

ABSTRAK

PERBANDINGAN MORFOLOGI DAN MORFOMETRIK *Apis cerana* DI DESA UIBOA KECAMATAN SEMAU SELATAN KABUPATEN KUPANG DAN DESA KABUNA KECAMATAN KAKULUK MESAK KABUPATEN BELU

Fransiska Elenora S. Asde, Dr. Ir. Alfred O. M. Dima M.Si¹, Ike Septa Muktyawati, S.Si, M.Sc²

Apis cerana merupakan lebah madu asli Asia yang berperan sebagai serangga penyerbuk dan mampu beradaptasi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Perbedaan ketinggian tempat diduga memengaruhi karakter morfologi dan morfometrik lebah. Penelitian ini bertujuan membandingkan morfologi dan morfometrik *Apis cerana* di Desa Uiboa (40 mdpl) dan Desa Kabuna (600 mdpl). Penelitian menggunakan metode kuantitatif komparatif terhadap 60 ekor lebah *Apis cerana* dari enam koloni. Karakter morfologi diamati menggunakan mikroskop stereo, sedangkan 20 karakter morfometrik diukur menggunakan Software ImageJ. Data dianalisis dengan Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) dan Principal Component Analysis (PCA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter morfologi kedua populasi relatif sama, sedangkan karakter morfometriknya berbeda nyata ($p < 0,05$). Lebah dari Desa Kabuna memiliki ukuran tubuh lebih besar pada sebagian besar karakter dibandingkan lebah dari Desa Uiboa. Analisis PCA menunjukkan bahwa panjang antena, panjang tibia, panjang abdomen, lebar kepala, dan panjang toraks merupakan karakter utama yang membedakan kedua populasi. Perbedaan tersebut diduga merupakan bentuk adaptasi terhadap perbedaan ketinggian dan kondisi lingkungan habitat.

Kata Kunci: *Apis cerana*, Morfologi, Morfometrik, MANOVA, PCA

1. Pembimbing 1
2. Pembimbing 2

ABSTRACT

COMPARISON OF MORPHOLOGY AND MORPHOMETRY OF *Apis cerana* IN UIBOA VILLAGE, SEMAU SELATAN SUBDISTRICT, KUPANG REGENCY, AND KABUNA VILLAGE, KAKULUK MESAK SUBDISTRICT, BELU REGENCY

Fransiska Elenora S. Asde, Dr. Ir. Alfred O. M. Dima M.Si¹, Ike Septa

Muktyawati, S.Si, M.Sc²

Apis cerana is a honeybee native to Asia that serves as a pollinator and is capable of adapting to various environmental conditions. Differences in elevation are thought to influence the morphological and morphometric characteristics of these bees. This study aimed to compare the morphology and morphometry of *Apis cerana* in Uiboa Village (40 m above sea level) and Kabuna Village (600 m above sea level). The study employed a comparative quantitative method involving 60 *Apis cerana* bees from six colonies. Morphological traits were observed using a stereo microscope, while 20 morphometric traits were measured using ImageJ software. The data were analyzed using Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) and Principal Component Analysis (PCA). The results showed that the morphological characteristics of the two populations were relatively similar, whereas their morphometric characteristics differed significantly ($p < 0.05$). Bees from Kabuna Village had larger body sizes for most characteristics compared to those from Uiboa Village. PCA analysis indicated that antenna length, tibia length, abdomen length, head width, and thorax length were the primary characteristics distinguishing the two populations. These differences are thought to represent adaptations to differences in elevation and habitat conditions.

Keywords: *Apis cerana*, Morphology, Morphometry, MANOVA, PCA.

1. Advisor 1

2. Advisor 2

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas hikmat dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Penelitian dengan judul **“Perbandingan Morfologi Dan Morfometrik *Apis Cerana* Di Desa Uiboa Kecamatan Semau Selatan Kabupaten Kupang Dan Desa Kabuna Kecamatan Kakuluk Mesak Kabupaten Belu”** ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan proposal penelitian ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis mengucapkan limpah terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Philiphi de Rozari, S.Si.,M. Ph.D selaku Plt Dekan Fakultas Sains dan Teknik.
2. Ibu Andriani Ninda Momo, S.Si, M.P selaku Kordinator Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknik beserta staf yang telah membantu.
3. Bapak Dr. Ir. Alfred O. M. Dima M.Si sebagai pembimbing 1 dan Ibu Ike Septa Muktyawati, S.Si, M.Sc sebagai pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam penyusunan proposal penelitian ini.
4. Ibu Dr. Ir. Joice Jusmiaty Bana, M.Si sebagai ketua penguji, Bapak Vinsensius Manek Ati S.Pt., M.Si sebagai sekretaris penguji dan Ibu Kristina Moi Nono, S.Si, M.Si sebagai anggota penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan masukan demi kesempurnaan proposal penelitian ini.
5. Seluruh staf dosen Program Studi Biologi yang telah memberikan bekal pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kuliah sehingga dapat diaplikasikan dalam penyelesaian penulisan proposal penelitian ini.

6. Seluruh staf kependidikan di lingkungan FST Undana, yang telah membantu kelancaran pengurusan administrasi terkait penyelesaian penulisan proposal penelitian.
7. Orang tua: Bapak Dominggus Edu, Ibu Herlina Klau, kakak Satria Edu dan adik Chelsea Asde untuk cinta dan kasih sayang yang tiada hentinya selalu mendoakan, mendukung dan memberi motivasi penuh kepada penulis untuk tetap bersemangat dalam menyelesaikan pendidikan S1.
8. Orang-orang terkasih yang selalu memberikan motivasi Lidya, dan Erick Ebe yang selama ini telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal penelitian ini.
9. Teman-teman seperjuangan BIGFORA yang selalu memberi semangat dan motivasi, serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan proposal penelitian ini.

Semoga Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan proposal penelitian ini. Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang berguna dan bermanfaat demi kesempurnaan proposal penelitian ini.

Kupang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERUNTUKAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.1.1 Lebah <i>Apis cerana</i>	4
2.1.2 Morfologi <i>Apis cerana</i>	4
2.1.3 Habitat lebah <i>Apis cerana</i>	7
2.1.4 Morfometrik <i>Apis cerana</i>	7
2.1.5 Pakan lebah <i>Apis cerana</i>	8
2.2 Penelitian Relevan	10
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu Dan Tempat	20
3.2 Alat Dan Bahan	20
3.3 Desain Penelitian	21
3.4 Prosedur kerja	21
3.4.1 Tahap I Persiapan	21
3.4.2 Tahap II Pengambilan Sampel Di Lokasi Penelitian	21
3.4.3 Tahap III Pengawetan Kering Sampel Lebah <i>Apis cerana</i>	22
3.4.4 Tahap VI Identifikasi Morfologi Lebah <i>Apis cerana</i> Di Laboratorium Dengan Menggunakan Mikroskop Setreo	22
3.4.5 Tahap V Mengukur Morfometrik Lebah <i>Apis cerana</i> Menggunakan Software ImageJ	25
3.5 Variabel Penelitian	25
3.6 Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PENELITIAN	32

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	.....	32
4.1.1 Jenis Tumbuhan Pada Desa Uiboa	.....	33
4.1.2 Jenis Tumbuhan Pada Desa Kabuna	.....	36
4.2 Perbandingan Morfologi <i>Apis Cerana</i> Di Desa Uiboa Dan Desa Kabuna	.....	39
4.3 Perbandingan Morfometrik <i>Apis Cerana</i> Di Desa Uiboa Dan Desa Kabuna	.....	49
4.4 Hasil Uji MANOVA	.....	56
4.5 HASIL Analisis Komponen Utama (PCA)	.....	58
4.6 Persamaan Komponen Utama	.....	61
BAB V PENUTUP	.....	63
5.1 Kesimpulan	.....	63
DAFTAR PUSTAKA	.....	64
LAMPIRAN	.....	69

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.2	Penelitian Relevan	10
Tabel 4.1	Kondisi ekologis Desa Uiboa dan Desa Kabuna	32
Tabel 4.2	Nilai rata rata dan nilai standar deviasi lebah <i>Apis cerana</i>	55
Tabel 4.3	Hasil Uji MANOVA Untuk Faktor Lokasi	57
Tabel 4.4	Eigenvalue, proporsi variansi dan kumulatif variansi 8 komponen utama (PC1) dari PCA morfometrik lebah <i>Apis cerana</i>	58
Tabel 4.5	Nilai loading eigenvector pada PC1 untuk 20 karakter morfometrik <i>Apis cerana</i>	59
Tabel 4.6	Persamaan PC1	61

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Morfologi lebah <i>Apis cerana</i>	5
Gambar 2.2	Anatomi lebah <i>Apis cerana</i>	7
Gambar 3.1	Lokasi penelitian	20
Gambar 3.2	Sketsa morfologi <i>Apis cerana</i>	24
Gambar 3.3	Sketsa morfometrik <i>Apis cerana</i>	25
Gambar 4.1	Lokasi penelitian pengambilan stup sampel <i>Apis cerana</i>	32
Gambar 4.2	<i>Gliricidia sepium</i>	35
Gambar 4.3	<i>Anacardium occidentale</i> dan <i>Ceiba pentandra</i>	37
Gambar 4.4	Pengamatan kepala lebah <i>Apis cerana</i> Desa Uiboa dan Desa Kabuna	40
Gambar 4.5	Pengamatan pada mata majemuk Desa uiboa dan Desa Kabuna	41
Gambar 4.6	Pengamatan pada antena lebah Desa Uiboa dan Desa Kabuna	42
Gambar 4.7	Pengamatan pada toraks sampel Desa Uiboa dan Desa Kabuna	43
Gambar 4.8	Pengamatan pada sayap depan sampel Desa Uiboa dan Desa.	44
Gambar 4.9	Pengamatan pada sayap belakang sampel Desa Uiboa dan Desa.	44
Gambar 4.10	Pengamatan pada femur, tibia, metatarsus pada Desa uiboa dan Desa Kabuna	45
Gambar 4.11	Pengamatan pada Abdomen sampel Desa Uiboal dan Desa Kabuna	46
Gambar 4.12	Pengamatan pada alat sengat lebah <i>Apis ceran</i> Desa Uiboa. dan Desa Kabuna	48
Gambar 4.13	Hasil score plot PCA	60

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1	Pengambilan sampel lebah <i>Apis cerana</i> di lokasi penelitian Desa Uiboa dan Desa Kabuna	70
Lampiran 2	Pengamatan morfologi sampel lebah <i>Apis cerana</i> di Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknik Undana	71
Lampiran 3	Jenis tumbuhan di Desa Uiboa dan Desa Kabuna	73
Lampiran 4	Pengukuran morfometrik lebah <i>Apis</i> <i>cerana</i> dengan menggunakan software ImageJ	74
Lampiran 5	Tabel data menta dari Software ImageJ kemudian di pindakan ke Excel dan di olah menggunakan Software Minitab 22	74
Lampiran 6	Tabel data morfometrik yang di olah menggunakan Software Minitab 22	75
Lampiran 7	Tabel hasil MANOVA	85
Lampiran 8	Tabel hasil data PCA	85
Lampiran 9	Tabel data statistik dataran rendah Desa Uiboa	90
Lampiran 10	Tabel data statistik dataran tinggi Desa Kabuna	92

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

±	Kurang lebih
%	Persen
>	Lebih besar dari
<	Lebih kecil dari
=	Sama dengan
P	Nilai probabilitas (signifikansi statistik)
PC1	Komponen Utama 1 (Principal Component 1)
PC2	Komponen Utama 2 (Principal Component 2)
PC3	Komponen Utama 3 (Principal Component 3)
mm	Milimeter
m	Meter
PCA	Principal Component Analysis
MANOVA	Multivariate Analysis of Variance
GPS	Global Positioning System
Mdpl	Meter di atas permukaan laut

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lebah adalah sekelompok besar serangga yang dikenal karena hidupnya berkelompok. Lebah termasuk dalam suku Apidae (Ordo Hymenoptera atau serangga bersayap selaput) di dunia terdapat kira-kira 20.000 spesies lebah dan dapat ditemukan di setiap benua, kecuali Antartika (Saepudin *dkk.* 2021). Menurut Rahmad (2021) Indonesia mempunyai lima jenis lebah madu, yaitu *Apis andreniformis*, *Apis dorsata*, *Apis cerana*, *Apis koschevnikovi* dan *Apis nigrocincta*. Lebah madu *Apis cerana* merupakan lebah madu asli Asia yang menyebar dari Afganistan, China sampai Jepang. *Apis cerana* merupakan jenis lebah madu yang menyebar di seluruh wilayah Indonesia. Jenis lebah madu *Apis cerana* banyak dikembangkan, karena sangat mudah beradaptasi dan memiliki potensi budidaya yang sangat besar. *Apis cerana* dapat dikembangkan di dataran rendah, dataran sedang maupun dataran tinggi (Qu *et al.*, 2025).

Lebah *Apis cerana* memperoleh sumber pakan dari tanaman sayuran, buah, tanaman industri, tanaman hutan. Pakan tersebut berupa sari bunga (polen) dan nektar seperti, aren (*Arenga pinnata*), kelapa (*Cocos nucifera*), akasia (*Acacia mangium*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*), karet, durian, jambu, mangga, serbuk sari dominan dari kelapa, akasia, pepaya, alpukat, family *Asteraceae/Malvaceae* (Purnamasari *dkk.* 2022).

Morfologi *Apis cerana* adalah cabang ilmu yang mempelajari bentuk, struktur, warna, dan susunan bagian tubuh lebah madu Asia (*Apis cerana*) secara kualitatif. Pengamatan morfologi meliputi karakter-karakter yang dapat diamati secara visual, seperti bentuk kepala, mata majemuk, antena, mandibula, toraks, sayap, kaki, abdomen, alat sengat, serta warna dan corak tubuh. Analisis morfologi digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik spesies, mengetahui variasi antarpopulasi, dan memahami adaptasi lebah terhadap kondisi lingkungan. Morfometrik *Apis cerana* adalah metode pengukuran kuantitatif terhadap ukuran bagian-bagian tubuh lebah madu Asia

(*Apis cerana*) untuk menganalisis variasi bentuk dan ukuran tubuh secara objektif. Morfometrik *Apis cerana* adalah metode pengukuran kuantitatif terhadap ukuran bagian-bagian tubuh lebah madu Asia (*Apis cerana*) untuk menganalisis variasi bentuk dan ukuran tubuh secara objektif (Anaktototy et al., 2021)

Ketinggian tempat merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap karakter morfologi lebah, karena dapat mempengaruhi siklus hidup dan perkembangannya. Hal tersebut diakibatkan kondisi iklim yang meliputi suhu, kelembaban, intensitas curah hujan, kecepatan angin dan intensitas cahaya matahari (Joice J.I. Rompas, dkk 2023). Faktor-faktor lingkungan tersebut dapat mendorong adaptasi morfologi pada lebah, misalnya perbedaan ukuran tubuh, panjang sayap, lebar toraks, atau panjang kaki (Ferdyan et al., 2021). Lebah yang hidup di daerah dengan ketinggian lebih tinggi cenderung memiliki sayap yang lebih panjang atau tubuh yang lebih besar untuk membantu efisiensi terbang di udara yang lebih dingin dan lebih tipis, sedangkan lebah di dataran rendah sering menunjukkan ukuran tubuh yang relatif lebih kecil dengan karakter morfologi yang menyesuaikan suhu yang lebih hangat (Jayuli, dkk 2020).

Di Desa Uiboa Kecamatan Sema Selatan Kabupaten Kupang berada di dataran rendah dengan lingkungan pantai yang kering, dan panas dengan curah hujan rendah serta dominasi vegetasi savana seperti lontar, kelapa, asam, gamal, dan semak kering. Kondisi ini sering menyebabkan lebah *Apis cerana* harus beradaptasi dengan ketersediaan nektar yang terbatas dan suhu tinggi. Sebaliknya, di Desa Kabuna, Kecamatan Kakuluk Mesak, Kabupaten Belu, berada pada ketinggian yang memberikan iklim lebih sejuk dan habitat sedikit lebih hijau dengan vegetasi berupa kebun rakyat, tanaman budidaya seperti jambu mete, kelapa, pisang, serta pohon berbunga pada musim pada musim hujan (Mooy, 2020).

Oleh karena itu peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul Perbandingan Morfologi pada *Apis Cerana* di Desa Uiboa Kecamatan Sema Selatan Kabupaten Kupang dan Desa Kabuna Kecamatan Kakuluk Mesak

Kabupaten Belu mengingat kedua daerah tersebut memiliki ketinggian habitat yang berbeda dengan kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi morfologi tubuh serta karakter morfometrik lebah *Apis cerana* yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang dapat diambil dalam penelitian ini yaitu

1. Bagaimana Perbandingan Morfologi *Apis cerana* di Desa Uiboa Kecamatan Semau Selatan Kabupaten Kupang dan Desa Kabuna Kecamatan Kakuluk Mesak Kabupaten Belu ?
2. Bagaimana perbandingan morfometrik *Apis cerana* Desa Uiboa Kecamatan Semau Selatan Kabupaten Kupang dan Desa Kabuna Kecamatan Kakuluk Mesak Kabupaten Belu?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian yang dapat diambil yaitu

1. Mengetahui perbandingan Morfologi *Apis cerana* Desa Uiboa Kecamatan Semau Selatan Kabupaten Kupang dan Desa Kabuna Kecamatan Kakuluk Mesak Kabupaten Belu
2. Mengetahui perbandingan Morfometrik *Apis cerana* Desa Uiboa Kecamatan Semau Selatan Kabupaten Kupang dan Desa Kabuna Kecamatan Kakuluk Mesak Kabupaten Belu

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian adapun manfaat yang dapat diambil yaitu

1. Menambah literatur ilmiah terkait morfologi dan morfometri lebah *Apis cerana*, khususnya Desa Uiboa dan Desa Kabuna.
2. Menjadi acuan untuk memahami pengaruh faktor lingkungan terhadap variasi morfologi dan morfometrik pada *Apis cerana*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

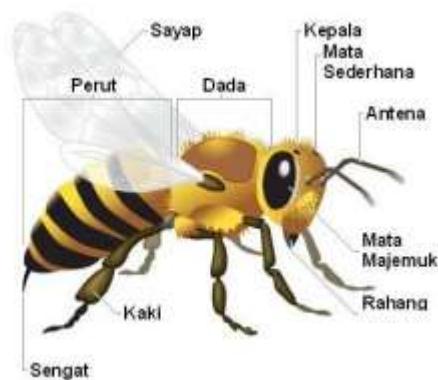
2.1.1 Lebah *Apis cerana*

Indonesia termasuk negara beriklim tropis dan memiliki keanekaragaman jenis flora dan fauna. Salah satu keanekaragaman fauna yang dimiliki adalah lebah madu. Lebah madu *Apis cerana* adalah salah satu lebah madu asli Asia yang banyak dibudidayakan masyarakat Indonesia karena memiliki daya adaptasi yang tinggi, serta tidak mudah terserang hama dan penyakit (Ghosh *et al.* 2020). Lebah *Apis cerana* beradaptasi dengan berbagai zona iklim seperti hutan hujan tropis, sabana kering, padang rumput, hingga taiga, dan sering membangun sarang di rongga pohon, celah batu, gua, atau struktur buatan. (Shullia *et al.* 2024). *Apis cerana* sangat bergantung kepada bunga yang ada pada sekeliling koloni *Apis cerana* yang memperlihatkan variasi ukuran tubuh, produktivitas, dan perilaku menurut kondisi dimana ia bermukim, terutama dari segi latitud (garis lintang) dan altitut (ketinggian dari permukaan) (Muhsinin & Herlambang, 2025).

2.1.2 Morfologi dan Anatomi *Apis cerana*

1. Morfologi *Apis cerana*

Tubuh lebah madu terdiri dari tiga bagian utama, yaitu kepala (caput), dada (thorax) dan perut (abdomen). Seperti halnya insekta lebah tidak mempunyai kerangka internal tempat otot bertaut, tetapi sebagai penggantinya adalah penutup tubuh eksternal yang mengandung Chitin dan menutupi organ dalam (Widiyanto *dkk.* 2023).



Gambar 2.1 Morfologi Lebah *Apis cerana* (Widiyanto, 2023)

2. Anatomi *Apis cerana*

Anatomi lebah madu dalam hal ini meliputi sistem pencernaan, sistem penginderaan, dan sistem reproduksi. Sistem pencernaan pada lebah madu berturut-turut adalah: mulut, oesofagus, kantong madu, proventriculus, ventriculus, usus halus, usus besar, colon dan rectum. Sistem penginderaan pada lebah madu meliputi indera penglihat, indera pencium dan indera peraba. Dalam hal sistem reproduksi, organ reproduksi yang berkembang sempurna pada lebah hanya pada lebah jantan dan ratu. Seekor lebah ratu dewasa yang produktif dapat menelurkan 1000-2000 sel telur per hari (Widiyanto *dkk.* 2023). Anatomi lebah madu terdiri dari tiga bagian :

a. Kepala (*caput*) ·

Kepala berbentuk segitiga, mengemban berbagai fungsi organ yaitu mata, antena dan mulut. Mata lebah ada dua macam :

- a) Mata majemuk (*compound eyes*) yang berfungsi untuk melihat jarak jauh,
- b) Mata sederhana (*ocelli*) yang berfungsi untuk melihat jarak dekat. ·
- c) Antena ada dua buah , berfungsi sebagai organ peraba. ·
- d) Mulut lebah terdiri dari sepasang pemotong benda keras (*mandibula*) dan lidah (*probosa*), untuk menghisap cairan seperti nektar dan air.

b. Dada (*thorax*).

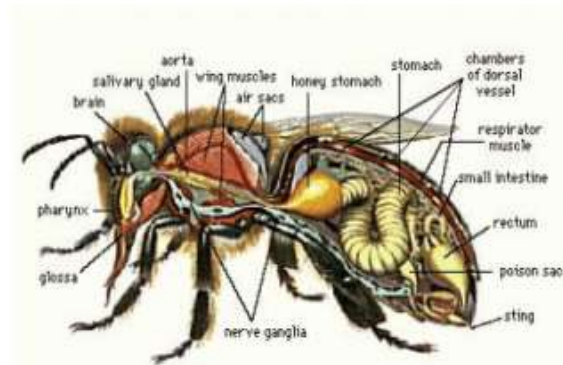
Dada adalah pusat pergerakan, mengemban 3 pasang kaki dan 2 pasang sayap, terdiri dari 4 segmen yaitu :

- a) Dada depan (*prothorax*), menopang sepasang kaki utama.
- b) Dada tengah (*mesothorax*), bagian terbesar yang menopang sepasang kaki tengah dan sepasang sayap.
- c) Dada belakang (*metathorax*), menopang sepasang kaki belakang dan sepasang sayap. Modifikasi khusus lebah pekerja pada kaki belakang yang memungkinkan lebah membawa pollen.
- d) *Propoeum*, bagian belakang dada.

c. Perut (*abdomen*)

Perut lebah merupakan bagian yang penting dari proses pencernaan dan pengolahan berbagai materi, diantaranya nektar. Perut lebah terdiri dari:

- a) Kantong nektar, ini dihubungkan dengan perut lebah oleh suatu kelep yang dapat menahan mengalirnya nektar tersebut kedalam perut. Pada bagian ini nektar diproses menjadi madu.
- b) Kelenjar malam, yang merubah madu menjadi kelenjar yang dikeluarkan dari bagian bawah perut
- c) Kantong Madu, tempat menyimpan madu
- d) Sengat lebah



Gambar 2.2 Anatomi lebah *Apis cerana* (Widiyanto, 2023)

2.1.3 Habitat Lebah *Apis cerana*

Apis cerana, atau lebah madu Asia, memiliki habitat asli yang tersebar luas di benua Asia. Secara spesifik, habitat asli *Apis cerana* meliputi hutan-hutan, terutama hutan-hutan di wilayah Asia Tenggara, Asia Selatan, dan Asia Timur. Hutan menyediakan berbagai macam sumber makanan berupa nektar dan serbuk sari dari berbagai jenis tumbuhan. Selain itu, lubang-lubang pohon dan celah-celah di bebatuan menjadi tempat yang ideal bagi *Apis cerana* untuk membangun sarang mereka (Hikmah *et al.*, 2021). *Apis cerana* dapat beradaptasi dengan lingkungan permukiman manusia. Mereka dapat membuat sarang di atap rumah, dinding bangunan, atau tempat-tempat yang terlindungi lainnya. Secara umum, *Apis cerana* adalah lebah yang sangat adaptif dan dapat hidup di berbagai jenis habitat. Kemampuan adaptasi ini memungkinkan mereka untuk tersebar luas di seluruh benua Asia (Lamerkabel, 2021).

2.1.4 Morfometrik Lebah *Apis cerana*

Apis cerana merupakan lebah madu asli Asia yang memiliki penyebaran luas mulai dari India, Tiongkok, Asia Tenggara hingga Indonesia. Luasnya wilayah persebaran tersebut menyebabkan spesies ini menunjukkan variasi morfometrik yang cukup tinggi sebagai bentuk adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang berbeda, seperti ketinggian tempat, suhu, kelembapan, jenis vegetasi, serta ketersediaan sumber pakan. Variasi tersebut tidak hanya tampak pada ukuran tubuh secara keseluruhan, tetapi juga pada ukuran bagian-bagian tubuh tertentu, seperti kepala, antena,

sayap, toraks, abdomen, tungkai, dan alat sengat (Bonatti and Rajankar 2020).

Morfometrik merupakan metode pengukuran kuantitatif terhadap ukuran dan proporsi bagian-bagian tubuh organisme yang digunakan untuk menggambarkan variasi fenotip, mengidentifikasi populasi, serta mengetahui hubungan antara karakter morfologi dengan faktor lingkungan. Pada serangga, analisis morfometrik menjadi salah satu pendekatan yang banyak digunakan karena mampu memberikan data yang objektif mengenai ukuran tubuh yang dapat dianalisis secara statistik. Pada lebah madu, morfometrik dimanfaatkan untuk membedakan populasi, mengidentifikasi subspecies, mengevaluasi variasi geografis, serta mengkaji proses adaptasi terhadap lingkungan (Francoy *et al.*, 2021)

2.1.5 Pakan lebah *Apis cerana*

Pakan lebah terdiri atas dua jenis utama, yaitu nektar dan serbuk sari, tetapi ada juga sumber pakan tambahan lain yang sangat penting bagi pertumbuhan koloni (Purnamasari *dkk.*, 2022).

1. Nektar (Sumber Energi Karbohidrat)

Nektar adalah cairan manis yang dihasilkan oleh kelenjar nektarium pada bunga. Fungsinya untuk lebah:

- a. Sumber energi utama bagi lebah pekerja
- b. Bahan baku pembuatan madu
- c. Mendukung aktivitas terbang, mencari makan, dan mempertahankan suhu koloni

2. Tanaman penghasil nektar yang disukai *Apis cerana*:

- a. Kelapa (*Cocos nucifera* L)
- b. Lontar (*Borassus flabellifer*)
- c. Gamal (*Gliricidia sepium*)
- d. Jambu mete (*Anacardium occidentale*)
- e. Mangga (*Mangifera indica*)
- f. Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

- g. Bunga semak pesisir (misalnya kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*), bunga liar savana)
 - h. Rumput berbunga (seperti ilalang yang menghasilkan sedikit nektar)
3. Pollen / Serbuk Sari (Sumber Protein)
- a. Pollen adalah sumber protein , sangat penting untuk. Tanaman sumber pollen:
 - b. Bunga rumput-rumputan (*Poaceae*)
 - c. Bunga kelapa (*Cocos nucifera*) dan lontar (*Borassus flabellifer*)
 - d. Gamal (*Gliricidia sepium*) dan lamtoro (*Leucaena leucocephala*)
 - e. Jambu mete (*Anacardium occidentale*)
 - f. Tanaman polong-polongan (*Leguminosae*)

2.2 Penelitian Relevan

No	Penulis dan Tahun	Judul	Hasil dan kesimpulan
1	Pattikawa, R. H., Lamerlabel, J. S., & Hasinu, J. V. (2023).	Sebaran dan Karakter Morfologi Lebah Madu Hutan Apis dorsata (F.) di Pulau Sermata Kabupaten Maluku Barat Daya. <i>Jurnal Agrosilvopasture-Tech</i> , 2(2), 394-402.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sebaran sarang lebah madu hutan Apis dorsata F. yang ditemukan di pulau sermata sebanyak 51 koloni sarang aktif dan 37 sarang tidak aktif, pada ketinggian 38-215 m dpl, dengan tempat persarangan yang ditemukan yaitu pohon manga, pohon sukun, pohon beringin, pohon salawaku dan tebing batu. Untuk ketinggian dari permukaan tanah mulai dari 4-29 m dpt. Ukuran rata-rata karakter morfometrik lebah pekerja A. dorsata yang ditemukan yaitu, panjang tubuh 2,0-2,2 cm, lebar kepala 0,4-0,5 cm, Panjang kepala 0,4-0,6 cm, Panjang sayap depan 1,3- 1,4. Panjang sayap belakang 0,9 cm dan Panjang kaki belakang 1,1-1,2 cm.
2	Wijayanti, N., Oklima, A. M., Nurwahidah, S., & Kusnayadi, H. (2022).	Karakteristik habitat lebah (Apis dorsata), teknik pemanenan madu hutan, serta karakteristik madu hutan Sumbawa di Kabupaten Sumbawa, Indonesia. <i>Journal of Global Sustainable Agriculture</i> , 3(1), 14-18.	Hasil penelitian diperoleh pohon dan tebing batu merupakan tempat bersarang lebah hutan di pulau sermata. Pohon Beringin merupakan pohon yang disukai sebagai tempat bersarang lebah hutan (4 pohon) selain pohon Mangga (2 pohon), Salawaku (2 pohon) , Kemiri (1pohon) , dan Parna (1 pohon). Ketinggian tempat bersarang koloni lebah hutan pada pohondan tebing batu dari permukaan tanah yaitu di ketinggian 2,82 m sampai 27,40 m. PohonMangga merupakan pohon bersarang lebah hutan yang terendah, sedangkan tertinggiterdapat pada pohon beringin (20,51m) dan tebing batu 27,40 m. Habitat koloni lebah hutan terbanyak 95 koloni ditemukan pada kisaran > 0-100 mdpl dan 20 koloni di kisaran> 100-200 mdpl. Jumlah sarang lebah hutan yang ditemukan pada lokasi desa Regoha, Rotnama, Lelang, dan Elo adalah sebanyak 115 sarang kolon
3	Pribadi, A., & Wiratmoko, M. E. (2019).	Karakteristik madu lebah hutan (Apis dorsata Fabr.) dari berbagai bioregion di Riau. <i>Jurnal Penelitian Hasil Hutan</i> , 37(3), 185-200.	Hasil penelitian menemukan bahwa keberlangsungan hidup lebah Apis dorsata sangat bergantung dari kelestarian hutan. Rasa serta warna dari madu hutan sumbawa tergantung dari jenis makanan atau nektar yang dikonsumsi oleh lebah apis dorsata. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa lebah madu Apis dorsata belum bisa dibudidayakan dalam stup, dikarenakan lebah jenis ini hanya bisa bertahan dan berkembang di pohon-pohon yang tinggi dalam hutan. Teknik panen lestari dilakukan guna keberlangsungan kehidupan hutan serta lebah Apis dorsata. Harga madu hutan Sumbawa berbeda-beda tergantung dari bentuk kemasan,

			kualitas kemurnian madu, kadar air, serta jarak tempuh pengambilan madu di hutan.
4	Sholekhah, A. (2018).	<i>Aktivitas Antioksidan, Kadar Total Fenolik Dan Kadar Total Flavonoid Madu Kaliandra Pada Tiga Jenis Lebah Yang Berbeda (Apis Mellifera, Apis Cerana Dan Trigona Sp.)</i> (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antar bioregion terhadap mayoritas parameter yang terdapat pada SNI 8664-2018. Namun, parameter gula reduksi dan kadar air pada seluruh sampel yang diuji tidak memenuhi persyaratan SNI 8664-2018
5	Fauzia, S., Sukarsa, S., & Herawati, W. (2019).	Karakteristik morfologi polen sebagai sumber pakan lebah Trigona sp. di Desa Serang Purbalingga. <i>BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed</i> , 1(2), 115-122.	Berdasarkan hasil penentuan kadar air, keasaman, dan gula reduksi kedua madu memenuhi SNI 8664:2018 kecuali gula reduksi madu A.dorsata yaitu kurang dari 65%. Madu lebah A. dorsata memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC50 lebih tinggi (590 mg/L.) dibandingkan madu lebah A. mellifera (678 mg/L). Total fenolik (TPC) dan flavonoid (TFC) madu A. mellifera berturut-turut sebesar 7,51 mg GAE/g dan 0,06 mg QE/g. Lebih tinggi dari madu A. dorsata yaitu 3,35 mg GAE/g dan 0,42 mg QE/g.
6	Abidin, Z., Gusmalawati, D., Huda, MF, Fauziah, SM, & Banyo, YE (2021).	Karakterisasi Morfologi Polen Pada Sepuluh Famili Tumbuhan Berbunga. <i>G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan</i> , 4 (2), 303-308.	Berdasarkan hasil penelitian dari 17 familia yang tercakup dalam 23 spesies tumbuhan yang ada di sekitar sarang lebah Trigona sp. didapatkan hasil karakter morfologi yang bervariasi. Unit polen monad, bentuk polen sferoidal sampai prolate, ukuran kecil sampai besar, apertura monosulcate, monoporate, triporate, tricolpate, tricolporate, tetracolpate dan hexacolpate serta ornamentasi clavate, scabrate, reticulate, bireticulate, baculate, psilate, echinate dan scabrate. Pengamatan polen di dalam sarang menunjukkan adanya 11 spesies polen yang dapat diamati dan 10 diantaranya identik dengan polen dari bunga di sekitar sarang. Seluruh polen yang diamati memiliki unit polen monad sedangkan karakter lainnya bervariasi dari bentuk polen sferoidal sampai prolate, ukuran kecil sampai besar, apertura monosulcate, monoporate, tricolporate, dan tricolpate serta ornamentasi scabrate, reticulate, psilate, scabrate dan echinate.

7	Yulianto, D. C., Asra, R., & Adriadi, A. (2022).	KAJIAN SISTEM POLINASI BEBERAPA GENUS ARECACEAE BERDASARKAN MORFOLOGI PERBUNGAAN: Study of Polination Systems of Several Arecaceae Genus Based on Flower Morphology. <i>Biospecies</i> , 15(2), 24-38	Hasil dari penelitian menunjukkan 4 spesies lebah madu tanpa sengat yang berada di kawasan peternakan lebah madu Simpung, Desa Kecapi Kalianda Lampung Selatan yaitu, <i>Heterotrigona itama</i> , <i>Lepidotrigona terminata</i> , <i>Tetrigona apicalis</i> , dan <i>Geniotrigona thoracica</i> . Karakteristik sarang lebah tanpa sengat terbuat dari resin dengan pembagian ruangan yang terdiri dari bagian pintu masuk, pot madu dan pot bee bread dan sel-sel anakan.
8	Lamarkabel, J. S., Siahaya, V. G., Saepuloh, W., Lastriyanto, A., Junus, M., Erwan, E., ... & Masyithoh, D. (2021).	Karakteristik morfologi dan morfometrik lebah madu tak bersengat (Apidae; Melliponinae) pada koloni di daerah Pesisir Pulau Ambon. <i>Jurnal budidaya pertanian</i> , 17(1), 28-35.	Hasil penelitian ini menunjukan karakter morfologi dan morfometrik tubuh pekerja <i>T. sapiens</i> dominan berwarna hitam dengan ukuran tubuh 3.74-4.25 mm. Abdomen dan tergite satu sampai enam berwarna hitam. Karakter morfologi dan morfometrik <i>T. clypearis</i> memiliki warna tubuh hitam kecoklatan dengan ukuran tubuh 2.81-3.38 mm, thorax berwarna hitam yang ditutupi oleh enam hair bands longitudinal dan masing-masing dipisahkan oleh lima glabrous yang mencolok, abdomen dan tergite pertama sampai kedua berwarna kecoklatan sedangkan tergite ketiga sampai enam berwarna hitam.
9	Purwanto, H. (2021).	Morfologi, morfometrik, dan karakteristik molekuler <i>Apis cerana</i> dan <i>Apis nigrocincta</i> asal Sulawesi Tengah, Indonesia.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat badan (BB), panjang probosis (PP) dan panjang femur tungkai belakang (PFB) lebah madu pekerja di dataran tinggi dan dataran rendah (lebah introduksi dan lebah alami) berbeda nyata ($P < 0,05$), sedangkan panjang tibia, metatarsus tungkai belakang, panjang sayap, lebar sayap dan ukuran tergite ke-4 abdomen secara statistik tidak ada perbedaan ($P > 0,05$). Berat badan dan panjang femur tungkai belakang tertinggi diperoleh pada lebah madu dataran tinggi.

10	Uzunov, A., Kiprijanovska, H., Andonov, S., Naumovski, M., & Gregorc, A. (2009). Morphological diversity and racial determination of the honey bee (<i>Apis mellifera</i> L.) population in the Republic of Macedonia. <i>Journal of Apicultural Research</i> , 48(3), 196-203.	Morphological diversity and racial determination of the honey bee (<i>Apis mellifera</i> L.) population in the Republic of Macedonia. <i>Journal of Apicultural Research</i> , 48(3), 196-203.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua spesies lebah <i>Apis</i> yang dianalisis dalam penelitian ini memiliki ciri morfologi yang serupa dibandingkan dengan spesimen dari spesies yang sama di daerah lain. Namun, morfometri kedua spesies tersebut menunjukkan variasi ukuran dibandingkan dengan spesies yang sama yang telah dilaporkan di daerah lain. Variasi ukuran atau karakter morfometrik lebah pekerja, baik yang berukuran lebih besar maupun lebih kecil, kemungkinan merupakan bentuk adaptasi morfologi terhadap kondisi lingkungan yang berbeda. Urutan DNA mitokondria CO1 dan 16S dari <i>A. cerana</i> dan <i>A. nigrocincta</i> dalam penelitian ini menunjukkan kesamaan dengan urutan spesies yang sama dalam basis data GeneBank. Penelitian ini menyediakan data awal yang berkontribusi terhadap pelestarian dan pemanfaatan salah satu sumber daya keanekaragaman hayati penting di Indonesia.
11	Wongsiri, S., Chanchao, C., Deowanish, S., Aemprapa, S., Chaipayong, T., Petersen, S., & Leepitakrat, S. (2000).	Keanekaragaman lebah madu dan peternakan lebah di Thailand. <i>Bee World</i> , 81 (1), 20-29.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>Apis cerana</i> dan <i>Apis nigrocincta</i> yang dianalisis dalam studi ini memiliki ciri morfologi yang serupa dengan spesimen dari daerah lain. Namun, karakter morfometrinya bervariasi dalam hal ukuran dibandingkan dengan spesimen yang telah dilaporkan dari wilayah lain. Variasi ukuran ini dapat mencerminkan adaptasi morfologis terhadap kondisi lingkungan yang berbeda di lokasi penelitian. Analisis molekuler menunjukkan bahwa urutan DNA mitokondria (CO1 dan 16S) dari kedua spesies lebah dalam penelitian ini memiliki kesamaan dengan urutan yang tersedia di database GenBank, yang mengonfirmasi identifikasi spesies secara genetik. Kesimpulan: Penelitian ini menunjukkan bahwa <i>Apis cerana</i> dan <i>Apis nigrocincta</i> yang ditemukan di Sulawesi Tengah memiliki karakter morfologi yang stabil tetapi menunjukkan variasi morfometri yang kemungkinan merupakan bentuk adaptasi terhadap lingkungan. Analisis DNA mitokondria juga mengonfirmasi kesesuaian identifikasi spesies dengan data yang tersedia.
12	Ji, C., Shi, W., Tang, J., Ji, T., Gao, J., Liu, F., ... & Chen, C. (2023).	Analisis morfometrik mengungkapkan keanekaragaman tinggi lebah madu timur (<i>Apis cerana</i>) di pegunungan dan pulau-pulau di Cina. <i>Jurnal Penelitian Apikultur</i> , 62 (4), 647-655.	Hasil analisis <i>Apis cerana</i> tetap menjadi spesies utama untuk perlebaran skala kecil di Thailand, sementara <i>Apis mellifera</i> lebih banyak digunakan oleh peternak lebah skala besar. Keanekaragaman lebah madu di Thailand memiliki peran penting dalam ekologi dan ekonomi, terutama dalam penyerbukan tanaman pertanian dan produksi madu.

13	Puškadija, Z., Kovačić, M., Raguž, N., Lukić, B., Prešern, J., & Tofilski, A. (2020).	Morphological diversity of Carniolan honey bee (<i>Apis mellifera carnica</i>) in Croatia and Slovenia. <i>Journal of Apicultural Research</i> , 60(2), 326-336.	Hasil Perbedaan Morfologi antara Populasi. Populasi Apis cerana dari Dataran Tinggi Qinghai-Tibet (QTP) dan kepulauan berbeda secara signifikan dari populasi di dataran rendah. Dua populasi dari QTP dan satu dari Pulau Yongxing menunjukkan divergensi signifikan, yang mengindikasikan adaptasi lingkungan yang berbeda. Pola Keanekaragaman Lebah Wilayah pegunungan dan kepulauan memiliki tingkat variasi morfologi yang lebih tinggi dibandingkan dengan dataran rendah. Faktor lingkungan seperti ketinggian dan isolasi geografis kemungkinan memainkan peran dalam diferensiasi ini.
14	Dukku, UH, Fuchs, S., Danailu, G., Grünewald, B., Tofilski, A., Kryger, P., & Meixner, MD (2022).	Variasi morfometrik dan mitokondria <i>Apis mellifera</i> L. dan hubungannya dengan variabel geografis di beberapa bagian Afrika Barat dan Tengah. <i>Jurnal Penelitian Apikultur</i> , 61 (3), 296-304.	❑ Keberlanjutan Populasi Asli: Sebagian besar koloni lebah yang diuji menunjukkan kemiripan yang tinggi dengan <i>Apis mellifera carnica</i>, yang mengindikasikan bahwa subspecies asli masih tetap dominan di wilayah penelitian. ❑ Indikasi Hybridisasi: Beberapa koloni menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan dengan sampel referensi <i>A. m. carnica</i>. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh dua faktor utama: Hybridisasi dengan subspecies non-asli, akibat impor lebah yang tidak terkontrol. Variasi geografis alami dalam populasi <i>A. m. carnica</i> yang belum sepenuhnya dipetakan.
15	Mortensen, A. N., Bruckner, S., Williams, G. R., & Ellis, J. D. (2019).	Comparative morphology of adult honey bees, <i>Apis mellifera</i> , reared in vitro or by their parental colony. <i>Journal of Apicultural Research</i> , 58(4), 580-586.	Hasil Morfometri Geometris (GM): Bentuk sayap depan lebah menunjukkan perbedaan yang signifikan antara tiga zona ekologis, serta berkorelasi dengan garis lintang, bujur, dan ketinggian. Morfometri Tradisional (TM): Tidak ditemukan pola pengelompokan geografis yang jelas berdasarkan data TM, dan sampel tidak dapat dengan tegas diklasifikasikan sebagai <i>A. m. adansonii</i> atau <i>A. m. jemenitica</i> . Namun, pola geografis mencolok ditemukan, di mana ukuran lebah meningkat ke arah utara di bagian barat area studi, tetapi meningkat ke arah selatan di bagian timur. Analisis DNA Mitokondria: Ditemukan empat haplotipe yang telah dilaporkan sebelumnya di Afrika: A1 (n=60), A4 (n=58), A4' (n=14), dan A14 (n=1). Keanekaragaman haplotipe secara keseluruhan tergolong rendah ($h = 0,485 \pm S.E. 0,062$). Lebah dengan ukuran kecil cenderung memiliki haplotipe A1, sementara lebah dengan ukuran lebih besar memiliki haplotipe A4 atau A4'.

16	D'Emilio, C., Valenzano, V., Maiolino, P., Power, K., Martano, M., & Di Prisco, G. (2025).	Pengaruh diet yang diperkaya serbuk sari terhadap morfologi dan morfometri kelenjar hipofaring serta tingkat transkripsi vitellogenin pada lebah madu. <i>Jurnal Ilmu Hewan Italia</i> , 24 (1), 484-492.	Tidak ditemukan perbedaan yang signifikan dalam panjang sayap belakang, lebar kepala, dan panjang basitarsus antara lebah yang dipelihara secara in vitro dan di sarang. Ada perbedaan signifikan pada panjang dan lebar sayap depan, berat kering tubuh, dan ukuran kelenjar hipofaringeal antara kedua kelompok. Lebah yang dipelihara secara in vitro memiliki ukuran kelenjar hipofaringeal yang lebih kecil dibandingkan lebah yang dipelihara di sarang. Perubahan morfologi ini menunjukkan bahwa lingkungan pemeliharaan dapat mempengaruhi beberapa aspek perkembangan lebah pekerja.
17	Wang, S., Gao, J., Liu, J., & Zhao, D. (2021).	Morphometric characterization of <i>Apis cerana hainana</i> (Hymenoptera: Apidae) in Hainan province, PR China. <i>Journal of Apicultural Research</i> , 60(2), 337-340.	□ Analisis Morfologi: Lebah yang diberi Diet B (sukrosa + polen) menunjukkan HPGs yang lebih berkembang dan aktif dibandingkan dengan lebah yang hanya diberi Diet A (sukrosa saja). □ Analisis Morfometrik: Ukuran asini HPGs lebih besar pada lebah yang diberi Diet B, mengonfirmasi bahwa polen berkontribusi terhadap pertumbuhan kelenjar hipofaringeal. □ Analisis Transkripsi VG: Tingkat transkripsi Vitellogenin (VG) berfluktuasi seiring waktu, tetapi tidak dipengaruhi oleh jenis diet yang diberikan.
18	Mattiello, S., Rizzi, R., Cattaneo, M., Martino, PA, & Mortarino, M. (2022).	Pengaruh ukuran sel ratu terhadap karakteristik morfometrik ratu lebah madu (<i>Apis mellifera ligustica</i>). <i>Jurnal Ilmu Hewan Italia</i> , 21 (1), 532-538.	Rata-rata karakter morfologi <i>A. cerana hainana</i> lebih kecil dibandingkan dengan <i>A. cerana</i> yang telah dilaporkan sebelumnya. Ditemukan 14 karakter morfologi yang berbeda secara signifikan ($P < 0.05$) antara populasi dari berbagai lokasi geografis di Hainan, menunjukkan adanya variasi geografis dalam spesies <i>A. cerana hainana</i>. Analisis Komponen Utama (PCA) menunjukkan bahwa beberapa karakter utama yang dapat digunakan untuk membedakan <i>A. cerana hainana</i> dari <i>A. cerana</i> adalah: Kaki belakang Cermin lilin (<i>wax mirror</i>) Panjang tergum 4, Sayap depan, Sternum 3 dan, sternum 6 Kesimpulan <i>Apis cerana hainana</i> memiliki karakter morfometrik yang berbeda dari <i>A. cerana</i>, dengan ukuran rata-rata yang lebih kecil. Terdapat variasi geografis yang signifikan dalam karakter morfologi <i>A. cerana hainana</i> di berbagai wilayah di Hainan. Karakter utama seperti kaki belakang, cermin lilin, panjang tergum 4, sayap depan, sternum 3, dan sternum 6 dapat digunakan sebagai indikator untuk membedakan <i>A. cerana hainana</i> dari <i>A. cerana</i>.

19	Richardson, RT, Ballinger, MN, Qian, F., Christman, JW, & Johnson, RM (2018).	Karakterisasi morfologi dan fungsional komunitas sel hemosit lebah madu, <i>Apis mellifera</i> . <i>Apidologie</i> , 49 (3), 397-410.	Hasil Ukuran mangkuk sel ratu yang lebih besar (9,0 mm) menghasilkan ratu lebah dengan ukuran tubuh yang lebih besar dibandingkan dengan yang menggunakan mangkuk 8,0 mm. Semua parameter morfometrik (lebar thorax, abdomen, dan bobot tiga segmen tubuh) secara signifikan lebih tinggi pada ratu yang dibesarkan dalam sel 9,0 mm ($p < 0.001$), kecuali lebar kepala yang tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Analisis Komponen Utama (PCA) menunjukkan bahwa PC1 menjelaskan 58,4% dari variabilitas total, dengan bobot tubuh sebagai faktor utama yang membedakan antara kedua kelompok ratu.
20	Rahimi, A., Mirmoayedi, A., Kahrizi, D., Zarei, L., & Jamali, S. (2017).	Morphometric diversity and phylogenetic relationships among Iranian honey bee (<i>Apis mellifera</i> meda Skorikow, 1829) populations using morphological characters. <i>Sociobiology</i> , 64(1), 33-41.	Granulosit diidentifikasi sebagai sel fagositik utama pada lebah madu. Granulosit larva yang bersirkulasi dapat mengalami pembelahan mitosis. Produksi ROS pada hemosit larva dapat dirangsang dengan PMA, menunjukkan keberadaan sistem phagocyte oxidase yang bergantung pada PKC. Karakterisasi hemosit menunjukkan variasi morfologi dan fungsi antara pekerja dewasa dan ratu muda. Dinamika populasi hemosit bervariasi sepanjang perkembangan dari larva ke dewasa.
21	Haldhar, S. M., Singh, K. I., Gupta, M. K., & Devi, A. S. (2021).	Morphometric analysis on different species of honeybees in NEH region of India. <i>Journal of Agriculture and Ecology</i> , 12, 62-73.	Hasil analisis varians bertingkat menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($P < 0.01$) antar provinsi untuk semua karakter morfometrik yang dianalisis, mengindikasikan adanya keragaman di antara populasi tersebut. Analisis koefisien korelasi menunjukkan tingkat asosiasi yang tinggi di antara sebagian besar karakter, yang dapat menjadi dasar potensial untuk meningkatkan sifat-sifat tertentu dalam program pemuliaan lebah madu. Analisis komponen utama mengungkapkan tiga komponen utama yang menjelaskan 81,5% dari total variasi. Analisis kluster menggunakan metode WARD mengelompokkan populasi lebah madu menjadi dua kelompok utama.

22	Kekeçoğlu, M., Bir, S., & Kambur, M. (2023).	New morphometric approach to discriminate honey bee (<i>Apis mellifera</i> L.) populations in Türkiye. <i>Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi</i> , 20(3), 653-662.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang rata-rata probosis (lidah) terpanjang ditemukan pada <i>Apis dorsata</i> dengan rata-rata $4,19 \pm 0,07$ mm, diikuti oleh <i>Apis mellifera</i> ($3,87 \pm 0,12$ mm), sedangkan probosis terpendek ditemukan pada <i>Apis florea</i> dengan rata-rata $2,14 \pm 0,05$ mm. Panjang dan lebar sayap depan terbesar ditemukan pada <i>Apis dorsata</i> , dengan panjang rata-rata $12,5 \pm 0,00$ mm dan lebar $4,32 \pm 0,12$ mm, diikuti oleh <i>Apis mellifera</i> ($8,89 \pm 0,14$ mm dan $3,15 \pm 0,06$ mm). Sedangkan panjang dan lebar sayap depan terpendek ditemukan pada <i>Apis florea</i> dengan panjang $6,94 \pm 0,28$ mm dan lebar $2,40 \pm 0,06$ mm. Indeks kubital tertinggi ditemukan pada <i>Apis dorsata</i> dengan rata-rata $2,88 \pm 0,08$ mm, diikuti oleh <i>Apis mellifera</i> ($2,80 \pm 0,05$ mm), sedangkan indeks kubital terendah ditemukan pada <i>Apis florea</i> ($2,87 \pm 0,09$ mm). Jumlah kait sayap (wing hooks) terbanyak ditemukan pada <i>Apis dorsata</i> dengan rata-rata $27 \pm 0,06$, diikuti oleh <i>Apis mellifera</i> ($20 \pm 1,25$), sedangkan jumlah kait sayap paling sedikit ditemukan pada <i>Apis florea</i> ($11 \pm 1,06$). Lebar tergite ke-3 dan ke-4 terbesar ditemukan pada <i>Apis dorsata</i> , dengan masing-masing $2,72 \pm 0,10$ mm dan $2,79 \pm 0,06$ mm, sedangkan lebar terkecil ditemukan pada <i>Apis florea</i> , dengan masing-masing $1,49 \pm 0,10$ mm dan $1,40 \pm 0,06$ mm.
23	Masaquiza, D., Ferrán, M. O., Guamán, S., Naranjo, E., Vaca, M., Curbelo, L. M., & Arenal, A. (2023).	Geometric morphometric analysis of wing shape to identify populations of <i>Apis mellifera</i> in Camagüey, Cuba. <i>Insects</i> , 14(3), 306.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa area total minimum ditemukan di Van (4,51), sedangkan area total maksimum ditemukan di Ardahan (5,76). Rata-rata ukuran area yang diukur menunjukkan penurunan dari timur laut ke selatan Turki. Pengukuran area pada sayap depan ditemukan sebagai penanda untuk membedakan lebah madu Anatolia (<i>A. m. anatoliaca</i>) dan Kaukasia (<i>A. m. caucasica</i>).

24	Bustamante, T., Baiser, B., & Ellis, J. D. (2020).	Comparing classical and geometric morphometric methods to discriminate between the South African honey bee subspecies <i>Apis mellifera scutellata</i> and <i>Apis mellifera capensis</i> (Hymenoptera: Apidae). <i>Apidologie</i> , 51(1), 123-136.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketinggian memengaruhi bentuk sayap, dan 96,0% (432) individu diklasifikasikan sebagai hibrida Kuba, dengan kecenderungan pembentukan morfotipe baru. Selain itu, ditemukan kemiripan yang tinggi dengan subspecies <i>Apis mellifera mellifera</i> , serta dikonfirmasi bahwa tidak terjadi Afrikanisasi, mengingat hanya 0,44% (2 individu) dari populasi yang memiliki morfotipe tersebut. Jarak Mahalanobis terbesar diperoleh dalam perbandingan antara pusat pemuliaan ratu lebah di Camagüey dengan subspecies <i>A. m. scutellata</i> ($D^2 = 5,18$); <i>A. m. caucasia</i> ($D^2 = 6,08$); <i>A. m. ligustica</i> ($D^2 = 6,27$); dan <i>A. m. carnica</i> ($D^2 = 6,62$). Pola bentuk sayap yang terdefinisi dengan baik pada populasi lebah madu di pusat pemuliaan ratu di Camagüey menunjukkan bahwa lebah tersebut merupakan hibrida Kuba. Selain itu, penting untuk dicatat bahwa populasi lebah yang diteliti tidak menunjukkan morfotipe Afrika, yang menunjukkan bahwa lebah di Camagüey tidak mengalami interaksi dengan garis keturunan Afrika.
25	Li, Y. R., Wang, Z. W., Yu, Z. R., & Corlett, R. T. (2021).	Species diversity, morphometrics, and nesting biology of Chinese stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). <i>Apidologie</i> , 52(6), 1239-1255.	penggunaan data bentuk sayap secara geometris, baik dari sayap depan maupun sayap belakang, menghasilkan akurasi klasifikasi yang lebih rendah (73,7%) dibandingkan dengan model yang menggunakan seluruh kumpulan data morfometrik standar (akurasi 97%) dalam uji validasi silang. Warna tergigit dan jumlah rata-rata ovariol adalah fitur paling penting dalam membedakan kedua subspecies tersebut. Terakhir, kami menggunakan interpolasi Kreiger untuk membuat peta yang menggambarkan distribusi kemungkinan <i>A. m. capensis</i> dan <i>A. m. scutellata</i> di RSA.
26	Zemskova, NE, Sattarov, VN, Skvortsov, AI, & Semenov, VG (2020).	Karakteristik morfologi lebah madu di wilayah Volga. Dalam <i>BIO Web of Conferences</i> (Vol. 17, hlm. 00035). EDP Sciences.	Hasil analisis morfometrik multivariat berdasarkan dua belas karakter mendukung klasifikasi taksonomi yang dilakukan. Untuk penelitian lebih lanjut, pengambilan sampel yang lebih luas, termasuk di daerah tropis dan subtropis seperti Fujian, Guangxi, Guangdong, Yunnan, Tibet, Hainan, dan Taiwan, diperlukan untuk menilai keanekaragaman penuh lebah tanpa sengat di Cina.
27	Trianto, M., Marisa, F., & Kisman, MD (2020).	<i>Tetragonula laeviceps</i> (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): Morfologi, morfometri, dan struktur sarang. <i>Bioeduscience</i> , 4 (2), 188-194.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi lebah madu di wilayah Samara mengalami penurunan yang signifikan, sehingga diperlukan pemantauan morfologi secara menyeluruh. Melalui metode identifikasi ras lebah pekerja dan drone, penelitian ini berhasil mengungkap struktur populasi kecil dari lebah hutan asli (<i>Apis mellifera mellifera</i> L.) yang masih bertahan di daerah tersebut. Identifikasi ras ratu lebah juga dilakukan secara tidak langsung melalui penilaian karakteristik drone.

28	Azmi, W. A., Ghazi, R., & Nasharuddin, I. S. (2018).	Morphological, nest architecture and colony characteristics of stingless bees (Hymenoptera; Apidae; Meliponini) from Tasik Kenyir, Terengganu. In <i>Greater Kenyir Landscapes: Social Development and Environmental Sustainability: From Ridge to Reef</i> (pp. 111-121). Cham: Springer International Publishing.	Analisis morfometri menunjukkan bahwa ukuran tubuh lebah tanpa sengat dalam penelitian ini bervariasi jika dibandingkan dengan spesies yang sama yang dilaporkan dari wilayah lain. Selain itu, analisis komponen utama (<i>Principal Component Analysis</i> / PCA) digunakan untuk mengelompokkan karakter-karakter diagnostik dari spesies yang ditemukan. Penelitian ini mengonfirmasi keberadaan tujuh spesies lebah tanpa sengat di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan variasi morfologi dan morfometri yang unik dibandingkan dengan laporan dari daerah lain. Analisis PCA membantu dalam menentukan karakter diagnostik yang dapat digunakan untuk membedakan spesies secara lebih akurat.
29	Kadarsah, A., Putra, AP, Nurliani, A., Suhartono, E., & Ibrahim, S. (2024).	Karakteristik morfologi dan struktur sarang lebah tanpa sengat (<i>Heterotrigona itama</i>) dari praktik budidaya lebah yang berbeda. <i>Biosaintifika: Jurnal Biologi & Pendidikan Biologi</i> , 16 (1), 49-62.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata ukuran tubuh <i>Heterotrigona itama</i> dari kebun karet lebih besar ($7,11 \pm 0,60$ mm) dibandingkan dengan yang berasal dari pekarangan samping ($6,79 \pm 0,34$ mm) dan halaman belakang ($6,64 \pm 0,46$ mm). Perbedaan ukuran terlihat jelas pada kaki depan ($\alpha = 0,00 < 0,05$) dan kaki belakang ($\alpha = 0,004 < 0,05$). Struktur sarang pada MP3 berbeda secara signifikan dibandingkan MP1 dan MP2, terutama dalam hal panjang corong masuk ($p = 0,007 < 0,05$) dan ketinggian sarang dari tanah ($p = 0,000 < 0,05$). Kondisi lingkungan pada MP3 (suhu $31,69 \pm 1,93^{\circ}\text{C}$, kelembaban $60,70 \pm 11,2\%$, dan sumber air yang tersedia) lebih mendukung meliponikultur dibandingkan dengan MP2 (terganggu oleh limbah rumah tangga) dan MP3 (tercemar oleh peternakan ayam).