



Morfologi dan variasi morfometrik lebah tanpa sengat di Kepulauan Maluku, Indonesia

Morphology and morphometric variation of stingless bees in the Moluccas, Indonesia

Yofian Anaktototy¹, Windra Priawandiputra¹, Tiara Sayusti¹,
Jacobus S. A. Lamerkabel², Rika Raffiudin^{1*}

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University
Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga, Dramaga 16680

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura
Jalan Ir M Putuhena Poka, Ambon 97233

(diterima Juli 2020, disetujui Februari 2021)

ABSTRAK

Lebah tanpa sengat tersebar luas di wilayah tropis termasuk Indonesia dan tercatat tiga spesies lebah tanpa sengat di Maluku. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi spesies lebah tanpa sengat dan persebarannya di Kepulauan Maluku, yaitu di Pulau Seram, Ambon, Haruku, Saparua, dan Nusalaut, serta membandingkan variasi morfometrik lebah tanpa sengat antar spesies dan antar individu dari spesies yang sama pada setiap pulau serta antar pulau. Sampel lebah diidentifikasi berdasarkan morfologi dengan 12 parameter morfometrik. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi dua spesies lebah tanpa sengat, yaitu *Tetragonula fuscobalteata* (Cameron) dan *T. sapiens* (Cockerell). *T. fuscobalteata* merupakan catatan baru lebah tanpa sengat di Kepulauan Maluku dan lebah ini secara nyata memiliki pengukuran morfometrik lebih rendah daripada *T. sapiens* ($P < 0,001$). Berdasarkan analisis ordinasial *non-metric multidimensional scaling* (NMDS), gabungan 12 parameter morfometrik antara *T. fuscobalteata* dan *T. sapiens* menunjukkan perbedaan yang nyata. Parameter morfometrik *T. fuscobalteata* sangat bervariasi antar pulau kecuali satu parameter morfometrik (lebar *gena*) yang tidak nyata antar pulau ($P > 0,05$). Hal menarik lain berdasarkan analisis NMDS, koloni *T. fuscobalteata* di Ambon, Haruku, Saparua, dan Nusalaut sebagian besar membentuk kelompok, namun di Pulau Seram lebah tersebar dengan variasi morfometrik yang tinggi. *T. sapiens* ditemukan di tiga pulau, yaitu Seram, Ambon, dan Haruku. Lebar toraks, *mesonotum* dan panjang *propodeum* *T. sapiens* berbeda nyata di antara tiga pulau ($P < 0,001$). Hasil penelitian ini berkontribusi dalam menambah catatan penemuan persebaran baru *T. fuscobalteata* dan *T. sapiens* di Kepulauan Maluku dan menunjukkan variasi parameter morfometrik pada spesies lebah tanpa sengat antar pulau di Maluku.

Kata kunci: biogeografi, kepulauan, *Tetragonula fuscobalteata*, *Tetragonula sapiens*, Wallacea

ABSTRACT

Stingless bees are widely distributed in tropical regions including Indonesia, and currently three species of stingless bee have been recorded in the Moluccas. The aims of this study were to explore the species and distribution of stingless bees in the five islands in the Moluccas (Seram, Ambon, Haruku, Saparua, and Nusalaut island) and compare the morphometric variations of stingless bees within and among islands. The samples of stingless bees were identified based on twelve morphological characters, resulting in two species of *Tetragonula fuscobalteata* (Cameron) and *T. sapiens*. (Cockerell). *T. fuscobalteata* found to be a new record in the Moluccas, and showed significantly lower morphometric parameters compared to those of *T. sapiens* ($P < 0.001$). Based on

*Penulis korespondensi: Rika Raffiudin. Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University
Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga 16680, Tel/Faks: 0251-8622833, Email: rika.raffiudin@apps.ipb.ac.id

non-metric multidimensional scaling (NMDS) analysis, the combination of twelve morphometric parameters between *T. fuscobalteata* and *T. sapiens* were significantly different. Almost all morphometric parameters of *T. fuscobalteata* showed highly varied among islands, except the width of gena of this stingless bees. *T. fuscobalteata* from Ambon, Haruku, Saparua, and Nusalaut were mostly clustered based on NMDS analysis, while those from Seram show high variations. This study found *T. sapiens* in three different islands, Seram, Ambon, and Haruku. Width of thorax, mesonotum, and propodeum length of *T. sapiens* were significantly different among these three islands ($P < 0.001$). This study has contributed to the new distribution data of *T. fuscobalteata* and *T. sapiens* in the Moluccas and showed variation of morphometric parameters of the two stingless bee species among islands in the Moluccas.

Key words: biogeography, islands, *Tetragonula fuscobalteata*, *Tetragonula sapiens*, Wallacea

PENDAHULUAN

Lebah tanpa sengat (Meliponini) merupakan serangga sosial yang tersebar di daerah-daerah tropis (Roubik 1989). Keanekaragaman spesies lebah tanpa sengat di Indonesia adalah sebanyak 46 spesies dengan sebaran di beberapa pulau besar, seperti Sumatra, Jawa, Timor, Borneo, Sulawesi, Kepulauan Maluku, dan Irian Jaya (Kahono et al. 2018). Kepulauan Maluku terletak di antara benua Australia dan Pulau Banda yang berperan penting sebagai penyumbang daratan bagi wilayah Wallacea dengan sebaran hewan yang berbeda dan beragam (Lohman et al. 2011; Wikramanayake et al. 2001).

Pulau Seram dan pulau-pulau kecil disekitarnya (Pulau Ambon, Haruku, Saparua, dan Nusalaut) merupakan bagian dari Kepulauan Maluku dan berasal dari patahan lempeng dari wilayah utara sampai barat Australia yang muncul pada dua juta tahun yang lalu (Hamilton 1979). Seram merupakan pulau terbesar di antara keempat pulau lainnya dengan luas 10.680 km². Pulau dengan luas terkecil adalah Nusalaut dengan luas 34 km² (BPS Maluku 2015). Spesies lebah tanpa sengat yang tercatat dari wilayah Australia dan Kepulauan Maluku adalah *Tetragonula clypearis* (Friese) dan *T. sapiens* (Cockerell) (Dollin et al. 1997). Spesies lebah tanpa sengat lainnya adalah *T. laeviceps* (Smith) yang ditemukan di Maluku (Kahono et al. 2018) dan juga Pulau Aru (Smith 1859) yang masuk ke dalam lempeng Indo-Australia (Patmawidjaya & Subagyo 2014). Tercatat bahwa spesies lebah tanpa sengat di Maluku sebanyak 3 spesies (Dollin et al. 1997; Rasmussen 2008; Kahono et al. 2018).

Identifikasi lebah tanpa sengat dapat dilakukan dengan pendekatan morfologi dan morfometrik,

misalnya membandingkan panjang ukuran tubuh, perbedaan proporsi warna tubuh, komposisi rambut pada bagian tubuh tertentu serta tungkai (Sakagami et al. 1990; Azizi et al. 2020). Beberapa karakter morfologi untuk identifikasi lebah tanpa sengat adalah karakter *tibia* belakang, *basitarsus* belakang, jarak malar, mandibula, kepala, *clypeus*, *propodeum*, *mesoscutum*, *mesoscutellum*, antena, mata, *gena*, sayap depan, venasi sayap, *hamuli*, dan warna tubuh (kepala, *clypeus*, toraks, abdomen, *tegula*, sayap) (Sakagami et al. 1990; Azizi et al. 2020). Analisis variasi venasi sayap untuk melihat kekerabatan antar spesies lebah tanpa sengat merupakan salah satu penelitian terkait variasi morfometrik lebah tanpa sengat (Laksono et al. 2020). Pendekatan morfometrik juga dilakukan untuk melihat perbandingan antar spesies lebah tanpa sengat di Pulau Belitung antara spesies *Heterotrigona itama* (Cockerell), *T. laeviceps*, dan *T. fuscobalteata* (Cameron) (Azizi et al. 2020).

Selain itu, karakter lubang sarang dan cara bersarang juga dapat digunakan untuk membedakan spesies lebah tanpa sengat (Roubik 1983). Tipe lubang sarang menjadi karakter untuk mengidentifikasi beberapa spesies lebah tanpa sengat asal Sulawesi, antara lain *Wallacetrigona incisa* (Sakagami & Inoue) (celah longitudinal), *T. sapiens*, dan *T. fuscobalteata* (corong pendek dan elips), serta *T. clypearis* (corong pendek dan tidak beraturan) (Sayusti et al. 2021).

Penelitian terkait morfologi dan morfometrik lebah tanpa sengat belum banyak dilakukan di Kepulauan Maluku. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi (1) spesies lebah tanpa sengat dan persebarannya di Kepulauan Maluku, yaitu di Pulau Seram dan pulau-pulau kecil disekitarnya: Pulau Ambon, Haruku, Saparua, dan Nusalaut; dan (2) variasi morfometrik lebah tanpa sengat

antar spesies dan antar individu dari spesies yang sama pada setiap pulau dan antar pulau.

BAHAN DAN METODE

Lokasi studi

Lokasi sampling lebah tanpa sengat adalah di lima pulau di Kepulauan Maluku, yaitu Pulau Seram (PSe), Ambon (PA), Haruku (PH), Saparua (PSa), dan Nusalaut (PN) dengan masing-masing pulau terdiri atas tiga desa (Tabel 1). Setiap lokasi koloni lebah tanpa sengat ditandai titik koordinat menggunakan *global positioning system* (GPS) Garmin Etrex 10.

Koleksi lebah tanpa sengat

Seluruh koloni yang dikoleksi berasal dari tempat bersarang yang berbeda sekitar wilayah 15 desa (Tabel 1). Sampel lebah tanpa sengat dari desa Waesamu (PSe) dan desa Paperu (PSa) diambil dari sarang bambu pada meliponikultur dengan koloni yang berasal dari desa setempat. Pengambilan lebah juga dilakukan pada tempat bersarang lebah tanpa sengat lainnya, yaitu celah batu, dinding, dan kayu.

Koleksi lebah tanpa sengat kasta pekerja dilakukan dengan menggunakan perangkap plastik yang diletakkan di depan lubang sarang. Sarang bagian luar diketuk-ketuk hingga lebah keluar dan terperangkap di dalam plastik. Selanjutnya, lebah diawetkan dalam tabung berisi alkohol.

Identifikasi sampel dan pengukuran karakter morfometrik

Sampel lebah diidentifikasi berdasarkan kunci identifikasi Sakagami et al. (1990) yang umum digunakan untuk identifikasi lebah tanpa sengat di Indonesia terutama di Sumatera. Proses verifikasi dilanjutkan menggunakan pencocokan karakter pada kunci dikotom lebah tanpa sengat asal Sulawesi dan Maluku berdasarkan Smith (2012) dan Dollin et al. (1997).

Berdasarkan kunci identifikasi Sakagami et al. (1990) karakter-karakter yang diamati adalah karakter *tibia* belakang, *basitarsus* belakang, jarak malar, mandibula, kepala, *clypeus*, *propodeum*, *mesoscutum*, *mesoscutellum*, antena, mata, *gena*, sayap depan, venasi sayap, *hamuli*, dan warna tubuh (kepala, *clypeus*, toraks, abdomen, *tegula*,

sayap). Karakter lebah tanpa sengat berdasarkan kunci identifikasi Smith (2012) adalah karakter-karakter yang diklasifikasikan berdasarkan ukuran, proporsi warna tubuh yang dominan, karakter rambut-rambut yang terdapat pada bagian *mesonotum*, karakter warna rambut-rambut yang terdapat pada *tibia* belakang, serta warna tergit pada bagian abdomen. Karakter-karakter lebah tanpa sengat berdasarkan Dollin et al. (1997) adalah karakter ukuran jarak malar, ukuran *flagelomer* segmen kedua, karakter rambut yang menutupi, pola rambut (*bands*) yang memisahkan bagian *glabrous* (bagian *interspace*) pada *mesoscutum*, ukuran tubuh, serta panjang sayap dengan *tegula* (PSd).

Setiap sampel yang sudah diidentifikasi selanjutnya diukur berdasarkan 12 karakter morfometrik, yaitu (1) panjang tubuh (PT), (2) lebar toraks (LT), (3) lebar *flagelomer* ke-2 (LFd), (4) lebar jarak antara kedua mata (LJM), (5) lebar *gena* (LG), (6) jarak malar (JM), (7) panjang *mesonotum* (PM), (8) panjang *propodeum* (PP), (9) panjang sayap depan (PSd), (10) panjang sayap belakang (PSb), (11) lebar *tibia* belakang (LTb), dan (12) lebar *basitarsus* belakang (LBb). Pengamatan karakter morfologi dan pengukuran morfometrik sampel lebah tanpa sengat menggunakan mikroskop stereo (Olympus) SZ-61 dan Optilab 2.2 dengan perbesaran 4,5x untuk semua karakter kecuali panjang tubuh menggunakan perbesaran 2,5x. Pengukuran 12 karakter lebah tanpa sengat dilakukan menggunakan *Image Raster software* versi 3.0 (Miconos 2021). Sampel yang diukur sebanyak lima individu untuk setiap koloni dengan total 45 koloni ($n = 225$ individu).

Analisis data

Perbandingan 12 karakter morfometrik antara dua spesies lebah tanpa sengat diuji menggunakan uji Mann-Whitney. Uji Kruskal-Wallis digunakan untuk membandingkan 12 karakter morfometrik dari spesies lebah yang sama antar pulau. Analisis *non-metric multidimensional scaling* (NMDS) berdasarkan indeks *Euclidean* digunakan untuk membandingkan pola kesamaan 12 karakter morfometrik yang dimiliki antar spesies lebah dan antar pulau pada masing-masing spesies lebah. *Analysis of similarity* (ANOSIM) digunakan untuk membuktikan secara nyata dari perbandingan kesamaan antar spesies dan antar

pulau pada masing-masing spesies lebah tanpa sengat. Seluruh data dan analisis tersebut diolah menggunakan program analisis data statistik PAST (*Paleontological Statistic*) versi 3.0 (Hammer et al. 2009).

HASIL

Dua spesies lebah tanpa sengat asal Maluku

Total 45 koloni lebah tanpa sengat yang dikoleksi di lima pulau teridentifikasi ke dalam dua spesies dari Genus *Tetragonula*, yaitu *T. fuscobalteata* (40 koloni) dan *T. sapiens* (5 koloni)

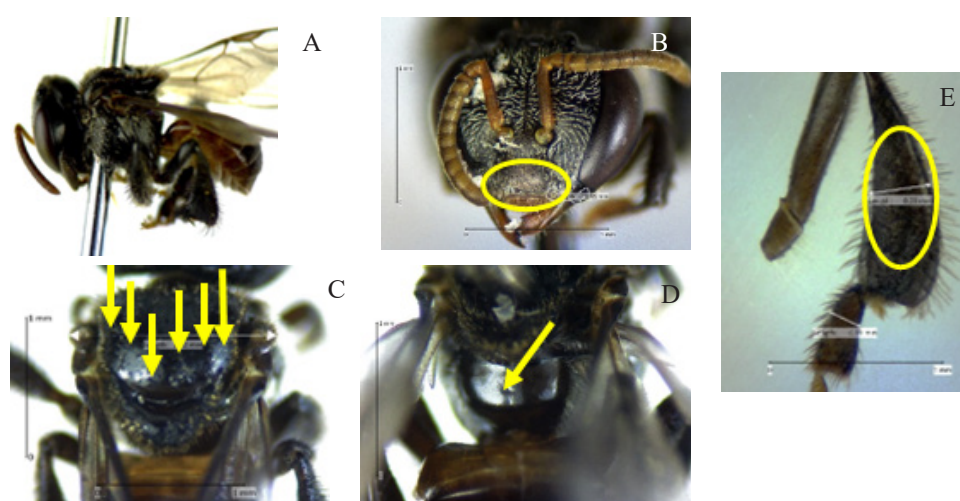
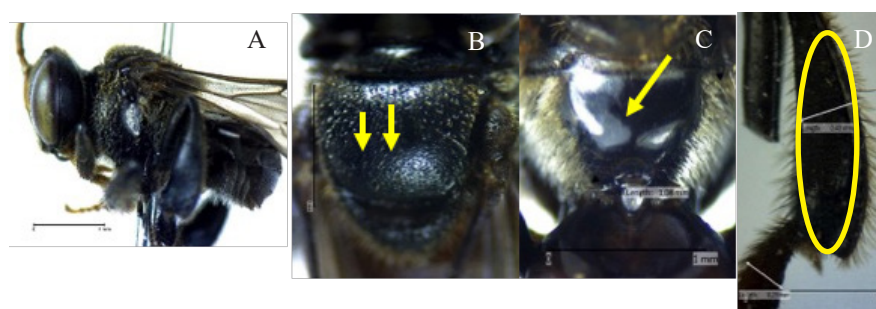
(Tabel 1, Gambar 1, dan Gambar 2). Perbedaan karakteristik morfologi *T. fuscobalteata* dan *T. sapiens* dirangkum pada Tabel 2. Karakter lebah pekerja *T. sapiens* dari 5 koloni (n = 25 individu) memiliki warna tubuh hitam dan lebih gelap daripada lebah pekerja *T. fuscobalteata*. Abdomen tergit 1–6 pada *T. sapiens* berwarna hitam, sedangkan tergit 1–2 pada *T. fuscobalteata* berwarna kekuningan atau coklat terang, dan tergit berwarna 3–6 coklat gelap. *Scutal glabrous* (G) *T. fuscobalteata* terlihat sangat jelas (Gambar 1C), sedangkan *scutal glabrous* (G) *T. sapiens* kurang terlihat jelas (Gambar 2B). Karakter morfologi *T. fuscobalteata* di Kepulauan Maluku dari studi ini

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel dan jumlah koloni lebah tanpa sengat di lima pulau di Kepulauan Maluku

Desa	Koloni	Titik GPS	Ketinggian (m dpl)	Nomor koloni	Spesies	Total koloni
A. Pulau Seram (PSe)						
Nuruwe	1	03°14.344'S 128°17.938'E	10	Koloni 1	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	2	03°14.333'S 128°17.886'E	7	Koloni 2	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	3	03°14.266'S 128°17.909'E	17	Koloni 3	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	4	03°14.274'S 128°17.937'E	14	Koloni 4	<i>T. fuscobalteata</i>	1
Waesamu	5	03°16.411'S 128°18.843'E	5	Koloni 5	<i>T. sapiens</i>	1
	6	03°16.405'S 128°18.855'E	16	Koloni 6	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	7	03°16.430'S 128°18.854'E	5	Koloni 7	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	8	03°16.525'S 128°18.758'E	4	Koloni 8	<i>T. fuscobalteata</i>	1
Kamarian	9–13	03°26.411'S 128°25.608'E	6	Koloni 9–13	<i>T. fuscobalteata</i>	5
B. Pulau Ambon (PA)						
Hattu	14	03°43.748'S 128°02.954'E	10	Koloni 1	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	15	03°43.699'S 128°02.889'E	19	Koloni 2	<i>T. sapiens</i>	1
	16	03° 43.644'S 128° 02.770'E	18	Koloni 3	<i>T. fuscobalteata</i>	1
Airlouw	17	03°46.318'S 128°08.097'E	10	Koloni 4	<i>T. sapiens</i>	1
	18	03°46.278'S 128°08.099'E	9	Koloni 5	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	19	03°46.244'S 128°08.971'E	30	Koloni 6	<i>T. fuscobalteata</i>	1
Seri	20	03°46.242'S 128°08.973'E	25	Koloni 7	<i>T. sapiens</i>	1
	21	03°45.061'S 128°09.368'E	37	Koloni 8	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	22	03°44.910'S 128°09.774'E	35	Koloni 9	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	23	03°44.910'S 128°09.775'E	35	Koloni 10	<i>T. fuscobalteata</i>	1
C. Pulau Haruku (PH)						
Haruku	24	03°36.069'S 128°25.337'E	6	Koloni 1	<i>T. sapiens</i>	1
	25	03°36.182'S 128°25.132'E	4	Koloni 2	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	26	03°36.238'S 128°25.137'E	6	Koloni 3	<i>T. fuscobalteata</i>	1
Oma	27	128°33.327'S 128°25.865'E	10	Koloni 4	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	28	128° 33.327'S 128°25.869'E	10	Koloni 5	<i>T. fuscobalteata</i>	1
Hulaliu	29	03°34.245'S 128°33.234'E	5	Koloni 6	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	30	03°33.136'S 128°33.535'E	18	Koloni 7	<i>T. fuscobalteata</i>	1

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel dan jumlah koloni lebah tanpa sengat di lima pulau di Kepulauan Maluku (*Lanjutan...*)

Desa	Koloni	Titik GPS	Ketinggian (m dpl)	Nomor koloni	Spesies	Total koloni
D. Pulau Saparua (PSa)						
Paperu	32	03°35.595'S 128°39.701'E	19	Koloni 1	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	33	03°36.495'S 128°40.501'E	18	Koloni 2	<i>T. fuscobalteata</i>	1
Tuhaha	34	03°32.081'S 128°41.442'E	9	Koloni 3	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	35	03°34.070'S 128°40.429'E	9	Koloni 4	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	36	03°32.072'S 128°41.396'E	8	Koloni 5	<i>T. fuscobalteata</i>	1
Ullath	37	03°36.251'S 128°42.831'E	3	Koloni 6	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	38	03°36.251'S 128°42.832'E	3	Koloni 7	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	39	03°36.251'S 128°42.834'E	3	Koloni 8	<i>T. fuscobalteata</i>	1
E. Pulau Nusalaut (PN)						
Nalahia	40	03°39.643'S 128°46.712'E/37	37	Koloni 1	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	41	03°40.103'S 128°46.694'E	43	Koloni 2	<i>T. fuscobalteata</i>	1
Ameth	42	03°38.934'S 128°48.311'E	1	Koloni 3	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	43	03°38.923'S 128°48.290'E	1	Koloni 4	<i>T. fuscobalteata</i>	1
Akoon	44	03°40.515'S 128°48.666'E	8	Koloni 5	<i>T. fuscobalteata</i>	1
	45	03°40.524'S 128°48.602'E	12	Koloni 6	<i>T. fuscobalteata</i>	1

**Gambar 1.** Karakter morfologi spesies *Tetragonula fuscobalteata* di Kepulauan Maluku. A: tubuh lengkap; B: bagian *clypeus*; C: area G1-G2-G3 pada *mesoscutum*; D: *propodeum* tidak berambut; E: tungkai dengan rambut *pulvose*.**Gambar 2.** Karakter morfologi spesies *Tetragonula sapiens* di Kepulauan Maluku. A: tubuh lengkap; B: area G1-G2 pada *mesoscutum*; C: *propodeum* tidak berambut; D: tungkai dengan rambut *pulvose*.

sama dengan karakter *T. fuscobalteata* di Sumatera (Sakagami et al. 1990).

Dua belas parameter morfometrik antara *T. fuscobalteata* dan *T. sapiens* menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (Uji Mann-Whitney, $P < 0,05$) (Tabel 3). *T. sapiens* secara nyata memiliki ukuran morfometrik yang lebih besar

dibandingkan dengan *T. fuscobalteata*. Ukuran panjang tubuh *T. fuscobalteata* dari 40 koloni ($n = 200$ individu) adalah $2,8-3,2$ mm (rata-rata $3,06 \pm 0,28$), sedangkan *T. sapiens* dari 5 koloni ($n = 25$ individu) memiliki panjang $3,6-3,7$ mm (rata-rata $3,67 \pm 0,11$) (Tabel 3, 4 dan 5). Hasil pengukuran panjang tubuh yang berbeda antar

Tabel 2. Perbandingan karakter morfologi *Tetragonula fuscobalteata* dan *T. sapiens* berdasarkan Sakagami et al. (1990) (A), Dollin et al. (1997) (B), dan Smith (2012) (C)

Karakter	<i>T. fuscobalteata</i> (A, B, C)	<i>T. sapiens</i> (B)
Warna tubuh	<i>Bicolorous</i> (hitam dengan abdomen kekuningan)	Dominan hitam
Toraks	Hitam	Hitam
<i>Mesonotum</i>	Terdapat 6 <i>hair bands</i> dengan bagian <i>scutal glabrous</i> (G): G1, G2, dan G3 sangat jelas	<i>Scutal glabrous</i> (G) kurang jelas dibandingkan dengan <i>T. fuscobalteata</i> . G1: lebih sempit namun jelas, G2: ada namun kurang jelas, G3: tidak ada
<i>Scutellum</i>	Menonjol melewati <i>propodeum</i>	Menonjol melewati <i>propodeum</i>
Bagian tengah <i>Propodeum</i>	Tidak berambut dan mengkilap	Tidak berambut dan mengkilap
Abdomen	Tergit 1–2 kekuningan atau coklat terang, 3–6 coklat gelap	Tergit 1–6 hitam
Warna sayap depan	Transparan	Transparan
Jumlah <i>Hammuli</i>	Lima	Lima
Rambut-rambut di bagian <i>hind tibia</i>	<i>Pulmose</i> (bercabang)	<i>Pulmose</i> (bercabang)
<i>Elliptical disc</i> pada bagian dalam <i>basitarsus</i>	Ada	Ada
Panjang sayap depan dengan <i>tegula</i>	3,3–3,4 mm	4,2–4,4 mm

Tabel 3. Perbandingan parameter morfometrik antara *Tetragonula fuscobalteata* dan *T. sapiens*

Parameter morfometrik (mm)	<i>T. fuscobalteata</i>	<i>T. sapiens</i>	Nilai P (Uji Mann Whitney)
PT	$3,06 \pm 0,28$	$3,67 \pm 0,11$	$<0,001^*$
LT	$1,39 \pm 0,08$	$1,81 \pm 0,05$	$<0,001^*$
LFd	$0,10 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,01$	$<0,001^*$
LJM	$1,02 \pm 0,03$	$1,23 \pm 0,18$	$<0,001^*$
LG	$0,22 \pm 0,03$	$0,29 \pm 0,05$	$<0,001^*$
JM	$0,02 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,01$	$0,019^*$
PM	$1,17 \pm 0,07$	$1,44 \pm 0,09$	$<0,001^*$
PP	$0,83 \pm 0,08$	$1,11 \pm 0,08$	$<0,001^*$
PSd	$3,19 \pm 0,21$	$3,88 \pm 0,07$	$<0,001^*$
PSb	$2,22 \pm 0,11$	$2,72 \pm 0,30$	$<0,001^*$
LTb	$0,39 \pm 0,05$	$0,47 \pm 0,03$	$<0,001^*$
LBb	$0,21 \pm 0,02$	$0,29 \pm 0,03$	$<0,001^*$

PT: Panjang tubuh; LT: Lebar toraks; LFd: Lebar *flagelomer* kedua; LJM: Lebar jarak antar mata; LG: Lebar *gena*; JM: Jarak malar; PM: Panjang *mesonotum*; PP: Panjang *propodeum*; PSd: Panjang sayap depan dengan *tegula*; PSb: Panjang sayap belakang; LTb: Lebar *tibia* belakang; LBb: Lebar *basitarsus* belakang. Tanda (*) menunjukkan ada pengaruh yang signifikan dengan nilai $P < 0,05$.

Tabel 4. Perbandingan parameter morfometrik dari *Tetragonula fuscobalteata* antar pulau

Parameter morfometrik (mm)	Pulau (Rerata ± SB)					Nilai P (Uji Kruskal Wallis)
	PSe	PA	PH	PSa	PN	
PT	3,21 ± 0,38	3,00 ± 0,21	3,12 ± 0,19	3,00 ± 0,26	2,86 ± 0,17	<0,001*
LT	1,34 ± 0,13	1,41 ± 0,02	1,45 ± 0,02	1,40 ± 0,04	1,38 ± 0,03	<0,001*
LFd	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01	<0,001*
LJM	1,01 ± 0,03	1,03 ± 0,01	1,04 ± 0,02	1,02 ± 0,02	1,01 ± 0,02	<0,001*
LG	0,22 ± 0,04	0,20 ± 0,05	0,22 ± 0,03	0,22 ± 0,03	0,23 ± 0,02	0,131
JM	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,00	<0,001*
PM	1,15 ± 0,09	1,14 ± 0,07	1,21 ± 0,05	1,19 ± 0,05	1,18 ± 0,03	<0,001*
PP	0,83 ± 0,09	0,88 ± 0,05	0,86 ± 0,03	0,84 ± 0,06	0,72 ± 0,03	<0,001*
PSd	3,09 ± 0,34	3,23 ± 0,11	3,29 ± 0,08	3,24 ± 0,08	3,17 ± 0,07	<0,001*
PSb	2,21 ± 0,17	2,23 ± 0,07	2,31 ± 0,04	2,22 ± 0,06	2,17 ± 0,05	<0,001*
LTb	0,34 ± 0,04	0,37 ± 0,03	0,41 ± 0,02	0,41 ± 0,03	0,46 ± 0,01	<0,001*
LBb	0,19 ± 0,02	0,21 ± 0,01	0,23 ± 0,02	0,22 ± 0,01	0,23 ± 0,01	<0,001*

Singkatan parameter morfometrik dan tanda (*) mengacu pada keterangan di Tabel 3. PSe: Pulau Seram; PA: Pulau Ambon; PH: Pulau Haruku; PSa: Pulau Saparua; PN: Pulau Nusalaut.

Tabel 5. Perbandingan parameter morfometrik dari *Tetragonula sapiens* antar pulau

Parameter morfometrik (mm)	Pulau (Rerata ± SB)			Nilai P (Uji Kruskal Wallis)
	PSe	PA	PH	
PT	3,73 ± 0,05	3,67 ± 0,11	3,62 ± 0,13	0,262
LT	1,81 ± 0,09	1,83 ± 0,04	1,76 ± 0,03	0,021*
LFd	0,14 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,631
LJM	1,08 ± 0,40	1,28 ± 0,02	1,26 ± 0,01	0,177
LG	0,30 ± 0,06	0,27 ± 0,04	0,32 ± 0,04	0,227
JM	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,090
PM	1,51 ± 0,13	1,45 ± 0,08	1,36 ± 0,05	0,045*
PP	1,21 ± 0,11	1,10 ± 0,04	1,04 ± 0,02	0,003*
PSd	3,90 ± 0,04	3,88 ± 0,09	3,87 ± 0,04	0,723
PSb	2,80 ± 0,61	2,73 ± 0,22	2,62 ± 0,05	0,506
LTb	0,47 ± 0,04	0,47 ± 0,03	0,48 ± 0,02	0,798
LBb	0,29 ± 0,02	0,28 ± 0,04	0,32 ± 0,01	0,072

Singkatan parameter morfometrik dan tanda (*) mengacu pada keterangan di Tabel 3. PSe: Pulau Seram; PA: Pulau Ambon; PH: Pulau Haruku.

spesies digambarkan pada grafik NMDS dengan adanya pemisahan grup antara *T. fuscobalteata* dan *T. sapiens* (Gambar 3, ANOSIM, $P < 0,001$).

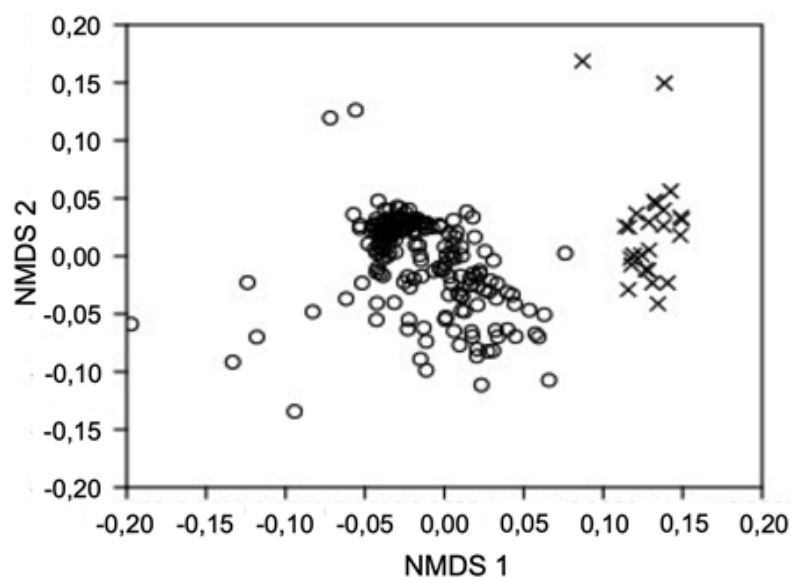
Sebaran koloni lebah tanpa sengat pada Kepulauan Maluku

Hasil penemuan sebaran koloni *T. fuscobalteata* dan *T. sapiens* dari penelitian ini menambah data sebaran spesies *Tetragonula* di Indonesia khususnya di Kepulauan Maluku (Tabel 6). Area persebaran *T. fuscobalteata* di Kepulauan Maluku lebih luas dibandingkan dengan *T. sapiens* (Gambar

4). *T. fuscobalteata* yang ditemukan sebanyak 40 total koloni pada lima pulau koleksi (Pulau Seram, Ambon, Haruku, Saparua, dan Nusalaut), sedangkan 5 koloni *T. sapiens* ditemukan di Desa Waesamu, Pulau Seram (koloni 5), Desa Hattu dan Desa Airlouw, Pulau Ambon (koloni 2, 4, dan 7) dan Desa Haruku, Pulau Haruku (koloni 1) (Tabel 1).

Perbandingan morfometrik spesies lebah tanpa sengat antar pulau

T. fuscobalteata yang ditemukan pada lima pulau (Pulau Seram, Ambon, Haruku, Saparua,



Gambar 3. Ordinasasi *non-metric multidimensional Scaling* (NMDS) pada *Tetragonula fuscobalteata* dan *T. sapiens* berdasarkan data pengukuran 12 karakter morfometrik (*stress* = 0,231). Tanda O menunjukkan *T. fuscobalteata* dan tanda X menunjukkan koloni *T. sapiens*.

Tabel 6. Sebaran spesies lebah tanpa sengat *Tetragonula* di Indonesia berdasarkan Sakagami et al. (1990) (x), Dollin et al. (1997) (o), Rasmussen (2008) (+), Kahono et al. (2018) (-), dan studi ini (s)

Nama spesies	Sumatera	Jawa	Kalimantan	Sulawesi	Maluku	Papua
<i>Tetragonula biroi</i> (Friese)						+ -
<i>T. clypearis</i> (Friese)				o	o -	o +
<i>T. drescheri</i> (Schwarz)	x + -	x + -	x + -			
<i>T. fuscobalteata</i> (Cameron)	x o + -	x	x o -	+ -	s	
<i>T. geissleri</i> (Cockerell)			x -			
<i>T. laeviceps</i> (Smith)	x o + -	x o + -	x + -	-	-	+
<i>T. melanocephala</i> (Gribodo)			x + -			
<i>T. melina</i> (Gribodo)	x + -		x + -			
<i>T. minangkabau</i> (Sakagami & Inoue)	x + -					
<i>T. reepeni</i> (Friese)	x + -		x -			
<i>T. sapiens</i> (Cockerell)					o + - s	o -
<i>T. sarawakensis</i> (Schwarz)			x -			

dan Nusalaut) memiliki variasi morfometrik yang berbeda-beda (Gambar 5, ANOSIM, $P < 0,001$). Koloni *T. fuscobalteata* yang ditemukan pada Pulau Seram (PSe) lebih tinggi variasinya dibandingkan dengan keempat pulau lainnya yang cenderung lebih mengelompok. Sebelas dari 12 parameter morfometrik (panjang tubuh, lebar toraks, lebar *flagelomer* kedua, lebar jarak antar mata, jarak malar, panjang *mesonotum*, panjang *propodeum*, panjang sayap depan, panjang sayap belakang, lebar *tibia* belakang, dan lebar *basitarsus* belakang) dari *T. fuscobalteata* menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar pulau (Tabel

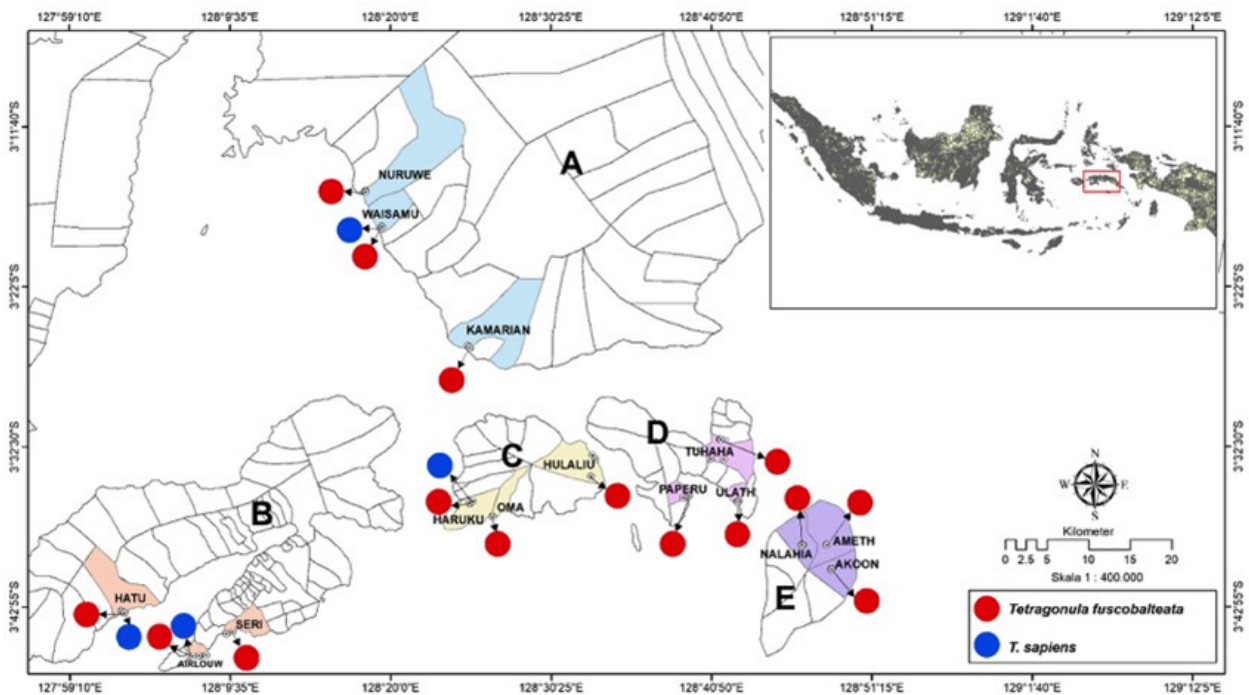
4, uji Kruskal Wallis, $P < 0,05$). Hanya parameter lebar *gena* (LG) *T. fuscobalteata* yang tidak menunjukkan perbedaan nyata antar pulau.

T. fuscobalteata pada Pulau Seram dan Pulau Ambon mempunyai hanya satu parameter morfometrik terbesar, berturut-turut panjang tubuh dan panjang *propodeum*. Tujuh parameter morfometrik (lebar toraks, lebar *flagelomer* kedua, lebar jarak antar mata, panjang *mesonotum*, panjang sayap depan, panjang sayap belakang dan lebar *basitarsus* belakang) dari *T. fuscobalteata* pada Pulau Haruku memiliki ukuran terbesar dibandingkan dengan keempat pulau lain. Ukuran

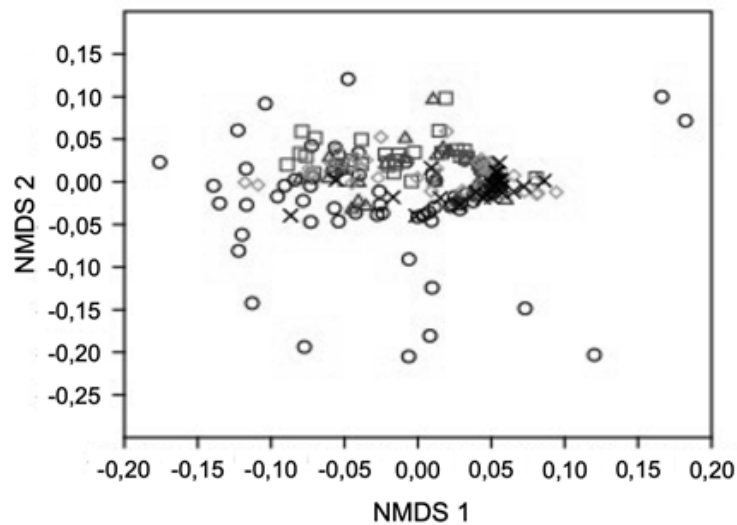
ketiga parameter morfometrik (jarak malar, lebar *tibia* belakang, dan lebar *basitarsus* belakang) pada Pulau Nusalaut lebih besar daripada pulau lain.

Similaritas karakter morfometrik *T. sapiens* terlihat lebih tersebar antar tiga pulau (Gambar 6, ANOSIM, $P < 0,05$). Hanya Pulau Haruku yang menunjukkan adanya pola berkumpul dengan similaritas yang tergolong lebih tinggi. Variasi morfometrik *T. sapiens* di Pulau Ambon lebih tinggi daripada koloni spesies yang sama pada

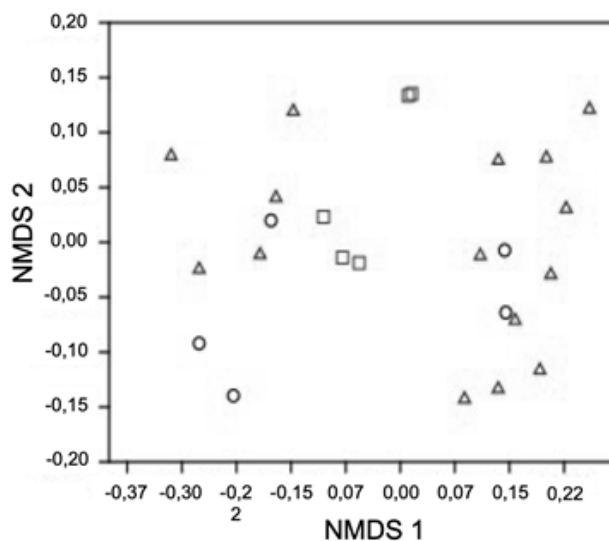
Pulau Seram dan Haruku. Hanya tiga parameter morfometrik (lebar toraks, panjang *mesonotum*, dan panjang *propodeum*) yang menunjukkan perbedaan yang nyata antara tiga pulau (Tabel 5, uji Kruskal Wallis, $P < 0,05$). Lebar toraks dari *T. sapiens* dengan ukuran terbesar ditemukan pada Pulau Ambon, sedangkan dua parameter morfometrik lainnya (panjang *mesonotum* dan panjang *propodeum*) ditemukan dengan ukuran paling besar pada *T. sapiens* di Pulau Seram.



Gambar 4. Sebaran spesies lebah tanpa sengat yang berasal dari Kepulauan Maluku. A: Pesisir Seram Barat; B: Pulau Ambon; C: Pulau Haruku; D: Pulau Saparua; dan E: Pulau Nusalaut.



Gambar 5. Ordinasi non-metric multidimensional scaling (NMDS) pada *Tetragonula fuscobalteata* di lima pulau berdasarkan data pengukuran 12 karakter morfometrik ($stress = 0,270$). O: Pulau Seram; Δ: Pulau Ambon; □: Pulau Haruku; ◇: Pulau Saparua; dan x: Pulau Nusalaut.



Gambar 6. Ordinasinya non-metric multidimensional scaling (NMDS) pada *Tetragonula sapiens* di tiga pulau berdasarkan data pengukuran 12 karakter morfometrik ($stress = 0,134$). O: Pulau Seram; Δ : Pulau Ambon; \square : Pulau Haruku.

PEMBAHASAN

Spesies lebah tanpa sengat yang ditemukan pada penelitian ini merupakan catatan penemuan persebaran terbaru untuk spesies *T. fuscobalteata* di Kepulauan Maluku. Selain itu, data ini memperlihatkan sebaran *T. fuscobalteata* dan *T. sapiens* secara spesifik pada Pulau Seram, Ambon, Haruku, Saparua, dan Nusalaut. Penemuan sebelumnya di Kepulauan Maluku tercatat ada tiga spesies, yaitu *T. clypearis*, *T. sapiens*, dan *T. laeviceps* (Dollin et al. 1997; Rasmussen 2008; Kahono et al. 2018), namun tidak tercatat secara spesifik persebaran di pulau-pulau di Maluku. Hanya *T. clypearis* dan *T. laeviceps* yang tercatat ditemukan di Pulau Ambon (Smith 1859; Dollin et al. 1997; Kahono et al. 2018). Penelitian ini menambahkan pengetahuan baru bahwa Kepulauan Maluku bukan hanya memiliki lebah tanpa sengat dari tiga spesies *T. clypearis*, *T. laeviceps*, dan *T. sapiens*, tetapi juga spesies *T. fuscobalteata* yang pada penelitian ini ditemukan di lima pulau. Hasil ini juga menambahkan sebaran distribusi dari *T. fuscobalteata* yang awalnya hanya tercatat di tiga pulau di Indonesia, yaitu Sumatra, Kalimantan, dan Sulawesi (Sakagami et al. 1990; Rasmussen 2008; Kahono et al. 2018) (Tabel 6). Selain itu, *T. sapiens* juga tidak hanya ditemukan di Pulau Ambon saja, tetapi dapat ditemukan di Pulau Seram dan Haruku sehingga menambah data sebaran lebah tanpa sengat di Kepulauan Maluku.

Karakter morfometrik panjang tubuh dari *T. fuscobalteata* di Pulau Seram ($3,21 \pm 0,38$ mm) dan Pulau Ambon ($3,00 + 0,21$ mm) berukuran lebih besar dibandingkan dengan koloni *T. fuscobalteata* di Pulau Sumatra dan Sulawesi, tetapi lebih kecil dari *T. fuscobalteata* di Pulau Kalimantan. Panjang tubuh pada *T. fuscobalteata* asal Sumatra, Kalimantan, dan Sulawesi secara berurutan berukuran 3, 3,60–3,64, dan $2,74 \pm 0,38$ (mm) (Sakagami et al. 1990; Kerisna et al. 2019; Sayusti et al. 2021). Berbeda halnya di pulau besar, variasi panjang tubuh *T. fuscobalteata* di Pulau Belitung lebih tinggi, yaitu berkisar 2,8–3,6 mm (Azizi et al. 2020). Hal ini menunjukkan bahwa panjang tubuh *T. fuscobalteata* Kepulauan Maluku memiliki perbedaan dengan *T. fuscobalteata* di pulau lain di Indonesia dengan rentang ukuran yang lebih kecil, yaitu 2,8–3,2 mm.

Panjang tubuh *T. sapiens* hasil penelitian ini berkisar 3,6–3,7 mm yang sama kisarannya dengan spesies yang sama di Sulawesi, yaitu $3,7 \pm 0,39$ mm (Sayusti et al. 2021). Hal yang menarik adalah rentang panjang tubuh *T. sapiens* di Australia lebih besar dibandingkan dengan di Kepulauan Maluku, yaitu 3,6–4,2 mm (Dollin et al. 1997). Selain panjang tubuh, ukuran panjang sayap depan *T. sapiens* di Maluku adalah 3,8–3,9 mm, yang masuk dalam rentang ukuran 3,5–4,5 mm pada referensi Dollin et al. (1997). Akan tetapi, panjang sayap depan *T. sapiens* di Kepulauan Maluku berukuran lebih kecil dibandingkan dengan di Australia dan

Pulau Solomon keduanya ada dalam rentang 4,2–4,5 mm (Dollin et al. 1997).

Ukuran tubuh individu dalam suatu spesies cenderung lebih kecil atau lebih besar bergantung pada sumber daya lingkungan spesies tersebut hidup sesuai dengan evolusi biologi yang terkait ekogeografi (Lokatis & Jeschke 2018). Hal tersebut berhasil dikemukakan menjadi suatu keteraturan yang disebut *island rule* atau *island effect*. Efek pulau pada hewan vertebrata dan avertebrata dapat menunjukkan perbedaan pola yang berbeda-beda. Hewan vertebrata (kadal dan tikus) di pulau umumnya berukuran lebih besar dibandingkan dengan pulau utama (Takada et al. 1994; Hernández-Salinas et al. 2014). Hal ini berbeda dengan yang ditunjukkan oleh beberapa hewan avertebrata yang tidak mengikuti keteraturan tersebut. Morfometrik populasi cacing Lumbricidae di Pulau Aland berbeda dengan populasinya di pulau utama (Estonia, Sweden, dan Findland). Hal ini terlihat pada morfometrik dua spesies cacing *Aporrectodea rosea*, *Octolasion tyrtaeum* yang lebih besar dari pulau utama (Terhivuo & Saura 1997). Ukuran panjang tubuh *Apis cerana* Fabricius lebih besar di pulau utama yang ukurannya lebih besar (Visayas-Mindanao) dibandingkan dengan pulau kecil di Filipina (Tilde et al. 2000). Pada penelitian ini, jika pulau Seram dikatakan sebagai pulau utama karena pulau terbesar di Kepulauan Maluku maka panjang tubuh dari *T. fuscobalteata* terbesar yang ditemukan di Pulau Seram memiliki pola, seperti ukuran panjang tubuh *A. cerana* di Filipina (Tilde et al. 2000). Fenomena yang menarik adalah variasi ukuran panjang tubuh *T. fuscobalteata* sangat tinggi, yaitu panjang tubuh *T. fuscobalteata* di Pulau Belitung dapat lebih kecil atau lebih besar dari pulau utama (Pulau Sumatra atau Pulau Kalimantan sebagai pulau utama) (Sakagami et al. 1990; Kerisna et al. 2019; Azizi et al. 2020). Perbedaan morfometrik panjang tubuh merupakan salah satu bentuk adaptasi lebah terhadap lingkungan (Gaston et al. 2008) yang dapat disebabkan oleh perbedaan lokasi dan sumber makanan (Hamid et al. 2016).

Panjang tubuh lebah tanpa sengat tersebut dapat menjadi salah satu cara sederhana dalam memilih spesies yang akan dibudidayakan (meliponikultur). Ukuran panjang tubuh lebah tanpa sengat yang besar dapat meningkatkan

jumlah produksi madu yang dihasilkan, seperti *H. itama* yang menghasilkan jumlah produksi madu, propolis, dan polen lebih banyak daripada *T. laeviceps* (Priawandiputra et al. 2020; Syafrizal et al. 2020). Perlu penelitian lebih lanjut mengenai hubungan antara karakter morfologi dan morfometrik terhadap parameter meliponikultur. Selain itu, faktor-faktor lainnya juga perlu diteliti, seperti kemampuan adaptasi spesies dan tumbuhan pakan.

Selain parameter panjang tubuh, nilai pengukuran masing-masing parameter morfometrik lainnya dari *T. fuscobalteata* dan *T. sapiens* dengan ukuran terbesar tidak hanya terpusat pada satu populasi pulau saja (Tabel 4 dan 5). Karakter panjang sayap depan dan sayap belakang *T. fuscobalteata* paling besar ditemukan di Pulau Haruku, sedangkan pada *T. sapiens* ditemukan pada Pulau Seram. Pola parameter morfometrik lain tidak memiliki kecenderungan yang sama dengan pola karakter morfometrik panjang tubuh. Populasi *A. cerana* di Pulau Palawan (Filipina) memiliki karakter morfometrik (panjang sayap dan tungkai) berbeda dan terpisah dari *A. cerana* di pulau lain, yaitu Luzon, Mindanao, dan Visayas (Tilde et al. 2000). Hal ini menunjukkan adanya variasi ukuran parameter morfometrik yang besar antar pulau.

Sebaran geografis yang luas pada *T. fuscobalteata* dapat menyebabkan tingginya variasi karakteristik morfometrik. Persebaran *T. fuscobalteata* dapat ditemukan di Thailand, Malaysia, dan Indonesia (Sakagami et al. 1990; Dollin et al. 1997; Kahono et al. 2018, Azizi et al. 2020). Variasi morfometrik *T. fuscobalteata* di Kepulauan Maluku adalah sangat tinggi terutama di Pulau Seram (PSe) yang merupakan pulau terbesar atau pulau utama di Kepulauan Maluku. Perbedaan karakter morfometrik pada spesies ini antar pulau lainnya menunjukkan adanya perbedaan cara adaptasi kondisi lingkungan di masing-masing pulau.

KESIMPULAN

Eksplorasi lebah tanpa sengat di Kepulauan Maluku berhasil menemukan dan mengidentifikasi dua spesies, yaitu *T. fuscobalteata* dan *T. sapiens*

dan memperjelas lokasi sebaran pada Pulau Seram, dan empat pulau kecil di sekitarnya, yaitu Pulau Ambon, Haruku, Saparua, dan Nusalaut. Penemuan ini menghasilkan catatan baru *T. fuscobalteata* di Kepulauan Maluku dan catatan penyebaran *T. sapiens* secara spesifik di kepulauan ini. *T. fuscobalteata* di Kepulauan Maluku memiliki panjang rata-rata $3,06 \pm 0,28$ (mm) lebih kecil dari *T. sapiens* dengan panjang rata-rata $3,67 \pm 0,11$ (mm). Data morfometrik antar *T. fuscobalteata* dan *T. sapiens* menunjukkan perbedaan nyata pada 12 parameter morfometrik ($P < 0,05$) dan memperlihatkan pemisahan kelompok berdasarkan analisis NMDS. Seluruh parameter morfometrik spesies *T. fuscobalteata*, kecuali lebar *gena* menunjukkan perbedaan nyata antar lima pulau ($P < 0,05$) dengan variasi tertinggi pada lebar tanpa sengat di pulau Seram (PSe). *T. sapiens* yang ditemukan di tiga pulau memiliki tiga parameter morfometrik yang berbeda nyata, yaitu lebar toraks, panjang *mesonotum*, dan panjang *propodeum*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari pendanaan oleh Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi di bawah skim penelitian HIBAH Kompetensi tahun 2017 (No. 011/SP2H/LT/DRPM/IV/2017) atas nama penulis korespondensi. Ucapan terima kasih disampaikan juga kepada para pihak yang telah mendukung proses sampling lebah tanpa sengat asal Kepulauan Maluku hingga proses penelitian di Divisi Biosistemika dan Ekologi Hewan, Departemen Biologi, FMIPA, IPB University.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizi MG, Priawandiputra W, Raffiudin R. 2020. Morphological identification of stingless bees from Belitung. *IOP Conference Series Earth & Environmental Science* 457:012011. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/457/1/012011>.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Maluku. 2015. Data Luas Wilayah di Maluku. Tersedia pada: <https://maluku.bps.go.id/>. [diakses 20 Februari 2020].
- Dollin AE, Dollin LJ, Sakagami SF. 1997. Australian stingless bees of the Genus *Trigona* (Hymenoptera: Apidae). *Invertebrate Taxonomy* 11:861–896. doi: <https://doi.org/10.1071/IT96020>.
- Gaston KJ, Chown SL, Evans KL. 2008. Ecogeographical rules: elements of a synthesis. *Journal of Biogeography* 35:483–500. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01772.x>.
- Hamid SA, Salleh MS, Thevan K, Hashim NA. 2016. Distribution and morphometrical variations of stingless bees (Apidae: Meliponini) in urban and forest areas of Penang Island, Malaysia. *Journal of Tropical Resources and Sustainable Science* 4:1–5.
- Hamilton W. 1979. Tectonics of the Indonesian region. *USGS Professional Paper* 1078: 345. doi: <https://doi.org/10.3133/pp1078>.
- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. 2009. PAST-Palaeontological Statistic ver 3.0. Tersedia pada: <http://folk.uio.no/ohammer/past>. [diakses 29 November 2018].
- Hernández-Salinas U, Ramírez-Bautista A, Pavón NP, Pacheco LFR. 2014. Morphometric variation in island and mainland populations of two lizard species from the Pacific Coast of Mexico. *Revista Chilena de Historia Natural* 87:21. doi: <https://doi.org/10.1186/s40693-014-0021-3>.
- Kahono S, Chantawannakul P, Engel MS. 2018. Social bees and the current status of beekeeping in Indonesia. Di dalam: Chantawannakul P, Williams G, Neumann P (Eds.) *Asian Beekeeping in the 21st Century*. Springer Verlag. hlm. 287–306. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-10-8222-1_13.
- Kerisna V, Diba F, Wulandari RC. 2019. Identifikasi jenis lebah *Trigona* spp. pada zona pemanfaatan hutan desa Menua Sadap Kecamatan Embaloh Hulu Kabupaten Kapuas Hulu. *Jurnal Tengawang* 9:82–91.
- Laksono P, Raffiudin R, Juliandi B. 2020. Stingless bees *Tetragonula laeviceps* and *T. aff. biroi*: geometric morphometry analysis of wing venation variations. *IOP Conference Series Earth & Environmental Science* 457:012084. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/457/1/012084>.
- Lohman DJ, Bruyn MD, Page T, Rintelen KV, Hall R, Ng PKL, Shih HT, Carvalho GR, Rintelen TV. 2011. Biogeography of the Indo-Australian archipelago. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 42:205–26. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102710-145001>.
- Lokatis S, Jeschke JM. 2018. The island rule: An assessment of biases and research trends. *Journal*

- of *Biogeography* 45:289–303. doi: <https://doi.org/10.1111/jbi.13160>
- Miconos. 2021. Panduan Singkat Penggunaan Image Raster. Tersedia pada: <https://www.miconos.co.id/p/tutorial.html>. [diakses 12 Mei 2021].
- Patmawidjaya T, Subagyo. 2014. Penelitian gaya berat dan geomagnet kepulauan Aru, cekungan wokam. *Jurnal Geologi Kelautan* 12:1–14. doi: <https://doi.org/10.32693/jgk.12.1.2014.241>.
- Priawandiputra W, Azizi MG, Rismayanti, Djakaria KM, Wicaksono A, Raffiudin R, Atmowidi T, Buchori D. 2020. *Panduan Budi Daya Lebah Tanpa Sengat (Stingless bees) di Desa Perbatasan Hutan: Studi di Lubuk Bintialo dan Pangkalan Bulian, Sumatera Selatan*. Bogor: ZSL Indonesia.
- Rasmussen C. 2008. Catalog of the Indo-Malayan/Australasian stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Zootaxa* 1935:1–80. doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1935.1.1>.
- Roubik DW. 1983. Nest and colony characteristics of stingless bees from Panama. *Journal of the Kansas Entomological Society* 56:327–355. doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511574641>.
- Roubik DW. 1989. *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. New York: Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511574641>.
- Sakagami SF, Inoue T, Salmah S. 1990. Stingless bees of central Sumatra. Di dalam: Sakagami SF, Ohgushi R, Roubik DW (Eds.) *Natural History of Social Wasps and Bees in Equatorial Sumatra*. hlm: 125–137. Sapporo: Hokkaido Univ Press.
- Sayusti T, Raffiudin R, Kahono S. 2021. 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 F. 1859. Catalogue of Hymenopterous insects collected by Mr. A. R. Wallace at the Islands of Aru and Key. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society, Zoology* 3:132–178. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1859.tb00077.x>.
- Smith DR. 2012. Key to workers of Indo-Malayan stingless bees. *For use in the Stingless bees Workshop* 1:1–42.
- Syafrizal, Ramadhan R, Kusuma IW, Egra S, Shimizu K, Kanzaki M, Arung ET. 2020. Diversity and honey properties of stingless bees from meliponiculture in East and North Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas* 21:4623–4630. doi: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211021>.
- Takada Y, Yamada H, Tateishi T. 1994. Morphometric variation of Japanese wild mice on islands. *Journal of the Mammalogical Society of Japan* 19:113–128.
- Terhivuo J, Saura A. 1997. Island biogeography of North European parthenogenetic Lumbricidae: I. Clone pool affinities and morphometric differentiation of Åland Populations. *Ecography* 20:185–196. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1997.tb00361.x>.
- Tilde CA, Fuchs S, Koeniger N, Cervancia CR. 2000. Morphometric diversity of *Apis cerana* Fabr. within the Phillipines. *Apidologie* 31:249–263. doi: <https://doi.org/10.1051/apido:2000120>.
- Wikramanayake E, Dinerstein E, Loucks CJ. 2001. *Terrestrial Ecoregion of the Indo-pacific*. Washington DC: Island Press.