/10.1016/S0378-1127%2801%2900792-7>.
- Izfa RH, Imran MKM. 2019. Structure of the nest entrance of stingless bee (*Apidae: Hymenoptera*) at Malaysian Genome Institute, Malaysia. In: *Proceedings of 9th International Symposium (Full Paper), South Eastern University of Sri Lanka (Sri Lanka, 27–28 November 2019)*. pp. 345–352. Sri Lanka: University of Sri Lanka.
- Kahono S, Chantawannakul P, Engel MS. 2018. social bees and the current status of beekeeping in Indonesia. In: Chantawannakul P, Williams G, Neumann P (Eds.) *Asian Beekeeping in the 21st Century*. Springer Verlag. pp. 287–306. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-10-8222-1_13.
- Laksono P, Raffiudin R, Juliandi B. 2020. Stingless bees *Tetragonula laeviceps* and *T. aff. biroi*: Geometric morphometry analysis of wing venation variation. *IOP Conference Series Earth & Environmental Science*. 457:012084. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315%2F457%2F1%2F012084>.
- MacKinnon J, Phillips K, van Balen S. 2010. *Burung-Burung di Sumatera, Jawa, Bali, dan Kalimantan*. Bogor: Puslitbang Biologi-LIPI.
- Maia-Silva C, Hrncir M, Imperatriz-Fonseca VL, Schorkopf DL. P. 2016. Stingless bees (*Melipona subnitida*) adjust brood production rather than foraging activity in response to changes in pollen stores. *Journal of Comparative Physiology A*. 202:723–732.
- Michener CD. 1974. *The Social Behavior of The Bees: A Comparative Study*. Cambridge: Belknap, Harvard University Press. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02223852>.
- Michener CD. 2000. *Bees of the World*. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Michener CD. 2007. *The Bees of the World*. 2nd editions. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Moure-Oliveira D, Hirotsu CM, Serrano JC, Garofalo CA. 2019. Host-parasitoid interactions between the solitary bee *Centris analis* (*Apidae: Centridini*) and conopid flies (*Diptera: Conopidae*). *The Science of Nature*. 106:1–8.
- Orr MC, Jakob M, Harmon-Threatt A, Mupepele Anne-Christine. 2022. A review of global trends in the study types used to investigate bee nesting biology. *Basic and Applied Ecology*. 62:12–21. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.03.012>.
- Pujirahayu N, Rosmarlinasiah, Uslinawaty Z, Hadjar N, Supriadi. 2020. Sebaran dan Karakteristik Lebah Tak Bersengat di Kawasan Hutan Kampus Universitas Halu Oleo. *Jurnal Kehutanan Indonesia Celebica*. 1:120–127. DOI: <http://dx.doi.org/10.33772/jc.v1i2>.
- Rivaldy MM. 2021. *Jenis-jenis Kelulut (Hymenoptera: Apidae) di Resort Belaban SPTN Wilayah I Nanga Pinoh Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya*. Laporan Kerja Praktik. Pontianak: Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Roubik D. 2020. Nest structure: Stingless bees. In: Starr C. (Ed.) *Encyclopedia of Social Insects*. pp. 1–6. Switzerland: Springer Nature. DOI: 10.1007/978-3-319-90306-4_147-1.
- Sanjaya V, Astiani D, Sisilia L. 2019. Studi habitat dan sumber pakan lebah kelulut di Kawasan Cagar Alam Gunung Nyiut Desa Pisak Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Hutan Lestari*. 7:786–798.
- Sakagami SF, Inoue T, Salmah S. 1990. Stingless bees of Central Sumatra. In: Sakagami SF, Ohgushi R, Roubik DW (Eds.), *Natural History of Social Wasps and Bees in Equatorial Sumatra*. pp. 125–137. Sapporo: Hokkaido University Press.
- Sakagami SF, Laroca S. 1963. Additional Observations on the Habits of the Cleptobiotic Stingless Bees, the Genus *Lestrimelitta* Friese (*Hymenoptera, Apidae*). *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 6, Zoology*. 15:319–39.
- Sayusti T, Raffiudin R, Kahono S, Nagir T. 2020. Stingless bees (*Hymenoptera: Apidae*) in South and West Sulawesi, Indonesia: Morphology, nest structure, and molecular characteristics.

- Journal of Apicultural Research*. 60:143–156. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1816272>.
- Smith DR. 2012. Key to workers of Indo-Malayan stingless bees-v.1.1. In: Smith DR (Ed.) *Stingless Bees Workshop 11th International Conference of the Asian Apicultural Association (Terengganu, 26 September–2 October 2012)*. pp. 1–42. Terengganu: Kansas Univ Pr.
- Syafrizal, Tarigan D, Yusuf R. 2014. Keragaman dan habitat lebah *Trigona* spp. pada hutan sekunder tropis basah di Hutan Pendidikan Lempake, Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 9:34–38.
- Torres AR, Sandjo LP, Friedemann MT, Tomazzoli MM, Maraschin M, Mello CF, Santos ARS. 2018. Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial activity of propolis obtained from *Melipona quadrifasciata* and *Tetragonisca angustula* stingless bees. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 51:1–10. DOI: <https://doi.org/10.1590/1414-431x20187118>.
- Vijayakumar K. 2014. Nest and colony characters of *Trigona (Lepidotrigona) ventralis* var. *arcifera* Cockerell from North East India. *Asian Journal of Conservation Biology*. 3:90–93.
- Wille A, Michener CD. 1973. The nest architecture of the stingless bees with special reference to those of Costa Rica. *Revista De Biologia Tropical*. 21: Suppl. I. 1–278. DOI: <https://doi.org/10.15517/RBT.V21I1.26200>.
- Wille A. 1983. Biology of stingless bees. *Annual Review of Entomology*. 28:41–64. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.28.010183.000353>.
- Winston ML, Michener CD. 1977. Dual origin of highly social behaviour among bees. *Proceedings of National Academics and Science*. 74:1135–1137. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.74.3.1135>.
- Woodcock BA, Bullock JM, Shore RF, Heard MS, Pereira MG, Redhead J. 2017. Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees. *Science*. 356:1393–1395.