

**SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI JAMUR ENTOMOPATOGEN SECARA  
MORFOLOGI YANG MENYERANG LEBAH BERSENGAT  
DAN LEBAH TANPA SENGAT DI KABUPATEN MUARA  
ENIM, KABUPATEN OGAN ILIR, KOTA PALEMBANG, DAN  
KOTA PRABUMULIH**

***MORPHOLOGICAL IDENTIFICATION OF  
ENTOMOPATHOGENIC FUNGI ATTACKING STING AND  
STINGLESS BEES IN MUARA ENIM DISTRICT, OGAN ILIR  
DISTRICT, PALEMBANG DISTRICT, AND PRABUMULIH  
DISTRICT***



**Raja Bonar Lubis  
05081281924073**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN ILMU HAMA PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

## SUMMARY

**RAJA BONAR LUBIS.** Morphological Identification of Entomopathogenic Fungi Attacking Sting and Stingless Bees in Muara Enim District, Ogan Ilir District, Palembang District, and Prabumulih District (Supervised by **SITI HERLINDA**)

Bees are insects that are very important for agricultural pollination and direct human needs. Diseases in stingless bees have been reported, including Deformed wing virus (DWV), chalkbrood, and *Aspergillus* spp. attacks. Stingless bees have also been reported to have several cases of disease, including Acute bee paralysis virus (ABPV), Deformed wing virus (DWV), and broodcell by the bacterium *Lysinibacillus sphaericus*. There are still few information on reports of diseases or entomopathogens which attack bees in South Sumatra, as organisms that are very beneficial for agricultural activities and direct human needs, it is necessary to observe the types of entomopathogens that attack sting and stingless bees and the percentage of attacks.

The research method was observation, isolation, and identification of entomopathogens fungi that attack sting and stingless bees. Sampling used purposive sampling by taking bees showing symptoms of infection with fungi in eggs, larvae, pupae, and adult bees. Identification was carried out by looking at the morphological characteristics both macroscopically and microscopically. Observations in the field were carried out by observing the percentage of eggs, larvae, pupae and adult of bees and stingless bees that were infected with disease or died in the hive. Observations were made using the percentage of mortality. Sampling used purposive sampling because the samples to be taken were bees that showing symptoms of disease or death in the colony, besides that, eggs and larvae were also observed in the colony. Samples obtained at each point were then taken to the entomology laboratory for isolation. Fungal isolation was carried out by surface sterilization of the bees by soaking the bees in 1% NaOCl for 2 minutes, 70% alcohol for 2 minutes, and rinsing with distilled water three times for 1 minute. Then it was air-dried on sterile tissue and then it was planted on MEA media then incubated and observed every day. Identification of pathogens was carried out by observing the morphological characteristics both macroscopically and microscopically

The research results showed that the stages of bees infected by entomopathogenic fungi in the egg phase and adult phase based on the district there were differences. In the egg phase of bees the percentage infected by entomopathogenic fungi ranges from 3.80 – 10.40%. The lowest percentage of bee eggs infected with entomopathogenic fungi was found in Palembang City with an infected percentage of 3.80% of 500 eggs, while the highest percentage of

bee eggs infected with entomopathogenic fungi was in Prabumulih District with a percentage reaching 10.40% of 500 eggs observed. The percentage of infected eggs in Ogan Ilir District, Muara Enim District and Palembang District was not significantly different. Stages of adult bee infected by entomopathogenic fungi based on district were not significantly different. The percentage infected by entomopathogenic fungi ranged from 3.44 – 4.20%. The lowest percentage of bee infected with entomopathogenic fungi was in Muara Enim Regency with a percentage of infected 2.71% of 700 adult bees, while the highest percentage of adult bees infected with entomopathogenic fungi was in Palembang District with a percentage of 4.20% of 350 adult bees. The percentage of infected adult bee in Ogan Ilir District, Muara Enim District, Palembang District, and Prabumulih District was not significantly different. There were differences in the phase of bees infected by entomopathogenic fungi in the egg phase based on the species, while the imago phase of bees based on the species showed no significant difference. In the egg phase of bees the percentage infected by entomopathogenic fungi ranges from 0 – 7.71%. The highest percentage of bee eggs infected with entomopathogenic fungi was found in the species *Tetragonula laeviceps* with an infected percentage of 7.71% of the 1400 eggs observed. There were no eggs infected with entomopathogenic fungi in 250 eggs of *Heterogona itama*, 100 eggs of *Geniotrigona thoracica*, and 100 eggs of *Apis cerana* stinging bees. The results showed that the adult phase of bees infected by entomopathogenic fungi based on species was not significantly different. The four species infected by entomopathogenic fungi ranged from 1.20 – 4%. The lowest percentage of adult bee infected with entomopathogenic fungi was found in species *Geniotrigona thoracica* and *Apis cerana* with an infected percentage of 1.20% of each of the 500 imago bee species observed. The highest percentage of bee imago infected by entomopathogenic fungi was found in the species *Tetragonula laeviceps* with an infected percentage of 4% of 2700 bee imago. The research results showed that the entomopathogenic fungi found infecting the egg phase and adult phase of bees were of two genera which were *Aspergillus* spp. and *Beauveria* sp. The fungus *Aspergillus* spp. is an entomopathogenic fungus that was found most in the egg phase and imago phase of bees in each city. Among 36 bee colonies observed, it was found that all colonies of the species *Tetragonula laeviceps*, *Heterogona itama*, *Genitrigona thoracica*, and *Apis cerana* contained the entomopathogenic *Aspergillus* sp. The entomopathogenic *Beauvaria bassiana* was only found at one point in Prabumulih City in *T. laeviceps*. The research results showed that the *B. bassiana* that infects bees was only found in the bee adult phase.

The conclusion of this research is that vegetation and the availability of food sources were able to affect the strength of the colony and the percentage of disease. The type of bee was able to affect the percentage of disease due to the ability of each bee to collect food sources and form nests that can vary. Entomopathogens that attack sting bees are only *Aspergillus* spp. with the phase

that is attacked is the imago. Entomopathogens that attack stingless bees are *Aspergillus* spp. and *Beauveria bassiana* with infected eggs and adult phases.

Keywords: Sting bee, stingless bee, colony strength

## RINGKASAN

**RAJA BONAR LUBIS.** Identifikasi Jamur Entomopatogen Secara Morfologi yang Menyerang Lebah Bersengat dan Lebah Tanpa Sengat di Kabupaten Muara Enim, Kabupaten Ogan Ilir, Kota Palembang, dan Kota Prabumulih (dibimbing oleh **SITI HERLINDA**)

Lebah merupakan serangga yang sangat penting bagi penyerbukan pertanian dan kebutuhan manusia secara langsung. Penyakit pada lebah bersengat sudah pernah dilaporkan dan diantaranya *Deformed wing virus* (DWV), chalkbrood, dan serangan *Aspergillus* spp.. Lebah tanpa sengat juga dilaporkan memiliki beberapa kasus penyakit yang diantaranya yaitu, *Acute bee paralysis virus* (ABPV), *Deformed wing virus* (DWV), dan broodcell oleh bakteri *Lysinibacillus sphaericus*. Laporan penyakit atau entomopatogen yang menyerang lebah di Sumatera Selatan masih sedikit diinformasikan, sebagai organisme yang sangat bermanfaat bagi kegiatan pertanian dan kebutuhan manusia secara langsung, maka perlu dilakukan pengamatan jenis entomopatogen yang menyerang lebah bersengat dan lebah tanpa sengat serta persentase serangannya.

Metode penelitian yang akan digunakan yaitu observasi, isolasi, dan identifikasi entomopatogen dan jamur yang menyerang lebah bersengat dan tanpa sengat. Pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan mengambil lebah yang menunjukkan gejala terinfeksi jamur entomopatogen pada telur, larva, dan pupa. Identifikasi dilakukan dengan melihat karakteristik morfologi baik secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan di lapangan dilakukan dengan mengamati persentase telur, larva, pupa, dan imago lebah dan lebah tanpa sengat yang terserang penyakit atau mati di dalam sarang. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan persentase mortalitas. Pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* karena sampel yang akan diambil merupakan lebah menunjukkan gejala penyakit atau mengalami mortalitas di dalam koloni, selain itu sel telur dan larva juga diamati di dalam koloni. Sampel yang didapat pada setiap titik kemudian dibawa ke laboratorium entomologi untuk diisolasi. Isolasi jamur dilakukan dengan cara melakukan sterilisasi permukaan pada lebah dengan merendam lebah pada NaOCl 1% selama 2 menit, alkohol 70% selama 2 menit, dan dibilas dengan aquades tiga kali masing-masing 1 menit. Kemudian dikering anginkan di atas tisu steril setelah itu ditanam pada media MEA kemudian diinkubasi dan diamati setiap hari. Identifikasi patogen dilakukan dengan cara mengamati karakteristik morfologi baik secara makroskopis dan mikroskopis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fase lebah yang terinfeksi oleh jamur entomopatogen pada fase telur dan fase imago berdasarkan kota terdapat perbedaan. Pada fase telur lebah persentase terinfeksi oleh jamur entomopatogen berkisar 3.80 – 10.40%. Persentase telur lebah terendah yang terinfeksi jamur entomopatogen terdapat di Kota Palembang dengan persentase terinfeksi 3.80% dari 500 telur, sementara persentase tertinggi telur lebah yang terinfeksi oleh jamur entomopatogen terdapat di Kota Prabumulih dengan persentase mencapai 10.40% dari 500 telur yang diamati. Persentase telur terinfeksi di Kabupaten Ogan

Iilir, Kabupaten Muara Enim, dan Kota Palembang tidak berbeda nyata. Fase imago lebah yang terinfeksi oleh jamur entomopatogen berdasarkan kota tidak berbeda nyata. Persentase terinfeksi oleh jamur entomopatogen berkisar 3.44 – 4.20%. Persentase fase imago lebah terendah yang terinfeksi jamur entomopatogen terdapat di Kabupaten Muara Enim dengan persentase terinfeksi 2.71% dari 700 imago lebah, sementara persentase tertinggi imago lebah yang terinfeksi oleh jamur entomopatogen terdapat di Kota Palembang dengan persentase mencapai 4.20% dari 350 imago lebah. Persentase imago lebah terinfeksi di Kabupaten Ogan Ilir, Kabupaten Muara Enim, Kota Palembang, dan Kota Prabumulih tidak berbeda nyata. Fase lebah yang terinfeksi oleh jamur entomopatogen pada fase telur berdasarkan spesies terdapat perbedaan, sementara pada fase imago lebah berdasarkan spesies menunjukkan tidak berbeda nyata. Pada fase telur lebah persentase terinfeksi oleh jamur entomopatogen berkisar 0 – 7.71%. Persentase telur lebah tertinggi yang terinfeksi jamur entomopatogen terdapat pada spesies *Tetragonula laeviceps* dengan persentase terinfeksi 7.71% dari 1400 telur yang diamati. Tidak ada telur yang terinfeksi jamur entomopatogen pada 250 telur *Heterogona itama*, 100 telur *Geniotrigona thoracica*, dan 100 telur lebah bersengat *Apis cerana*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fase imago lebah yang terinfeksi oleh jamur entomopatogen berdasarkan spesies tidak berbeda nyata. Keempat spesies yang terinfeksi oleh jamur entomopatogen berkisar dari 1.20 – 4%. Persentase fase imago lebah terendah yang terinfeksi jamur entomopatogen terdapat pada spesies *Geniotrigona thoracica* dan *Apis cerana* dengan persentase terinfeksi 1.20% dari masing-masing spesies 500 imago lebah yang diamati. Persentase tertinggi imago lebah yang terinfeksi oleh jamur entomopatogen terdapat pada spesies *Tetragonula laeviceps* dengan persentase terinfeksi 4% dari 2700 imago lebah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur entomopatogen yang ditemukan menginfeksi fase telur dan fase imago lebah terdapat dua genus, yaitu *Aspergillus* spp. dan *Beauveria* sp. Jamur *Aspergillus* spp. merupakan jamur entomopatogen yang ditemukan paling banyak pada fase telur dan fase imago lebah di masing-masing kota. Dari 36 koloni lebah yang diamati, ditemukan bahwa seluruh koloni dari spesies *Tetragonula laeviceps*, *Heterogona itama*, *Geniotrigona thoracica*, dan *Apis cerana* terdapat jamur entomopatogen *Aspergillus* sp. Jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* hanya ditemukan pada satu titik di Kota Prabumulih pada spesies *T. laeviceps*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *B. bassiana* yang menginfeksi lebah hanya ditemukan pada fase imago lebah.

Kesimpulan penelitian ini adalah vegetasi dan ketersediaan sumber pakan bisa mempengaruhi kekuatan koloni dan persentase penyakit. Jenis lebah bisa mempengaruhi persentase penyakit melalui lama pembentukan koloni yang kuat akibat kemampuan setiap lebah mengumpulkan sumber pakan dan membentuk sarang dapat berbeda-beda. Entomopatogen yang menyerang lebah bersengat hanya *Aspergillus* spp. dengan fase yang terserang adalah imago. Entomopatogen yang menyerang lebah tanpa sengat adalah *Aspergillus* spp. dan *Beauveria bassiana* dengan fase terinfeksi yaitu telur dan imago.

Kata kunci: Lebah bersengat, *Stingless bee*, Kekuatan koloni

**SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI JAMUR ENTOMOPATOGEN SECARA  
MORFOLOGI YANG MENYERANG LEBAH BERSENGAT  
DAN LEBAH TANPA SENGAT DI KABUPATEN MUARA  
ENIM, KABUPATEN OGAN ILIR, KOTA PALEMBANG, DAN  
KOTA PRABUMULIH**

***MORPHOLOGICAL IDENTIFICATION OF  
ENTOMOPATHOGENIC FUNGI ATTACKING STING AND  
STINGLESS BEES IN MUARA ENIM DISTRICT, OGAN ILIR  
DISTRICT, PALEMBANG DISTRICT, AND PRABUMULIH  
DISTRICT***

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Raja Bonar Lubis  
05081281924073**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN ILMU HAMA PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**IDENTIFIKASI JAMUR ENTOMOPATOGEN SECARA  
MORFOLOGI YANG MENYERANG LEBAH BERSENGAT  
DAN LEBAH TANPA SENGAT DI KABUPATEN MUARA  
ENIM, KABUPATEN OGAN ILIR, OGAN ILIR, KOTA  
PALEMBANG, DAN KOTA PRABUMULIH**

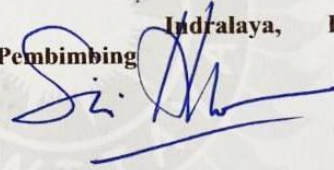
**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

**Raja Bonar Lubis**  
05081281924073

**Indralaya, Desember 2022**  
Pembimbing



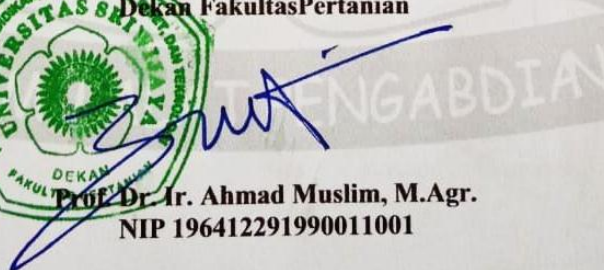
**Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M. Si.**  
NIP 196510201992032001

Mengetahui.

**Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Ahmad Muslim, M.Agr.**  
NIP 196412291990011001



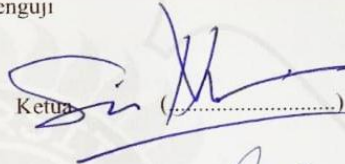


Skripsi dengan judul "Identifikasi Jamur Entomopatogen Secara Morfologi yang Menyerang Lebah Bersengat dan Lebah Tanpa Sengat di Kabupaten Muara Enim, Kabupaten Ogan Ilir, Kota Palembang, dan Kota Prabumulih" oleh Raja Bonar Lubis telah dipertahankan di hadapan komisi penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 2 Desember 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.  
NIP 196510201992032001

Ketua



2. Dr. Rahmat Pratama, S.Si.  
NIDN 0026119205

Sekretaris



3. Dr. Ir. Suparman SHK.  
NIP 196001021985031019

Anggota



Indralaya, 2 Desember 2022

Ketua Jurusan  
Hama dan Penyakit Tumbuhan,



Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.  
NIP 196510201992032001

## PENYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Raja Bonar Lubis

NIM : 05081281924073

Judul : Identifikasi Jamur Entomopatogen Secara Morfologi yang Menyerang Lebah Bersengat dan Lebah Tanpa Sengat di Kabupaten Muara Enim, Kabupaten Ogan Ilir, Kota Palembang, dan Kota Prabumulih

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapatkan paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Desember 2022

Yang membuat pernyataan,



Raja Bonar Lubis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 1 November 2000 di Kota Depok dan merupakan anak kedua dari ayah yang bernama Umar Kaiyam Lubis dan ibu Naingot Simatupang serta memiliki satu kakak perempuan dan satu adik perempuan. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri Rangkapan Jaya Baru, Sekolah Menengah Pertama di MTs Al Hidayah Rawadenok dan menempuh jenjang Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 10 Depok, kemudian melanjutkan studi di Universitas Sriwijaya.

Selama menyandang gelar mahasiswa, penulis aktif di berbagai kegiatan dan organisasi. Penulis tercatat aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) dan Badan Otonom Komunitas Riset Mahasiswa (BO KURMA) Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya sejak tahun 2019 dan menjabat sebagai manager riset dan teknologi BO KURMA FP UNSRI pada tahun 2021. Dalam bidang akademik, penulis aktif dalam berbagai kegiatan seperti menjadi asisten praktikum Entomologi pada tahun 2020/2021, dasar-dasar perlindungan tanaman, dan ekologi serangga pada tahun 2021/2022. Penulis memiliki minat dan bakat dalam karya tulis dan lomba debat. Beberapa pencapaian yang pernah diraih diantaranya adalah juara 2 lomba debat nasional ACCEX di Lampung, juara 1 lomba esai nasional oleh Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Juara 3 lomba esai nasional protektor 2021 oleh Universitas Andalas, dan *silver medalist* pada kegiatan WICE 2021 Malaysia.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah subhana wata'ala yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul “Identifikasi Jamur Entomopatogen Secara Morfologi yang Menyerang Lebah Bersengat dan Lebah Tanpa Sengat di Kabupaten Muara Enim, Kabupaten Ogan Ilir, Kota Palembang, dan Kota Prabumulih” dengan lancar dan tanpa suatu hambatan yang berarti.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si selaku pembimbing atas segala ilmu, arahan, saran, kesabaran, dan perhatiannya dari awal perencanaan hingga penelitian ini dapat diselesaikan. Penelitian ini didanai oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Untuk itu, tidak diperkenankan menyebarkan dan mempublikasikan data pada skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.

Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Suwandi, M. Agr. yang sudah membantu dalam identifikasi jamur, Dr. Chandra Irsan, M.Si. yang sudah membantu dalam identifikasi serangga, Dr. Suparman SHK. dan Dr. Rahmat Pratama, M.Si. yang sudah memberi masukan pada penelitian ini.
2. Penghargaan dan terima kasih yang paling dalam penulis sampaikan kepada kedua Ayah dan Ibu yang sudah memberikan dukungan, mendidik, dan mendoakan setiap langkah penulis dari awal hingga saat ini. Terima kasih juga teruntuk Hani dan Kak Sum di rumah yang sudah mendukung penulis agar senantiasa semangat mengerjakan penelitian.
3. Terima kasih juga penulis sampaikan untuk Tim Entomologi (Rian, Amar, Abin, Ella, Ica, Indah, Mimid, Sarah, Septia, Shakeilla, Tezi, Zizi). Terima kasih juga untuk Ego, Bagas, Agustian, dan Hasanul yang sudah membantu terlaksananya penelitian ini. Semoga bantuan dan upaya baik kalian akan menjadi amal kebaikan dan keberkahan, kemudian diberikan hidup berkah, nyaman dengan rezeki yang terbaik pasca kampus nanti.

4. Terima kasih juga untuk Pak Sukar, Kak Qolbi, Pak Jawahir, dan Kak Radev yang sudah mendukung terlaksananya survey penelitian di Sumatera Selatan. Semoga bantuan dan upaya baik yang sudah diberikan akan menjadi amal kebaikan dan keberkahan, kemudian diberikan hidup berkah, nyaman dengan rezeki yang terbaik.

Harapannya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi sumber pengembangan ilmu pengetahuan kedepannya. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu kiritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Indralaya, Desember 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Potensi dan Klasifikasi Lebah bersengat .....	4
2.2. Spesies Lebah bersengat .....	4
2.2.1. <i>Apis cerana</i> .....	4
2.2.1.1. Taksonomi.....	4
2.2.1.2. Morfologi .....	5
2.2.1.3. Persebaran dan Status di Indonesia .....	5
2.2.2. <i>Apis mellifera</i> .....	5
2.2.2.1. Taksonomi.....	5
2.2.2.2. Morfologi .....	6
2.2.2.3. Persebaran dan Status di Indonesia .....	6
2.3. Lebah Tanpa Sengat.....	7
2.3.1. Potensi dan Klasifikasi Lebah Tanpa Sengat.....	7
2.3.2. Bioekologi Lebah Tanpa Sengat.....	7
2.3.3. Habitat dan Distribusi Lebah Tanpa Sengat .....	9
2.3.4. Perilaku Lebah Tanpa Sengat .....	10
2.4. Spesies Lebah Tanpa Sengat.....	10
2.4.1. <i>Tetragonula laeviceps</i> .....	10
2.4.1.1. Taksonomi.....	10
2.4.1.2. Morfologi .....	11
2.4.1.3. Perilaku dan Hama .....	11

2.4.2.	<i>Tetragonula iridipennis</i> .....	12
2.4.2.1.	Taksonomi.....	12
2.4.2.2.	Morfologi .....	13
2.4.3.	<i>Tetragonula biroi</i> .....	14
2.4.3.1.	Taksonomi.....	14
2.4.3.2.	Morfologi .....	14
2.4.3.3.	Perilaku dan potensi <i>Tetragonula biroi</i> .....	15
2.5.	Penyakit Lebah Tanpa Sengat dan Lebah bersengat.....	15
2.6.	Kekuatan Koloni .....	19
BAB 3.	PELAKSANAAN PENELITIAN.....	21
3.1.	Tempat dan Waktu.....	21
3.2.	Alat dan Bahan.....	21
3.3.	Metode Penelitian .....	22
3.4.	Cara Kerja .....	22
3.4.1.	Kegiatan di Lapangan .....	23
3.4.1.1.	Pengamatan di Lapangan .....	23
3.4.1.2.	Pengambilan Sampel.....	23
3.4.2.	Kegiatan di Laboratorium .....	23
3.4.2.1.	Sterilisasi Alat dan Bahan.....	23
3.4.2.2.	Pembuatan Media.....	24
3.4.2.3.	Isolasi Jamur Entomopatogen pada Lebah Bersengat dan Lebah Tanpa Sengat.....	24
3.4.2.4.	Pembugaran Jamur Entomopatogen .....	25
3.4.2.5.	Identifikasi Jamur Entomopatogen .....	25
3.5.	Analisis Data .....	25
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1.	Hasil .....	26
4.1.1.	Karakteristik Morfologi Lebah .....	26
4.1.2.	Persentase Lebah Terinfeksi Berdasarkan Kota.....	28
4.1.3.	Persentase Lebah Terinfeksi Berdasarkan Spesies .....	29
4.1.4.	Jamur Entomopatogen pada Lebah.....	30
4.1.5.	Gejala Serangan .....	32
4.1.6.	Isolat Jamur Entomopatogen.....	34
4.1.7.	Struktur Jamur Entomopatogen .....	35
4.2.	Pembahasan.....	36
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	41

5.1.	Kesimpulan .....	41
5.2.	Saran.....	42
	DAFTAR PUSTAKA .....	43



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1. Karakteristik budidaya lebah pada lima lokasi .....	22
Tabel 4. 1. Persentase telur dan imago lebah yang terinfeksi jamur entomopatogen berdasarkan kota.....	29
Tabel 4. 2. Persentase telur dan imago lebah yang terinfeksi jamur entomopatogen berdasarkan spesies .....	30
Tabel 4. 3. Spesies jamur entomopatogen yang menginfeksi lebah.....	31

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1. Morfologi <i>Apis cerana</i> .....	5
Gambar 2. 2. Morfologi <i>Apis mellifera</i> .....	6
Gambar 2. 3. Struktur sarang <i>stingless bee</i> .....	8
Gambar 2. 4. Telur dan larva lebah tanpa sengat .....	8
Gambar 2. 5. Morfologi <i>Tetragonula laeviceps</i> .....	11
Gambar 2. 6. Morfologi <i>Tetragonula iridipennis</i> .....	14
Gambar 2. 7. Morfologi <i>Tetragonula biroi</i> .....	14
Gambar 2. 8. Gejala penyakit broodcell bakteri.....	15
Gambar 2. 9. Gejala penyakit <i>broodcell</i> bakteri pada koloni.....	16
Gambar 2. 10. Gejala penyakit <i>chalkbrood</i> .....	17
Gambar 2. 11. Gejala nosemosis .....	18
Gambar 2. 12. Perbandingan lebah sehat dan terinfeksi DWV .....	19
Gambar 2. 13. Perbandingan kolon kuat dan lemah .....	20
Gambar 3. 1. Peta Lokasi Penelitian Muara Enim, Ogan Ilir, Kota Palembang, dan Kota Prabumulih .....	21

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Persentase lebah terinfeksi tiap fase .....	53
Lampiran 2. Pengamatan koloni lebah dan gejala serangan .....	57

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Serangga terdiri dari keragamannya yang sangat besar, meskipun hanya berbeda pada bagian tajuk dan permukaan tanah (Herlinda *et al.*, 2021; Herlinda *et al.*, 2021; Herlinda *et al.*, 2019; Karenina, *et al.*, 2020). Keragaman serangga bisa dipengaruhi oleh fase vegetatif atau generatif tanaman, hal tersebut bisa mempengaruhi populasi dan dominasi peran serangga (Herlinda *et al.*, 2018). Berdasarkan perannya serangga terdiri atas fitofag, predator, dan serangga netral (Hanif *et al.*, 2019; Karenina *et al.*, 2019), (Herlinda, Karenina, *et al.*, 2019). Serangga yang berperan fitofag merupakan serangga herbivora yang punya potensi sebagai hama pada komoditas pertanian (Herlinda *et al.*, 2020). Serangga predator merupakan serangga yang memangsa serangga lainnya seperti Mantidae, Coenagrionidae, Staphylinidae, Anthicidae, Latridiidae, Formicidae, Coccinellidae, Coccinellidae, Tettigoniidae, Miridae (Prabawati *et al.*, 2019). Serangga netral adalah serangga yang terdiri atas serangga dekomposer dan polinator (Karenina *et al.*, 2020).

Serangga polinator merupakan serangga penyerbuk seperti lebah bersengat yang berperan 66% pada penyerbukan 128 tanaman utama dibanding bila penyerbukan lainnya yang bisa dilakukan oleh angin dan manusia (Bashir *et al.*, 2018; Felipe *et al.*, 2020; Hernández *et al.*, 2020). Polinasi oleh lebah dilakukan juga oleh lebah tanpa sengat yang merupakan serangga paling penting dalam polinasi tanaman terestrial dan tanaman tropis (Ramírez and Ayala, 2018). Populasi lebah bersengat dan lebah tanpa sengat sangat penting untuk dijaga karena sangat bermanfaat untuk pertanian dan konservasi, selain itu madu dan propolisnya punya pengaruh besar pada industri makanan dan kesehatan (Bak-Badowska *et al.*, 2019).

Oleh karenanya mengetahui ancaman seperti hama dan penyakit pada lebah bersengat dan lebah tanpa sengat perlu diketahui. Hama lebah bersengat dan lebah tanpa sengat adalah predator dan parasit (Hernández *et al.*, 2022). Penyakit pada lebah bersengat dan lebah tanpa sengat disebabkan oleh mikroorganisme dan

partikel virus yang memarasit dan membunuh serangga (Figueroa *et al.*, 2019). Penyakit pada lebah bersengat sudah pernah dilaporkan dan diantaranya DWV yang umum menyerang lebah dengan proboscisnya yang dicirikan keluar dari alat mulutnya setelah baru saja menyelesaikan fase pra dewasa di sarang (Koziy *et al.*, 2019). Lebah tanpa sengat juga sudah dilaporkan di berbagai negara. Beberapa diantaranya yaitu di Brazil yang melaporkan *Acute bee paralysis virus* (ABPV), *Deformed wing virus* (DWV), *Black queen cell virus* (BQCV) pada spesies *Nannotrigona testaceicornis*, *Tetragona elongata*, dan *Tetragonisca angustula* (Guimarães-Cestaro *et al.*, 2020). Kemudian serangan jamur yang diketahui pada lebah bersengat, dilaporkan bahwa *Aspergillus* spp. ditemukan pada lebah pekerja, lebah pemberi makan, dan larva (Foley *et al.*, 2014). Di Brazil juga ditemukan penyakit oleh bakteri dan microspodia pada sel induk *Melipona mondury* (Teixeira *et al.*, 2020), dan penyakit lainnya yaitu dari microsporidia oleh *Nosema ceranae* pada *Tetragonula hockingsi* yang aktif pada sistem pencernaan (Purkiss and Lach, 2019).

Eksplorasi penyakit pada lebah bersengat dan lebah tanpa sengat sudah banyak dilakukan di beberapa negara, namun informasi penyakit lebah tanpa sengat di Indonesia terutama di Sumatera Selatan masih jarang diinformasikan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis patogen yang menyerang lebah bersengat dan lebah tanpa sengat di Sumatera Selatan. Manfaat penelitian ini harapannya dapat menjadi wawasan mengenai patogen yang berasosiasi pada lebah dan lebah tanpa sengat dan menjadi informasi untuk memperhatikan populasi lebah bersengat dan lebah tanpa sengat dan penyakitnya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. apa saja jenis patogen yang menyerang pada lebah bersengat dan lebah tanpa sengat?
2. bagaimana persentase mortalitas pada lebah bersengat dan lebah tanpa sengat?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. mengidentifikasi patogen yang menyerang pada lebah bersengat dan lebah tanpa sengat secara morfologi
2. menganalisis persentase mortalitas pada lebah bersengat dan lebah tanpa sengat

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi wawasan mengenai patogen yang menyerang lebah bersengat dan lebah tanpa sengat dan menjadi landasan untuk memperhatikan populasi lebah dan penyakitnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arung, E. T., Ramadhan, R., Khairunnisa, B., Amen, Y., Matsumoto, M., Nagata, M., Kusuma, I. W., Paramita, S., Sukemi, Yadi, Tandirogang, N., Takemoto, N., Syafrizal, Kim, Y. ung, & Shimizu, K. 2021. Cytotoxicity effect of honey, bee pollen, and propolis from seven stingless bees in some cancer cell lines. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(12), 7182–7189.
- Atmowidi, T., Prawasti, T. S., Rianti, P., Prasajo, F. A., & Pradipta, N. B. 2022. Stingless Bees Pollination Increases Fruit Formation of Strawberry (*Fragarix annanassa* Duch ) and Melon (*Cucumis melo* L.).
- Ávila, S., Beux, M. R., Ribani, R. H., & Zambiasi, R. C. 2018. Stingless bee honey: Quality parameters, bioactive compounds, health-promotion properties and modification detection strategies. *Trends in Food Science and Technology*, 81, 37–50.
- Azizi, M. G., Priawandiputra, W., & Raffiudin, R. 2020. Morphological identification of stingless bees from Belitung. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 457(1), 0–8.
- Bak-Badowska, J., Zeber-Dzikowska, I., Gworek, B., Kacprzyk, W., & Chmielewski, J. 2019. The role and significance of stingless bees (Hymenoptera: Apiformes: Meliponini) in the natural environment. *Ochrona Srodowiska i Zasobow Naturalnych*, 30(2), 1–5.
- Barbosa, R. N., Bezerra, J. D. P., Souza-Motta, C. M., Frisvad, J. C., Samson, R. A., Oliveira, N. T., & Houbraeken, J. 2018. New *Penicillium* and *Talaromyces* species from honey, pollen and nests of stingless bees. *International Journal of General and Molecular Microbiology*, 111(10), 1883–1912.
- Bartelli, B. F., & Nogueira-Ferreira, F. H. 2014. Pollination services provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in greenhouses with *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae). *Sociobiology*,

61(4), 510–516.

- Bashir, M. A., Alvi, A. M., Khan, K. A., Rehmani, M. I. A., Ansari, M. J., Atta, S., Ghramh, H. A., Batool, T., & Tariq, M. 2018. Role of pollination in yield and physicochemical properties of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(7), 1291–1297.
- Becchimanzi, A. 2022. *Aspergillus* spp. bees: A dynamic symbiotic association. *Frontiers in Microbiology*, September, 1–15.
- Belina-Aldemita, M. D., Opper, C., Schreiner, M., & D'Amico, S. 2019. Nutritional composition of pot-pollen produced by stingless bees (*Tetragonula biroi* Friese) from the Philippines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 82.
- Bigio, G., Toufalia, H. A. L., & Ratnieks, F. L. W. 2014. Honey bee hygienic behaviour does not incur a cost via removal of healthy brood. *Journal of Evolutionary Biology*, 27, 226–230.
- Carpenter, M. H., Harpur, B. A., Carpenter, M. H., & Harpur, B. A. 2022. Genetic past , present , and future of the honey bee (*Apis mellifera*) in the United States of America. *Apidologie*, 52.
- Chakuya, J., Gandiwa, E., Muboko, N., & Muposhi, V. K. 2022. A Review of Habitat and Distribution of Common Stingless Bees and Honeybees Species in African Savanna Ecosystems. 15, 1–12.
- Chantawannakul, P., Williams, G., & Neumann, P. 2018. Social Bees and the Current Status of Beekeeping in Indonesia. *Asian Beekeeping in the 21st Century*, 1–325.
- Cholis, M. N., Alpionita, R., Prawasti, T. S., & Atmowidi, T. 2020. Pollen Load and Flower Constancy of Stingless Bees *Tetragonula laeviceps* (Smith) and *Heterotrigona itama* (Cockerell) (Apidae: Meliponinae). *Iccesi*, 285–289.
- de Paula, G. T., Menezes, C., Pupo, M. T., & Rosa, C. A. 2021. Stingless bees and microbial interactions. *Current Opinion in Insect Science*, 44, 41–47.



- di Diprisco, G., Zhang, X., Pennacchio, F., Caprio, E., Li, J., Evans, J. D., DeGrandi-Hoffman, G., Hamilton, M., & Chen, Y. P. 2011. Dynamics of persistent and acute deformed wing virus infections in honey bees (*Apis mellifera*). *Viruses*, 3(12), 2425–2441.
- Diva, A. N., Pratami, D. K., Wijanarko, A., Hermansyah, H., & Sahlan, M. 2019. Effect of ethanolic propolis extract from *Tetragonula biroi* bees on the growth of human cancer cell lines HeLa and MCF-7. *AIP Conference Proceedings*.
- Dorian, N. N., & Bonoan, R. E. 2021. Stingless bees (Apidae: Meliponini) seek sodium at carrion baits in Costa Rica. *Ecological Entomology*, 46(2), 492–495.
- Figueroa, L. L., Blinder, M., Grincavitch, C., Jelinek, A., Mann, E. K., Merva, L. A., Metz, L. E., Zhao, A. Y., Irwin, R. E., McArt, S. H., & Adler, L. S. 2019. Bee pathogen transmission dynamics: Deposition, persistence and acquisition on flowers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1903).
- Fitri Ramadani, R., Raffiudin, R., Sri Ariyanti, N., Biagioni, S., Treanore, E., & Behling, H. 2021. Stingless bee foraging behavior and pollen resource use in oil palm and rubber plantations in Sumatra. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 18(2), 81–92.
- Foley, K., Fazio, G., Jensen, A. B., & Hughes, W. O. H. 2014. The distribution of *Aspergillus* spp. opportunistic parasites in hives and their pathogenicity to honey bees. *Veterinary Microbiology*, 169(3–4), 203–210.
- Garcia, F., Bueno, B., Kendall, L., Alves, D. A., Tamara, L., Heard, T., Latty, T., & Gloag, R. 2021. Stingless bee floral visitation in the global tropics and subtropics. *BioRxiv*, 2021, 1–29.
- Guimarães-Cestaro, L., Martins, M. F., Martínez, L. C., Alves, M. L. T. M. F., Guidugli-Lazzarini, K. R., Nocelli, R. C. F., Malaspina, O., Serrão, J. E., & Teixeira, É. W. 2020. Occurrence of virus, microsporidia, and pesticide

residues in three species of stingless bees (Apidae: Meliponini) in the field. *Science of Nature*, 107(3).

Hachiro, S., & Knox, D. A. 1991. Diagnosis of honey bee diseases. *Agricultural Handbook (Washington)*, 690.

Han, F., Wallberg, A., & Webster, M. T. 2012. From where did the Western honeybee (*Apis mellifera*) originate. *Honey Bee Evolution*, 1949–1957.

Hanif, K. I., Herlinda, S., Irsan, C., Karenina, T., Anggraini, E., Suwandi, S., & Susilawati, S. 2019. Populasi Serangga Hama dan Artropoda Predator pada Padi Rawa Lebak Sumatera Selatan yang Diaplikasikan Bioinsektisida dari *Beauveria bassiana* dan Insektisida Sintetik. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands*, 8(1), 31–38.

Herlinda, S., Apriyanti, H., Susilawati, S., & Anggraini, E. 2019. Komunitas serangga hama padi rawa lebak yang ditanam dengan berbagai jarak tanam. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 15(3), 151.

Herlinda, S., Fadli, R., Hasbi, Irsan, C., Setiawan, A., Elfiti, Verawaty, M., Suwandi, S., Suparman, & Karenina, T. 2021. Soil arthropod species and their abundance in different chili management practices in freshwater swamps of South Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 713(1).

Herlinda, S., Karenina, T., Irsan, C., & Pujiastuti, Y. 2019. Arthropods inhabiting flowering non-crop plants and adaptive vegetables planted around paddy fields of freshwater swamps of South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(11), 3328–3339.

Herlinda, S., Prabawati, G., Pujiastuti, Y., Susilawati, Karenina, T., Hasbi, & Irsan, C. 2020. Herbivore insects and predatory arthropods in freshwater swamp rice field in South Sumatra, Indonesia sprayed with bioinsecticides of entomopathogenic fungi and abamectin. *Biodiversitas*, 21(8), 3755–3768.

Herlinda, S., Tricahyati, T., Irsan, C., Karenina, T., Hasbi, Suparman, Lakitan, B.,

- Anggraini, E., & Arsi. 2021. Arboreal arthropod assemblages in chili pepper with different mulches and pest managements in freshwater swamps of South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(6), 3065–3074.
- Herlinda, S., Yudha, S., Thalib, R., Khodijah, Suwandi, Lakitan, B., & Verawaty, M. 2018. Species richness and abundance of spiders inhabiting rice in fresh swamps and tidal lowlands in South Sumatra, Indonesia. *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 24(1), 82–93.
- Herlinda, S., Yusticia, S. R., Irsan, C., Hadi, B. A. R., Lakitan, B., Verawaty, M., & Hasbi. 2019. Abundance of arthropods inhabiting canopy of rice cultivated using different planting methods and varieties. *Journal of Biopesticides*, 12(1), 7–18.
- Hernandez, R., Ruiz-Toledo, J., Toledo, J., & Sanchez, D. 2016. Apiculture and Social Insects Effect of Three Entomopathogenic Fungi on Three Species of Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae) Under Laboratory Conditions. *Journal of Economic Entomology*, 1–5.
- Hristov, P., Shumkova, R., Palova, N., & Neov, B. 2020. Factors associated with honey bee colony losses: A mini review. *Veterinary Sciences*, 7(4), 1–16.
- Hung, K. L. J., Kingston, J. M., Albrecht, M., Holway, D. A., & Kohn, J. R. 2018. The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1870).
- Ibrahim, M. M., & Jakhar, A. 2017. Morphometrics of *Apis mellifera* after Five Decades of its Introduction in North-Western Himalayan Region of India. *Pakistan Jour Zoo*.
- Joshi, U., Kothiyal, K., Kumar, Y., & Bhatt, R. 2021. Role of honeybees in horticultural crop productivity enhancement. *International Journal of Agricultural Sciences*, 348–355.
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., & Pujiastuti, Y. 2019. Abundance and

species diversity of predatory arthropods inhabiting rice of refuge habitats and synthetic insecticide application in freshwater swamps in South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(8), 2375–2387.

Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., & Pujiastuti, Y. 2020. Arboreal entomophagous arthropods of rice insect pests inhabiting adaptive vegetables and refugia in freshwater swamps of South Sumatra. *Agrivita*, 42(2), 214–228.

Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y., Hasbi, Suparman, Lakitan, B., Hamidson, H., & Umayah, A. 2020. Community structure of arboreal and soil-dwelling arthropods in three different rice planting indexes in freshwater swamps of south sumatra, indonesia. *Biodiversitas*, 21(10), 4839–4849.

Katna, S., Singh Rana, B., Kumar Sharma, H., & Chauhan, A. 2018. Preliminary studies on *Nosema ceranae*: A microsporidian infecting *Apis mellifera* in India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(3), 262–265.

Khalil, A. M. A., & Hashem, A. H. 2018. Morphological changes of conidiogenesis in two *Aspergillus* species. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 12(4), 2041–2048.

Khambhu, C. V, Pandya, H. V, Patel, K. G., & Patel, S. R. 2022. Biology of the stingless bees, *Tetragonula laeviceps*. *Pharma Innovation Journal*, 11(1), 360–362.

Koethe, S., Fischbach, V., Banysch, S., Reinartz, L., Hrnecir, M., & Lunau, K. 2020. A Comparative Study of Food Source Selection in Stingless Bees and Honeybees: Scent Marks, Location, or Color. *Frontiers in Plant Science*, 11(May), 1–10.

Koziy, R. V., Wood, S. C., Kozii, I. V., van Rensburg, C. J., Moshynskyy, I., Dvylyuk, I., & Simko, E. 2019. Deformed Wing Virus Infection in Honey Bees (*Apis mellifera* L.). *Veterinary Pathology*, 56(4), 636–641.

Krishanti, N. P. R. A., Wikantyoso, B., Zulfitri, A., & Zulfiana, D. 2017.

- Entomopathogenic Bacteria as Biocontrol Agent Against *Spodoptera litura* (F.) Larvae. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, 16(1), 1–110.
- Lorenzo-Felipe, I., Blanco, C. A., & Corona, M. 2020. Impact of Apoidea (Hymenoptera) on the World's Food Production and Diets. *Annals of the Entomological Society of America*, 113(6), 407–424.
- Lorini, A., Wobeto, C., Bonaldo, S. M., Botelho, S. de C. C., & Sinhorin, A. P. 2018. Chemical composition and antifungal activity of propolis on *Aspergillus flavus*. *Bioscience Journal*, 34(5), 1298–1307.
- Maxfield-Taylor, S. A., Mujic, A. B., & Rao, S. 2015. First detection of the larval chalkbrood disease pathogen *Ascospaera apis* (Ascomycota: Eurotiomycetes: Ascosphaerales) in adult bumble bees. *Plos One*, 10(4), 1–11.
- Menegatti, C., Gomes, W., Paixão, D., Carrão, D. B., Rodrigo, A., & Oliveira, M. De. 2018. *Paenibacillus polymyxa* Associated with the Stingless Bee *Melipona scutellaris* Produces Antimicrobial Compounds against Entomopathogens.
- Nelly, N., Syahrawati, M., Hamid, H., Habazar, T., & Gusnia, D. N. 2019. Diversity and characterization of entomopathogenic fungi from rhizosphere of maize plants as potential biological control agents. *Biodiversitas*, 20(5), 1435–1441.
- Pangestika, Atmowidi, T., & Kahono, S. 2020. Additional nest structures and natural enemies of stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 4(2), 42–47.
- Peukpiboon, T., Benbow, M. E., & Suwannapong, G. 2017. Detection of *Nosema* spp. spore contamination in commercial *Apis mellifera* bee pollens of Thailand. *Journal of Apicultural Research*, 56(4), 376–386.
- Prabawati, G., Herlinda, S., & Pujiastuti, Y. 2019. The abundance of canopy arthropods in south sumatra (Indonesia) freshwater swamp main and

- ratooned rice applied with bioinsecticides and synthetic insecticide. *Biodiversitas*, 20(10), 2921–2930.
- Purkiss, T., & Lach, L. 2019. Pathogen spillover from *Apis mellifera* to a stingless bee. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1908).
- Purwanto, H. 2021. Morphology , morphometrics , and molecular characteristics of *Apis cerana* and *Apis nigrocincta* from Central Sulawesi , Indonesia. *Biologi Tropis*.
- Purwanto, H., & Trianto, M. 2021. Species description, morphometric measurement and molecular identification of stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in meliponiculture industry in West Java province, Indonesia. *Serangga*, 26(1), 6.
- Rabajante, J. F., Lubag, S. P., Jr, A. C. F., & Cervancia, C. R. 2013. Foraging behavior of stingless bees (*Tetragonula biroi friese*): distance, direction and height of preferred food source. *University of the Philippines Los Baños, Philippines, May 2014*.
- Rasmussen, C. 2013. Stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) of the Indian subcontinent: Diversity, taxonomy and current status of knowledge. *Zootaxa*, 3647(3), 401–428.
- Rucker, R. R., Thurman, W. N., & Burgett, M. 2019. Colony collapse and the consequences of bee disease: Market adaptation to environmental change. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 6(5), 927–960.
- Sagili, R. R., & Burgett, D. M. 2011. Evaluating Honey Bee Colonies for Pollination: A Guide for Commercial Growers and Beekeepers. *A Pacific Northwestern Extension Publication*, 1–8.
- Saini, S., Chaudhary, O. P., & Anoocha, V. 2018. Relationship of population size and extraction frequency with honey production in *Apis mellifera* colonies. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(3), 1374–1377.

- Sayusti, T., Raffiudin, R., Kahono, S., & Nagir, T. 2020. Stingless bees (Hymenoptera: Apidae) in South and West Sulawesi, Indonesia: morphology, nest structure, and molecular characteristics. *Journal of Apicultural Research*, 60(1), 143–156.
- Schouten, C., Lloyd, D., & Lloyd, H. 2019. Beekeeping With the Asian Honey Bee (*Apis cerana javana* Fabr) in the Indonesian Islands of Java, Bali, Nusa Penida, and Sumbawa . *Bee World*, 96(2), 45–49.
- Shackleton, K., Toufalia, H. Al, Balfour, N. J., Nascimento, F. S., Alves, D. A., & Ratnieks, F. L. W. 2015. Appetite for self-destruction: Suicidal biting as a nest defense strategy in *Trigona* stingless bees. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 69(2), 273–281.
- Shanks, J. L., Haigh, A. M., Riegler, M., & Spooner-Hart, R. N. 2017. First confirmed report of a bacterial brood disease in stingless bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 144, 7–10.
- Sharma, L., Bohra, N., Rajput, V. D., Quiroz-Figueroa, F. R., Singh, R. K., & Marques, G. 2021. Advances in entomopathogen isolation: A case of bacteria and fungi. *Microorganisms*, 9(1), 1–25.
- Spaethe, J., Streinzer, M., Eckert, J., & Dyer, A. G. 2014. *Behavioural evidence of colour vision in free flying stingless bees. September.*
- Suhri, A. G. M. I., Soesilohadi, R. H., Agus, A., & Kahono, S. 2021. The effects of introduction of the sulawesi endemic stingless bee *Tetragonula biroi* from sulawesi to java on foraging behavior, natural enemies, and their productivity. *Biodiversitas*, 22(12), 5624–5632.
- Suzuki, K., Yoshihima, T., & Shigemitsu, Y. 1974. Sweeping Behaviours of Honey Bees at the Hive Entrance. *Bulletin Chiba University*.
- Teixeira, É. W., Ferreira, E. A., Luz, C. F. P. da, Martins, M. F., Ramos, T. A., & Lourenço, A. P. 2020. European Foulbrood in stingless bees (Apidae: Meliponini) in Brazil: Old disease, renewed threat. *Journal of Invertebrate*

*Pathology*, 172, 107357.

- Theisen-jones, H., & Bienefeld, K. 2017. *The Asian Honey Bee ( Apis cerana ) is Significantly in Decline. December 2016.*
- Toledo-Hernández, E., Peña-Chora, G., Hernández-Velázquez, V. M., Lormendez, C. C., Toribio-Jiménez, J., Romero-Ramírez, Y., & León-Rodríguez, R. 2022. The stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): a review of the current threats to their survival. *Apidologie*, 53(1).
- Toledo-Hernández, M., Tschardtke, T., Tjoa, A., Anshary, A., Cyio, B., & Wanger, T. C. 2020. Hand pollination, not pesticides or fertilizers, increases cocoa yields and farmer income. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 304(18).
- Trianto, M., Fajri Marisa, & Moh Dahri Kisman. 2020. *Tetragonula laeviceps* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): Morphology, Morphometric, and Nest Structure. *Bioeduscience*, 4(2), 188–194.
- Trianto, M., & Purwanto, H. 2020. Morphological characteristics and morphometrics of stingless bees (Hymenoptera: Meliponini) in Yogyakarta, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(6), 2619–2628.
- Udayakumar, A., Shylesha, A. N., & Shivalingaswamy, T. M. 2021. Coconut shell traps: easiest and economic way to attract stingless bees (*Tetragonula iridipennis*) Smith. *Sociobiology*, 68(4).
- Virginia Meléndez Ramírez, Ricardo Ayala, and H. D. G. 2018. Crop Pollination by Stingless Bees. *Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology*, 1–481.
- Wulandari, A. P., Atmowidi, T., & Kahono, D. S. 2017. Peranan Lebah *Trigona laeviceps* (Hymenoptera: Apidae) dalam Produksi Biji Kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*). *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 45(2), 196.