

## I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Serangga penyerbuk berperan penting di hampir semua ekosistem darat dan memberikan layanan jasa ekosistem yang sangat penting untuk menjaga produktivitas tanaman pertanian (Tscharntke *et al.* 2005; Winfree *et al.* 2008). Sepertiga dari bahan pangan manusia bergantung pada hasil penyerbukan oleh serangga. Berdasarkan data dari 200 negara di dunia, sekitar 75% tanaman pertanian yang penting sangat bergantung pada serangga penyerbuk (Klein *et al.* 2007). Beberapa tanaman komersial yang penyerbukannya bergantung pada serangga, seperti tanaman stroberi (Roselino *et al.* 2009), tomat (Del *et al.* 2005), timun (Hasan *et al.* 2017), caisin (Atmowidi *et al.* 2007), terong (Nunes-Silve *et al.* 2013), semangka (Bomfim *et al.* 2014), apel (Viana *et al.* 2014), dan kailan (Wulandari *et al.* 2017).

Secara umum serangga penyerbuk mengunjungi bunga karena adanya kandungan nutrisi pada bunga sebagai penarik primer dan zat penarik sekunder, serta faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan kecepatan angin (Faheem *et al.* 2004). Perilaku kunjungan serangga penyerbuk sangat penting dipelajari karena berpengaruh terhadap keberhasilan penyerbukan dan produktivitas tanaman (Kouonon *et al.* 2009).

Sebagai agens penyerbuk, lebah tanpa sengat (*stingless bees*) memiliki beberapa keunggulan antara lain lebih adaptif, konsisten mengunjungi jenis bunga yang sama (*flower constancy*), mudah didomestikasi, ketahanan koloni yang tinggi, bersifat generalis (*polylectic*), serta mampu melakukan *food recruitment* yang tinggi (Sakagami *et al.* 1990). Keunggulan lain yang dimiliki lebah tanpa sengat dibandingkan lebah lainnya yaitu lebah ini tidak memiliki sengat fungsional sehingga mudah dikelola dan cocok untuk penyerbukan tanaman yang dibudidayakan di daerah pemukiman dan rumah kaca (Kishan *et al.* 2017). Lebah tanpa sengat tersebar di kawasan beriklim tropis maupun subtropis, seperti Indonesia, Filipina, Malaysia, Thailand, Sri Lanka, dan India (Rasmussen 2008). Sarang lebah tanpa sengat dapat ditemukan pada celah-celah dinding rumah, batang kayu, bambu, dan tempat-tempat tersembunyi lainnya (Roubik 2006).

Salah satu lebah tanpa sengat yang memiliki potensi untuk diaplikasikan sebagai agens penyerbuk pada pertanian adalah *Tetragonula laeviceps* (A'yunin *et al.* 2019). *Tetragonula laeviceps* memiliki panjang tubuh berkisar 3,44 – 4,88 mm dan hidup berkoloni (Jalil dan Shuib 2014). Dalam satu koloni *T. laeviceps* dapat ditemukan tiga kasta, yaitu pekerja (sekitar 3000 individu), *drone* (jantan) (ratusan individu), dan ratu (satu atau beberapa individu). Setiap kasta memiliki peran masing-masing dalam koloni, seperti lebah pekerja yang bertugas menjaga sarang dari pemangsa, membangun dan membersihkan sarang serta mencari nektar, serbuk sari dan resin. Lebah jantan berperan mengawini ratu, dan lebah ratu bertugas untuk reproduksi (Inoue *et al.* 1984; Chinh *et al.* 2005).

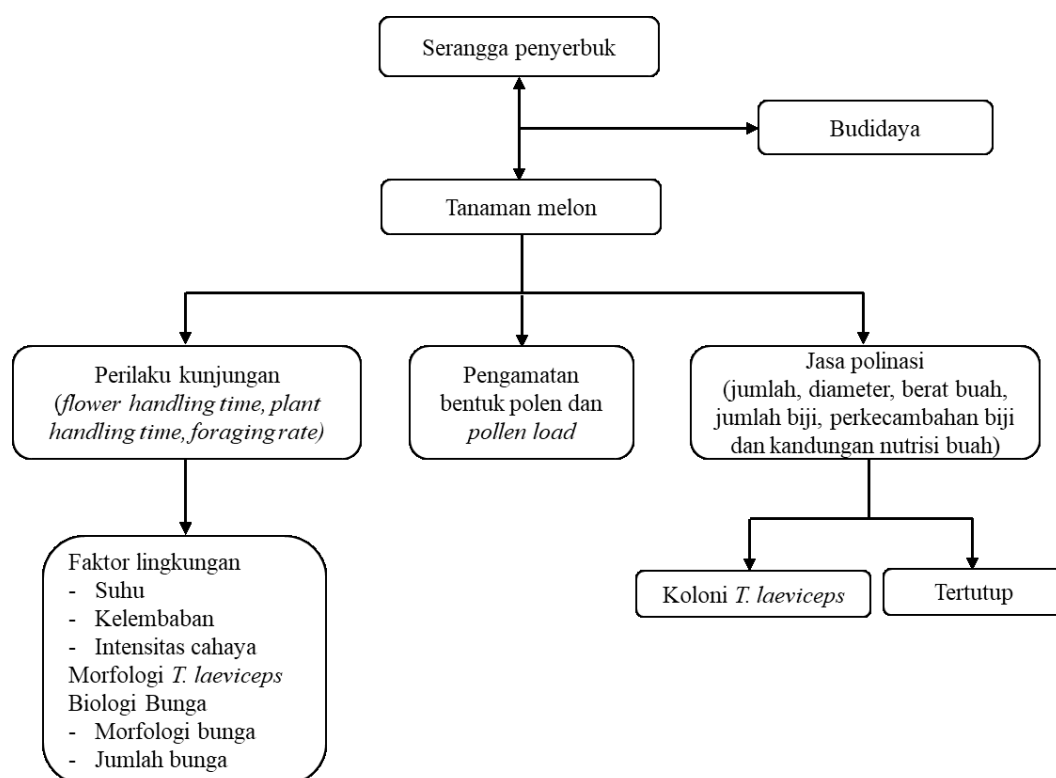
*Tetragonula laeviceps* merupakan salah satu penyerbuk yang aktif mengumpulkan nektar dan serbuk sari (Gadhiya *et al.* 2019). Penyerbukan dengan bantuan *T. laeviceps* memberikan kontribusi yang besar terhadap produksi tanaman pertanian (Atmowidi *et al.* 2007; Wulandari *et al.* 2017). Salah satu tanaman

pertanian yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah melon (*Cucumis melo* L).

Melon merupakan tanaman penghasil buah yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Prajnata 2004). Tanaman melon bersifat andromonoesius atau memiliki bunga jantan, bunga betina, dan bunga hermaprodit dalam satu tanaman (Girek *et al.* 2013). Tanaman melon memerlukan agens penyerbuk (Kouonon *et al.* 2009; Tschoeke *et al.* 2015; Ribeiro *et al.* 2017) untuk membantu proses penyerbukannya. Kouonon *et al.* (2009) melaporkan pada melon andromonoesius tidak mampu melakukan penyerbukan sendiri (*self polination*) dan penyerbukan terjadi secara silang. Umumnya, keberhasilan tanaman yang melakukan penyerbukan silang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang melakukan penyerbukan sendiri (Barth 1991). Penyerbukan silang pada bunga melon secara alami dilakukan oleh serangga penyerbuk (Kouonon *et al.* 2009). Tschoeke *et al.* (2015) melaporkan beberapa lebah, seperti *Apis mellifera*, *Halictus* sp., *Plebeia* sp., *Trigona spinipes*, dan *Trigona pallens* dilaporkan sebagai penyerbuk tanaman melon. Proses penyerbukan tanaman melon membutuhkan serangga penyerbuk karena karakteristik dan sifat bunga melon yang polimorfik andromonoesius.

## 1.2 Rumusan Masalah

Melon merupakan tanaman yang telah dikenal secara luas oleh masyarakat Indonesia. Peningkatan produksi hasil panen melalui penyerbukan dan pembuahan perlu dilakukan, akan tetapi bunga melon bersifat andromonoesius sehingga membutuhkan serangga dalam penyerbukannya. Selain memperhatikan aspek budidayanya, salah satu cara untuk meningkatkan jumlah dan kualitas buah melon yaitu memperhatikan penggunaan serangga penyerbuk di lahan pertanian. Oleh sebab itu perlu dipelajari jasa polinasi *T. laeviceps* pada tanaman melon dengan mengukur jumlah buah yang terbentuk, diameter buah, bobot buah, jumlah biji per buah, perkecambahan biji, kadar gula, dan kandungan nutrisi buah melon. Penelitian ini juga untuk mengukur aktivitas kunjungan *T. laeviceps* serta hubungan parameter lingkungan. Kerangka pikir dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Bagan kerangka pikir penelitian

### 1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur jasa polinasi *T. laeviceps* pada tanaman melon dengan mengukur aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada tanaman melon dalam hubungannya dengan parameter lingkungan, mengukur jumlah polen yang di bawa (*pollen load*) oleh *T. Laeviceps* dan mengukur hasil panen buah yang dihasilkan meliputi jumlah, diameter, bobot buah yang terbentuk, jumlah biji per buah, perkecambahan biji, kadar gula dan kandungan nutrisi buah melon.

### 1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini dapat menambah informasi mengenai jasa polinasi *T. laeviceps* pada penyerbukan tanaman melon. Data penelitian ini dapat digunakan oleh petani di Indonesia dengan memanfaatkan *T. laeviceps* untuk meningkatkan produksi buah melon.

## II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi *Tetragonula laeviceps*

*Tetragonula laeviceps* merupakan salah satu spesies lebah tanpa sangat yang paling umum dijumpai di Indonesia (Erniwati 2013). Ukuran tubuh *T. laeviceps* berkisar 3,44-4,88 mm, memiliki tiga pasang tungkai yang beruas-ruas dan sepasang tungkai belakang berambut yang membentuk struktur keranjang polen (*pollen basket*) untuk menampung serbuk sari yang didapatkan dari bunga. Pada bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk, sepasang antena, dengan mulut berbentuk probosis untuk menghisap nektar (Inoue *et al.* 1984). Umumnya tubuh *T. laeviceps* berwarna hitam. Klasifikasi *T. laeviceps* menurut Smith (2012), yaitu:

Ordo	: Hymenoptera
Super famili	: Apoidea
Famili	: Apidae
Sub Famili	: Meliponinae
Tribe	: Meliponini
Genus	: <i>Tetragonula</i>
Spesies	: <i>Tetragonula laeviceps</i>

*Tetragonula laeviceps* hidup berkelompok dan membentuk koloni. Dalam satu koloni terdapat sekitar 1200 individu lebah pekerja, ratusan lebah jantan, dan beberapa lebah ratu (Chinh *et al.* 2005). Morfologi lebah ratu berbeda dengan lebah jantan dan lebah pekerja. Ukuran tubuh lebah ratu lebih besar dan bertugas untuk reproduksi atau bertelur (Inoue *et al.* 1984). Lebah pekerja bertugas membangun sarang, mencari makan, menjaga sarang, dan membangun tempat menyimpan cadangan makanan. Lebah jantan merupakan hasil dari telur yang tidak dibuahi yang mempunyai tugas mengkawini lebah ratu (Inoue *et al.* 1984).

*Tetragonula laeviceps* bersarang pada batang tanaman dengan diameter 30-50 cm. Pintu masuk sarang ditemukan pada ketinggian 2 m di atas tanah. Rongga sarang berbentuk silinder dengan diameter 8-11 cm dengan panjang 40-90 cm. Diameter pintu masuk adalah 5,5-8,5 mm. Volume sarang berkisar antara 2,0-8,5 liter. Sel berbentuk oval dengan panjang 4-5 mm disusun secara *amorf*. Sel-sel tersebut terhubung satu sama lain dengan pilar pendek. Sel-sel baru berwarna kecoklatan. Beberapa kelompok pot makanan dengan total volumenya sekitar 1,0-5,0 liter. Madu dan serbuk sari disimpan dalam pot terpisah dengan ukuran yang sama. Jumlah sel per sarang bervariasi (0-7 sel ratu/sarang), sel pekerja sekitar 650-3000/sarang, dan sel jantan sekitar 487-1150/sarang (Chinh *et al.* 2005).

Suhu di dalam dan di luar sarang berbeda, dimana suhu di dalam sarang lebih rendah dari suhu di luar sarang (Roubik 2006). Sarang lebah tanpa sengat terbuat dari *cerumen* yang merupakan campuran dari resin yang berasal dari tanaman dan lilin (*wax*) (Roubik 2006).



## 2.2 Peran *Tetragonula laeviceps* sebagai Polinator

*Tetragonula laeviceps* memerlukan polen dan nektar dari tanaman. Polen berfungsi sebagai sumber protein, sedangkan nektar merupakan sumber karbohidrat. *Tetragonula laeviceps* memberi makan larva dengan polen, sedangkan sumber nutrisi imago berasal dari polen dan nektar (Inoue *et al.* 1984). Selain mengumpulkan polen dan nektar, *T. laeviceps* juga mengumpulkan banyak resin tanaman untuk membangun, memperbaiki, dan melindungi sarang (Leonhardt dan Nico 2009). Menurut Michener (2007), perkembangan koloni bergantung pada keberhasilan lebah membawa sumberdaya dari bunga ke dalam sarang.

Beberapa tumbuhan tingkat tinggi memiliki kemampuan untuk melakukan penyerbukan sendiri. Beberapa tanaman memiliki struktur bunga yang peluang terjadinya penyerbukan sendiri sangat kecil, sehingga membutuhkan serangga untuk membantu terjadinya penyerbukan silang. Keberhasilan tanaman yang melakukan penyerbukan silang lebih tinggi dari pada tanaman yang melakukan penyerbukan sendiri (Barth 1991). Penyerbukan silang dilakukan oleh dua agen utama, yaitu serangga dan angin (Borrer *et al.* 1992). Serangga membantu penyerbukan banyak tanaman pertanian. Untuk meningkatkan hasil panen, banyak petani membawa sarang lebah madu saat musim pembungaan (Borrer *et al.* 1992). Penyerbukan yang dilakukan oleh serangga selain meningkatkan hasil panen juga dapat meningkatkan kualitas buah, termasuk nilai gizi dari tanaman yang diserbuki (Brittain *et al.* 2014) dan juga meningkatkan umur simpan (Klatt *et al.* 2014). Selain itu, serangga yang membantu proses penyerbukan tanaman memberikan kontribusi yang signifikan terhadap produksi tanaman, termasuk estimasi nilai ekonomi yang tinggi (Barth 1991; Atmowidi *et al.* 2007).

Roy *et al.* (2014) melaporkan penyerbukan silang pada tanaman yang dilakukan oleh serangga penyerbuk menghasilkan kualitas benih yang lebih baik. Wulandari *et al.* (2017) juga melaporkan terjadi peningkatan produksi biji pada tanaman kailan yang dibantu penyerbukannya oleh *T. laeviceps* sebesar 231% jumlah polong per tanaman, 48% pada jumlah biji per polong, 204% bobot biji per tanaman, dan 24% perkecambahan biji. Penelitian lain yang dilakukan oleh Asmini *et al.* (2016), menyatakan bahwa penyerbukan yang dilakukan oleh *stingless bees* dapat meningkatkan hasil produksi tanaman sawi (*Brassica rapa*). Tanaman yang diserbuki oleh *T. laeviceps* meningkatkan 27% jumlah polong per tanaman, 32% jumlah biji per polong, 32% bobot biji per polong, dan 18% perkecambahan biji.

## 2.3 Aktivitas Kunjungan *Tetragonula laeviceps*

*Tetragonula laeviceps* aktif mengumpulkan nektar dan serbuk sari (Leonhardt *et al.* 2007) dari berbagai takson tumbuhan (Cholis *et al.* 2019). *Tetragonula laeviceps* memerlukan sumber pakan yang digunakan untuk metabolisme tubuh, membuat sarang, dan reproduksi sehingga aktif mengunjungi berbagai bunga untuk mengumpulkan polen (Leonhardt *et al.* 2007). Aktivitas kunjungan lebah pada bunga dipengaruhi oleh morfologi bunga (Schoonhoven *et al.* 1998).

Aktivitas kunjungan lebah dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan yaitu suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan kecepatan angin (Faheem *et al.* 2004). A'yunin *et al.* (2019) melaporkan lebah *T. laeviceps* memiliki peran yang penting dalam penyerbukan labu siam, karena lebah ini aktif mengunjungi bunga dan

membantu proses penyerbukan tanaman. Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada bunga labu siam di mulai pada pukul 07.30 WIB. Hal ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap tingginya persentase bunga yang diserbuki. Ruslan *et al.* (2015) juga melaporkan bahwa lebah *Tetragonula* sp. merupakan lebah penyerbuk yang memiliki *flower handling* dan *foraging rate* yang tinggi (15.26 detik dan 27.47 detik per bunga) dalam mengunjungi bunga *Brassica rapa* dibandingkan *Apis cerana* (4.91 detik dan 6.22 detik per bunga). Perilaku *foraging rate* sangat dipengaruhi oleh iklim mikro, jumlah bunga, kualitas polen, dan nektar (Schoonhoven *et al.* 1998).

Perilaku mencari pakan pada *stingless bees* cenderung menunjukkan perilaku *flower constancy* (Schoonhoven *et al.* 1998). *Flower constancy* adalah perilaku serangga penyerbuk yang cenderung mengunjungi bunga dari satu spesies tanaman dalam setiap perjalanan mencari pakan (Schoonhoven *et al.* 1998). *Flower constancy* berguna untuk menghemat energi yang akan dihabiskan dalam memilih tanaman lain (Gruter dan Ratnieks 2011). *Flower constancy* merupakan perilaku yang juga bermanfaat bagi tanaman yaitu akan meningkatkan efektivitas penyerbukan bagi tanaman dan kemampuan ini juga diduga berhubungan dengan pengenalan bunga, penglihatan, penciuman, dan juga daya ingat dari serangga penyerbuk. *Flower constancy* terutama dimiliki oleh serangga penyerbuk dari kelompok lebah, baik lebah eusosial maupun lebah soliter (Gegeer dan Laverty 2001).

## 2.4 Biologi Melon

Tanaman melon (*Cucumis melo* L.) bersifat andromonoesious atau memiliki bunga jantan, betina, dan hermafrodit (Girek *et al.* 2013). Melon termasuk dalam familia Cucurbitaceae. Tanaman ini berasal dari Lembah Panas Persia atau daerah Mediterania yang merupakan perbatasan antara Asia Barat dengan Eropa dan Afrika. Tanaman ini tersebar luas ke Timur Tengah dan Eropa. Pada abad ke-14, melon dibawa ke Amerika oleh Colombus dan ditanam luas di Colorado, California, dan Texas. Tanaman melon kemudian tersebar ke seluruh penjuru dunia, terutama di daerah tropis dan subtropis termasuk Indonesia (Prajnata 2004)

Melon dikelompokkan kedalam tanaman semusim (*annual*) yang bersifat menjalar atau merambat dengan perantara alat pemegang berbentuk pilin serta batang tanaman berwarna hijau muda berbentuk bersegi lima, berbulu dan terdapat buku atau ruas-ruas tempat melekatnya tangkai daun yang tersusun berselang-seling (Prajnata 2004). Bunga melon tumbuh di ketiak daun, berbentuk seperti lonceng dan berwarna kuning (Tschoeke *et al.* 2015). Bunga melon terdiri atas bunga jantan, bunga betina, dan bunga hermaphrodit. Bunga jantan memiliki benang sari, bunga betina memiliki putik, sedangkan bunga hermaphrodit memiliki benangsari dan putik (Girek *et al.* 2013).

Buah melon memiliki kulit buah yang tidak teralalu tebal (1-2 mm) tetapi keras dan liat, daging buah dengan warna bervariasi berdasarkan varietas, dengan jumlah biji sekitar 500-600 per buah, berwarna cokelat muda dengan panjang rata-rata 0,9 mm dan diameter 0,4 mm yang terdapat diantara rongga dan terbalut dalam plasenta berwarna putih (Prajnata 2004).

## 2.5 Penyerbukan Melon

Bungan jantan, betina dan hermaprodit terpisah sehingga tanaman melon tidak mampu melakukan penyerbukan sendiri, sehingga memerlukan perantara atau agen penyerbuk untuk membantu proses penyerbukan (Kouonon *et al.* 2009; Tschoeke *et al.* 2015). Kouonon *et al.* (2009) membuktikan meskipun bunga melon bersifat hermaprodit, tetapi bunga ini tidak mampu melakukan *self polination*. Serbuksari harus ditransfer dari kepala sari ke stigma oleh serangga untuk membantu proses penyerbukan. Proses penyerbukan pada tanaman melon terjadi secara silang (Kouonon *et al.* 2009). Beberapa lebah seperti *A. mellifera*, *Halictus* sp., *Plebeia* sp., *Trigona spinipes* dan *Trigona pallens* dilaporkan sebagai penyerbuk tanaman melon (Tschoeke *et al.* 2015)

@Hak cipta milik IPBUniversity

IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

### III METODE

#### 3.1 Persiapan Tanaman Melon

Tanaman melon yang digunakan dalam penelitian ini ditanam di dalam Rumah Kaca, Kebun Cikabayan, Departemen Ilmu Tanah Dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian IPB. Benih yang digunakan merupakan varietas Sesilia yang dibeli di Toko Pertanian. Persiapan benih dan media pembibitan berupa tanah latosol, tanah regosol dan kompos *cocopeat* dengan perbandingan 1:1:1 yang dimasukkan kedalam *tray* (tempat pembibitan) serta media tanam yang sama dimasukkan kedalam *polybag*. Benih melon direndam dalam air selama 6 jam untuk perkecambahan. Benih melon yang telah direndam kemudian disemai ke dalam media pembibitan. Penyiraman dilakukan setiap pagi dan sore hari. Bibit melon kemudian dipindahkan ke dalam *polybag* yang berisi media tanam pada umur 2 minggu. Kemudian dilakukan pemasangan ajir atau lanjaran berupa benang kasur yang dipasang pada saat tanaman melon mulai merambat pada umur 2 minggu setelah tanam. Pemeliharaan tanaman melon dilakukan dengan menyemprotkan fungisida pada sore hari saat tanaman diserang oleh cendawan hama.

#### 3.2 Pengamatan Karakteristik Bunga Melon

Karakteristik bunga melon diamati untuk mengetahui morfologi bunga dengan mengamati ovari, jumlah petal, jumlah sepal, jumlah anther dan jumlah stigma. Penghitungan jumlah bunga jantan dan bunga hermaphrodit berdasarkan Tschoeke *et al.* (2015).

#### 3.3 Pengamatan Karakteristik *Tetragonula laeviceps*

Karakteristik *T. laeviceps* diamati pada 5 individu lebah yang telah diawetkan dalam alkohol 70%. Kemudian *T. laeviceps* dipinning dengan jarum serangga (diameter 0,30 mm) pada bagian thoraks. Pengamatan morfologi lebah dilakukan di bawah mikroskop stereo. Karakter *T. laeviceps* yang diamati meliputi kepala, ruang malar, *clypeus*, antena, mata, gena, sayap depan, venasi sayap, hamuli, propodeum, mesoscutum, mesoscutellum, tibia belakang, basitarsus belakang, dan warna tubuh (kepala, *clypeus*, thoraks, abdomen, tegula, dan sayap) mengacu pada Sakagami *et al.* (1990) dan Smith (2012).

#### 3.4 Pengamatan Aktivitas Kunjungan *Tetragonula laeviceps*

Pada penelitian ini digunakan dua perlakuan, yaitu 50 tanaman dalam rumah kaca yang dikurung dengan kassa sebagai kontrol dan 50 tanaman dalam rumah kaca yang dikurung kassa dan diberi 2 koloni *T. laeviceps*. Pengukuran aktivitas kunjungan *T. laeviceps* dilakukan dengan metode *focal sampling* (Dafni 1992) pada kisaran waktu pukul 08.00-11.00 WIB, 14.00-17.00 WIB selama 30 hari yang dilakukan secara visual dengan bantuan *stopwatch*. Metode *focal sampling* merupakan metode yang digunakan untuk mengamati perilaku hewan dengan memilih satu individu dalam kurun waktu tertentu (Dafni 1992). Aktivitas kunjungan yang diamati meliputi jumlah bunga yang dikunjungi per lima menit (*foraging rate*), durasi kunjungan per bunga (per bunga jantan, per bunga hermaphrodit, *flower handling time*), dan durasi kunjungan dalam satu tanaman



(*plant handling time*). Urutan tanaman dan jenis bunga melon yang dikunjungi *T. laeviceps* juga diamati untuk mengetahui persentase kunjungan pada masing-masing tipe bunga. Selama pengukuran aktivitas kunjungan lebah dilakukan juga pengukuran parameter lingkungan, yang meliputi kelembapan udara, suhu udara, dan intensitas cahaya.

### 3.5 Pengukuran *Pollen load*

Bentuk polen diidentifikasi berdasarkan (Morley 1990). Pengukuran *pollen load* dilakukan dengan metode asetolisis (Dafni 1992) di Laboratorium Divisi Biosistematika dan Ekologi Hewan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB. Polen dikoleksi dari tubuh *T. laeviceps* yang kembali ke sarang. Lebah yang kembali ke sarang ditangkap dan dimasukkan ke dalam *microtube* yang berisi alkohol 70% lalu dirotator selama 24 jam, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 5 menit, lebah dikeluarkan dari *microtube*. Setelah itu, disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 3 menit, kemudian supernatan dibuang dan endapan polen disimpan. Endapan polen ditambahkan dengan 1 mL larutan asetolisis yang merupakan campuran asetat anhidrida dan asam sulfat dengan perbandingan 9:1. Sampel dipanaskan pada waterbath dengan suhu 80 °C selama 5 menit, kemudian sampel disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 5 menit. Supernatan dibuang dan selanjutnya dilakukan penambahan aquades sebanyak 1 mL untuk pembilasan polen hingga larutan menjadi bening lalu supernatan diteteskan sebanyak 1 mL yang mengandung polen pada hemositometer. Polen yang berada di empat kotak besar atau kuadran pada hemositometer dihitung di bawah mikroskop cahaya. Jumlah polen dari satu individu lebah dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2}$$

Keterangan

$V_1$  : Volume empat kuadran

$V_2$  : Volume total larutan

$N_1$  : Jumlah polen terhitung

$N_2$  : Total jumlah polen

### 3.6 Pengukuran Pembentukan Buah Melon

Pengukuran pembentukan buah melon dilakukan pada 23 buah yang dipilih secara acak dari setiap perlakuan. Pengukuran buah meliputi diameter transversal, diameter longitudinal, bobot buah, jumlah biji per buah, perkecambahan biji, dan kadar gula buah. Kandungan nutrisi buah juga diukur dengan analisis proksimat yang dilakukan di Laboratorium Kalibrasi dan Analitik Balai Besar Industri Agro, Bogor.

### 3.7 Analisis Data

Data aktivitas kunjungan lebah *T. laeviceps* pada tanaman melon ditampilkan dalam bentuk *box plot*. Data kunjungan *T. laeviceps* pada jenis bunga ditampilkan dalam bentuk diagram Ven. Hubungan parameter lingkungan dan aktivitas kunjungan lebah dianalisis dengan uji korelasi Pearson menggunakan perangkat

lunak R 3.1.2 (R Core Team 2014). Buah hasil penyerbukan lebah dan tanaman kontrol dibandingkan dengan uji t menggunakan perangkat lunak *Paleontological Statistics* (PAST) 3.18 (Hammer *et al.* 2001).

@Hak cipta milik IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

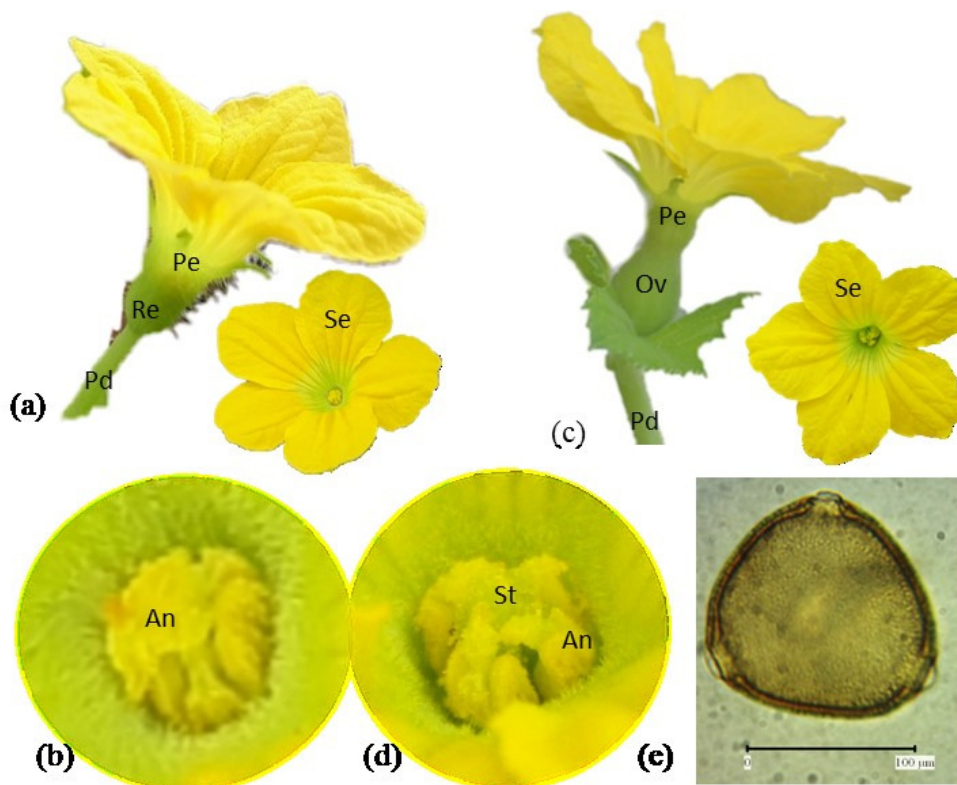
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

## IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Karakteristik Bunga Melon

Tanaman melon dalam penelitian ini menghasilkan dua jenis bunga, yaitu bunga jantan dan bunga hermaprodit dalam satu tanaman. Bunga jantan memiliki 5-6 sepal berwarna kuning, 5 petal berwarna hijau mengelilingi pangkal sepal, 5 anter dengan filamen yang pendek (Gambar 2a dan 2b). Bunga hermaprodit memiliki bakal buah, stigma dan anter diantara stigma (Gambar 2c dan 2d). Proporsi jumlah bunga jantan dan bunga hermaprodit yang mekar per tanaman berbeda. Berdasarkan hasil pengamatan selama 20 hari pembungaan, jumlah bunga jantan dan bunga hermaprodit pada tanaman kontrol secara berurutan adalah 4987 bunga (rata-rata 99,74 bunga/tanaman) dan 490 bunga (rata-rata 9,80 bunga/tanaman). Pada tanaman perlakuan, jumlah bunga jantan yaitu 4668 bunga (rata-rata 99,36 bunga/tanaman) dan 431 bunga (rata-rata 8,62 bunga hermaprodit).



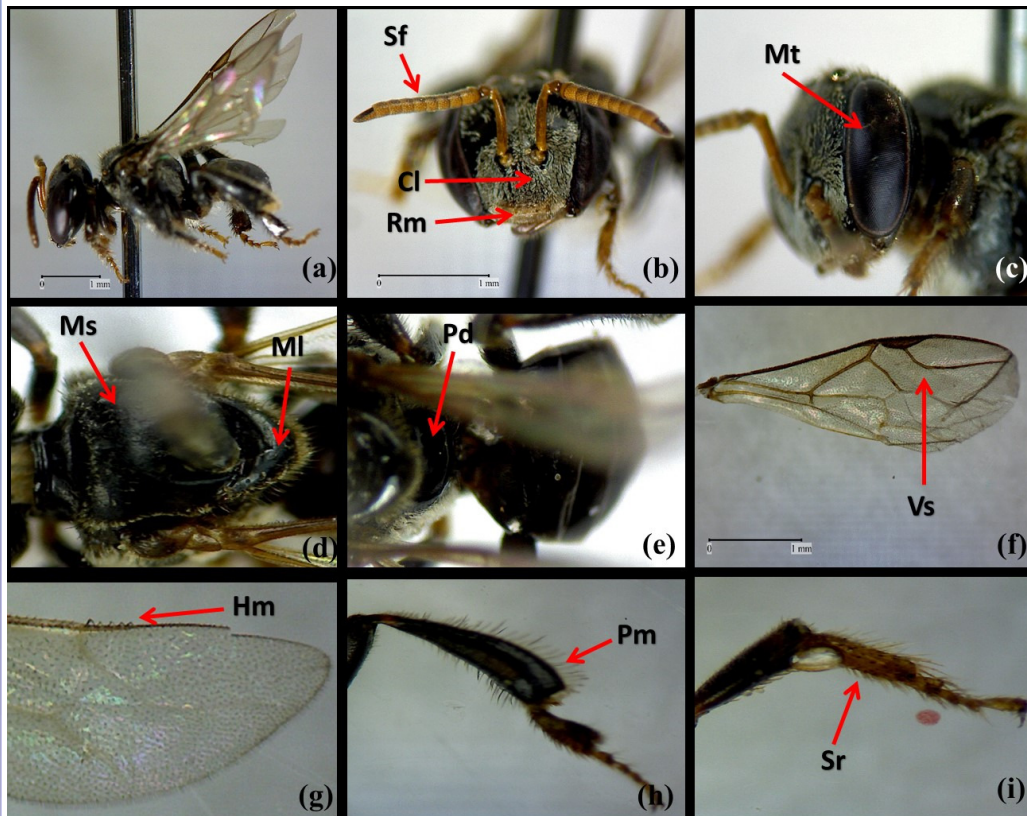
Gambar 2 Bunga melon: (a) bunga jantan, (b) organ reproduksi jantan, (c) bunga hermaprodit, (d) organ reproduksi hermaprodit, dan (e) morfologi polen. Pe-petal, Se-sepal, Ov-ovari, St-stigma, An-anter, Re-receptakel, Pd-pedisel

#### 4.1.2 Morfologi *Tetragonula laeviceps*

Secara umum *T. laeviceps* mempunyai permukaan tubuh berambut dan dominan berwarna hitam (Gambar 3a). Klipeus pada kepala ditutupi rambut halus berwarna perak (silver) hingga putih, sepasang antena bersegmen, segmen



flagelomer berwarna coklat sebanyak 10 segmen, malar berwarna coklat (Gambar 3b) dan sepasang mata majemuk berwarna coklat (Gambar 3c). Thoraks berwarna hitam dengan mesoskotum berambut serta memiliki pola pita rambut (*banding*) yang tidak jelas, dan mesoskutellum yang menonjol ke belakang sampai propodeum (Gambar 3d). Propodeum (segmen pertama abdomen) berwarna hitam, halus, dan mengkilap (Gambar 3e). Pada thoraks terdapat sayap transparan, yaitu sepasang sayap depan dengan venasi yang tereduksi (Gambar 3f) dan sepasang sayap belakang yang memiliki 5 buah hamuli (Gambar 3g). Tibia pada tungkai belakang berwarna hitam dan berambut (*plumose*) (Gambar 3h). Basitarsus belakang berbentuk oval dan memiliki rambut halus (*sericeous*) (Gambar 3i).



Gambar 3 Karakteristik morfologi *T. laeviceps*: (a) tubuh, (b) kepala, (c) mata, (d) thoraks, (e) abdomen, (f) sayap depan, (g) sayap belakang, (h) tibia, (i) basitarsus, Sf- segmen flagelomer, Ci-clipeus, Rm-ruang malar, Mt-mata, Ms-mesoskotum, Ml- mesoskutellum, Pd-propodeum, Vs-venasi sayap tereduksi, Hm-hamuli, Pm- *plumose*, Sr-*sericeous*

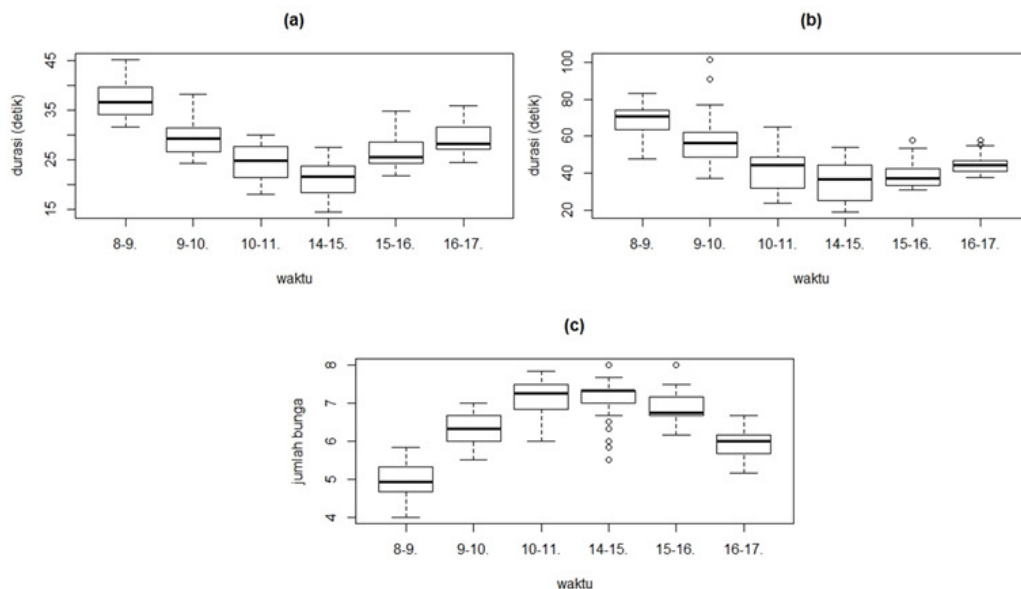
#### 4.1.3 Aktivitas Kunjungan *Tetragonula laeviceps*

Aktivitas kunjungan mencari pakan *T. laeviceps* pada bunga melon bervariasi berdasarkan waktu pengamatan. Variasi kunjungan tersebut ditunjukkan dari jumlah bunga yang dikunjungi per 5 menit, durasi kunjungan per bunga, dan durasi kunjungan per tanaman. Rata-rata durasi kunjungan *T. laeviceps* per bunga yaitu 28,04 detik. Durasi terlama (37,46 detik) terjadi pada pukul 08.00-09.00 dan terendah (21.07detik) terjadi pada pukul 14.00-15.00. Rata-rata durasi kunjungan *T. laeviceps* dalam satu tanaman melon yaitu 48,39 detik. Durasi terlama (69,39



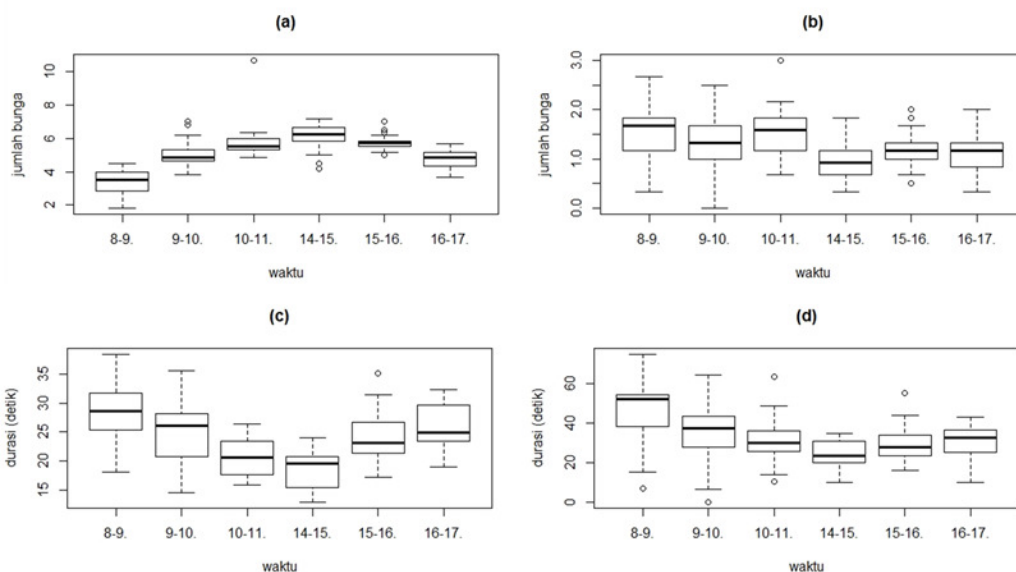


detik) terjadi pada pukul 08.00-09.00 dan terendah (35,83 detik) terjadi pada pukul 14.00-15.00 (Gambar 4a, b). Dalam 5 menit, *T. laeviceps* rata-rata mengunjungi 6,40 bunga dan jumlah bunga dikunjungi tertinggi terjadi pada pukul 14.00-15.00 (7,19 bunga) dan terendah pada pukul 08.00-09.00 (4,98 bunga) (Gambar 4c).



Gambar 4 Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada bunga melon: (a) durasi kunjungan per bunga, (b) durasi kunjungan per tanaman, (c) jumlah bunga yang dikunjungi per 5 menit.

Jumlah bunga yang dikunjungi dan durasi kunjungan *T. laeviceps* pada bunga jantan dan bunga hermaphrodit berbeda. Jumlah bunga jantan yang dikunjungi paling banyak (6,14 bunga) terjadi pada pukul 14.00, sedangkan pada bunga hermaphrodit (1,56 bunga) terjadi pada pukul 08.00 (Gambar 5 a dan b). Durasi kunjungan pada bunga jantan dan bunga hermaphrodit tertinggi terjadi pada pukul 08.00 (28,69 dan 47,14 detik/bunga) (Gambar 5 c dan d). Durasi kunjunga pada satu bunga hermaphrodit lebih lama dibandingkan pada bunga jantan, sehingga jumlah bunga hermaphrodit yang di kunjungi *T. laeviceps* per 5 menit lebih sedikit dibandingkan bunga jantan.



Gambar 5 Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada jenis bunga melon: (a) jumlah bunga jantan yang dikunjungi per 5 menit, (b) jumlah bunga hermaphrodit yang dikunjungi per 5 menit, (c) durasi kunjungan pada satu bunga jantan dan (d) durasi kunjungan pada satu bunga hermaphrodit.

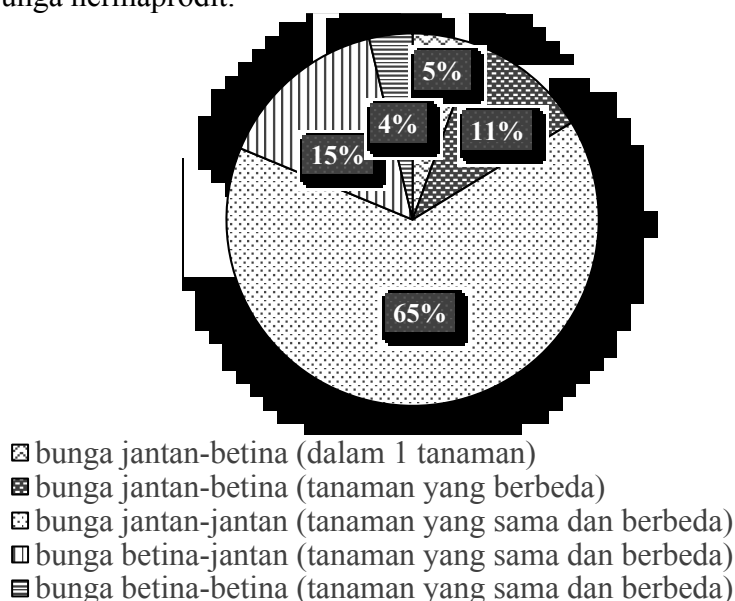
Pengamatan menunjukan *T. laeviceps* aktif melakukan kunjungan mulai pukul 08.00 (rata-rata suhu 27°C, kelembapan udara 66,3%, intensitas cahaya 11205,7 lux). Penurunan aktivitas kunjungan terjadi pada pukul 10.00 (rata-rata suhu 35,5, kelembapan udara 41,1%, intensitas cahaya 22706,4 lux) dan aktivitas kunjungan meningkat kembali pada pukul 15.00 (rata-rata suhu 32,4 °C dan kelembapan udara 50,7%, intensitas cahaya 9055,8 lux) (Tabel 1; Gambar 4). Berdasarkan analisis korelasi Pearson, suhu udara berkorelasi positif dengan jumlah bunga yang dikunjungi ( $r=0,96$ ;  $p=0,00$ ), sedangkan kelembapan udara berkorelasi negatif dengan jumlah bunga yang di kunjungi ( $r = -0,97$ ;  $p = 0,00$ ).

Tabel 1 Data rata-rata suhu udara, kelembapan udara, dan intensitas cahaya selama pengamatan aktivitas *T. laeviceps*. Angka dalam kurung ( ) menunjukkan nilai minimum dan maksimum.

No	Waktu	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Intensitas cahaya (lux)
1	08.00-09.00	27 (26,1-29,3)	66,3 (74,1-53,5)	11205,7 (7810-15231)
2	09.00-10.00	30,5 (28,2-34,5)	54,8 (63,2-47,2)	15911 (13221-19470)
3	10.00-11.00	35,5 (32,4-37,9)	41,1 (45,7-37,2)	22706,4 (19121-31121)
4	14.00-15.00	33,8 (31,2-36,9)	46,2 (55,9-39,3)	17284,5 (13270-22212)
5	15.00-16.00	32,4 (30,7-34,1)	50,7 (58,9-41,1)	9055,8 (3870-18231)
6	16.00-17.00	30,7 (28,3-32,8)	57 (63,4-47,7)	5483,3 (654-10125)

Saat melakukan kunjungan, *T. laeviceps* berpindah dari satu bunga ke bunga yang lain. Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* tertinggi terjadi dari bunga jantan ke bunga jantan (65%) dan terendah dari bunga hermaphrodit ke bunga hermaphrodit

pada tanaman yang sama maupun pada tanaman yang berbeda (4%) (Gambar 6). Hal ini berkaitan dengan jumlah bunga jantan yang mekar lebih banyak di bandingkan bunga hermaprodit.



Gambar 6 Persentase kunjungan *T. laeviceps* pada bunga jantan dan bunga hermaprodit

#### 4.1.4 Bentuk Polen dan *Pollen loads*

Lebah *T. laeviceps* mengumpulkan polen yang tersimpan dalam *pollen basket*. Berdasarkan perhitungan, rata-rata jumlah polen yang dibawa oleh *T. laeviceps* setelah mengunjungi bunga melon sebanyak 26.200 butir polen. Polen melon bertipe *triporate* dan dari sisi polar berbentuk semi-angular (Gambar 2e).

#### 4.1.5 Pembentukan Buah Melon

Tanaman yang ditambahkan koloni *T. laeviceps* (perlakuan) menghasilkan buah yang lebih banyak dengan presentase pembentukan buah sebesar 12,99% dari total bunga yang mekar, sedangkan pada tanaman yang tidak ditambahkan koloni *T. laeviceps* (kontrol) terbentuk buah sebesar 4,69%. Tanaman melon yang ditambahkan koloni *T. laeviceps* menghasilkan diameter, panjang, bobot buah, jumlah biji/buah, perkecambahan biji dan kadar gula yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman melon yang tidak diberikan koloni lebah (kontrol) (uji t,  $p < 0,001$ ). Pada tanaman perlakuan, terjadi peningkatan diameter buah (41%), panjang buah (39%), bobot buah (173%), jumlah biji/buah (133%), perkecambahan biji (97%), dan kadar gula (47%) (Tabel 2). Hasil uji proksimat menunjukkan bahwa buah yang diserbuki *T. laeviceps* (perlakuan) memiliki kadar protein dan karbohidrat yang tinggi (1,67% dan 6,47%) dibandingkan buah dari tanaman kontrol (0,87% dan 2,79% (Tabel 3).

Tabel 2 Perbandingan buah hasil penyerbukan dengan *T. laeviceps* pada tanaman melon dan tanaman kontrol

Komponen	n	Tanaman		Peningkatan hasil (%)
		Kontrol	Perlakuan (penambahan koloni <i>T. laeviceps</i> )	
Jumlah bunga hemaprodit	50	490±4,40 <sup>a</sup>	431±2,85 <sup>b</sup>	-
Jumlah buah terbentuk	50	23±0,32 <sup>a</sup>	56±0,27 <sup>b</sup>	143
Persentase pembentukan buah	50	4,69 <sup>a</sup>	12,99 <sup>b</sup>	176
Diameter transversal (cm)	23	5,73±1,18 <sup>a</sup>	8,1±1,34 <sup>b</sup>	41
Diameter longitudinal (cm)	23	5,82±1,72 <sup>a</sup>	8,11±1,19 <sup>b</sup>	39
Bobot buah (g)	23	94,7±128,73 <sup>a</sup>	259,35±57,37 <sup>b</sup>	173
Jumlah biji per buah	23	84,91±1,41 <sup>a</sup>	198,57±2,11 <sup>b</sup>	133
Perkecambahan biji (%)	100	47 <sup>a</sup>	93 <sup>b</sup>	97
Kadar gula (%) Brix	23	8,13±71,10 <sup>a</sup>	12±47,95 <sup>b</sup>	47

\*Huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji T level 95%.

Tabel 3 Hasil analisis proksimat buah yang diserbuki *T. laeviceps* dan buah kontrol

Komponen	N	Tanaman	
		Kontrol	Perlakuan (Penambahan koloni <i>T. laeviceps</i> )
Kadar air buah (%)	1	95,9	91
Abu (%)	1	0,32	0,86
Protein (%)	1	0,87	1,67
Lemak (%)	1	0,12	0
Karbohidrat (%)	1	2,79	6,47

## 4.2 Pembahasan

Bunga melon berbentuk lonceng, berwarna kuning, memiliki bunga jantan, bunga betina dan bunga hermaphrodit dalam satu tanaman (Girek *et al.* 2013). Dalam penelitian ini, bunga melon hanya menghasilkan dua jenis bunga, yaitu bunga jantan dan bunga hermaphrodit. Perbedaan jenis bunga melon dapat dilihat dari alat reproduksi yang dimiliki. Bunga jantan memiliki organ reproduksi berupa benang sari dan bunga hermaphrodit memiliki organ reproduksi berupa benang sari dan putik (Girek *et al.* 2013). Berdasarkan pengamatan, jumlah bunga hermaphrodit yang mekar lebih sedikit dibandingkan bunga jantan (1:9) (Gambar 1). Hasil ini sesuai



dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan jumlah bunga hermaphrodit melon secara konsisten lebih sedikit daripada jumlah bunga jantan dengan perbandingan 1:6 dan 1:18 selama masa pembungaan (Tschoeke *et al.* 2015, Revanasidda dan Belavadi 2019). Hal ini dapat disebabkan karena faktor internal dan faktor eksternal. Penentuan jenis bunga pada tanaman diatur oleh gen andromonoesius dan gen ginoesius yang saling mempengaruhi (Boualem *et al.* 2008). Brantley dan Warren (1960) menyatakan jumlah bunga jantan dan hermaphrodit pada tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal, seperti nutrisi mineral, suhu, intensitas cahaya, dan penerapan pengatur pertumbuhan.

*Tetragonula laeviceps* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki karakter morfologi yang sama dengan deskripsi Efin *et al.* (2019) dan Azizi *et al.* (2020) bahwa *T. laeviceps* memiliki tubuh yang berwarna dominan hitam, klipeus berambut berwarna silver, segmen *flagelomer* berwarna coklat kehitaman sebanyak sepuluh *flagelomer*, *propodeum* halus, dan mengkilap, *mesoscutellum* menonjol ke belakang, dan memiliki lima hamuli, pinggir tibia belakang yang sebagian besar ditutupi oleh rambut plumose, cakram pada basitarsus belakang. Sakagami *et al.* (1990) dan Smith (2012) melaporkan *T. laeviceps* memiliki ukuran tubuh 3,2-3,5 mm. Pengukuran morfometrik *T. laeviceps* telah dilakukan oleh Efin *et al.* (2019) seperti panjang kepala (1,5-1,6 mm), panjang mesoskotum (0,9-1,0), panjang sayap depan (4,0-4,4 mm), panjang sayap belakang (2,7-2,9 mm), panjang tibia belakang (0,5-0,6 mm), dan panjang basitarsus belakang (0,3-0,3 mm).

*Tetragonula* merupakan lebah sosial yang aktif dalam mencari pakan (Leonhardt *et al.* 2007). Lebah pekerja aktif mencari pakan seperti polen, nektar, dan resin untuk memenuhi kebutuhan koloni (Wicaksono *et al.* 2017). Atmowidi *et al.* (2018) melaporkan bahwa *T. laeviceps* mulai terbang meninggalkan sarang pada sekitar pukul 07.00. Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada bunga melon untuk mencari pakan tertinggi terjadi pukul 08.00-09.00 dan menurun pada siang hari (pukul 10.00-14.00), kemudian naik kembali pada sore hari (pukul 15.00-16.00). Hasil ini sesuai dengan laporan Tschoeke *et al.* (2015) melaporkan bahwa puncak aktivitas kunjungan *Trigona pallens* pada tanaman melon terjadi di pagi hari pada pukul 08.00-10.00 dan menurun di siang hari pada pukul 13.00 yang berkaitan dengan banyaknya serbuk sari bertepatan dengan awal mekarnya bunga (sekitar 07.30 pagi). Pola kunjungan yang sama di tunjukkan oleh *T. laeviceps* saat mengunjungi bunga jeruk pameloy yaitu puncak aktivitasnya terjadi pada pagi hari pukul 08.00, turun pukul 13.00 dan naik kembali pukul 16.00 (Cholis *et al.* 2020). Hasil ini di dukung oleh laporan Polatto *et al.* (2011) menyatakan bahwa pencarian pakan pada *Trigona* dilakukan di pagi sampai sore hari dan puncak aktivitasnya terjadi pada pagi hari. Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada tanaman kailan tinggi di pagi hari dan menurun pada sore hari (Wulandari *et al.* 2017). Inoue *et al.* (1984) melaporkan bahwa *Tetragonula* sangat aktif dalam mengumpulkan serbuk sari pada pagi hari. Umumnya volume nektar pada bunga tinggi di pagi hari kemudian menurun di sore hari, sehingga berpengaruh terhadap durasi kunjungan serangga pada bunga (Dudareva dan Pichersky 2006).

Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada bunga melon dipengaruhi oleh faktor abiotik. Hal ini didukung oleh hasil uji statistik yang menunjukkan p value <0,05 (Tabel 2). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Wulandari *et al.* (2017) bahwa aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada bunga kailan berkorelasi dengan faktor abiotik lingkungan, seperti suhu berkorelasi positif terhadap lama

kunjungan perbunga dan jumlah bunga yang dikunjungi oleh *T. laeviceps* berkorelasi negatif terhadap kelembapan udara. Hal ini dapat disebabkan karena lebah memiliki suhu optimum untuk terbang. Wicaksono *et al.* (2017) melaporkan suhu udara dan intensitas cahaya berkorelasi positif dengan aktivitas terbang lebah membawa nektar dan resin. Selain faktor abiotik, aktivitas kunjungan serangga penyerbuk pada bunga melon dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya bunga, seperti sekresi nektar dan polen baik pada bunga jantan maupun pada bunga hermaphrodit (Tschoeke *et al.* 2015).

*Tetragonula laeviceps* melakukan kunjungan baik pada bunga jantan maupun hermaphrodit untuk memperoleh pakan. Terdapat perbedaan durasi kunjungan pada bunga jantan dan bunga hermaphrodit. Durasi kunjungan pada bunga hermaphrodit lebih lama dibandingkan bunga jantan, sehingga jumlah bunga hermaphrodit yang dikunjungi lebih sedikit dibandingkan bunga jantan. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ribeiro *et al.* (2017) yang melaporkan bahwa bunga hermaphrodit menerima kunjungan yang lebih lama daripada bunga jantan dan lebah lebih menyukai bunga hermaphrodit karena volume nektar yang besar pada bunga hermaphrodit. Volume nektar 2µl lebih banyak pada bunga hermaphrodit daripada bunga jantan (Revanasidda dan Belavadi 2019). Hal ini merupakan penyebab utama lebah lebih tertarik pada bunga hermaphrodit (Ribeiro *et al.* 2017). Morfologi bunga berhubungan dengan aktivitas kunjungan serangga penyerbuk yang mengunjungi bunga (Kiill *et al.* 2016; Hasan *et al.* 2017) dan jumlah tanaman berbunga meningkatkan jumlah individu serangga penyerbuk yang mengunjungi bunga (Atmowidi *et al.* 2007).

Selain nektar, *T. laeviceps* memperoleh polen dari bunga yang dikunjungi sehingga membawa banyak polen yang dikumpulkan pada *pollen basket* yang terletak di tungkai belakang setelah mengunjungi bunga melon. Chan dan Saw (2011) menyatakan bahwa *T. laeviceps* merupakan penyerbuk yang potensial pada tanaman *Johannesteijsmannia* spp. karena jumlah polen yang ditemukan pada bagian thoraks, tarsus, dan *corbicula* cukup banyak. *Tetragonula laeviceps* membawa polen sebanyak 8.015 dan 122.594 butir polen dari tanaman sekitar sarang (Pangestika *et al.* 2017; Cholis *et al.* 2019). Wulandari *et al.* (2017) juga melaporkan bahwa lebah *T. laeviceps* merupakan penyerbuk yang efektif karena membawa banyak polen (8.125 polen) setelah mengunjungi bunga kailan. Perbedaan jumlah polen yang dibawa oleh lebah dapat dipengaruhi oleh morfologi polen. Menurut Erdtman (1952), secara umum ukuran polen bervariasi dari sangat kecil sekitar 10 µm sampai 200 µm, namun yang umum ditemukan berukuran antara 20-50 µm. Menurut Morley (1990) polen melon bertipe *triporate* dan dari sisi polar berbentuk semi-angular. Ramalho *et al.* (1994) melaporkan bahwa jumlah polen yang dibawa oleh lebah merupakan nilai adaptif dalam kegiatan mencari pakan untuk memenuhi kebutuhan koloni sarang.

Kegiatan mencari pakan *T. laeviceps* berpengaruh terhadap hasil panen buah melon. Peningkatan hasil panen buah melon disebabkan karena *T. laeviceps* aktif mengunjungi bunga dan membantu proses penyerbukan. Buah yang diserbuki *T. laeviceps* mengalami peningkatan kualitas seperti peningkatan diameter dan panjang buah, bobot buah, jumlah biji/buah, perkecambahan biji dan kadar gula dibandingkan tanaman yang melakukan penyerbukan sendiri. Perbedaan ini menunjukkan bahwa *T. laeviceps* berjasa dalam penyerbukan tanaman melon. Tschoeke *et al.* (2015) melaporkan bahwa intensitas kunjungan lebah berkorelasi

signifikan dengan bobot buah melon. Shin *et al* (2007) juga melaporkan bahwa buah melon hasil penyerbukan lebah memiliki kadar gula dan kekerasan buah yang lebih tinggi sebesar 13% dan 12% dibandingkan dengan kontrol. Hal ini dapat disebabkan karena proses penyerbukan dapat memicu kerja hormon auksin, sitokinin, dan giberelin untuk membentuk buah. Hayata *et al.* (2000) menyatakan bahwa buah melon yang di serbuki dan ditambahkan hormon sitokinin menghasilkan jumlah dan berat buah yang terbentuk, kadar gula dan jumlah biji buah yang lebih tinggi di bandingkan buah yang yang ditambahkan hormon sitokinin tetapi tidak diserbuki.

Hasil ini sesuai dengan penelitian Wulandari *et al.* (2017) menyatakan penyerbukan yang dilakukan oleh *T. laeviceps* pada tanaman kailan meningkatkan jumlah polong per tanaman, jumlah biji per polong, bobot biji per tanaman dan perkecambahan biji. Terjadi peningkatan ukuran panjang buah, diameter buah, berat buah, jumlah biji/buah, dan bobot biji/buah buah pada tanaman tomat dan timun yang diserbuki lebah penyerbuk (Indraswari *et al.* 2016; Hasan *et al.* 2017). Pada tanaman stroberi, lebah yang membawa banyak polen akan meningkatkan jumlah *achenes* yang dibuahi per buah. *Achenes* yang dibuahi menghasilkan hormon auksin yang memediasi akumulasi asam giberelat (Csukasi *et al.* 2011). Asam giberelat memiliki peran penting dalam mengkoordinasikan pertumbuhan buah dan perkembangan benih (Pandolfini 2009).

Buah dari tanaman yang tidak ditambahkan koloni *T. laeviceps* (kontrol) tidak langsung terbentuk karena tidak adanya lebah yang membantu penyerbukan. Hal ini disebabkan karena viabilitas polen telah menurun sebelum penyerbukan terjadi. Kahrman *et al.* (2015), menyatakan bahwa viabilitas polen menurun apabila tidak terjadi penyerbukan selama beberapa jam atau beberapa hari. Viabilitas polen dan masa reseptif stigma berlangsung dalam waktu yang singkat (Tschoeke *et al.* 2015). Revanasidda dan Belavadi (2019), melaporkan bahwa meskipun bunga melon bersifat andromonoesus, namun penyerbukan efektif yang mengarah ke pembentukan buah hanya terjadi dengan serbuk sari dari bunga jantan.

Terjadi peningkatan kandungan nutrisi berupa protein dan karbohidrat buah dari tanaman melon yang ditambahkan koloni *T. laeviceps*. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa buah yang diserbuki serangga penyerbuk memiliki kandungan vitamin A, C, E, lipid, protein dan mineral yang tinggi (Eilers *et al.* 2011). Tanaman yang bergantung pada polinator merupakan sumber utama mikronutrien, seperti vitamin A dan C, kalsium, fluorida, dan asam folat (Smith *et al.* 2015). Produksi vitamin A, yang sangat bergantung pada penyerbuk, mencapai 50% (Chaplin-Kramer *et al.* 2014).

## V SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

*Tetragonula laeviceps* berjasa dalam penyerbukan tanaman melon. Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada bunga melon dimulai pada pagi hari dan menurun pada siang hari, dan meningkat kembali pada sore hari. Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* tertinggi terjadi dari bunga jantan ke bunga jantan dan terendah dari bunga hermaprodit ke bunga hermaprodit. Faktor abiotik lingkungan berkorelasi dengan aktivitas kunjungan *T. laeviceps*. Rata-rata jumlah polen yang di bawa oleh *T. laeviceps* setelah mengunjungi bunga melon yaitu sebanyak 26.200 butir polen. Terjadi peningkatan signifikan pada buah yang diserbuki oleh lebah yaitu 41% diameter buah, 39% panjang buah, 173% bobot buah, 133% jumlah biji/buah, 97% perkecambahan biji, dan 47% kadar gula buah.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait jasa polinasi *T. laeviceps* di lahan terbuka dan membandingkan hasil panennya dengan tanaman yang di serbuki oleh serangga penyerbuk alami, serta analisis peningkatan nilai ekonomi buah yang di serbuki oleh lebah.

@Tetragonula laeviceps



## DAFTAR PUSTAKA

- Atmowidi T, Buchori D, Manuwoto S, Suryobroto B, Hidayat P. 2007. Diversity of pollinator insects in relation to seed set of mustard (*Brassica rapa* L.:Cruciferae). *Hayati J Biosci.* 14:155-161. doi: 10.4308/hjb.14.4.155.
- Atmowidi T, T S Prawasti, R Raffiudin. 2018. Flight Activities and Pollen Load of Three Species of Stingless Bees (Apidae:Melliponinae). *IOP Conferens Series: Earth and Environmental Science.* 197:012025. doi: 10.1088/1755-1315/197/1/012025.
- Asmini. 2016. Peranan lebah *Trigona* spp. (Apidae: Melliponinae) dalam penyerbukan dan pembentukan biji tanaman sawi (*Brassica rapa* L: Brassicaceae) [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Azizi MG, W Priawandiputra, R Raffiudin. 2020. Morphological identification of stingless bees from Belitung. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 457:012011. doi:10.1088/1755-1315/457/1/012011.
- A'yunin Q, Aunu R, Idham SH. 2019. Perilaku Kunjungan dan Efisiensi Penyerbukan *Heterotrigona itama* (Cockerell) dan *Tetragonula laeviceps* (Smith) (Hymenoptera: Apidae) pada Labu Siam. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI).* 24(3): 247-257.
- Barth FG. 1991. *Insects and Flowers. The Biology of a Partnership.* New Jersey (US): Princeton Univ Pr.
- Bomfim IGA, Bezerra ADM, Nunes AC, Aragão FAS, Freitas BM. 2014. Adaptive and Foraging Behavior of Two Stingless Bee Species (Apidae: Meliponini) in Greenhouse Mini Watermelon Pollination. *Sociobiology.* 61(4): 502-509. doi: 10.13102/sociobiology.v61i4.502-509.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga.* Ed ke-6. Partosoedjono S, penerjemah; Brotowidjoyo MD, editor. Yogyakarta (ID): Gajah Mada University Press. Terjemahan dari: *An Introduction to The Study of Insect.*
- Boualem A, Fergany M, Fernandez R. 2008. A conserved mutation in an ethylene biosynthesis enzyme leads to andromonoecy in melons. *Scienc.* 321:836-838. doi: 10.1126/science.1159023.
- Brantley BB and Warren GF. 1960. Sex expression and growth in muskmelon. *Plant Physiology.* 35:741-745. doi: 10.1104/pp.35.5.741.
- Brittain C, Kremen C, Garber A, Klein A. 2014. Pollination and plant resources change the nutritional quality of almonds for human health. *Plos One.* 9(2). doi.org/10.1371/journal.pone.0090082.
- Chan YM, Saw LG. 2011. Notes on the Pollination Ecology of the Palm Genus *Johannesteijsmannia* (Arecacea). *J Poll Ecol.* 6(15):108-117. doi: 10.26786/1920-7603(2011)19.
- Chaplin-Kramer R, Dombeck E, Gerber J, Knuth KA, Mueller ND, Mueller M. Ziv G, Klein AM. 2014. Global malnutrition overlaps with pollinator-dependent micronutrient production. *Proc. Biol. Sci.* 281, 20141799. doi.org/10.1098/rspb.2014.1799.
- Chinh TX, Sommeijer MJ, Boot WJ, and Michener CD. 2005. Nest and Colony Characteristics of Three Stingless Bee Species in Vietnam with the First Description of the Nest of *Lisotrigona carpenteri* (Hymenoptera: Apidae:

Meliponini). *Journal of the Kansas Entomological Society*. 78(4):363-372. doi: 10.2317/0409.14.1.

Cholis MN, Atmowidi T, Kahono S. 2020. The diversity and abundance of visitor insects on pummelo (*Citrus maxima* (burm) Merr) cv. Nambangan. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 8(4):344-351.

Cholis MN, Alpionita R, Prawasti TS, Atmowidi T. 2019. Pollen Load and Flower Constancy of Stingless Bees *Tetragonula laeviceps* (Smith) and *Heterotrigona itama* (Cockerell) (Apidae: Meliponinae). *Advances in Biological Sciences Research*. 8:285-289. doi: 10.2991/absr.k.200513.047.

Sukasi F et al. 2011. Gibberellin biosynthesis and signalling during development of the strawberry receptacle. *New Phytologist*. 191:376-390. doi:10.1111/j.1469-8137.2011.03700.x.

Dafni A. 1992. *Pollination Ecology :A Practical Approach*. Oxford (GB):Oxford University Press.

Del SMCL, Peruquetti RC, Campos LAO. 2005. Evaluation of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. *J. Econ. Entomol.* 98:260-266.

Dudareva N, Pichersky E. 2006. *Biology of Floral Scent*. London (GB):Taylor & Francis.

Efin A, Atmowidi T, Prawasti TS. 2019. Morphological characteristics and morphometric of Stingless Bee (Apidae: Hymenoptera) from Banten Province, Indonesia. *Biodiversitas*. 20(6):1693-1698. doi: 10.13057/biodiv/d200627.

Eilers EJ, Kremen C, Greenleaf SS, Garber AK, Klein AM. 2011. Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply. *PlosOne*. 6:1-6. doi: 10.1371/journal.pone.0021363.

Erdtman, G 1952. *Morphology and Taxonomy Angiospermae: An Introduction 10 Palynology*. Massachusetts (USA). The Botanica Company Wather.

Erniwati. 2013. Kajian biologi lebah tak bersengat (Apidae: Trigona) di Indonesia. *Masyarakat Zoologi Indonesia*. 12(1):29-34.

Faheem M, Aslam M, Razaq M. 2004. Pollination ecology with special reference to insects a riview. *J. res. Sci.* 5(4):395-409.

Gadhiya VC, Pastagia JJ. 2019. Time spent by stingless bees, *Tetragonula laeviceps* for nectar and pollen collection from musk melon flower. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 7(1):498-500.

Gegear RJ, Lavery TM, 2001. Flower constancy in Bumblebees: a test of the trait variability hypothesis. *Animal Behaviour*. 69 (4):939-949. doi.org/10.1016/j.anbehav.2004.06.029.

Girek Z, Prodanovic S, Zdravkovic J, Zivanovic T, Ugrinovic1 M, Milan Z. 2013. The effect of growth regulators on sex expression in melon (*Cucumis melo* L.). *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 13:165-171. doi: 10.1590/S1984-70332013000300003.

Gruter C, Ratnieks FLW. 2011. Flower constancy in insect pollinator. *Communitative Integrative Biology*. 4(6):633-636. doi.org/10.4161/cib.16972.

Hammer O, Harper D A T and Ryan P D 2001 PAST-Palaeontological statistics software package for educational and data analysis. ver. 3.18 URL: <http://folk.uio.no/ohammer/past>.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

- Hasan PA, Atmowidi T. 2017. Hubungan Jenis Serangga Penyerbuk dengan Morfologi Bunga Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) dan Sawi (*Brassica Juncea* Linn.). *Jurnal Saintifik*. 3(1):81-86. doi: 10.31605/saintifik.v3i1.113.
- Hayata Y, Niimi Y, Inoue K, Kondo S. 2000. CPPU and BA, with and without Pollination, Affect Set, Growth, and Quality of Muskmelon Fruit *Hortscience*. 35(5):868–870. doi: 10.21273/HORTSCI.35.5.868.
- Indraswari AGM, Atmowidi T, Kahono S. 2016. Keanekaragaman, aktivitas kunjungan, dan keefektifan lebah penyerbuk pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.:Solanaceae). *Jurnal Entomologi Indonesia*. 13(1):21–29. doi: 10.5994/jei.13.1.21.
- Inoue T, Sakagami SF, Salmah S, Yamane S. 1984. The process of colony multiplication in the sumatran stingless bee *Trigona laeviceps*. *Biotrop*. 16:100–111. doi: 10.2307/2387841.
- Jalil AH, Shuib I. 2014. *Beescape for Meliponines Conservation of Indo-Malayan Stingless Bees*. Malaysia (MY):Patridge.
- Kahriman F, Egesel CO, Aydin T, Subasi S. 2015. The role of artificial pollination and pollen effect on ear development and kernel structure of different maize genotypes. *Journal of Pollination Ecology*, 15, 6–14.
- Kiill LHP, Feitoza EDA, Siqueira KMM, Ribeiro MF, Silva EMS. 2016. Evaluation Of Floral Characteristics Of Melon Hybrids (*Cucumis melo* L.) In Pollinator Attractiveness. *Jaboticabal*. 38(2):1-12. doi: 10.1590/0100-29452016531.
- Kishan TM, Srinivasan MR, Rajashree V, Thakur RK. 2017. Stingless bee *Tetragonula iridipennis* Smith for pollination of greenhouse cucumber. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 5(4):1729-1733.
- Klatt BK, Holzschuh A, Westphal C, Clough Y, Smit I, Pawelzik E, Tschardt T, 2014. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proc. Biol. Sci.* 281(1775):24-40. doi: org/10.1098/rspb.2013.2440.
- Klein AM, Vaissiere BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tschardt T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc R Soc London*. 274:303-313. doi: org/10.1098/rspb.2006.3721.
- Kouonon LC, Anne LJ, Arsene IZB, Pierre B, Jean PB, Yao D. 2009. Reproductive biology of the andromonoecious *Cucumis melo* subsp. *agrestis* (Cucurbitaceae). *Annals of Botany*. 104:1129–1139. doi: 10.1093/aob/mcp196.
- Leonhardt SD, Nico B. 2009. A Sticky Affair: Resin Collection by Bornean Stingless Bees. *Biotropica*. 41(6):730–736. doi: 10.1111/j.1744-7429.2009.00535.x.
- Leonhardt SD, Kai D, Thomas E, Nico B. 2007. Foraging loads of stingless bees and utilisation of stored nectar for pollen harvesting. *Apidologie*. 38:125–135. doi: 10.1051/apido:2006059.
- Michener CD. 2007. *The Bees of The World*. Baltimore (US): The John Hopkins Univ Press.
- Morley RJ. 1990. *Short Course introduction To Palynology With Emphasis on Southeast Asia*. Fakultas Biologi UNSOED, Purwokerto.
- Nunes-Silva P, Hrcir M., Silva CI, Roldão YS, Imperatriz-Fonseca, VL. 2013. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as eficiente pollinators of eggplant



(*Solanum melongena*) in greenhouses. *Apidologie* 44(5): 537-546. doi: 10.1007/s13592-013-0204-y.

Pangestika NW, Atmowidi T, Kahono S. 2017. Pollen Load and Flower Constancy of Three Species of Stingless Bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Tropical Life Sciences Research*. 28(2):179–187. doi: 10.21315/tlsr2017.28.2.13.

Pandolfini T. 2009. Seedless Fruit Production by Hormonal Regulation of Fruit Set. *Nutrients*. 1:168-177. doi:10.3390/nu1020168.

Polatto LP, Chaud-Netto J, Dutra Stanzani JC, Junior Alves VV. 2011. Exploitation of Floral resources on *Sparrattosperma leuchanthum* (Bigoniaceae): Foraging Activity of the Pollinators and the Nectar and Pollen Thieves. *Acta Ethol*. 15(1):119-126. doi: 10.1007/s10211-011-0116-7.

Rajinata F. 2004. *Melon Pemeliharaan Secara Intensif dan Kiat Sukses Beragribisnis*. Jakarta: Penebar Swadaya.

R Core Team. 2014. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>.

Ramalho M, Giannini TC, Malagodi-Braga KS, Imperatriz-Fonseca VL. 1994. Pollen Harvest by Stingless Bee Foragers (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Grana*. 33(4-5):239-244. doi: 10.1080/00173139409429005.

Rasmussen C. 2008. *Catalog of the Indo-Malayan/Australasian stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini)*. Auckland (NZ): Magnolia Pr.

Revanasidda, V.V. Belavadi. 2019. Floral biology and pollination in *Cucumis melo* L. a tropical andromonoecious cucurbit. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 22(1):215–225. doi: 10.1016/j.aspen.2019.01.001.

Ribeiro MF, Silva EMS, Kiill LHP, Katia MMS, Mara PS, Márcia SC. 2017. Foraging of Honeybees (*Apis mellifera*) on Flowers of Yellow Melon (*Cucumis melo*): Duration of Visits. *Journal of Agricultural Science*. 9(9):7-12. doi: 10.5539/jas.v9n9p7.

Roselino AC, Santos SB, Hrnir M, Bego LR. 2009. Differences between the quality of strawberries (*Fragaria x ananassa*) pollinated by the stingless bees *Scaptotrigona* aff. *Depilis* and *Nannotrigona testaceicornis*. *Genetics and Molecular Research*. 8(2):539-545. doi: 10.4238/vol8-2kerr005.

Roubik DW. 2006. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*. 37(2):124-143. doi:10.1051/apido:2006026.

Roy S, Gayen AK, Mitra TS, Duttgupta A. 2014. Diversity, foraging activities of the insect visitors of mustard (*Brassica juncea* Linnaeus) and their role in pollination in West Bengal. *Journal of Zoology Studies*. 1(2):7-12.

Ruslan W, Afriani, Miswan, Eljonnahdi, Nurdiah, Mihwan Sataral, Fitrallisan, Fahri. 2015. Frekuensi Kunjungan Lebah *Apis cerana* dan *Trigona* sp. Sebagai Penyerbuk Pada Tanaman *Brassica rapa*. *Jurnal of Natural Science*. 4(1): 65-72.

Sakagami S F, Inoue T, Salmah S. 1990. *Stingless bees of Central Sumatra*. In: *Sakagami SF, Ohgushi RI, Roubik DW. Natural History of Social Wasps and Bees in Equatorial Sumatra Sapporo*. Japan (JP): Hokkaido University Pr.

Schoonhoven S, Jerry LMT, Voon Loon JJA. 1998. *Insect-Plant Biology From Physiology to Evolution*. 1st Ed. Cambridge (US): Chapman and Hall.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



- Shin YS, So Deuk P, Jwoo Hwan K. 2007. Influence of pollination methods on fruit development and sugar contents of oriental melon (*Cucumis melo* L. cv. Sagejeol-Ggul). *Scientia Horticulturae*. 112:(388–392). doi:10.1016/j.scienta.2007.01.025.
- Smith DR. 2012. *Key to Workers of Indo-Malayan Stingless Bees-v.1.1*. In: Smith DR, editor. *Stingless Bees Workshop 11th International Conference of the Asian Apicultural Association*. Malaysia. Terengganu (MY): Kansas Univ Pr.
- Smith MR, Singh GM, Mozaffarian D, Myers SS. 2015. Effects of decreases of animal pollinators on human nutrition and global health: A modelling analysis. *Lancet*. 386: 1964–1972. doi: 10.1016/S0140-6736(15)61085-6.
- Tscharntke T, Klein AM, Kruess A, Steffan-Dewenter I, Thies C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity ecosystem service management. *Ecology Letters*. 8:857–874. doi: org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x.
- Tschoeke PH, Eugênio EO, Mateus SD, Marcela CAC, Silveira T, Gil RS. 2015. Diversity and flower visiting rates of bee species as potential pollinators of melon (*Cucumis melo* L.) in the Brazilian Cerrado. *Scientia Horticulturae*. 186 (15):207–216. doi: 10.1016/j.scienta.2015.02.027.
- Viana BF, Coutinho JGE1, Garibaldi LA, Gastagnino GLB, Gramacho KP, Silva FO. 2014. Stingless bees further improve apple pollination and production. *Journal of Pollination Ecology* 14(25):261-269. doi: 10.26786/1920-7603(2014)26.
- Wicaksono A, Atmowidi T, Priawandiputra W. 2017. Morfologi, Aktivitas Terbang, dan Musuh Alami Lebah *Lepidotrigona terminata* SMITH (Apidae:Melliponinae). [Tesis]. Bogor (ID):Institut Pertanian Bogor.
- Winfree R, Williams NM, Gaines H, Ascher JS, Kremen C. 2008. Wild bees pollinators provide the majority of crop visitation across land-use gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA. *Journal of Applied Ecology*. 45:793-802. doi: https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01418.
- Wulandari AP, Atmowidi T, Kahono S. 2017. Peranan lebah *Trigona laeviceps* Smith (Hymenoptera:Apidae) dalam produksi biji Kailan (*Brassica oleracea* var. Alboglabra). *Journal Agronomi Indonesia*. 45(2):197-204. doi: 10.24831/jai.v45i2.13236.



## RIWAYAT HIDUP

Wisda Bahlis, lahir di Rampoang pada tanggal 1 Januari 1995, sebagai anak kedelapan dari sepuluh bersaudara, pasangan H. Bahlis dan Hj. Syamsiar. Pada tahun 2012 penulis lulus dari SMA Negeri 2 Tana Lili dan pada tahun 2013 melanjutkan kuliah S1 di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Pasundan Bandung dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Pascasarjana di Program Studi Biosains Hewan, Departemen Biologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor. Selama mengikuti program S-2, penulis aktif menjadi pengurus Forum Mahasiswa Pasca Sarjana IPB University. Penulis telah menyusun artikel berjudul Jasa Polinasi *Tetragonula saeviceps* (Apidae: Meliponinae) pada Tanaman Melon (*Cucumis melo* L), yang masih dalam proses review sebagai bahan terbitan Journal Serangga.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.